

Федеральное агентство по образованию

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 3 (316)
2009**

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

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ.*

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

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

E-mail: ttp@igta.ru

<http://www.igta.ru>

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.06.2009. Подписано в печать 30.06.2009. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 15,81 усл.-печ. л.; 16,06 усл. кр.-отт. Заказ 1000.

Тираж 450 экз.

ОАО "Ивановская областная типография"

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

E-mail: 091-018@rambler.ru

УДК (658.387+658.53): 677(075.8)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Н.М. ДРУЗГАЛЬСКАЯ, А.И. ЛЮБИМЕНКО

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Современное предприятие является бизнес-системой, ориентированной на достижение определенных производственных и финансовых результатов. Основой бизнес-системы предприятия является набор бизнес-процессов, отвечающих миссии, целям и стратегии предприятия и обеспечивающих рациональное использование трудовых ресурсов. В этих условиях требуется создавать или совершенствовать нормативную базу на трудовые процессы, без формирования которой невозможно повышать эффективность хозяйственной деятельности, совершенствовать методику расчета норм и устанавливать нормативную занятость исполнителя (рабочего) в течение смены. Поэтому на предприятии, с одной стороны, необходимо осуществлять единый подход к воздействию на управляемый объект с помощью норм труда, а с другой стороны – учитывать особенности организации производственных процессов. Этому может способствовать оснащенность функциональных служб предприятий современной вычислительной техникой и соответствующее научно-методическое обеспечение.

Нормы труда являются основой планирования, бюджетирования, анализа и диагностики, контроллинга и других методов управления. Существующая система норм труда позволяет обосновывать важнейшие показатели производственно-хозяйственной деятельности: трудоемкость производства продукции, потребность технологического оборудования для выполнения пла-

новых заданий, явочная численность рабочих.

С расширением самостоятельности предприятий в области нормирования и оплаты труда каждое предприятие должно располагать пакетом методических документов по расчету норм труда. Основопологающими составляющими этого пакета должны быть:

- содержание работ с учетом рационального разделения и кооперации труда;
- классификация затрат рабочего времени исполнителя и оборудования;
- характеристика организационно-технических условий труда;
- нормативы времени на основе проведенных наблюдений с обоснованием количества замеров и оценки погрешности средней длительности работ;
- методические указания и расчет норм труда;
- документальное оформление результатов расчета.

Тип производства на рабочем месте характеризуется коэффициентом закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{O}{P},$$

где O – число различных операций; P – число рабочих мест, на которых выполняются различные операции [1].

От типа производства зависит объем и оценка результатов наблюдений, которые

предопределяют требования к необходимой точности нормативных материалов.

На предприятиях текстильной и легкой промышленности имеются некоторые отличия в классификации затрат рабочего времени основных рабочих и в способах их нормирования. Например, это касается затрат времени по категории "подготовительно-заключительное время". Нами рассмотрен состав затрат рабочего времени по этой категории. В практике нормирования подготовительно-заключительное время в зависимости от типа производства на рабочих местах (массовое, серийное (партионное), единичное) может устанавливаться на единицу продукции, партию или рабочее место за смену.

На основании анализа содержания подготовительно-заключительной работы можно рекомендовать три варианта нормирования затрат времени:

– а) затраты времени на подготовительно-заключительную работу на рабочих местах, относимых к массовому производству, незначительны и возникают редко, поэтому их включают в группы затрат времени по обслуживанию рабочего места (Тобс) и (Тз.р.);

– б) затраты времени подготовительно-заключительной работы на рабочих местах, относимых к партионному производству, зависят от количества единиц в обрабатываемой партии (партии) и включаются в норму времени на выработку единицы продукции расчетным путем, то есть путем деления общей суммы затрат времени на подготовительно-заключительную работу на количество единиц продукции в партии;

– в) затраты времени на подготовительно-заключительную работу на рабочих местах индивидуального производства определяются на единицу продукции.

Приведем типовой состав затрат подготовительно-заключительного времени: ознакомление с технической документацией, получение и чтение чертежей для выполнения серии (партии) изделий; подготовка и установка специальных приспособлений на машину (станок) и его наладка для выполнения технологической операции; по-

лучение и раскладка на рабочем месте дополнительного инструмента, необходимого для обработки серии изделий или одного изделия; удаление отходов с рабочего стола; заполнение текущей документации; перезаправка машины на обработку новой партии изделий (смена цвета ниток) и другие работы.

Содержание работ по обслуживанию оборудования и рабочего места, нормируемых в целом за смену, зависит от типа применяемого технологического оборудования.

Затраты времени на регламентированный отдых в течение смены определяются в зависимости от факторов утомляемости и изменения работоспособности рабочих в течение смены.

Общая сумма затрат времени, нормируемых на рабочее место (машину) за смену на предприятиях текстильной промышленности, состоит из: нормативного времени выполнения работ по обслуживанию оборудования и рабочего места – Тобс, в том числе занятость основного рабочего Тз.р."; нормативного времени на отдых в течение смены – Тотд; нормативного времени на личные надобности в течение смены – Тлн.

Приведем виды нормируемого времени на единицу продукции: оперативное время – это время, которое затрачивается на единицу продукции по основной операции, выполняемой на рабочем месте; основное технологическое время – это часть оперативного времени, затраченная на технологическое воздействие на предмет труда (изменение состава, формы, цвета, размеров и т. д.); вспомогательное технологическое неперекрываемое время – это другая часть оперативного времени, затраченная на подготовку и обеспечение непрерывности технологического процесса на данной технологической операции; потери основного технологического времени из-за одновременной остановки единиц оборудования, обслуживаемого одним рабочим; потери основного технологического времени из-за несовершенства технологии (наработка дефектных изделий и срывов (трикотажная промышленность), ненама-

тывание веретен (текстильная промышленность) и др.

Основное технологическое время может быть машинным, машинно-ручным и ручным. Вспомогательное технологическое время на предприятиях текстильной и легкой промышленности в основном ручное. Оно может перекрываться и не перекрываться машинным временем. Вспомогательное перекрываемое время в норму времени не включается, следовательно, и не увеличивает ее, однако входит в занятость рабочего ($t_{з.р}$), которая нормируется на единицу продукции и применяется для обоснования количества обслуживаемых машин.

К нормам труда относятся: нормы выработки рабочих, H_v ; нормы производительности оборудования, H_m ; нормы обслуживания рабочих, H_o ; нормы времени на единицу продукции для оборудования, $H_{в.о}$; нормы времени на единицу продукции для рабочего, $H_{в.р}$; нормативы численности, $H_ч$; нормативной трудоемкости изготовления единицы продукции, H_t .

Если в качестве исходной величины принять H_m , равное количеству единиц продукции, выработанных за смену ($T_{см}$), то можно установить путем деления $T_{см}$ на H_m величину нормы времени на

единицу продукции для оборудования ($H_{в.о}$). Если разделить $H_{в.о}$ на H_o , то определяется величина нормы времени на единицу продукции для рабочего, $H_{в.р}$. Если требуется определить нормативную трудоемкость единицы продукции, то $H_{в.р}$ умножается на $H_ч$.

Коэффициент занятости рабочего в течение смены ($K_{з.р}^p$) определяется по формуле

$$K_{з.р}^p = \frac{(t_{з.р} H_v + T_{з.р})}{T_{см}}$$

Так как нормы труда должны устанавливаться в соответствии с достигнутым уровнем техники, технологии, организации производства и труда [2], то приведенная классификация затрат рабочего времени по типам производства позволит их научно обосновать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка нормативных материалов для нормирования труда рабочих: Методические рекомендации. – М.: НИИ труда, 1983.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации (по состоянию на 1.09. 2008 г.) – М.: Юрайт-Издат, 2008.

Рекомендована кафедрой менеджмента. Поступила 16.03.09.

УДК 658.15

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРКЕТИНГОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ*

К.М. МАРКОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Предлагаемый механизм функционально-стоимостного управления (ФСУ) рассматривается на примере функционирования многоассортиментной текстильной компании, выпускающей товары народного потребления.

Эффективность компании во многом зависит от уровня рентабельности каждой единицы товара и конкурентоспособности самой компании.

* Работа выполнена под руководством проф. С.В. Гориновой.

Согласно требованиям современного менеджмента система управления бизнес-процессами должна обеспечивать соответствие оперативного управления задачам стратегического управления компании, быть экономичной, обеспечивать полноту, точность и оперативность получения информации для принятия управленческих решений, отвечать специфике деятельности компании, быть гибкой и предусматривать возможность автоматизации.

Теоретическим базисом механизма ФСУ бизнес-процессами компании послужил предлагаемый комплекс базовых принципов, среди которых приоритетное значение отдано функциональному и стоимостному подходам к управлению.

ФСУ предусматривает оптимальное совмещение функциональной и процессной структур компании с последующим получением модели бизнес-процессов в разрезе функциональных видов деятельности.

При моделировании исключаются бесполезные операции, дублируемые виды работ, отягощающие стоимость вида деятельности, бизнес-процесс или продукцию компании, с точки зрения затрат на обеспечение адекватного увеличения потребительской стоимости.

Построение финансовой структуры компании осуществляется с выделения центров финансового учета и ответственности сети бизнес-процессов.

Финансовая реструктуризация компании неизбежно повлечет построение новой системы управленческого учета, в которой учет затрат предусматривает отнесение стоимости использованных ресурсов на составляющие бизнес-процесс операции с последующим распределением затрат по стоимостным объектам (товарам, услугам и др.)

В результате обеспечивается более точный расчет издержек и определение себестоимости отдельных видов деятельности, бизнес-процессов, товаров, работ и услуг. При этом учет затрат осуществляется как по основным (логистическим), так и по вспомогательным бизнес-процессам (маркетинговым, финансовым и др.)

Оценка и аудит системы ФСУ бизнес-процессами компании проводятся с учетом результатов расчета их стоимости и на основе разработанной системы показателей, характеризующих их результативность и эффективность. В контексте предлагаемого подхода результативность – это способность компании как бизнес-системы выполнять свои функции, а эффективность – это характеристика, обратно пропорциональная затратам, поглощаемым компанией при выполнении ее функций и осуществлении бизнес-процессов. Следовательно, в формате ФСУ необходимо определять соотношение между потребительной полезностью выполняемых ею видов деятельности (бизнес-процессов, товаров, услуг и др.) и затратами на их выполнение. Поэтому в систему показателей бизнес-процессов необходимо обязательно включать маркетинговые показатели удовлетворенности потребителей.

Информация, полученная на выходе из системы ФСУ, анализируется менеджерами на предмет соответствия параметров бизнес-процессов и функциональных видов деятельности состоянию внешней среды, стратегическим целям и ключевым факторам успеха компании. В дальнейшем на основе этой информации принимаются стратегические управленческие решения по реинжинирингу бизнес-процессов и моделированию новых, изменению функциональной организационной или финансовой структуры компании, определению дальнейших направлений стратегического развития.

Стратегический аспект предлагаемых базовых положений заключается в возможности осуществлять целенаправленное моделирование системы бизнес-процессов исходя из заданной стоимости.

Таким образом, ФСУ бизнес-процессами компании решает важную стратегическую задачу: определение целевой стоимости бизнес-процессов, которая при наценке на товары и услуги позволит компании получить объем прибыли, удовлетворяющий собственников компании. При этом приемлемый рынком уровень

цен определяется с помощью инструментов маркетинга.

Маркетинговый подход к стратегическому управлению позволит преодолеть противоречия между общественными интересами, интересами собственников компании и интересами дочерних организа-

ций, что, несомненно, создаст предпосылки для долгосрочного коммерческого успеха.

Рекомендована кафедрой организации производства и логистики. Поступила 09.02.09.

УДК 677.054

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ
ПО РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКЕ ТКАНИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

И.А. ЛОМАКИНА, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В [1] разработана методология формирования высшего уровня качества потребительской продукции в интервале от 0,00 до 1,00, где последнее значение соответствует первому сорту. Для использования данного нововведения необходимым условием является определение таких нормативных значений единичных показателей,

которые бы характеризовали высший уровень качества продукции.

Объектом исследования служили различные по виду отделки хлопчатобумажные ткани бязевой группы бельевого назначения, сертифицированные первым сортом с показателями материалоемкости, приведенными в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование характеристики и единица измерения	Значения характеристик материалоемкости для тканей		
	отбеленная	отбеленная и гладкокрашенная	отбеленная, гладкокрашенная и набивная
Поверхностная плотность, г/м ²	134	144	147
Абсолютная плотность, нитей/дм:			
по основе	255	269	277
по утку	215	224	240
Линейная плотность нитей, текс:			
основы	29	29	29
утка	29	29	29

В качестве предмета исследования выбрана разрывная нагрузка ткани, количественно характеризующее ее свойство прочности, а конечной целью работы являлось установление таких нормативных значений для данного показателя, которые отражали бы высший (наилучший) сорт ткани. Экспериментальное определение значений разрывной нагрузки (X) при растяжении ткани осуществляли в соответствии

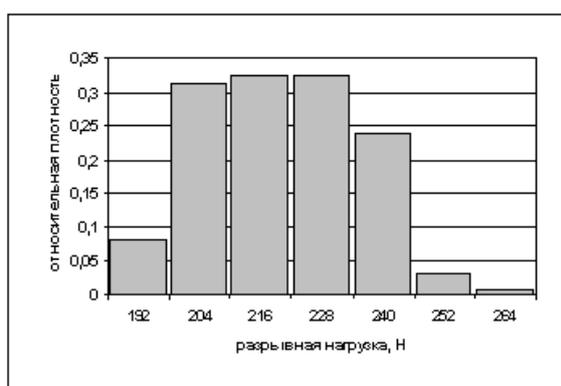
со стандартом [2] путем испытания полоски 50 x 200 мм. По результатам многократных измерений ($n = 50$) были определены статистические характеристики: среднее арифметическое значение (\bar{X}), среднее квадратическое отклонение (σ_X), размах (R_X), критерий согласия Пирсона ($\chi^2_{\text{эксп}}$) (табл. 2).

Вид ткани	Значения статистических характеристик по разрывной нагрузке (X)			
	\bar{X} , Н	σ_x , Н	R_x , Н	$\chi^2_{\text{эксп}}$
Отбеленная	310	16	87	0,75
	225	12	72	1,40
Отбеленная и гладкрашенная	315	18	92	1,25
	218	11	69	1,87
Отбеленная, гладкокрашенная и набивная	345	18	110	2,78
	242	13	75	2,91

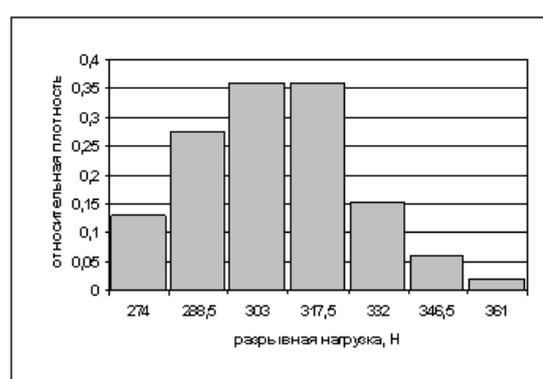
Примечание. На верхней строчке приведены значения показателя по основе, а на нижней – по утку.

Для всех видов тканей плотность распределения экспериментальных значений по разрывной нагрузке как по основе, так и утку соответствовала нормальному закону $\chi^2_{\text{табл}} = 7,80$.

На рис. 1 показаны гистограммы распределения значений разрывной нагрузки по основе (а) и утку (б) отбеленной ткани.



а)



б)

Рис. 1

С учетом требований нормативного документа [3] при установлении второго сорта хлопчатобумажной ткани допускается уменьшение значения разрывной нагрузки не более чем на 5%. Поэтому предполагаем, что и значение по разрывной нагрузке для высшего уровня (сорта) ткани должно быть как минимум на 5% больше значения для первого сорта, которое указано в технических условиях на хлопчатобумажную ткань [4].

Анализ значений R_x по разрывной нагрузке, приведенных в табл. 2, показывает, что результат $\bar{X} + 0,5 R_x$ относительно \bar{X} отличается в числовом выражении примерно на 12...18%. Используя одно из

свойств нормального распределения [5], где можно выявить на его кривой особые точки на отрезках $\bar{X} \pm \sigma_x$, $\bar{X} \pm 2\sigma_x$ и $\bar{X} \pm 3\sigma_x$, установим, что 5%-ному увеличению разрывной нагрузки относительно первого сорта будет соответствовать на кривой распределения значение $\bar{X}_1 + \sigma_x$. Следовательно, нормативные значения по разрывной нагрузке для высшего уровня качества ткани при известных значениях для первого сорта можно показать через статистические характеристики и записать в виде $\bar{X}_1 + \sigma_x$, а далее установить их численные значения (табл. 3).

Вид ткани	Значение разрывной нагрузки (Н) для сорта			
	высшего		первого	
	по основе	по утку	по основе	по утку
Отбеленная	320	218	304	206
Отбеленная и гладкокрашенная	312	207	294	196
Отбеленная, гладкокрашенная и набивная	346	228	328	215

Определим вероятность (Р) возможного перевода ткани в высший уровень качества с учетом приближения результатов экспери-

ментальных испытаний к значениям по разрывной нагрузке для первого сорта ткани:

$$P(X > \bar{X}_I + \sigma_x) = P(\bar{X}_I + \sigma_x < X < +\infty) = \Phi(+\infty) - \Phi\left(\frac{\bar{X}_I + \sigma_x - \bar{X}_I}{\sigma_x}\right) = \\ = \Phi(+\infty) - \Phi(1) = 0,50 - 0,34 = 0,16,$$

где $\Phi(x)$ – интегральная функция Лапласа.

Таким образом, при оценке ткани первым сортом вероятность того, что она может быть по результатам испытаний отнесена и к интервалу высшего сорта, составляет около 16%.

ВЫВОДЫ

Предложена методика для определения нормативных значений показателей прочности ткани, характеризующих высший уровень ее качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ломакина И.А., Евсеева Н.В., Гусев Б.Н. // Текстильная промышленность. – 2008, №4. С.60...63.

2. ГОСТ 3813–72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82). Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.

3. ГОСТ 161–86. Ткани хлопчатобумажные, смешанные и из пряжи химических волокон. Определение сортности.

4. ГОСТ 29298–2005. Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия.

5. Гмурман В.Е. Теория вероятности и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 2004.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 02.03.09.

УДК 677.025

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОГНЕСТОЙКИХ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ПОЛЕТНОГО СНАРЯЖЕНИЯ

Б.Б. СТРОГАНОВ, Е.В. ФОКИНА

(Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

В течение последних лет для производства полетных костюмов космонавтов применялось трикотажное полотно, выработанное либо из химически модифицированной шерсти линейной плотностью

19 текс×2, либо в сочетании с огнестойкими текстурированными нитями фенилон линейной плотностью 14,3 текс×2 в соотношении 70% шерсти и 30% фенилона.

Однако применение этих волокон вызывало значительное пылевыведение. Кроме этого, использование различных по структуре и линейной плотности нитей приводило к зебростости полотна. При эксплуатации изделий из текстурированных нитей возможно вытягивание текстурированной нити из структуры трикотажа, что приводит к затяжке петель, ухудшению внешнего вида и эксплуатационных характеристик изделия, что недопустимо для изделий специального назначения.

Для устранения вышеуказанных недостатков возникла необходимость разработать технологию производства трикотажного полотна с применением других огнестойких материалов, близких по структуре и линейной плотности к огнезащищенной шерстяной пряже (ОШП).

Среди термо- и огнестойких материалов, предназначенных для этих целей, наилучшие соотношения огнестойких, гигиенических и прочностных характеристик имеют текстильные материалы арамидной группы. Волокна и нити этой группы имеют показатель кислородного индекса 28...29% при сравнительно невысоких показателях удельной плотности вещества (1,37...1,44 г/см³), что позволяет получать полотна необходимой огнестойкости с пониженной материалоемкостью.

Терлон относится к параарамидным материалам и обладает высокой прочностью, хорошей термо- и огнестойкостью, стабильностью размеров, низким удлинением при разрыве [1]. Пряжа из терлона не токсична, не плавится, кислородный индекс составляет 29%. Санитарно-химическими и эпидемиологическими исследованиями доказана безопасность воздействия терлона на организм человека. Минздравом разрешено применение терлона для изготовления полетной одежды летчиков, защитной одежды пожарных, сварщиков, металлургов и т.д.

На основании вышесказанного была разработана технология изготовления огнестойкого полотна для полетных костюмов на кругловязальном оборудовании комбинированным переплетением (французское пике) на основе сочетания рядов ластика 2+1 и производной глади (рис.1 – графическая запись французского пике) из пряжи терлон линейной плотностью 30 текс×1 и ОШП линейной плотностью 19 текс×2.

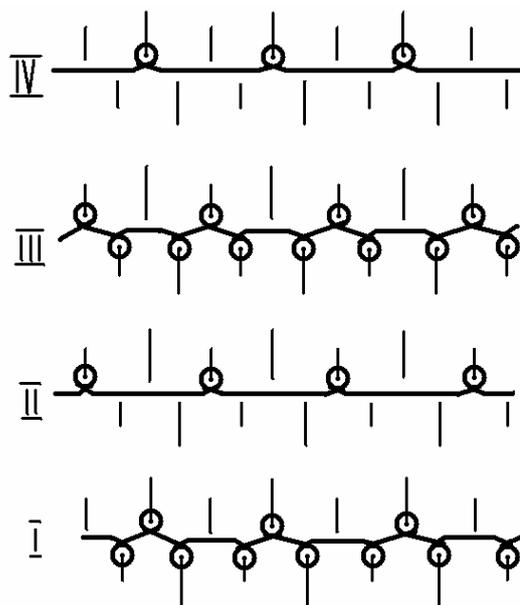


Рис. 1

Для обеспечения требований по износостойкости и пылевыведению изнаночный слой полотна полностью образован из петель ОШП (ряды I, III – рис.1), обеспечивая высокие гигиенические свойства материала, а лицевой слой (ряды II, IV) формируется чередованием петель из ОШП и пряжи терлон, предохраняя тем самым от разрушения огнезащищенные шерстяные волокна, обладающие повышенной хрупкостью.

В табл.1 приведены физико-механические показатели полотен для полетных костюмов, выработанных из разных видов сырья.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Вид и линейная плотность пряжи (нити), текс	Поверхностная плотность, г/м ²	Разрывная нагрузка, Н		Разрывное удлинение, %		Истирание, число оборотов	Пылевыведение, г	Затяжки (на 1 м ²)	Пиллинг, шт
			по длине	по ширине	по длине	по ширине				
1	ОШП 19х2 – 100%	378	316	242	93	78	125	0,0085	0,1	70
2	Фенилон нить 14,3х2 – 30% ОШП 19х2 – 70%	360-395	487	403	150	250	180	0,0072	3,9	30
3	Терлон пряжа 30х1 – 30% ОШП 19х2 – 70%	316	283	255	103	119	160	0,0004	0,9	45

Экспериментальные исследования показали, что трикотажное полотно, полученное с добавлением терлона, имеет лучшие показатели, чем предыдущие полотна. Поверхностная плотность полотна уменьшилась на 19%. При этом пылевыведение снизилось примерно в 20 раз за счет высокой прочности волокна терлон.

В силу того, что кислородный индекс исходных синтетических огнестойких материалов имеет близкие значения (фенилон – 28%, терлон – 29%), огнестойкие свойства полотна не изменились и составляют 39...40%.

Благодаря тому, что в структуре полотна использовалась пряжа, а не текстурированная нить, полотно имеет ровный гриф, количество затяжек снизилось более чем в 4 раза.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования выявили, что по показателям поверхностной плотности и пылевыведению трикотажное полотно, выработанное с применением огнестойкой пряжи терлон, превосходит применяемые ранее трикотажные полотна по соответствующим показателям качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Перепелкин К.Е.* Современные химические волокна и перспективы их применения в текстильной промышленности // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2002, т. XLVI, №1.

Рекомендована кафедрой технологии тканей и трикотажа. Поступила 12.04.09.

УДК 633.521.002.237

**ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ ВОЛОКНА
СЕЛЕКЦИОННЫХ СОРТОВ ЛЬНА
К РАСЩЕПЛЕНИЮ**

Л.В. ПАШИНА, Е.Л. ПАШИН

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

Важнейшим показателем прядильной способности льняного волокна является его расщепленность [1], определение которой ранее осуществлялось на основе расчета показателя тонины. В настоящее время оценка этого показателя производится с использованием линейной плотности [2].

Однако получаемые результаты анализа не позволяют в полной мере судить о потенциальной способности льняных комплексов к дроблению, особенно в условиях действия динамических нагрузок, имеющих место при переработке льна. Это обстоятельство существенно снижает эффективность метода и не позволяет в достаточной мере осуществлять прогнозирование степени дробления волокна.

существования, суть которых заключается в применении элементов прочеса волокнистых комплексов (рис.1 – технологическая схема лабораторного устройства для оценки расщепленности льняного волокна).

Прототипом при его создании служил известный способ, при котором учитывалось усилие при прочесе волокна совокупностью игл [3]. В отличие от известного способа предложенный метод испытания реализуется в условиях динамического нагружения волокна. Испытываемая проба 1, закрепленная на конце маятника в зажиме 2, в процессе испытания подвергается двухстороннему прочесу вследствие взаимодействия с игольчатой гарнитурой 3. В качестве выходной оценки способности волокна к расщеплению предложен показатель Б, косвенно характеризующий величину работы, производимой при прочесе волокна, а именно количество качаний маятника до его полного останова. Дополнительно возможно учитывать изменение этой оценки во времени.

Для проверки нового метода испытания были проведены исследования волокна ряда селекционных сортов льна по способности его к расщеплению. Были использованы сорта: А-93, Алексим, Зарянка, Ленок, Могилёвский 2. Испытанию подвергали волокно, полученное из стланцевой и моченцовой тресты, причем его выделение осуществляли из разных зон по длине стебля (вершина, середина и комель). Опы-

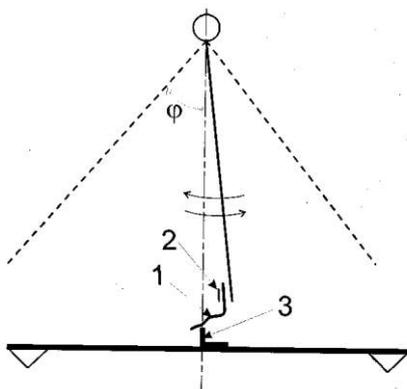


Рис. 1

С учетом этого был создан новый метод испытания и устройство для его осу-

ты проведены с учетом обеспечения статистической значимости различий между средними значениями данных при $P=95\%$. Используя дисперсионный анализ, получены результаты, которые представлены на рис. 2 и 3. Обработка данных позволила установить статистическую значимость всех исследуемых факторов: селекционный сорт, зона стебля и тип тресты. При этом наименьшее влияние на изменение исследуемой оценки Б влияет фактор зоны стебля.

Из анализа результатов следует, что с использованием нового метода испытания возможна дифференциация исследуемых селекционных сортов по степени расщепленности находящегося в них волокна.

На рис. 2 представлены усредненные (по факторам типа тресты и зоны по длине

стебля) опытные данные выходной оценки способности волокна к расщеплению. Оказалось, что наибольшей способностью к расщеплению обладает волокно сорта Могилёвский 2. Далее следуют сорт Ленок.

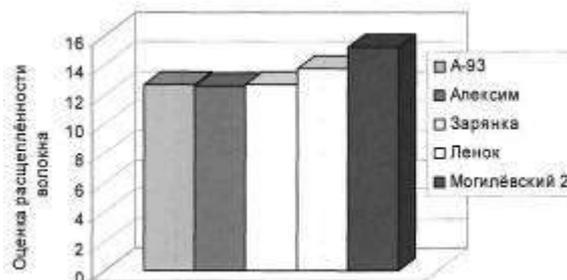


Рис. 2

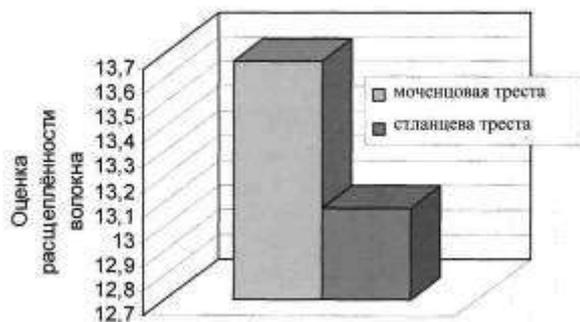


Рис. 3



Рис. 4

На рис. 3 (распределение оценки расщепленности волокна у селекционных сортов) и рис. 4 (распределение оценки расщепленности волокна, полученного из разных зон по длине стебля) соответственно указаны усредненные данные по типу тресты и зоне по длине стебля. Стланцевое волокно, подвергнутое испытанию, оказалось менее расщепляемым в сравнении с моченцовым. Волокно из вершинной части стебля менее дробимо при его прочесе. В лучшей степени расщепляется волокно из средней части стеблей льна.

Особый интерес представляют результаты эксперимента с учетом межфакторного взаимодействия.

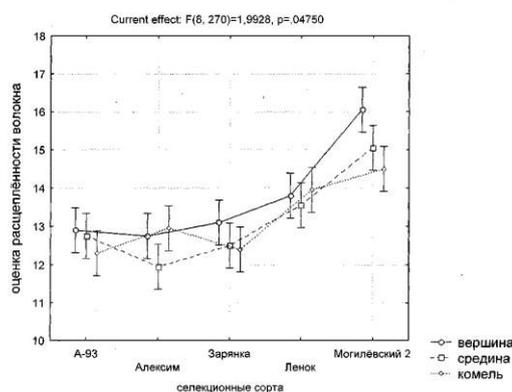


Рис. 5

На рис. 5 (распределение оценки расщепленности у селекционных сортов с учетом зоны расположения волокна по

длине стебля) представлены усредненные данные по виду тресты. Из иллюстрации данных очевидны различия по соотношению значений оценки расщепленности в разных зонах длины стеблей у разных сортов. У отдельных сортов способность волокна к расщеплению в комлевой зоне выше, чем в середине. Имеются различия по уровню варьирования исследуемой оценки у разных сортов. Однако с учетом величины доверительных интервалов средних значений этот вывод требует уточнения.

ВЫВОДЫ

1. Предложен способ определения способности льняного волокна к расщеплению. Его особенностью является имитация наиболее часто встречающихся в технологии переработки льна воздействий прочеса. Использование нового метода позволяет дифференцировать сорта льна по степени расщепления волокна. Лучшим из числа изучаемых сортов по данному показателю является сорт Могилёвский 2.

2. Установлена возможность выявления различий по оценке расщепленности волокна, находящегося в разных зонах по длине стебля и полученного из тресты различного способа приготовления. Как правило, наихудшая оценка расщепленности наблюдается у волокна из комлевой части стебля. Выявленные различия по степени варьирования исследуемой оценки по зонам стебля могут являться идентификационными признаками, характеризующими качество селекционных сортов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселёва Т.Л., Тихомирова Е.В. Текстильное материаловедение. Учебное пособие. – Ярославль, 1983.
2. Городов В.В., Лазарева С.Е., Лунёв И.Я. и др. Испытание лубоволокнистых материалов. – М., 1969.
3. А.с. СССР № 1183896. Способ оценки прядильной способности лубяного волокна и устройство для его осуществления / Пашин Е.Л., Гилязетдинов Р.Н., Тимонин М.А. – Оpubл. 07.10.85, Бюл. №37.

Рекомендована лабораторией стандартизации, сертификации и информационных технологий. Поступила 01.10.08.

УДК 621.311

КОНТРОЛЬ ПЛОТНОСТИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЛЬНЯНОГО СЫРЬЯ НА МЯЛЬНО-ТРЕПАЛЬНОМ АГРЕГАТЕ

С.М. ВИХАРЕВ, Н.М. ФЕДОСОВА, А.И. ФРОЛОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Эффективность процесса переработки льняной тресты во многом определяется качеством сырья, состоянием стеблевого слоя. Известно, что для получения высокого выхода длинного волокна необходимо обеспечить поступление в мяльно-трепальный агрегат (МТА) непрерывного, равномерного по толщине и линейной плотности стеблевого слоя [1]. С целью повышения выхода и качества длинного волокна рекомендуется дифференцировать процесс обработки с учетом характеристик исходного сырья [2]...[4]. Линейная плотность загрузки является одним из элемен-

тов дифференциации процесса переработки лубяного сырья. При формировании стеблевого слоя с применением слоеформирующих машин регулировать величину линейной плотности материала не представляется возможным, поскольку каждая из них имеет вполне определенный общий коэффициент утонения слоя. В связи с этим возникает необходимость контроля плотности материала на входе МТА с целью регулирования интенсивности обработки сырья. В настоящее время плотность загрузки МТА можно определить взвешиванием метровых участков стеблевого слоя

на отдельно стоящем весоизмерительном оборудовании. Эта операция является трудоемкой и нарушает ритмичность технологического процесса. Поэтому приобретает актуальность проблема контроля массы и линейной плотности волокнистого материала в потоке непосредственно в процессе обработки.

Сейчас средства измерения массовых показателей в потоке применяются в основном для сыпучих материалов (горнодобывающая промышленность, металлургическая, пищевая и другие). Общими недостатками этих средств измерения с точки зрения промышленности первичной переработки являются большие пределы измерения, неприспособленность к перемещению слоя стеблевых и волокнистых материалов, а также точность – низкая для указанных материалов.

Нами были проведены исследования для получения представлений об изменении массы слоя в процессе мятья. Для этого фиксировалось изменение линейной плотности слоя льнотресты до процесса переработки и плотность получаемого льносырца.

На рис. 1 (пример распределения линейной плотности ленты из рулона в льносырца после мяльной машины) представлены результаты данных замеров для трех участков ленты. Из анализа кривых очевидна почти полная идентичность их формы до и после обработки – изменяется только величина измеряемой плотности. Это говорит о том, что при данных настройках мяльной машины умин практически не зависит от начальной плотности поступающего сырья и структуры слоя.

Таким образом, можно считать, что передаточная функция мяльной машины по параметру плотности представляет собой усилительное звено с запаздыванием, которое описывается формулой:

$$W_{пр}(p) = e^{-Tp}K, \quad (1)$$

где K – коэффициент передачи; T – время прохода сырья через машину.

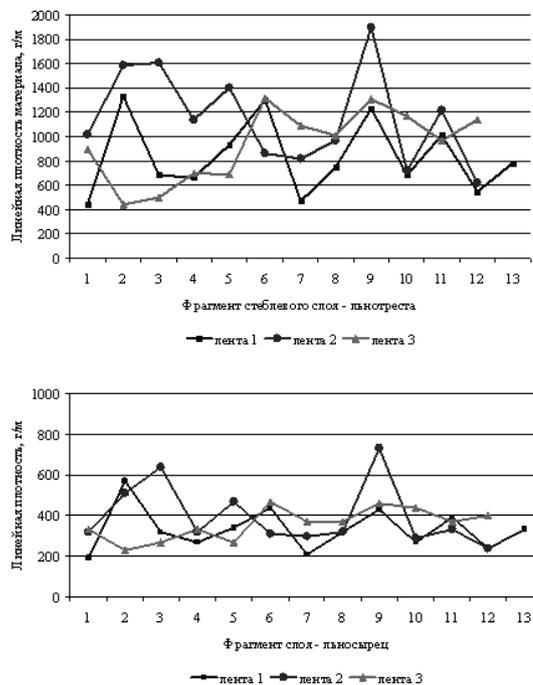


Рис. 1

Следует отметить, что данная зависимость описывает изменение линейной плотности во времени без учета различия между уменьшением плотности за счет удаления костры и части волокон при мятье и за счет растяжения слоя после мятья.

Измерения показали, что линейная плотность слоя льнотресты составляет в среднем 970 г/м и колеблется в широком диапазоне (коэффициент вариации этого показателя составил 36,4%). Аналогичная картина наблюдается и для льносырца – 358 г/м, с вариацией 35,5%.

Эта вариация может сыграть существенную роль при дальнейшей обработке слоя льносырца трепанием, так как приведет к различному нагружению участков рассматриваемого слоя. Для оценки данного влияния возможно произвести расчет сил натяжения прядей льносырца и давления на них со стороны бил при обработке трепанием. Однако при этом стоит принять во внимание, что различие в линейной плотности может быть обусловлено двумя параметрами: толщиной слоя и его объемной плотностью, зависящей от свойств материала и структуры слоя.

Таким образом, выражение для определения линейной плотности имеет вид:

$$\mu(h, L) = \int_0^L \int_0^h \rho(h, L) dh dL. \quad (2)$$

В простейшем случае при $\rho = \text{const}$, $h = \text{const}$, $L = \text{const}$:

$$T(t) = T_0 \exp(k\alpha r) + \mu \left[\frac{a}{k(t)r} - V^2 \right] (\exp(k\alpha r) - 1), \quad (4)$$

где T_0 – сила натяжения в ветви набегания; $k = k_0 r / (r + h - \Delta h)$; k_0 – коэффициент сопротивления, h ; Δh – соответственно толщина слоя и его сжатие в рассматриваемый момент времени t ; a – ускорение при движении пряди относительно кромки била; μ – линейная плотность пряди.

Расчет по методике из [5] дает для рассматриваемых данных о плотности при указанных выше допущениях значения 4,1 Н для минимума плотности льносырца и 7,9 – Н для максимума, то есть полученное варьирование по плотности слоя может различаться на 50%. Расчет при гипотезе изменения только объемной плотности дает различие только в 15%, что объясняется отсутствием влияния сжатия слоя на эту разницу [5].

По результатам исследований разработана структура измерительного комплекса контроля неровноты стеблевого слоя (рис.2).

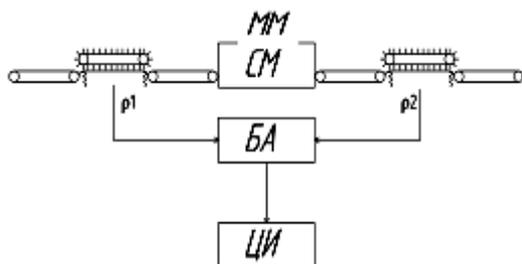


Рис. 2

Масса слоя льнотресты (ρ_1) до мяльной машины (ММ) и после нее (ρ_2) измеряется с помощью электронных платформенных весов с верхним перемещающим кол-

$$\mu = \rho h L, \quad (3)$$

где L – длина слоя; h – его толщина; ρ – объемная плотность.

Отсюда формула из [2] для расчета силы натяжения при гипотезе однородности свойств материала ($\rho = \text{const}$) и постоянства длины стеблей примет вид ($L = \text{const}$):

ковым транспортером по [6]. Данные поступают в блок анализа БА, где осуществляется необходимая фильтрация шума показаний, с учетом размера платформы весов вычисляется значение линейной плотности слоя, контролируется изменение неровноты по плотности получаемого на ММ слоя, и полученный результат передается на цифровой индикатор ЦИ. Сравнение неровноты слоя на входе и выходе позволяет анализировать эффективность работы мяльной машины.

ВЫВОДЫ

1. В ходе эксперимента установлено, что линейная плотность льнотресты не оказывает существенного влияния на величину умина. Исходя из этого предложена передаточная функция мяльной машины по параметру плотности выходного слоя.

2. Вариация линейной плотности слоя льнотресты на входе в мяльную машину и на ее выходе практически не изменяется и может достигать 35...36%.

3. Разница максимальных значений сил натяжения льносырца в трепании при варьировании линейной плотности за счет изменения толщины слоя может достигать 50%, а за счет объемной плотности, при прочих равных параметрах – 15%, что подтверждает положения [2], [5] о влиянии толщины слоя и его сжимаемости на процесс обработки льнотресты.

4. Предложена структура измерительной системы, позволяющей осуществлять

оперативный контроль линейной плотности материала и непрерывную количественную оценку работы мяльной машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марков В.В., Сулов Н.Н., Ипатов А.М. Первичная обработка лубяных волокон. – М.: Легкая индустрия, 1974.

2. Вихарев С.М. Совершенствование конструкции и технологических параметров машины для трепания льна: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, КГТУ, 2003.

3. Дроздов Ю.В. Разработка автоматической системы контроля и управления положением слоя стеблей при получении трепаного льна:

Дис...канд. техн. наук. – Кострома, КГТУ, 2004.

4. Петров С.С. Управление режимом работы мяльно-трепального агрегата по показателю отделимости льнотресты: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, КГТУ, 2007.

5. Вихарев С.М., Лапшин А.Б., Пашин Е.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 4-5. С. 33...36.

6. Устройство контроля массы и линейной плотности волокнистых материалов. Патент на полезную модель / Вихарев С.М., Федосова Н.М., Иванюк Д.В. – № 78573 бюл. №33 от 27.11.2008

Рекомендована кафедрой автоматизации и микропроцессорной техники. Поступила 06.02.09.

УДК 677.021

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОЛОКНИСТЫХ ЧАСТИЦ С РАБОЧИМ ОРГАНОМ ПРИ ОЧИСТКЕ В СВОБОДНОМ СОСТОЯНИИ*

А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Х.И. ИБРОГИМОВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Д.А. ЛЕБЕДЕВ

(Костромской государственный технологический университет)

Известно, что очистка волокнистого материала может осуществляться двумя способами: очистка при воздействии на материал в свободном состоянии и при воздействии на волокнистые частицы в зажатом состоянии.

Рассмотрим процесс взаимодействия рабочего органа с волокнистой частицей в свободном состоянии в виде хлопковой летучки.

На рис.1-а показана схема взаимодействия колка 1 с частицей (летучкой) хлопка 2, а на 1-б – частицы сора 1 и хлопка 2. Частица хлопка обладает массой m_1 и жесткостью C_1 , а сора m_c и C_2 .

Составим динамическую модель процесса взаимодействия колка с частицей (рис. 2, где изображено: 1 – колок; 2 – частица хлопка (летучка); C_1 – жесткость час-

тицы; Z_1 – координата движения колка; Z_2 – координата движения частицы (летучки); m_l – масса частицы (летучки)).

При составлении модели были приняты следующие допущения:

– коэффициент жесткости частицы (летучки) на сжатие принимается постоянным с линейной характеристикой;

– масса частицы сосредоточена в точке S;

– так как взаимодействие рассматриваем в течение короткого времени, то движение примем прямолинейным, а нагружение системы будем рассматривать в течение полупериода колебаний;

– демпфирующими свойствами частицы пренебрегаем;

– масса колкового барабана принимается значительно больше массы летучки и колок считается весьма жестким.

*Работа выполнена при поддержке гранта Федерального агентства по образованию Российской Федерации в рамках реализации целевой программы "Развитие научного потенциала высшей школы" (2009 - 2010 гг.) по разделу 2.1.2.

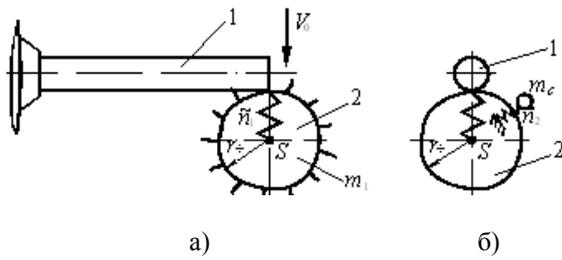


Рис. 1

Дифференциальным уравнением движения частицы при взаимодействии с колком будет

$$m_1 \frac{d^2 z_2}{dt^2} = (z_1 - z_2) C_1. \quad (1)$$

Так как колко жесткий, считаем, что $z_1 = V_0 t$. Тогда уравнение (1) после деления на m_1 примет вид:

$$\frac{d^2 z_2}{dt^2} + \frac{C_1}{m_1} z_2 = \frac{C_1 V_0 t}{m_1}. \quad (2)$$

Обозначим $\omega_0^2 = \frac{C_1}{m_1}$ и $\omega_0 = \sqrt{\frac{C_1}{m_1}}$ – круговая частота собственных колебаний частицы.

Тогда получим:

$$\frac{d^2 z_2}{dt^2} + \omega_0^2 z_2 = \frac{C_1 V_0 t}{m_1}. \quad (3)$$

Общим решением дифференциального уравнения (3) будет:

$$z_2 = A \sin \omega_0 t + B \cos \omega_0 t + V_0 t, \quad (4)$$

где A и B – произвольные постоянные интегрирования.

Из начальных условий при

$$t = 0, \quad z_2 = 0, \quad \frac{dz_2}{dt} = V_{ч0}$$

найдем

$$B = 0, \quad A = \frac{V_{ч0} - V_0}{\omega_0},$$

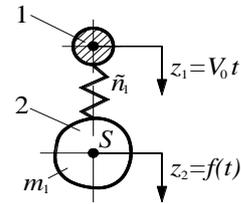


Рис. 2

где $V_{ч0}$ – начальная скорость частицы (летучки).

В результате получим:

$$z_2 = V_0 t + \frac{V_{ч0} - V_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t. \quad (5)$$

Первое слагаемое представляет собой прямую линию под углом $\alpha = \arctg V_0$ к оси абсцисс, а второе слагаемое есть синусоида с амплитудой колебаний:

$$A = \frac{V_{ч0} - V_0}{\omega_0}. \quad (6)$$

Если начальная скорость частицы (летучки) равна нулю: $V_{ч0} = 0$, то будем иметь:

$$A = -\frac{V_0}{\omega_0}. \quad (7)$$

Выражение для закона движения частицы будет иметь вид:

$$z_2 = V_0 t - \frac{V_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t. \quad (8)$$

Вторая производная от (8) даст нам ускорение частицы при ударе о нее колком:

$$\frac{d^2 z_2}{dt^2} = V_0 \omega_0 \sin \omega_0 t. \quad (9)$$

Таким же ускорением будут обладать сорные примеси, движущиеся с частицей. Можно записать условие отделения сорных примесей от частицы:

$$m_c \frac{d^2 z_2}{dt^2} \geq Q_{C_z}, \quad (10)$$

где Q_{C_z} – составляющая силы закрепления частицы сора на поверхности частицы в направлении оси OZ; m_c – масса сорных частиц.

Максимальное значение ускорения будет при $\omega_0 t = \frac{\pi}{2}$:

$$\left(\frac{d^2 z_2}{dt^2} \right)_{\max} = V_0 \omega_0. \quad (11)$$

Тогда условия, при которых сор будет отделяться запишется так:

$$m_c V_0 \omega_0 \geq Q_{C_z}. \quad (12)$$

Уравнение (12) описывает основную закономерность отделения сорных примесей от частицы волокна при ударе по ней колком. Как следует из выражения (12), здесь существенную роль играет скорость колка и круговая частота собственных колебаний летучки. Если величина ω_0 для летучки хлопка не подлежит изменению и, тем самым, управлению, то управлять процессом, скорее всего, можно путем изменения скорости колкового барабана V_0 . Величиной ω_0 для частиц волокна можно управлять путем изменения плотности частиц в зависимости от разрыхленности волокнистого потока.

Рассмотрим далее динамический процесс поведения сора, имеющего упругую связь с волокнистой частицей.

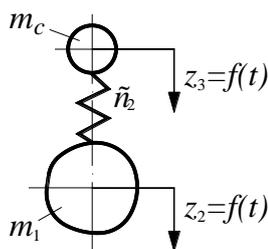


Рис. 3

На рис. 3 показана вторая динамическая модель, где m_c – масса сорной частицы; C_2 – коэффициент жесткости упругой связи сорной частицы с летучкой в направлении оси OZ; m_1 и z_2 – масса волокнистой частицы и координата ее движения; z_3 – координата движения сорной частицы.

Составим дифференциальное уравнение движения сорной частицы:

$$m_c \frac{d^2 z_3}{dt^2} = (z_2 - z_3) C_2. \quad (13)$$

С учетом выражения (6) после некоторых преобразований, получим:

$$m_c \frac{d^2 z_3}{dt^2} + C_2 z_3 = C_2 \left(V_0 t - \frac{V_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t \right),$$

или

$$\frac{d^2 z_3}{dt^2} + p_0^2 z_3 = p_0^2 \left(V_0 t - \frac{V_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t \right), \quad (14)$$

где $p_0 = \sqrt{\frac{C_2}{m_c}}$ – круговая частота собственных колебаний частицы сора.

Перепишем (14) в следующем виде:

$$m_c \frac{d^2 z_3}{dt^2} + p_0^2 z_3 = p_0^2 V_0 t - \frac{p_0^2 V_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t. \quad (15)$$

Общее решение уравнения (15) состоит из следующих частей:

$$z_3 = z_3^{\bullet} + z_3^{\bullet\bullet}, \quad (16)$$

где z_3^{\bullet} – общее решение однородного уравнения без правой части; $z_3^{\bullet\bullet}$ – частное решение уравнения (15).

Общее решение дифференциального уравнения без правой части описывает собственные колебания частицы сора с упругой связью:

$$z_3^* = A \sin p_0 t + B \cos p_0 t. \quad (17)$$

Эти колебания быстро затухают и мы не принимаем их во внимание. Интересным является частное решение уравнения (15).

Если правая часть линейного дифференциального уравнения представляет собой сумму, например, двух слагаемых (как в нашем случае), то частное решение будет являться результатом суммирования парциальных частных решений [6], то есть

$$z_3^{**} = z_1^{**} + z_2^{**}. \quad (18)$$

В таком случае очевидно, что

$$z_1^{**} = \frac{p_0^2 V_0 t}{p_0^2} = V_0 t \quad (19)$$

есть наклонная линия, характеризующая центр колебаний, а второе парциальное частное решение ищем в виде

$$z_2^{**} = D_z \sin \omega_0 t, \quad (20)$$

где

$$D_z = \frac{p_0^2 V_0}{p_0^2 - \omega_0^2} \quad (21)$$

есть амплитуда вынужденных колебаний.

Перепишем (21) в следующем виде:

$$D_z = \frac{V_0}{\omega_0 \left(1 - \frac{\omega_0^2}{p_0^2}\right)} = \frac{V_0}{\omega_0} k_d, \quad (22)$$

где

$$k_d = \frac{1}{\left(1 - \frac{\omega_0^2}{p_0^2}\right)}, \quad (23)$$

как и в случае при очистке волокна [4], динамический коэффициент.

В случае приближения значений частот собственных колебаний волокнистой частицы ω_0 к значению частоты собственных колебаний частицы сора p_0 динамический

коэффициент значительно возрастает, что приведет к увеличению амплитуды вынужденных колебаний и соответственно к улучшению выделения сорных примесей. Это условие можно выразить следующим образом:

$$P_c = D_z C_2 = \frac{V_0}{\omega_0} k_d C_2 \geq Q_{Cz}, \quad (24)$$

где $D_z C_2$ – сила, создаваемая в упругой связи сорной частицы при ее деформации и ударе колком.

Для практических расчетов ударного взаимодействия колка с частицей в виде летучки можно пользоваться следующими соотношениями, вытекающими из работ [1]...[5]. Так, воздействие колка на летучку можно считать ударным импульсом мгновенных сил. Колебания частицы хлопка при этом могут быть описаны следующим уравнением:

$$z = \frac{S_0}{m_i \omega_0} \sin \omega_0 t, \quad (25)$$

где S_0 – импульс мгновенных сил; m_i – масса летучки; ω_0 – круговая частота собственных колебаний летучки.

Импульс мгновенных сил при массе рабочего органа, значительно превышающей массу частицы, может быть определен для случая неупругого удара по формуле

$$S_0 = m_i V_0, \quad (26)$$

где V_0 – скорость колка.

Амплитуда колебаний частицы хлопка при ударе будет:

$$z_{\max} = \frac{V_0}{\omega_0} \quad (27)$$

– это выражение идентично (8) и (22).

Ударная сила также может быть определена из выражения

$$P_{уд} = \frac{m_i V_0}{\tau}, \quad (28)$$

где τ – время удара (время нарастания ударной нагрузки по осциллограмме).

Вторая производная от (25) дает нам ускорение, которое воздействует на сорные частицы, находящиеся на летучке при ударе:

$$\frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{S_0 \omega_0^2}{m_i \omega_0} \sin \omega_0 t = -\omega_0 V_0 \sin \omega_0 t, \quad (29)$$

$$a_{\max} = \left(\frac{d^2z}{dt^2} \right)_{\max} = -\omega_0 V_0. \quad (30)$$

Максимальная сила инерции сорной частицы будет:

$$P_C^i = a_{\max} m_{C_i} = -\omega_0 V_0 m_{C_i}, \quad (31)$$

условие ее отделения запишется так:

$$P_C^i \geq Q_{C_i}. \quad (32)$$

Для расчетов коэффициентов жесткости летучек при ударе можно пользоваться выражениями из [1] и [2] для линейной

модели, когда $n=1$ (показатель степени нелинейности сжатия летучки при ударе для общего случая $P = cz^n$):

$$c = \frac{P_{\max}^2}{m_i V_0^2}, \quad (33)$$

для нелинейной модели ($n \neq 1$):

$$c = \frac{2^n P_{\max}^{n+1}}{(n+1)^n (m_i V_0^2)^n}, \quad (34)$$

где P_{\max} – максимальное значение силы удара колком по летучке; n – показатель нелинейности (для одиночных летучек по данным [1], [2] $n=1,166$; $c=82,5$, для двойных летучек $n=1,204$; $c=182,5$).

Для расчетов можно использовать данные исследования удара колка о летучку при помощи трубчатого (высокочастотного) датчика [1]. Эти данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры удара	Скорость удара V_0 , м/с					
	одной летучкой			двумя летучками		
	8,2	10,5	12,8	8,2	10,5	12,8
Сила удара $P_{\text{уд}}$, Н	0,598	0,780	0,966	0,801	1,05	1,31
Время нарастания нагрузки $t_{\text{нар}}$, с	0,0022	0,0023	0,0023	0,0023	0,0025	0,0026
Общее время удара $t_{\text{уд}}$, с	0,026	0,03	0,037	0,041	0,049	0,051

ВЫВОДЫ

Таким образом, более углубленно рассмотрен механизм взаимодействия волокнистой частицы с рабочим органом очистительных машин, условия отделения сорных частиц от летучки хлопка, что делает определенный шаг вперед в развитии теории очистки волокнистых материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бурнашев Р.З.* Теоретические основы технологии очистки хлопка-сырца: Дис.... докт. техн. наук. – Ташкент, 1983.

2. *Махкамов Р.Г.* Повышение технологической надежности хлопкоочистительных машин, работающих в ударном режиме. – Ташкент. Изд-во "Фан", 1989.

3. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Теория и практика совершенствования очистителей волокна. Монография. – Кострома, 2001.

4. *Корабельников А.Р.* Развитие теории и технологии получения короткоштапельного льняного волокна: Монография. – Кострома, КГТУ, 2005.

5. *Корабельников Р.В., Ширяев А.В., Корабельников А.Р.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №3. С.19...23.

6. *Обморшев А.Н.* Введение в теорию колебаний. – М.: Изд-во Наука, 1965.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 06.02.09.

УДК 677.11.014.022.35

**РЕЛАКСАЦИОННЫЙ ХАРАКТЕР ПРОЦЕССА ВЫТЯГИВАНИЯ
ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ В МОКРОМ ПРЯДЕНИИ ЛЬНА***Е.А. ПЕСТОВСКАЯ, А.Н. ИВАНОВ***(Костромской государственной технологической университет,
Научно-внедренческий центр "Блеск" (г. Кострома))**

В предыдущих статьях [1]...[3] нами теоретически и экспериментально была показана функциональная зависимость обрывности льняной ровницы от величины сдвига технических комплексов волокон, длины активной зоны вытягивания и времени вытягивания в зоне вытяжного прибора. Процесс перемещения технических комплексов волокон друг относительно друга осуществляется в результате необратимой деформации вязкого течения высокомолекулярных нецеллюлозных компонентов срединных пластинок (пектинов и лигнина), носящей вязкоупругий релаксационный характер. В данной статье с позиций представлений о релаксационном характере вязкоупругой деформации течения полимеров исследованы релаксационные свойства льняных волокон в процессе вытягивания и их влияние на характер кривых утонения льняной ровницы в вытяжном приборе прядильной машины.

Вязкоупругий характер деформаций полимеров определяется цепным строением макромолекул полимеров и наличием флуктуационной сетки межмолекулярных связей [4]. Особенностью вязкого течения полимеров является то, что их длинные гибкие цепные молекулы не могут перемещаться как единое целое, поэтому деформация вязкого течения осуществляется путем последовательного перемещения сегментов макромолекул. В процессе деформации под действием силы происходит

переход макромолекулы из одного равновесного состояния в другое, сопровождающийся перестройкой флуктуационной сетки, которая определяет внутреннюю вязкость полимерной системы. Вследствие этого деформация реальных полимеров в любом физическом состоянии имеет неравновесный характер. Переход системы из неравновесного состояния в равновесное под действием внутренних сил называется релаксацией. Если при этом состояние системы характеризуют по изменению деформации, то говорят о релаксации деформации; если по изменению напряжения – то о релаксации напряжения.

Скорость релаксационных процессов характеризуют временем релаксации τ , которое зависит от энергии межмолекулярных взаимодействий для линейных полимеров и концентрации поперечных химических связей для сетчатых полимеров. Однако протекание релаксационных процессов зависит от продолжительности действия силы. Поэтому реакция полимера на механическое воздействие определяется отношением между временем релаксации и временем деформации – τ/t . На рис. 1 показано влияние скорости деформации v на релаксацию напряжения (а) и деформации (б) сшитых полимеров: 1 – низкая скорость, $\tau/t \ll 1$; 2 – средняя скорость, $\tau/t \rightarrow 1$; 3 – высокая скорость, $\tau/t \gg 1$.

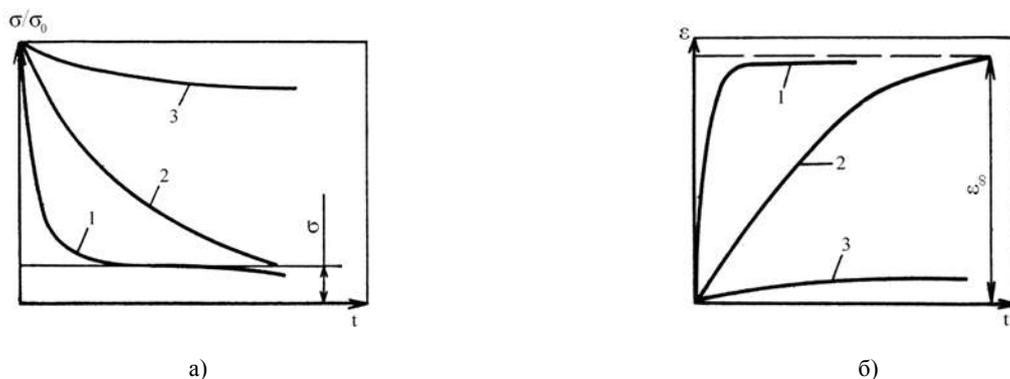


Рис. 1

Если $\tau/t \ll 1$, то система очень быстро релаксирует и приходит в равновесие. Это условие может быть реализовано или при очень малых значениях τ , или высоких значениях t . При $\tau/t \gg 1$ релаксация протекает очень медленно, что может быть следствием или высоких значений τ (система малоподвижна, например, в стеклообразном или кристаллическом состоянии), или высоких скоростей механического воздействия. При $\tau/t \rightarrow 1$ релаксационные процессы развиваются за какой-то определенный промежуток времени и оказывают наибольшее влияние на деформационные свойства материала. С позиций вышеизложенных представлений о релаксационном характере вязкоупругой деформации течения полимеров кривые утонения льняной ровницы в вытяжном приборе прядильной машины мокрого прядения представляют собой кривые релаксации деформации растяжения при действии растягивающих напряжений, возникающих из-за разной скорости вращения питающих и вытяжных пар цилиндров.

Рассмотрим влияние содержания нецеллюлозных компонентов в срединных пластинках технических комплексов льняных волокон на характер кривых утонения льняной ровницы линейной плотности 666 текс (№1,5) в вытяжном приборе прядильной машины ПМ-88-Л5 при выработке пряжи 46 текс (№21,7). Изменение содержания нецеллюлозных компонентов в срединных пластинках, не затрагивая клеточные стенки элементарных волокон, проводили с помощью сульфитной варки в щелочной среде. Результаты исследования процесса дробления технических комплек-

сов льняных волокон, структурной неровности и обрывности в прядении были приведены ранее [1]...[3].

Процесс вытягивания льняной ровницы с различным содержанием пектинов и лигнина в срединных пластинках волокон осуществлялся при постоянной вытяжке – 12,2 (предельная деформация растяжения, $\epsilon_{\text{вытяжки}}$) и постоянной скорости деформирования (скорость питающей пары $V_1=14,26$ мм/с, скорость выпускной пары $V_2=174,00$ мм/с). Время действия растягивающей силы $t_{\text{деф}}$, постоянно и равно $t_{\text{деф}}=L_{\text{разводки}}/V_1=140$ (мм)/14,26 (мм/с)=9,82 (с) (длина разводки цилиндров в вытяжном приборе $L_{\text{разв}}=140$ мм). В данных условиях вытягивания в исследуемых образцах льняной ровницы с различным содержанием пектинов и лигнина в срединных пластинках волокон изменяется время релаксации деформации вязкого течения технических комплексов волокон и возникающего в процессе деформации напряжения. Время релаксации деформации определяет длину активной зоны вытягивания в вытяжном приборе $L_{\text{акт.выт}}=\tau V_1$, откуда $\tau=L_{\text{акт.выт}}/V_1$. Длина активной зоны вытягивания для исследуемых образцов льняной ровницы была определена нами ранее [3] экспериментально по сдвигу технических комплексов волокон в пряже и параметрам средней линейной плотности $\bar{T}_{\text{компл}}$ и средней длины \bar{l} комплексов в пряже и ровнице по данным спектрального анализа КЛА-2. Отношение $L_{\text{разв}}/L_{\text{акт.выт}}$ позволяет определить важнейшую характеристику вытягиваемой льняной ровницы – $t_{\text{деф}}/\tau$. В таблице 1 приведены данные об изменении

содержания нецеллюлозных компонентов в срединных пластинках (пектинов и лигнина) волокон, длины активной зоны вытягивания, времени релаксации деформации τ , отношения $t_{\text{деф}}/\tau$ и обрывности в прядении в зависимости от продолжительности сульфитной варки ровницы.

ции τ , отношения $t_{\text{деф}}/\tau$ и обрывности в прядении в зависимости от продолжительности сульфитной варки ровницы.

Т а б л и ц а 1

Время варки, мин	0	10	30	60	90	120
Степень одревеснения срединных пластинок S, %	34	30	25	20	15	10
Пектины, %	2,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,01
$L_{\text{акт.выт}}$, мм	152,2	111,2	93,9	78,1	69,8	60,5
Время релаксации τ , с	10,67	7,79	6,58	5,48	4,89	4,25
Отношение $t_{\text{деф}}/\tau$	0,9198	1,2590	1,4910	1,7930	2,0060	2,3130
Обрывность, обр/100 вер.ч	250	80	60	40	20	2

Из данных табл. 1 видно, что через 10 мин варки пектиновые вещества удаляются из волокна практически полностью и далее релаксационные характеристики процесса вытягивания ровницы определяются изменением содержания лигнина в срединных пластинках волокон, которое оценивается по степени одревеснения. При отсутствии пектинов снижение степени одревеснения с 30 до 10% приводит к уменьшению времени релаксации с 7,79 до 4,25 с при времени действия растягивающей силы в вытяжном приборе, равном 9,82 с, при этом отношение $t_{\text{деф}}/\tau$ линейно возрастает с уменьшением степени одревеснения срединных пластинок волокон в указанном диапазоне. Кривые утонения льняной ровницы при степени одревеснения 30 и 10% (это кривые релаксации деформации вытягивания) приведены на рис. 2 (кривые релаксации деформации вытягивания льняной ровницы при степени одревеснения $S=10\%$ (1) и $S=30\%$ (2)).

дывается из мгновенной деформации ϵ_0 и замедленной деформации вязкого течения $\epsilon_{\text{вяз.теч}}$. Мгновенная деформация равна 1,65 и составляет 13,6% общей деформации вытягивания. Эта деформация не связана со сдвигом технических комплексов волокон и определяется, по-видимому, распрямлением волокон и обратимым растяжением полимерного вещества срединных пластинок (лигнина) в результате перемещения "свободных" сегментов, не входящих в состав узлов физической сетки вещества.

Деформация вязкого течения равна 10,55 и составляет 86,4% общей деформации вытягивания. Эта деформация связана с необратимым сдвигом технических комплексов волокон, имеет вязкоупругий релаксационный характер и определяет длину зоны активного вытягивания ровницы в вытяжном приборе. Кривые релаксации деформации вытягивания льняной ровницы имеют вид, характерный для растяжения сетчатых полимеров. Независимо от величины времени релаксации общая деформация за время действия силы (9,82 сек) достигает предельного значения, равного 12,2. Это обусловлено тем, что релаксационные свойства приведенных на рис. 2 образцов льняной ровницы определяются содержанием лигнина в срединных пластинках волокон, который имеет сетчатое строение [5] и ограничивает деформацию вязкого течения.

Релаксацию деформации растяжения полимерного материала обычно исследуют при постоянной нагрузке σ ; такой процесс в механике полимеров называют ползучестью. Ползучесть сетчатого полимера,

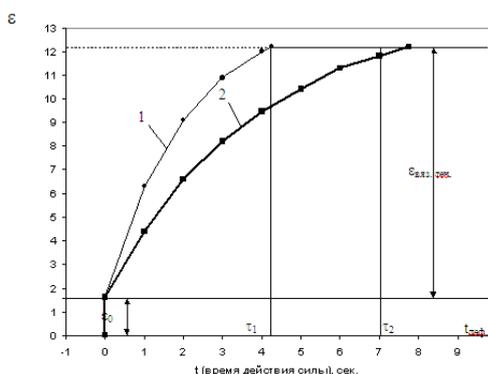


Рис. 2

Анализ этих кривых показывает, что общая деформация вытягивания $\epsilon_{\text{выт}}$, скла-

обусловленная релаксацией вязкоупругой деформации, хорошо описывается механической моделью Кельвина-Фойхта [6], где упругая и необратимая вязкая деформации развиваются одновременно. Согласно этой модели кривые ползучести сетчатого полимера подчиняются уравнению

$$\varepsilon_t = \varepsilon_\infty (1 - e^{-t/\tau}), \quad (1)$$

где ε_t – деформация растяжения при времени t ; ε_∞ – предельное значение; t – время действия силы; τ – время релаксации.

Кривые ползучести сетчатого полимера приведены ранее на рис. 1. Следует отметить, что в процессе вытягивания льняной ровницы ее поперечное сечение уменьшается по закону релаксации деформации (1), следовательно, по этому же закону увеличивается напряжение в процессе вытягивания, что приводит к увеличению скорости релаксации деформации, так как $\varepsilon_t = \sigma_t/E$, где E – модуль деформации. Таким образом, кривые релаксации деформации вытягивания льняной ровницы в вытяжном приборе должны описываться уравнением

$$\varepsilon_t = \varepsilon_0 + \varepsilon_{\text{выт}} (1 - e^{-2t/\tau}). \quad (2)$$

Для исследуемой ровницы уравнение (2) имеет следующий вид:

$$\varepsilon_t = 1,65 + 12,2(1 - e^{-2t/\tau}). \quad (3)$$

По уравнению (3) были рассчитаны приведенные на рис. 2 кривые релаксации деформации льняной ровницы со степенью одревеснения волокон 10 и 30%. Подставляя в уравнение (3) значения времени релаксации 4,25 и 7,79 с, определенные по сдвигу технических комплексов волокон в пряже с помощью КЛА-2, были получены кривые релаксации деформации вытягивания, в которых длина активного вытягивания полностью совпадает со значениями, определенными по сдвигу комплексов волокон в пряже. При использовании уравнения Кельвина-Фойхта расчетная длина активного вытягивания увеличивается в 2 раза.

В технологии прядения определяют кривые утонения ровницы по уменьшению линейной плотности вытягиваемого продукта (мычки) – T (текс). Так как $\varepsilon_{\text{выт}} = T_{\text{ровн}}/T_{\text{пряжи}}$, а $\varepsilon_t = T_{\text{мычки}}/T_{\text{пряжи}}$, то:

$$T_{\text{мычки (ровн)}} = \varepsilon_0 T_{\text{пряжи}} + \varepsilon_{\text{выт}} T_{\text{пряжи}} (1 - e^{-2t/\tau}). \quad (4)$$

Результаты расчета кривых релаксации деформации льняной ровницы при степени одревеснения волокон 10 и 30% приведены в табл. 2 (степень одревеснения волокна $S=10\%$, время релаксации $\tau=4,25$ с; $t_{\text{деф}}=9,92$ с) и табл. 3 (степень одревеснения волокна $S=30\%$, $\tau=7,79$ с; $t_{\text{деф}}=9,82$ с).

Т а б л и ц а 2

t, с	L _{зоны вытягивания} , мм	2t/τ	ε _t	T _{мычки (ровн)} , текс*
0	0	0	1,65	74,4
1	14,25	0,4705	6,23	280,9
2	28,5	0,9411	9,09	409,9
3	42,8	1,4117	10,88	490,5
4	57,0	1,8823	11,99	540,8
4,25	60,6 (L _{акт.выт.})	2,0000	12,20	550,2

П р и м е ч а н и е. *При продолжительности сульфитной варки 120 мин потеря массы составляет 17,5%, поэтому $T_{\text{пряжи}}=45,1$ текс; $T_{\text{ровницы}}=550$ текс.

Т а б л и ц а 3

t, с	L _{зоны вытягивания} , мм	2t/τ	ε _t	T _{мычки (ровн)} , текс*
0	0	0	1,65	85,63
1	14,25	0,2567	4,41	228,8
2	28,5	0,5135	6,55	339,9
3	42,8	0,7702	8,20	425,6
4	57,02	1,0269	9,48	492,0
5	71,3	1,2837	10,47	543,4
6	85,5	1,5404	11,23	582,8
7	99,8	1,7972	11,83	613,9
7,79	111,2	2,0000	12,20	633,1

П р и м е ч а н и е. *При продолжительности сульфитной варки 10 мин потеря массы составляет 5,0%, поэтому $T_{\text{пряжи}}=51,9$ текс; $T_{\text{ровницы}}=633$ текс.

При отсутствии химической варки при содержании пектиновых веществ 2,2% и степени одревеснения срединных пластинок 34% в суровой льняной ровнице время релаксации деформации вытягивания льняной ровницы в мокром прядении становится больше времени действия силы $t_{\text{деф}}/\tau=0,9198$. Это приводит к резкому увеличению обрывности в прядении. При удалении пектиновых веществ время релаксации становится меньше времени действия силы и $t_{\text{деф}}/\tau=1,259$. При этом обрывность резко снижается со 250 до 80 обр. на 100 вер.ч. Таким образом, обязательным условием мокрого прядения льна является $t_{\text{деф}}/\tau>1$.

ВЫВОДЫ

1. С позиций представлений о релаксационном характере вязкоупругой деформации течения полимеров кривые утонения льняной ровницы в вытяжном приборе прядильной машины мокрого прядения представляют собой кривые релаксации деформации растяжения при действии растягивающих напряжений, возникающих вследствие разной скорости вращения питающих и вытяжных пар цилиндров.

2. В результате проведенных исследований процесса вытягивания льняной ровницы в мокром прядении льна и характера дробления технических комплексов волокон (определение толщины, длины и сдвига комплексов в пряже) были определены релаксационные характеристики данного процесса: время релаксации деформации вытягивания и отношение времени дейст-

вия растягивающей нагрузки ко времени релаксации $t_{\text{деф}}/\tau$, которые определяют характер кривых утонения и обрывность в прядении льна. Обязательным условием мокрого прядения льна является $t_{\text{деф}}/\tau>1$. Отношение $t_{\text{деф}}/\tau$ линейно возрастает с уменьшением степени одревеснения срединных пластинок волокон.

3. На основе модели Кельвина-Фойхта для вязкоупругой деформации сетчатых полимеров предложено уравнение релаксации деформации вытягивания мокрой льняной ровницы, которое адекватно описывает кривые утонения ровницы в вытяжном приборе прядильной машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №5. С.45...49.
2. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №1. С.44...48.
3. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №2. С.24...27.
4. Кулезнев В.Н., Шершнев В.А. Химия и физика полимеров: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988.
5. Иванов А.Н. Физико-химические основы технологии приготовления льнотресты: Дис...докт. техн. наук. – Кострома, КТИ, 1989.
6. Казале А., Портер Р. Реакции полимеров под действием напряжений. – Л.: Химия, 1983.

Рекомендована кафедрой прядения натуральных и химических волокон КГТУ. Поступила 02.02.09.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО СОСТОЯНИЯ ВОЗДУХА СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ПРЯДИЛЬНЫХ ЦЕХОВ ДЛЯ ШИРОКОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ДИАПАЗОНА*

А.В. КОВАЛЕВСКИЙ, И.Ф. МОЛОДКИН, Г.Н. ГОРЬКОВ, А.Г. ГОРЬКОВА, С.Л. ХАЛЕЗОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Известно, что предприятия текстильной промышленности относятся к группе энергоемких производств. Расходы на топливо и электроэнергию составляют около 20% всех расходов, что делает проблему энергосбережения одной из основных. Затраты на энергоресурсы и воду в целом по текстильной промышленности в 2009 г. по сравнению с 1998 г. увеличились на 60%.

Прядильные цеха – это энергоемкие и теплоуплотненные (до 150 кДж/ч·м³ и выше) обширные помещения текстильных предприятий. В недалеком прошлом прядильный цех с сотней прядильных машин типа БД-200 считался нормой. Но БД-200 – это 3600 м³/ч отработанного воздуха от одной машины, который нужно было заменять кондиционным воздухом, только на перемещение которого в сети по трубопроводам вентиляции требовалось 3600 м³/ч·100 п.м.·0,02 руб./м³ = 7200 руб. в ч в ценах до 1993 г. Очевидно, что в настоящее время прядильные производства в том виде, в котором они существовали до 1993 г., стали убыточными. Нужны прядильные цеха - автоматы без или с малым количеством работающего персонала. Необходимы технологические условия для устойчивого процесса прядения с минимальным уровнем обрывности пряжи. Так, если установлено, что наименьшая обрывность пряжи в прядении имеет место при температуре +24°C и относительной влажности 88%, – то именно эти технологические условия безобрывного прядения необходимо соблюдать. Но санитарные нормы [1] допускают относительную влаж-

ность в прядильных цехах не более 75% – для сохранения чувства комфортности обслуживающего персонала.

Целью данной работы является обоснованный выбор формул для расчета параметров тепловлажностного состояния воздуха систем кондиционирования прядильных цехов в широком температурном интервале: от -30°C до +100°C, то есть близко к параметрам Б холодного периода средней полосы Российской Федерации [2].

В работе А.В.Нестеренко [3] имеется замечание, что в интервале температур от 0°C до +100°C наиболее точное совпадение с табличными данными парциальных давлений водяного пара в насыщенном состоянии в зависимости от температуры определяется по формуле, которая имеет базовый вид (мм рт.ст.):

$$\ln p = 156 + \frac{8,12t}{236 + t} \quad (1)$$

В [4] для определения парциальных давлений водяного пара в насыщенном состоянии в зависимости от температуры приведены формулы для трех температурных диапазонов (в системе СИ, Па): при 20°C ≤ t ≤ 45°C:

$$p = 1765,88 + (2,55t - 27,09)^2, \quad (2)$$

$$t = \frac{(p - 1765,88)^{0,5} + 27,09}{2,55}, \quad (3)$$

*Работа выполнена при поддержке гранта ИГТА для молодых исследователей.

при $0^{\circ}\text{C} \leq t \leq 20^{\circ}\text{C}$:

$$p = 406,7 + (14,5 + 1,45t)^2, \quad (4)$$

$$t = \frac{(p - 406,7)^{0,5} - 14,5}{1,45}, \quad (5)$$

при $-10^{\circ}\text{C} \leq t \leq 0^{\circ}\text{C}$:

$$p = 192 + (20,46 + 1,2t)^2, \quad (6)$$

$$t = \frac{(p - 192)^{0,5} - 20,46}{1,2}. \quad (7)$$

Однако для практических расчетов рекомендованный диапазон температур по формулам (1)...(7) недостаточен. Поэтому посчитали целесообразным проверить расчеты по формулам (1)...(7) в более широком температурном диапазоне, а именно в интервале температур от -30°C до $+100^{\circ}\text{C}$.

Расчет и вычисление погрешности путем сравнения с табличными данными был проведен через каждые 5°C указанного выше температурного интервала по формулам (1)...(7).

С учетом расчетного минимума среднестатистической относительной погрешности, составившей менее 5% , выбрана формула (1), которая в системе СИ (МПа) имеет вид:

при $-30^{\circ}\text{C} \leq t \leq +100^{\circ}\text{C}$:

$$p = e^{\frac{-3,49501 \cdot 10^8 + 1,95313 \cdot 10^{6t}}{4,7179 \cdot 10^7 + 1,99911 \cdot 10^{5t}}}, \quad (8)$$

$$t = \frac{-3,49501 \cdot 10^8 - 4,7179 \cdot 10^{7 \ln p}}{-1,95313 \cdot 10^6 + 1,99911 \cdot 10^{5 \ln p}}. \quad (9)$$

На основании анализа формул (1)...(9) считаем более обоснованным вести расчет параметров оптимального микроклимата технологической и рабочей зон прядильных отделов текстильных предприятий, используя систему из четырех уравнений с семью переменными [b, f, t, p, d, v, i] :

$$\begin{cases} e^{\frac{-3,49501 \cdot 10^8 + 1,95313 \cdot 10^{6t}}{4,7179 \cdot 10^7 + 1,99911 \cdot 10^{5t}}} - p = 0, \\ \frac{bd}{d + 623} - v = 0, \\ \frac{v}{p} - f = 0, \\ 1,005t + (2,5 + 1,807 \cdot 10^{-3t})d - i = 0. \end{cases} \quad (10)$$

Система (10) содержит уравнение (8) для диапазона температур от -30°C до $+100^{\circ}\text{C}$. В системе (10): t – температура влажного воздуха, $^{\circ}\text{C}$; p – парциальное давление водяного пара в насыщенном состоянии при той же температуре, МПа; b – барометрическое давление, МПа; d – влагосодержание влажного воздуха, г/кг сухого воздуха; v – парциальное давление водяного пара в ненасыщенном (действительном) состоянии влажного воздуха при той же температуре, МПа; f – относительная влажность воздуха, в долях единицы; i – энтальпия влажного воздуха, кДж/кг сухого воздуха.

Система уравнений (10) решается, если известно барометрическое давление (b) и любые два из указанных выше в квадратных скобках параметра влажного воздуха.

При расчете рекомендуем использовать вспомогательный аппарат любой из универсальных компьютерных систем (MathCAD, MathLAB, Maple и др.).

Таким образом, предложен математический аппарат (система уравнений (10)) для практических расчетов параметров оптимального микроклимата технологической и рабочей зон прядильных отделов текстильных предприятий в широком температурном диапазоне (от -30°C до $+100^{\circ}\text{C}$) с учетом расчетного минимума среднестатистической относительной погрешности, которая составила менее 5%. Причем, используя систему уравнений (10), можно определять контрольные параметры воздушной среды кондиционного воздуха для поддержания равновесной влажности волокна ленты-полуфабриката внутри тазиков (t2, d2, i2), параметры притока (t1, d1, i1), а также параметры технологической зоны прядения (t3, d3, i3), ко-

торые уточняются решением системы уравнений:

$$\begin{aligned} i_3 - i_1 - n(i_2 - i_3) &= 0, \\ d_3 - d_1 - n(d_2 - d_3) &= 0, \\ d_1(2,5 + 0,0018068t_1) + 1,005t_1 - i_1 &= 0, \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} d_2(2,5 + 0,0018068t_2) + 1,005t_2 - i_2 &= 0, \\ d_3(2,5 + 0,0018068t_3) + 1,005t_3 - i_3 &= 0. \end{aligned}$$

В системе (11): t_1, t_2, t_3 – температура влажного воздуха, °С, соответственно притока, кондиционного и после смешения; d_1, d_2, d_3 – влагосодержание влажного воздуха, г/кг сухого воздуха, соответственно притока, кондиционного и после смешения; i_1, i_2, i_3 – энтальпия влажного воздуха, кДж/кг сухого воздуха соответственно притока, кондиционного и после смешения; n – отношение ($G_2/G_1 = n$), показывающее, какое количество кондиционного воздуха (G_2), проходящего через волокно в тазаках в технологическую зону, приходится на 1кг воздуха притока (G_1) (рис.1 – схема оснащения прядильной машины типа БД-200 системой кондиционного воздуха и притока).

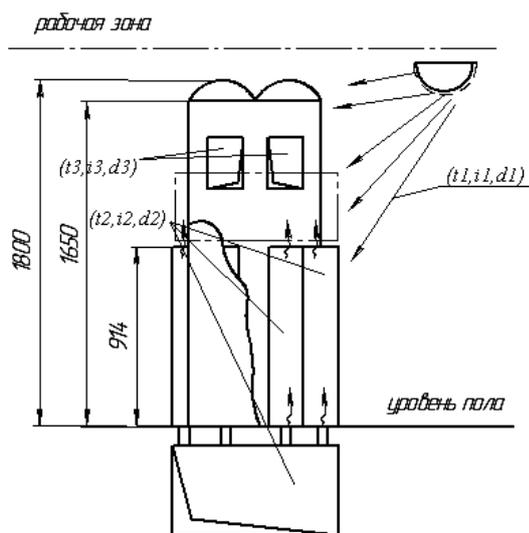


Рис. 1

Как видно из рис. 2 (процесс смешения (3) кондиционного воздуха (2) с воздухом притока (1) в i, d -диаграмме), приточный воздух (1) поступает непосредственно в рабочую зону. Процесс смешения конди-

ционного воздуха (2) и притока (1) происходит в технологической зоне процесса прядения (3).

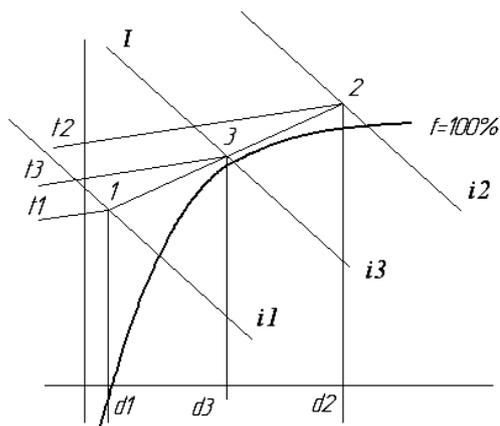


Рис. 2

Пример расчета.

Установлено, например, что наименьшая обрывность нитей при прядении волокон данной сортировки соответствует параметрам $t_3 = 24^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $f_3 = 88\%$, а параметры воздушной среды зрельника для волокна данной сортировки $t_2 = 32^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $f_2 = 95\%$. Решая систему (10) при известных (b, f, t), получаем: $(i_2, i_3, d_2, d_3) \Rightarrow (69,3614, 65,9399, 28,813, 16,4427)$. Затем, решая систему (11) при известных (i_2, i_3, t_2, t_3, n), получаем $(i_1, d_1, t_1) \Rightarrow (26,0058, 4,06641, 15,65)$.

ВЫВОДЫ

Предложен математический аппарат (система уравнений (10)) для практических расчетов параметров оптимального микроклимата технологической и рабочей зон прядильных отделов текстильных предприятий в широком температурном диапазоне с учетом расчетного минимума среднестатистической относительной погрешности, которая составила менее 5% и позволит более эффективно решать вопросы, связанные с увлажнением и замасливанием сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СН 245. – М.: Стройиздат, 1972.
2. Строительные нормы и правила. СН и П П-33 – 75. – М.: Стройиздат, 1976.
3. *Нестеренко А.В.* Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: Высшая школа, 1971.

4. Справочник проектировщика. Отопление, водоснабжение, канализация. – Ч. I. – М.: Стройиздат, 1964.

Рекомендована кафедрой маркетинга. Поступила 23.01.09.

УДК 677.052.71

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ ТИПОВ КОЛЕЦ И БЕГУНКОВ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ПРЯЖИ РАЗЛИЧНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ НА КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ

А.А. СТОЛЯРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Примененная нами методика экспериментального исследования технологических операций формирования и наматывания пряжи на кольцевых прядильных машинах [1]...[3] позволяет определить наиболее оптимальные параметры работы оборудования, а также выбрать наиболее приемлемое сочетание типов колец и бегунков при выработке пряжи заданного ассортимента и качества. Это было доказано в ходе экспериментальных исследований, проводимых в лаборатории кафедры прядения Ивановской государственной текстильной академии при выработке хлопчатобумажной пряжи различной линейной плотности на кольцевой прядильной машине П-76-5М.

На основании проведенных исследований проанализируем, как влияет сочетание различных типов колец и бегунков на технологический процесс формирования и наматывания пряжи на паковку. С этой целью рассмотрим процесс формирования и намотки хлопчатобумажной пряжи линей-

ной плотности 25 текс на кольцевой прядильной машине со следующими сочетаниями типов колец и бегунков:

- кольцо КРГ-2 – бегунок Э-ЭМ/д;
- кольцо КРГ-2 – бегунок 1-5-С;
- кольцо КРГ-3 – бегунок Э-ЭМ/д;
- кольцо КРГ-3 – бегунок 1-5-С;

Кольцо КРГ – это кольца рациональной геометрии. Кольца КРГ-3 отличаются от колец КРГ-2 увеличенным углом внутренней поверхности верхнего фланца кольца, что обеспечивает большую площадь контакта с бегунком и меньший его износ. В сочетании с этими кольцами применены бегунки: эллиптический малой дужки – Э-ЭМ/д и С-образный, высокоскоростной 1-5-С.

Средние значения натяжения нити в точке наматывания, полученные в результате измерения во время эксперимента, представлены в табл. 1 и 2, по которым построены зависимости величины натяжения нити в точке наматывания от радиуса намотки: $T_n = f(r_n)$.

Радиус намотки R, м	Среднее значение натяжения нити в точке наматывания T_n , Н			
	Сочетание типов колец и бегунков			
	кольцо КРГ-2 – бегунок Э-ЭМ/д	кольцо КРГ-2 – бегунок 1-5-С	кольцо КРГ-3 – бегунок Э-ЭМ/д	кольцо КРГ-3 – бегунок 1-5-С
0,009	0,268	0,303	0,290	0,315
0,0093	0,265	0,296	0,282	0,300
0,0096	0,262	0,283	0,275	0,296
0,0099	0,256	0,271	0,270	0,290
0,0102	0,251	0,264	0,265	0,285
0,0108	0,247	0,256	0,259	0,275
0,012	0,243	0,250	0,254	0,274
0,0123	0,240	0,247	0,249	0,272
0,0129	0,237	0,243	0,244	0,269
0,0132	0,234	0,239	0,240	0,267
0,0135	0,232	0,236	0,238	0,265
0,0138	0,231	0,233	0,236	0,264
0,0141	0,230	0,230	0,234	0,263
0,0144	0,230	0,228	0,233	0,262
0,0147	0,230	0,227	0,232	0,261
0,015	0,230	0,225	0,231	0,260
0,0153	0,230	0,224	0,231	0,259
0,0159	0,230	0,233	0,231	0,258
0,0177	0,230	0,231	0,231	0,257
0,018	0,230	0,231	0,231	0,256

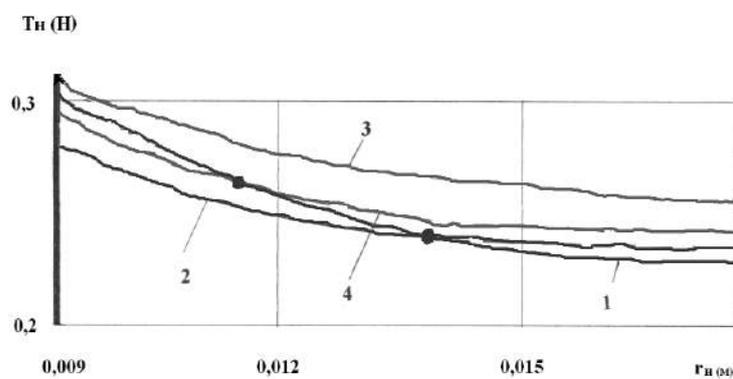


Рис. 1

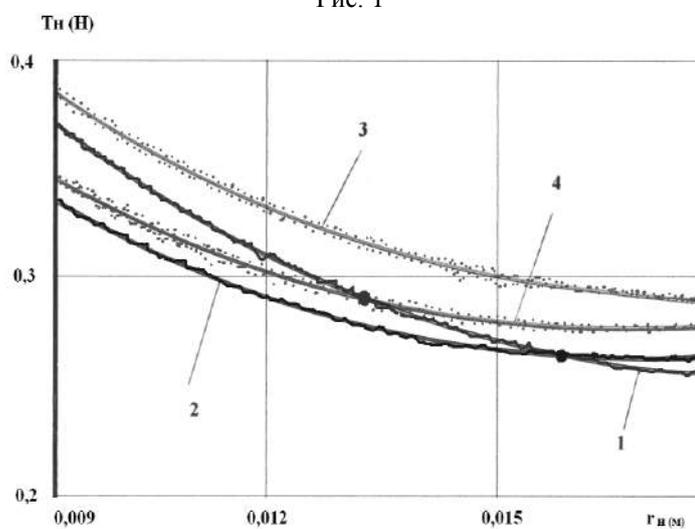


Рис. 2

На рис. 1 представлена зависимость $T_n=f(r_n)$ при частоте вращения веретен 10500 об/мин, на рис. 2 – $T_n = f(r_n)$ при частоте вращения веретен 12500 об/мин.

На рис. 1 и 2 кривые зависимости $T_n=f(r_n)$ обозначены следующим образом:

1 – сочетание: кольцо КРГ-2 – бегунок 1-5-С;

2 – сочетание: кольцо КРГ-2 – бегунок Э-ЭМ/д;

3 – сочетание: кольцо КРГ-3 – бегунок 1-5-С;

4 – сочетание: кольцо КРГ-3 – бегунок Э-ЭМ/д.

Т а б л и ц а 2

Радиус намотки $R, м$	Среднее значение натяжения нити в точке наматывания $T_n, Н$			
	Сочетание типов колец и бегунков			
	кольцо КРГ-2 – бегунок Э-ЭМ/д	кольцо КРГ-2 – бегунок 1-5-С	кольцо КРГ-3 – бегунок Э-ЭМ/д	кольцо КРГ-3 – бегунок 1-5-С
0,009	0,336	0,358	0,344	0,372
0,0093	0,321	0,350	0,339	0,365
0,0096	0,312	0,342	0,331	0,358
0,0099	0,307	0,335	0,324	0,350
0,0102	0,302	0,328	0,318	0,344
0,0108	0,286	0,319	0,310	0,338
0,012	0,281	0,312	0,304	0,334
0,0123	0,277	0,303	0,300	0,330
0,0129	0,273	0,291	0,292	0,327
0,0132	0,270	0,284	0,286	0,322
0,0135	0,268	0,280	0,280	0,318
0,0138	0,267	0,277	0,277	0,314
0,0141	0,265	0,275	0,275	0,310
0,0144	0,264	0,272	0,273	0,307
0,0147	0,263	0,270	0,272	0,303
0,015	0,262	0,268	0,272	0,300
0,0153	0,262	0,262	0,271	0,297
0,0159	0,261	0,261	0,270	0,294
0,0177	0,260	0,258	0,268	0,290
0,018	0,260	0,256	0,267	0,288

Анализ графиков зависимости $T_n=f(r_n)$ для различных сочетаний типов колец и бегунков показывает, что при использовании в крутильно-мотальном устройстве колец и бегунков в различных сочетаниях их типов, при условии равенства внутреннего диаметра колец и равенства масс бегунков, натяжение в точке наматывания, которое создается в процессе баллонирования, будет различаться. Так, например наибольшее натяжение в точке наматывания создается крутильно-мотальным устройством, в котором сочетаются кольцо типа КРГ-3 с бегунком 1-5-С. Причем при этом сочетании колец и бегунков наблюдается и максимальная разница натяжения

T_n в начале и в конце намотки: при $n=10500$ об/мин $\Delta T = T_{\max} - T_{\min} = 0,059$ Н; при $n = 12500$ об/мин $\Delta T = T_{\max} - T_{\min} = 0,084$ Н.

Для сочетания бегунка КРГ-3 с бегунком Э-ЭМ/д эта разница составляет: при $n = 10500$ об/мин $\Delta T = T_{\max} - T_{\min} = 0,059$ Н; при $n = 12500$ об/мин $\Delta T = T_{\max} - T_{\min} = 0,077$ Н.

Для сочетания бегунка КРГ-2 с бегунком 1-5-С: при $n = 10500$ об/мин $\Delta T = T_{\max} - T_{\min} = 0,072$ Н; при $n = 12500$ об/мин $\Delta T = T_{\max} - T_{\min} = 0,102$ Н.

Для сочетания бегунка КРГ-2 с бегунком Э-ЭМ/д: при $n = 10500$ об/мин $\Delta T = T_{\max} - T_{\min} = 0,038$ Н; при $n = 12500$ об/мин $\Delta T = T_{\max} - T_{\min} = 0,076$ Н.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика определения наиболее оптимального сочетания типов колец и бегунков при выработке пряжи на кольцевой прядильной машине.

2. Экспериментальные исследования технологического процесса получения пряжи линейной плотности 25 текс показали, что для уменьшения вероятности обрыва нити при частоте вращения веретен $n=10500\div 12500$ об/мин в крутильно-мотальном устройстве следует применять сочетание: кольцо КРГ-2 – бегунок Э-ЭМ/д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент на изобретение 2202662 Российская Федерация, МПК⁷ D 01 H 13/26. Веретено динамометрическое / Бархоткин Ю.К., Столяров А.А.; опубл. 20.04.2003, Бюл. № 11.

2. Бархоткин Ю.К., Столяров А.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №5. С.28...31.

3. Столяров А.А. О натяжении нити в точке наматывания при выработке пряжи на кольцевой прядильной машине. – Иваново.: ВИНТИ, 2006, №388.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 04.02.09.

УДК 677.024

**ВЛИЯНИЕ СИЛ ТРЕНИЯ ОСНОВЫ
ПО СКАЛУ НА ЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ
С СИСТЕМОЙ ЗАПРАВКИ ТКАЦКОГО СТАНКА**

О.А. САВВИН

(Костромской государственной технологической университет)

Движение скальной системы существенно влияет на натяжение и деформацию системы заправки ткацкого станка, что сказывается на натяжении нитей, а следовательно, на производительности станка и качестве вырабатываемой ткани. Силы трения основы по поверхности скала и в опорах скальной системы препятствуют движению и по существу являются демпферами сухого трения, которые влияют на движение системы скала и натяжение нитей основы. В данной статье ставится задача оценить влияние силы трения основы по поверхности скала на движение скальной системы и в первую очередь на натяжение ветвей основы, огибающих скало. В работе [1] рассмотрена система скала станка СТБ как нелинейная механическая система с двумя степенями свободы. Составлены дифференциальные уравнения ее движения с учетом важных факторов, которые ранее не учитывались. Описан метод для численного решения полученных дифференциальных уравнений и приведена его апробация. В данной работе дифференциальные уравнения движения системы

скала станка СТБ-175 были решены на ЭВМ при тех же значениях параметров, что и в работе [1], но при перемещении опушки ткани под действием батана на величину, равную 0,004м.

После решения дифференциальных уравнений движения системы скала с помощью ЭВМ были проведены исследования этого движения и натяжения основы при различных значениях радиуса трения в опоре скала r_{2f} , его рычага r_{1f} и коэффициента трения нитей основы по поверхности скала f . Угол охвата нитями основы скала α считался неизменным и равным $\pi/2$. Сила трения основы по скалу пропорциональна произведению $f\alpha$ и менять ее можно, варьируя f или α , или непосредственно их произведением. Графики изменения исследуемых величин от угла поворота главного вала станка приведены на рис. 1 и 2. На этих графиках показаны: угол поворота рычага скала φ_1 и скала φ_2 (на рисунках соответственно F_{i1} и F_{i2}), натяжение основы между навоем и скалом S_1 (показано только на рис.2) и натяжение основы за скалом S_2 .

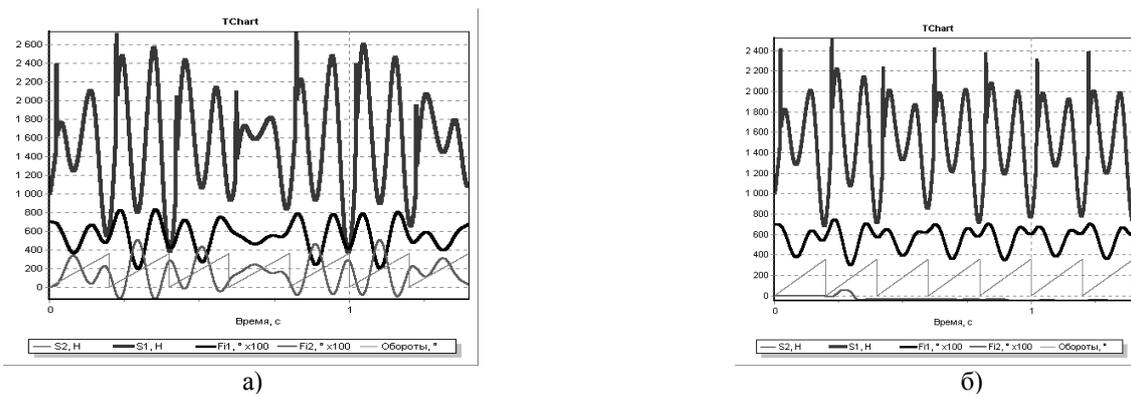


Рис. 1

Сначала был рассмотрен случай, когда трение в опорах скала и его рычага, а также нитей основы по скалу отсутствует (рис. 1-а: $f = 0$; $r_{1f} = r_{2f} = 0$).

Как и следовало ожидать, натяжения обеих ветвей одинаковы, а скало перемещается поступательно, то есть $\varphi_1 + \varphi_2 = \text{const}$. В этом случае имеют место биения рычага скала с периодичностью около трех оборотов главного вала. В том положении, где амплитуда биений наибольшая, движение рычага скала имеет колебательный характер с амплитудой, равной $6,2^\circ$. За один оборот главного вала станка (цикл) рычаг скала совершает два полных колебания. Деформация системы заправки за счет движения рычага скала превышает ее деформацию при зевобразовании. Натяжения обеих ветвей при выстое ремиз повторяют с некоторыми отклонениями закон движения рычага скала.

Далее был рассмотрен вариант, когда радиусы трения в опорах системы скала постоянны и равны их значениям, найденным опытным путем, а трение основы по скалу отсутствует (рис. 1-б: $f = 0$; $r_{1f} = 0,005$ м; $r_{2f} = 0,004$ м). Натяжения S_1 и S_2 остаются одинаковыми, но биения сглаживаются. Перемещается только рычаг скала. При этом к концу пятого цикла его движение стабилизируется. Скало остается практически неподвижным.

При отсутствии силы трения основы по скалу приборная пика натяжения S_2 имеет меньшее значение по сравнению со случаями, когда $f \neq 0$.

Рассмотрение случая, когда трение в опорах скальной системы отсутствует ($r_{1f} = r_{2f} = 0$), но имеется трение нитей по скалу ($f = 0,25$), показало, что натяжения ветвей становятся различными. Приборная пика у натяжения S_2 становится больше, чем у натяжения S_1 . За один оборот главного вала станка натяжение S_2 совершает

два полных колебания, примерно таких же, как на рис. 1-б. Натяжение S_1 совершает 4 колебания относительно натяжения S_2 . Скало и его рычаг вращаются в противоположных направлениях. Амплитуда колебаний скала приблизительно равна 12° , а его рычага – около $3,2^\circ$. Приблизительно после 7 циклов исследуемые процессы стабилизируются.

Далее рассмотрен ряд вариантов, когда радиусы трения в опорах скальной системы постоянны, но меняется коэффициент трения f (рис. 2: а) $f = 0,05$; $r_{1f} = 0,005$ м; $r_{2f} = 0,004$ м; б) $f = 0,15$; $r_{1f} = 0,005$ м; $r_{2f} = 0,004$ м; в) $f = 0,3$; $r_{1f} = 0,005$ м; $r_{2f} = 0,004$ м; г) $f = 0,5$; $r_{1f} = 0,005$ м; $r_{2f} = 0,004$ м).

При $f = 0,05$ (рис. 2-а) натяжения S_1 и S_2 меняются практически синхронно и почти одинаковы. Движение рычага скала мало отличается от случая, когда $f = 0$. Скало начинает вращаться и за один оборот главного вала совершает дополнительный поворот примерно на 2° по ходу движения основы.

При $f = 0,15$ (рис. 2-б) характер изменения натяжения S_2 сохраняется, но его второй после приборный максимум становится значительно меньше первого. Натяжение S_1 совершает 4 полных колебания за один цикл (оборот главного вала станка). Меняется характер движения скала и его рычага.

При увеличении f до 0,3 характер изменения исследуемых параметров не меняется. Увеличивается перепад между максимумами после приборного натяжения S_2 и высота приборной пики. Увеличивается амплитуда колебаний натяжения S_1 . Характер изменения угла φ_1 и его амплитуда практически не меняются. Увеличивается амплитуда изменения угла φ_2 от 9° при $f = 0,15$ до 12° при $f = 0,3$.

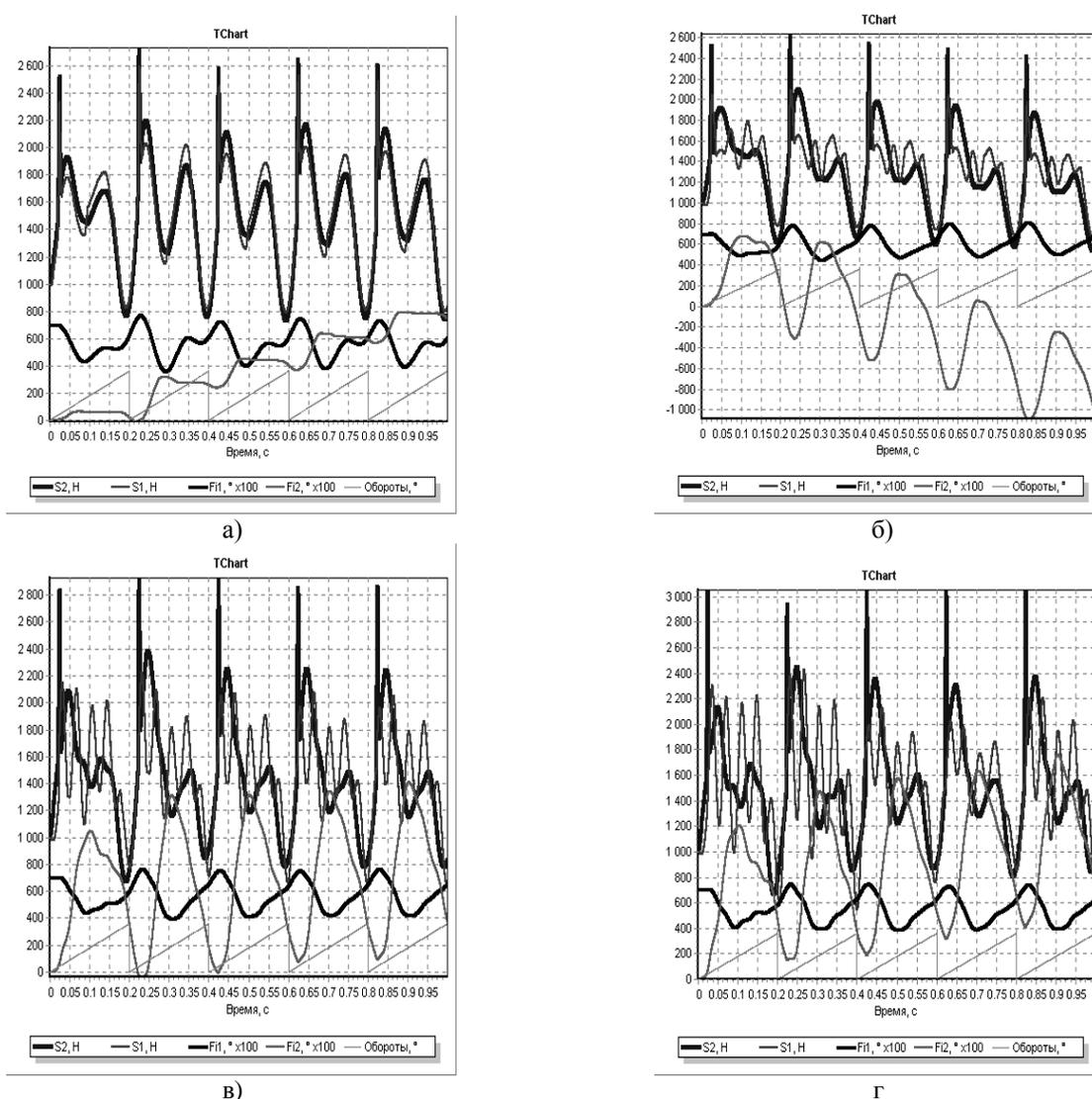


Рис. 2

Увеличение f от 0,3 до 1 на исследуемые характеристики почти не влияет. Наблюдается незначительное увеличение приборной пики и перепада послеприбойных максимумов натяжения S_1 .

Результаты машинного эксперимента показывают, что при изменении f от 0,1 до 0,28 скало вращается в направлении, противоположном движению основы от навоя к вальяну. При других значениях коэффициента трения скало вращается в противоположном направлении. Работникам текстильных предприятий известно, что скало на станках одной марки и при выработке одинаковой ткани может вращаться в разных направлениях.

Для проверки правильности теоретических выкладок на работающем ткацком станке в ткацкой лаборатории нашего уни-

верситета было экспериментально определено натяжение S_2 . Для определения натяжений использовалась подвижная скоба, сигналы от датчиков которой поступали на шлейфовый осциллограф и фиксировались на светочувствительной бумаге.

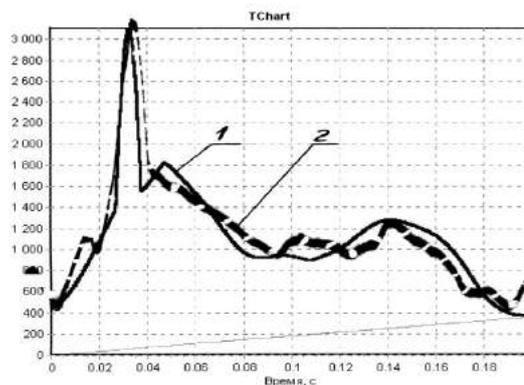


Рис. 3

Сравнение результатов теоретического и экспериментального исследований приведено на рис. 3. При построении теоретической кривой параметры системы заправки и параметры наладки ткацкого станка были изменены в соответствии с их значениями при проведении эксперимента. Кривая 1 построена по результатам теоретических исследований, а кривая 2 – по результатам эксперимента. Из рисунка видно, что эксперимент хорошо согласуется с теорией, что подтверждает адекватность разработанных нами моделей реальным объектам.

ВЫВОДЫ

1. Силы трения основы по поверхности скала и в опорах скальной системы способствуют устранению биений, стабилизации характера изменения натяжения основы и движения скала и его рычага. Указанные силы трения существенно влияют на движение скальной системы, что сказывается на натяжении основы и, следовательно, на формировании ткани.

2. При $f < 0,05$ натяжения S_1 и S_2 меняются идентично и отличаются менее чем на 10%. Размахи изменения углов φ_1 и φ_2 практически одинаковы. При $f > 0,15$ час-

тота колебаний натяжения S_1 становится больше частоты изменения S_2 в два раза. С увеличением коэффициента трения возрастает размах изменения натяжения S_1 . Амплитуда углов поворота скала превышает соответствующую амплитуду его рычага почти в 3 раза и незначительно (примерно на 10%) увеличивается с ростом f до 0,5. С ростом коэффициента трения приборная пика натяжения S_2 растет и прибор становится более жестким.

3. Подбирая различные материалы поверхности скала или меняя угол его охвата нитями основы, конструктор и технолог могут менять натяжение основы, то есть улучшать условия формирования ткани. В течение нескольких циклов скало может совершать поворот как по ходу движения основы, так и в противоположном направлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саввин О.А., Титов С.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №6.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 04.02.09.

УДК 677.054

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТКАНЕФОРМИРОВАНИЯ НА СТАНКЕ СТБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОВАРНОГО РЕГУЛЯТОРА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ВЫСТОЙ ТКАНИ ПОСЛЕ ЗАСТУПА РЕМИЗ

В. Ю. СЕЛИВЕРСТОВ, А. П. ГРЕЧУХИН

(Костромской государственной технологической университет)

Отвод ткани на станке с модернизированным товарным регулятором начинается в закрывающемся зеве [1], а после заступа ремиз продолжается в открывающемся зеве. Отвод ткани в открывающемся зеве происходит в течение 60° поворота главного вала станка и составляет половину задаваемой величины отвода (данные для момента заступа – 0° поворота главного вала станка), затем ткань подается в зону формирования (момент подачи составляет

$60...65^\circ$ поворота главного вала станка), после чего происходит выстой ткани, затем цикл работы повторяется.

Из работ [1], [2] известно, что натяжение ткани является технологически негативным фактором. Отвод ткани при увеличивающемся натяжении основных нитей приводит к тому, что ткань растягивается, то есть получает дополнительную деформацию. Для того, чтобы этого избежать, необходимо осуществлять отвод ткани

только в закрывающемся зеве. Такой отвод будет обеспечивать наличие меньшей длины ткани в заправке станка к моменту приобоя уточных нитей. Осуществить такой отвод ткани можно путем использования соответствующего профиля кулачка [1].

Для обеспечения такого отвода ткани необходимо, чтобы после заступа нитей основы ткань не только не отводилась, но и не подавалась в зону формирования, так как это приведет к ослаблению нитей основы.

Рабочую поверхность профиля кулачка для перемещения ткани, который сможет реализовать предложенный отвод ткани,

можно разделить на 4 фазы: 1-я фаза отвечает за отвод ткани из зоны формирования. 2-я фаза – фаза выстоя вальяна после предварительного отвода ткани. 3-я фаза отвечает за возврат ткани в зону формирования. 4-я фаза – фаза выстоя вальяна после полного цикла отвода ткани. В этот момент ткань неподвижна.

Цикловая диаграмма совместной работы зевобразовательного механизма (с моментом заступа 0°) и товарного регулятора с кулачком, обеспечивающим выстой ткани после заступа ремиз, представлена на рис. 1.

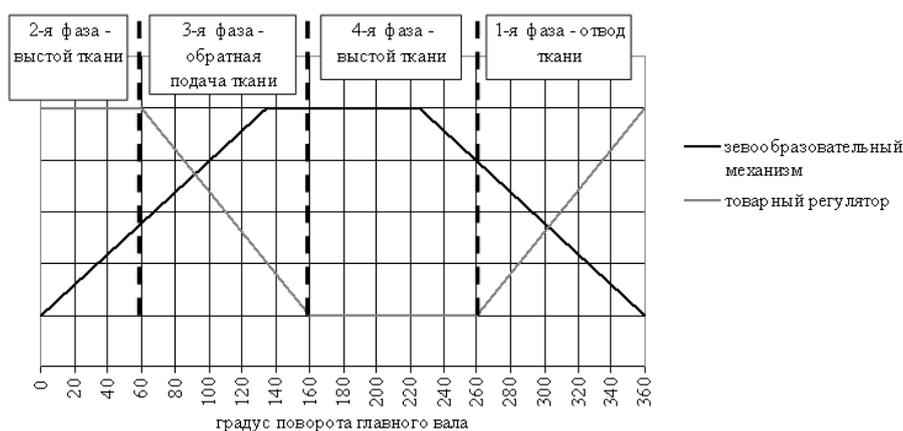


Рис. 1

Для проверки предположения о том, что отвод ткани в закрывающемся зеве приведет к снижению общего уровня натяжения основных нитей за цикл работы станка, был проведен эксперимент. Выработывалась ткань с параметрами заправки, представленными в [1] с использованием

предложенного профиля кулачка для перемещения ткани.

Тензограммы натяжения нитей основы в зависимости от градуса поворота главного вала по оси абсцисс и натяжения по оси ординат представлены на рис. 2 (элемент тензограммы натяжения нитей основы).

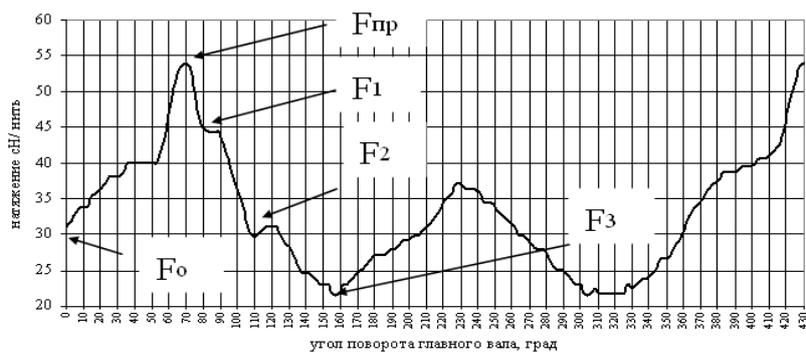


Рис. 2

Одними из важнейших характеристик процесса формирования ткани являются перепады натяжения нитей основы до и после прибоа уточной нити.

На тензограммах натяжения нитей основы до и после прибоа можно выделить 5 точек (рис. 2): F_0 , $F_{пр}$, F_1 , F_2 , F_3 – последние три являются минимумами в своих окрестностях.

В связи с этим можно выделить четыре характеристики:

1. $\Delta_{пр} = F_{пр} - F_0$;
2. $\Delta 1 = F_{пр} - F_1$,
3. $\Delta 2 = F_{пр} - F_2$,
4. $\Delta 3 = F_{пр} - F_3$.

Эти характеристики объясняют поведение опушки ткани непосредственно до

прибоа, а также после него. Чем меньше значения $\Delta_{пр}$, $\Delta 1$, $\Delta 2$, $\Delta 3$, тем меньше деформируются нити основы в результате осуществления операции прибоа уточной нити.

Сравнение полученных результатов с результатами, приведенными в [1], представлено в виде гистограммы на рис. 3. Значения представлены для серийного товарного регулятора, модернизированного (1) товарного регулятора с отводом ткани, описанным в начале данной статьи, модернизированного (2) товарного регулятора с новым профилем кулачка для перемещения ткани, который обеспечивает перемещение ткани согласно цикловой диаграмме, представленной на рис. 1.

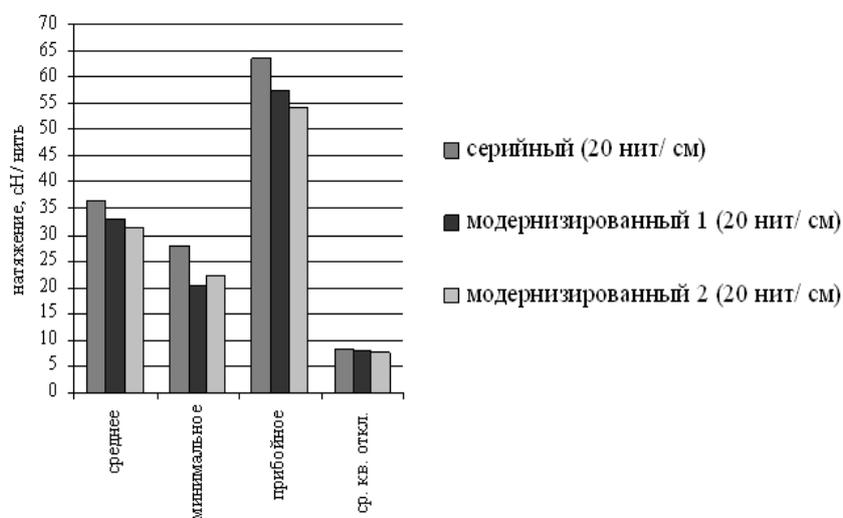


Рис. 3

Из рис. 3 видно, что с использованием профиля кулачка, обеспечивающего отвод ткани в закрывающемся зеве и выстой ее после заступа ремиз, наблюдаются наименьшие значения натяжения нитей основы при прибое, среднего натяжения, среднего квадратического отклонения.

По сравнению с серийным товарным регулятором натяжение при прибое ниже

на 14,9%, среднее натяжение – на 14,2 %, среднее квадратическое отклонение – на 7,2%.

Сравнение результатов по значениям $\Delta_{пр}$, $\Delta 1$, $\Delta 2$, $\Delta 3$ для серийного, модернизированного (1) товарных регуляторов, а также модернизированного товарного регулятора (2) с новым профилем кулачка для отвода ткани представлено на рис. 4.

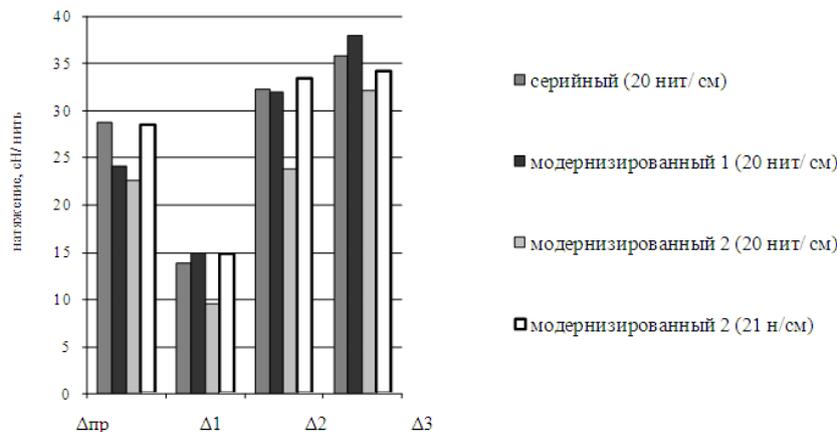


Рис. 4

Из рис. 4 видно, что перепады натяжения до и после прибора уточной нити значительно ниже при использовании кулачка, который обеспечивает отвод ткани в закрывающемся зеве (снижение натяжения от 10 до 31,2%). При выработке ткани с максимальной плотностью по утку (21 нит/см) на модернизированном товарном регуляторе с цикловой диаграммой отвода ткани, представленной на рис. 2, видно, что перепады натяжения соответствуют образцу ткани, выработанной на серийном товарном регуляторе с плотностью 20 нит/см.

ВЫВОДЫ

Использование способа отвода ткани в закрывающемся зеве, выстоем ее после заступа ремиз, обратной подачи в зону формирования позволяет снизить нагрузки на нити основы во время прибора утка, а также снизить перепады натяжения в цикле до и после прибора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П.// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 6С. С.98...101.
2. Быкадоров Р. В. и др.// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1989, № 3. С.42...45.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 29.01.09.

УДК 677.077.625.16

ТКАНЬ ИЗ ВЫСОКОМОДУЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ НИТЕЙ*

О.С. СТЕПАНОВ, Н.К. РОМАНЬЧЕВ, Л.В.МОТОРИН

(Ивановский государственный университет, НПО "Конверсипол",
Ивановская государственная текстильная академия)

Изучению строения ткани посвящено большое количество работ, но в них большинство исследователей рассматривают ткань как объект, где нити основы и утка имеют один и тот же диаметр и состоят из одного и того же волокнистого материала.

Однако многие технические ткани вырабатываются из нитей разного волокнистого состава, а диаметры нитей отличаются между собой. В научных публикациях практически нет описания подобного рода тканей.

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

Рассмотрим ткань, где в основе и утке используются высокомодульные комплексные базальтовые нити и стеклонити. Ткань выдерживает значительные нагрузки и может применяться для армирования пластмасс и защиты от теплового излуче-

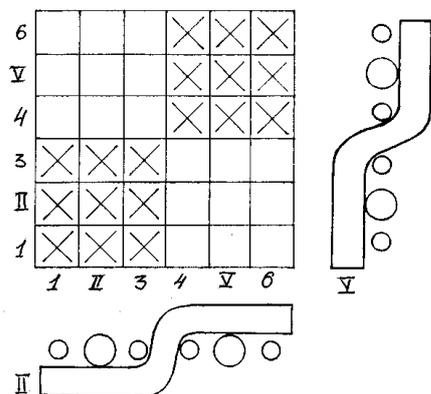


Рис. 1

На рис. 2 показана схема разреза ткани вдоль базальтовой основной нити. Приняты следующие обозначения: Q_y – сила давления уточной стеклонити на базальтовую нить основы; N_y – сила давления базальтовой уточной нити на базальтовую нить основы; F_0 – сила натяжения основной базальтовой нити; M_0 – изгибающий момент; x – текущая координата; x_i – координаты действия соответствующих сил; ℓ_y – расстояние между центрами уточных нитей (геометрическая плотность); L_y – длина раппорта переплетения по утку.

$$q(Q_y, N_y) = -Q_y \delta(x - x_1) + Q_y \delta(x - x_2) + N_y \delta(x - x_3) + Q_y \delta(x - x_4) - Q_y \delta(x - x_5), \quad (2)$$

где $\delta(x - x_i)$ – дельта-функция Дирака [2].

Для дальнейшего решения задачи воспользуемся принципом возможных перемещений. Следует вычислить интеграл [2]:

$$\int_0^L F(a_i, \varphi_i) \delta \varphi_j dz = 0, \quad (3)$$

где $F(a_i, \varphi_i)$ – уравнение силового равновесия нити в ткани; $\delta \varphi_j$ – возможные

перемещения. Она выработана переплетением рогожка 3/3. Расположение и переплетение нитей в ткани показано на рис. 1; арабскими цифрами обозначены стеклонити, римскими – базальтовые нити.

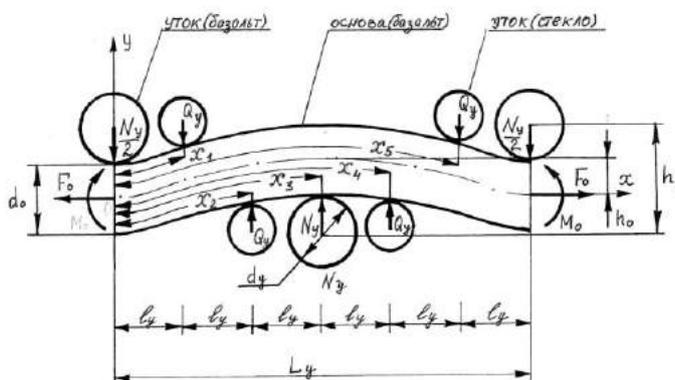


Рис. 2

Рассмотрим малые прогибы нити.

Для исследования строения ткани используем следующее дифференциальное уравнение в безразмерной форме [1]:

$$A_0 \frac{d^4 y}{dx^4} - F_0 \frac{d^2 y}{dx^2} = q(Q_y, N_y), \quad (1)$$

где A_0 – жесткость основной нити на изгиб; $q(Q_y, N_y)$ – функция внешней нагрузки.

Для функции внешней нагрузки имеем:

обобщенные перемещения точек осевой линии нити.

В нашем случае

$$F(a_i, \varphi_i) = A_0 \frac{d^4 y}{dx^4} - F_0 \frac{d^2 y}{dx^2} - q(Q_y, N_y) = 0. \quad (4)$$

Интеграл (3) можно вычислить только приближенно. Зададимся функцией прогибов [1]:

$$y = a(1 - \cos 2\pi x), \quad (5)$$

которая достаточно хорошо описывает форму осевой линии нити и удовлетворяет краевым условиям задачи ($y(0) = y(1) = 0$; $y'(0) = y'(1) = 0$). Здесь a – параметр, требующий определения.

Возможные обобщенные перемещения $\delta\varphi$ точек осевой линии нити ищем в виде функции, подобной (5):

$$\delta\varphi = 1 - \cos 2\pi x. \quad (6)$$

Подставляя выражения (2)...(6) в (3), после преобразований с учетом свойств дельта-функции получаем следующее выражение для параметра a :

$$a = \frac{Q_y^* + N_y^*}{\pi^2(4\pi^2 A_o^* + F_o^*)}. \quad (7)$$

Подставляем (7) в (5):

$$\begin{aligned} y^* &= a(1 - \cos 2\pi x) = \\ &= \frac{Q_y^* + N_y^*}{\pi^2(4\pi^2 A_o^* + F_o^*)} (1 - \cos 2\pi x). \end{aligned} \quad (8)$$

Наибольший прогиб нити будет в середине пролета при $x = 1/2$:

$$y_{\max}^* = \frac{2(Q_y^* + N_y^*)}{\pi^2(4\pi^2 A_o^* + F_o^*)}. \quad (9)$$

Формула (9) отражает величину прогиба нити в безразмерной форме. Для перехода к размерным величинам имеем [2]:

$$\begin{aligned} y_{\max}^* &= \frac{h_o^*}{L_y}, \quad Q_y^* = \frac{L_y^2 Q_y}{A_o}, \\ F_o^* &= \frac{L_y^2 F_o}{A_o}, \quad N_y^* = \frac{L_y^2 N_y}{A_o}, \quad A_o^* = 1, \end{aligned} \quad (10)$$

где h_o – максимальная величина прогиба нити (высота волны).

Учитывая (10), запишем:

$$h_o = \frac{2L_y^3(Q_y + N_y)}{\pi^2(4\pi^2 A_o + L_y^2 F_o)}. \quad (11)$$

Записывая аналогичное (1) уравнение для уточной базальтовой нити и решая его тем же приближенным способом, получим для уточной нити

$$h_y = \frac{2L_o^3(Q_o + N_o)}{\pi^2(4\pi^2 A_y + L_o^2 F_y)}, \quad (12)$$

где Q_o – сила давления основной стеклонити на уточную базальтовую нить; N_o – сила давления основной базальтовой нити на базальтовую нить утка; F_y – натяжение базальтовой уточной нити; A_y – жесткость на изгиб базальтовой уточной нити.

Учитывая, что в ткани, снятой со станка, натяжения нитей нулевые ($F_o = F_y = 0$), получаем следующую математическую модель для расчета показателей, характеризующих строение ткани:

$$\begin{aligned} h_o &= \frac{L_y^3(Q_y + N_y)}{2\pi^4 A_o}, \\ h_y &= \frac{L_o^3(Q_o + N_o)}{2\pi^4 A_y}, \\ Q_y + N_y &= Q_o + N_o, \\ h_o + h_y &= d_o + d_y. \end{aligned} \quad (13)$$

Так как $L_y = 100/P_y$ и $L_o = 100/P_o$, из системы (13) следует:

$$h_o = A_y P_o^3 k, \quad (14)$$

$$h_y = A_o P_y^3 k, \quad (15)$$

$$k = \frac{d_o + d_y}{A_y P_o^3 + A_o P_y^3}. \quad (16)$$

Нами рассчитаны высоты волн изгиба базальтовых нитей в ткани при следующих

данных: линейная плотность нитей основы и утка $T_o = T_y = 40$ текс; жесткость на изгиб нитей по основе и утку $A_o = A_y = 0,0153 \text{ Н} \cdot \text{мм}^2$; диаметр нитей основы и утка $d_o = d_y = 0,3$ мм; плотность ткани по основе и утку $P_o = P_y = 180$ нит./дм. Получены следующие показатели:

$$k = \frac{0,3 + 0,3}{0,0153 \cdot 1,8^3 + 0,0153 \cdot 1,8^3} = 3,362,$$

$$h_o = 0,0153 \cdot 1,8^3 \cdot 3,362 = 0,3 \text{ (мм)},$$

$$h_y = 0,0153 \cdot 1,8^3 \cdot 3,362 = 0,3 \text{ (мм)}.$$

ВЫВОДЫ

Получена математическая модель строения технической ткани, содержащей комплексные высокомолекулярные базальтовые нити и стеклонити. Определены высоты волн изгиба базальтовых нитей в ткани с учетом их жесткостных характеристик на изгиб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов Г.В., Степанов С.Г. Теория строения ткани. – Иваново: ИГТА, 2004.
2. Светлицкий В.А. Механика гибких стержней и нитей. – М.: Машиностроение, 1978.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 20.04.09.

УДК 677.027.523.5

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫВКИ
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ,
КОЛОРИРОВАННЫХ АКТИВНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ***О.И. ОДИНЦОВА, М.Н. КРОТОВА, Е.Ю. КУВАЕВА, Е.М. ТИТОВА***(Ивановский государственный химико-технологический университет)**

Заключительной стадией процесса колорирования текстильных материалов активными красителями является промывка окрашенных тканей, проводимая с целью удаления гидролизованного и не прореагировавшего активного красителя. С учетом выявленных ранее возможностей закрепления гидролизованной формы таких красителей с помощью системы каустамин – катапав [1] становится целесообразным рассмотрение вопроса, касающегося совершенствования технологии промывки колорированных материалов за счет использования катионных ТВВ.

Цель настоящего исследования заключалась в оптимизации состава закрепляющего композита и технологического режима промывки тканей на его основе.

В процессе проведения эксперимента были использованы образцы хлопчатобумажной ткани арт. 262, окрашенные активными красителями, которые промывали растворами катионных соединений (каустамин-15; катапав) по сокращенной и традиционной технологиям.

Критерием эффективности действия текстильных вспомогательных веществ служили степень десорбции красящего вещества в промывной раствор, степень связывания красителя на волокне и цве-

товые характеристики обработанных образцов. Последние определяли, измеряя коэффициенты отражения при соответствующей длине волны на спектрофотометре Color Graph (США).

Основным фактором, снижающим прочность окрасок текстильных материалов, колорированных активными красителями, является наличие их незафиксированной гидролизованной формы на волокне. В связи с этим в первую очередь было оценено влияние различных соотношений отобранных препаратов (катапава и каустамина) на эффективность взаимодействия их именно с гидролизованными активными красителями (табл. 1).

При закреплении гидролизованной формы активного бирюзового 2ЗТ на волокне количество связанного красящего вещества возрастает с увеличением концентрации композита в растворе с 95,7 до 99,9%. Аналогичная зависимость наблюдается при обработке текстильного материала, окрашенного гидролизованным активным желтым светопрочным 2КТ, однако в этом случае для получения положительного результата (Ф более 90%) требуется более высокая концентрация композиционного препарата, соответствующая 12...14 г/л.

Т а б л и ц а 1

Наименование активного красителя	Закрепляющая система	Концентрация, г/л	Светлота L, %	Насыщенность C, %	Количество связанного красителя Ф, %
Активный бирюзовый 23Т	Катапав	1	55,9	39,4	95,7
	Каустамин	2			
	Катапав	1	55,1	41,5	97,1
	Каустамин	6			
	Катапав	2	55,6	41,6	97,9
	Каустамин	5			
Катапав	2	53,4	42,7	99,3	
Каустамин	7				
Активный желтый светопрочный 2КТ	Катапав	2	53,3	43,5	99,9
	Каустамин	10			
	Катапав	2	53,2	42,5	99,9
	Каустамин	12			
	Катапав	1	52,1	60,3	59,7
	Каустамин	2			
Катапав	1	53,1	61,9	91,7	
Каустамин	6				
Катапав	2	51,9	59,4	89,7	
Каустамин	5				
Катапав	2	50,2	62,0	90,6	
Каустамин	7				
Катапав	2	49,1	63,3	93,5	
Каустамин	10				
Катапав	2	49,3	64,0	93,7	
Каустамин	12				

Оптимальное значение рассматриваемого показателя (Ф) для широкого ассортимента красящих веществ достигается

при использовании состава катапав – каустамин в соотношении 1:5 при общей концентрации 12 г/л (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Наименование активного красителя	Активная группа красителя	Степень связанного красителя Ф, %
Бирюзовый 23Т	Винилсульфоновая	99,9
Желтый 2КТ		93,5
Алый 4ЖТ		74,0
Ярко-красный 5СХ	Дихлортриазиновая	82,0
Оранжевый КХ		86,0
Зеленый 2Ж		99,9
Фиолетовый 4К	Монохлортриазиновая	84,2

В процессе оптимизации технологии промывки текстильных материалов, окрашенных активным ярко-красным 5СХ по непрерывному запарному способу, ткани подвергались обработке по различным вариантам, представленным в табл. 3.

Анализ данных табл. 3 показывает, что при проведении процесса промывки по варианту 1 (традиционный режим) с использованием СМС Белоснежка насыщенность окрасок образцов составляет 57,6%. Проч-

ностные показатели окрасок этих тканей к мокрому обработкам невысоки и находятся на уровне 3 баллов.

При замене в четвертой промывочной ванне моющего средства на закрепляющий состав (С=12 г/л) и проведении обработки по варианту 2 при температуре 80°С наблюдается повышение насыщенности окраски тканей при незначительном улучшении прочностных характеристиках образцов.

Т а б л и ц а 3

Вариант	Стадии промывки текстильного материала	Светлота L, %	Насыщенность C, %	Устойчивость окраски, балл, к	
				стирке № 1	поту
1	Холодная вода, 10...20 °С	46,8	57,6	4/3/3	4/3/3
	Теплая вода, 50...60°С				
	Горячая вода, 70...85°С				
	СМС Белоснежка, 1 г/л, 80 ...90°С				
	Горячая вода, 80°С				
2	Холодная вода, 10...20 °С	44,0	58,9	4/3/3	4/3-4/3-4
	Теплая вода, 50...60°С				
	Горячая вода, 70...85°С				
	Закрепитель, 12г/л, 80 °С				
3	Холодная вода, 10...20 °С	43,4	59,7	4/4/4	4/4/4
	Теплая вода, 50...60°С				
	Горячая вода, 70...85°С				
	Закрепитель, 12г/л, 25 °С				
4	Холодная вода, 10...20 °С	43,6	59,5	4/4/4	4/4/4
	Горячая вода, 70...85°С				
	Закрепитель, 12г/л, 25 °С				

Было изучено влияние температуры закрепляющей ванны на технические результаты процесса колорирования текстильных материалов (вариант 3). При этом наблюдалась эффективная фиксация гидролизованного красителя на волокне и повышение устойчивости окраски образцов к физико-химическим воздействиям в среднем на 1 балл по сравнению с традиционным вариантом промывки 1. Поэтому в дальнейшем температура закрепления была снижена с 80 до 25°С.

Сокращение числа промывных ванн до трех и проведение процесса промывки по варианту 4 практически не влияет на цветовые и прочностные характеристики ткани, окрашенной активным ярко-красным 5СХ по непрерывному запарному способу в сравнении с вариантом 3. Реализация технологического режима обработки, включающего промывку холодной, горячей водой и раствором катионного композита при температуре 25°С, позволяет сократить количество ванн, существенно экономить дорогостоящие активные красители и энергетические ресурсы. Также такой способ промывки способствует снижению концентрации красящих веществ в сточных водах отделочных производств.

В Ы В О Д Ы

1. Проведена оптимизация состава для промывки текстильных материалов, колорированных гидролизованными активными красителями различного химического строения. Максимальная степень связывания гидролизованных форм красящих веществ достигается при использовании состава катапов – каустамин в соотношении 1:5 при общей концентрации 12 г/л.

2. Осуществлена сравнительная оценка различных вариантов промывки тканей, окрашенных по непрерывному запарному способу. Рекомендована к использованию в текстильном производстве технологическая схема промывки, включающая обработку холодной, горячей водой и раствором катионного композита при температуре 25°С.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кротова М. Н., Одинцова О.И., Куваева Е.Ю., Мельников Б.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №6С. С.68...70.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 25.11.08.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ СОПУТСТВУЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА В ПРОЦЕССЕ БЕЛЕНИЯ

А.В. ШИБАШОВ, Ф.Ю. ТЕЛЕГИН

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

Одним из перспективных решений вопроса по совершенствованию технологий подготовки и беления текстильных материалов является использование ультразвуковых низкочастотных волн в этих процессах. Одна из задач, которую решает отбеливание тканей, – это достижение наиболее полного удаления сопутствующих и нанесенных примесей волокна при высокой сохранности целлюлозы.

Настоящая работа посвящена изучению влияния ультразвукового низкочастотного воздействия на нецеллюлозные примеси хлопчатобумажной ткани. Одним из факторов получения хлопчатобумажной ткани высокого качества и повышения эффективности процесса беления является эффективная очистка ее от нанесенных шлихтующих материалов. Для оценки эффективности влияния ультразвука на нанесенные примеси в качестве объекта исследования использовали суровую хлопчатобумажную ткань – бязь арт. 262. Опыты проводились на установке с частотой ультразвуковых колебаний 50 кГц и плотностью потока 0,1 Вт/см².

На рис.1 (влияние ультразвуковой обработки на степень удаления шлихты хлопчатобумажной ткани: 1 – вода – пероксид водорода – препарат АС – ультразвук; 2 – вода – ПАВ – ультразвук; 3 – вода – ультразвук) представлена кинетика удаления крахмальной шлихты с хлопчатобумажной ткани при ультразвуковой обработке в воде, в растворе поверхностно-активного вещества и в пероксидном растворе.

Из рис. 1 видно, что введение ПАВ увеличивает эффективность воздействия ультразвука на степень удаления шлихты с хлопчатобумажной ткани. Известно, что условие механического равновесия микро-

пузырька радиусом (r) в жидкости можно представить в виде:

$$p_0 + p_n = p_r + 2\sigma/r, \quad (1)$$

где p_0 – давление газа в пузырьке; p_n – давление насыщенного пара; p_r – гидростатическое давление.

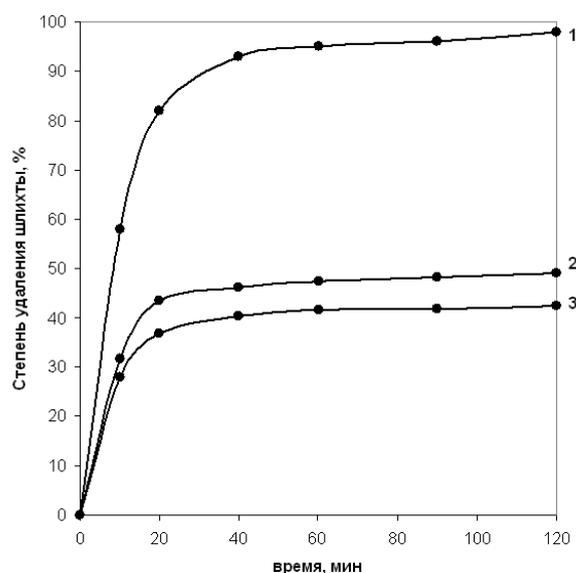


Рис. 1

Присутствие небольших количеств примесей поверхностно-активных веществ может заметно понижать величину поверхностного натяжения (σ) и слагаемое $2\sigma/r$ в формуле (1), что способствует повышению устойчивости микропузырьковых зародышей в жидкости [1]. В пероксидном растворе при воздействии ультразвука на хлопчатобумажной ткани степень удаления шлихты составляет 90 % за 30 мин беления.

Особую трудность при белении целлюлозосодержащих тканей по одностадийному способу представляет удаление остатков хлопковых коробочек, которые явля-

ются основными носителями труднорастворимых лигнинсодержащих примесей.

В связи с этим было исследовано влияние низкочастотных ультразвуковых волн на степень разрушения и удаления лигнинсодержащих примесей из хлопковой шелухи в процессе пероксидного беления. В качестве объекта исследования использовали хлопковую шелуху, которую помещали в пероксидные растворы различного состава и проводили беление в условиях термостатирования при 90°C и при ультразвуковой обработке с частотой 50 кГц в течение 30 мин. Для изучения степени и глубины разрушения лигнина в хлопковой шелухе использовали метод УФ-спектроскопии [2].

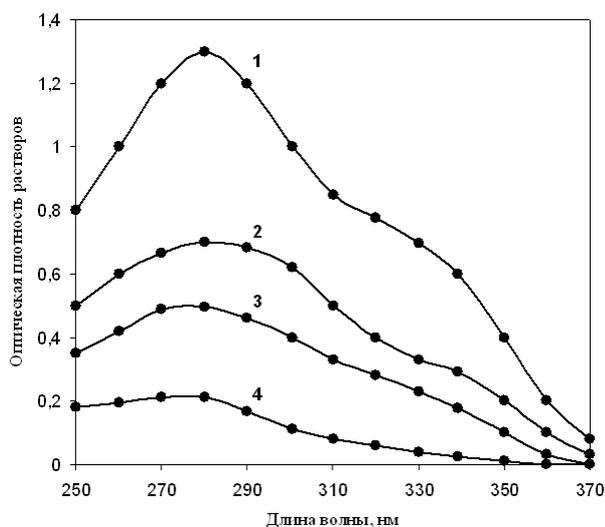


Рис. 2

На рис. 2 (1 – исходная хлопковая шелуха; 2 – хлопковая шелуха, обработанная: пероксид водорода – 10 г/л, едкий натр – 2,5 г/л, силикат натрия – 5 г/л, неонол – 1 г/л; термостатирование при $T=85...90^{\circ}\text{C}$; 3 – хлопковая шелуха, обработанная: пероксид водорода – 10 г/л, едкий натр – 2,5 г/л, препарат АС – 5г/л, термостатирование при $T=85...90^{\circ}\text{C}$; 4 – хлопковая шелуха, обработанная: пероксид водорода – 10 г/л, препарат АС – 10г/л, ультразвуковая обработка при $\nu = 50$ кГц) представлены УФ-спектры диоксановых экстрактов лигнина хлопковой шелухи, отбеленной в различных условиях. Полученные характеристические кривые позволяют сделать вы-

воды о структурных изменениях в лигнине хлопковой шелухи при пероксидном белении. УФ-спектр исходного лигнина хлопковой шелухи (кривая 1) имеет характерный максимум в области 280 нм и плато в области 320...340 нм. На спектрах лигнина хлопковой шелухи после пероксидного беления в условиях термостатирования (кривая 2,3) наблюдается снижение интенсивности поглощенного ультрафиолетового излучения по всей длине спектра, а при белении с использованием ультразвуковой обработки (кривая 4) происходит не только значительное снижение, но и полное исчезновение максимума на спектре.

Значительное повышение разрушения и удаления лигнина из хлопковой шелухи при воздействии на нее ультразвука можно объяснить тем, что при прохождении через жидкость звуковой волны большой интенсивности возникает акустическая кавитация. В интенсивной звуковой волне во время полупериодов разряжения возникают кавитационные пузырьки, которые резко схлопываются при переходе в область повышенного давления и в кавитационной области возникают мощные гидродинамические возмущения в виде микроударных волн и микропотоков. Кроме того, схлопывание пузырьков сопровождается локальным разогревом вещества. Такое воздействие приводит к разрушению и диспергированию твердых тел и аномально глубокому проникновению белящего раствора в капилляры хлопковой шелухи. Поэтому совместное действие ультразвука и пероксидного раствора приводит к деструкции разветвленной полимерной молекулы лигнина на более мелкие фрагменты, что способствует их последующему легкому удалению с поверхности материала акустическими течениями.

Наличие в суровой хлопчатобумажной ткани воскообразных и пектиновых веществ обуславливает ее гидрофобные свойства и удаление их в процессе пероксидного беления позволяет придать волокну способность поглощать и удерживать воду. Известно, что часть воскообразных веществ – это жирные органические кислоты, которые достаточно легко удаляют-

ся даже в процессе одностадийного беле-ния, другая часть – высокомолекулярные спирты и углеводороды, трудно удаляемые из волокна даже с применением высоко-эффективных эмульгаторов в составе белящего раствора. Использование ультра-звука в одностадийном белеении позволяет интенсифицировать процесс удаления вос-кообразных и пектиновых веществ.

В табл. 1 (влияние способа белеения на изменение содержания сопутствующих примесей хлопчатобумажной ткани) со-поставлены результаты влияния различ-ных способов белеения на изменение со-

держания воскообразных и пектиновых веществ в хлопковом волокне. Из пред-ставленных данных наглядно видно, что после одностадийного белеения с использо-ванием ультразвука содержание воскооб-разных и пектиновых веществ соответст-вует уровню содержания этих веществ в хлопковом волокне после двухстадийного способа белеения. Применение ультразвука позволяет повысить капиллярность хлоп-чатобумажной ткани в 1,5 раза в процессе одностадийного способа белеения при со-кращении времени обработки в 2 раза.

Т а б л и ц а 1

Способ белеения	Время белеения, мин	Содержание воскооб-разных веществ, %	Содержание пек-тиновых веществ, %	Капиллярность, мм
Суровая бязь	-	0,73	0,98	0,3
Двухстадийный	60/60	0,32	0,031	125
Одностадийный	60	0,59	0,061	85
Одностадийный с ульт-развуковой обработкой	30	0,37	0,035	116

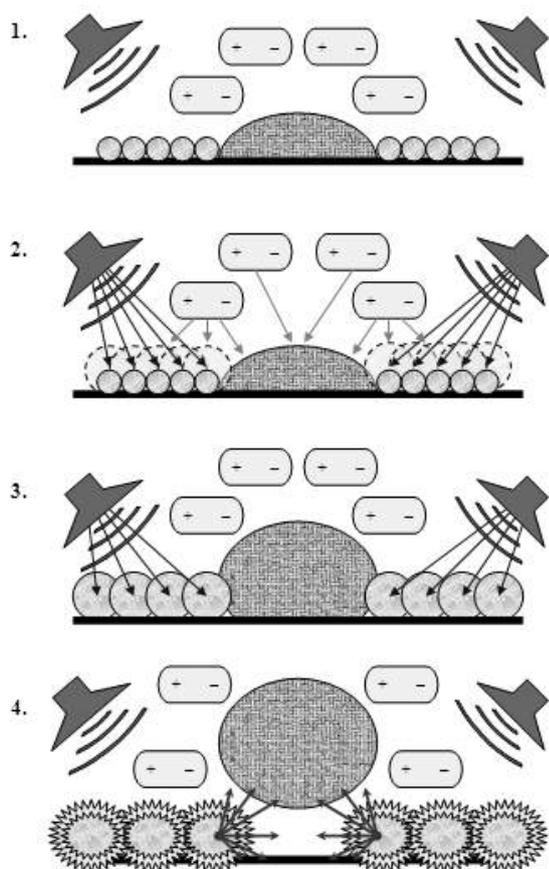


Рис. 3

На рис.3 представлена схема процесса удаления воскообразных веществ с по-верхности хлопкового волокна в процессе белеения с ультразвуком: 1-я стадия: при помещении суровой хлопчатобумажной ткани в озвучаемый ультразвуком беля-щий раствор на границе раздела фаз во-локно – жидкость образуются микропу-зырьковые зародыши; 2-я стадия: в резуль-тате прохождения через жидкость звуко-вой волны большой интенсивности возни-кает акустическая кавитация, которая при-водит к постепенному росту микропузыр-ков за счет диффузии растворенных газов внутрь кавитационной полости. Находя-щееся в растворе поверхностно-активное вещество во-первых, понижает поверхно-стное натяжение на границе волокно – белящая жидкость и образует устойчивые адсорбционные слои на поверхности раз-дела; во-вторых, изменяет характер дви-жения пузырьков, кроме кавитационных пузырьков, совершающих линейные пуль-сации, появляются "схлопывающиеся" ка-витационные пузырьки, которые, в свою очередь, теряя устойчивость, расщепляют-ся, тем самым увеличивают концентрацию

микропузырьков на 2...3 порядка; 3-я стадия: давление газа в пузырьке достигает максимальной величины, тонкие сольватационные слои адсорбированного поверхностно-активного вещества утолщаются между поверхностью стенки волокна и частицами загрязнений; 4-я стадия: при переходе в область повышенного давления пузырьки, достигнувшие максимального размера, резко схлопываются и в кавитационной области возникают мощные гидродинамические возмущения в виде микроударных волн и микропотоков. Тонкие сольватные слои по мере их утолщения оказывают все возрастающее расклинивающее давление. Совместное воздействие кавитационных и эмульгирующих явлений приводит к интенсификации процесса удаления воскообразных веществ с поверхности волокна.

ВЫВОДЫ

Беление хлопчатобумажной ткани с использованием ультразвука в значительной степени интенсифицирует процесс удаления нанесенных и сопутствующих примесей при сокращении времени обработки в два раза и исключении из белящего состава химических активаторов пероксида водорода.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Новицкий Б.Г.* Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах. – М., 1983. С.143.
2. *Демин В.А., Давыдов В.Д., Богомолов Б.Д.* Электрохимическая отбелка сульфатной целлюлозы. – Л.: Наука, 1982. С. 28.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 01.04.09.

УДК 677.027.11.488

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕРМЕНТАТИВНОГО КАТАЛИЗА ПРИ ПОДГОТОВКЕ И БЕЛЕНИИ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ*

О.В. ЛЕПИЛОВА, С.В. АЛЕЕВА, С.А. КОКШАРОВ

(Институт химии растворов РАН, г. Иваново)

Главной задачей подготовки тканых льняных полотен является достижение требуемого уровня их капиллярности и белизны, а также некоторых специальных свойств, в частности снижения жесткости. Цель работы заключалась в технологическом обосновании рациональных вариантов сочетания ферментативных и химических методов обработки ткани в альтернативу экологически опасному способу гипохлоритно-пероксидного беления.

На рис. 1 представлены результаты анализа содержания примесей (G, масс.%) в суровой ткани, полученной из ровницы после традиционного режима окислительной варки, где 1 – крахмальная шликта, 2 – гемицеллюлозы, 3 – лигнин, 4 – пектиновые вещества, 5 – белки, 6 – воска, 7 – зольные вещества. Полученные данные позволяют конкретизировать основные направления использования ферментативных воздействий и состав применяемых биоконпозиций для комплексного расщепления полимерных спутников целлюлозы.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 06-08-00600-а.

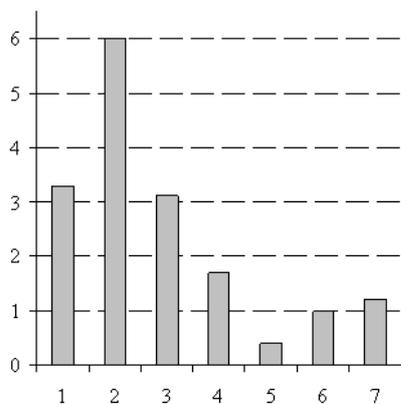


Рис. 1

Как видно, основная часть примесей приходится на гемицеллюлозные соединения и крахмальную шлихту. При этом если полимеры крахмала необходимо удалить максимально полно во избежание непроизводительного расходования окислителей при белении полотна, то гемицеллюлозы целесообразно сохранять, поскольку их разветвленные структуры, ориентированные вдоль макромолекулярных цепей целлюлозы в межфибриллярных и межклеточных пространствах, придают волокну аморфность, подвижность и гибкость, что отражается на капиллярных и упруго-эластических свойствах ткани.

К числу подлежащих удалению примесей относятся также пектиновые соединения, являющиеся клеящей основой связующих веществ между элементарными волокнами и остатков паренхимных тканей на поверхности льняных комплексов – инкрустов.

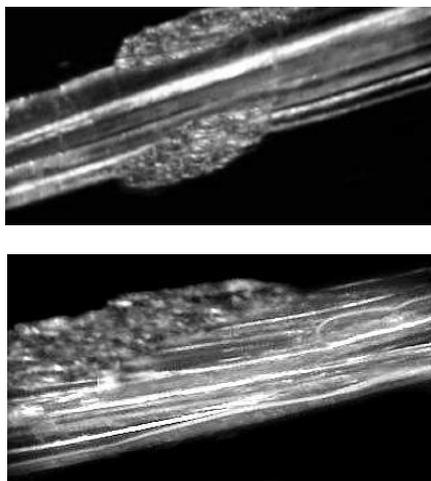


Рис. 2

На рис. 2 представлены микроснимки комплексных волокон, выделенных из утолщенных участков уточных нитей суровой льняной ткани, не подвергавшихся шлихтованию. Наличие на поверхности комплексов фрагментарных отложений свидетельствует о неполном расщеплении инкрустирующих образований при обычных методах подготовки волокна к прядению, что согласуется с данными [1], [2] о трудностях разрушения поверхностного слоя примесей химическими реагентами и связанной с этим неоднородностью свойств получаемой пряжи.

Основная проблема при белении тканых полотен заключается в обеспечении деструкции лигнина и обесцвечивания его хромофорных структур. Эти задачи традиционно решаются с использованием хлорсодержащих отбеливателей, однако их применение не удовлетворяет современным экологическим требованиям к технологическим процессам и характеристикам готовой продукции.

В ранее проведенных исследованиях химических превращений лигнина под действием восстановителей [3] установлено протекание процесса гидрирования карбонильных групп, что сопровождается дестабилизацией и разрывом примыкающей эфирной связи между фенилпропановыми звеньями полимера. Образующееся при этом дополнительное количество структурных фрагментов в свободной фенольной форме повышает эффективность последующей деструкции хромофорных структур лигнина пероксидом водорода. Показано, что функции восстановителей могут выполнять растворы альдопиранозных соединений, среди которых наибольшую редуцирующую способность проявляют ксилоза, галактоза, галактуроновая кислота и β -глюкоза. Результаты этих исследований позволяют предполагать, что генерацию эффективно действующих редуцирующих сахаров можно обеспечить при целенаправленном ферментативном разрушении удаляемых из льняного волокна полиуглеводных примесей.

Следует заметить, что для извлечения полимерных соединений из волокна достаточно использовать деполимеризующие ферменты эндогенного действия, то есть разрушающие макромолекулы на олигомерные остатки, удаляемые при промывке ткани с помощью моющих средств вместе с жировосковыми примесями. В частности, эффективную деструкцию полимеров крахмала обеспечивает фермент эндогликогеназа (эндоГЛЮ) или α -амилаза. Для пектиновых веществ основным деполимеризующим ферментом является эндополигалактуроназа (эндоПП) или пектиназа. Но в случае отечественного льняного сырья, содержащего высокометоксилированные полиуронидные соединения [4], эндоПП работает только в присутствии фермента пектинэстераза (ПЭ), обеспечивающего

предварительное отщепление метоксильных группировок.

В табл. 1 продемонстрировано влияние обработок препаратами гомогенизированной ферментов фирмы ICN на свойства льняной ткани арт.07103 из ассортимента ОАО "Яковлевский льнокомбинат". В лабораторном эксперименте энзимная обработка, осуществляемая при 50°C в течение 40 мин, с учетом результатов работы [3], дополнена 20-минутным запариванием для термоактивации продуктов деструкции полиуглеводов и повышения их редуцирующей способности. Эффективность биообработки сопоставлена с результатами воздействия щавелевой кислоты с выдержкой мокроотжатой ткани в течение 120 мин.

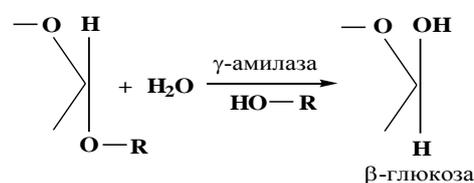
Таблица 1

Катализатор	Удаление крахмала, %	Капиллярность по основе, мм за 30 мин	Белизна, %
щавелевая кислота	67	56	45,2
эндоГЛЮ	87	54	45,0
эндоГЛЮ + (ПЭ + эндоПП)	90	84	45,1
эндоГЛЮ + (ПЭ + эндоПП) + экзоГЛЮ	91	86	49,8
эндоГЛЮ + (ПЭ + эндоПП) + экзоПП	92	86	51,4
эндоГЛЮ + (ПЭ + эндоПП) + (экзоГАЛ+ экзоКСИ)	92	84	53,5
эндоГЛЮ + (ПЭ + эндоПП) + экзоГЛЮ + экзоПП + (экзоГАЛ+ экзоКСИ)	92	87	57,6

Из данных табл. 1 видно, что действие эндогликогеназы обеспечивает эффективную расшлихтовку ткани, и удаление крахмала в 1,3 раза превышает результат обработки щавелевой кислотой. Дополнительное введение пектолитических ферментов, обеспечивающих расщепление клеящих полиуронидных соединений, способствует повышению показателя капиллярности в 1,56 раза. Однако в этих случаях степень белизны не изменяется. Очевидно, продукты деструкции полимеров крахмала и пектиновых веществ эндогенными ферментами, хотя и проявляют редуцирующие свойства, но в силу значительных размеров не обладают достаточной подвижностью для проникновения в сетчатые структуры лигнина и обеспечения протекания редокс-процессов. Для химических превращений лигнина необхо-

дима генерация низкомолекулярных сахаров с использованием экзогенных ферментов, то есть воздействующих на концевые участки полимерных цепей с отщеплением ди- или мономерных звеньев.

С этой целью для повышения глубины деструкции полимеров крахмала можно использовать фермент экзогликогеназа (экзоГЛЮ), известный под тривиальным названием γ -амилаза. Его действие сопровождается образованием β -глюкозы вследствие обращения (инверсии) конформации гидролизуемой глюкозидной связи у первого углеродного атома:



Использование в мультиэнзимной композиции ферментов экзополигалактуроназы (экзоПП), галактозидазы (экзоГАЛ) и ксилозидазы (экзоКСИ) позволяет обеспечить накопление в редуцирующей системе соответственно мономеров галактуроновой кислоты, галактозы и ксилозы. Причем в отсутствие эндогенных ферментов галактаназы и ксиланазы не происходит деструкции гемицеллюлозных соединений. Ферменты экзоГАЛ и экзоКСИ способны лишь незначительно укоротить полимерные цепи галактанов и ксиланов на доступных для них концевых участках. Вместе с тем основное их действие проявляется в разрушении боковых ответвлений полиуронидных соединений, состоящих, как известно, из звеньев нейтральных сахаров.

Результаты табл. 1 отражают вклад каждого вида экзогенных ферментов в обеспечение гидрирования ауксохромных карбонильных группировок лигнина, что при-

водит к снижению его цветности и увеличению белизны волокна. Комплексная мультиэнзимная композиция позволяет повысить степень белизны ткани на 12,4 % и, благодаря частичной деполимеризации лигнина, обеспечить последующее ее добеливание пероксидом водорода без использования гипохлоритных обработок, что подтверждают результаты проведенной в условиях ОАО "Вологодский текстиль" производственной апробации способа сокращенной ферментативно-пероксидной подготовки льняных тканей в сравнении с традиционным режимом гипохлоритно-перекисного беления. Технологические параметры обработок и схемы подготовки льняных полотен по существующему режиму химической обработки (а) и разработанному ферментативно-пероксидному способу (б) представлены на рис. 3.

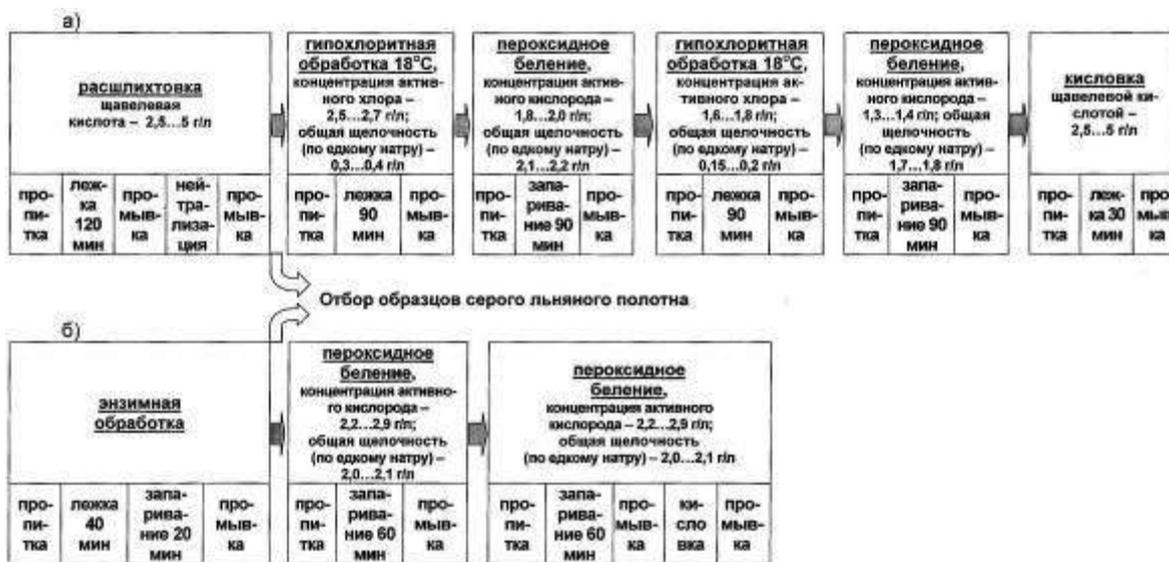


Рис. 3

Совокупность приведенных в табл. 2 экспериментальных данных для серого льняного полотна арт. 584 позволяет оценить эффективность замены стадии расшлихтовки ткани щавелевой кислотой на энзимную обработку. Согласно результатам лабораторных испытаний увеличение степени удаления шлихты

(в 1,53 раза) и пектинов после ферментативной обработки обуславливает повышение гидрофильных свойств ткани. Зафиксированное снижение содержания лигнина связано с повышением растворимости полимера в серной кислоте по методике его гравиметрического анализа.

Наименование показателя	Качество подготовки льняных тканей по сопоставляемым технологическим вариантам			
	арт. 584		арт. 590	
	расшлихтовка щавелевой кислотой	фермента- тивная обработка	гипохлоритно- пероксидное беление	ферментативно- пероксидное беление
Удаление крахмала, %	60	92	65	98
Содержание лигнина, масс. %	3,1	2,9	0,28	0,20
Капиллярность по основе, мм за 30 мин	62	83	90	92
Белизна, %	46,8	59,1	84,5	85,5
Жесткость ткани, мкН·см ²	173	145	150	111
Разрывная нагрузка, Н:				
- по основе	91	92	82	84
- по утку	90	89	77	78
Разрывное удлинение, мм:				
- по основе	13	14	6	10
- по утку	12	12	10	12

Вместе с тем повышение реакционной способности деструктированного лигнина ускоряет его взаимодействие с пероксидом водорода, что обуславливает целесообразность увеличения его концентрации на первой стадии беления в 1,2...1,45 раза относительно ходового режима при сокращении длительности запаривания в 1,5 раза. Необходимый уровень белизны ткани арт. 590 достигается при исключении стадий гипохлоритного беления, что в совокупности с сокращением продолжительности первой стадии обработки обеспечивает уменьшение общей длительности процесса в 2,4 раза. При этом капиллярность отбеленного полотна увеличена в 1,13 раза, жесткость ткани понижена в 1,35 раза, улучшены ее прочностные характеристики: снижение разрывной нагрузки относительно суровья уменьшено в 3,3 раза при повышении разрывного удлинения в 1,4 раза.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально обоснованы состав мультиэнзимного препарата и условия его применения для комплексного расщепления крахмальной шликты, пектиновых

веществ и лигнина при подготовке тканей льняных полотен.

2. Предложен и апробирован в производстве способ ферментативно-пероксидного беления льняных тканей, обеспечивающий повышение потребительских свойств продукции в сравнении с классическим режимом гипохлоритно-перексидного беления при сокращении в 2,4 раза длительности процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ossola M., Galante Y.M.* Scouring of flax rove with aid of enzymes // *Enzyme and Microbial Technology*. – Vol. 34, 2004. P. 177...186.
2. *Kashayp R. et al.* Degumming of buel (*Grewia optiva*) bast fibres by pectinolytic enzyme from *Bacillus sp. DT7* // *Biotechnology Letters*. – Vol. 23, 2001. P.1297...1301.
3. *Лепилова О.В., Алеева С.В., Кокишаров С.А.* // *Изв. вузов. Химия и химическая технология*. – 2007, Т.50, вып.7. С. 71...74.
4. *Алеева С.В.* Спектофотометрический анализ степени метоксилирования полиуроновых соединений льняного волокна // В сб.: *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы*. – Иваново: ИГТА, 2007. С. 127...132.

Рекомендована научно-техническим семинаром ИХР РАН. Поступила 06.04.09.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ДЕСОРБЦИЮ ЖИРОВЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ С ПОВЕРХНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Л.С. ПЕТРУНИНА, Т.Е. БАЛАНОВА, В.В. САФОНОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина,
ООО "ЦНИИБыт")

В связи с масштабным развитием сферы бытовых услуг встает вопрос о повышении качества стирки и химической чистки текстильных материалов.

Удаление пятен является одной из наиболее важных и сложных операций, осуществляемых в процессе химической чистки и стирки, так как загрязняющие вещества имеют различную природу происхождения, а также волокна, из которых изготовлены ткани, различны.

К числу наиболее трудноудаляемых загрязнений относятся застарелые пятна жирового происхождения [1].

Все жиры и масла, имея естественную окраску, при попадании на текстильные изделия окрашивают их. Масляная грязь загрязняет одежду при контакте человека со смазочными маслами машин и оборудования, пищевыми продуктами (растительное масло, животный жир и др.), косметическими препаратами (помада, крем и др.) и из-за жировых выделений тела человека. Жиромасляные загрязнения обволакивают пигментные частицы грязи в оболочку и способствуют прилипанию и удержанию частиц пыли на волокне [1], [4].

В связи с этим представляло интерес исследовать процесс удаления жировых загрязнений с текстильных материалов.

В качестве субстрата использовали расшлихтованную отбеленную и неапретированную хлопчатобумажную ткань – бязь арт.262. Исследование проводили на образцах искусственно загрязненных пигментно-масляным составом в соответствии с ГОСТом 22567.15–95.

Как известно, основным компонентом пятновыводных средств являются поверхностно-активные вещества (ПАВ), причем для удаления жировых загрязнений наи-

большее значение имеют неионогенные и анионные ПАВ.

Процесс отмывания загрязнений с различных поверхностей можно представить в виде трех основных стадий:

1) смачивание водным раствором ПАВ поверхности загрязненного материала;

2) удаление загрязнения с поверхности путем эмульгирования, солюбилизации, диспергирования, расклинивающего давления на границе раздела твердая поверхность–загрязнение;

3) удержание загрязнения в объеме раствора (стабилизация), предотвращение его осаждения на очищаемую поверхность (антиресорбция) и удаление его из системы (из моющей ванны) в солюбилизированном виде [2], [3].

В настоящей работе были исследованы: НПАВ1 – оксиэтилированный высший жирный спирт, НПАВ2 – оксиэтилированный первичный высший жирный спирт, АПАВ1 – производное алкилфосфорных кислот (алкилфосфат), АПАВ2 – производное сульфатированных жирных кислот (алкилсульфат). Обработку в растворах ПАВ осуществляли на шюттель-аппарате (42об/мин) в течение 20 мин при температуре 40°C.

Эффективность удаления жировых загрязнений с хлопчатобумажных тканей оценивалась по величине моющей способности:

$$M=(R_0-R_3) \cdot 100 / (R_{и}-R_3), \quad (1)$$

где R_0 , R_3 , $R_{и}$ – процент отраженного света тканью, обработанной, загрязненной и исходной.

Оптические характеристики обработанных, загрязненных и исходных тканей

измерялись на спектрофотометре MINOLTA CM-3600d итальянской фирмы ORINTEX.

В первой серии опытов изучено влияние концентраций НПАВ на десорбцию жировых веществ с поверхности хлопчатобумажных тканей.

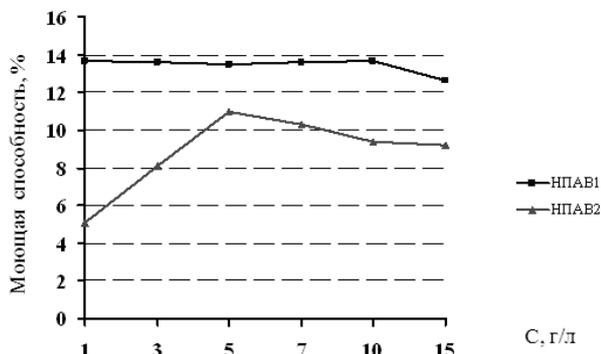


Рис. 1

Экспериментальные данные представлены на рис.1 в виде графической зависимости моющей способности от концентрации НПАВ.

На основании экспериментальных данных (рис.1) установлено, что неионогенные поверхностно-активные вещества проявляют хорошую моющую способность, причем наилучший эффект достигается при использовании НПАВ1 в интервале концентраций от 1 до 10 г/л. При дальнейшем увеличении концентрации НПАВ1 наблюдается ухудшение десорбции жировых загрязнений с текстильного материала. В случае НПАВ2 наблюдается увеличение моющей способности при увеличении концентрации и максимальный эффект достигается при концентрации 5 г/л. При дальнейшем увеличении концентрации удаление жировых веществ снижается.

Из литературы известно, что бинарные смеси и сложные многокомпонентные системы на основе ПАВ обладают более высокой моющей способностью по сравнению с индивидуальными ПАВ, входящими в состав смесей.

В связи с этим в следующей серии опытов было проведено исследование действия смесей выбранных ПАВ на очистку

текстильного материала от жировых загрязнений.

Были приготовлены смеси двух НПАВ: концентрация раствора одного из них менялась от 1 до 15 г/л и к полученным растворам вводились фиксированные добавки (1 и 2 г/л) другого НПАВ.

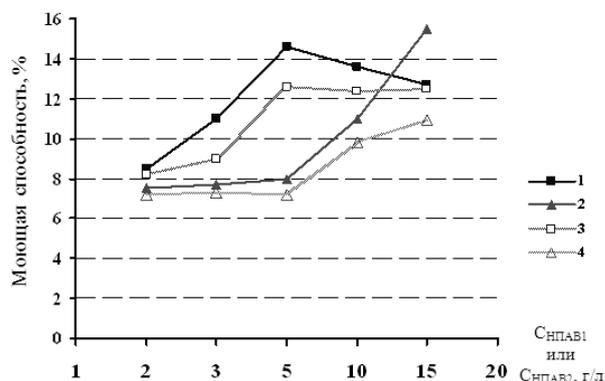


Рис. 2

Экспериментальные данные представлены на рис. 2 (1 – раствор, содержащий НПАВ1 и НПАВ2 (1г/л); 2 – раствор, содержащий НПАВ2 и НПАВ1 (1г/л); 3 – раствор, содержащий НПАВ1 и НПАВ2 (2г/л); 4 – раствор, содержащий НПАВ2 и НПАВ1 (2г/л)) в виде зависимости моющей способности от концентраций НПАВ.

Из экспериментальных данных, представленных на рис. 2, видно, что характер моющего действия НПАВ1 изменяется при введении к нему НПАВ2, появляется очевидный максимум при концентрации НПАВ1 5 г/л, при котором наблюдается повышение моющей способности состава по сравнению с использованием одного НПАВ1. Немаловажным является то, что при увеличении содержания НПАВ2 в смеси концентрационная зависимость имеет такой же характер, как и при добавке 1г/л НПАВ2, но моющая способность данного состава ниже (рис.2 – 1, 3). Следовательно, повышение содержания второго компонента в смеси нецелесообразно.

Концентрационные зависимости 2 и 4 на рис. 2 также имеют между собой одинаковый характер, но он отличается от характера кривой (рис.1) при использовании одного НПАВ2, так как при увеличении концентрации НПАВ2 от 5 до 15 г/л про-

исходит значительное увеличение моющей способности состава. Увеличение же добавки НПАВ1 с 1 до 2 г/л к раствору НПАВ2 приводит к снижению моющего эффекта.

На следующем этапе представляло интерес изучить влияние добавок анионных ПАВ к растворам НПАВ на моющее действие смесей.

Были приготовлены растворы НПАВ разных концентраций (от 1 до 15 г/л) и к ним вводились фиксированные добавки АПАВ концентрацией 1 и 2 г/л.

Экспериментальные данные представлены на рис.3 в виде диаграмм изменения моющей способности при удалении жировых загрязнений с поверхности хлопчатобумажных тканей в зависимости от состава моющей смеси.

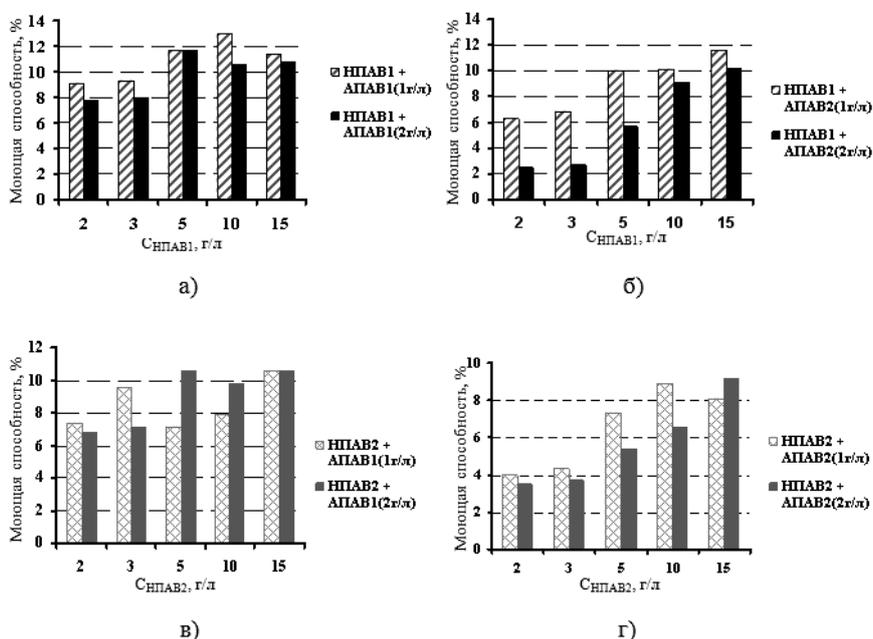


Рис. 3

Как видно из экспериментальных данных, представленных на рис. 3, введение добавок АПАВ к растворам НПАВ влияет на моющую способность. Отмечено, что при увеличении добавки АПАВ1 и добавки АПАВ2 к раствору НПАВ1 (рис. 3-а, б) наблюдается снижение десорбции жировых загрязнений.

В случае смеси НПАВ1 и АПАВ1 (2г/л) максимальное значение моющей способности достигается при концентрации НПАВ1 5 г/л, а при дальнейшем увеличении до 15 г/л происходит снижение моющего эффекта. В случае смеси НПАВ1 и АПАВ1 (1г/л) увеличение концентрации НПАВ1 от 1 до 10 г/л способствует увеличению моющей способности, дальнейшее увеличение приводит к ее спаду.

Из диаграммы на рис. 3-б видно, что моющая способность смеси НПАВ1 и

АПАВ2 находится в прямой зависимости от концентрации НПАВ1, то есть с увеличением концентрации удаление жировых загрязнений улучшается.

Немаловажным является то, что введение АПАВ2 к НПАВ1 является менее эффективным, чем введение АПАВ1; моющий эффект ниже.

При рассмотрении диаграмм, представленных на рис. 3-в, г, видно, что практически во всех случаях увеличение концентрации добавок АПАВ к НПАВ2 также приводит к снижению моющей способности.

В случае смеси НПАВ2 и АПАВ1 (2г/л) увеличение моющей способности происходит до концентрации 5 г/л НПАВ2, а при дальнейшем увеличении до 15 г/л моющий эффект значительно не изменяется и остается на прежнем уровне (рис. 3-в). При

введении к раствору НПАВ2 добавки АПАВ1 концентрацией 1г/л наблюдается два максимальных пика моющей способности: первый при концентрации 3г/л НПАВ2, затем следует спад при 5г/л НПАВ2, а затем моющий эффект опять начинает возрастать и достигает максимума при 15г/л НПАВ2.

Из диаграммы (рис. 3-г) видно, что моющая способность смеси АПАВ2 (2г/л) и НПАВ2 находится в прямой зависимости от концентрации НПАВ2, то есть с увеличением концентрации десорбция жировых загрязнений улучшается. Моющая способность смеси НПАВ2 и АПАВ2 (1 г/л) возрастает до концентрации 10 г/л НПАВ2, а при дальнейшем увеличении концентрации моющий эффект ослабевает.

Из экспериментальных данных, представленных на рис. 3-в, г, видно, что введение добавки АПАВ1 к НПАВ2 более эффективно по сравнению с добавкой АПАВ2, так как десорбция жировых веществ при использовании данной смеси выше. Также установлено, что смеси НПАВ действуют более эффективно на удаление жировых загрязнений по сравнению со смесями НПАВ и АПАВ (рис.2, 3)

Таким образом, нами было изучено влияние природы ПАВ на удаление жировых загрязнений с хлопчатобумажных тканей, рассмотрены и исследованы смеси ПАВ в качестве составов для удаления жировых загрязнений, подобраны концентрационные соотношения смесей ПАВ.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что при удалении жировых загрязнений с текстильных материалов большое значение на моющий эффект оказывает природа используемых ПАВ.

2. Установлено, что лучшее воздействие на удаление жировых загрязнений оказывают неионогенные ПАВ, причем использование НПАВ1 способствует большему моющему эффекту.

3. Отмечено, что введение добавок ПАВ разной природы изменяет характер моющего действия и влияет на качество удаления жировых веществ с поверхности текстильного материала.

4. На основании полученных экспериментальных данных показано, что наиболее эффективными являются смеси НПАВ1 и НПАВ2 в соотношении 5:1 соответственно, либо смесь НПАВ2 и НПАВ1 в соотношении 15:1 соответственно.

5. Отмечено, что в смеси с НПАВ могут использоваться добавки АПАВ1, но при этом будут наблюдаться более низкие показатели моющей способности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федорова А.Ф. Технология химической чистки и крашения одежды. – М.: Легкая индустрия, 2005.
2. Агеев А.А., Волков В.А. Поверхностные явления и дисперсионные системы в производстве текстильных материалов и химических волокон. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2004.
3. Волков В.А. Коллоидная химия. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001.
4. Глубиш П.А. Противозагрязняемая отделка текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1979.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 01.04.09.

О СВОЙСТВАХ И ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЛАТЕКСНЫХ ПЛЕНОК С ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ СУБСТРАТОМ В ПРОЦЕССЕ ПИГМЕНТНОЙ ПЕЧАТИ

В.А. ЕПИШКИНА, Р.Н. ЦЕЛМС, А.М. КИСЕЛЕВ, Е.С. ЦОБКАЛЛО

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Отличительной особенностью процесса пигментной текстильной печати является адгезионное закрепление частиц пигмента на поверхности волокнистого субстрата в пленке связующего вещества. При этом сформированная пленка не должна существенно повышать жесткость напечатанной ткани [1].

Дополнительное усиление адгезии пленки достигается, как правило, за счет введения в систему "связующее вещество–пигмент" предконденсатов термореактивных смол, содержащих N-метилольные группы, способные взаимодействовать с гидроксильными группами макромолекул целлюлозного волокна [2]. С одной стороны, это приводит к увеличению прочности окрасок к трению, с другой – к повышению жесткости грифа напечатанного материала.

В настоящей работе осуществлен выбор связующего (пленкообразующего) вещества на основе акриловых сополимеров, обеспечивающих высокую адгезию пленки печатной краски к целлюлозному субстрату и образование окрасок повышенной прочности при сохранении мягкости напечатанной ткани. На основании предварительных исследований в качестве такого вещества предложено использование дисперсии акрилового сополимера латекса МН-10, имеющего в своей структуре достаточное количество карбоксильных групп, что позволяет ему проявлять комплексные свойства загущающего и пленкообразующего агента в составе пигментной печатной краски. Показано, что введение в данный латекс 25%-ного водного раствора гидроксида аммония приводит к резкому увеличению вязкости (до 13,1 Па·с) вследствие ионизации и взаимного

отталкивания СООН-групп (эффект разбухания).

Для оценки адгезионных и физико-механических свойств пленок на основе латекса МН-10, а также установления механизма их взаимодействия с целлюлозным субстратом были проведены механические испытания образцов пленок и тканей на универсальной установке Instron-1122 и структурные исследования методом инфракрасной спектроскопии МНПВО на ИК-Фурье спектрометре Spectrum One фирмы Perkin-Elmer. При проведении эксперимента по адгезионной прочности закрепления латексных пленок на ткани из хлопка образцы хлопчатобумажной ткани пропитывались водными аппретами латекса МН-10 различной степени загущения ($\eta=13,1$ и $\eta=8,6$ Па·с), содержащими в качестве вспомогательных веществ препараты Е-620 и ПМС-200 (полиметилсилоксан). После плюсования образцы отжимались до 100%-ного влажного привеса и высушивались при 70°C до постоянной массы с дальнейшей термообработкой при 150°C в течение 3 мин.

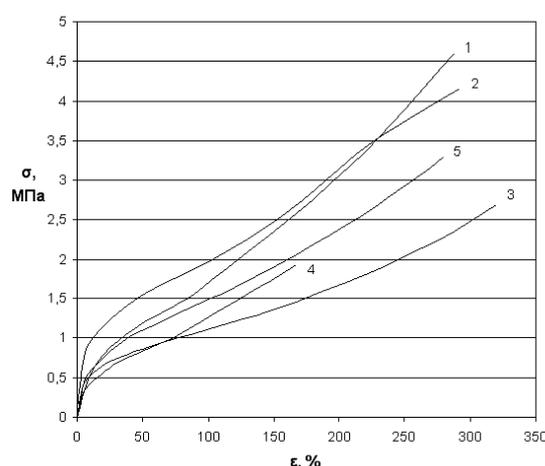


Рис. 1

На рис. 1 показаны диаграммы активного растяжения исследуемых латексных пленок (1 – МН-10; 2 – МН-10 ($\eta=8,6$ Па·с); 3 – МН-10+Е-620; 4 – МН-10+ПМС-200; 5 – МН-10 ($\eta=13,1$ Па·с)). Скорость растяжения составляла 100 мм/мин.

Анализ диаграмм растяжения латексных пленок показал, что факторы различной вязкости и присутствия вспомогательных компонентов оказывают влияние на их физико-механические показатели. Установлено, что минимальную прочность имеют пленки, пластифицированные до-

бавками препаратов Е-620 и ПМС-200. Следует отметить, что неполная степень загущения латекса МН-10 позволяет получить пленку с более высокими физико-механическими показателями по сравнению с исходным и максимально загущенным образцами. Присутствие в пленке латекса силиконового препарата Е-620 существенно улучшает эластичность пленки (табл. 1, образец 3) при некотором снижении ее механической прочности. В табл. 1 представлены разрывные характеристики пленки латекса МН-10.

Таблица 1

Номер образца	1	2	3	4	5
σ_p , МПа	4,6±0,2	4,2±0,2	2,7±0,1	1,9±0,1	3,3±0,2
ϵ_p , %	288±2	292±2	320±2	167±1	280±2

С учетом того, что предельные разрывные характеристики пленок не адекватны реальным эксплуатационным режимам нагрузки, "рабочей зоной" деформационных показателей следует считать значения разрывного напряжения и относительного удлинения, составляющие не более 50 % от предельных значений. В качестве деформационных характеристик в данной области целесообразно использовать следующие показатели деформационной жесткости:

начального касательного модуля жесткости (E_k) (рис. 2-а), и секущего модуля жесткости ($E_{сек}$) (рис. 2-б). Диаграммы, показывающие изменение указанных характеристик жесткости для исследуемых материалов, представлены на рис. 2 (значения начального (а) и секущего (б) модулей жесткости латексных пленок: 1 – МН-10; 2 – МН-10($\eta=8,6$ Па·с); 3 – МН-10+Е-620; 4 – МН-10+ПМС-200; 5 – МН-10($\eta=13,1$ Па·с)).

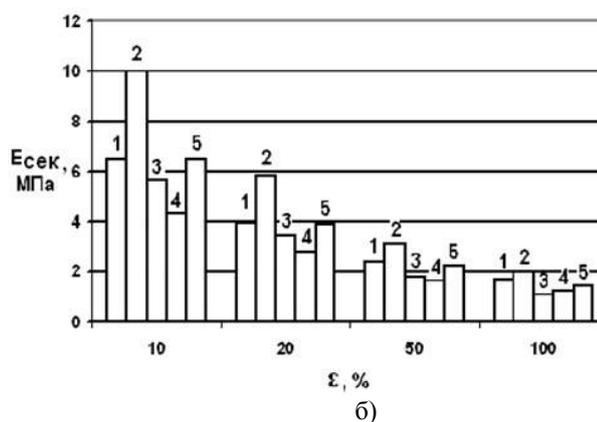
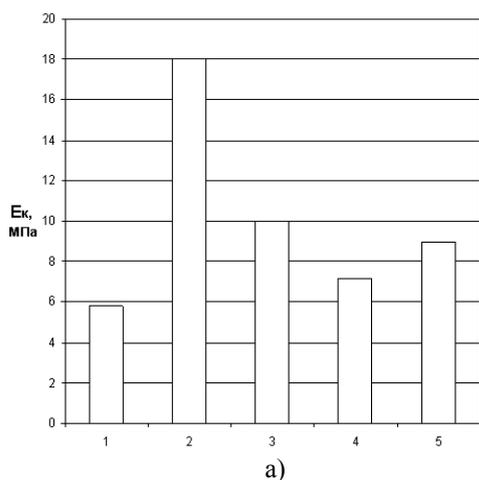


Рис. 2

Анализ экспериментальных данных показывает, что неполное загущение латекса МН-10 (образец 2) повышает деформационную жесткость сформированной пленки, а полное загущение и введение вспомогательных препаратов – снижает ее значения

(образцы 3...5). Величины секущего модуля жесткости изменяются аналогичным образом. В целом их значения снижаются при росте деформационных воздействий, следует отметить близость величин $E_{сек}$ для пленок, полученных из исходного (об-

разец 1) и максимально загущенного (образец 5) латекса МН-10.

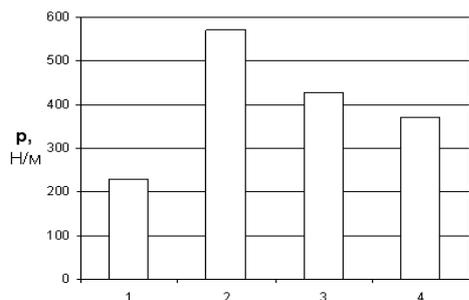


Рис. 3

Были проведены измерения адгезионной прочности (p , Н/м) исследуемых пленок по отношению к целлюлозному субстрату. В качестве характеристики адгезионной прочности использовалась величина усилия, вызывающего отслоения адгезива от субстрата, отнесенная к ширине образца. Из анализа полученных данных следует, что характер изменения значений адгезионной прочности исследуемых пленок согласуется с характером изменения начального модуля жесткости (рис. 3 – адгезионная прочность закрепления пленок латекса МН-10 на ткани из целлюлозных волокон: 1 – МН-10; 2 – МН-10 ($\eta=8,6$ Па·с); 3 – МН-10+Е-620; 4 – МН-10+ПМС-200). Отсюда следует, что максимально прочное закрепление частиц пигмента на хлопчатобумажной ткани будет достигнуто при применении частично загущенной печатной композиции на основе латекса МН-10 с минимальным содержанием силиконовых текстильно-вспомогательных веществ.

Повышенная прочность адгезионного закрепления пленок латекса МН-10, имеющего частичную степень загущения, связана с возможным взаимодействием большего числа неионизированных карбоксильных групп сополимера латекса с гидроксильными группами в макромолекулах целлюлозного субстрата с образованием химических (сложноэфирных) связей.

С целью подтверждения данной точки зрения были проведены ИК-спектроскопические исследования в диапазоне волновых чисел $400 \dots 4000 \text{ см}^{-1}$. Для данного исследования использовали образцы хлопчатобумажной ткани, подвергшиеся пропитке дисперсией акрилового латекса МН-10.

Образцы после пропитки отжимались до 100% влажного привеса, высушивались и подвергались термообработке при 150°C в течение 3 мин.

Далее образцы пропитанных тканей подвергались обработке в циклогексаноне, являющемся эффективным растворителем для пленки латекса МН-10. Хлопчатобумажные ткани с нанесенным на них латексом обрабатывались циклогексаноном четырехкратно по 30 мин при 20°C с промежуточной операцией сушки на воздухе.

Полученные ИК-спектры исследуемых образцов хлопчатобумажных тканей и пленки латекса представлены на рис. 4 (1 – пленка латекса МН-10; 2 – необработанная х/б ткань; 3 – х/б ткань, обработанная дисперсией латекса МН-10; 4 – х/б ткань, обработанная дисперсией латекса и промытая в циклогексаноне 4 раза).

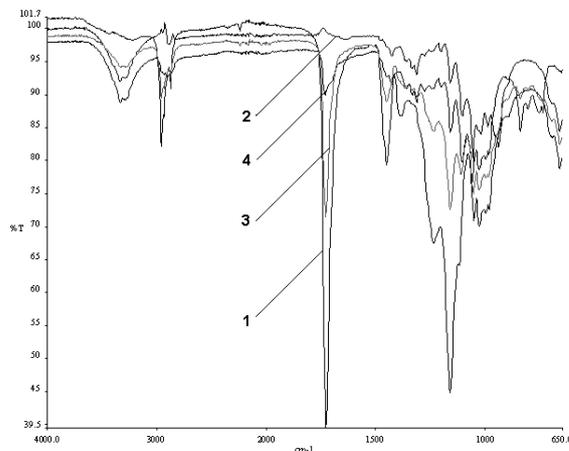


Рис. 4

Анализ результатов показывает существенные изменения в спектрах образцов обработанной латексами и необработанной хлопчатобумажной ткани. Отмечается появление в ИК-спектрах образцов тканей, обработанных латексом МН-10, интенсивных полос поглощения в области частот 1730 и 1170 см^{-1} (рис.4 – кривая 3) [3].

Наличие указанных полос поглощения в спектрах хлопчатобумажных тканей связаны с нанесением на них латекса, для которого характерны данные функциональные группы.

С целью доказательства химического закрепления акрилового латекса МН-10 на поверхности целлюлозного субстрата обработанные образцы ткани подвергались усиленной промывке в циклогексаноне. В ИК-спектрах образцов хлопчатобумажных тканей, обработанных латексом и подвергнутых промывке циклогексаном с целью растворения нанесенной латексной пленки (рис.4 – кривая 4), сохранились характерные полосы поглощения в области частот $1750...1710\text{ см}^{-1}$ (валентные колебания группы $\text{C}=\text{O}$).

Наличие таких полос в ИК-спектрах исследуемых объектов может свидетельствовать об образовании химической связи между гидроксильными группами целлюлозы и карбоксильными группами акрилового латекса.

Следует отметить, что высокая прочность закрепления пленки латекса МН-10 на хлопчатобумажном текстильном материале обуславливает возможность получения устойчивых окрасок в процессе печати.

Таким образом, в результате проведенных исследований сформулированы условия применения нового вида загущающего и связующего вещества (латекса МН-10), обеспечивающие получение устойчивых окрасок при пигментной печати хлопчатобумажных тканей при сохранении мягкости их грифа.

ВЫВОДЫ

1. Установлена целесообразность использования в составах для пигментной печати хлопчатобумажных текстильных

материалов карбоксилированного латекса МН-10 в состоянии частичного загущения, обладающего комплексными свойствами загущающего, пленкообразующего и сшивающего агентов.

2. Показано, что при рекомендуемой степени загущения пленки на основе латекса МН-10 имеют повышенные физико-механические и адгезионные показатели по отношению к целлюлозному субстрату. Отмечено, что введение в печатный состав вспомогательных веществ на основе кремнийорганических препаратов несколько снижает уровень этих показателей, однако улучшает эластичность получаемых пленок.

3. Методом ИК-спектроскопии доказано образование химических связей сложноэфирного типа между неионизированными карбоксильными группами сополимера латекса МН-10 и гидроксильными группами целлюлозного волокна, что обуславливает высокую прочность закрепления пигмента на ткани и получение окрасок, устойчивых к трению и мокрым обработкам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. – М., 2001.
2. Липатова И.М., Макарова Л.И., Лосев Н.В., Юсова А.А., Морыганов А.П. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №3. С.55...60.
3. Сиггва С. Н. Инструментальные методы анализа функциональных групп органических соединений. – 1983.

Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна текстиля. Поступила 06.04.09.

УДК 677.026.4

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВУХГРЕБЕНОЧНЫХ
ХОЛСТОПРОШИВНЫХ ПОЛОТЕН
С ЗАДАННОЙ ВЕЛИЧИНОЙ УДЛИНЕНИЯ
ПРИ РАЗРЫВЕ В ПОПЕРЕЧНОМ НАПРАВЛЕНИИ**

А.П. СЕРГЕЕНКОВ, Т.В. СУХОВА

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

В [1] было показано, что общее удлинение E_o холстопрошивного полотна как в продольном, так и в поперечном направлении складывается из трех составляющих:

$$E_o = E_n + E_{пер} + E_{сж}, \quad (1)$$

где E_n – удлинение, обусловленное растяжимостью прошивных нитей; $E_{пер}$ – удлинение, обусловленное переориентацией элементов петель в направлении действия растягивающей нагрузки и перетяжкой протяжек в петельные палочки или наоборот; $E_{сж}$ – удлинение, обусловленное сжатием наполнителя и перетягиванием проходящих через него участков протяжек в расположенные на поверхности полотна участки петель.

В работах [2] и [3] были выведены формулы для расчета составляющих $E_{пер}$ и $E_{сж}$ общего удлинения при разрыве холстопрошивных полотен с одногребеночными переплетениями.

Современные вязально-прошивные машины позволяют вырабатывать холстопрошивные полотна с двухгребеночными переплетениями, представляющими собой комбинации различных или одинаковых основязанных переплетений, например, трико-трико, трико-цепочка и др. При ана-

лизе двухгребеночных переплетений следует учитывать, что величина удлинения при разрыве будет определяться, в первую очередь, наименее растяжимым переплетением. По растяжимости в поперечном направлении (в направлении ее возрастания) основные переплетения, используемые в производстве вязально-прошивных полотен, располагаются в следующей последовательности: шарме – сукно – трико.

При использовании комбинации двух переплетений то из них, которое находится ближе к началу приведенной последовательности, будет определять минимальную величину удлинения полотна при разрыве. Влияние переплетения, находящегося в указанных последовательностях правее "основного" или совпадающего с ним, может учитываться с помощью некоторого поправочного коэффициента K , который можно назвать коэффициентом второго переплетения. Тогда в общем виде выражение для расчета удлинения при разрыве двухгребеночного полотна может быть записано в виде:

$$E_o = E_n + (E_{пер} + E_{сж})K. \quad (2)$$

В дальнейшем в работе приняты следующие обозначения: $E_{г-ц}$ – удлинение холстопрошивного полотна при разрыве; индекс обозначает переплетение или ком-

бинацию переплетений: т – трико, ц – цепочка, с – сукно; $K_{т-ц}$ – коэффициент второго переплетения, причем первый индекс соответствует дополнительному переплетению, а второй – основному переплетению.

Ниже более подробно рассмотрены возможности теоретического расчета удлинения при разрыве для различных двухгребеночных переплетений.

Плотность прошива по ширине, петель/50 мм
 Вид и линейная плотность прошивной нити
 Поверхностная плотность холста, г/м²
 Состав холста

20
 хлопчатобумажная пряжа, 37 текс
 150
 хлопковое волокно

Результаты испытаний этих полотен представлены на рис. 1 (удлинение при разрыве холстопрошивных полотен, содержащих переплетение трико) и рис. 2

(удлинение при разрыве холстопрошивных полотен, содержащих переплетение сукно).

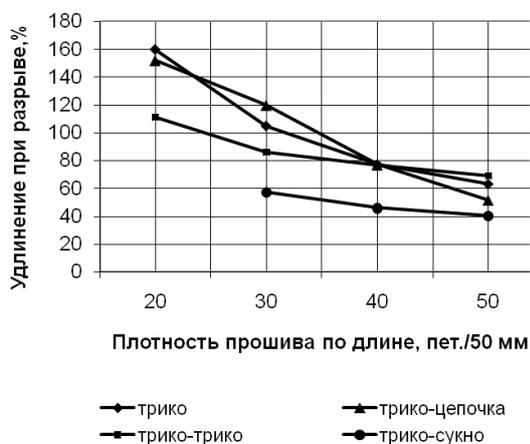


Рис. 1

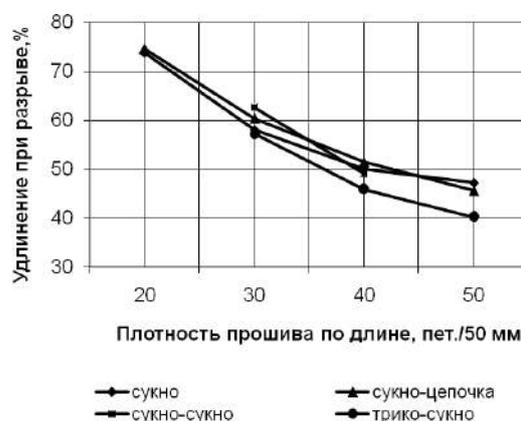


Рис. 2

При замене одногребеночного переплетения трико двухгребеночным переплетением трико-трико удлинение полотна при разрыве в поперечном направлении уменьшается (рис. 1), причем в различной степени в зависимости от плотности прошива по длине.

Выражение (2) для расчета удлинения при разрыве двухгребеночного холстопрошивного полотна с переплетением трико-трико можно записать в следующем виде:

$$E_{т-т} = E_n + (E_{пер} + E_{сж})K_{т-т}, \quad (3)$$

где $K_{т-т}$ – коэффициент, учитывающий влияние второго переплетения трико на деформационные свойства полотна.

Анализ результатов обработки данных с рис. 1 показывает, что для вычисления величины поправочного коэффициента $K_{т-т}$ в данном случае может быть использовано выражение вида $K_{т-т} = \sqrt{\Pi_d / 40}$.

При использовании вместо одногребеночного переплетения трико двухгребеночного переплетения трико-цепочка заметно изменения удлинения при разрыве холстопрошивного полотна не наблюдается.

ся (рис. 1). Следовательно, влияние дополнительного переплетения цепочка на удлинение при разрыве холстопрошивного полотна с переплетением трико можно считать незначимым, а соответствующий поправочный коэффициент $K_{T-ц} = 1$.

Двухгребеночные переплетения с основным переплетением сукно. У полотен с одногребеночным переплетением сукно показатели удлинения при разрыве в поперечном направлении (рис. 2) значительно ниже, чем у полотен с переплетением трико. Причиной этого является высокая степень ориентации протяжек переплетения сукно в поперечном направлении и относительно большая их длина.

Замена одногребеночного переплетения сукно двухгребеночным переплетением сукно-сукно сопровождается незначительным уменьшением удлинения при разрыве в поперечном направлении, не превышающем 3%. Это отклонение находится в пределах ошибки опыта, и, следовательно, поправочный коэффициент $K_{с-с}$ в данном случае также можно принять равным 1.

Совершенно иные результаты наблюдаются при анализе двухгребеночных полотен с переплетением сукно-трико. Ис-

пользование переплетения трико приводит к заметному снижению показателей удлинения при разрыве по сравнению с одногребеночными полотнами с переплетением сукно, причем этот эффект усиливается по мере увеличения плотности прошива по длине. Сравнение графиков на рис. 2 и обработка соответствующих им численных данных позволяют установить, что для вычисления величины поправочного коэффициента $K_{с-т}$ может быть использовано уравнение прямой линии вида: $K_{с-т} = 1,2 - 0,0075\Pi_{д}$.

Холстопрошивные полотна с двухгребеночными переплетениями сукно-цепочка, как видно из рис. 2, по величине удлинения при разрыве практически не отличаются от одногребеночного переплетения сукно. Следовательно, поправочный коэффициент $K_{с-ц}$ также можно принять равным 1.

Для удобства пользования полученные коэффициенты, учитывающие замену одногребеночных переплетений двухгребеночными, сведены в табл. 1 (коэффициенты для расчета показателей удлинения при разрыве двухгребеночных холстопрошивных полотен).

Т а б л и ц а 1

Переплетение		Коэффициент для расчета удлинения полотна
заменяемое (одногребеночное)	заменяющее (двухгребеночное)	
Цепочка	цепочка-трико	$K_{ц-т} = 1 / K_{т-ц} = 1$
	цепочка-сукно	$K_{ц-с} = 1 / K_{с-ц} = 1$
Трико	трико-трико	$K_{т-т} = \sqrt{\Pi_{д} / 40}$
	трико-сукно	$K_{т-с} = 1 / K_{с-т} = \frac{1}{1,2 - 0,0075\Pi_{д}}$
	трико-цепочка	$K_{т-ц} = 1$
Сукно	сукно-сукно	$K_{с-с} = 1$
	сукно-трико	$K_{с-т} = 1,2 - 0,0075\Pi_{д}$
	сукно-цепочка	$K_{с-ц} = 1$

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что при растяжении двухгребеночных холстопрошивных полотен определяющее влияние на величину

удлинения при разрыве оказывает наименее растяжимое переплетение. Второе переплетение позволяет существенно повлиять на растяжимость основного переплетения.

2. Получены математические зависимости для теоретического расчета величины удлинения при разрыве двухгребеночных холстопршивных полотен с разными переплетениями.

3. Результаты работы могут быть использованы при проектировании холстопршивных полотен с заданными деформационными свойствами.

1. *Сергеенков А.П.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 3. С.71...74.

2. *Сергеенков А.П., Захаров А.А.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 6. С.77...79.

3. *Сергеенков А.П.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 1С, С.67...69.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 06.02.09.

УДК 677.021.164

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ НА КОЛОСНИКОВОЙ РЕШЕТКЕ В ЗОНЕ ОЧИСТКИ ЛЬНОВОЛОКНА

С.Ю. КАПУСТИН, В.Д. ФРОЛОВ, Ф.Р. КАХРАМАНОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

При исследовании на лентоформирующей машине в составе поточной линии ПЛ-1-КЛ [1] теневыми методами были обнаружены вихри (рис.1), возникающие вокруг элементов колосниковой решетки.

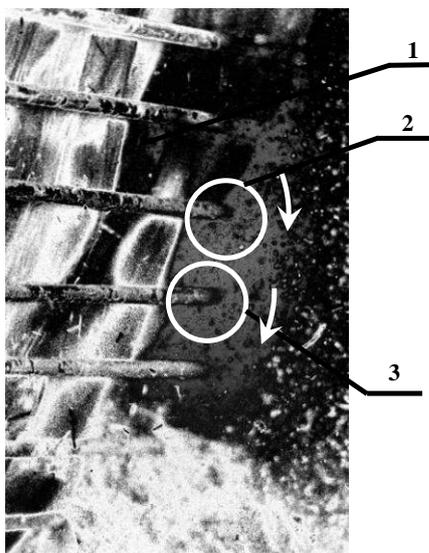


Рис. 1

На рис. 1 приняты следующие обозначения: 1 – главный барабан лентоформи-

рующей машины, 2 – первый вихрь, образующийся у элемента колосниковой решетки, 3 – второй вихрь, образующийся у элемента колосниковой решетки.

При этом делаем следующие допущения. Рассматриваем поток как несжимаемый с присоединенными вихрями. Считаем, что движение воздушного потока при обтекании элемента колосниковой решетки в форме цилиндра является циркуляционно- поступательным.

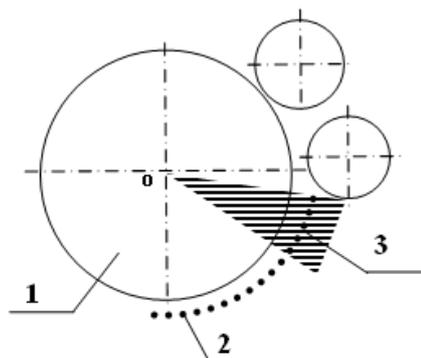


Рис. 2

Интенсивные вихри возникают в зоне 3 (рис. 2), поэтому исследования проводим в данном случае в зоне 3. На рис. 2 приняты следующие обозначения: 1 – главный барабан лентоформирующей машины, 2 – колосниковая решетка, установленная под лентоформирующей машиной, 3 – рассматриваемая зона.

Рассмотрим элемент колосниковой решетки под лентоформирующей машиной как круговой цилиндр единичного радиуса.

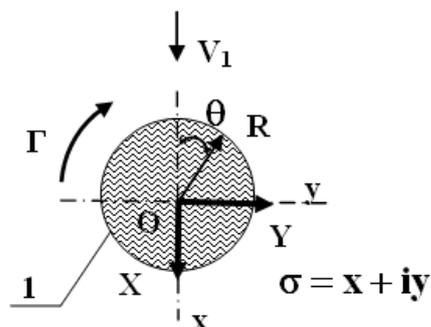


Рис. 3

Комплексный потенциал при обтекании кругового цилиндра единичного радиуса несжимаемым циркуляционно-поступательным потоком в плоскости равен $\sigma = x + iy$ (рис. 3). На рис. 3 обозначим: 1 – элемент колосниковой решетки.

Запишем комплексный потенциал в виде

$$W(z) = Vz - \frac{\Gamma}{2\pi i} \ln z. \quad (1)$$

Каждое слагаемое в этом уравнении представляет собой комплексный потенциал более простого течения:

$$W_1 = Vz; \quad W_2 = -\frac{\Gamma}{2\pi i} \ln z, \quad (2)$$

где W_1 – поступательное течение; W_2 – циркуляционное течение.

Рассмотрим течение, характеризуемое комплексным потенциалом: $W_1 = \phi_1 + i\psi_1$. Учитывая, что $z = x + iy$, запишем для этого потенциала:

$$W_1 = \phi_1 + i\psi_1 = Vz(x + iy). \quad (3)$$

Следовательно,

$$\phi_1 = Vx, \quad \psi_1 = Vy.$$

Уравнение линий тока для этого течения $\psi_1 = Vy = \text{const}$, то есть комплексный потенциал $W_1 = Vz$ характеризует поступательный поток; скорость V направлена вдоль оси Ox .

Комплексный потенциал $W_2 = -\frac{\Gamma}{2\pi i} \ln z$ определяет циркуляционное течение. Для нахождения соответствующего потенциала скоростей и функций тока производим замену $\ln z = r e^{i\theta}$ в выражении W_2 :

$$W_2 = \phi_2 + i\psi_2 = \frac{\Gamma}{2\pi} (\ln r + i\theta). \quad (4)$$

Таким образом,

$$\phi_2 = -\frac{\Gamma\theta}{2\pi}, \quad \psi_2 = \frac{\Gamma \ln r}{2\pi}. \quad (5)$$

Рассмотрим суммарное результирующее течение. Складывая соответствующие выражения для потенциалов скоростей и функций тока, получим:

$$\phi = Vr \cos \theta - \frac{\Gamma\theta}{2\pi}; \quad (6)$$

$$\psi = Vr \sin \theta + \frac{\Gamma \ln r}{2\pi}. \quad (7)$$

На следующем этапе исследований рассмотрим сорную частицу (рис.4), находящуюся в точке A с координатами x, y в зоне наибольшего технологического воздействия, и определим в ней скорости, вызываемые вихрями, образующимися при движении технологического потока, возникающего у главного барабана лентоформирующей машины при движении через колосниковую решетку (рис. 1).

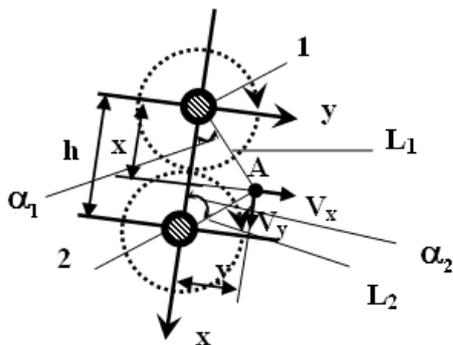


Рис. 4

На рис. 4 представлены вихри с рис. 1. и приняты следующие обозначения: 1 – первый вихрь, образующийся у элемента колосниковой решетки, 2 – второй вихрь, образующийся у элемента колосниковой решетки.

Первый вихрь сообщает этой точке скорости:

$$V_y^{(1)} = \frac{\Gamma \sin \alpha_1}{2\pi l_1} = \frac{\Gamma(y/l_1)}{2\pi l_1} = \frac{\Gamma y}{2\pi l_1^2} = \frac{\Gamma y}{2\pi(x^2 + y^2)}, \quad (8)$$

$$V_x^{(1)} = -\frac{\Gamma \cos \alpha_1}{2\pi l_1} = -\frac{\Gamma(x/l_1)}{2\pi l_1} = -\frac{\Gamma x}{2\pi l_1^2} = -\frac{\Gamma x}{2\pi(x^2 + y^2)}. \quad (9)$$

Соответствующие значения этих ско-

ростей, индуцируемых вторым вихрем:

$$V_x^{(2)} = \frac{\Gamma \sin \alpha_2}{2\pi l_2} = \frac{\Gamma(y/l_2)}{2\pi l_2} = \frac{\Gamma y}{2\pi l_2^2} = \frac{\Gamma y}{2\pi[(h-x)^2 + y^2]}, \quad (10)$$

$$V_y^{(2)} = \frac{\Gamma \cos \alpha_2}{2\pi l_2} = \frac{\Gamma[(h-x)/l_2]}{2\pi l_2} = \frac{\Gamma(h-x)}{2\pi[(h-x)^2 + y^2]}. \quad (11)$$

Полные составляющие:

$$V_x = V_x^{(1)} + V_x^{(2)} = \frac{\Gamma y}{2\pi(x^2 + y^2)} + \frac{\Gamma y}{2\pi[(h-x)^2 + y^2]}, \quad (12)$$

$$V_y = V_y^{(1)} + V_y^{(2)} = \frac{\Gamma x}{2\pi(x^2 + y^2)} + \frac{\Gamma x}{2\pi[(h-x)^2 + y^2]}. \quad (13)$$

Известно, что дифференциал потенциальной функции

$$d\varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial x} dx + \frac{\partial \varphi}{\partial y} dy = V_x dx + V_y dy, \quad (14)$$

поэтому

$$d\varphi = \left\{ \frac{\Gamma y}{2\pi(x^2 + y^2)} + \frac{\Gamma y}{2\pi[(h-x)^2 + y^2]} \right\} dx + \left\{ -\frac{\Gamma x}{2\pi(x^2 + y^2)} + \frac{\Gamma x}{2\pi[(h-x)^2 + y^2]} \right\} dy. \quad (15)$$

Это выражение перепишем в виде:

$$d\varphi = \frac{\Gamma}{2\pi} \left[-\left(\frac{\partial}{\partial x} \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \right) dx - \left(\frac{\partial}{\partial y} \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \right) dy + \left(\frac{\partial}{\partial x} \operatorname{arctg} \frac{y}{h-x} \right) dx + \left(\frac{\partial}{\partial y} \operatorname{arctg} \frac{y}{h-x} \right) dy \right] = \frac{\Gamma}{2\pi} \left[-d \left(\operatorname{arctg} \frac{y}{x} \right) + d \left(\operatorname{arctg} \frac{y}{h-x} \right) \right]. \quad (16)$$

Интегрируя, получим для потенциала скоростей:

$$\varphi = \frac{\Gamma}{2\pi} \left(-\operatorname{arctg} \frac{y}{x} + \operatorname{arctg} \frac{y}{h-x} \right). \quad (17)$$

Нетрудно заметить, что эта величина определяется в виде суммы потенциалов скоростей:

от первого вихря

$$\varphi_1 = -\frac{\Gamma}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{y}{x}, \quad (18)$$

и от второго вихря

$$\varphi_2 = -\frac{\Gamma}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{y}{h-x}. \quad (19)$$

Воспользуемся этим свойством наложения (суперпозиции) несжимаемых потоков, чтобы определить суммарную функцию тока:

$$\psi = \psi_1 + \psi_2, \quad (20)$$

где ψ_1, ψ_2 – функции тока соответственно для первого и второго вихрей.

Функцию ψ_1 найдем следующим образом. Из (17), следует, что

$$\varphi_1 = -\frac{\Gamma}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{y}{x} = -\frac{\Gamma}{2\pi} \alpha_1, \quad (21)$$

откуда полная скорость:

$$V_s = \frac{\partial \varphi_1}{\partial s} = \frac{1}{\ell_1} \frac{\partial \varphi_1}{\partial \alpha_1} = -\frac{\Gamma}{2\pi \ell_1}. \quad (22)$$

Представленная величина равна со-

ставляющей скорости, нормальной к радиусу-вектору точки А.

Радиальная компонента скорости в этой точке $V_r = 0$. Таким образом, для функции тока запишем:

$$\frac{\partial \psi_1}{\partial \ell_1} = -V_s = \frac{\Gamma}{2\pi \ell_1}, \quad (23)$$

откуда

$$\psi_1 = \frac{\Gamma \ln \ell_1}{2\pi}. \quad (24)$$

Соответственно для второго вихря образующегося на следующем колоснике, функция тока равна:

$$\psi_2 = \frac{\Gamma \ln \ell_2}{2\pi}. \quad (25)$$

Таким образом, суммарная функция тока:

$$\psi = \psi_1 + \psi_2 = \frac{\Gamma}{2\pi} (\ln \ell_1 - \ln \ell_2) = \frac{\Gamma}{2\pi} \ln \frac{\ell_1}{\ell_2}, \quad (26)$$

или

$$\psi = \frac{\Gamma}{2\pi} \ln \sqrt{\frac{x^2 + y^2}{(h-x)^2 + y^2}}. \quad (27)$$

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показывают, что вихревые воздушно-пылевые потоки, образующиеся на колосниковой решетке, являются причиной неоптимального технологического процесса, происходящего на поточной линии. Данная методика дает возможность управлять поведе-

нием волокна около колосниковой решетки с учетом пульсаций воздушного потока и проектировать новые устройства для очистки волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Капустин С.Ю.* Усовершенствование технологий в процессе очистки длинноволокнистых материалов на лентоформирующей машине в составе

поточной линии ПЛ-I-КЛ: Дис...канд. техн. наук. – Иваново, 1992.

2. *Кочин И.Е., Кобель И.А., Розе Н.В.* Теоретическая гидромеханика. – Часть 1/ Под ред. И.А. Кобеля. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 04.02.09.

УДК 677.025

**ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ СТРУКТУР
ОСНОВОВЯЗАНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ
ХИРУРГИЧЕСКИХ СЕТОК***И.Г. ЦИТОВИЧ, Н.В. ГАЛУШКИНА, С.М. КРАСНОВА, М.В. АНУРОВ, С.М. ТИТКОВА***(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Центральная научно-исследовательская лаборатория
Российского государственного медицинского университета)**

В настоящее время трикотажные основовязанные материалы из синтетических волокон широко используются для изготовления сетчатых эндопротезов, называемых также хирургическими сетками. Эти изделия с большим успехом применяются в хирургии в качестве имплантатов при ненатяжных способах пластики грыж передней брюшной стенки. В России ежегодно проводится более 100 тысяч подобных операций, в мире их количество приближается к 2 млн. Повсеместное внедрение ненатяжная герниопластика получила благодаря использованию основовязанных полипропиленовых сеток, которые позволили минимизировать операционную травму, значительно уменьшили продолжительность стационарного лечения, сделали возможным проведение операции в амбулаторных условиях и сократили период профессиональной реабилитации пациентов. Вместе с тем опыт применения полипропиленовых сетчатых эндопротезов выявил ряд специфических осложнений, которые были связаны с имплантатом. Статистика неудовлетворительных результатов показала, что только в небольшом числе случаев они были спровоцированы несоблюдением хирургами операционной методики или нарушением пациентами предписанного режима, главным образом, характер и тяжесть осложнений зависели

от типа имплантированного сетчатого эндопротеза [1], [2]. Экспериментальные исследования, проведенные в этом направлении, подтвердили, что нарушение процессов интеграции хирургической сетки в ткани передней брюшной стенки является следствием различного строения материала, определяемого видом переплетения, линейной плотностью нити, наличием тех или иных изогнутых компонентов нити и их соединений (связей) [3], [4].

Идентификация хирургической сетки по названию не всегда позволяет специалистам найти достаточное количество обоснованных публикаций, чтобы правильно оценить ее структурные характеристики и биологические свойства. Любая трикотажная конструкция сетки на основании технологического анализа может быть отнесена к определенному классу и виду основовязанных переплетений (трико-сукно, атлас-атлас, сукно-атлас и др.) и таким образом установлена причинно-следственная связь между структурой и осложнением. Но, как нами было установлено, простейшее (из класса главных) переплетений трико-сукно может быть реализовано на множестве технологических решений, количество вариантов (мощность решения) составляет 64. Для того, чтобы упростить процедуру создания новых трикотажных структур, оптимизированных по

своим механическим и биологическим свойствам, требуется однозначная идентификация (уникальное имя) любого трикотажного переплетения с описанием структуры в компьютерной среде, выполненное не в семантической (языковой) форме, а в формализованном математическом виде.

Известно, что любая структура, состоящая из множества элементов, может быть рассмотрена как алгебраическая. При этом удобным аппаратом описания является матрица бинарных отношений [5]. Одна из основных задач поставленной работы сводится к определению повторяющейся структурной ячейки основовязаного полотна (structural knitted cell, SKC) и ее идентификации как совокупности базовых структурных элементов¹. Работа в основном была направлена на идентификацию регулярных (однородных) структур, содержащих повторяющиеся структурные ячейки трикотажного полотна в рамках исследований, связанных с применением основовязанных сеток в хирургии.

Для основовязанных переплетений (аналогично кулирным [6]) определено множество $M_e = \{e_i | i = 1, 2, \dots, E\}$ базовых структурных элементов $e_i \in M_e$, с учетом того, что они образуют ортогональное пространство признаков, могут быть параметрически заданы и при анализе определены в числовом виде.

При создании данного множества исходили из того, что элементами структуры трикотажа являются петли разного вида, а остовы являются элементами петель, поэтому они не были внесены во множество. Элементы множества созданы путем построения их из геометрических примитивов (дуг, отрезков, прямых) с учетом их геометрического сопряжения и соединения в более сложные конструкции. Они с большой вероятностью могут быть использованы при формировании различных структур основовязанных трикотажных переплетений.

¹ Обычно в качестве повторяющегося подмножества элементов рассматривают раппорт переплетения как повторяющуюся закономерность прокладывания нити при вязании полотна.

На основании анализа строения основовязанных переплетений можно выделить три вида петель (петли цепочки, петли поворотные и промежуточные). Петли, как известно, могут быть открытыми/закрытыми, правыми/левыми. Также определены два вида протяжек (диагональные и уточные). В случае прокладывания уточных нитей не на всю ширину полотна они образуют различного вида дуги в местах изменения направления. Эти элементы учтены при создании базового множества.

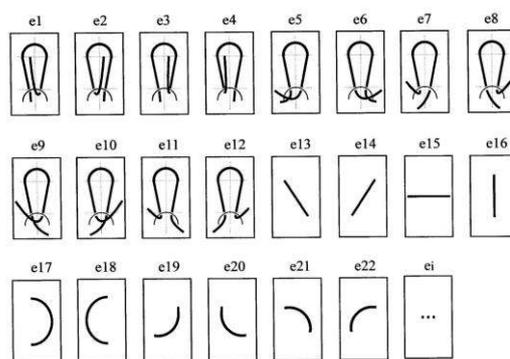


Рис. 1

Полученное множество M_e структурных элементов представлено на рис. 1. Оно состоит из 22 базовых элементов и может быть расширено.

На основании применения аппарата дискретных множеств можно однозначно формализовать переплетения в виде семантической конструкции (кортежа) $M_p = \langle T_h, M_e, R_e^{(s)}, K_x, K_y \rangle$ на элементном базисе $M_e = \{e_i | i = 1, 2, \dots, E\}$, где $R_e^{(s)}$ – отношение базовых элементов на матрице бинарных отношений (в общем виде s -арные), а K_x, K_y – координаты положения элементов в направлении осей x, y .

В результате развития теории и практики проектирования основовязанных переплетений и технологического оборудования для производства основовязаного полотна из множества элементов M_e созданы множества основовязанных базовых переплетений M_p , реализуя логическую схему проектирования $M_e \rightarrow M_p$. К таким базовым переплетениям могут быть отнесены

известные: цепочка, трико, сукно, шарме, атлас и др., комбинирование которых позволяет получать более сложные переплетения, множество M_k которых может быть представлено в виде матрицы бинарных отношений на более высокого уровня базовом множестве переплетений $M_p = \{p_j | j=1, 2, \dots, P\}$ (рис. 2 – матрица бинарных отношений M_k на множестве базовых переплетений M_p).

$M_k =$

M_p p_i	p_0	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	...
p_0	1							
p_1	ЦЕ-ПОЧКА (P1,P0)							
p_2	ТРИКО		ТРИКО-СУКНО (P2,P3)					
p_3	СУКНО			СУКНО-ШАРМЕ (P3,P4)				
p_4	ШАРМЕ							
p_5	АТЛАС							
p_6	УТОЧ-НЫЕ							
...	...							

Рис. 2

Каждой строке и столбцу сопоставлен элемент p_j множества M_p , таким образом, что любая клетка (i, j) матрицы может быть представлена в виде логического пересечения базовых переплетений, а более сложные конструкции – их суммирование.

Для отображения одинарных переплетений и комплексов, содержащих нечетное количество переменных, в матрицу был введен единичный элемент p_0 , так чтобы $p_j \cap p_0 = p_j$.

Таким образом, любое комбинированное переплетение на матрице бинарных отношений, аналогично кулирным переплетениям, может быть представлено в виде унарных, бинарных и n-арных отношений, отображая одно-, двух- и многогрбе-точные переплетения.

Если все переплетения отнести к комбинированию известных структур, то их множество будет представлено в виде $M_k = \langle M_p, R_p^{(s)} \rangle$, где $R_p = \bigcap \bigcup P_i P_j$, а индекс "s" характеризует арность отношений.

Таким образом, логически осуществляется переход с уровня множества M_e к множеству базовых переплетений M_p и множеству M_k , то есть $M_e \rightarrow M_p \rightarrow M_k$.

Такая модель позволяет определять мощность всех технологических решений на множестве структурных элементов $M_e = \{e_i | i = 1, 2, \dots, E\}$ и матрице бинарных отношений M_k базовых переплетений $M_p = \{p_j | j = 1, 2, \dots, P\}$, а также более продуктивно производить поиски новых решений и их параметрический расчет. Мощностью всех решений является декартово произведение множеств $M = M_k \times M_e$ в координатах раппорта R_b, R_h переплетений. Например, для переплетения трико-сукно мощность решения равна 64^2 .

Методология синтеза переплетений регулярных структур на матрице бинарных отношений реализована в виде компьютерной версии при работе в режиме экспертной системы на базе программы синтеза кулирных переплетений [6]. Указанная программа была модифицирована для визуализации и проектирования основывающихся переплетений.

Программа позволяет осуществлять "сборки" структурных элементов в комплексы (ячейки), реализовывать визуализацию полотна и отображать результаты синтеза в виде формализованной структуры. Результатом проектирования являются: размер раппорта переплетения R_b и R_h , количество и вид применяемых нитей t_h , количество элементов n в ячейке полотна и ее размер C_b и C_h (рис. 3 – окно программы по описанию и структурному синтезу основывающихся переплетений).

² При этом каждое переплетение имеет свое имя.

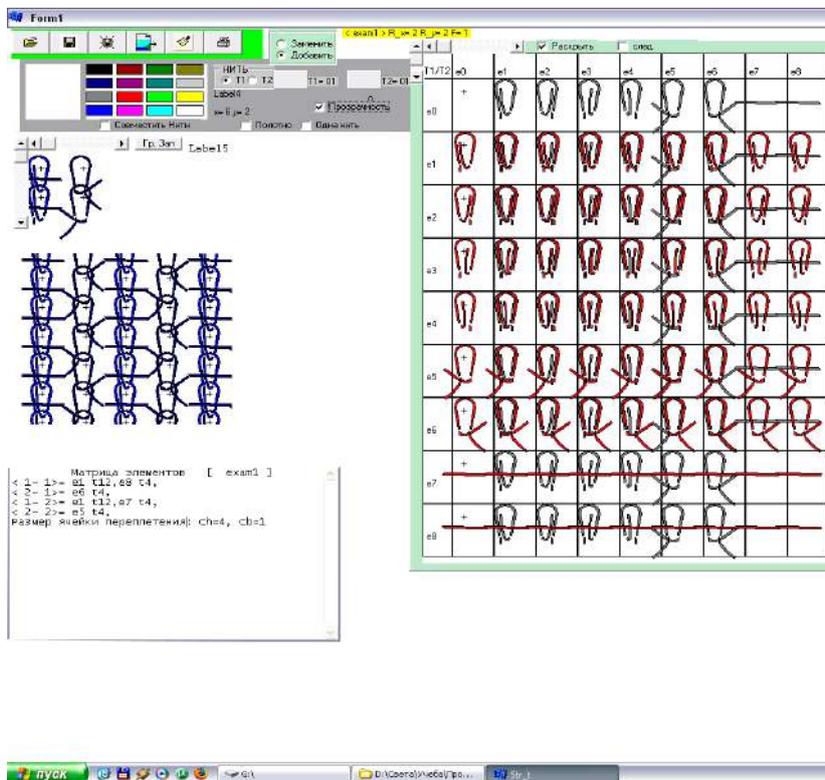


Рис. 3

Необходимо сказать, что раппорт прокладывания нитей R_b , R_h отличается по размерам от структурной ячейки C_b , C_h (единицы полотна)³. Например, для переплетения атлас, размер структурной ячейки $C_h = R_h = 4$, а $C_b = 1$, в то время как раппорт прокладывания нити: $R_b = 3$, а $R_h = 4$ (рис. 4 – размеры структурной ячейки полотна и раппорт прокладывания нити переплетения атлас).

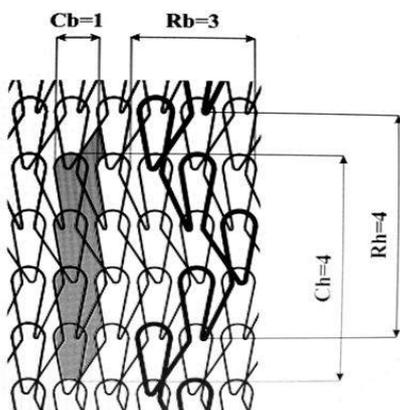


Рис. 4

³ Отметим, что свойства полотна определяются именно наличием определенных элементов и их связей в ячейке полотна.

Любое полученное решение как информационная модель может быть представлено в виде кортежа (упорядоченной совокупности) определяющих признаков:

$$\langle \text{переплетение } m_i \in M_k \rangle ::= \langle \text{имена элементов, } e_i \in E \rangle \langle \text{тип нити, } t_h \in T_h \rangle \langle \text{тип логического отношения, } R_c^{(s)} \rangle \langle \text{координаты } K_x, K_y \rangle,$$

которые единственным образом идентифицируют переплетение, в том числе определяют управляющую технологическую программу.

В качестве меры сложности структуры ячейки основязанных сеток и их сравнения можно вводить различные критерии, такие как характеристики пересечения элементов структуры, показатели защемления и др.

Если каждому элементу e_i базового множества, образующего структурную ячейку SKC, присвоить численное значение, представляется возможным рассчитать основные характеристики трикотажа. Исследование структурной ячейки позволяет анализировать: пористость, статистику микропор, пересечения элементов и др.,

как важные характеристики биологических свойств основовязанных сеток.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что существующее описание основовязанных переплетений базируется на формализованном описании, основанном на графическом и цифровом отображении процессов кладки нитей, то есть реализуется по схеме процесс→переплетение и относится к задаче анализа технологических возможностей существующих основовязальных машин. Указанный подход ограничивает возможность создания (синтеза) новых переплетений, процессов и технологических машин.

2. Уточнено базовое множество элементов структуры трикотажа как независимых переменных. Остовы петель рассмотрены как их элементы и выведены за пределы базового множества. Это позволило сократить количество переменных и найти мощность решений при синтезе переплетений. Уточнено базовое множество переплетений основовязанного трикотажа.

3. Предложено множество всех переплетений рассматривать на матрице бинарных отношений как унарные, бинарные и n-арные в зависимости от количества систем нитей, участвующих в процессе петлеобразования.

4. Показано, что структурные ячейки основовязанных трикотажных переплетений отличаются по координатам от раппорта прокладывания нитей в переплетении. Поскольку структурные элементы метриче-

ски определены, то по структурной ячейке представляется возможным проектировать параметры основовязанных полотен.

5. При гистологическом исследовании хирургических сеток установлено, что по координатам ячейки сетчатого полотна представляется возможным более точно определять тканевую реакцию с учетом элементов структуры переплетения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Conze J., Kingsnorth AN., Flament JB., Simmermacher R., Arlt G., Langer C., Schippers E., Hartley M., Schumpelick V.* Randomized clinical trial comparing lightweight composite mesh with polyester or polypropylene mesh for incisional hernia repair. // *Br J Surg.* – 2005. Dec. 92(12). P.1488...1493.

2. *Klosterhalfen B., Junge K., Klinge U.* The lightweight and large porous mesh concept for hernia repair. // *Expert Rev Med Devices.* – 2005. Jan. 2(1). P.103...117. Review.

3. *Ануров М.В., Титкова С.М., Цитович И.Г., Галушкина Н.В.* Влияние текстильной структуры сетчатых эндопротезов на эффективность реконструкции передней брюшной стенки в эксперименте // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.* – 2008.

4. *Conze J., Rosch R., Klinge U., Weiss C., Anurov M., Titkova S., Oettinger A., Schumpelick V.* Polypropylene in the ultra-abdominal position: influence of pore size and surface area. // *Hernia.* – 2004. Dec. 8(4). P.365...372.

5. *Горбатов В.А.* Основы дискретной математики: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 1986.

6. *Цитович И.Г., Андреев А.Ф., Галушкина Н.В.* // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2007, №1. С.74...80.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 07.10.08.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Г.В. БАШКОВА, А.П. БАШКОВ, Д.А. АЛЕШИНА, И.Ю. НАТЕРТЫШЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

При использовании трикотажных полотен в качестве текстильной основы для композитных материалов важно знать, как поведет себя полотно того или иного переплетения при объемном формовании композитного изделия, а также при дальнейшей эксплуатации под действием многоцикловых или разрушающих нагрузок. Для прогнозирования деформации полотен или оболочек используется метод разбиения всей поверхности на элементарные треугольники или четырехугольники, то есть представление оболочки в виде кусочно-непрерывной поверхности [1]. При этом внутри элементарной площадки деформационные свойства изотропны как в однородной среде. Этот метод пригоден для анализа тканых структур, поскольку в данном случае можно пренебречь иерархическим построением структуры и считать растяжимость полотна сопоставимой с растяжимостью нитей (это возможно толь-

ко при направлении растягивающего усилия вдоль осей нитей основы и утка). Трикотажные полотна по сравнению с тканью имеют большую растяжимость, поскольку в трикотажной петле при общей деформации происходит не только растяжение нити, но и ее изгиб, с перемещением точек фиксации между нитями соседних петель и увеличением размеров самой петли. Поэтому перед рассмотрением деформации всего полотна необходимо проанализировать упругие свойства элементарной ячейки, которые не могут быть изотропными. Как и многие текстильные полотна, трикотаж можно представить в виде плоской сетки или в виде ячеистой структуры. Ячейку, то есть петлю, можно рассматривать как элемент, состоящий из упругих стержней, имитирующих нити, и шарниров, имитирующих точки изгиба и контакта с нитями соседних петель, на который воздействуют растягивающие усилия.

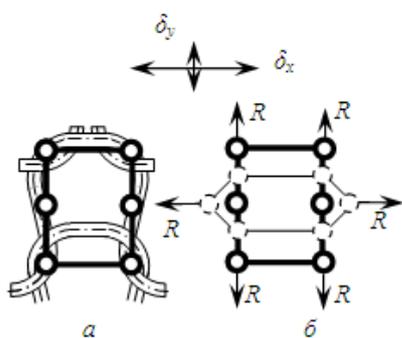


Рис. 1

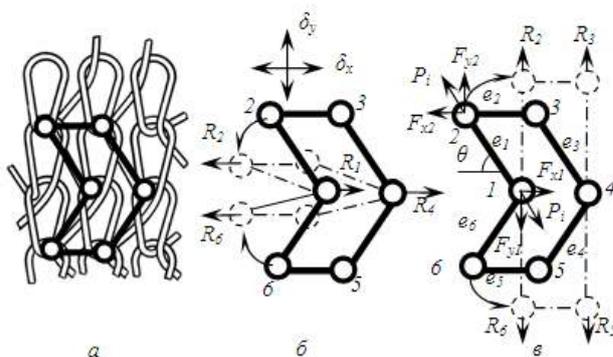


Рис. 2

На рис. 1 и 2 представлены структуры кулирного (рис. 1) и основовязаного (рис. 2) трикотажа (трико) и их шарнирностержневые эквиваленты соответственно. Можно считать, что в кулирном трикотаже петля уже находится в состоянии, близком к предельному, поэтому при продольных нагрузках растяжение значительно ниже,

чем при поперечных (рис. 1-б). Напротив, в петле основовязаного трикотажа в отсутствии нагрузки стержневые элементы находятся в среднем положении (рис. 2-б, в), поэтому растяжимость этой структуры в продольном и поперечном направлениях практически одинакова. Кроме этого, угол перегиба нитей в узлах значительно мень-

ше, а значит меньше силы трения между ними, и за счет этого длина стержней при нагрузке изменяется больше. Следовательно, основовязанный трикотаж более эластичен и поэтому предпочтителен при использовании в качестве текстильной основы композитных материалов, особенно при формовании трехмерных деталей.

Механические свойства ячейки основовязанной структуры в соответствии с методом конечных элементов можно представить в виде матрицы жесткости. Приложим к элементарной ячейке нагрузку R (рис. 2-в). Тогда на типовой элемент ячейки (стержень e_1) в шарнирах действуют силы F_1 и F_2 , которые являются результирующими сил трения в узлах и упругих сил в стержнях. В двумерном пространстве это будут их проекции на координатные оси F_{x1} , F_{y1} и F_{x2} , F_{y2} . При этом смещение

узлов элемента от исходного положения в проекциях на координатные оси обозначим δ_{x1} , δ_{y1} и δ_{x2} , δ_{y2} . В матричной форме силы и смещения будут выглядеть так:

$$F^{e_1} = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{bmatrix}^{e_1} = \begin{bmatrix} F_{x1} \\ F_{y1} \\ F_{x2} \\ F_{y2} \end{bmatrix}^{e_1}, \quad \delta^{e_1} = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \end{bmatrix}^{e_1} = \begin{bmatrix} \delta_{x1} \\ \delta_{y1} \\ \delta_{x2} \\ \delta_{y2} \end{bmatrix}^{e_1}. \quad (1)$$

Деформация стержня ненагруженной длины ℓ определяется величиной

$$\left[(\delta_{x2} - \delta_{x1}) \cos \theta + (\delta_{y2} - \delta_{y1}) \sin \theta \right] / \ell.$$

Тогда продольная сила P , приложенная к стержню, будет определяться выражением:

$$P_i = \frac{|\lambda s - akf|}{\ell} \left[(\delta_{x2} - \delta_{x1}) \cos \theta + (\delta_{y2} - \delta_{y1}) \sin \theta \right], \quad (2)$$

где s – площадь поперечного сечения стержня (нити); λ – модуль упругости нити; k – коэффициент трения между нитями в узлах ячейки; f – площадь поверхности трения; a – коэффициент, учитывающий увеличение трения между нитями в узлах по мере их натяжения при деформации ячейки, $a = a(\delta_{xi}, \delta_{yi})$.

Компоненты продольной силы P_i могут быть приравнены к компонентам шарнир-

ных сил F_i , тогда

$$F^{e_1} = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{bmatrix}^{e_1} = \begin{bmatrix} F_{x1} \\ F_{y1} \\ F_{x2} \\ F_{y2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -P \cos \theta \\ -P \sin \theta \\ P \cos \theta \\ P \sin \theta \end{bmatrix}^{e_1}. \quad (3)$$

Используя выражение (2), можно записать:

$$\begin{aligned} F_{x1} &= \frac{|\lambda s - akf|}{\ell} \left[-(\delta_{x2} - \delta_{x1}) \cos^2 \theta - (\delta_{y2} - \delta_{y1}) \sin \theta \cos \theta \right] = \\ &= \frac{|\lambda s - akf|}{\ell} \left[\cos^2 \theta \delta_{x1} + \sin \theta \cos \theta \delta_{y1} - \cos^2 \theta \delta_{x2} - \sin \theta \cos \theta \delta_{y2} \right]. \end{aligned} \quad (4)$$

В матричном виде выражение (4) за-

писывается следующим образом:

$$F_{x1} = \frac{|\lambda s - akf|}{\ell} \begin{bmatrix} \cos^2 \theta, \sin \theta \cos \theta - \cos^2 \theta - \sin \theta \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_{x1} \\ \delta_{y1} \\ \delta_{x2} \\ \delta_{y2} \end{bmatrix} \quad (5)$$

или

$$F^{e_1} = \frac{|\lambda s - akf|}{\ell} \begin{bmatrix} \cos^2 \theta & \sin \theta \cos \theta & -\cos^2 \theta & -\sin \theta \cos \theta \\ \sin \theta \cos \theta & \sin^2 \theta & -\sin \theta \cos \theta & -\sin^2 \theta \\ -\cos^2 \theta & -\sin \theta \cos \theta & \cos^2 \theta & \sin \theta \cos \theta \\ -\sin \theta \cos \theta & -\sin^2 \theta & \sin \theta \cos \theta & \sin^2 \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_{x1} \\ \delta_{y1} \\ \delta_{x2} \\ \delta_{y2} \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Обозначив

$$K_{ij} = \frac{|\lambda s - akf|}{\ell} [\cos^2 \theta, \sin \theta \cos \theta - \cos^2 \theta - \sin \theta \cos \theta],$$

Получим:

$$F^{e_1} = \begin{bmatrix} F_{x1} \\ F_{y1} \\ F_{x2} \\ F_{y2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{x1x1} & K_{x1y1} & K_{x1x2} & K_{x1y2} \\ K_{y1x1} & K_{y1y1} & K_{y1x2} & K_{y1y2} \\ K_{x2x1} & K_{x2y1} & K_{x2x2} & K_{x2y2} \\ K_{y2x1} & K_{y2y1} & K_{y2x2} & K_{y2y2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_{x1} \\ \delta_{y1} \\ \delta_{x2} \\ \delta_{y2} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Если матрица в выражении (7) симметрична, то можно записать матричное выражение для элемента e_1

$$F^{e_1} = \begin{bmatrix} K_{11}^{e_1} & K_{12}^{e_1} \\ K_{21}^{e_1} & K_{22}^{e_1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \end{bmatrix}, \quad (8)$$

где квадратная матрица коэффициентов K_{ij} представляет собой матрицу жесткости

$$F^{e_1} = \begin{bmatrix} 0 \\ F_1^{e_1} \\ F_2^{e_1} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & K_{11}^{e_1} & K_{12}^{e_1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & K_{21}^{e_1} & K_{22}^{e_1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \end{bmatrix}, \quad (9)$$

которое также может быть представлено в виде:

$$F^e = k^{e_1} \bar{\delta}, \quad (10)$$

где k^{e_1} – расширенная матрица жесткости элемента; $\bar{\delta}$ – вектор узловых смещений системы.

Внешние силы R_1, R_i, \dots, R_6 для каждого i -го узла могут быть выражены через век-

торную сумму их компонентов F_1, F_i, \dots, F_6 в проекциях на оси x и y , то есть

$$R_{xi} = \sum_{i=1}^6 F_{xi}^{e_i}, \quad R_{yi} = \sum_{i=1}^6 F_{yi}^{e_i},$$

Ошибка! Ошибка связи. $R_i = \begin{bmatrix} R_{xi} \\ R_{yi} \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^6 \begin{bmatrix} F_{xi}^{e_i} \\ F_{yi}^{e_i} \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^6 F^e. \quad (11)$

Результирующая система уравнений в матричном виде может быть записана следующим образом:

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ R_6 \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^6 \begin{bmatrix} F_1^e \\ F_2^e \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ F_6^e \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^6 F^e. \quad (12)$$

Подставив выражение (10) в (12), получим:

$$R = \sum_{i=1}^6 k^{ei} \bar{\delta} = K \bar{\delta}, \quad (13)$$

где матрица $K = \sum_{i=1}^6 k^{ei}$ есть матрица жесткости системы, полученная за счет поэлементного объединения матричных уравнений элементов e_i . Поскольку размеры и упругие свойства стержней могут быть за-

даны в зависимости от вида трикотажного переплетения и самой нити, то все матричные элементы k^{ei} могут быть вычислены с использованием уравнений (7)...(10). Если приложенные усилия R_2, R_3 и смещения δ_2, δ_3 при продольном растяжении известны, то система уравнений (13) может быть решена последовательным исключением, обращением матрицы или выполнением итераций для неизвестных смещений, например, δ_1, δ_4 и реакций R_1, R_4 .

Матричные операции и наглядное представление данной модели как стержневой системы можно реализовать в программной среде MatLab 6.5. Поскольку петля симметрична, на первом этапе в приложении Simulink 4.0 создана динамическая имитационная модель полупетли (рис. 3 – блок-схема имитационной динамической модели полупетли), которая позволяет прогнозировать поведение элемента трикотажной основы композитного материала под воздействием многоцикловых и разрушающих нагрузок (блок IC).

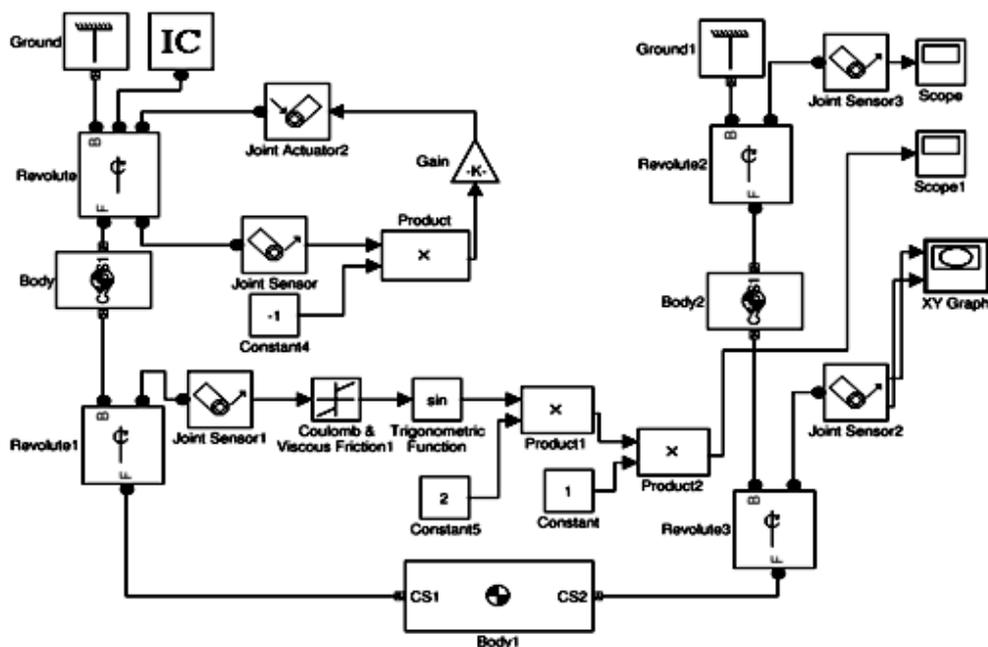


Рис. 3

Задавая в полученной модели жесткость и упругость нити, размер элементов петли (блоки Body), углы поворота (блоки Revolute) и силы трения между нитями

(правая цепочка от блока Revolute 1), можно подобрать оптимальные параметры текстильной основы композита для различных областей применения. Блок XY Graph

позволяет получить фазовый портрет перемещения узлов 2, 3 (рис. 4). Блоки Score и Score 1 выводят осциллограммы возмущающих воздействий (рис. 5 – осциллограммы динамики в узле 1: 1 – угла поворота; 2 – угловой скорости; 3 – углового ускорения) и сил трения в узлах (рис. 6 – осциллограмма сил трения в узлах 2 и 3).

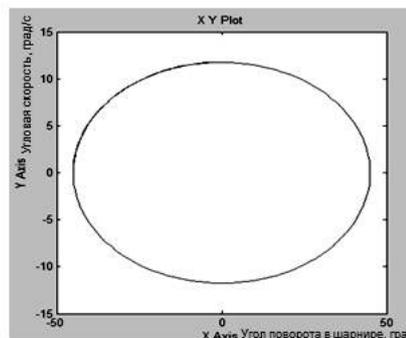


Рис. 4

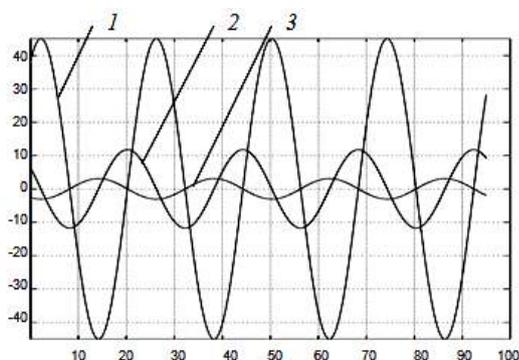


Рис. 5

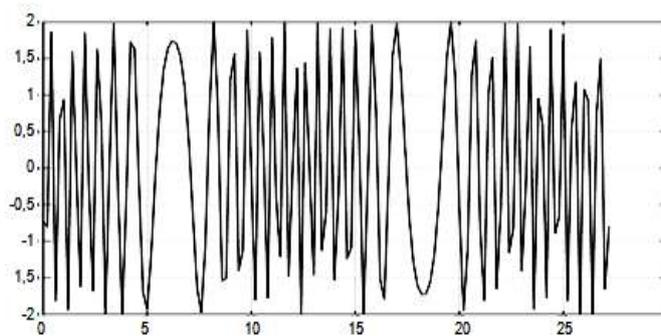


Рис. 6

ВЫВОДЫ

1. Использование метода конечных элементов для представления структуры трикотажного полотна позволяет производить ее механические расчеты при различных видах нагрузки.

2. Динамическая имитационная модель трикотажной петли, полученная в рамках метода конечных элементов, позволяет прогнозировать механические свойства

трикотажа при различных параметрах исходной нити и структуры полотна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стренг Г., Фикс Дж. Теория метода конечных элементов / Перевод с англ. В.И. Агошкова, под ред. Г.И. Марчука. – М.: Мир, 1977.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 20.04.09.

УДК 687.016

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ
ВОРОТНИКОВ МУЖСКИХ СОРОЧЕК
С ПОМОЩЬЮ КОНСТРУКТИВНЫХ ЛИНИЙ***ЯН ЦЗЯ, В.Е.КУЗЬМИЧЕВ***(Ивановская государственная текстильная академия)**

Объемно-пространственная форма одежды является результатом совместного проявления тектоники пакета материалов, геометрической формы деталей, выбранных способов принудительного преобразования их из плоского состояния в трехмерное и особого влияния мест соединений срезов смежных деталей. Варианты таких соединений разнообразны и включают как простейшие виды (прямой срез + прямой срез), которые не приводят к изменению формы соединяемых плоских поверхностей деталей одежды, так и наиболее сложные виды (выпуклый срез + вогнутый срез с разными радиусами кривизны). В последних вариантах ниточного соединения могут быть получены самые разнообразные формы и профильные трехмерные поверхности.

Конструктивные линии (срезы деталей) являются самым доступным и мощным средством для формообразования деталей и мест их соединений. Даже при внешней кажущейся адекватности геометрических форм одной и той же детали, обладающей признаками моды определенного периода времени, можно получать самые разнообразные формы узлов за счет незначительного изменения конфигурации срезов соединяемых деталей. К настоящему времени достаточно полно изучен процесс формообразования деталей одежды на опорных поверхностях фигуры и отдельных узлов за счет использования линий членения [1].

Предварительный анализ опубликованных источников информации [2] показал,

что конфигурация контурных линий деталей воротника мужской сорочки не служила объектом научных исследований. Рекомендации по оформлению контурных линий, содержащиеся в практических руководствах по конструированию, носят зачастую неаргументированный характер и отражают модные тенденции. Например, в исходные данные для проектирования воротников в большинстве методик конструирования традиционно включают длину линии горловины стана, высоту стойки, ширину отлета и модельные особенности воротника (длину боковых сторон, угол в концах отлета). Показатели будущей пространственной формы воротника, а именно расположение стойки относительно шеи спереди, взаимное расположение концов стойки и отлета, не входят в базу исходных данных. Вместе с тем эти показатели определяют и особенности ношения сорочек, и влияют на выбор аксессуаров (в частности, ширину узла галстука), и тесно связаны с оформлением пиджака (в частности, шириной лацканов, положением первой петли в центральной застежке полочек). Поэтому установление условий целенаправленного проектирования внешней формы воротника мужской сорочки является составной частью общей проблемы согласованного проектирования всего костюма.

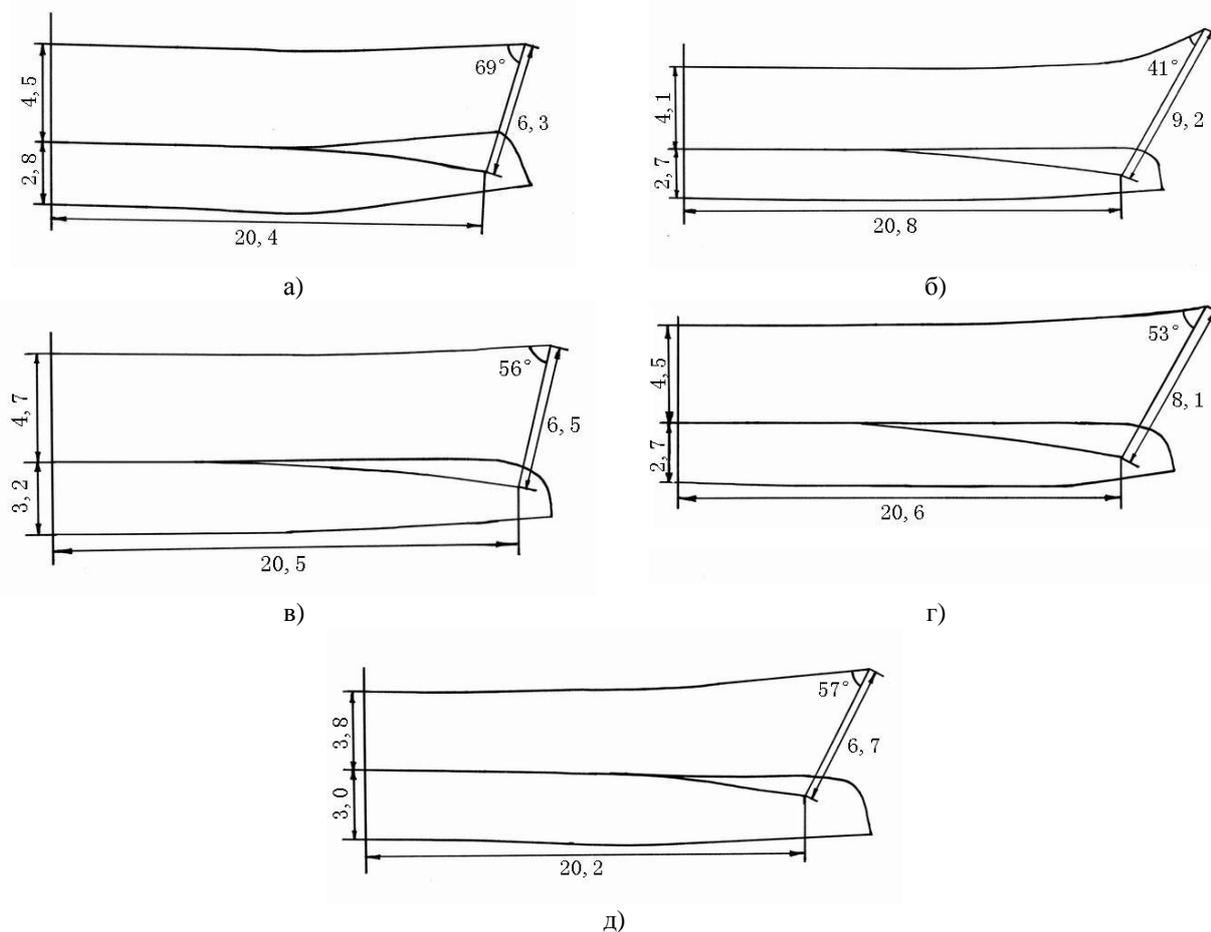
Целью работы явилось обоснование и расширение базы исходных данных для проектирования воротников с желаемой объемно-силуэтной формой и аналитиче-

ской реконструкции воротников мужских сорочек

В качестве объектов в настоящем исследовании были выбраны реальные воротники с отрезной стойкой; чертежи конструкций деталей; фотографии моделей сорочек. Исследовались воротники, предназначенные для ношения без галстуков и имеющие близкую к прямолинейной конфигурацию верхней линии отлета для исключения влияния модельных особенностей.

На первом этапе были изучены чертежи конструкций стана и воротников сорочек, собранных из российских и китайских книг и журналов мод, за период 1962-

2007 гг. для определения линий, наиболее часто редактируемых конструкторами при поиске модных решений. Для этого чертежи деталей стойки и отлета вписывали в типовую базисную сетку по единой схеме, измеряли конструктивные параметры. После математической обработки результатов для каждого десятилетия моды были выбраны типичные значения параметров и варианты оформления линий. На рис.1 показаны типичные схемы чертежей стойки и отлета для разных десятилетий моды (а – 1960-е, б – 1970-е, в – 1980-е, г – 1990-е, д – 2000-е; значения параметров указаны в сантиметрах).



д)
Рис. 1

На основании изучения чертежей и анализа алгоритмов их построения по разным методикам были выделены наиболее изменчивые линии стойки и отлета. Для количественной характеристики и описа-

ния линий была разработана номенклатура конструктивных параметров и предложены такие схемы их измерения, чтобы результаты измерений в дальнейшем можно было использовать при построении чертежей

конструкций. Все линии, участвующие в формировании узла «воротник + горловина», были разделены нами на 3 группы:

1) линии со стабильной конфигурацией, не зависящие от моды и не влияющие на объемно-силуэтную форму. К ним отнесены линии горловины спинки и полочки;

2) линии с нестабильной конфигурацией, влияющие на внешнюю форму отлета. К ним отнесены верхняя и боковая линии отлета;

3) линии с нестабильной конфигурацией, являющиеся средствами внутреннего

формообразования стойки и отлета; К ним отнесены линии сопряжения стойки и отлета, втачивания стойки в горловину.

Основанием для отнесения линий к возможным группам – со стабильной или нестабильной конфигурацией – служили значения коэффициентов вариальности конструктивных параметров.

В табл. 1 приведены численные значения конструктивных параметров контурных линий деталей воротника мужской сорочки для размера 176-100-88 (Ош = 41 см) в период 1962-2007 гг.

Таблица 1

Группа линий	Наименование линии	Форма линии	Конструктивные параметры и интервалы их изменения, см	Коэффициент вариальности
1. Со стабильной конфигурацией	Линия горловины спинки		a = 7,2...9,5	0,28
	Линия горловины полочки		c = 7,1...8,7	0,2
			d = 5,5...9,5	0,53
	2. С нестабильной конфигурацией линий для внешнего формообразования отлета	Верхняя линия отлета		e = 22...26
Боковая линия отлета			f = 0,1...3,4	1,89
			alpha = 46...75°	0,48
Боковая линия отлета			g = 1,5...7,2	1,31
			i = 6,8...8	0,16
3. С нестабильной конфигурацией линий для внутреннего формообразования стойки и отлета		Линия притачивания отлета к стойке (нижняя линия отлета)		j = 20,4...21,3
	Линия притачивания стойки к отлету (верхняя линия стойки)		k = 2,2...8,8	1,2
			l = 1,4...2,6	0,6
	Линия притачивания стойки к отлету (верхняя линия стойки)		m = 20,3...21,5	0,1
			n = 2...12,2	1,43
	Нижняя линия отлета		o = -2,6...1,9	1,29
			p = 6,4...16,8	0,9
	Нижняя линия отлета		q = 20,3...22,5	0,1

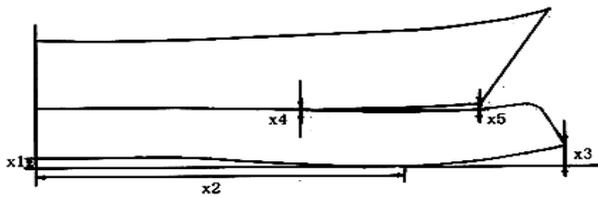


Рис. 2

В качестве управляемых факторов процесса формообразования воротника были выбраны (рис. 2 – схема измерения конструктивных параметров чертежа воротника):

для нижней линии стойки:

- величина прогиба середины нижней линии x_1 ,
- расстояние от середины стойки до точки касания нижней линии с горизонталью x_2 ,
- величина подъема конечной точки нижней линии над горизонталью x_3 ;

для нижней линии отлета:

- раствор вытачки x_4 между верхней линией стойки и нижней линией отлета, измеренный над плечевым швом;
- величина захода конечной точки нижней линии отлета на стойку x_5 .

На втором этапе исследовали объемно-пространственное положение воротника вокруг шеи. Объемно-пространственную форму воротника изучали не в застегнутом виде, а при расстегнутых пуговицах: на стойке и на застежке. На наш взгляд, именно при таких условиях под влиянием линий внутреннего формообразования и упругих свойствах пакета материалов воротник приобретает устойчивую пространственную форму. По результатам исследований фотографий из журналов мод была определена изменчивость геометрических параметров:

- расстояние между концами стойки $h_1 = 1,2 \dots 14$ см;
- расстояние между углами концов отлета $h_2 = 3,5 \dots 26,7$ см.

Таким образом, по независимым выборкам были сформированы две базы данных, относящиеся к конструктивному устройству воротников и их объемно-пространственной форме.

На третьем этапе исследовали связи, существующие между двумя группами параметров: геометрическими, относящимися к внешней форме, и конструктивными, относящимися к чертежу конструкции. Для установления связей между параметрами обеих баз данных было изготовлено 64 воротника с одинаковым конструктивным устройством, но с разными параметрами конструктивных линий. Постоянными были взяты следующие параметры: высота стойки 3,5 см; ширина отлета 4,5 см; угол между боковой стороной и внешней линией отлета $\alpha = 67$ град; длина боковой стороны отлета 7,5 см. Интервалы варьирования остальных параметров составили (см): $x_1 = 0 \dots 1,3$; $x_2 = 6,4 \dots 21,5$; $x_3 = 0 \dots 3,5$; $x_4 = 0 \dots 8$; $x_5 = -0,5 \dots 2,7$.

Конструкция воротника включала четыре детали из основного материала: верхнюю и нижнюю стойки, верхний и нижний отлет и две детали из термостойкого прокладочного материала в стойку и отлет. После раскроя деталей изготавливали воротник, формировали линию горловины стана, фиксировали узел «горловина-воротник» на фигуре и измеряли параметры внешней формы.

Результаты эксперимента были обработаны с помощью метода корреляционно-регрессионного анализа. Критический коэффициент корреляции для объема выборки $f = n - 2 = 62$ и доверительной вероятности 95 % равен 0,1071. Полученные уравнения приведены ниже (табл. 2 – зависимости между геометрическими и конструктивными параметрами воротников).

Из табл. 2 следует, что увеличение расхождения концов стойки h_1 может быть получено при построении ее чертежа путем увеличения прогиба посередине x_1 , перемещения точки касания с горизонтальной линией базисной сетки x_2 дальше от линии середины и уменьшения величины подъема нижней линии стойки спереди x_3 . Таким условиям отвечает нижняя линия, состоящая из двух участков: со стороны спинки – максимально искривленная и увеличенная по длине, а со стороны полочки – близкая к прямолинейной.

Входной параметр	Выходной параметр	Коэффициент линейной корреляции	Уравнение с границами тренда
h_1	x_1	0,3976	$x_1 = (0,05 h_1 + 0,2) \pm 0,8$
	x_2	0,3137	$x_2 = (0,28 h_1 + 13,3) \pm 5,5$
	x_3	-0,3781	$x_3 = (1,7 - 0,08 h_1) \pm 1,2$
h_2	x_4	-0,2992	$x_4 = (0,35 - 0,01 h_2) \pm 0,5$
	x_5	0,3047	$x_5 = (0,4 h_2 + 1,1) \pm 1,5$

Максимальное расхождение концов отлета h_2 может быть получено при следующем оформлении нижней линии отлета: со стороны спинки – использование линии, близкой к прямолинейной (минимальный раствор вытачки x_4), а со стороны полочки – сильно искривленной линии за увеличения ее захода на стойку x_5 . Прямо противоположные эффекты будут получены при выполнении обратных действий.

Таким образом, конфигурация нижней линии стойки влияет на расположение стойки относительно шеи, а конфигурация сопрягаемых линий стойки и отлета – на расположение отлета относительно стойки. Установленные закономерности и математические зависимости могут быть использованы для построения линий стойки и отлета, в зависимости от требуемых показателей внешнего вида воротника в готовом виде.

Полученная система уравнений позволяет решать:

– прямую задачу, то есть строить чертежи конструкций воротников путем включения в исходные данные геометрических параметров желаемой формы воротников;

– обратную задачу, то есть проводить аналитическую реконструкцию чертежей деталей воротников по визуальным образам (фотографиям, эскизам, техническим рисункам). Ошибка реконструкции конструктивных параметров после проведения контрольных экспериментов составила $\pm 0,1 \dots 0,15$ см (для параметра $x_2 = \pm 1 \dots 1,5$ см).

Таким образом, доказана возможность включения параметров объемно-

пространственного положения готового воротника в базу исходных данных для построения чертежей деталей стойки и отлета и управления их формой под влиянием конфигурации конструктивных линий.

ВЫВОДЫ

1. Установлены закономерности формообразования воротников мужских сорочек под влиянием изменения конфигурации контурных линий стойки и отлета.

2. Разработана новая база исходных данных для проектирования и аналитической реконструкции воротников мужских сорочек путем включения в нее геометрических параметров первоначальных визуальных образов, заданных в виде фотографий, эскизов, технических рисунков, и системы формализованных зависимостей, существующих между параметрами контурных линий деталей и формой воротников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лю Жуну. Основы конструирования и технологии одежды. – Пекин: Китайское текстильное издательство, 1996. С.108.
2. Коблякова Е.Б. Конструирование одежды с элементами САПР: Учеб. пособие для вузов / Е.Б. Коблякова, Г.С.Ивлева, В.Е. Романов и др. – М.: Легпромбытиздат, 1988. С. 143.
3. Булатова Е.Б., Евсеева М.Н. Конструирование моделирование одежды: Учеб. пособие для вузов. – М.: ИЦ «Академия», 2004. С. 81.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 06.04.09.

УДК 677.054

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА РАЗВИТИЯ
ФУНКЦИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ВЕДОМОГО ЗВЕНА
КУЛАЧКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ТКАЦКОЙ МАШИНЫ**

В.А. МАКАРОВ, Е.Н. ХОЗИНА, П.Г. РОМАНОВ, О.С. КОВАЛЕВА

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

В настоящее время, несмотря на широкое распространение пневматических и рапирных ткацких машин, большая часть ткацких фабрик России оснащена ткацкими машинами с малогабаритными прокладчиками утка (ТМ с МП) типа СТБ и СТБУ, выпускаемыми ОАО "Текстильмаш" (г. Чебоксары).

Ткацкая машина с МП представляет собой сложную систему, состоящую из отдельных механизмов и узлов, взаимодействие которых осуществляется согласно цикловой диаграмме (ЦД) машины.

Для осуществления заданного технологического процесса большинство механизмов ТМ с МП оснащено кулачковым приводом.

Важнейшей задачей при проектировании кулачкового привода является синтез закона движения его ведомого звена. Закон движения ведомого звена представляет собой функциональную зависимость между линейным s (или угловым θ) перемещением, линейной v (или угловой ω) скоростью, линейным a (или угловым ε) ускорением ведомого звена и углом поворота ведущего звена φ .

При проектировании кулачкового механизма необходимо учитывать также характер изменения третьей производной перемещения, то есть пульс. Этот параметр позволяет оценить законы движения с точки зрения их динамических характеристик.

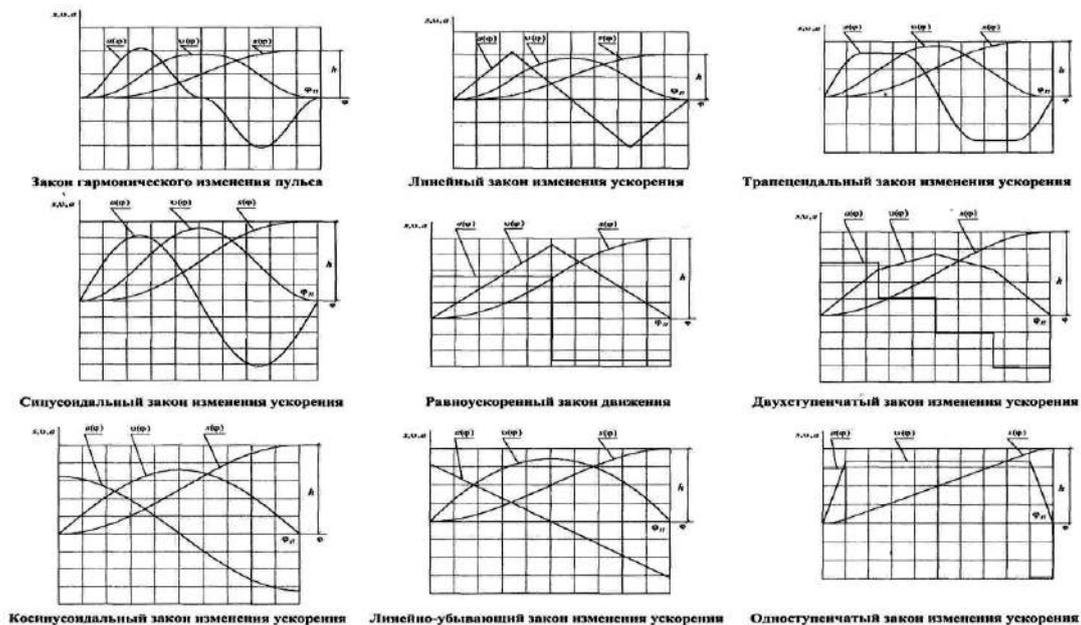


Рис. 1

В работе рассмотрены возможные законы движения симметричного вида (рис. 1), применяемые в кулачковых приводах боевого, батанного, зевобразовательного и ряда других механизмов ТМ с МП, где $s(\varphi)$ – перемещение, $v(\varphi)$ – аналог скорости, $a(\varphi)$ – аналог ускорения ведомого звена кулачкового механизма, h – максимальное перемещение ведомого звена, Φ_{Π} – цикловой угол (ЦУ) движения ведомого звена согласно ЦД. Под ЦУ будем понимать угол поворота главного вала машины (ГВМ), при котором в соответствии с заданным технологическим процессом согласно ЦД ТМ осуществляется движение рабочего органа.

Традиционно при проектировании ЦД последовательно работающих механизмов стыковка их ЦД осуществляется по функциям ускорения, причем конец функции ускорения одного механизма является началом функции ускорения другого. Основными условиями при выборе закона движения является отсутствие как жестких, так и мягких ударов, а также максимальная величина ускорения ведомого звена [1], причем значение последней зависит от величины ЦУ Φ_{Π} , значения максимального перемещения h ведомого звена механизма, а также частоты вращения ГВМ $n_{\text{ГВМ}}$.

С целью снижения амплитуды ускорения ведомых звеньев при увеличении частоты вращения ГВМ необходимо увеличивать время, отводимое по ЦД на работу отдельных цикловых механизмов ТМ.

Следует отметить, что согласно ЦД механизмы ТМ с МП могут осуществлять свое движение параллельно, последовательно и последовательно-параллельно. Параллельная и последовательно-параллельная работа механизмов наиболее рациональна с точки зрения использования времени на выполнение определенных технологических операций. Исполнительные органы только двух механизмов ТМ с МП – боевого и батанного – осуществляют движение строго последовательно, что обусловлено особенностями технологии однопроцессного ткачества.

Если механизмы работают последовательно, то увеличение времени, а значит и увеличение ЦУ работы одного механизма ведет к уменьшению ЦУ движения другого. Так, увеличение ЦУ полета прокладчика $\Phi_{\text{Пл}}$ с увеличением заправочной ширины машины с целью повышения ее производительности [2] ведет к уменьшению ЦУ работы батана $\Phi_{\text{бат}}$. Следствием этого является возникновение значительных инерционных нагрузок в звеньях батанного механизма, что, в свою очередь, влияет на динамику работы всей ткацкой машины в целом.

Таким образом, увеличение ЦУ движения рабочего органа отдельного механизма с целью снижения амплитуды его ускорения не дает возможности существенно увеличить скорость всей машины и поднять ее производительность, поскольку уменьшение амплитуды ускорения звеньев отдельно выбранного механизма всегда ведет к перегрузке других механизмов и всей машины в целом.

Однако возможен баланс по нагрузкам в цепи основных звеньев последовательно работающих механизмов. Такой баланс, с учетом оптимального выбора законов движения каждого из них, обеспечит равнопрочность механизмов, повышение частоты вращения ГВМ и, следовательно, позволит повысить производительность ТМ с МП.

Проведенное исследование показало, что связанное с особенностью технологического процесса ткачества [3], [4] увеличение ЦУ движения последовательно работающих механизмов без нарушения работы других механизмов возможно благодаря введению дополнительных условий на перемещение в начале и в конце фаз движения ведомого звена кулачкового механизма. Вводимое условие позволит учесть так называемую "зону нечувствительности" механизма при перемещении его исполнительного органа.

Под "зоной нечувствительности" при перемещении ведомого звена кулачкового механизма будем понимать величину ЦУ поворота $\Phi_{\text{нч}}$ ГВМ, при котором перемещение S рабочего органа механизма не

превышает некоторой допустимой величины $\Delta s_{\text{доп}}$:

$$s(\varphi_{\text{нч}}) \leq \Delta s_{\text{доп}} \quad (1)$$

Величина угла $\varphi_{\text{нч}}$ может быть выражена в градусах угла поворота ГВМ или в процентах от перемещения.

Опыт текстильных предприятий показывает, что допустимая величина перемещения $\Delta s_{\text{доп}}$ определяется видом технологического процесса, допусками на изготовление деталей механизма и их жесткостью, величиной зазоров в кинематических парах. Величины установочных зазоров, зазоров в шарнирах, условных зазоров в соединениях и зазоров, приведенных к ведущему звену механизма, представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование механизма	Зазоры по конструкторской документации			Приведенный зазор		
		в паре кулачок-ролик, мм	в подвижном шарнире, мм	в неподвижном шарнире, мм	зазор в соединительном элементе, мм	к ведущему звену, мм	к ведущему звену, %
1	Батан	0,045	0,084	0,036	0,035	0,305	1,25
2	Боевой	0,000	0,067	0,056	0,035	0,594	3,25
3	Возвратчик прокладчика	0,065	0,067	0,076	0,045	0,453	2,35
4	Зевообразующий	0,080	0,084	0,076	0,052	1,442	5,15
5	Кромкообразователь	0,065	0,067	0,064	0,052	0,463	1,55

Анализ табл. 1 показал, что даже для наиболее простого механизма ТМ – батанного, работающего в наилучших по сравнению с другими условиях масляной ванны и жидкостного трения, приведенный зазор составляет 1,25% от приведенного перемещения. У остальных механизмов это соотношение изменяется от 1,5 до 5,2% (по конструкторской документации), кро-

ме того оно растет по мере увеличения времени эксплуатации ТМ.

Для оценки величины "зоны нечувствительности" для рассматриваемых законов движения (рис. 1) были построены графики перемещения исполнительного органа при различных законах движения ведомого звена (рис. 2).

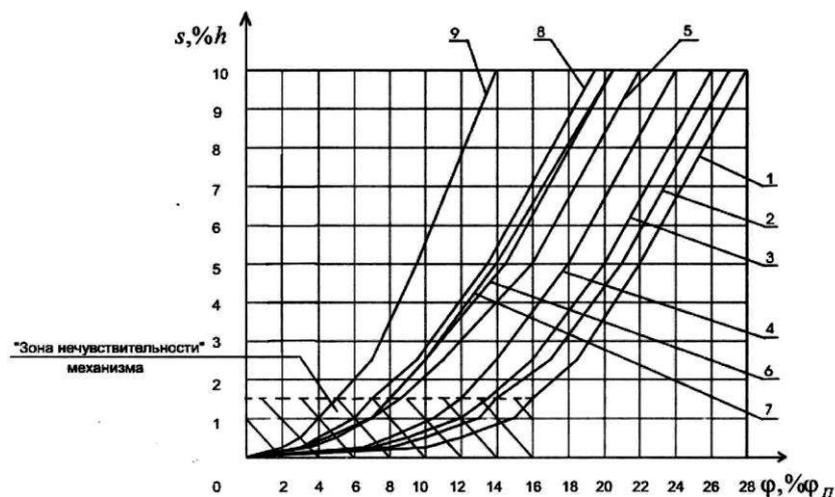


Рис. 2

На рис. 2 по оси абсцисс указаны значения углов поворота кулачка φ в процентах от Φ_{Π} , а по оси ординат – перемещения s рабочего органа в процентах от значения максимального перемещения звена h .

На рис. 2 показан фрагмент графиков перемещения исполнительного органа ведомого звена механизма. По оси ординат фрагмент ограничен начальными 10% от полного перемещения h . Анализ графика показывает, что функция перемещения для различных законов изменяется с разной степенью интенсивности, несмотря на то, что в соответствии с заданными технологическими условиями все функции сходятся в одной точке с

координатами $\left(\varphi = \frac{\Phi_{\Pi}}{2}; s = \frac{h}{2} \right)$ (рис. 1).

По полученным кривым графика (рис. 2) можно определить, какому углу поворота кулачка соответствуют определенные величины перемещений ведомого звена. Значения "зоны нечувствительности" при $s(\varphi_{нч}) = \Delta s_{доп} = 0,015h$ представлены в табл. 2.

Вследствие симметричности рассмотренных законов аналогичные результаты получены при оценке "зоны нечувствительности" механизма на фазе опускания его ведомого звена.

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Наименование закона	"Зона нечувствительности" $\Phi_{нч}$, % от Φ_{Π}
1	Закон гармонического изменения пульса	16,0
2	Линейный	14,0
3	Синусоидальный	13,4
4	Закон модифицированной трапеции	12,0
5	Равноускоренный	8,6
6	Двухступенчатый	8,0
7	Косинусоидальный	8,0
8	Линейно-убывающий	7,0
9	Одноступенчатый	5,0

Цикловой угол перемещения отдельных последовательно работающих цикловых механизмов может быть увеличен на величину "зоны нечувствительности" без ухудшения условий их работы и без внесения изменений в их конструкцию. Введение дополнительного условия при синтезе законов движения исполнительного органа кулачкового механизма позволит преобразовать последовательное движение боевого и батанного механизмов в последовательно-параллельное на участке зоны нечувствительности, тем самым уплотнив ЦД на 10...32%, а значит снизить ускорения рабочих органов и повысить производительность ТМ с МП.

В Ы В О Д Ы

1. Все законы перемещения развиваются на начальном этапе с малой интенсивностью, уменьшая реальный ЦУ исполнительного

механизма.

2. Наличие "зоны нечувствительности" присуще любому закону движения ведомого звена кулачкового механизма.

3. Одноступенчатый закон изменения ускорения имеет минимальную величину "зоны нечувствительности", которая при допустимом значении перемещения $\Delta s_{доп} = 0,015h$ составляет 5 % от ЦУ движения ведомого звена.

4. Закон гармонического изменения пульса имеет максимальную величину "зоны нечувствительности", которая при допустимом значении перемещения $\Delta s_{доп} = 0,015h$ составляет 16 % от ЦУ движения ведомого звена.

5. Цикловой угол работы ведущего звена механизма может быть увеличен на сумму "зон нечувствительности" для заданных закона движения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1975.

2. Макаров В.А., Хозина Е.Н., Ковалева О.С. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 3. С.93...98.

3. Макаров В.А., Хозина Е.Н., Лебзак А.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, № 5. С.90...94.

4. Макаров В.А., Хозина Е.Н., Лебзак А.В. // Текстильная промышленность. – 2003, № 5. С.55...57.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 04.02.09.

УДК 677.054.2

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ С ГИБКИМИ ЗВЕНЬЯМИ

В.И. ТЕРЕНТЬЕВ, И.Ю. КАЗАНСКАЯ

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

Высокий скоростной режим современных пневматических ткацких станков (ПТС) 1000...1250 прокидок утка в мин в значительной мере достигается за счет снижения масс звеньев механизма ремизного движения (МРД), который представляет собой систему тросиков, подвижных шкивов и пружин, обеспечивающих контакт кулачков и роликов в приводе зевобразовательного механизма (ЗОМ). Предлагаемая классификация не содержит рассмотрения ЗОМ специального ткацкого оборудования: лентоткацких станков и круглоткацких машин.

Другим существенным преимуществом ЗОМ с гибкими звеньями является отсутствие зазоров в передаче движения к ремизным рамкам.

Недостаток конструкции рассматриваемых ЗОМ заключается в возникновении колебаний ремизок и нитей основы во время образования зева, связанных с использованием пружин замыкания.

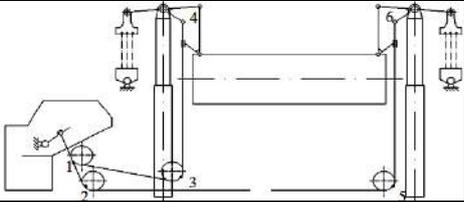
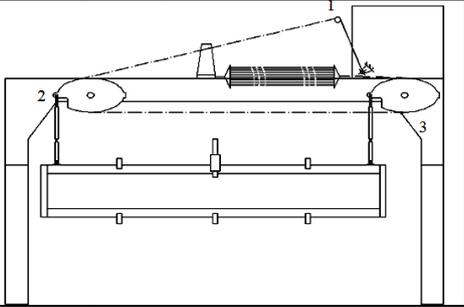
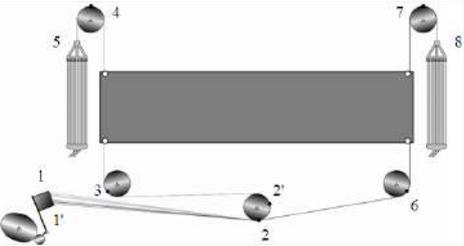
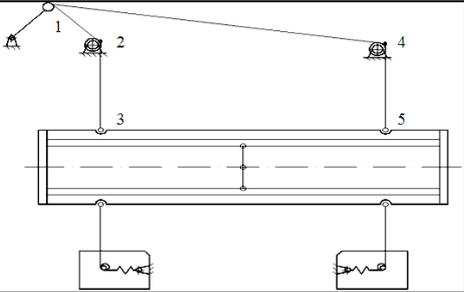
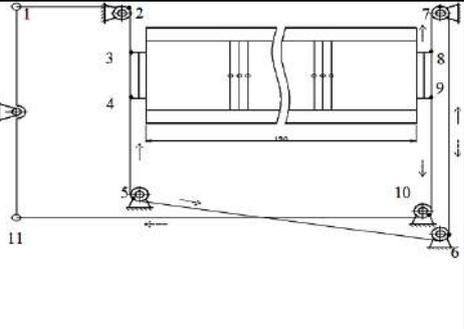
Амплитуды сопутствующих колебаний могут достигать нескольких мм и могут

привести к контактам между поверхностью воздушного потока и нитями основы. Однако, как показывает практика, эти контакты не оказывают влияние на условия прокладки уточных нитей, движущихся по оси воздушного потока.

Классификация ЗОМ с гибкими звеньями, представленная в табл. 1, разработана с использованием следующих критериев, характеризующих ЗОМ: 1) число направляющих шкивов в передаче к левому и правому торцам ремизки, 2) длина тросиков в приводе к торцам ремизки при образовании верхнего и нижнего зевов, 3) наличие пружин замыкания в механизме ремизного движения, 4) место установки привода ЗОМ, 5) наличие рычагов стабилизации движения, исключающих колебания ремизок в плоскости, перпендикулярной их движению.

С помощью указанных критериев можно выполнить сравнительный анализ основных конструкций ЗОМ с гибкими звеньями.

Таблица 1

Фирма ткацкий станок/ЗОМ	Число шкивов левого/правого торцов ремизки	Длины тросиков от ведущего конца до левого и правого торца ремизной рамки	Пружины для образования верхнего/нижнего зева, левый/правый торцы ремизки	Расположение ведущего рычага привода ремизок	Наличие направляющих рычагов для стабилизации верхней и нижней ветвей зева	Схемы ЗОМ
1. Пиканоль, РАТ-А, Шгойбли 2560	2/2	$\frac{L_{1-3-4}}{L_{2-5-6}}$	верхний зев	нижнее	имеются	
2. Зульцер, L5300, Шгойбли 2521, 2571	1/1	$\frac{L_{1-2}}{L_{1-2-3}}$	нижний зев	верхнее	имеются	
3. РФ, СТП-190	2/2	$\frac{L_{1-2'-3-4-5}}{L_{1'-2-6-7-8}}$	верхний зев	нижнее	отсутствуют	
4. Шгойбли, 2521, 2522	1/1	$\frac{L_{1-2-3}}{L_{1-4-5}}$	верхний зев	верхнее	отсутствуют	
5. Рюти, Шгойбли, 2521, 2522	верхний зев 1/4 нижний зев 4/1	для верхнего зева: $\frac{L_{1-2-3}}{L_{1-2-3-4-5-6-7-8}}$ для нижнего зева: $\frac{L_{11-10-9-8-7-6-5-4}}{L_{11-10-9}}$	пружины отсутствуют	среднее, на уровне верхней плоскости рамы станка	отсутствуют	

Наиболее современным МРД является конструкция фирмы Штойбли (тяга а 12) [1], применяемая на ПТС L5300 с негативными каретками модели 2521, 2522. Данный МРД имеет один блок пружин замыкания, что является преимуществом перед другими конструкциями, которые включают два блока – по одному к каждому торцу ремизки. Пружины в каждом блоке в процессе изготовления и эксплуатации поразному изменяют свои параметры, что может привести к перекосу ремизок во время движения.

Другим преимуществом механизма является одинаковое количество шкивов (по одному) в передаче движения к обоим торцам ремизок. Однако данный механизм имеет следующие недостатки: 1 – длина тросиков к правому торцу ремизки более чем в 2 раза больше, чем длина тросиков к левому торцу, что влияет на коэффициент жесткости передач и соответственно – на характер колебаний ремизки; 2 – МРД располагается на верхней поперечной связи, что ухудшает обзор ткацкого цеха и условия обслуживания.

МРД ткацких станков модели РАТ-А фирмы Пиканоль [2] имеют: по два шкива и одному блоку пружин к обоим торцам ремизки, соотношение длин тросиков составляет более 1:2. Таким образом, данная конструкция МРД также способствует возникновению перекосов ремизок.

В конструкции МРД отечественного экспериментального ПТС СТП-190 для получения равенства длины тросиков к торцам ремизки установлен центральный шкив, который имеет две канавки для тросиков. При этом возникает другой недостаток – перекося тросиков от точек 1, 1' крепления на выходном рычаге привода ЗОМ до точки 2 контакта с центральным шкивом, так как два тросика крепятся на одном выходном рычаге.

В отличие от других передач с гибкими звеньями в передачах ЗОМ ведущим звеном является не шкив, а тросик. Шкив

имеет реверсивное движение, проскальзывание тросика должно быть исключено. Взаимодействие шкива и тросика характеризуется коэффициентом сцепления и коэффициентом трения, которые зависят от формы канавки шкива и состояния поверхности тросиков (вид свивки, количество прядей, наличие футеровки и др.).

Перекося тросиков относительно центрального шкива может привести к их взаимному проскальзыванию, износу прядей, обрыву тросика. Сравнивая конструкции МРД фирмы Пиканоль и СТП-190, целесообразно отдать предпочтение первой.

МРД фирмы Рюти [3] не содержит пружин замыкания, представляя собой замкнутую систему тросики–ремизка. Однако подобная конструкция приводит к перекося и колебаниям ремизок в плоскости, перпендикулярной их движению. При движении в верхнее положение ведущим является левый торец ремизок (длина тросика L_{1-2-3} , (табл. 1)), ведомым – правый торец (длина тросика $L_{1-2-3-4-5-6-7-8}$, (табл. 1)), при этом соотношение длин тросиков к обоим торцам ремизки составляет более чем 1/3. При движении в нижнее положение ведущим становится правый торец (длина тросика $L_{11-10-9}$, (табл. 1)) ведомым – левый торец (длина тросика $L_{11-10-9-8-7-6-5-4}$, (табл. 1)), соотношение длин тросиков – 1/3.

Таким образом, в данном механизме ремизка находится в наиболее сложных динамических условиях по сравнению с другими МРД, что исключает их применение на современных ПТС.

Анализ представленных схем по разработанным в классификации критериям позволяет сделать вывод, что наиболее рациональной конструкцией является МРД с тягой а 12 фирмы Штойбли, используемой на станках фирмы Зульцер модельного ряда L5300 с негативной ремизоподъемной кареткой фирмы Штойбли 2521 или 2522.

Усовершенствование МРД отечественного ткацкого станка МТП-190 целесообразно проводить в данном направлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проспекты фирмы Штойбли, www.stoubli.com.
2. Проспекты фирмы Пиканоль, www.picanol.be.

3. Мальшев А.П., Воробьев П.А. Механика и конструктивные расчеты ткацких станков. – М.: Машиностроение, 1960.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 04.02.09.

УДК 677.051.153.7

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРЕМОТКИ НИТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОТОВИЛ

А.Э. ГУЛАМОВ

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности)

В текстильной промышленности при производстве крученой и фасонной пряжи в кокономотании используются мотовила для получения пасм – паковок, удобных для дальнейшей переработки, например, при окрашивании.

При производстве пряжи операции сложения и кручения нити реализуются с помощью традиционных паковок (шпули, катушки, бобины). Вместе с тем применяются технологические схемы, когда с паковок нить перемещается на мотовило или с мотовила на мотовило шести- и восьмигранной формы, причем возможно движение нити в прямом и обратном направлениях.

В соответствии с кинематической схемой машины обычно задают движение одной паковки, движение которой считается равномерным или в достаточной степени равномерным.

При вращении круглой паковки скорость перемотки нити непрерывно и плавно изменяется. Ощутимое изменение скорости перемотки выявится только в конце процесса из-за изменения параметров паковки. Непрерывное изменение скорости нити неизбежно приводит к появлению ускорения и, следовательно, к вариации силы натяжения. Силу натяжения необходимо учесть при динамическом анализе процесса перемотки для предупреждения или прогнозирования обрывности нити.

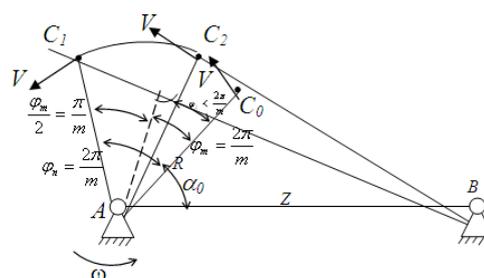


Рис. 1

Рассмотрим кинематическую схему перемотки более подробно (рис.1). В качестве заданных параметров схемы примем: R – радиус мотовила, Z – расстояние между осью его вращения A и глазком B нитеводителя, m – число граней мотовила (равное 6, 8 и т.п.). Угол между смежными гранями:

$$\varphi_m = \frac{2\pi}{m}. \quad (1)$$

Цикл изменения скорости и натяжения нити происходит за время перехода точки C_0 в положение C_1 . Причем скорость наматывания в некоторой промежуточной точке C_2 составляет максимум:

$$V_{\max} = \omega R, \quad (2)$$

где ω – угловая скорость мотовила.

Угол поворота лопасти мотовила, соответствующий положению точки C_2 , определится по зависимости:

$$\varphi_2 = \arccos \frac{R}{z} - \alpha_0 < \frac{\pi}{m}, \quad (3)$$

где α_0 (рис. 1) составляет величину

$$\alpha_0 = \arccos \frac{R \cos \frac{\pi}{m}}{z} - \frac{\pi}{m}. \quad (4)$$

В положениях 0 и 1 скорость перемещения конца нити составит величину меньшую, чем в положении 2:

$$V_1 = V_0 = V \cos \frac{\pi}{m} = \omega R \cos \frac{\pi}{m}. \quad (5)$$

Таким образом, соотношения (2) и (5) показывают:

а) при постоянной угловой скорости $\omega = \text{const}$ линейная скорость V наматывания нити меняется от минимума (0) до максимума (2) и снова – до минимума (1);

б) при постоянной линейной скорости V вращения мотовила в точках 0 и 1 – скорость максимальна, в 2 – минимальна.

Рассмотрим случай, когда $\omega = \text{const}$ и скорость движения наматываемого конца нити меняется от точки C_0 до C_1 . Если не учитывать изменения толщины наматываемого слоя, то последующий цикл изменения скорости повторяет предыдущий. Количество циклов соответствует числу граней мотовила, и длительность его определяется по зависимости

$$\tau = \frac{\varphi_m}{\omega} = \frac{2\pi}{\omega m}. \quad (6)$$

Таким образом, время рассматриваемого процесса находится в интервале

$$0 \leq t \leq \tau. \quad (7)$$

В начальный момент времени ($t=0$), когда лопасть захватывает нить, длина последней по теореме косинусов равняется:

$$\ell_0 = C_0 B = \sqrt{Z^2 + R^2 - 2ZR \cos \alpha_0}. \quad (8)$$

В момент $t > 0$ из интервала (7) длина поданной нити соответствует

$$\ell(t) = \sqrt{Z^2 + R^2 - 2ZR \cos(\alpha_0 + \omega t)}. \quad (9)$$

Разница между (9) и (8) составит поданную за время t нить:

$$\Delta \ell = \ell(t) - \ell_0, \quad (10)$$

а производная от функции (9) даст скорость нити в момент t из интервала (7):

$$V_t = \frac{d\ell(t)}{dt} = \frac{\omega ZR \sin(\alpha_0 + \omega t)}{\sqrt{Z^2 + R^2 - 2\varphi R \cos(\alpha_0 + \omega t)}}. \quad (11)$$

В конце цикла (при $t=\tau$) величина $\Delta \ell_{\max}$ становится равной расстоянию между смежными лопастями мотовила

$$\Delta \ell_{\max} = \sqrt{2}R \sqrt{1 - \cos \frac{2\pi}{m}}. \quad (12)$$

Из (12) очевидно, что при:

$$m=6; \Delta \ell_{\max}=R$$

$$m=8; \Delta \ell_{\max} = \sqrt{2} - \sqrt{2}R \approx 0,765R \text{ и т.п.}$$

Максимальное значение скорости нити, определяемое соотношением (11), соответствует взаимно перпендикулярному положению сматываемой нити длиной ℓ и радиуса мотовила R . Момент наступления t' максимума скорости с учетом (4) определится из соотношения:

$$t' = \frac{1}{\omega} \left(\arccos \frac{R}{Z} - \alpha_0 \right). \quad (13)$$

На рис. 2 представлены графики зависимости функции $\Delta \ell(t)$ и $V(t)$ для мотовила с параметрами: $m=6$; $R=0,25$ м; $Z=0,9$ м; $n=20$ мин⁻¹ или $\omega=2,0944$ с⁻¹. При этом расчетные величины составляют: $V=20$ м/мин; $\ell=0,7486$ м; $T=0,5$ с. В примере (показано на рис. 1) максимум скорости нити

$V_{\max}=0,524$ м/с наступает в момент $t=0,23c < \frac{T}{2}$.

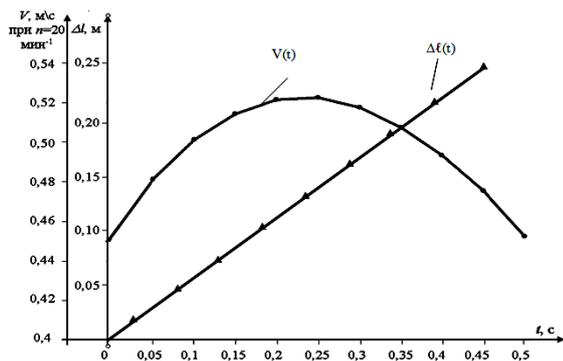


Рис. 2

При других значениях угловой скорости ω (или n) изменяется только интервал времени T . Характерно то, что в зависимости от технологической схемы применения мотовил даже минимальная скорость в кокономотании значительно превосходит таковую в других производствах.

Для кинематического анализа перемотки нитей весьма важными являются выражения длины нити (8) и ее скорости (11). Исследование этих выражений позволит осуществить переход от динамического воздействия данной перематываемой нити на всю технологическую систему.

Проведем гармонический анализ функций (8) и (11), выделяя периодические возмущения, кратные циклу T процесса.

Из рис. 2 следует, что более удобной для анализа является функция $V(t)$, так как другая функция содержит «вековой член» – непрерывное увеличение Δl .

Известно [1], что любая периодическая функция $f(x)$ (в нашем примере $V(t)$), отвечающая двум условиям Дирихле (функция должна быть непрерывной в промежутке значений t от 0 до T ; функция должна иметь конечное число максимумов и минимумов), может быть разложена в виде ряда Фурье:

$$V(t) = a_0 + \sum_{i=1}^n \left[a_{i1} \sin \frac{2\pi i}{T} t + a_{i2} \cos \frac{2\pi i}{T} t \right], \quad (14)$$

где a_0, a_{i1}, a_{i2} – коэффициенты Фурье, определяемые соответственно по формулам:

$$\left. \begin{aligned} a_0 &= \frac{1}{T} \int_0^T V(t) dt, \\ a_{i1} &= \frac{1}{T} \int_0^T V(t) \sin \frac{2\pi i t}{T} dt, \\ a_{i2} &= \frac{1}{T} \int_0^T V(t) \cos \frac{2\pi i t}{T} dt. \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

При ограниченном n ряд Фурье достаточно быстро сходится к функции $V(t)$. Скорость (частота) изменения круговых функций в (14) и (15) с учетом особенностей данного кинематического анализа перемотки нитей запишется через угловую скорость ω мотовила в следующем виде:

$$\frac{2\pi i}{T} = \omega m i. \quad (16)$$

В результате аналитического исследования функции (11) получены следующие данные: $a_0=0,5$; $a_{11}=0,00221$; $a_{12}=-0,01391$; $a_{21}=0,0000465$; $a_{22}=-0,00339$, причем для расчета a_0 гармонический анализ не потребовался, так как интегралом функции (11) является выражение (9). (Расчет коэффициентов гармоник $i \geq 3$ не потребовался, так как ряд (14) сходится достаточно быстро и гармоники более высоких порядков в меньшей степени влияют на динамику процесса намотки).

Интегрирование полинома (14) с учетом приведенных расчетных данных дает закон перемещения нити в интервале времени (7):

$$\begin{aligned} \Delta l &= 0,500t - 0,000176 \cos 12,6t - \\ &\quad - 0,001107 \sin 12,6t - \\ &\quad - 0,00000185 \cos 25,2t - 0,000135 \sin 25,2t. \end{aligned} \quad (17)$$

Вторая и четвертая слагаемые ряда (17) в амплитуду гармонических перемещений практически не дают вклада и незначительно влияют на фазу колебаний Δl с час-

тотами 12,6 и 25,2 с⁻¹ и соответственно амплитудами 1,125 и 0,135 мм.

Однако важны не значения амплитуд и частот (16) приводимых гармоник – важно, как эти частоты, зависящие от скорости вращения мотовила ω и числа граней m_1 , влияют на динамику технологических процессов, например, кокономотания, или работу исполнительных механизмов машины.

Здесь следует отметить еще одно важное обстоятельство: хотя перемещения $\Delta l(t)$ и скорость наматывания $V(t)$ – функции непрерывные, каждый новый цикл движения сопровождается скачкообразным изменением направления скорости, называемым «мягким» ударом, оказывающим большое влияние на динамику нити.

ВЫВОДЫ

На основе исследования кинематических параметров перемотки на шестигранное мотовило аналитически определены перемещения и скорости нити и построены графики их функций. Установлено, что изменение длины нити происходит по линейному закону, а изменение скорости $V(t)$ носит экстремальный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бронштейн И. Н., Семендяев К. А.* Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981.

Рекомендована кафедрой технологии шелка.
Поступила 09.02.09.

УДК 677.024

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ ТКАЦКОГО СТАНКА
В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ LABVIEW-8**

В.В. РОМАНОВ, С.Н. ТИТОВ, М.А. ПОМЕРАНЦЕВ

(Костромской государственной технологической университет)

Достоверные сведения о распределении натяжения нитей основы имеют важное практическое значение в ткацком производстве. Зная закономерность распределения натяжения по ширине заправки и характеристики его изменения за время цикла работы станка, можно эффективно управлять обрывностью и качеством тканей. В данной работе рассматривается возможность создания системы компьютерного управления процессом ткачества путем регулирования натяжения нитей основы в реальном времени. Для реализации задачи использовалось оборудование и программное обеспечение фирмы National Instruments [1]. Система измерения включала: тензоусилитель SCXI-1121 с терминальным блоком SCXI-1321, шасси SCXI-1000, плату сбора данных PCI-6221 и персональный компьютер IBM Intel Pentium-

IV с программой LabView8.0. Процесс сбора данных осуществляется под управлением программы – виртуального прибора (ВП), разработанной и выполняемой в среде LabView. Структурная схема (блок-диаграмма) ВП изображена на рис.1. Программа включает виртуальные подприборы серии Express (ВПП), управляющие сбором данных (DAQ Assistant), их сохранением на жестком диске компьютера (Write To Measurement File), промежуточной математической обработкой (Sample Compression, Mean) и выводом результатов на экран дисплея (Waveform Chart). Использование ВПП серии Express позволяет существенно сократить затраты времени на программирование, так как настройка измерительных и выходных каналов производится с помощью встроенных “помощников”.

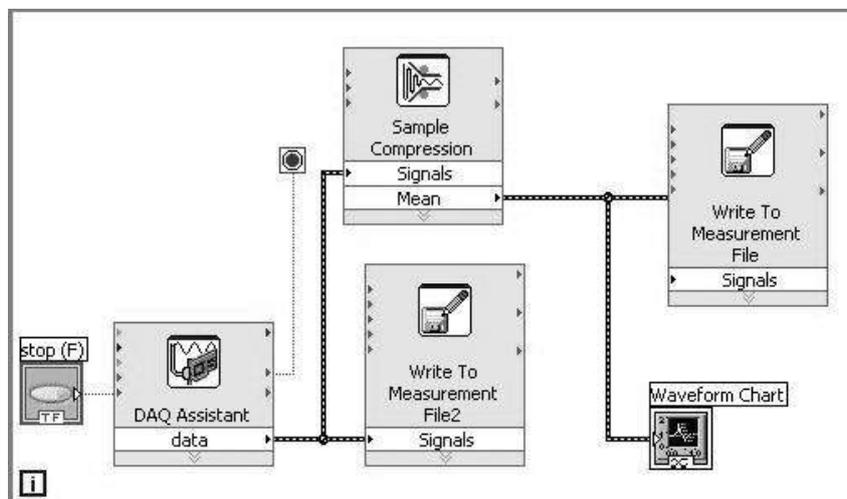


Рис. 1

В качестве датчика натяжения использовалась алюминиевая балка постоянного сечения с наклеенными на нее по полумостовой схеме проволочными тензодатчиками с сопротивлением $R_G = 400 \text{ Ом}$ [2]. Упругий элемент датчика проектировался из условия обеспечения следующих требований: достаточная чувствительность; виброустойчивость; линейность показаний.

Для полумостовой схемы выходное напряжение равно [3]:

$$V_{\text{вых}} = V_0 \frac{GF\varepsilon}{2}, \quad (1)$$

где GF – коэффициент тензодатчика (как правило < 2); ε – относительное удлинение поверхности балки при изгибе.

Введя обозначение $V_r = \frac{V_{\text{вых}}}{V_0}$, можно вычислить требуемое значение относительной деформации тензодатчика ε по формуле:

$$\varepsilon = \frac{2V_r}{GF}. \quad (2)$$

С другой стороны [4], нормальные напряжения и деформации при плоском изгибе:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{M}{EW_x} = \frac{F_B \ell}{2EW_x} = \frac{F_H n \sin v \ell}{2EW_x}, \quad (3)$$

где F_H – натяжение одиночной нити основы, Н; n – число нитей в "пакете" ($n=10$); v – технологический угол изгиба нити в датчике ($5 \dots 8^\circ$); $E=0,7 \cdot 10^{11}$ – модуль упругости алюминия, Н/м²; W_x – момент сопротивления сечения балки при изгибе, м³; $\ell = 0,03$ м – принятая длина упругого элемента.

Приравняв выражения (2) и (3) и задавшись величиной $V_r = 0,001 \dots 0,01$, можно определить размеры поперечного сечения балки по критерию чувствительности:

$$W_x = \frac{F_H n \sin v \ell GF}{4EV_r}. \quad (4)$$

Из условия обеспечения собственной частоты колебаний (первой гармоники) размеры балки рассчитывались по формуле (5) [4] и проверялись по ограничению (6):

$$f_{\text{соб}} = \frac{\pi}{2\ell^2} \sqrt{\frac{EJ}{m}}, \quad \text{Гц}, \quad (5)$$

$$\frac{f_{\text{соб}}}{f_{\text{пр}}} \geq 5, \quad (6)$$

где $f_{\text{соб}}$ – собственная частота датчика, Гц; $f_{\text{пр}}$ – частота записываемого процесса, Гц; $m = \rho \cdot F$ – погонная масса балки, кг/м; $\rho = 2,7 \cdot 10^6$ – плотность алюминия, кг/м³; $F = bh$ – площадь поперечного сечения балки, м²; $J = \frac{bh^3}{12}$ – полярный момент инерции сечения балки, м⁴.

Частота процесса $f_{\text{пр}}$ определялась в зависимости от угловой скорости главного вала ткацкого станка и циклограммы работы основных механизмов, в данном случае батанного. Для станка СТБ 2-175 при частоте вращения главного вала $n = 250 \text{ мин}^{-1}$ и угловой длительности процесса при боя уточины к опушке ткани, равной 10 градусам оборота главного вала, частота записываемого процесса составляет 150 Гц. Экспериментально собственная частота спроектированного датчика определялась с помощью запоминающего осциллографа АСК-2150 путем мгновенной разгрузки датчика посредством пережигания нити. Она составила 710 Гц, что удовлетворяет условию (6). Результаты тарирования балочки дают основание сделать вывод о линейности характеристики измерителя. Испытания программно-аппаратного комплекса проводились в процессе выработки льняной ткани обр. 292 (в основе и в утке льняная пряжа Б 50 текс СЛ). Изменение натяжения нити основы за время цикла работы станка представлено на рис. 2.

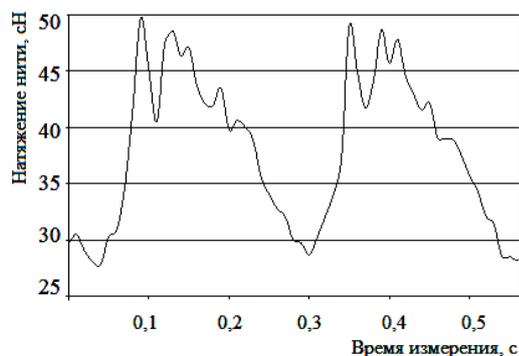


Рис. 2

Для одновременного измерения натяжения в различных зонах по ширине заправки к измерительному комплексу были подключены 3 однотипных датчика. Результаты измерений при выработке льняной ткани обр.88 из пряжи линейной плотности 60 текс представлены на рис.3.

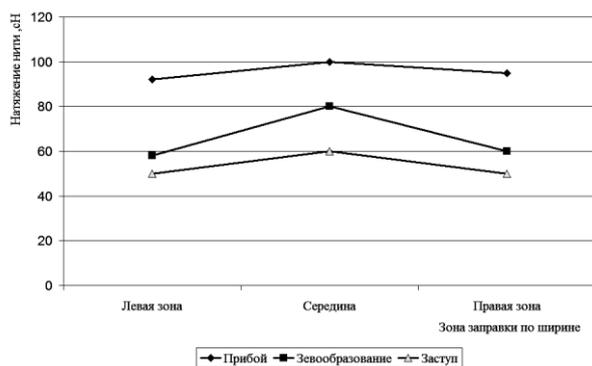


Рис. 3

Математическая обработка измеренных значений натяжений F_H путем подключения встроенных виртуальных приборов из раздела "Статистика" позволила получить эмпирическую модель вида

$$F = -Ax^2 + Bx \pm C,$$

где A, B, C – коэффициенты, зависящие от типа и плотности пряжи, а также от угла поворота главного вала; x – линейная координата (с левого края станка).

Полученные результаты хорошо согла-

суются с работой [5] и подтверждают вывод о существовании значительной неравномерности натяжения нитей основы не только в зависимости от угла поворота главного вала станка, но и по ширине заправки.

ВЫВОДЫ

1. Использование программно-аппаратного комплекса LabView для динамического анализа процесса ткачества позволяет получить в реальном времени распределение величины натяжения на всех фазах тканеобразования.

2. Появляется возможность активной коррекции напряженного состояния нитей за счет системы автоматического регулирования натяжения в реальном времени.

3. Использование концепции экспресс-ВП в среде LabVIEW дает возможность создавать высококачественные измерительные комплексы без специальных знаний в области программирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство пользователя LabView Fundamentals. Version 8.0., 2005, National Instruments Corporation.
2. Быкадоров Р.В. Регулирование качества ткани на ткацких станках. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. Логинов В.Н. Электрические измерения механических величин. – М.: Энергия, 1976.
4. Справочник по сопротивлению материалов / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. – Киев: Наукова думка, 1975.
5. Брут-Бруляко А.Б., Богатырева М.С., Ерохова М.Н. Неравномерность натяжения основных нитей по ширине заправки ткацких станков // Вестник КГТУ. – Кострома, 2006, №13.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 24.01.09.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОПЛАНАРНЫХ ПОЛЕВЫХ ДАТЧИКОВ МЕХАНИЗМОВ КОНТРОЛЯ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОДУКТА*

Е.Ф. РАЗУМОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

В работе [1] приведены результаты аналитического исследования взаимодействия рабочей области копланарного полевого датчика с тканью. При введении в рабочую область датчика ткани его емкость изменяется на величину

$$\Delta C = \frac{0,045 a_{\text{TM}} b_{\text{TM}} c_{\text{TM}}}{\sqrt{(X^2 - Y^2 - \ell^2)^2 + 4X^2 Y^2}} \frac{E_{\text{TM}} - 1}{E_{\text{TM}} + 2}, \text{ пФ. (1)}$$

$$\Delta C_{\text{ш}} = \frac{0,045}{\sqrt{(X^2 - Y^2 - \ell^2)^2 + 4X^2 Y^2}} \left(\frac{E_{\text{ш}} - 1}{E_{\text{ш}} + 2} a_{\text{ш}} b_{\text{ш}} c_{\text{ш}} - \frac{E_{\text{TM}} - 1}{E_{\text{TM}} + 2} a_{\text{TM}} b_{\text{TM}} c_{\text{TM}} \right), \text{ пФ. (2)}$$

Формула (2) позволяет определить изменение емкости датчика в самом общем случае, когда диэлектрическая проницаемость шва $E_{\text{ш}}$ отличается от E_{TM} ткани.

где $a_{\text{TM}}, b_{\text{TM}}, c_{\text{TM}}$ – размеры полуосей модели части контролируемой ткани, находящейся в рабочей области полевого датчика с копланарным расположением электродов.

Если в рабочую область датчика вводится шов, соединяющий полотна ткани, емкость датчика изменяется на величину

На практике достаточно точно выполняются равенства:

$$a_{\text{ш}} = a_{\text{TM}} \text{ и } c_{\text{ш}} = c_{\text{TM}}. \quad (3)$$

Если при этом $E_{\text{ш}} = E_{\text{TM}}$, то

$$\Delta C_{\text{ш}} = \frac{0,045 a_{\text{ш}} c_{\text{ш}}}{\sqrt{(X^2 - Y^2 - \ell^2)^2 + 4X^2 Y^2}} \frac{E_{\text{ш}} - 1}{E_{\text{ш}} + 2} (b_{\text{ш}} - b_{\text{TM}}), \text{ пФ, (4)}$$

где $(b_{\text{ш}} - b_{\text{TM}})$ – изменение толщины полотна ткани.

Из (4) следует, что приращение емкости датчика может быть как положительным, так и отрицательным. Последний случай может наблюдаться при контроле оверлочных швов, когда между отдельными кусками ткани имеется зазор и

$$b_{\text{ш}} < b_{\text{TM}}. \quad (5)$$

При проектировании датчика необходимо учитывать влияние диэлектрической

проницаемости шва ткани на изменение емкости. Величина $E_{\text{ш}}$ зависит от способа соединения кусков ткани (сшивание, склеивание) и свойств материалов, обеспечивающих требуемое соединение.

Чувствительность датчика к изменению величины диэлектрической проницаемости шва (см. формулу 4) определяется соотношением:

$$K = \frac{E_{\text{ш}} - 1}{E_{\text{ш}} + 2}. \quad (6)$$

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук А.К. Расторгуева.

График функции $K = \Psi(E_{III})$ представлен на рис. 1.

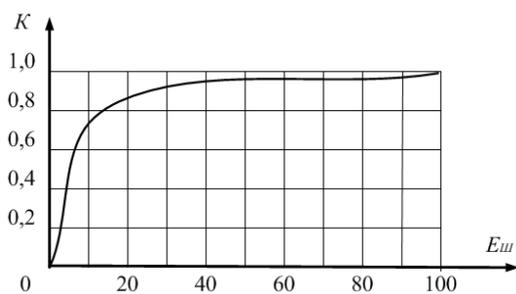


Рис. 1

Зависимость изменения емкости датчика от диэлектрической проницаемости может стать решающей в случае возможности произвольного выбора способа соединения кусков ткани в непрерывное полотно. Применение специальных клеев, лент с клеевым покрытием, имеющих значительную величину диэлектрической проницаемости, позволит получать значительно больший уровень сигнала по сравнению с уровнем сигнала при соединении кусков ткани сшиванием.

График функции $K = \Psi(E_{III})$ позволяет выбрать область значений диэлектрической постоянной шва, соединяющего куски ткани. Практически, достаточно большой эффект получается при $E_{III} = 5 \dots 10$. Дальнейшее увеличение E_{III} повышает уровень сигнала датчика незначительно. Вместе с тем возникают затруднения в выборе компонентов соединения.

При наладке технологического процесса, требующего контроля швов ткани и управления рабочими органами технологических машин для его пропуска, необходимо провести экспериментальную оценку изменения уровня сигнала датчика при различных видах шва. В случае отсутствия технологических ограничений выбирается вид шва, при котором изменение емкости датчика наибольшее.

В уравнения, определяющие величину емкости датчика и ее изменения при движении шва через рабочую область, входит величина расстояния между электродами. На рис. 2 с помощью графиков показаны экспериментальные зависимости относи-

тельного изменения емкости датчика от расстояния между электродами для двух видов швов (ткань чистошерстяная, арт. 1544).

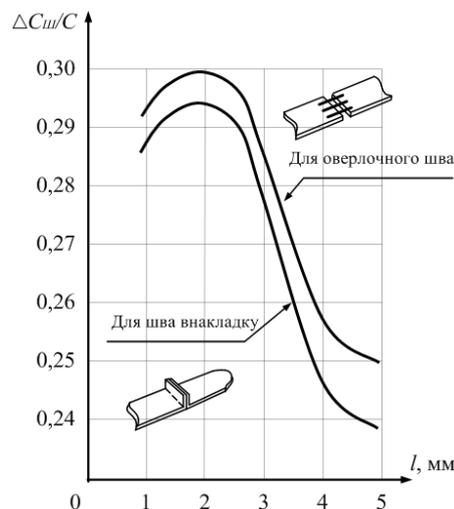


Рис. 2

Для распространенных в промышленности видов швов ткани максимальные значения чувствительности датчика наблюдаются в случае, когда расстояние между электродами равно 1,5...2,5 мм.

Чувствительность датчика зависит от расстояния Y центра модели шва ткани, представляющей собой эллипсоид [1], от поверхности электрода.

Определим зависимость $\Delta C_{III} = f(X)$ при $Y = \text{const}$ датчика, у которого ширина электродов $a = a_{III} = 20$ мм, длина электродов $c = c_{III} = 100$ мм, расстояние между электродами $d = 2\ell = 2$ мм при следующих параметрах: толщина шва $b_{III} = 2$ мм, толщина ткани $b_{тм} = 1$ мм, $E_{III} = 1,5$, а $Y = 1$ мм. С учетом заданных параметров расчетное выражение (4) принимает вид:

$$\Delta C_{III} = \frac{12,857}{\sqrt{(X^2 - 2)^2 + 4X^2}}, \text{ пФ. (7)}$$

В табл. 1 приведены значения приращения емкости датчика, полученные из расчета по формуле (7) и экспериментально.

$X, \text{ мм}$	$\Delta C_{\text{ш.расч}}, \text{ пФ}$	$\Delta C_{\text{ш.эксп}}, \text{ пФ}$	$\delta = \frac{\Delta C_{\text{ш.эксп}} - \Delta C_{\text{ш.расч.}}}{\Delta C_{\text{ш.эксп}}} \cdot 100\%$
0,0	6,43	6,43	0
0,5	6,38	6,48	1,38
1,0	5,75	5,92	2,87
1,5	5,22	5,48	4,74
2,0	2,87	2,96	3,04
2,5	1,96	2,00	2,00
3,0	1,39	1,41	1,42
3,5	1,04	1,05	1,14
4,0	0,79	0,798	0,99
5,0	0,51	0,515	0,99

Зависимость отклонения приращения емкости датчика, определенного экспериментально, от расчетного значения в функции координаты положения центра модели шва ткани

$$\delta = \xi(X) \quad (8)$$

показана на рис.3.

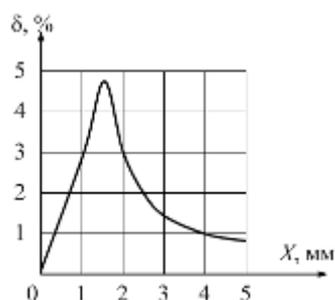


Рис. 3

Отклонение расчетного значения приращения емкости от экспериментального связано с некоторым отличием формы шва ткани от его модели [1]. Зависимости $\Delta C_{\text{ш}} = f(X)$, построенные по данным табл.1, представлены на рис. 4 (зависимости $\Delta C_{\text{ш}} = f(X)$: 1 – расчетная; 2 – экспериментальная).

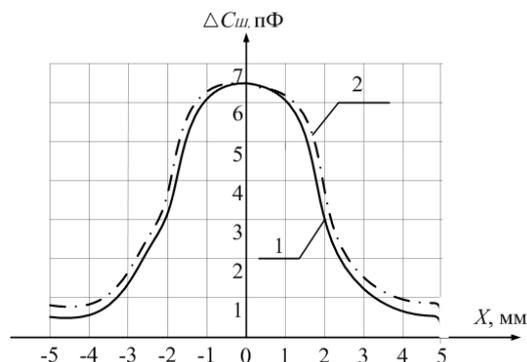


Рис. 4

ВЫВОДЫ

1. Проведенное исследование составляет теоретическую основу для разработки полевого датчика контроля ткани при ее обработке на технологических машинах, для нормальной работы которых требуется управление рабочими органами в функции движущегося шва ткани.

2. Теоретически установлена и экспериментально подтверждена возможность практического использования копланарного полевого датчика для обнаружения швов ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №6. С.83...85.

Рекомендована кафедрой автоматизации и электротехники. Поступила 29.12.08.

УДК 534.833: 621

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ РЕССОРНОГО ТИПА ДЛЯ ТКАЦКИХ СТАНКОВ**

Б.С. САЖИН, О.С. КОЧЕТОВ, Е.С. БОРОДИНА, М.А.ПИТОМЦЕВА, Е.О. БОБРОВА

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

Воздействие вибрации на организм оператора приводит к развитию вибрационной болезни. ГОСТ 12.1.012–90 [1] и Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556–96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий" регламентируют параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасным оборудованием. На ОАО "Хлопчатобумажный комбинат им. М.В. Калинина" (г. Щелково Московской обл.) были проведены работы по виброизоляции пневматических ткацких станков типа П-105 (число оборотов главного вала 360 мин⁻¹), размещенных на 1-м этаже (над подвальным помещением) ткацкого цеха (зал № 2) при вырабатываемой ткани арт. № 43. Для этих целей были разработаны виброизоляторы рессорного типа [4], конструктивная схема одного из них приведена на рис.1 (схема пространственного рессорного виброизолятора для ткацких станков).

Пространственный рессорный виброизолятор содержит стойку 4, жестко закрепленную перпендикулярно основанию, выполненную в виде стержня с резьбовым концом. На стойке 4 устанавливается П-образное основание 3, фиксирующее упругий элемент 2 рессорного типа с помощью упругих элементов 9, расположенных в пазах П-образного основания 3 посредством крышки 5. Цилиндрическая упругая шайба 6 одета на стержень 4. Виброизоли-

руемый объект 1 крепится на свободном конце рессорного упругого элемента 2. Фиксация крышки 5 осуществляется с помощью гайки 8, взаимодействующей с резьбовым концом стойки 4. Упругие элементы 9, фиксирующие упругий элемент 2 рессорного типа, и цилиндрическая упругая шайба 6 выполнены с жесткостью, большей жесткости упругого элемента рессорного типа.

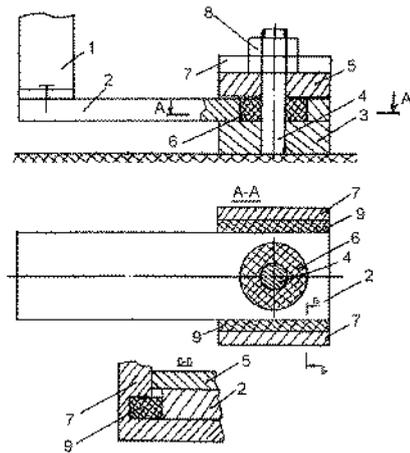


Рис. 1

При вынужденных колебаниях виброизолируемого объекта 1 возникает динамическая реакция, которая гасится упругим элементом 2 рессорного типа, который одновременно является направляющим устройством при вертикальных перемещениях объекта 1. Горизонтальная составляющая,

возникающая при работе плоской рессоры компенсируется в опорном узле за счет упругих элементов 9 и цилиндрической шайбы 6, обеспечивающих пространственную виброизоляцию на высоких частотах. Предварительный натяг упругих элементов 6 и 9 создается гайкой 8, расположенной на резьбовом конце стержня 4.

Вес пневматического ткацкого станка типа П-105 с навоем равен: $Q = 1480$ кГс, следовательно, нагрузка в опорной точке станка с учетом неравномерности статического распределения должна быть 400...500 кГс. На эту величину нагрузки и рассчитываем упругий элемент виброизолятора. В качестве материала пружины примем горячекатанную рессорно-пружинную сталь по ГОСТу 7419-74 [2].

Выберем по этому ГОСТу ширину b и толщину s рессорной полосовой стали, например, марки 65, обычной точности прокатки, и подберем длину пружины L_0 исходя из значений опорных реакций станка: $b = 70$ мм, $s = 14$ мм, $L_0 = 290$ мм.

Определим максимально допустимую нагрузку в опорной точке:

$$P_3 = \frac{bs^2[\sigma_{и}]}{6L_0} = \frac{7 \cdot 1,4^2 \cdot 7000}{6 \cdot 29} = 552 \text{ кГс}, \quad (1)$$

где $[\sigma_{и}] = 7000$ кГс/см² – допускаемое напряжение при изгибе.

Рассчитаем деформацию пружины при этой нагрузке:

$$F_3 = \frac{2L_0^2[\sigma_{и}]}{3sE} = \frac{2 \cdot 29^2 \cdot 7000}{3 \cdot 1,4 \cdot 2,1 \cdot 10^6} = 1,33 \text{ см}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости для стали, равный $2,1 \cdot 10^6$ кГс/см².

Теперь определим жесткость пружины:

$$k_z = \frac{P_3}{F_3} = \frac{552}{1,33} = 415 \frac{\text{кГс}}{\text{см}}. \quad (3)$$

Аналогично была определена жесткость рессорной подвески при тех же параметрах, но разной толщины: при $s=1,1$ см; $k_z=201,6$ кГс/см; при $s = 1,2$ см; $k_z=260$ кГс/см. Определим суммарную жесткость системы виброизоляции в вертикальном направлении:

$$C_z = 4k_z = 4 \cdot 415 = 1660 \frac{\text{кГс}}{\text{см}}. \quad (4)$$

Определим собственную частоту колебаний системы "станок на виброизоляторах" в вертикальном направлении:

$$f_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_z g}{Q}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{1660 \cdot 981}{1480}} = 5,28 \text{ Гц}. \quad (5)$$

Вычислим эффективность виброизоляции для схемы установки станка на абсолютно жесткое основание, причем следует отметить, что демпфирование в системе обусловлено внутренним поглощением энергии в материале упругого элемента виброизоляторов (коэффициент неупругого сопротивления примем $\gamma=0,037$). Определим коэффициент передачи силы на частоте вынужденных колебаний станка в вертикальном направлении, при числе оборотов главного вала $n_1 = 360$ мин⁻¹ для первых трех гармоник:

$$f_{в1} = \frac{n_1}{60} = \frac{360}{60} = 6 \text{ Гц}; \quad f_{в2} = 12 \text{ Гц}; \quad f_{в3} = 18 \text{ Гц};$$

$$\eta_z^1 = \frac{\sqrt{1 + \gamma^2}}{\sqrt{\left(1 - \frac{f_{в1}^2}{f_z^2}\right)^2 + \gamma^2}} = \frac{\sqrt{1 + 0,037^2}}{\sqrt{\left(1 - \frac{6^2}{5,28^2}\right)^2 + 0,037^2}} = 3,4. \quad (6)$$

Аналогично были определены коэффициенты виброизоляции для 2 и 3-й гармоник:

$$\eta_z^2 = 0,24; \eta_z^3 = 0,094.$$

Следует заметить, что максимальные динамические нагрузки у ткацких станков смещены в сторону 2 и 3-й гармонических составляющих процесса вибровозбужде-

ния, поэтому такие значения коэффициентов передачи вполне приемлемы.

В табл.1 (среднеквадратичные значения вертикального виброускорения, м/с²) приведены результаты испытаний пневматических ткацких станков типа П-105 (число оборотов главного вала 360 мин⁻¹, а в отдельных случаях до 400 мин⁻¹), установленных жестко и на разработанных виброизоляторах рессорного типа.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Условия эксперимента	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц					
		2,0	4,0	8,0	16	31,5	63
1	Станки №131,132 без виброизоляторов, при работающем цехе	0,01	0,02	0,25	1,1	0,3	1,1
2	Станки №131,132 без виброизоляторов, при отключ. цехе	0,01	0,01	0,22	0,5	0,4	1,2
3	Станки №119,120 без виброизоляторов, при отключ. цехе	0,01	0,02	0,12	0,4	0,25	0,5
4	Станки №119,120 на виброизоляторах, при отключ. цехе	0,005	0,005	0,06	0,18	0,18	0,15
5	Станки №131,132 на виброизоляторах, при отключ. цехе	0,005	0,005	0,06	0,19	0,07	0,12
6	Станки №119,120 на виброизоляторах, при откл. цехе; 400 об/мин, (левая сторона)	0,001	0,009	0,08	0,3	0,25	0,3
7	Станки №119,120 на виброизоляторах, при откл. цехе; 400 об/мин, (середина)	0,001	0,005	0,07	0,28	0,25	0,28
8	Станки №119,120 на виброизоляторах, при откл. цехе; 400 об/мин, (правая сторона)	0,002	0,005	0,04	0,25	0,45	0,4
9	Станки №119,120 на виброизоляторах, при работающем цехе; 400 об/мин, (середина)	0,004	0,008	0,13	0,6	0,28	0,35
10	Норматив. значения, ГОСТ 12.1.012-90	0,14	0,1	0,11	0,2	0,4	0,8

Анализируя результаты экспериментальных данных, можно отметить справедливость нашего предположения о том, что максимум спектра вибрационной нагрузки на основание приходится на полосу частот 8...31,5 Гц, в которой находятся 2-я (12 Гц) и 3-я (18 Гц) гармонические составляющие. Следует отметить превышение уровней виброускорений на рабочих местах над санитарно-гигиеническими нормами как в том, так и в другом случае порядка в 3...5 раз. Испытания эффективности виброизоляторов проводились на станках № 119 и № 120 при отключенном цехе. Динамические нагрузки от станка на рессорных виброизоляторах на перекрытие в полосе частот 8...63 Гц уменьшаются в 2,5...3 раза,

приводя их в соответствие с нормативными значениями по ГОСТу 12.1.012-90.

В Ы В О Д Ы

1. Разработана методика расчета рессорных виброизоляторов для станков типа П-105 с учетом специфики распределения динамических нагрузок на межэтажные перекрытия.

2. Разработана и испытана система виброизоляции для ткацких станков, включающая в себя рессорные пружины, которая снижает динамические нагрузки на межэтажные перекрытия в полосе частот 8...63 Гц в 2,5...3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.0123–90. ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности. – М.: Госстандарт, 1991.
2. *Анурьев В.И.* Справочник конструктора-машиностроителя. – Т.3. – М.: Машиностроение, 1980.
3. *Кочетов О.С.* // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №1. С.88...92.

4. А.с. СССР № 1590759. Виброизолирующая подвеска Кочетова для ткацких станков /О.С.Кочетов.– Оpubл.1990. Бюл. № 33.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 18.02.08.

УДК 677.027

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГАЛЬВАНОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ

О.В. АБРАМОВ, М.К. КОШЕЛЕВА, П.П. КЕРЕМЕТИН, М.С. МУЛЛАКАЕВ

(Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН,
Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Целью работы является анализ загрязнений технологических сточных вод текстильных предприятий, обоснованный выбор и исследование эффективного современного метода их очистки.

Очистка сточных вод текстильных предприятий – это сложная и важная проблема. Объем сточных вод этих предприятий очень велик – их удельное количество составляет в среднем 200...350 кубометров на 1 тонну вырабатываемых тканей [1], [2]. Развитие современных интенсивных технологий, использование новых красителей, поверхностно-активных и текстильно-вспомогательных веществ не упрощает решение данной проблемы.

В работах [1], [2] приведены результаты анализа сточных вод одного из хлопчатобумажных комбинатов и крупной тонкосуконной фабрики.

Анализ этих данных показывает, что в сточных водах отбельного цеха хлопчатобумажного комбината содержатся серная кислота и щелочь с суммарным выбросом около 0,65 т/год, в стоках выпарного и красильного цеха – щелочь в количестве более 1,53 т/год, сточная вода аппретурного цеха содержит более 2,1 т/год формаль-

дегида и аммиака, в стоках зрельного и печатного цехов содержатся щелочь, уксусная кислота и органические вещества в суммарном количестве более 8 т/год [1].

Результаты анализа сточных вод тонкосуконной фабрики показывают, что они содержат нефтепродукты, концентрация которых в промывных стоках 490 мг/л, а в общем стоке 95 мг/л, анионноактивные и неионогенные ПАВ, суммарная концентрация которых в промывных стоках 300 мг/л, а в общем стоке – 62 мг/л [2].

Кроме того, в сточных водах содержатся различные металлы, например, железо, алюминий, медь и другие [1], [2].

Одним из эффективных и современных методов очистки стоков является гальванокоагуляционный метод. Этот метод относится к числу перспективных безреагентных методов и, что очень важно, гальванокоагуляция включена в реестр ЮНЕСКО в качестве рекомендуемого новейшего метода очистки сточных вод [3].

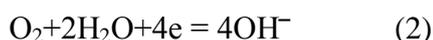
Механизм гальванохимической очистки сточных вод очень сложен и определяется процессами, возникающими во время взаимодействия очищаемой воды и воздуха с гальванопарой, в качестве которой в

нашем случае использовались кокс и железо. При их замыкании на поверхности кокса протекает преимущественно катодная, а на поверхности железа – анодная реакция.

Ниже представлены основные реакции, протекающие при использовании данной гальванопары, и механизмы процесса, одновременно действующие при гальванокоагуляционной очистке сточных вод [3]:



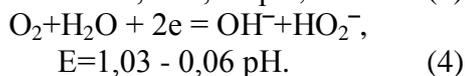
в интервале pH 2-6;



в интервале pH 6-10.

Равновесный потенциал реакции восстановления кислорода:

$$E = 1,23 - 0,059\text{pH}, \quad (3)$$



$$E = 1,03 - 0,06\text{pH}.$$

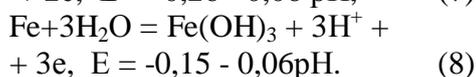
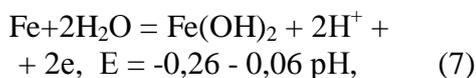
Потенциал технического железа (стали Ст3) в интервале pH 2-7:



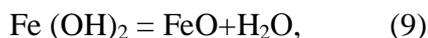
В интервале pH 2-7:



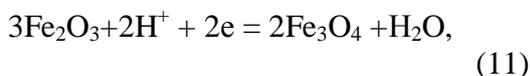
В интервале pH 7-10:



Гидроксиды железа (II и III) неустойчивы и разлагаются по схемам:

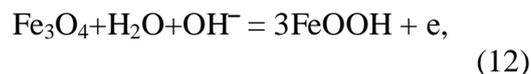


и далее в водной среде образуют магнетит:



$$E = +0,01 - 0,06\text{pH}$$

или гетит



$$E = +0,02 - 0,06\text{pH}.$$

Очистка загрязненных вод обеспечивается одновременным действием нескольких факторов:

– катодное осаждение катионов металлов;

– образование соединений тяжелых металлов с железом и оксидными и гидроксидными формами соединений железа;

– образование соединений с оксидными и гидроксидными формами тяжелых металлов;

– сорбция органических веществ на свежесформированных кристаллах оксидных и гидроксидных форм соединений железа;

– коагуляция грубодисперсных частиц примесей.

Для реализации данного метода очистки применяются проточные гальванокоагуляторы барабанного типа с непрерывным режимом очистки сточных вод, аппараты в виде вертикального барабана со шнеком, устройства в виде неподвижных емкостей с механическим приводом для перемешивания гальванопары, аппараты с тангенциальной подачей сточных вод в коническую и прямоугольную емкости, а также в усеченный конус, устройства с пульсационной камерой и различным размещением подачи воздуха, тангенциальной подачей сточных вод и пульсацией насадки, гальванохимические флотаторы с короткозамкнутым гальваническим элементом и др [3].

Трудности в применении данного метода связаны с необходимостью в промышленных условиях пропускать через гальванокоагуляторы большое количество сточных вод, а время пребывания ограничено, поэтому повышение активности оксидных форм железа, например, магнетита, за счет воздействия ультразвука очень актуально.

Для проведения экспериментальных исследований в лаборатории ультразвука

ИОНХ РАН создана пилотная установка, схема, которой представлена на рис. 1 (принципиальная схема ультразвукового гальванокоагуляционного метода очистки сточных вод: 1 – сточные воды; 2 – гальванокоагулятор (Fe:C); 3 – бак с магнетитом; 4 – компрессор; 5 – насосы; 6 – ванна с водой; 7 – циклон; 8 – ультразвуковой генератор; 9 – ультразвуковой преобразователь; 10 – кассетный фильтр).

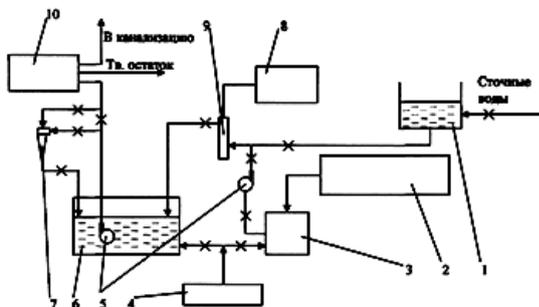


Рис. 1

Установка работает следующим образом. Раствор, содержащий образовавшийся в гальванокоагуляторе 2 магнетит, поступает в бак 3, а затем водная суспензия магнетита активируется ультразвуком, смешивается со сточной водой 1 и поступает в ванну 6. С использованием гидроциклона 7 и фильтра 10 происходит разделение очищенной воды и твердого остатка.

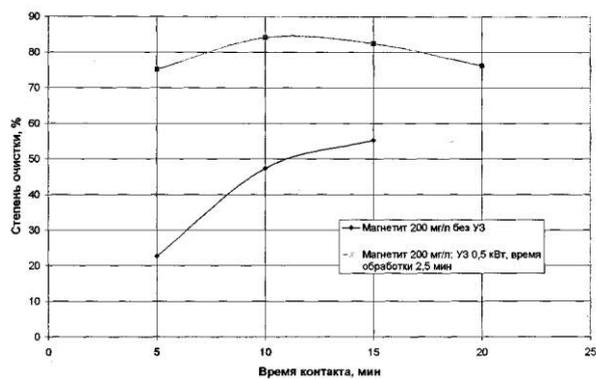


Рис. 2

Как видно из рис. 2, рациональное время контакта, при котором достигалась равновесная степень очистки, составило 10...15 мин, а ультразвуковая обработка магнетита позволяет увеличить степень очистки воды на 20...25%.

Проводятся экспериментальные исследования по очистке воды, содержащей нефтепродукты (сточные воды тонкосуточных фабрик содержат керосин).

На данном этапе целью экспериментального исследования являлось определение параметров ультразвукового поля при обработке гальванокоагулянта (ГК) – магнетита и оптимального количества магнетита.

При определении различных параметров ультразвука (УЗ) применялся магнито-стрикционный преобразователь, снабженный экспоненциальным волноводом. Выходная мощность колебаний изменялась от 0,25 до 1,0 кВт при частоте колебаний 24,4 кГц. Концентрация нефтепродуктов определялась с помощью ИК-фотометрического метода на концентратометре КН-2м по стандартной методике на кафедре промышленной экологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

На рис. 2 (зависимость степени очистки воды от времени контакта магнетита с эмульсией) представлены результаты исследования изменения степени очистки воды от нефтепродуктов в зависимости от длительности ее контакта с магнетитом как подвергнутым ультразвуковой (УЗ) обработке, так и не подвергнутым.

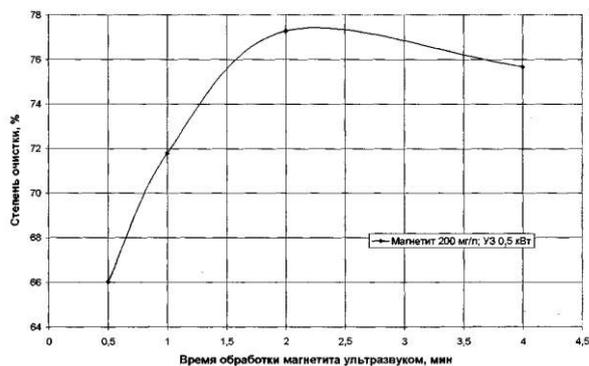


Рис. 3

При изменении мощности ультразвукового поля от 0,25 до 1,0 кВт, частоте 24,4 кГц, длительности обработки магнетита УЗ 2 мин, начальной концентрации нефтепродуктов в воде 50,5 мг/л, времени контакта магнетита и загрязненной воды

10 мин степень очистки воды возрастает с 84,8 до 91,0%.

На рис. 3 показана зависимость степени очистки воды от времени обработки магнетита УЗ при мощности 0,5 кВт. Из рисунка видно, что рациональное время обработки, при котором достигается равновесная степень очистки воды, составляет примерно 2 мин.

Результаты исследования зависимости степени очистки воды от относительной дозы ПС приведены на рис. 4.

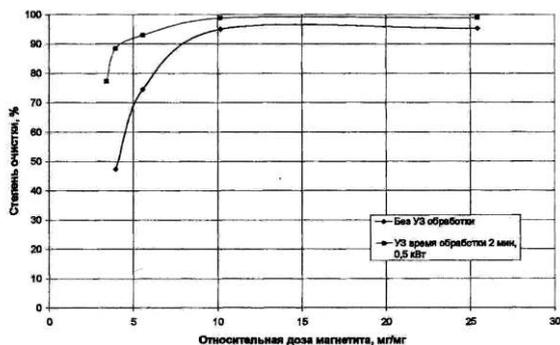


Рис. 4

Как видно из рис. 4, при одинаковой дозе магнетита степень очистки выше при его обработке ультразвуком, а при одинаковой степени очистки можно снизить количество используемого магнетита.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что использование ультразвукового поля позволяет повысить эффективность очистки сточной воды гальванохимическим методом.

2. Определены рациональные параметры ультразвукового поля при обработке гальванокоагулянта, рациональное время обработки гальванокоагулянта ультразвуковым полем и его контакта с очищаемой водой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артемов А.В., Платова Т.Е., Павлов Н.Н. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №1. С.108...111.
2. Сосновская А.А., Власова В.И., Герасимович О.А. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1992, №6. С.80...86.
3. Чантурия В. А., Соложенкин П.М. Гальванохимические методы очистки техногенных вод: Теория и практика. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 06.02.09.

УДК 519.8

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКРЫТЫХ ПЕРИОДИЧНОСТЕЙ
ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ЧИСЛА ЭКСПЕРИМЕНТОВ
В ИССЛЕДОВАНИИ ОПЕРАЦИЙ**

В.В. КЛЕЙНОСОВ

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

Рассматривается не имеющая конкретного алгоритма операция раскладки множества лекал заданного вектором $V = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ на рулон необходимой ширины H и достаточной для выполнения операции длины. Лекала – замкнутые плоские кривые, образующие односвязные или многосвязные области, должны быть уложены на рулон так, чтобы контуры их не пересекались и чтобы при этом использовать минимальную длину рулона L_{min} . Операция оценивается двумя функционалами: L - длина расходуемого рулона; T – время раскладки лекал. В результате проведения операции нужно получить значения $L = L_{min}$ за время $T = T_{min}$.

Очевидно, величины L_{min} и T_{min} зависят от количества всех лекал $\|V\|$, предписанных планом:

$$V = (b_1, b_2, \dots, b_m), \left(\|V\| = \sum_{i=1}^m b_i \right).$$

Экспериментально показано, что величина $L_{min}(\|V\|)$ зависит от величины лекал, ширины рулона H , формы лекал и их количества.

В [1] показано, что даже для одного лекала простой формы в виде эллипса, прямоугольника уже требуется определенное искусство для отыскания аналитического

выражения для $L_{min}(H, a, b)$ (a, b - полуоси эллипса или стороны прямоугольника). Для двух простых фигур подобного типа задачу аналитического представления L_{min} ставить бессмысленно. Из примеров, приведенных в [1], можно сделать вывод, что для средних по размеру лекал, (в количестве, большем 5, 6) экспериментальная оценка величины L_{min} затруднительна. Можно найти величину, близкую к L_{min} , затратив при этом массу времени.

Для дорогих материалов величина $L_{min}(H, \|V\|)$ очень важна, однако получение ее оценки всегда лимитируется временем ее поиска.

Рассмотрим задачу поиска приближенной величины $\bar{L}_{min}(H, \|V\|)$ в условиях ограниченности отведенного для него времени.

Иными словами, требуется спланировать эксперимент по отысканию $\bar{L}_{min}(H, \|V\|)$ так, чтобы получить достаточно хороший результат для $L_{min} \approx \bar{L}_{min}$ за ограниченное время.

Провести опыт по укладке всех лекал вектора V и измерить необходимое для этого $\bar{L}_{min}(H, \|V\|)$ за ограниченное время не представляется возможным за исключением случая "песок в мешке", (диаметр лекал ничтожно мал по сравнению с H), где имеет место линейное соответствие

$\sum_{i=1}^n L_{\min}(H, \Delta_i \| B \|) \approx L_{\min}(H, \| B \|)$: так, что

если $\| B \| = n \Delta \| B \|$, то беря достаточно большое n и измеряя $L_{\min}(H, \Delta \| B \|)$, можно быстро (в зависимости от n) получить $L_{\min}(H, \| B \|) \approx n L_{\min}(H, \Delta \| B \|)$. Поэтому необходимо разбить план B на части $\Delta_i \| B \|$, чтобы в зависимости от формы и величины лекал можно было бы найти $L_{\min}(H, \Delta_i \| B \|)$ и, проводя опытную раскладку каждого $\Delta_i \| B \|$ лекал и измеряя каждое $L_{\min}(H, \Delta_i \| B \|)$, прийти к результату $L_{\min}(H, \| B \|) \approx \sum_{i=1}^n L_{\min}(H, \Delta_i \| B \|)$.

По-видимому, существует некоторое множество оптимальных разбиений вектора-плана $B = (b_1, \dots, b_m)$ на равное (или примерно равное) число частей, обладающих для конкретной разновидности лекал вектора B и предложенных свойств материала рулона такой спецификой, что 1) – для каждой такой части можно будет экспериментально или с помощью моделирования процесса найти $\Delta_i L_{\min}$ или величину очень близкую к ней; 2) – величина $\Delta_i L_{\min}$ находится за приемлемое время для любого i . Предположительно такие группы будут состоять из 5...10 лекал.

По своей природе вектор-план $B = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ изначально содержит периоды: первое лекало повторяется b_1 раз, ... m -е - b_m раз, то есть с самого начала на количестве опытов можно сэкономить, если уложить на предложенный рулон шириной H первое лекало, для него найти значение L_{\min}^1 , а затем отрезать кусок рулона этой длины. Затем сделать то же

самое со вторым лекалом, с третьим и т.д. Таким образом в качестве $L_{\min}(H, B)$ может выступить величина $\sum_{i=1}^m b_i L_{\min}^i$.

Эта процедура самая быстрая, но для дорогих материалов с лекалами малого, по сравнению с H , диаметра, не может считаться экономически оправданной.

Переход на двухлекальный эксперимент для каждого i -го вида лекал потребует, по крайней мере, четности всех значений b_i вектора B , а - на трехлекальный - свойства делимости на три всех b_i . Очевидно, наиболее широкими возможностями "вертикальной" периодики обладают планы с одинаковыми b_i ($i = 1, 2, \dots, m$) и со значениями в виде произведения начальных простых чисел 2,3,5 и т.д.

Геометрическая интерпретация такого плана – прямоугольник шириной m и высотой b_i . Если, например, $m=5$, а $b_i = 60$ ($i = \overline{1, m}$), то можно поставить опыты по определению L_{\min}^i для $\Delta b_1 = 5$, $\Delta b_2 = 4$, $\Delta b_3 = 3$, $\Delta b_4 = 10$, $\Delta b_5 = 6$. Количество лекал в группе определяется в основном сложностью формы лекал (чем сложнее форма, тем их меньше в группе и тем быстрее их можно уложить), но и связывается со свойствами материала рулона. Отметим, что идея разбиения лекал на группы в производственных условиях исходит из возможности почти одновременного выполнения работ по определению L_{\min}^i .

В рассматриваемом случае, проводя всего 5 параллельных опытов по определению L_{\min}^i , примерно за одно и то же время можно получить результат:

$$L_{\min}(H, B) \approx 12L_{\min}^1 + 15L_{\min}^2 + 20L_{\min}^3 + 6L_{\min}^4 + 10L_{\min}^5.$$

И это по укладке $\| B \| = 300 = 60 \cdot 5$ лекал.

В дальнейшем, не сильно искажая истину, будем считать, что время оптимальной укладки лекал на рулонный материал в

основном определяется количеством укладываемых лекал и будем интересоваться частями плана $\| \Delta B \|$ заданной нормы $\| B \|$.

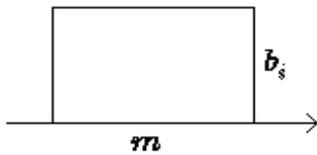


Рис. 1

Прямоугольные планы (рис.1) проливают свет на так называемые "горизон-

$$6(10,0,0,0,0)+12(0,5,5,0,0)+12(0,0,0,5,5)=20(3,3,0,0,0)+20(0,0,3,3,0)+10(0,0,0,0,6)=$$

и т.д. со значениями $\| \Delta B \| = 10, 6, \dots$ "Вертикальные"; "горизонтальные" и "частично горизонтальные" периодичности для планов с прямоугольной матрицей (рис. 1), в общем случае, могут перейти в скрытые "смешанные" периодичности.

Нас, прежде всего, будет интересовать вопрос: существует ли периодичность достаточно большой частоты заданной нормы, с помощью которой можно было бы представить либо весь план В, либо часть его с некоторым остатком той же (или меньшей) нормы. Категорически утверждать, что такая периодичность существует, пока нет оснований. Однако для любого предложенного плана В можно попытаться найти несколько повторяющихся в нем элементов некоторой частоты, с тем чтобы использовать их в целях экономии количества опытов.

Прежде чем обратиться к примерам, будем считать, не умаляя общности, что

$$B = 6(1\ 2\ 3\ 4) + (5\ 5\ 5\ 5) + 4(6\ 7\ 8\ 9) + (1\ 2\ 5\ 5) + (6\ 10\ 10\ 11).$$

В скобках указаны номера четверок лекал, подготовленных к укладке. В рассматриваемом варианте предстоит 5 опытов по раскладке лекал и определению для

$$(5\ 5\ 5\ 5) + (1\ 2\ 5\ 5) + (6\ 10\ 10\ 11) = (5\ 5\ 5\ 5\ 5\ 10\ 10) + (1\ 2\ 6\ 11) = 2(5\ 5\ 5\ 10) + (1\ 2\ 6\ 11).$$

Подбор лекал в группы и замена на лекала из других групп осуществляется с учетом свойств материала, не говоря уже о том, что эти замены определяют и соответ-

$$B = 6(1\ 2\ 3\ 4\ 5) + 2(6\ 7\ 8\ 9\ 10) + (6\ 7\ 8\ 9\ 6) + (6\ 7\ 8\ 9\ 11) + (1\ 2)$$

тальные" периоды чисто смешанных стратегий проведения опытов.

Геометрическая форма плана В (рис. 1) позволяет поставить всего один смешанный опыт, с лекалами всех пяти видов (1,1,1,1,1) и получить результат $L_{\min}(H, B) \approx 60L_{\min}(1,1,1,1,1)$. Можно использовать и другие разложения В:

координаты вектора В упорядочены: $b_1 \geq b_2 \geq b_3 \geq \dots \geq b_m$ (случай равенства разобран выше).

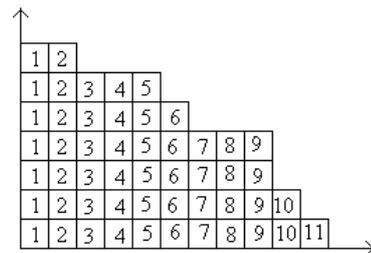


Рис. 2

Выполняя для нормы $\| B \| = 52$ (рис. 2) разложения $52 \times 1 = 26 \cdot 2 = 13 \cdot 4$ без остатка, ЛПР скорее всего остановится на последнем варианте, выделяя в нем максимальное количество одинаковых четверок лекал. Из рис. 2 видно:

каждой такой раскладки значения L_{\min} . Количество экспериментов можно уменьшить до четырех, объединив одиночные "четверки" в предыдущем разложении:

ствующие L_{\min} .

Привлекательными для ЛПР могут стать эксперименты, проводимые по схеме

или

$$B=5(1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6)+(1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 11)+(7\ 7\ 7\ 7\ 8\ 8)+(8\ 8\ 9\ 9\ 9\ 9)+(1\ 2\ 10\ 10).$$

Для дорогих материалов можно рассмотреть долгий вариант:

$$B=4(1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8\ 9)+(1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 10\ 10\ 11)+(1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 1\ 2).$$

а для дешевых – ускоренный:

$$B=7(1\ 2)+6(3\ 4)+5(5\ 6)+4(7\ 8)+2(9\ 10)+(9\ 5)+(9\ 11).$$

В Ы В О Д Ы

"Частотная" характеристика вектора плана B в виде набора координат (b_1, b_2, \dots, b_m) , оказывается, содержит некоторую полезную дополнительную информацию иного характера – так называемые скрытые периоды, используя которые в ряде случаев можно уменьшить количество длительных процедур проведения экспериментов. Поиск скрытых периодичностей – это, скорее, искусство, чем наука, но удачно выполненный поиск какой-

нибудь из скрытых периодичностей может значительно сократить время достижения поставленной цели.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Клейменов В.В.* Оптимизация укладки лекал на рулонном материале. Учебное пособие. – М.: МГАЛП, 1994.

Рекомендована кафедрой высшей математики. Поступила 06.02.09.

УДК 677.024: 519.15

БЫСТРЫЕ АЛГОРИТМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ РАППОРТОВ ТОЧЕЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Г.И. БОРЗУНОВ

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

Выполненный ранее теоретический анализ простейших алгоритмов выделения раппортов в текстильных рисунках показал, что эти алгоритмы могут быть использованы в учебных или демонстрационных целях для обработки изображений небольшой размерности. В данной работе впервые рассматриваются разработанные автором более быстрые алгоритмы.

Быстрое выделение раппортов изображений, не содержащих случайных искажений (изображения класса 1), выполняется по следующей схеме (Rpt3): 1. Для заданного изображения $A[m][n]$ вычисляется размер раппорта по вертикали nr : попарно

сравниваются горизонтальные полосы $((0, 0), (nr-1, n-1)), ((nr, 0), (2*nr-1, n-1)), ((2*nr, 0), (3*nr-1, n-1)), \dots$, при изменении ширины полос nr от 2 до $m/2$ и определяется такое значение nr , при котором все сравниваемые полосы совпадают. 2. Вычисляется размер раппорта по горизонтали nr : попарно сравниваются вертикальные полосы $((0, 0), (m-1, nr-1)), ((0, nr), (m-1, 2*nr-1)), ((0, 2*nr), (m-1, 3*nr-1)), \dots$, при изменении ширины вертикальных полос nr от 2 до $n/2$ и определяется такое значение nr , при котором все сравниваемые строки совпадают. 3. В качестве раппорта изображения $A[m][n]$ принимается

$R[mr][nr]$, левый верхний угол которого совпадает с любым элементом массива $A[m][n]$. Определим функции несовпадения $W3(mr, A[m][n])$ и $W4(nr, A[m][n])$:

```
int W3(mr, A[m][n]) {int ir; for(int i=mr; i<m; i++) for(int j=0; j<n; j++) {ir=i%mr; if(A[i][j]!=A[ir][j]) { return 1;} } return 0;}.
int W4(nr, A[m][n]) {int jr; for(int i=0; i<m; i++) for(int j=nr; j<n; j++) { jr=j%nr; if(A[i][j]!=A[i][jr]) { return 1;} } return 0;}
```

Используя функции $W3$, $W4$, псевдокод алгоритма $Rpt3$ можно представить в виде функции:

```
int mr=0, nr=0; void Rpt3(A[m][n]) {int ir=0, jr=0; /* Определение вертикального размера раппорта */ for(int imr=2; imr <=m/2; imr++) {if(W3(imr, A[m][n]))==0){mr=imr; break;} } if(mr==0) {return;} /* Определение горизонтального размера раппорта */ for(jnr=2; jnr <=n/2; jnr++){if(W4(jr, A[m][n]))==0){nr=jnr; break;}} return;} /* Раппорт не существует, если mr==0 или nr==0; иначе раппорт R[mr][nr] совпадает с любым подмассивом A[mr][nr]*/
```

Пусть выполняется $K=m=n$. В худшем случае для вычисления функции несовпадения $W3(ir, A[m][n])$ при каждом вызове потребуется следующее количество циклов: $T6(K) = (K - ir) \times K$. При определении вертикального размера раппорта по алгоритму $Rpt3$ параметр ir меняется от 2 до $K/2$, поэтому $T7(K) = (((K - 2) \times K) + ((K - 3) \times K) + \dots + ((K - K/2) \times K)) = ((K - 2) + (K - 3) + \dots + (K - K/2)) \times K = ((K/2 - 1) \times K - ((1 + 2 + \dots + K/2) - 1)) \times K = K^3/2 - K^2 - ((K/2 \times (K/2 + 1)/2 - 1) \times K) = K^3/2 - K^2 - K^3/8 - K^2/4 + K = 3/8 \times K^3 - 5/4 \times K^2 + K \approx O(K^3)$. Временная сложность определения горизонтального размера раппорта по алгоритму $Rpt3$ с использованием функции $W4(mr, A[m][n])$ также равна $T6(K) \approx O(K^3)$. Так как в целом работа алгоритма $Rpt3$ сводится к последовательному определению вертикального размера раппорта и определению горизонтального размера раппорта, то временная сложность всего алгоритма $Rpt3$ равна: $T7(K) = 2 \times T6(K) \approx O(K^3)$.

Пусть изображение второго $A2[m][n]$ получается из изображения первого класса $A1[m][n]$ в результате случайного изменения некоторых точек. Пусть $R1[mr][nr]$ яв-

ляется раппортом изображения $A1[m][n]$, то есть функция несовпадений для $R1[mr][nr]$ равна нулю ($W(A1[m][n], V1[m][n])=0$). Тогда размеры раппорта $A2[m][n]$ по вертикали и горизонтали соответственно равны mr , nr , то есть существует $R2[mr][nr]$, для которого $W(A2[m][n], V2[m][n]) \rightarrow \min$. Действительно попытка использовать в качестве раппорта $R2[mr2][nr2]$ (подмассива $A2[m][n]$), размеры по вертикали и горизонтали отличаются от значений mr , nr , приводит почти всегда к увеличению значения функции несовпадений, ввиду того, что к несовпадениям из-за наложенного на $A1[m][n]$ шума добавляются несовпадения точек $R2[mr2][nr2]$ с точками $A1[m][n]$ из-за различия размеров $R2[mr2][nr2]$ и размеров $R1[mr][nr]$. После определения размеров mr , nr раппорта изображения $A2[m][n]$ вычисление раппорта этого изображения завершается выбором любого $R2[mr][nr]$, являющегося подмассивом $A2[m][n]$, и устранением различий точек $R2[mr][nr]$, вызванных наложенным на $A1[m][n]$ шумом, одним из методов теории вероятностей. Ниже впервые приводится псевдокод $Rpt4$ описанного выше алгоритма быстрого определения раппортов изображений класса 2. В алгоритме $Rpt4$ для определения размеров раппорта изображения $A[m][n]$ используются функции $W5$, $W6$, которые получены в результате переработки функций $W3$, $W4$:

```
long int W5(mr, A[m][n]) {long int s=0; int ir; for(int i=mr; i<m; i++) for(int j=0; j<n; j++) {ir=i%mr; if(A[i][j]<A[ir][j]) s+=(A[ir][j] - A[i][j]); else s+=(A[i][j] - A[ir][j]);} return s;}
long int W6(nr, A[m][n]) {long int s=0; int jr; { int jr; for(int i=0; i<m; i++) for(int j=nr; j<n; j++) {jr=j%nr; if(A[i][j]<A[i][jr])s+=(A[i][jr] - A[i][j]);else s+=(A[i][j] - A[i][jr]);} return s;}
```

Псевдокод функции $Rpt4$ можно представить в следующем виде:

```
int array Rpt4(A2[m][n]) {int mrmin=0, nrmin=0; long int wmrmin=255*n*m; long int wnrmin=255*n*m; long int ww=0; for(int imr=2; imr<=m/2; imr++) {ww= W5(imr, A[m][n]) if(ww< wmrmin) {mrmin=imr, wmrmin=ww; }} for(nr=2; nr<=n/2; nr++) {ww= W6(nr, A[m][n]) if(ww< wnrmin)
```

```
{nrmin=nr, wnrmin=ww; } }
```

//Устранение различий точек, вызванных шумовым эффектом

```
Распределить память для long int NA[mr][nr]=0; double float SA[mr][nr]=0; int R[mr][nr]; int ir, jr; for(int i=0;i<m;i++) for(int j=0;j<n;j++) {ir=i%mr; jr=j%nr; SA[ir][jr] =(SA[ir][jr] + A[i][j]); NA[ir][jr]++;} for(int i=0;i<mr;i++) for(int j=0;j<nr;j++) R[i][j]=int(SA[i][j]/NA[i][j]);
```

//Расчет изображения, полученного после устранения шумового эффекта

```
Распределить память для int AA[m][n]; for(int i=0;i<m;i++) for(int j=0;j<n;j++) {ir=i%mr;jr=j%nr; AA[i][j]=R[ir][jr]; } Освободить память NA[mr][nr]; SA[mr][nr]; R[mr][nr]; return AA[m][n]; }.Подмассив A[mr][nr] является раппортом изображения AA[m][n]. Как видно из приведенного выше псевдокода Rpt4, в данном варианте алгоритма для значений точек, имеющих в пределах раппорта одни и те же координаты (ir, jr), в качестве одинаковых значений приняты средние значения всех таких точек в пределах исходного изображения A[m][n]. Для вычисления функции несовпадений W5(mr, A [m][n]) требуется (K-mr) × K циклов как в лучшем, так и в худшем случае. Аналогично для вычисления функции несовпадений W6(nr, A [m][n]) требуется выполнение (K-nr) × K циклов также в лучшем и в худшем случаях. Эти оценки количества циклов, необходимых для вычисления W5(mr, A [m][n]), W6(nr, A [m][n]), совпадают с оценками количества циклов, требуемых для вычисления W3(mr, A [m][n]) и W4(nr, A [m][n]). При определении размеров раппорта mrmin и nrmin по алгоритму Rpt4 параметры mr и nr меняются от 2 до K/2, как и изменение этих параметров при выполнении алгоритма Rpt3. Таким образом, временные сложности вычисления mrmin, nrmin равны и определяются выражением:  $T8(K)=T9(K) = ((K/2-1) \times K - ((1+2+\dots+K/2)-1)) \times K \approx O(K^3)$ . Устранение различий точек,
```

вызванных шумовым эффектом, содержит два последовательно выполняющихся циклических участка. Реализация первого из них требует выполнения в лучшем и худшем случаях K^2 циклов, второй выполняется в худшем случае за $(K^2 / 4)$ циклов. Тогда временная сложность устранения различий точек, вызванных шумовым эффектом, оказывается равной: $T10(K) = K^2 + (K^2 / 4) \approx O(K^2)$. Работа алгоритма Rpt4 завершается расчетом кода изображения, для которого требуется выполнить K^2 циклов. Временная сложность этого заключительного этапа равна: $T11(K) = K^2 \approx O(K^2)$. Рассмотренные выше этапы алгоритма Rpt4 выполняются последовательно, поэтому временная сложность алгоритма Rpt4 в целом равна: $T11(K) = T8(K) + T9(K) + T10(K) + T10(K) = O(K^3) + O(K^3) + O(K^2) + O(K^2) \approx O(K^3)$.

ВЫВОДЫ

1. Разработанные автором алгоритмы Rpt3, Rpt4 обладают значительно более низкой временной сложностью по сравнению с решаемыми аналогичными задачами простейшими алгоритмами Rpt1 и Rpt2. Алгоритм Rpt3 обеспечивает по сравнению с Rpt1 коэффициент ускорения $O(K)$ при выделении раппортов изображений, не содержащих случайных искажений, а алгоритм Rpt4 – по сравнению с Rpt2 коэффициент ускорения $O(K^3)$, при выделении раппортов изображений, в которых имеют место искажения цвета некоторых точек.

2. Дальнейшее снижение временной сложности выделения раппортов может быть достигнуто с использованием средств параллельного программирования.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и компьютерного дизайна. Поступила 16.04.09.

УДК 677.027

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ЛЬНЯНОЙ ТКАНИ
В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ОТДЕЛКИ**

А.Б.БРУТ-БРУЛЯКО, С.М.МИНОВСКАЯ

(Костромской государственный технологический университет)

В производственных условиях отделочной фабрики ООО "БКЛМ-Актив" (г. Кострома) проведены исследования изменения физико-механических свойств ткани арт. 876, имеющей в основе и утке льняную оческовую пряжу 86 текс [1]. Беление ткани проводилось на линии фирмы Бентелер (Япония). В состав линии входят четыре секции, где происходит обработка ткани врасправку.

В первой секции осуществляется расшлихтовка ткани раствором щавелевой кислоты и смачивателем ЭМ-3 при температуре 60°C и обработка ткани в запарной камере в течение часа.

Во второй секции ткань промывается раствором едкого натра, смачивателем

ЭМ-3 при температуре 60°C и обрабатывается в камере в течение часа при температуре 100°C.

В третьей секции происходит холодная обработка ткани гипохлоритом натрия и смачивателем ЭМ-3.

В четвертой секции ткань обрабатывается раствором окислительного щелока, содержащего сульфит натрия при температуре 50°C, и выдерживается в камере в течение часа при температуре 90°C.

После каждой секции в линии отбеливания имеются накопители ткани, которые позволяли отобрать пробы для исследования. Результаты исследований приведены в табл. 1 (изменение параметров ткани на линии Бентелер).

Т а б л и ц а 1

Секция оборудования	Поверхностная плотность ткани, г/м ²	Плотность ткани по основе, нити/дм	Плотность ткани по утку, нити/дм	Ширина ткани, см	Разрывная нагрузка ткани по основе, даН	Разрывная нагрузка ткани по утку, даН
Параметры суровой ткани	415	142	136	157	1050	1200
После 1-й секции	398	150	134	149	-	-
После 2-й секции	381	152	134	146	-	-
После 3-й секции	377	154	132	142	-	-
После 4-й секции	376	154	130	141	950	840

Из приведенного в табл. 1 анализа видно, что основное изменение параметров ткани происходит в первой секции линии

отделки ткани. Это объясняется тем, что ткань находится под натяжением вдоль основных нитей и проходит влажностную

обработку. В этой секции происходит наибольшая вытяжка ткани, которая называется притяжкой. Растяжки ткани в направлении утка нет, поэтому под действием натяжения и усадки ткани по ширине происходят существенные изменения плотности ткани по обеим системам нитей и по ширине ткани.

Поскольку после каждой секции линии имеется накопитель ткани, то ткань находится в режиме "натяжение–отдых" и в накопителях имеет возможность релаксироваться. Поэтому дальнейшее изменение параметров ткани, находящейся под натяжением в каждой секции, происходит более плавно.

Далее была определена притяжка в каждой секции линии беления ткани и получена общая притяжка для всей линии методом меток. Притяжка у ткани после первой секции составила 0,7%, после второй – 0,25%, после третьей – 0,83%, после чет-

вертой – 0,34%. Общая технологическая притяжка ткани на линии Бентелер при отбелке ткани составила 2,1%.

ВЫВОДЫ

В производственных условиях проведены экспериментальные исследования материалоемкости и прочности льняной ткани, необходимые для установления технологических режимов оборудования

ЛИТЕРАТУРА

1. Брут-Бруляко А.Б., Миновская С.М. Распределение притяжки по секциям линии беления // Тез. докл. научн.-техн. конф.: Современные наукоемкие инновационные технологии развития промышленности региона (Лен-2008). – Кострома: КГТУ, 2008. С.133.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 02.02.09.

УДК 677.017

ИССЛЕДОВАНИЕ ХЛОПКОПОЛИЭФИРНЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ ДОМАШНЕГО ТЕКСТИЛЯ

М.А. СТАШЕВА, Л.И. БАЛАКШИЙ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В настоящее время в Ивановской области действует большое количество малых швейных предприятий, выпускающих изделия домашнего текстиля (одеяла, матрацы, подушки и др.). Отсутствие отечественной сырьевой базы хлопковых волокон привело к широкому использованию импортных хлопкополиэфирных тканей производства Турции, Пакистана, Китая, Кореи, отличающихся рациональной шириной (220...280 см) и высокими показателями художественно-колористического оформления. Однако отсутствие нормативно-технической документации на данные текстильные материалы и разнообразие производителей приводит к значительным трудностям в их переработке в швей-

ном производстве. Следовательно, исследование характеристик хлопкополиэфирных тканей для изделий домашнего текстиля считаем актуальной задачей.

В качестве предмета исследования были выбраны следующие характеристики текстильных материалов: волокнистый состав, линейная плотность пряжи, абсолютная плотность ткани (число нитей на 10 см) и поверхностная плотность. Выбор данных показателей обусловлен их влиянием на надежность, назначение и эргономичность (потребительские свойства) текстильных и швейных изделий.

В работе использовали стандартизированные методы исследования [1] и оригинальные компьютерные методики [2]. От-

бор проб, количество образцов и выдерживание их в климатических условиях осуществляли по нормативно-технической документации [3]. Относительная погреш-

ность испытаний не превышала 5%.

Результаты исследований образцов тканей представлены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Артикул ткани	Волокнистый состав, %		Абсолютная плотность, нитей/дм		Линейная плотность пряжи, текс		Поверхностная плотность, г/м ²
	хлопок	полиэфир	основа	уток	основа	уток	
1032	5	95	300	180	18,5	18,5	90
12897	10	90	305	220	18,5	18,5	100
2464	15	85	300	200	18,5	18,5	95
659/8	15	85	280	180	18,5	18,5	85
11944	7	93	300	200	18,5	18,5	95

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы. Исследованные ткани содержат незначительное количество хлопковых волокон (5...15%), что снижает гигиенические свойства готовых швейных изделий. Поверхностная плотность тканей находится в пределах 85...100 г/м², абсолютная плотность основных нитей 280...305 нитей на 10 см, а уточных нитей – 180...200 нитей на 10 см. Данная структура тканей соответствует отечественным ситцам, что позволяет подтвердить назначение исследуемых материалов – изделия домашнего текстиля. Однако пониженные значения как поверхностной, так и абсолютной плотности тканей уменьшает прочность и износостойкость готовых изделий из этих материалов.

Следовательно, из-за пониженных значений потребительских свойств готовых изделий применение хлопкополиэфирных тканей рационально для изготовления изделий домашнего текстиля низкой ценовой категории.

ВЫВОДЫ

Исследованы с помощью стандартных и оригинальных методов импортные хлопкополиэфирные ткани, применяемые для изготовления изделий домашнего текстиля. Установлено, что применение хлопкополиэфирных тканей рационально для изготовления изделий домашнего текстиля низкой ценовой категории.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 1833–99. Материалы текстильные. Методы количественного химического анализа двухкомпонентных смесей волокон.
2. *Сташева М.А., Коробов Н.А.* Определение поверхностной плотности тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №5. – С.119...121.
3. ГОСТ 20566–75. Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 26.02.09.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ПРЕССОВЫХ СУКОН

А.С. РОЗАНОВ, И.Н. ПАНИН, С.Д. НИКОЛАЕВ

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

Прессовые сукна служат для обезвоживания бумажного полотна, а сам процесс обезвоживания осуществляется путем фильтрации.

Фильтрация воды при использовании прессовых сукон на бумагоделательных машинах в качестве "одежды" может осуществляться в двух направлениях:

- может быть продольной (вода удаляется вдоль сукна) вдоль нитей утка;
- поперечной (через сукно).

К процессам обезвоживания с продольной фильтрацией воды в сукне относится отжим в прессах с гладкими валами (обычный отжим пресс), а к процессам с поперечной фильтрацией – процессы отвода воды (отсасывания) через валы с отверстиями, прессы с желобчатыми валами, прессы с подкладочной сеткой, прессы с промежуточным валиком.

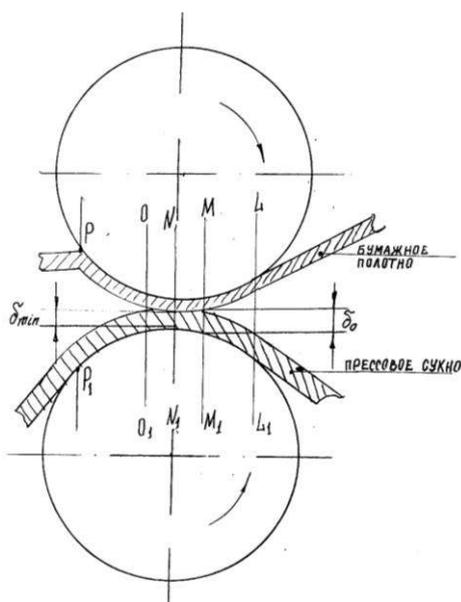


Рис. 1

На рис. 1 показана схема прохождения бумажного полотна и прессового сукна через прессовые валы. По теории Нисана

[1] процесс обезвоживания бумажного полотна через прессовое сукно делится на четыре фазы:

а) первая фаза обезвоживания осуществляется в зоне "точка контакта двух поверхностей", то есть прессового сукна и бумажного полотна с отжимными валами по линии "LL1", и заканчивается в точке контакта сукна с бумажным полотном, по линии "MM1" в начале зоны непрерывного уплотнения;

б) вторая фаза происходит в зоне от линии непрерывного уплотнения "MM1" до геометрического центра зазора "NN1";

в) третья фаза происходит в зоне от центра зазора "NN1" до точки разделения двух поверхностей, бумажного полотна и прессового сукна, по линии "OO1";

г) четвертая фаза осуществляется в зоне от линии "OO1" до точек "PP1", в которых сукно и бумажное полотно выходят из контакта с прессовыми валами.

Из анализа всей системы заправки сукна на бумагоделательной машине можно выделить фазу 5, которая включает все участки прохождения прессового сукна кроме рассмотренных 4-х фаз выше.

Из рис.1 также можно выделить участки изменения геометрических параметров прессового сукна в зоне отжима: δ_0 – толщина прессового сукна перед входом в зону контакта валов; δ_{min} – толщина прессового сукна в середине зоны контакта валов.

Согласно теории Нисана в фазе 1 прессовое сукно не принимает участия в обезвоживании бумажного полотна. А в фазе 2 с питающей стороны зазора валов прессовой части сукно сжимается до тех пор, пока оно не будет насыщено водой, вытесняемой из бумажного полотна, а затем вода вытесняется назад, вдоль нитей утка по

прессовому полотну, либо отсасывается через отверстия на отсасывающих прессах.

Таким образом, главной функцией зазора валов от линии "ММ1" до "NN1" являются удаление воды из прессового сукна. В фазе 3 на стороне выхода из зазора прессовых валов происходит постепенное ослабление нагрузки на прессовое сукно, что позволяет восстановить ему свою толщину, а следовательно, и впитывать влагу со стороны бумажного полотна. Исходя из данных положений к прессовым сукнам представлялись следующие требования.

1. Прессовое сукно должно обладать максимально-возможной упругостью.
2. Сукно должно быть влагопроницаемым по ширине и длине.
3. Сукно и бумажное полотно должны оставаться в контакте до полного восстановления размеров сукна из сжатого состояния, что возможно при увеличении диаметров прессовых валов.

По нашему мнению, кроме названных выше факторов, способствующих переносу влаги с бумажного полотна на прессовое сукно, к ним следует отнести изменение гидравлического давления между капиллярами бумажного полотна и прессового сукна. Несмотря на то, что капилляры самого высококачественного сукна будут крупнее, чем капилляры самой грубой бумаги, при снижении давления в зазоре прессовых валов до точки, где гидравлическое усилие будет меньше, чем разница капиллярных сил полотна и сукна, возникает капиллярная сила, втягивающая влагу из сукна обратно в бумажное полотно. Поэтому, по нашему мнению, после прохождения отжимных валов бумажное полотно следует сразу отделить от прессового сукна во избежание обратного переноса в него влаги.

Это обстоятельство предъявляет к материалам, из которых изготовлена "одежда" бумагоделательных машин, повышенные требования. Они должны допускать многократные циклические нагрузки, не снижая своих фильтрационных и физико-механических свойств.

Процесс фильтрации жидкости через пористые перегородки по закону Дарси

позволяет определить скорость движения жидкости в пористой среде. Скорость фильтрации зависит от показателей, характеризующих пористость прессового сукна и перепады давления на границе раздела сред. Она может быть существенно повышена путем соответствующего выбора материала, плотности по основе и утку каркасной ткани прессового сукна, а также переплетения каркасной ткани и иглопробивных прессовых сукон.

В прессах с продольной фильтрацией вода проходит по сукну путь, равный половине зоны контакта прессовых валов, и движется вдоль нитей утка против хода сукна.

В процессах с поперечным потоком вода проходит значительно меньшее расстояние, в результате чего прессующее давление можно значительно снизить.

Скорость движения воды в сукне при входе в зону контакта валов будет:

$$v = v_{\Pi} \left(1 - \frac{\delta_0 - \delta_{\min}}{\delta_0 - c} \right), \quad (1)$$

где v_{Π} – скорость подачи полотна бумаги в машине, м/мин; δ_0 – толщина сукна перед входом в зону контакта валов; δ_{\min} – толщина сукна в середине зоны контакта валов; c – толщина твердых веществ в сукне.

Таким образом, для уменьшения скорости движения воды в сукне и увеличения поглощения сукна нужно увеличивать δ_0 и уменьшать δ_{\min} , то есть повышать пористость сукон. Поэтому пористость прессовых сукон является важнейшим показателем, характеризующим его обезвоживающую способность. Количественно пористость определяется объемом пор в единице объема пористого тела:

$$\Pi = \frac{V_{\text{пор}}}{V}, \quad (2)$$

где $V_{\text{пор}}$ – объем пор; V – рассматриваемый объем тела.

Пористость вызывает понижение плотности (удельного веса) твердого тела:

$$\Pi = \frac{V - V_{\text{вещ}}}{V}, \quad (3)$$

где $V_{\text{вещ}}$ – объем вещества, из которого изготовлено пористое тело.

$$\Pi = \frac{\frac{G_{\text{вещ}}}{\gamma} - \frac{G_{\text{вещ}}}{\gamma_{\text{в}}}}{\frac{G_{\text{вещ}}}{\gamma}} = \frac{1 - \frac{\gamma}{\gamma_{\text{в}}}}{1} = 1 - \frac{\gamma}{\gamma_{\text{в}}}, \quad (4)$$

где $G_{\text{вещ}}$ – масса вещества пористого тела, г; γ – плотность пористого тела, г/см³; $\gamma_{\text{в}}$ – плотность вещества пористого тела, г/см³.

Если $\gamma = \gamma_{\text{в}}$, то $\Pi = 0$.

При исследовании свойств прессовых сукон чаще всего пользуются понятием коэффициента пористости:

$$\varepsilon = \frac{V_{\text{пор}}}{V_{\text{вещ}}} = \frac{V - V_{\text{вещ}}}{V_{\text{вещ}}} = \frac{V}{V_{\text{вещ}}} - 1 = \frac{\Pi}{1 - \Pi}. \quad (5)$$

С учетом предыдущих выводов:

$$\varepsilon = \frac{\gamma_{\text{в}}}{\gamma} - 1. \quad (6)$$

Чем больше пористость (а следовательно, и коэффициент пористости), тем выше обезвоживающие свойства прессового сукна.

На практике о величине пористости технических сукон прессовой группы обычно судят по величине их воздухопроницаемости и водопроницаемости.

Для практического определения пористости сукон в лабораторных условиях был спроектирован и изготовлен прибор для определения влагопроницаемости текстильных материалов. Этот прибор позволяет измерять прохождение влаги через образец сукна в вертикальном и горизонтальном направлениях при перепаде давления между лицевой и обратной сторона-

ми сукна до 400 кН/м², с переменным давлением – до 1700 кН/м². Ряд кривых полученных с помощью данного прибора приведен на рис. 2 (зависимости скорости потока воды от перепада давления).

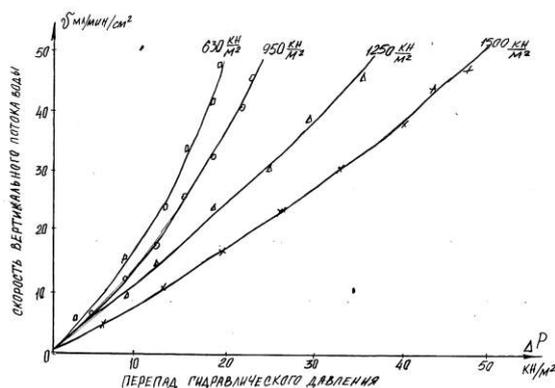


Рис. 2

С помощью четырех кривых на рис. 2 отражены различные варианты нагрузки сукна, из которых видно, что по мере прессующей нагрузки повышается и гидравлическое давление, необходимое для создания потока воды в сукне.

ВЫВОДЫ

1. Прессовые сукна, используемые для обезвоживания бумажного полотна, должны обладать повышенной пористостью и проницаемостью, а также устойчивостью к многократным циклическим нагрузкам сжатия.

2. При повышении прессующей нагрузки на сукно повышается и перепад гидравлического давления, необходимого для движения потока воды в сукне при обезвоживании бумажного полотна.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сергеев В.Д., Хохряков А.А., Лебедев Е.А.* Технология производства технических сукон. – М.: Легкая индустрия, 1977.

Рекомендована кафедрой ткачества МГТУ им. А.Н.Косыгина. Поступила 25.04.09.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЫРЦОВОГО ВАЛИКА ПИЛЬНОГО ДЖИНА

Р.Ф. ЮНУСОВ

(ОАО «Paxta tozalash ПChВ», г. Ташкент)

Уравнения движения деформируемого слоя (рис. 1 – расчетная схема) в отсутствии массовых сил имеют вид:

$$\bar{\mu}_j \nabla^2 \bar{u} + (\bar{\lambda}_j + \bar{\mu}_j) \text{grad div} \bar{u} = \rho_j \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial t^2}, \quad j=1,2,3, \quad (1)$$

где $\bar{\lambda}_j = \frac{\nu_i \bar{E}_j(\omega)}{(1+\nu)(1-2\nu_j)}$, $\bar{\mu}_j = \frac{\nu_i \bar{E}_j(\omega)}{2(1+\nu_i)}$; ν_j – коэффициент Пуассона; $\bar{E}_j(\omega)$ – комплексное представление модуля эффективной упругости, которое записывается в виде:

$$\bar{E}_j(\omega) = E_j(\omega)[1 + i\eta(\omega)].$$

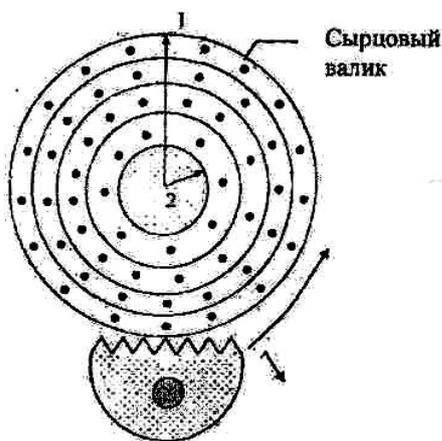


Рис. 1

В работе [1] функции $\bar{E}_j(\omega)$ и $\eta(\omega)$ представлены в аналитическом виде:

$$E(\omega) = E_{\min} + E_{\max} \left[1 - \frac{1}{(\rho\omega)^n} \right],$$

$$\eta\omega = \frac{E_{\min} (\rho\omega)^n}{2E(\omega) \left[1 + (\rho\omega)^n \right]^2},$$

где E_{\min} и E_{\max} – соответственно волны минимального и максимального значения модуля упругости материала, зависящие от частоты колебаний; β и n – постоянные, зависящие от материала.

На границе двух тел можно задавать два типа условий.

1. В случае жесткого контакта на границе раздела ставится условие непрерывности соответствующих составляющих тензора напряжений и вектора перемещения, то есть

$$\begin{aligned} \sigma_{nn}^{(1)} = \sigma_{nn}^{(2)}; \sigma_{ns_1}^{(1)} = \sigma_{ns_1}^{(2)}; \sigma_{ns_2}^{(1)} = \sigma_{ns_2}^{(2)}; \\ u_n^{(1)} = u_n^{(2)}; u_{s_1}^{(1)} = u_{s_1}^{(2)}; u_{s_2}^{(1)} = u_{s_2}^{(2)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Если на границе раздела отсутствует трение, то

$$\begin{aligned} \sigma_{nn}^{(1)} = \sigma_{nn}^{(2)}; \sigma_{ns_1}^{(1)} = \sigma_{ns_1}^{(2)}; \sigma_{ns_2}^{(1)} = \sigma_{ns_2}^{(2)}; \\ u_n^{(1)} = u_n^{(2)}. \end{aligned}$$

2. На свободной поверхности ставится условие свободы от напряжений, то есть

$$\sigma_{nn}^{(1)} = 0; \sigma_{ns_1}^{(1)} = 0; \sigma_{ns_2}^{(1)} = 0.$$

Если вектор перемещений представить в виде потенциальной и соленоидальной частей, то волновое уравнение в декартовой (x, y, z) и цилиндрической (r, θ, z) системах координат соответственно будет иметь вид:

$$\bar{u} = \text{grad}\varphi + \text{rot}\vec{\psi},$$

где φ – потенциал продольных волн; $\vec{\psi}$ ($\psi_\alpha \psi_\beta \psi_\gamma$) – потенциал поперечных волн.

Потенциальные функции в декартовых системах координат удовлетворяют следующим волновым уравнениям:

$$\nabla^2 \varphi - \frac{1}{c_p^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0, \quad \nabla^2 \psi_x - \frac{1}{c_s^2} \frac{\partial^2 \psi_x}{\partial t^2} = 0; \quad (3)$$

$$\nabla^2 \psi_y - \frac{1}{c_s^2} \frac{\partial^2 \psi_y}{\partial t^2} = 0; \quad \nabla^2 \psi_z - \frac{1}{c_s^2} \frac{\partial^2 \psi_z}{\partial t^2} = 0,$$

где $c_p^2 = (\lambda + 2\mu)/\rho$; $c_s^2 = \mu/\rho$ – соответственно скорости распространения продольных и поперечных волн.

По известным потенциалам перемещений определяется перемещение среды:

$$u_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial \psi_z}{\partial y} + \frac{\partial \psi_y}{\partial z},$$

$$u_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \frac{\partial \psi_x}{\partial z} + \frac{\partial \psi_z}{\partial x},$$

$$u_z = \frac{\partial \varphi}{\partial z} + \frac{\partial \psi_y}{\partial x} + \frac{\partial \psi_x}{\partial y},$$

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2},$$

$$|\bar{u}|^2 = u_x^2 + u_y^2 + u_z^2,$$

$$\bar{u} = u_x \bar{i} + u_y \bar{j} + u_z \bar{k},$$

$$|\bar{i}| = |\bar{j}| = |\bar{k}| = 1.$$

Векторы перемещений, деформаций и потенциалы смещения в цилиндрических системах координат выражаются в виде:

$$u_r = \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_z}{\partial \theta} + \frac{\partial \psi_x}{\partial x},$$

$$u_\theta = \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} + \frac{\partial \psi_r}{\partial z} + \frac{\partial \psi_z}{\partial r},$$

$$u_x = \frac{\partial \varphi}{\partial z} + \frac{\partial \psi_\theta}{\partial r} + \frac{\psi_\theta}{r} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_r}{\partial \theta},$$

$$\bar{u} = u_r \bar{i}_r + u_\theta \bar{j}_\theta + u_x \bar{k}_z,$$

$$|\bar{i}_r| = |\bar{j}_\theta| = |\bar{k}_z|,$$

$$\nabla^2 \psi_x - \frac{1}{c_s^2} \frac{\partial^2 \psi_x}{\partial t^2} = 0,$$

$$\nabla^2 \psi_y - \frac{1}{c_s^2} \frac{\partial^2 \psi_y}{\partial t^2} = 0;$$

$$\nabla^2 \psi_k - \frac{\psi_k}{r^2} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial \psi_\theta}{\partial \theta} - \frac{1}{c_s^2} \frac{\partial^2 \psi_r}{\partial t^2} = 0,$$

$$\nabla^2 \psi_\theta - \frac{\psi_{k\theta}}{r^2} + \frac{2}{r^2} \frac{\partial \psi_k}{\partial \theta} - \frac{1}{c_s^2} \frac{\partial^2 \psi_\theta}{\partial t^2} = 0,$$

$$\varepsilon_{rr} = \frac{\partial u_r}{\partial r}, \quad \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{1}{r} \left(u_r + \frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} \right), \quad \varepsilon_{zz} = \frac{\partial u_z}{\partial z},$$

$$\varepsilon_{r\theta} = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \theta} + \frac{\partial u_\theta}{\partial r} - \frac{u_\theta}{r} \right],$$

$$\varepsilon_{\theta_x} = \frac{1}{2} \left[\frac{\partial u_\theta}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_z}{\partial \theta} \right].$$

Связь между напряжениями и деформациями удовлетворяет закону Гука [2].

Рассматривается распространение волн в диссипативных механических системах, состоящих из протяженных плоских или цилиндрических тел.

Для решения некоторых конкретных задач используется стандартная линейная модель. Одна из наиболее известных форм представления уравнения состояния является стандартная линейная модель [3], которая сводится к зависимости между напряжением и деформацией вида:

$$\sigma = \bar{E} h_v \varepsilon, \quad \bar{E}(\omega) = E'(\omega) + iE''(\omega), \quad (4)$$

$$\text{где } E' = E \frac{1 + \omega^2 \alpha \beta}{1 + \omega^2 \alpha^2}; \quad E'' = E \frac{\omega(\beta - \alpha)}{1 + \omega^2 \alpha^2};$$

α – постоянная напряжения релаксации; β – мгновенный центр упругости.

Соотношения (4) выражают некоторые особенности поведения реальных материалов. С помощью следующих соотношений можно учитывать вязкоупругие свойства материала:

$$\bar{\lambda} = \frac{E(\omega)v}{(1+v)(1-2v)}, \quad \bar{\mu} = \frac{E(\omega)}{3(1-2v)}, \quad (5)$$

где $\bar{U}_r(r, \theta, z) = \bar{U}_{r_i} \bar{i}_r + \bar{U}_{\theta_i} \bar{j}_\theta + \bar{U}_{z_i} \bar{k}_z$;
 $\bar{U}_i(x, y, z) = \bar{U}_{i_i} \bar{i} + \bar{V}_i \bar{j} + \bar{W}_i \bar{k}$; \bar{U}_{r_i} и \bar{v}_r –

вектор перемещения в цилиндрических и прямоугольных координатах; ω – круговая частота.

В работе [3] для решения задачи распространения волн в цилиндрических телах уравнение движения сводится к решению уравнения Гельмгольца. Поэтому мы приводим ее решение в потенциалах перемещения:

$$r \frac{\partial \phi}{\partial r} \left(r \frac{\partial \phi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} + \frac{\omega^2}{c^2} \phi = 0, \quad (6)$$

$$\phi = R(r)\theta(\theta)Z(z).$$

Подставляя

$$\theta'' + v^2 \theta = 0, \quad (7)$$

в (6), получим системы дифференциальных уравнений:

$$r^2 R'' + rR' + (k^2 r^2 - v^2)R = 0,$$

$$z'' + \gamma^2 z = 0, \quad k^2 = \frac{\omega^2}{c^2} - \gamma^2.$$

Решение уравнения (7) выражается в виде

$$\theta = e^{\pm i\omega\theta} \quad \text{или} \quad \begin{pmatrix} \sin & v\theta \\ \cos & v\theta \end{pmatrix},$$

$$Z = e^{\pm i\gamma z} \quad \text{или} \quad \begin{pmatrix} \sin & \gamma z \\ \cos & \gamma z \end{pmatrix}.$$

Решение по θ удовлетворяет условию $\theta(\theta + 2\pi) = \theta(\theta)$. Отсюда следует, что $v = n$, где n – целое число. Решение первого уравнения (7) определяется через функции Ханкеля:

$$\Phi = \left[A_n H^{(1)}(kr) + B_n H^{(2)}(kr) \right] e^{\pm in\theta}. \quad (8)$$

Основной целью этой работы является изучение диссипативных свойств плоских и цилиндрических протяженных механических систем при распространении гармонических волн.

ВЫВОДЫ

На основе теории механики деформированного твердого тела разработана методика определения напряженно-деформированного состояния сырцового валика при взаимодействии с пильным цилиндром джина.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Фарлоу С.* Уравнения с частными производными для научных работников и инженеров / Пер. с англ. – М.: Мир, 1985.
2. *Сафаров И.И.* Колебания и волны в диссипативно-неоднородных средах и конструкциях. – Ташкент: Фан, 2002.
3. *Хаджинова М.А.* О повреждениях волокна в процессе сбора и технологической обработки // Хлопковая промышленность. – 1956, № 10. С.24...26.

Рекомендована отделом джинирования, линтерования, волоконочистки, аэродинамики, обеспыливания и автоматизации. Поступила 10.02.09.

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

<i>Друзгальская Н.М., Любименко А.И.</i> Совершенствование нормирования труда на предприятиях текстильной и легкой промышленности	3
<i>Марков К.М.</i> Функционально-стоимостное управление бизнес-процессами текстильного производства с использованием маркетинговых показателей	5

Текстильное материаловедение

<i>Ломакина И.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н.</i> Определение нормативных значений по разрывной нагрузке ткани с использованием статистических характеристик	8
<i>Строганов Б.Б., Фокина Е.В.</i> Исследование свойств огнестойких трикотажных полотен для полетного снаряжения	10

Первичная обработка. Сырье

<i>Пашина Л.В., Пашин Е.Л.</i> Оценка способности волокна селекционных сортов льна к расщеплению .	13
<i>Вихарев С.М., Федосова Н.М., Фролов А.И.</i> Контроль плотности при переработке льняного сырья на мяльно-трепальном агрегате	15
<i>Корабельников А.Р., Иброгимов Х.И., Корабельников Р.В., Лебедев Д.А.</i> Моделирование процесса взаимодействия волокнистых частиц с рабочим органом при очистке в свободном состоянии	18

Прядение

<i>Пестовская Е.А., Иванов А.Н.</i> Релаксационный характер процесса вытягивания льняной ровницы в мокром прядении льна	23
<i>Ковалевский А.В., Молодкин И.Ф., Горьков Г.Н., Горькова А.Г., Халезов С.Л.</i> Расчет параметров тепловлажностного состояния воздуха систем кондиционирования прядильных цехов для широкого температурного диапазона	28
<i>Столяров А.А.</i> Методика определения оптимального сочетания типов колец и бегунков при выработке пряжи различной линейной плотности на кольцевой прядильной машине	31

Ткачество

<i>Саввин О.А.</i> Влияние сил трения основы по скалу на его взаимодействие с системой заправки ткацкого станка	35
<i>Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П.</i> Исследование процесса тканеформирования на станке СТБ с использованием товарного регулятора, обеспечивающего выстой ткани после заступа ремиз	38
<i>Степанов О.С., Романычев Н.К., Моторин Л.В.</i> Ткань из высокомолекулярных технических нитей ...	41

Отделка

<i>Одинцова О.И., Кротова М.Н., Куваева Е.Ю., Титова Е.М.</i> Совершенствование технологии промывки текстильных материалов, колорированных активными красителями	45
<i>Шибашов А.В., Телегин Ф.Ю.</i> Интенсификация процесса удаления сопутствующих примесей хлопкового волокна в процессе беления	48
<i>Лепилова О.В., Алеева С.В., Кокишаров С.А.</i> Новые возможности использования ферментативного катализа при подготовке и белении льняных тканей	51
<i>Петрунина Л.С., Баланова Т.Е., Сафонов В.В.</i> Влияние природы поверхностно-активных веществ на десорбцию жировых загрязнений с поверхности текстильных материалов	56
<i>Епишкина В.А., Целмс Р.Н., Киселев А.М., Цобкалло Е.С.</i> О свойствах и взаимодействии латексных пленок с целлюлозным субстратом в процессе пигментной печати	60

Технология нетканых материалов

<i>Сергеенков А.П., Сухова Т.В.</i> Проектирование двухребеночных холстопршивных полотен с заданной величиной удлинения при разрыве в поперечном направлении	64
<i>Капустин С.Ю., Фролов В.Д., Кахраманов Ф.Р.</i> Теоретическое исследование вихревых воздушных потоков, возникающих на колосниковой решетке в зоне очистки льноволокна	67

Трикотажное производство

<i>Цитович И.Г., Галушкина Н.В., Краснова С.М., Ануров М.В., Титкова С.М.</i> Формализованное описание структур основвязанных переплетений хирургических сеток	72
<i>Башкова Г.В., Башков А.П., Алешина Д.А., Натертьшев И.Ю.</i> Представление механических свойств трикотажного полотна с использованием метода конечных элементов	77

Швейное производство и дизайн

<i>Ян Цзя, Кузьмичев В.Е.</i> Исследование формообразования воротников мужских сорочек с помощью конструктивных линий	82
---	----

Текстильные машины и агрегаты

<i>Макаров В.А., Хозина Е.Н., Романов П.Г., Ковалева О.С.</i> Исследование характера развития функции перемещения ведомого звена кулачковых механизмов ткацкой машины	87
<i>Терентьев В.И., Казанская И.Ю.</i> Классификация зевобразовательных механизмов с гибкими звеньями	91
<i>Гуламов А.Э.</i> Кинематический анализ перемотки нитей с использованием мотовил	94

Автоматизация технологических процессов

<i>Романов В.В., Титов С.Н., Померанцев М.А.</i> Исследование натяжения нитей основы ткацкого станка в программной среде LabView-8	98
<i>Разумова Е.Ф.</i> Исследование свойств копланарных полевых датчиков механизмов контроля текстильного продукта	101

Экология и промэнергетика

<i>Сажин Б.С., Кочетов О.С., Бородина Е.С., Питомцева М.А., Боброва Е.О.</i> Исследование динамических характеристик виброизоляторов рессорного типа для ткацких станков	104
<i>Абрамов О.В., Кошелева М.К., Кереметин П.П., Муллакаев М.С.</i> Очистка сточных вод текстильных предприятий гальванохимическим методом с использованием ультразвукового поля	107

Информационные технологии

<i>Клейносов В.В.</i> Использование скрытых периодичностей для минимизации числа экспериментов в исследовании операций	111
<i>Борзунов Г.И.</i> Быстрые алгоритмы выделения раппортов точечных изображений	114

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Брут-Бруляк А.Б., Миновская С.М.</i> Исследование изменения свойств льняной ткани в процессе ее отделки	117
<i>Сташева М.А., Балакиши Л.И.</i> Исследование хлопкополиэфирных тканей для домашнего текстиля	118
<i>Розанов А.С., Панин И.Н., Николаев С.Д.</i> Анализ процесса обезвоживания прессовых сукон	120
<i>Юнусов Р.Ф.</i> Постановка задачи для определения напряженно-деформированного состояния сырцового валика пильного джина	123

CONTENTS

Economics and Production Planning

<i>Druzgalskaya N.M., Lyubimenko A.I.</i> Improvement of Rate Setting in the Enterprises of the Textile and Light Industry	3
<i>Markov K.M.</i> Functional-Value Management (FVM) of Business Processes of Textile Production Using Marketing Indicators	5

Textile Materials

<i>Lomakina I.A., Gruzintseva N.A., Gusev B.N.</i> Determination of Normative Values of Breaking Load of Fabrics Using Statistical Characteristics	8
<i>Stroganov B.B., Fokina E.V.</i> Study of Properties of Fireproof Knitted Linen for Flight Equipment	10

Preliminary Treatment. Raw Materials

<i>Pashina L.V., Pashin E.L.</i> Estimation of Ability of the Fibre of Selection Grades of Flax to Splitting	13
<i>Vikharev S.M., Fedosova N.M., Frolov A.I.</i> The Control of Density in the Flax Raw Material's Processing at Scutcher-Picker	15
<i>Korabelnikov A.R., Ibrogimov H.I., Korabelnikov R.V., Lebedev D.A.</i> Modelling of the Process of Interaction of Fibrous Particles with the Working Body during Purification in the Free State	18

Spinning

<i>Pestovskaya E.A., Ivanov A.N.</i> Relaxing Nature of Flax Rove Stretching Process in Wet Spinning	23
<i>Kovalevskii A.V., Molodkin I.F., Gorkov G.N., Gorkova A.G., Khalezov S.L.</i> Calculation of Parameters of Thermal and Humidity Air Condition of Conditioning Systems of Spinning for a Wide Temperature Range	28
<i>Stolyarov A.A.</i> Method for the Determination of the Optimum Combination of Ring-Rase Types in the Production of Yarn with Different Linear Densities in Ring-Spinning Machine	31

Weaving

<i>Savvin O.A.</i> Influence of Friction Forces Between Warp and Warp Roller on the Roller Interaction with the Filling System of a Loom	35
<i>Seliverstov V.Y., Grechukhin A.P.</i> Study of the Process of Fabric Formation on STB Loom with Take-Up Section Providing Stand on End of Fabric after Spade of Harnesses	38
<i>Stepanov O.S., Romanychev N.K., Motorin L.V.</i> Fabric Made of Highly Modular Technical Threads	41

Finishing

<i>Odintsova O.I., Krotova M.N., Kuvaeva E.Yu., Titova E.M.</i> Development of the Technology of Washing the Textile Materials Coloured by Active Dyes	45
<i>Shibashov A.V., Telegin F.Yu.</i> The Intensification of Removal of Concomitant Admixtures in Cotton Fibre in the Bleaching Process	48
<i>Lepilova O.V., Aleeva S.V., Koksharov S.A.</i> New Possibilities of Use of Enzyme Catalysis for the Preparation and Bleaching of Linens	51
<i>Petrulina L.S., Balanova T.E., Safonov V.V.</i> Influence of the Nature of Surfactants on the Desorption of Fatty Pollutions from the Surface of Textile Materials	56
<i>Epishkina V.A., Tselms R.N., Kiselev A.M., Tsobkhallo E.S.</i> On the Properties and Interaction of Latex Films with Cellulose Substrate in the Process of Pigment Printing	60

Technology of Non-Wovens

<i>Sergeenkov A.P., Sukhova T.V.</i> The Design of Two-Bar Web-Knitted Canvas with the Assigned Elongation Rate under Tearing in Transverse Direction	64
<i>Kapustin S.Yu., Frolov V.D., Kakhramanov F.R.</i> Theoretical Study of Vortex Airflows Arising on the Grate in the Zone of Flax Fibre Purification	67

Knitting

<i>Tsitovich I.G., Galushkina N.V., Krasnova S.M., Anurov M.V, Titkova S.M.</i> The Formalized Description of Warp Knitted Structures of Surgical Nets	72
<i>Bashkova G.V., Bashkov A.P., Aleshina D.A., Natertyshev I.Yu.</i> The Representation of Mechanical Properties of Knitted Fabric Using the Finite Element (FE) Method	77

Sewing and Design

<i>Yang Za, Kuzmichev V.E.</i> The Study of the Shape Formation of Men Shirts' Collars Using Constructive Lines	82
---	----

Textile Machines and Aggregates

<i>Makarov V.A., Khozina E.N., Romanov P.G., Kovaleva O.S.</i> Research of the Movement Function of the Shuttleless Loom Cam Mechanisms' Slave Link	87
<i>Terentev V.I., Kazanskaya I.Yu.</i> The Classification of Shedding Mechanisms with Flexible Links	91
<i>Gulamov A.E.</i> The Kinematical Analysis of Rewind of Threads with the Use of Reels	94

Automation of Technological Processes

<i>Romanov V.V., Titov S.N., Pomerantsev M.A.</i> Study of Tension of Warp Threads of a Loom in the Lab-view-8 Software Environment	98
<i>Razumova E.F.</i> The Study of Properties of Coplanar Field Gauges of Textile Product Control Mechanisms .	101

Ecology and Industrial Heat Engineering

<i>Sajin B.S., Kochetov O.S., Borodina E.S., Pitomtseva M.A., Bobrova E.O.</i> The Study of Dynamic Characteristics of Spring-Type Vibroinsulators for Looms	104
<i>Abramov O.V., Kosheleva M.K., Keremetin P.P., Mullakaev M.S.</i> Treatment of Sewage of Textile Enterprises by the Galvanochemical Method with Use of the Ultrasonic Field	107

Information Technologies

<i>Kleynosov V.V.</i> The Use of Latent Periods for Minimization of the Number of Experiments in the Operational Research	111
<i>Borzunov G.I.</i> Rapid Algorithms for the Extraction of Patterns in Pixel Pictures	114

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Brut-Brulyako A.B., Minovskaya S.M.</i> Modification of the Linen Fabric Quality in the Finishing Process .	117
<i>Stasheva M.A., Balakshiy L.I.</i> Research of the Mixed Fabrics (Cotton and Polyether) for Domestic Textiles .	118
<i>Rozanov A.S., Panin I.N., Nikolaev S.D.</i> The Analysis of the Process of Dehydration of Pressed Clothes ..	120
<i>Yunusov R.F.</i> Problem State Ment for the Determination of Strained and Deformed Condition of Raw Material Roller of Savv Gin	123

Вниманию авторов!

Редакция принимает статьи и сопроводительные документы к ним, направленные только обычными письмами в адрес редакции журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности": 153000, г. Иваново, просп. Ф.Энгельса, 21, к. Г.352. Редакция журнала, ответственному секретарю.

Статьи и документы к ним должны быть оформлены согласно Правилам для авторов, которые публикуются в конце номера журнала.

Корреспонденция, направленная заказными письмами, не рассматривается.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция просит авторов, направляющих статьи в журнал "Технология текстильной промышленности" серии "Известия вузов", руководствоваться следующими правилами.

1. Редакция принимает только статьи, содержащие оригинальный материал, соответствующий профилю журнала, нигде не опубликованные и не переданные в редакции других изданий. В статье должно быть представлено четкое изложение полученных автором результатов без повторения данных в тексте статьи, таблицах и рисунках.

2. Статьи, написанные от руки, оформленные небрежно и не имеющие необходимых сопроводительных документов (см. п. 7), не рассматриваются.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным.

3. Объем статей с учетом таблиц не должен превышать 6 страниц машинописного текста, напечатанного через два интервала с соблюдением требований ГОСТа 7.3–77. "Оригиналы текстовые, авторские и издательские". Текст статьи присылать в двух экземплярах, один из которых должен быть первым. С целью ускорения публикации статей редакция принимает статьи и рисунки на электронных носителях, текстовый редактор Word (формат *.doc, *.rtf), редактор формул Microsoft Equation, графический редактор Adobe Photoshop (формат *.psx, *.bmp, *.jpg).

4. В список литературы, помещаемый в конце статьи, включать только опубликованные работы, на которые имеются ссылки в статье. Библиографическое описание составляется в соответствии с ГОСТом 7.1–84. "Библиографическое описание документа".

5. Чертежи, графики, структурные формулы выполнять по правилам ГОСТа "Единая система конструкторской документации" чисто и четко в двух экземплярах (формата не более 13x18 см с учетом последующего полиграфического уменьшения в 2...2,5 раза), надписи и обозначения должны быть четкими и понятными. На обороте рисунка указывать его номер и название, "верх" и "низ" рисунка. Название рисунка и все обозначения должны вноситься в текст статьи. Фотографии (тоновые рисунки) принимаются только на глянцевой бумаге (без гляцевания) формата не менее 9x12 см (с учетом последующего уменьшения). Не принимаются рисунки, выполненные от руки, небрежно, карандашом или шариковой ручкой.

Все рисунки помещать в конце статьи на отдельных листах (не вставляя их в текст) и сопровождать описью с указанием их номеров и названий. Количество рисунков в статье не должно превышать четырех.

6. В начале статьи (над ее названием) проставлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). Под заголовком указать инициалы, фамилии авторов и полное название института (организации), в котором работают авторы, E-mail. Далее следует расположить аннотацию на русском языке, отражающую основное содержание статьи, не более 10 строк, а после нее – основной текст статьи. Если в статье есть таблицы, то их заголовки следует вносить в текст. Статья должна заканчиваться конкретными выводами.

7. К статье прилагать следующие документы:

а) сопроводительное письмо с перечнем всех документов, направляемых в редакцию, с указанием организации, где проведена описываемая работа, а также места работы, должности, ученой степени и ученого звания, фамилии, имени и отчества автора (авторов), точного домашнего адреса и адреса для переписки, номеров служебного и домашнего телефонов, E-mail;

б) заверенную выписку из протокола заседания кафедры, рассмотревшего направляемую статью. В выписке должны содержаться рекомендации кафедры к публикации в журнале, а также полное (без сокращений) наименование кафедры. К статье должны быть приложены документы, подтверждающие возможность ее открытого опубликования;

в) аннотации статей на русском и английском языках; ключевые слова к статье;

г) название статьи, фамилию и инициалы автора (авторов), место работы и должность на английском языке.

8. Плата с аспирантов (аспирант – дневной формы обучения, выступающий единым автором работы) за публикацию статей не взимается.

9. С целью ускорения публикаций статей переписку, связанную с исправлениями материалов, желательно осуществлять по электронной почте: E-mail: ttp@igta.ru

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К РЕФЕРАТУ

а) В реферате кратко излагается основное содержание статьи. Реферат должен дать читателю представление о характере освещаемой работы, оригинальности постановки вопроса, методике исследования и его основных результатах.

б) Реферату должно предшествовать библиографическое описание в следующем виде: название статьи, фамилии и инициалы авторов, название журнала, в котором помещается статья. Текст реферата начинается непосредственно с изложения существа работы без повторения заголовка. Форма изложения материала не обязательно должна повторять форму изложения оригинальной статьи.

в) Если оригинал содержит большое количество цифровых данных, то их следует обобщить и систематизировать.

г) Средний объем реферата 0,5...1 страница машинописного текста, отпечатанного через два интервала на белой писчей бумаге формата А4 (210x297 мм) в двух экземплярах с полем 4 см с левой стороны листа.

д) Таблицы, схемы, графики и пр. включаются в том случае, если отражают основное содержание работы или сокращают текст реферата. Сообщение о наличии в реферируемой работе таблиц, схем, графиков, фотографий, карт, рисунков необходимо давать в конце реферата. Например, табл. 2, ил. 4.

е) Формулы приводятся только в том случае, если необходимы для понимания статьи. Не следует помещать громоздкие математические выражения.

ж) В конце реферата в квадратных скобках указывается название института или организации, где автор (если эти данные приводятся в статье) провел работу. Подпись автора и дату написания реферата следует ставить в левом нижнем углу листа на обоих экземплярах реферата.

* * *

Редакция обращает внимание авторов на необходимость соблюдения изложенных правил, что ускоряет прохождение статьи в производстве, сокращает время ее напечатания и способствует уменьшению ошибок и опечаток.

Статьи, отклоненные от публикации, не возвращаются.

Авторский гонорар не выплачивается.

РЕДАКЦИЯ.