

Федеральное агентство по образованию

**ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

**ТЕХНОЛОГИЯ  
ТЕКСТИЛЬНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 5 (320)  
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](mailto:ttp@igta.ru)*

*<http://www.igta.ru>*

---

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 03.09.2009.  
Подписано в печать 31.09.2009. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 12,10 усл.-печ. л.;  
12,35 усл. кр.-отт. Заказ 1488.

Тираж 450 экз.

---

ОАО "Ивановская областная типография"

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

E-mail: 091-018@rambler.ru

УДК 677.021.15

**ВЛИЯНИЕ СЕЛЕКЦИОННОГО СОРТА,  
СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ТРЕСТЫ И ЗОНЫ ПО ДЛИНЕ СТЕБЛЯ  
НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА**

*А.Ю. КУДРЯШОВ, С.А. КОКШАРОВ, Е.Л. ПАШИН*

(Всероссийский научно-исследовательский институт льна, Институт химии растворов РАН,  
Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур)

Целью исследований явилось установление различий от действия ряда факторов и условий получения тресты и их зависимости с остаточным содержанием химического состава льняного волокна, существенно определяющего его технологическую ценность.

Была поставлена задача – оценить степень влияния на содержание в волокне пектиновых соединений, гемицеллюлозы, лигнина и целлюлозы следующих факторов: А – региона получения льнотресты, Б – способа приготовления тресты, В – селекционного сорта и Г – зоны по длине стебля. Каждый фактор имел несколько уровней. Фактор А: 1 – Тверской регион, 2 – Костромской регион. Фактор Б: 1 – росаяная мочка, 2 – тепловая мочка. Фактор В: 1 – сорт А-93, 2 – сорт Алексим, 3 – сорт Зарянка, 4 – сорт Ленок, 5 – сорт Могилевский-2. Фактор Г: 1 – вершина, 2 – середина, 3 – комель.

Сорта льна были выращены на опытном сортоучастке Костромского НИИСХ и опытном поле ВНИИ льна согласно методике селекционного сортоиспытания. Из стеблей соломы каждого из пяти сортов по общепринятым методикам получили стланцевую и моченцовую тресту. Переработав ее, в полученном волокне было определено содержание упомянутых выше химических соединений. Это осуществили применительно к разным зонам по длине стебля с использованием известных методик [1].

Результаты исследований обрабатывали по методу дисперсионного анализа при 95%-ном уровне значимости с использованием пакета программ "STATGRAPHICS PLUS". Итоги расчетов критерия Фишера, характеризующих значимость доли влияния указанных выше факторов на изменение химического состава, приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Изучаемый фактор	Значения критерия Фишера для химических компонентов:			
	пектин	целлюлоза	лигнин	гемицеллюлоза
Регион получения (фактор А)	2,53	3,27	101,80*	148,15*
Способ получения тресты (фактор Б)	5,21*	5,01*	17,91*	0,05
Селекционный сорт (фактор В)	3,98*	3,57*	5,22*	6,34*
Зона по длине стебля (фактор Г)	0,16	2,63	4,05*	0,03

Пр и м е ч а н и е. \* – влияние, значимое при 95%-ной доверительной вероятности.

По данным, представленным в табл. 1, можно заключить, что статистически значимыми оказались все исследуемые фак-

торы, но доля их влияния на изменение химического состава волокна разная.

Так, на содержание гемицеллюлозы в волокне, определяющей его эластичность, в наибольшей степени влияют факторы: селекционный сорт и регион получения. Способ получения льнотресты и фактор зоны по длине стебля на изменение содержания гемицеллюлозы существенно не повлияли.

На изменение содержания лигнина, с увеличением которого наблюдается ухудшение прядильной способности волокна, статистически значимо повлияли все изучаемые факторы. В наибольшей степени

проявились факторы региона выращивания и способа получения тресты.

На изменение содержания пектиновых веществ и целлюлозы в волокне оказали существенное влияние способ получения тресты и селекционный сорт льна.

На рис. 1 указан характер изменения химического состава льна в зависимости от уровней изучаемых факторов, а именно на содержание пектиновых веществ (а); на содержание целлюлозы (б); на содержание лигнина (в); на содержание гемицеллюлозы в волокне (г).

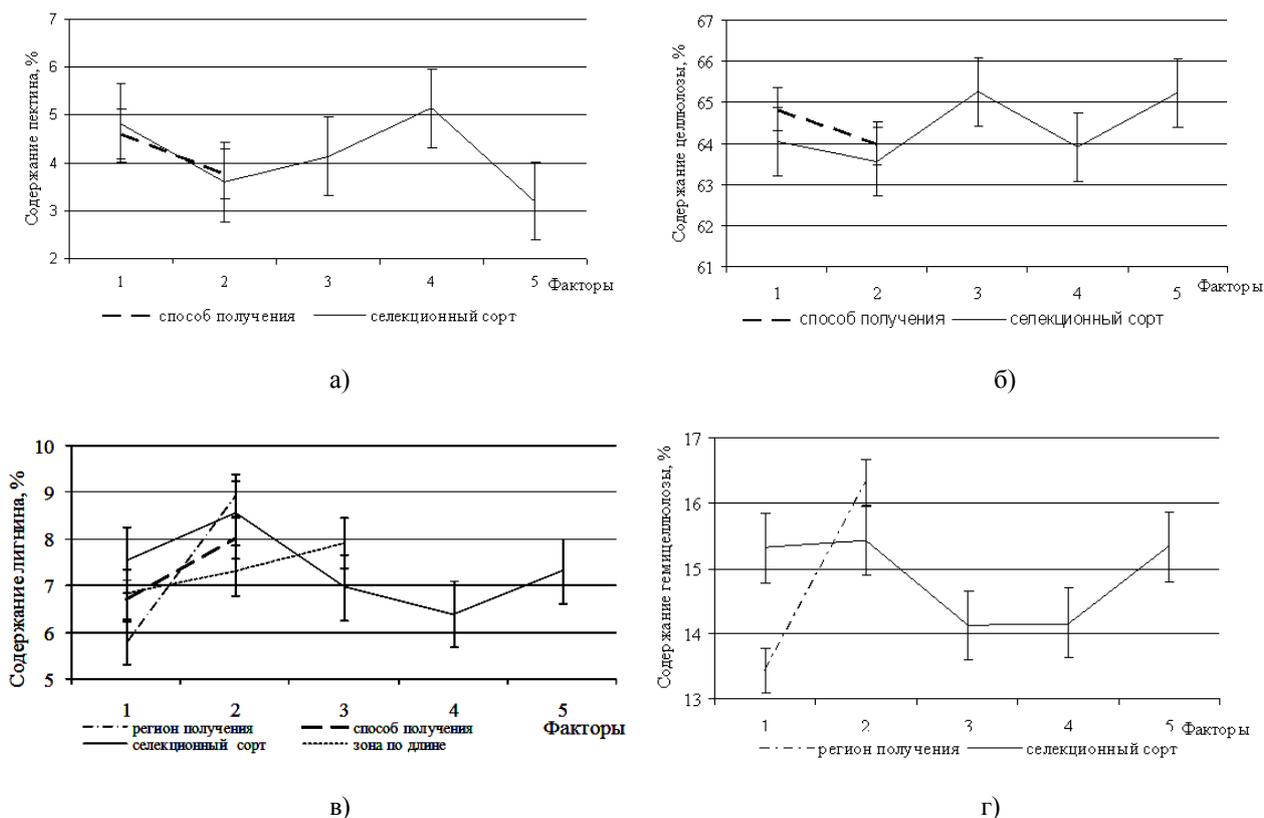
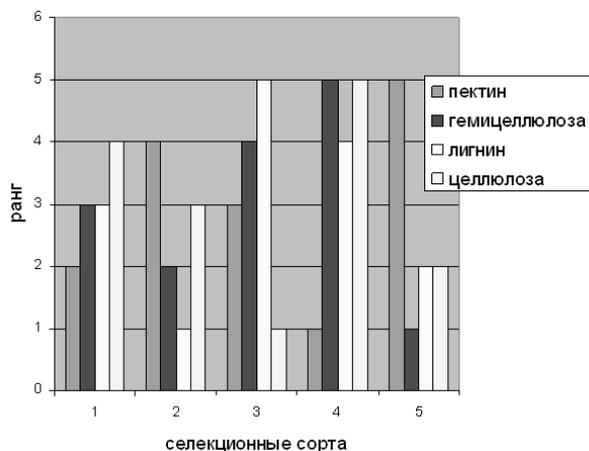


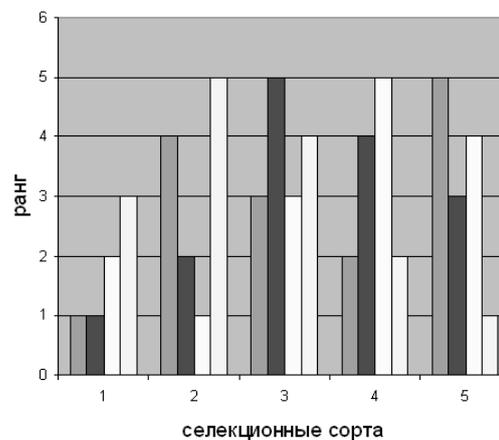
Рис. 1

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что в разных регионах, в различных селекционных сортах и зонах по длине стебля, а также при использовании способов тепловой мочки и расстила при подготовке тресты формируется разный химический состав льняного волокна. Это обстоятельство будет вызывать различие технологической ценности волокна разных селекционных сортов, испытанных в разных условиях. На рис. 2 представлены результаты ранжирования

значений массовой доли химических компонентов (по мере возрастания от 1 до 5) для моченцового и стланцевого волокна в разных селекционных сортах. Различия в распределении очевидны (рис. 2 – различия в ранжировании значений массовой доли химических компонентов для разных селекционных сортов в моченцовой (а) и стланцевой (б) тресте (сорта: 1 – А-93; 2 – Алексим; 3 – Зарянка; 4 – Ленок; 5 – Могилевский 2)).



а)



б)

Рис. 2

Распределение сортов по технологической ценности при испытании волокна, полученного из моченцовой тресты, не совпадает с распределением по аналогичным параметрам для стланцевой тресты. Это несоответствие является основной ошибкой, имеющих место при использовании существующей методики государственного сортоиспытания новых сортов льна-долгунца.

## ВЫВОДЫ

1. Формирование химического состава льняного волокна, определяющего его технологическую ценность, в разных зонах по его длине, при выращивании определенного сорта льна в разных регионах и при использовании разных способов получения тресты (тепловая и росаяная мочка) будет происходить по-разному.

2. Различия в способе получения тресты прежде всего оказывают значимое влияние на изменение массовой доли лигнина, пектиновых веществ и целлюлозы.

Зона стебля по его длине оказывает статистически значимое влияние на изменчивость содержания лигнина, определяющего прядильную способность волокна.

3. Распределение сортов по технологической ценности при испытании волокна, полученного из моченцовой тресты, не будет совпадать с распределением по аналогичным параметрам для стланцевой тресты. Это несоответствие является основной ошибкой, имеющих место при использовании существующей методики государственного сортоиспытания новых сортов льна-долгунца.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванов А.Н.* Физико-химические основы технологии приготовления льнотресты: Дис... докт. техн. наук. – Кострома: КГТИ, 1989.

Рекомендована отделом совершенствования способов приготовления тресты и льносодержащих материалов ВНИИЛК. Поступила 29.01.08.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ МЕТОДОМ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСТЯЖЕНИЯ

Л.Н.ЛИСИЕНКОВА

(Филиал Южно-Уральского государственного университета (г. Златоуст))

Материалы и системы материалов в условиях производства и эксплуатации одежды в ряде случаев подвергаются пространственным деформациям. Деформация тканей в условиях пространственного растяжения изучена недостаточно. Пространственное и одноосное растяжения представляют различные, самостоятельные виды испытаний, не заменяющие друг друга. Однако оценка свойств материалов в условиях пространственного растяжения имеет перспективу развития с точки зрения возможности моделирования технологических и эксплуатационных условий.

В работе исследовали остаточную деформацию костюмных тканей в условиях многоциклового пространственного растяжения.

Для реализации поставленной задачи разработано устройство [1], позволяющее в автоматизированном режиме, варьируя количество циклов, время нагружения и отдыха, получить условные составляющие полной деформации – быстрообратимую, медленнообратимую, необратимую (остаточную) и определить их численные характеристики.

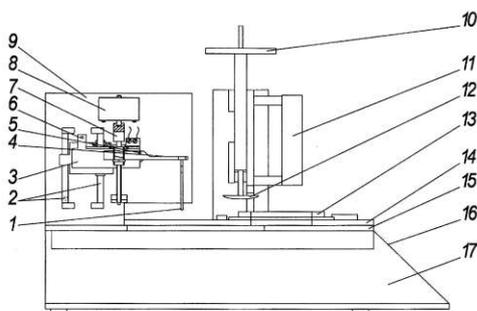


Рис. 1

Схема устройства представлена на рис. 1 (1 – пружинный зонд; 2 – безлюфто-

вая втулка; 3 – направляющая; 4 – коромысло; 5 – фотодатчик зонда; 6 – дифференциальный фотодатчик; 7 – каретка; 8 – ходовой винт; 9 – измерительное устройство; 10 – опорная горизонтальная площадка для груза; 11 – электродвигатель; 12 – механизм нагружения, включающий шток со сменными пуансонами; 13 – сменные зажимные кольца для фиксации пробы; 14 – каретка; 15 – стол; 16 – шаговый электродвигатель; 17 – электронный блок с панелью ввода и индикации данных). На панели ввода и индикации данных расположены табло текущих значений количества циклов нагружения, кнопки для калибровки и диагностики измерителя, ввода времени нагрузки и отдыха пробы в единичном цикле, перемещения штока с индентором, чтения (вызова) значений измеряемого параметра из памяти микропроцессора, пуска и останова процесса испытания, а также меню для расширения функций устройства.

Основные преимущества устройства: экспрессная оценка кинетики изменения деформационных характеристик при моделировании условий испытания, прогнозирование технологических (формовочные) и эксплуатационных (формостабильность) показателей материалов.

Так как исследуемые объекты относятся к гибким волокнисто-сетчатым полимерным материалам, поэтому наиболее ответственной частью в ходе разработки устройства был выбор принципа измерения деформации объектов. Для исключения погрешности в измерении реального прогиба пробы разработана автоматическая система, включающая измерители на основе дифференциальных фотодатчиков; сбалансированное коромысло и пружинный зонд, обеспечивающие минимальное

давление на материал; электронный блок управления; панель ввода и индикации данных, что является принципиальным отличием разработанного устройства от ранее известных.

В ходе экспериментальных исследований установлено, что максимальная относительная погрешность оценки деформации на разработанном устройстве при циклическом усилии 0,1...4,0 даН, рассчитанная для уровня значимости  $P_D = 0,95$  при повторности 5...10, составляет для одержных кож 7...9; трикотажных полотен 9...13; тканей 4,3...5,7%.

Сущность метода испытания объектов при пространственном растяжении: предварительно кондиционированная проба материала (размером  $\approx 10 \times 10$  см) закрепляется в зажимных кольцах (выбранного внутреннего диаметра  $D = 30, 40, 50, 60$  мм), на горизонтальную площадку устанавливается груз (в диапазоне 0,1...4,0 даН), задаются количество циклов воздействия на материал  $n$ , время нагружения  $t_n$  и отдыха  $t_0$ , с; после запуска работы устройства проба подвергается циклическому растяжению индентором с наконечником-пуансоном сферической (диаметром  $d=15...40$  мм) или другой формы; в период и по окончании испытания автоматически измеряется высота провисания пробы  $h_i$ , мм.

По результатам измерений определяются относительные значения (доли) условно быстрообратимой деформации:

$$h_{обр} = (h_{max} - h_i) / h_{max}, \quad (1)$$

условно медленнообратимой:

$$h_{м.о} = (h_1 - h_i) / h_{max} \quad (2)$$

и необратимой (остаточной) деформации:

$$h_{ост} = h_i / h_{max}, \quad (3)$$

где  $h_{max}$  – максимальная высота провисания пробы под нагрузкой, мм;  $h_1$  – первое измерение высоты провисания пробы после снятия нагрузки, мм;  $h_i$  – последнее измерение высоты провисания в период отдыха ( $i \geq 30$ ), мм.

Кроме основных показателей деформации могут оцениваться характеристики упругопластических свойств: равновесный модуль упругости, упругость, пластичность, условный модуль жесткости при пространственном растяжении.

В данной работе представлены результаты исследования остаточной деформации костюмных тканей после воздействия циклической нагрузки 15 Н; характеристика объектов представлена в табл. 1. Подготовка и климатические условия испытаний соответствовали ГОСТу 10681. Испытания проводили при следующих параметрах: рабочие размеры (диаметры) пробы  $D$  и основания сферического пуансона ( $d$ ):  $D/d = 60/15; 40/35$  мм; время нагружения/отдыха соответственно  $t_n/t_0 = 10/10; 5/1$  с; период нагружения  $n = 1...2000$  циклов.

Остаточную деформацию определяли после 2 мин отдыха испытуемых проб по формуле (3). Относительная среднеквадратическая ошибка не превышала 6,6...9,6% при достоверности 0,95, коэффициент вариации 7,0...8,9% при повторности в каждом опыте не менее 5 проб.

Т а б л и ц а 1

Образец ткани	Переплетение	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Волокнистый состав, % основа/уток	Плотность число нитей/10 см, основа/уток	Линейная плотность нити, текс, основа/уток
1 – Камвольная полушерстяная	саржа 2/1	0,41	182,4	ВШрс45,ВПэф5/ ВШрс42,ВПэф58	328,0/172,0	15,7x2/ 19,2x2
2 – Камвольная полушерстяная	саржа 2/1	0,47	220,0	ВШрс67,ВПэф3/ ВШрс64,ВПэф36	260/240	22,2x2/ 19,2x2
3 – Биэластичная из синтетических волокон и нитей	полотняное	0,50	209,0	ПрПэф97, НПУ3/ ПрПэф93, НПУ7	196/196	40/33
4 – Тонкосуконная полушерстяная	рогожка 2x2	0,95	212,5	ПрШрс67+Вис3/ ПрШрс67+Вис33	156/132	60/55

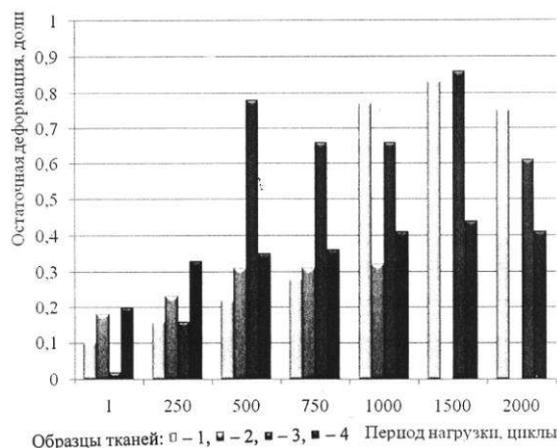


Рис. 2

На рис. 2 представлены полученные при обработке экспериментальных данных диаграммы изменения остаточной деформации исследуемых тканей при рабочих размерах пробы/пуансона  $D/d$ , мм: 60/15; 40/35, которые, как и результаты ранее выполненных исследований, свидетельствуют, что динамика изменения остаточной деформации костюмных тканей зависит прежде всего от волокнистого состава и

строения материалов, а также параметров растяжения (рабочих размеров, времени нагрузки и отдыха, количества циклов, климатических условий).

## ВЫВОДЫ

Проведена оценка деформационных свойств костюмных тканей методом циклического пространственного растяжения, который позволяет оптимизировать значения параметров их технологических обработок в процессе производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Заявка 2007114927 Российская Федерация. Устройство для определения деформационных свойств кожи и подобных ей гибких материалов / Е.В. Баранова, Л.Н. Лисиенкова, В.И. Стельмашенко, А.В. Саламатин. – № 2007114927; заявл. 20.04.07. Решение о выдаче патента от 24.06.08.

Рекомендована кафедрой проектирования и технологии изделий сервиса. Поступила 23.04.09.

УДК 677.017

## УСТАНОВКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРЮЧЕСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Е.С. КИТАЕВ, С.М. КИРЮХИН, Н.Г. СЕРЕДА, Г.Е. КРИЧЕВСКИЙ*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина, Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

Характеристики горючести являются одним из важнейших показателей безопасности текстильных материалов. Они представляют ценность не только для материалов специального и технического назначения, где на первый план выступают защитные свойства, но и для материалов бытового назначения, как основа их пожарной безопасности [1].

Среди многообразия характеристик горючести, применяемых в международных стандартах, можно выделить температуру

воспламенения и пламени горения, скорость горения в различных условиях, кислородный индекс [2].

Для определения характеристик горючести текстильных материалов возможно проведение как крупномасштабных (сжигание одежды на манекенах, экспериментальные пожары), так и маломасштабных (лабораторных) испытаний. Последние получили наибольшее распространение благодаря своей экономичности.

При определении характеристик горючести текстильных материалов по стандартным методикам, применяемым в России, как правило, осуществляется визуальная регистрация различных эффектов горения. Измерения проводятся при помощи секундомера и линейки [3]. При этом не учитывается динамика процесса горения. Объективность и точность результатов полностью зависят от квалификации и внимательности испытателя.

Целью работы является создание установки, позволяющей проводить маломасштабные испытания, получать информацию о характеристиках горючести материалов и динамике процесса горения.

Принцип работы установки основан на одновременном измерении температуры в различных зонах термоэлектрическим методом с помощью термопар. Такими зонами могут быть область воздействия газовой горелки на образец, поверхность обратной стороны образца и зона окружающей среды.

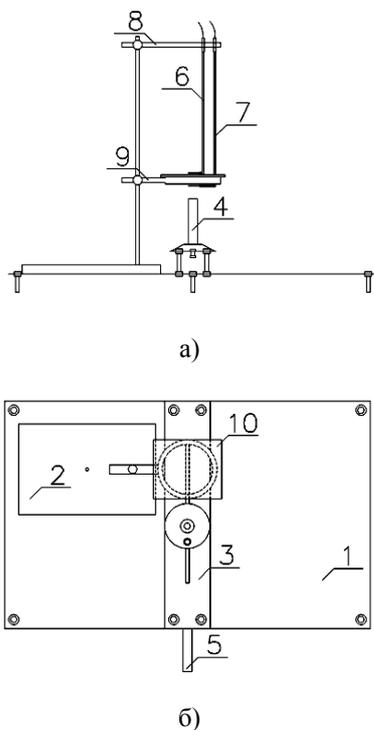


Рис. 1

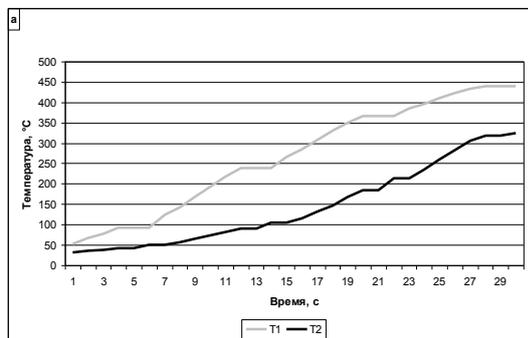
Экспериментальная установка состоит из измерительного и информационного блоков. Измерительный блок (рис. 1-а, б) представляет собой металлическую под-

ставку 1 размером 80x50 мм, над которой размещена пластина 3 с прорезью для перемещения газовой горелки 4 в горизонтальном направлении; 5 – рычаг. Рядом с пластиной располагается штатив 2, основание которого может свободно перемещаться по поверхности подставки. На оси штатива находятся держатели (8, 9) термопреобразователей (6, 7) и образца (10). Они могут перемещаться в вертикальном направлении, а также вращаться вокруг оси штатива и вокруг собственной оси, что позволяет обеспечивать различные углы между плоскостью образца и пламенем газовой горелки. Измерительный блок располагается в вытяжном шкафу, обеспечивающем отвод образующихся продуктов горения. Информационный блок включает в себя устройства приема и обработки информации (Термодат, конвертор и ЭВМ), находящиеся вне зоны проведения испытаний.

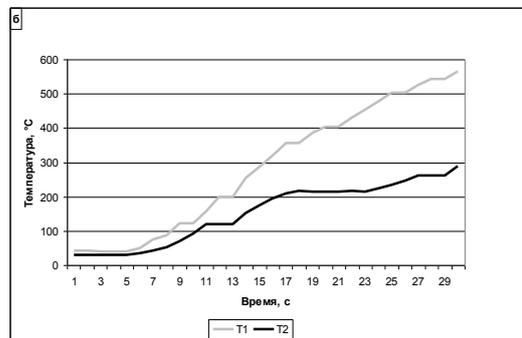
При помощи газовой горелки проводят огневое воздействие на исследуемый образец. Термопреобразователи типа КТНН регистрируют температуру в соответствующих зонах испытаний и передают ее на многоканальный измеритель температуры Термодат-17М3. На графическом дисплее данного устройства происходит непрерывное отображение значений температуры каждого термопреобразователя и полученные результаты автоматически сохраняются в долговременной памяти прибора. С помощью конвертора RS-485–USB, подключенного к ЭВМ типа IBM PC, возможно отображение изменения температуры на дисплее ЭВМ в режиме реального времени. Программное обеспечение, устанавливаемое на ЭВМ, позволяет сохранять информацию, поступающую от Термодата, представлять ее в графическом или табличном виде, а также получать информацию из долговременной памяти прибора для дальнейшей обработки.

Термодат обеспечивает возможность подключения до 4 термопреобразователей, что позволяет одновременно фиксировать температуру в четырех различных зонах. Имеется возможность задавать различные периоды опроса датчиков.

Преобразователи типа КТНН позволяют измерять температуру до 1200°C и имеют показатель тепловой инерции не более 2 с. Для измерения температуры среды в зоне проведения испытаний можно использовать термопреобразователи типа КТХА. Они позволяют измерять температуру до 700°C и имеют показатель тепловой инерции не более 0,5 с.



а)



б)

Рис. 2

На рис. 2-а, б представлены графики зависимостей изменения температуры над поверхностью образца и температуры зоны воздействия пламени газовой горелки от времени воздействия, полученные в результате испытаний двух образцов: хлопчатобумажной ткани (а) и ткани из волокна "Арлана" (б), обладающего высокими огнестойкими свойствами [4]; Т1 – температура зоны воздействия пламени газовой горелки; Т2 – температура над поверхностью образца.

Дальнейшее совершенствование рассматриваемой установки предполагает включение в ее конструкцию дополнительных устройств, таких как калориметр.

## ВЫВОДЫ

Разработана установка, позволяющая определять не только широко распространенные характеристики горючести текстильных материалов, но дающая представления о динамике процесса. Создан макет установки и проведены пробные испытания. Предполагается дальнейшее со-

вершенствование установки посредством включения в ее конструкцию дополнительных устройств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Китаев Е.С., Кирихин С.М. Безопасность текстильных материалов // XI Междунар. научн.-практ. конф.: Наука – сервису. Секция "Проблемы и решения теоретических и прикладных задач сервисных технологий". – Ч.II. – М.: МГУС, 2006.
2. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. – Т.3. – М., 2001.
3. ГОСТ 12.1.044–89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
4. Волохина А.В., Кия-Оглу В.Н., Сокира А.Н., Педченко Н.В., Лукашева Н.В. Модифицированное параарамидное волокно Арлана и текстильные материалы на его основе // Междунар. научн.-техн. конф.: Современные технологии и оборудование текстильной промышленности. Секция 4. Новые химические технологии и материалы в текстильной промышленности. – М.: МГТУ, 2007.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 01.06.09.

## УСТАНОВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СЕРТИФИКАЦИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИСКУССТВЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

*Ю.С. ШУСТОВ, В.С. ТРУШНИН*

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

Целью данной работы является создание нормативной базы для обеспечения соответствия качества футбольных полей на основании требований Российского Футбольного Союза и ФИФА, их травмобезопасности, долговечности и приемлемых игровых характеристик.

Развитие искусственных травяных покрытий (называемых ФИФА "футбольные травяные покрытия"), которые повторяют игровые параметры качественного натурального газона, привело к одобрению покрытий футбольным сообществом и к более увеличивающейся доле рынка. В настоящее время производители делают покрытия, являющиеся идеальным решением для стран, где климат затрудняет или вовсе не позволяет добиться высокого качества натуральных полей.

Чтобы убедиться, что новые виды игровых поверхностей повторяют игровые качества хорошего газона, обеспечивают безопасные условия игры, являются в полной мере долговечными (при соответствующем уходе), ФИФА разработала Концепцию Качества для искусственных травяных покрытий. Стартовавшая в 2001 году Концепция Качества является программой строгих испытаний для футбольных травяных покрытий, которая оценивает взаимодействие мяча с покрытием, футболиста с покрытием и долговечность систем.

Концепция Качества получила дальнейшее развитие за счет введения двух стандартов:

– "Рекомендовано ФИФА Две Звезды" – это более высокая категория, которая рассчитана на профессиональные клубы и национальные сборные, участвующие в соревнованиях, где позволяет играть на искусственных травяных покрытиях;

– "Рекомендовано ФИФА Одна Звезда" – имеет более широкий диапазон допусти-

мых показателей и в основном предназначена для организаций, представляющих помещения для тренировок и сдачи в аренду сообществу, хотя на полях, отвечающих данному стандарту, тоже можно проводить некоторые соревнования.

Программа лабораторных испытаний, требованиям которой должно отвечать футбольное покрытие, является частью Концепции Качества ФИФА и включает в себя программу искусственного износа, по которой оценивают способность покрытия сохранять функциональные качества в течение определенного периода времени. На сегодняшний день опыт показал, что поля, подверженные высокоинтенсивному износу, иногда не сохраняют требуемые функциональные характеристики Концепции Качества ФИФА в течение срока эксплуатации, которые включают следующие требования:

– Искусственная трава для игры в футбол представляет собой финишное (деформируемое) покрытие, состоящее из монофиламентного полиэтиленового волокна с длиной ворса от 40 до 60 мм, вшитых в общую подоснову и частично засыпанных песком и резиновой крошкой (гранулятом). Цвет покрытия – зеленый.

Использованные при производстве и установке покрытия материалы (волокно, подложка, резиновая крошка, кварцевый песок) должны иметь сертификат соответствия, сертификат пожарной безопасности, санитарно-эпидемиологическое заключение.

Материалы, применяемые для производства покрытия футбольного поля, должны соответствовать следующим характеристикам.

Волокно:

– тип волокна – самовыпрямляющееся монофиламентное волокно;

– устойчивость к УФ-лучам;

- материал – полипропилен;
  - линейная плотность волокна не менее 0,16 текс;
  - толщина не менее 240 микрон;
  - ширина нити не менее 1,5 мм;
  - предел прочности на разрыв не менее 130 Н;
  - вес волокна в готовом покрытии не менее 1400 г/м<sup>2</sup>.
- Подложка искусственной травы:
- тип подложки – двухслойная, латексированная;
  - материал – полипропилен;
  - вес общий не менее 260 г/м<sup>2</sup>;
  - предел прочности на разрыв (основное направление) – не менее 1100 Н/5 см;

- предел прочности на разрыв (поперечное направление) – не менее 1400 Н/5 см;
  - цвет – черный.
- Песок:
- тип песка – кварцевый, округлый;
  - фракция 0,3...0,8 (возможно отклонение до 0,1).
- Резиновая крошка:
- фракция 1-2;
  - отсутствие посторонних примесей обязательно.
- Засыпка песка и резиновой крошки в искусственную траву должна осуществляться в сухую погоду, с использованием специализированной техники.
- Рекомендуются следующие уровни засыпки (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Размер искусственной травы	Высота засыпки песком, мм	Высота засыпки резиновой крошкой, мм
Трава с высотой ворса 40 мм	10	16
Трава с высотой ворса 50 мм	13	22
Трава с высотой ворса 60 мм	15	27

После выявления требований к характеристикам объекта исследования было проведено сравнение искусственного травяного покрытия, вырабатываемого в России. В качестве исследуемых образцов было использовано покрытие Optigrass PLUS

55 MF на соответствие требованиям сертификации "Рекомендовано ФИФА Одна Звезда".

Результаты испытаний представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Тестируемая характеристика	Условия испытаний	Требования стандарта "ФИФА Одна Звезда"	Результаты испытаний покрытия
Вертикальный отскок мяча	Сухое покрытие	0,60...1,0 м	0,95 м
	После искусственного износа		0,96 м
Угловой отскок мяча	Сухое покрытие	47...70 %	49 %
Качение мяча	Сухое покрытие	4...10 м	7,5 м
Амортизация (поглощение удара)	Сухое покрытие	55...70 %	62%
	После искусственного износа		57%
Деформация	Сухое покрытие	4...9 мм	7 мм
	После искусственного износа		7 мм
Сопrotивление вращению	Сухое покрытие	25...50 Нм	40 Нм
	После искусственного износа		43 Нм
Линейное трение. Замедление шипованной подошвы	Сухое покрытие	3,0...6,0 г	3,8 г
Линейное трение. Скольжение шипованной подошвы	Сухое покрытие	120...220	206

П р и м е ч а н и е. По всем тестируемым характеристикам отмечено соответствие требованиям.

В результате проведенных исследований качество искусственного травяного покрытия Optigrass PLUS 55-16 MF может

претендовать на получение сертификата "Рекомендовано ФИФА Одна Звезда".

Также прошли лабораторные испытания покрытия Optigrass PLUS 60-16 MF.

Результаты испытаний представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Тестируемая характеристика	Условия испытаний	Требования стандарта "ФИФА Две Звезды"	Результаты испытаний покрытия
Вертикальный отскок мяча	Сухое покрытие	0,60...0,85 м	0,85 м
	Мокрое покрытие		0,84 м
	После искусственного износа		0,85 м
Угловой отскок мяча	Сухое покрытие	45...60 %	47 %
	Мокрое покрытие	45...80 %	72 %
Качение мяча	Сухое покрытие	4...8 м	8 м
	Мокрое покрытие		8 м
Амортизация (поглощение удара)	Сухое покрытие	60...70 %	62 %
	Мокрое покрытие		61 %
	После искусственного износа		60 %
	-5°C		60 %
	40°C		61 %
Деформация	Сухое покрытие	4...8 мм	6,5 мм
	Мокрое покрытие		6,5 мм
	После искусственного износа		7 мм
Сопrotивление вращению	Сухое покрытие	30...45 Нм	41 Нм
	Мокрое покрытие		44 Нм
	После искусственного износа		37 Нм
Линейное трение. Замедление шипованной подошвы	Сухое покрытие	3,0...5,5 g	4,8 g
	Мокрое покрытие		3,9 g
Линейное трение. Скольжение шипованной подошвы	Сухое покрытие	130...210	185
	Мокрое покрытие		159
Трение кожных покровов о поверхность	Сухое покрытие	0,35...0,75	0,62
Истирание кожных покровов	Сухое покрытие	± 30 %	17%

П р и м е ч а н и е. По всем тестируемым характеристикам отмечено соответствие требованиям.

Проведенные исследования позволяют квалифицировать искусственное травяное покрытие Optigrass PLUS 60-16 MF на право получения сертификата "Рекомендовано ФИФА Две Звезды".

Таким образом, можно констатировать, что рассмотренные образцы могут применяться при различных видах соревнований Российского Футбольного Союза.

## ВЫВОДЫ

Выделены нормативные требования и проведены испытания по показателям качества текстильных искусственных покрытий, применяемых для футбольных полей.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 01.06.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СООТНОШЕНИЯ ПОЛИЭФИРНЫХ И ЛЬНЯНЫХ ВОЛОКОН В ПРЯЖЕ НА ОСНОВЕ ЦВЕТОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ\*

С.В. ПАВЛОВ, С.В. АЛЕЕВА

(Ивановская государственная текстильная академия,  
Институт химии растворов РАН, г. Иваново)

В работах [1], [2] представлены методы оценки цветности различных волокон с использованием прикладных программ Matlab, MathCad и Photoshop, позволяющие решать вопросы их распознавания и классификации. Такие методы могут найти применение при контроле качества исходных и готовых текстильных материалов.

Существующие сегодня методы контроля соотношения волокон в продуктах прядильного производства основаны или на использовании дорогостоящих приборов и химических реактивов, или трудоемкой субъективной визуальной оценке. Поэтому использование современных информационных технологий, основанных на экспресс-методах с учетом [1], позволит снизить трудоемкость и экономические затраты оценки уровня смешанности волокон.

В отличие от [1], [2] задачей исследования являлось определение цветовых характеристик льняных и полиэфирных волокон и использование полученных результатов при оценке их соотношения в пряже.

Последовательность определения цветовых характеристик волокон содержала следующие операции:

- формирование пробы волокон;
- оптимизация параметров настройки сканера;
- определение показателей цветовых интенсивностей;
- представление цветовых измерений в колористической системе.

Распознавание волокон различного происхождения основано на эмпирическом

изучении цветности волокна при параллельном светопроецировании и разложении отраженного (сканированного) света на три цветовые составляющие – красный, зеленый и синий.

При формировании пробы волокон были проведены исследования в отношении расположения волокон на сканируемой плоскости. Наиболее оптимальным для отработки алгоритма распознавания и выделения волокон принят вариант расположения волокон, при котором они набрасываются на сканируемую поверхность сканера, с последующей их параллельной ориентацией относительно друг друга. При этом существенно увеличивается количество волокон на единицу сканируемой площади.

Для реализации второй операции были выявлены оптимальные параметры режима сканирования волокон. В качестве параметров были приняты яркость и контрастность получения изображения волокон с меньшим количеством их разрывов. Оптимальное изображение волокон получено при сочетании нулевых значений яркости и контрастности.

После получения качественного изображения пробы проводили исследования в цветовом режиме сканирования. При этом оценивали интенсивности трех составляющих цветов, получаемых от волокна, расположенного на сканируемой поверхности: красного (R), лежащего в области длинных видимых волн ( $\lambda$  700 нм), зеленого (G), лежащего в области средних видимых волн ( $\lambda$  546 нм), и синего (B), лежащего в области средних коротких волн ( $\lambda$  436 нм).

\*Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук С.А. Кокшарова.  
Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 06-08-00600.

Сумма красного, зеленого и синего цветов максимальной интенсивности определяет белый цвет в модели RGB. Цвет можно представить точкой в трехмерном пространстве, то есть каждому сочетанию трех составляющих цвета соответствует некоторая точка цветового пространства.

Для определения расположения значений цветовых интенсивностей каждого вида волокон был выбран цветовой график в системе Международной колориметрической организации (МКО), представленной на рис. 1.

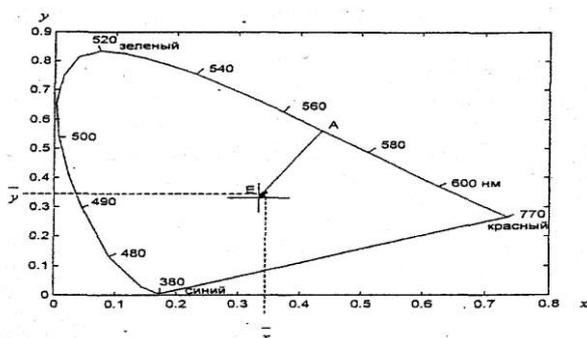


Рис. 1

Пересчет цветовых координат из системы RGB в систему МКО XYZ производили согласно выражениям, указанным в [3]:

$$\begin{aligned} X &= 0,49000 R + 0,31000 G + 0,20000 B, \\ Y &= 0,17697 R + 0,81240 G + 0,01063 B, \\ Z &= 0,00000 R + 0,01000 G + 0,99000 B. \end{aligned} \quad (1)$$

Цветовые координаты  $x$ ,  $y$  и  $z$  вычисляли следующим образом:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}, \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z} \quad (2)$$

и  $x + y + z = 1$ .

Координаты  $x$ ,  $y$ ,  $z$  – относительные количества яркостных коэффициентов трех основных цветов XYZ, требуемых для составления необходимого цвета.

В результате на графике цветностей отображали точку, координаты которой получены путем усреднения значений интенсивностей трех основных отраженных цветов волокна.

Координаты цветности  $x$  и  $y$  выражены в безразмерных единицах. Цветовой треугольник, показанный в системе МКО, представляет значения длин волн основных цветов. Точка E с координатами  $x=y=z=0,333$  является точкой белого цвета. Точка A определяет значение доминирующей длины волны  $\lambda_A$  цветовой области, получаемой при соединении координат середины полученной области с точкой E.

Для льняных и полиэфирных (лавсановых) волокон с помощью выражений (1) и (2) были получены характерные расположения цветовых областей и значения средних координат цветности, которые представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Вид волокна	Значения средних координат цветовой области			Значение доминирующей волны $\lambda_A$ , нм
	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\bar{z}$	
Льняное	0,3489	0,3576	0,2935	568
Лавсановое	0,3194	0,3325	0,3481	492

На основе полученных результатов, проведен анализ суровой льнолавсановой пряжи сухого способа прядения, содержащей согласно рецептуре 25% лавсановых волокон.

Установив найденные оптимальные параметры сканирования, из пряжи выкладывали волокна на сканируемую поверхность сканера, сканировали и обрабатывали результаты с помощью выражений (1) и (2). Таким образом, получали от каждого

волокна цветовую точку, определенно расположенную на цветовом треугольнике. На заключительном этапе, зная области координат цветности групп льняных и лавсановых волокон, проводили подсчет количества точек (волокон), входящих в эти области (рис. 2). Общее количество волокон составило 512 штук.

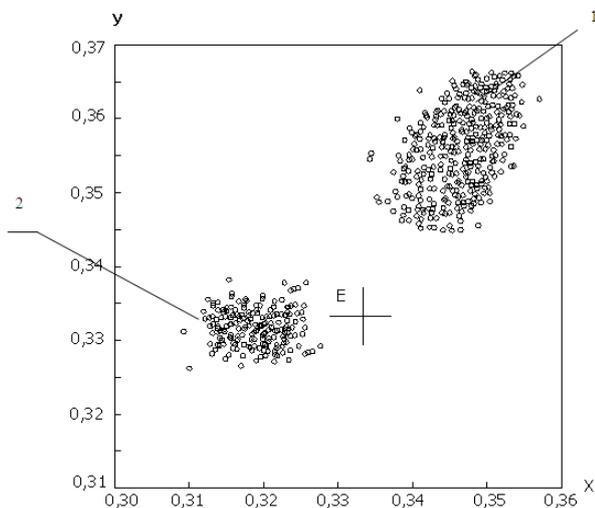


Рис. 2

После этого было вычислено процентное содержание волокон каждого вида. При этом количество содержания льняных волокон составило 389 шт., что соответствует 76% от общего их количества, а количество лавсановых волокон – 123 шт., что составляет 24%. Полученные результаты соответствуют плановой рецептуре смешанной пряжи.

Для подтверждения компьютерного способа распознавания волокон был выбран базовый метод, основанный на визуальном распознавании волокон под микроскопом, при котором исследовалась общая совокупность ранее просканированных волокон. В результате было получено, что количество льняных волокон составило 77%, а лавсановых – 23%.

Сравнив полученные значения количественного анализа волокнистого состава смеси по двум методикам – предложенной и известной, можно сделать вывод о том, что относительные отклонения результатов от базового метода составляют 1,3% по льняным и 4,3% по лавсановым волокнам. Таким образом, предлагаемый метод обладает высокой воспроизводимостью и поэтому может быть использован для практической деятельности при контроле смеси волокон.

## ВЫВОДЫ

Предложен метод распознавания льняных и лавсановых волокон и оценки их смешанности в пряже, основанный на использовании компьютерных программ цветовых измерений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов С.В., Коробов Н.А., Гусев Б.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 6. С.12...15.
2. Виноградова А.Е., Ломагин В.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, № 4. С.16...18.
3. Кривошеев М.И., Кустарев А.К. Цветовые измерения. – М.: Энергоатомиздат, 1990.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения ИГТА. Поступила 08.10.09.

УДК 677.052.94

**ИНТЕГРИРОВАННЫЕ КРИТЕРИИ ДРОБЛЕНИЯ  
КОМПЛЕКСА ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА\****М.В. КИСЕЛЕВ***(Костромской государственной технологической университет)**

Повышение качества текстильной продукции всегда являлось актуальной задачей производства. В свою очередь качество выпускаемой продукции определяется технологическим процессом обработки исходного сырья и применяемым оборудованием на различных переходах. Для оптимизации технологических процессов и условий работы текстильного оборудования необходимы глубокие знания происходящих при этом процессов. Это возможно реализовать на основе их детального изучения с применением современных подходов системного анализа и компьютерных технологий.

В технологии переработки льняного волокна основной задачей является очистка исходного сырья от нежелательных примесей и разделение волокон на возможно более тонкие фракции — комплексы, вплоть до разделения комплексов на элементарные волокна для получения впоследствии наиболее тонкой пряжи. Основными технологическими процессами при этом являются: чесание, параллелизация и вытягивание. В данных технологических операциях основным видом воздействия на исходное сырье является разрушение льняного волокна, что делает изучение данного процесса очень важной задачей.

В настоящей статье предлагается математическая модель разрушения комплекса льняного волокна, основанная на ранее выполненных работах [1], [2] и учиты-

вающая реальное строение льняного комплекса, вероятностный характер распределения элементарных волокон и их количество в поперечном сечении комплекса, вероятностный характер физико-механических и геометрических свойств элементарных волокон. В качестве математического аппарата для реализации модели выбран метод конечных элементов, позволяющий дискретизировать любую сложную систему до необходимого исследователю уровня детализации.

Комплекс льняного волокна в модели рассматривается как композит, состоящий из двух компонентов — элементарные волокна и клеящий комплекс. Физико-механические характеристики элементарных волокон и различных частей клеящего комплекса могут быть заданы различными, согласно выбранному закону распределения. В качестве теории прочности для определения момента разрушения элементов комплекса выбрана “теория пучка“, согласно терминологии [3]. Данная теория с позиций механики сплошной среды хорошо согласуется с “кинетической теорией”, известной в [4]. Для каждого конечного элемента модели, относящегося к элементарному волокну или клеящему комплексу, определен предел прочности, при достижении которого данный элемент разрушается и убирается из геометрической модели.

\* Работа выполнена под руководством, проф., докт. техн. наук Р.В. Корабельникова.

Наступление разрушения конечного элемента определяется с помощью одного из методов предельного анализа – метода последовательных нагружений. В модели диагностируется также критическая нагрузка при разделении комплекса на две части, когда он уже не может воспринимать нагрузку или перемещения. Разработанная математическая модель реализована в виде программного обеспечения на языке DELPHI 7.0, предназначенного для автоматического формирования batch-файла командного языка APDL ANSYS ver, 10.0.

В качестве граничных условий при решении задачи выбраны перемещения на концах комплекса и поэтому метод конечных элементов в данном случае использовался в форме метода перемещений, что наиболее соответствует реальным технологическим процессам.

Результаты работы модели представлены на рис. 1 (разрушение конечных элементов модели комплекса по длине на I итерации) и рис.2 (динамика разрушения комплекса по итерациям).

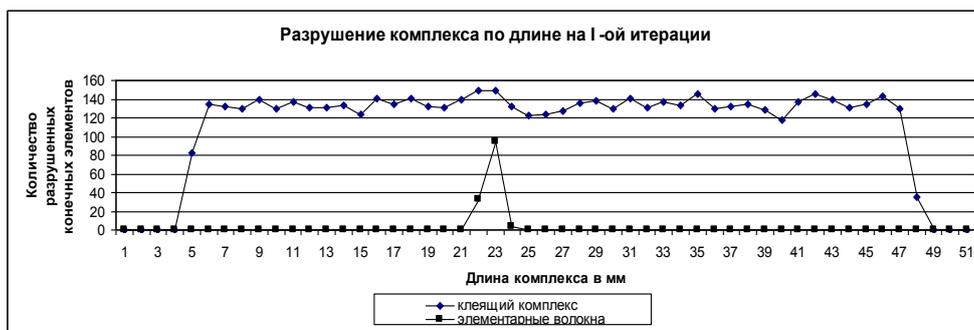


Рис. 1



Рис. 2

При построении диаграммы расчет количества разрушенных элементов производился в объеме комплекса, заключенном в 1 мм по всей длине комплекса.

Для оценки эффективности процесса разрушения комплекса важно разделить разрушение конечных элементов в клеящем комплексе и в элементарных волокнах. Характер разрушения комплекса будет сильно зависеть от физико-механических свойств клеящего комплекса и элементарных волокон или их соотношения. Результат работы модели при

среднестатистических характеристиках клеящего комплекса и элементарных волокон представлен на рис. 2.

Графики, представленные выше не дают обобщенной характеристики процесса дробления комплекса льняных волокон, поэтому для анализа полученных данных были предложены интегрированные критерии, позволяющие количественно оценить характер дробления льняного комплекса. Интегрированные критерии представлены следующими зависимостями:

$$J^B = \frac{N^B}{N_0^B}, \quad J^C = \frac{N^C}{N_0^C}, \quad K = \frac{J^C}{J^B},$$

где  $N^B$  – количество разрушенных элементов элементарных волокон;  $N_0^B$  – общее количество элементов элементарных волокон;  $N^C$  – количество разрушенных элементов клеящего комплекса;  $N_0^C$  – общее количество элементов клеящего комплекса;  $J^B$  – показатель, характеризующий степень разрушения элементарных волокон;  $J^C$  – показатель, характеризующий степень разрушения клеящего комплекса;  $K$  – интегрированный показатель, характеризующий степень дробления льняного комплекса;

На рис. 3 представлено теоретическое изменение критериев дробления комплекса льняных волокон.

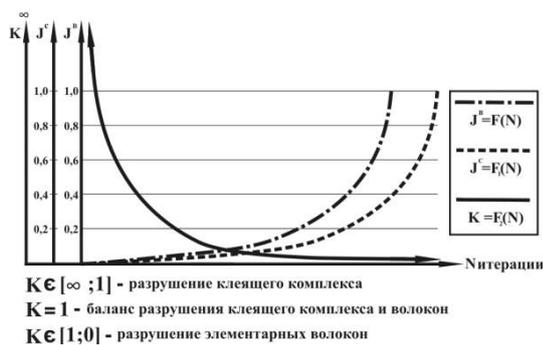


Рис. 3

Использование данных критериев легко позволяет прогнозировать процесс дробления комплекса льняных волокон не только качественно, но и количественно. Построенная математическая модель дробления комплекса льняных волокон позволяет прогнозировать процесс дроб-

ления в зависимости от факторов строения и физико-механических и геометрических свойств льняного комплекса и его составляющих компонентов. Кроме того, возможно применение данного подхода для моделирования аналогичных структур других не льняных материалов. Применение данной модели является неотъемлемой частью при решении проблем оптимизации механического и химического воздействия на лен для его последующего дробления.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана математическая модель разрушения комплекса льняных волокон с учетом его реального строения.
2. Модель позволяет прогнозировать характер разрушения комплекса и получать не только качественные, но и количественные характеристики процесса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев М.В. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №4С. С.14...19.
2. Киселев М.В. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №6. С.21...24.
3. Нарисава И. Прочность полимерных материалов / Пер. с япон. – М.: Химия, 1987.
4. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 25.05.09.

## НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОРНУЮ ЧАСТИЦУ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОЛОКНА \*

Д.А. ЛЕБЕДЕВ, А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, К.Е. ШИРЯЕВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Качество и количество пороков и примесей в волокне определяют его прядильную ценность, выход пряжи из волокна и устойчивость технологического процесса. Чем больше сора и пороков в волокне, тем меньше выход пряжи из волокна, тем менее стабилен технологический процесс.

Для сорных примесей, сосредоточенных в объеме волокнистого материала и способных воспринимать инерцию удара, применимы механические способы очистки, основанные на эффекте удара, при котором пороки и примеси, находящиеся снаружи клочка волокна (или выходящие наружу при его разделении), в силу сообщенной им инерции теряют связь с волокном и вылетают через колосники в угарную камеру.

На стадии проектирования волокноочистительной машины необходимо выбрать кинематические параметры очистительной секции, позволяющие максимально эффективно удалять сорные примеси из волокнистой массы. В этой связи исследование динамики процесса воздействия на сорную примесь является важной задачей.

Рассмотрим процесс удаления сорной примеси, находящейся на открытой поверхности пучка волокон. На рис. 1 представлена модель воздействия на сорную примесь: 1 – сорная примесь, 2 – пучок волокна, 3 – рабочий орган.

При создании модели процесса примем следующие допущения.

1. Демпфирующими свойствами волокна пренебрегаем.

2. Жесткость связи сорной примеси с пучком волокон считаем постоянной.

3. Силами сопротивления воздуха и тяжести, действующими на волокно, также пренебрегаем.

4. Расположение сорной частицы на волокне может быть произвольным, однако движение частицы в результате взаимодействия пучка волокон с рабочим органом полагаем прямолинейным в направлении действия ударной нагрузки.

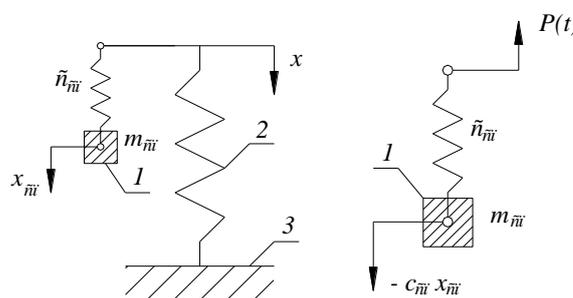


Рис. 1

Дифференциальным уравнением движения сорной примеси при взаимодействии пряди волокон с рабочим органом будет

$$m_{\bar{m}} \frac{d^2 x_{\bar{m}}}{dt^2} + c_{\bar{m}} x_{\bar{m}} = P(t), \quad (1)$$

где  $m_{\text{сп}}$  – масса сорной примеси;  $c_{\text{сп}}$  – коэффициент жесткости связи сорной примеси с прядью волокон;  $P(t)$  – усилие взаимодействия пучка волокон с рабочим органом.

\* 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.

Ранее нами была представлена модель воздействия на сорную примесь и описана методика, позволяющая определить силы, действующие на сорные примеси при взаимодействии волокна с рабочим органом, в предположении, что возмущающее усилие  $P(t)$  изменяется по линейному [1] и синусоидальному закону [2].

Для более точного описания процесса необходимо учесть нелинейность изменения характеристики жесткости пучка волокон во взаимодействии.

Известно, что при взаимодействии плотность пучка волокон увеличивается. Вначале работа затрачивается на перемещение волокон относительно друг друга. Промежутки между волокнами уменьшаются, отдельные волокна при этом могут изгибаться. По мере увеличения количества точек соприкосновения волокон все большую роль начинает играть непосредственное сжатие волокон в поперечном направлении. На этой стадии для той же деформации требуется уже значительно большая нагрузка. Таким образом, сжатие пучка волокон следует рассматривать как деформацию упругого элемента с нелинейной зависимостью усилие – деформация.

Усилие взаимодействия будет изменяться по следующему закону [3]:

$$P(x) = kx^a, \quad (2)$$

где  $x$  – деформация волокна;  $k$ ,  $a$  – постоянные опытные коэффициенты, учитывающие свойства волокна (причем  $a \neq 1, a > 0$ ).

Для установления вида функциональной зависимости усилия взаимодействия от времени  $P(t)$ , входящей в правую часть уравнения (1), последуем таким рассуждениям.

Полезная работа, затрачиваемая на процесс деформации пучка волокон при взаимодействии последнего с рабочим органом, определится как

$$A = \int_0^{x_{\max}} P(x) dx, \quad (3)$$

где  $x_{\max}$  – максимальная деформация пучка волокон.

Средняя за время деформации пучка волокон мощность будет:

$$N = \frac{A}{T}, \quad (4)$$

где  $T$  – время нарастания нагрузки.

Элементарная работа сжатия выражается двумя формулами:

$$dA = P dx, \quad (5)$$

или

$$dA = N dt. \quad (6)$$

Приравнивая эти выражения и интегрируя, получим

$$\int P dx = N \int dt. \quad (7)$$

Из выражения, полученного в результате интегрирования, можно найти деформацию пучка волокон как явную функцию времени при условии постоянства мощности.

Так, с учетом (2) запишем (3) в следующем виде:

$$A = k \int_0^{x_{\max}} x^a dx = \frac{kx_{\max}^{a+1}}{a+1}. \quad (8)$$

Средняя мощность будет:

$$N = \frac{A}{T} = \frac{kx_{\max}^{a+1}}{(a+1)T}. \quad (9)$$

Приравнивая элементарные работы и интегрируя, получаем:

$$k \int x^a dx = \frac{kx_{\max}^{a+1}}{(a+1)T} \int dt + \tilde{N}, \quad (10)$$

или

$$x^{a+1} = x_{\max}^{a+1} \frac{t}{T} \quad (11)$$

(постоянная интегрирования  $C=0$ , поскольку при  $t=0$  деформация  $x=0$ ).

Отсюда

$$x = x_{\max} \left( \frac{t}{T} \right)^{\frac{1}{a+1}}. \quad (12)$$

Тогда изменение усилия взаимодействия во времени с учетом (2) будет определяться формулой

$$P(t) = kx_{\max}^a \left( \frac{t}{T} \right)^{\frac{a}{a+1}}. \quad (13)$$

Теперь, подставляя (13) в уравнение (1), получим окончательный вид дифференциального уравнения движения сорной примеси при взаимодействии волокна с рабочим органом:

$$\frac{d^2 x_{\text{м}}}{dt^2} + \frac{c_{\text{м}}}{m_{\text{м}}} x_{\text{м}} = \frac{kx_{\max}^a}{m_{\text{м}} T^{\frac{a}{a+1}}} t^{\frac{a}{a+1}}. \quad (14)$$

Уравнение (14) можно записать в виде:

$$\frac{d^2 x_{\text{м}}}{dt^2} + p^2 x_{\text{м}} = \dot{\Lambda} t^{\alpha}, \quad (15)$$

где  $\dot{\Lambda} = \frac{kx_{\max}^a}{m_{\text{м}} T^{\frac{a}{a+1}}}$ ,  $\alpha = \frac{\dot{\Lambda}}{\dot{\Lambda} + 1}$  – постоянные,

которые могут быть определены на основе экспериментальных данных, например из

[4], [5];  $\delta^2 = \frac{\ddot{n}_{\text{м}}}{m_{\text{м}}}$  – частота собственных

колебаний упругой связи.

Необходимо решить уравнение (15) при следующих условиях:  $A \neq 0$ ;  $\alpha$  – не целое число [3]. Для решения уравнения данного вида используем метод вариации произвольных постоянных.

Общее решение сопровождающего дифференциального уравнения (соответствующего уравнения без правой части) есть

$$x_{\text{м}}(t) = C_1 \cos pt + C_2 \sin pt, \quad (16)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  – произвольные постоянные.

Ищем решение уравнения (15) в виде (16), считая теперь  $C_1$  и  $C_2$  неизвестными функциями, удовлетворяющими системе:

$$\begin{cases} C_1' \sin pt + C_2' \cos pt = 0, \\ C_1' p \cos pt - C_2' p \sin pt = \dot{\Lambda} t^{\alpha}. \end{cases} \quad (17)$$

Решением системы являются:

$$C_1' = \frac{A}{p} t^{\alpha} \cos pt, \quad (18)$$

$$C_2' = -\frac{A}{p} t^{\alpha} \sin pt. \quad (19)$$

При не целом  $\alpha$   $C_1$  и  $C_2$  не могут быть найдены интегрированием в квадратурах. Однако, разложив  $\sin pt$  и  $\cos pt$  в ряд, можно доказать равномерную сходимость рядов  $\frac{A}{p} t^{\alpha} \cos pt$  и  $\frac{A}{p} t^{\alpha} \sin pt$  и возможность их почленного интегрирования:

$$\begin{aligned} C_1' &= \frac{A}{p} t^{\alpha} \cos pt = \frac{A}{p} t^{\alpha} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (pt)^{2n}}{(2n)!} = \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n A p^{2n-1} t^{2n+\alpha}}{(2n)!}, \end{aligned} \quad (20)$$

откуда

$$C_1 = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n A p^{2n-1} t^{2n+\alpha+1}}{(2n)!(2n+\alpha+1)} + \tilde{N}_3. \quad (21)$$

Аналогично

$$C_2' = -\frac{A}{p} t^{\alpha} \sin pt = -\frac{A}{p} t^{\alpha} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (pt)^{2n+1}}{(2n+1)!} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} A p^{2n} t^{2n+\alpha+1}}{(2n+1)!}, \quad (22)$$

откуда\

$$C_2 = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} A p^{2n} t^{2n+\alpha+2}}{(2n+1)!(2n+\alpha+2)} + \tilde{N}_4. \quad (23)$$

$$x_{\tilde{m}}(t) = \left( \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n A p^{2n-1} t^{2n+\alpha+1}}{(2n)!(2n+\alpha+1)} + \tilde{N}_3 \right) \cos pt + \left( \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} A p^{2n} t^{2n+\alpha+2}}{(2n+1)!(2n+\alpha+2)} + \tilde{N}_4 \right) \sin pt. \quad (24)$$

Постоянные  $C_3$  и  $C_4$  могут быть определены из начальных условий (при  $t=0$ :  $x_{\text{сн}}=0$ ,  $\frac{dx_{\tilde{m}}}{dt} = V_0$ , где  $V_0$  – начальная скорость взаимодействия пучка волокон с рабочим органом): учитывая из вида рядов

$$x_{\tilde{m}}(t) = \left( \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n A p^{2n-1} t^{2n+\alpha+1}}{(2n)!(2n+\alpha+1)} \right) \cos pt + \left( \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} A p^{2n} t^{2n+\alpha+2}}{(2n+1)!(2n+\alpha+2)} + \frac{V_0}{p} \right) \sin pt. \quad (25)$$

При нахождении численных значений  $x_{\tilde{m}}(t)$  с целью достижения необходимой точности результата в (25) берется определенное количество  $n$  первых слагаемых (чем больше  $n$ , тем выше точность результата).

На рис. 2 представлен график движения сорной примеси при следующих исходных данных:  $k=2680$ ;  $a=1,726$ ;  $m=6 \cdot 10^{-5}$  кг;  $V_0=15$  м/с;  $\dot{O}=17 \cdot 10^{-5}$  с;  $x_{\text{max}}=3,665 \cdot 10^{-3}$  м;  $\tilde{n}_{\tilde{m}}=1$  Н/м;  $m_{\tilde{m}}=1 \cdot 10^{-6}$  кг,  $n=10$  [3].

Подставляя (21) и (23) в (16), получим общее решение:

$C_1$  и  $C_2$ , что  $C_1(0)=C_2(0)=C'_1(0)=C'_2(0)=0$ , имеем:  $C_3=0$ ;  $C_4 = \frac{V_0}{p}$ .

Таким образом, решением задачи Коши является функция

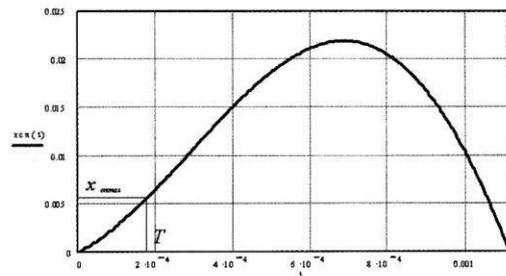


Рис. 2

Максимальное значение  $x_{\tilde{m}}$  может быть определено как

$$x_{\tilde{m} \text{ max}} = \left( \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n A p^{2n-1} T^{2n+\alpha+1}}{(2n)!(2n+\alpha+1)} \right) \cos pT + \left( \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} A p^{2n} T^{2n+\alpha+2}}{(2n+1)!(2n+\alpha+2)} + \frac{V_0}{p} \right) \sin pT. \quad (26)$$

Максимальное перемещение  $x_{\tilde{m} \text{ max}}$  обуславливает и максимальное воздействие на сорную примесь:

$$P_{\tilde{m} \text{ max}} = \tilde{n}_{\tilde{m}} x_{\tilde{m} \text{ max}}. \quad (27)$$

Относительная трудность удаления из волокнистой среды сорных примесей и пороков волокна зависит от их массы, величины разряжения материала, а также от степени связи их с волокном, что обуслов-

лено видом и сортом волокна, влажностью материала, а также схемой и интенсивностью предварительной обработки. То есть для данного состояния волокна, зная средние значения  $\bar{k}$ ,  $\bar{a}$ ,  $\bar{m}$ ,  $\bar{V}_0$ ,  $\bar{O}$ ,  $\bar{x}_{\text{max}}$ ,  $\bar{n}_{\tilde{m}}$  и  $\bar{m}_{\tilde{m}}$ , критерием эффективности процесса будет отношение средней реакции  $\bar{P}_{\tilde{m} \text{ max}}$  к среднему значению прочности связи между сорными примесями и волокном  $\bar{P}_{\tilde{m} \text{ a}}$ :

$$R = \frac{\bar{P}_{\text{нi max}}}{\bar{P}_{\text{нi}}} \quad (28)$$

Очевидно, что величина  $R$ , тесно связанная с динамикой процесса очистки и физико-механическими свойствами волокна, определяет уровень сороочистки и должна быть возможно большей. Условием однозначного удаления сорных примесей с поверхности пучка волокон будет  $R \geq 1$ .

Таким образом, подробно рассмотрены теоретические аспекты вопроса сороудаления в приложении к схеме передачи энергии ударного импульса от рабочего органа к сорной примеси, связанной с пучком волокон через упругую связь с нелинейной характеристикой жесткости. Представлена модель воздействия на сорную примесь и описана методика, позволяющая определить силы, действующие на сор при взаимодействии волокна с рабочим органом.

1. Лебедев Д.А. Модель воздействия на сорную примесь при ударе пряжи волокна о рабочий орган // Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. Вып. 6. – Кострома: КГТУ, 2005.

2. Корабельников А.Р. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №2.

3. Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Корабельников А.Р. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №2.

4. Бурнашев Р.З. и др. Экспериментальное исследование ударного взаимодействия летучек хлопка-сырца с колосниками очистителя крупного сора // Реф. сб.: Хлопковая промышленность. – 1980, №1.

5. Лебедев Д.А. Экспериментальное исследование процесса ударного взаимодействия пряжки волокна с рабочим органом очистителя // Вестник КГТУ. – 2003, №7.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 25.05.09.

УДК 677.21.021

## ОБЩАЯ МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЫРЦОВОГО ВАЛИКА ПИЛЬНОГО ДЖИНА

Р.Ф. ЮНУСОВ

(ОАО "Paxta tozalash ПChB", г. Ташкент)

Для более детального рассмотрения метода решения введем вначале следующие безразмерные переменные:

$$\bar{t} = \frac{t}{t_0}, \quad \bar{\sigma}_r(\bar{t}) = \frac{\sigma_r(b, t)}{E}, \quad \bar{f}(\bar{t}) = \frac{f(t)}{E},$$

$$\bar{B} = \frac{B}{E},$$

$$\bar{G}(\bar{t}) = \frac{G(t)}{E}, \quad \bar{R}(\bar{t}) = \frac{R(t)}{E},$$

$$\bar{\omega}(t) = \frac{pb^2w^2(t)}{4E},$$

$$\bar{a}(\bar{t}) = \frac{a^2(t)}{b^2}, \quad \bar{p}(\bar{t}) = \frac{p(t)}{E},$$

где  $t_0$  – полное время выгорания поверхности;  $E$  – начальное значение модуля Юнга вязкоупругого материала.

Уравнение внутренней границы:

$$U_r(b, t) = 0 \quad (1)$$

и интегральное уравнение второго рода типа свертки:

$$\sigma_r(b, t) + \frac{2\mu}{E} \int_0^t G'(t - \tau) \sigma_r(b, \tau) d\tau = \frac{\mu B}{E} \left[ \frac{1}{2} p r^2 \omega^2(t) - f(t) \right], \quad (2)$$

где  $\mu = \frac{E}{2G(0) - B}$ , можно записать в безразмерном виде:

$$\bar{\sigma}(\bar{t}) = 2\mu \int_0^{\bar{t}} \bar{\sigma}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \bar{G}(\bar{t} - \tau) d\tau + \mu \bar{B} [2\bar{w}(\bar{t}) - \bar{f}(\bar{t})],$$

$$\bar{\sigma}(\bar{t}) = 2L(\bar{t}) \int_0^{\bar{t}} \bar{f}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \bar{R}(\bar{t} - \tau) d\tau + H(\bar{t}) + I(\bar{t})\bar{f}(\bar{t}),$$

$$L(\bar{t}) = \frac{3}{4}(1 - 2\nu_0)[1 - \bar{a}(\bar{t})],$$

$$H(\bar{t}) = -[1 - \bar{a}^2(\bar{t})] \left[ \frac{3 - 2\nu_0}{2(1 - \nu_0)} \bar{\omega}(\bar{t}) + \frac{3 - 2\nu_0}{2} \int_0^{\bar{t}} \bar{\omega}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \bar{R}(\bar{t} - \tau) d\tau \right] - I(\bar{t}) = \frac{1}{2(1 - \nu_0)} [1 - \bar{a}(\bar{t})],$$

причем  $\nu_0$  – начальное значение коэффициента Пуассона вязкоупругого материала. Заменим теперь интегралы, как это сдела-

но в работе [1], их приближениями при помощи конечных сумм. Например:

$$2 \int_{t_1=0}^{t_n=\bar{t}} \bar{\sigma}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \bar{G}(t_n - \tau) d\tau \approx \sum_{k=1}^{n-1} [\bar{\sigma}(t_k) + \bar{\sigma}(t_{k+1})] [\bar{G}(t_n - t_{k+1}) - \bar{G}(t_n - t_k)].$$

Тогда уравнения (2) и (3):

$$3\sigma_r = \frac{3K}{r} \frac{\partial}{\partial \tau} (r^2 \varepsilon_\theta) + 2 \int_0^t G(t - \tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left( \varepsilon_\theta + 2r \frac{\partial \theta}{\partial r} \right) d\tau \quad (3)$$

перепишутся в виде:

$$\bar{\sigma}_n = \mu \sum_{k=1}^{n-1} (\bar{\sigma}_{k+1} - \bar{\sigma}_k) (\bar{G}_{k+1} - \bar{G}_k) + 2\mu \bar{B} \bar{\omega}_n - \mu \bar{B} \bar{f}_n,$$

$$\sigma_n = L_n \sum_{k=1}^{n-1} (\bar{f}_{k+1} + \bar{\sigma}_k) (R_{k+1} - R_k) + H_n + I_n \bar{f}_n,$$

где через  $G_k$  и  $R_k$  обозначены  $\bar{G}(t_n - t_k)$  и  $\bar{R}(t_n - t_k)$  соответственно, а величины с индексом  $k$  есть значения соответствующих функций при  $t = t_k$ . Эти два уравнения

составляют систему двух линейных алгебраических уравнений относительно  $\bar{\sigma}_n$  и  $\bar{f}_n$ , решение которой есть

$$\bar{f}_n = \frac{a_n \delta_n + \gamma_n}{B - a_n \beta_n},$$

$$\bar{\sigma}_n = \frac{\bar{B} \delta_n + \beta_n \gamma_n}{B - a_n \beta_n} = \delta_n + \beta_n \bar{f}_n,$$

где

$$\left. \begin{aligned} a_n &= G - G_{n-1} - 1/\mu, \\ \beta_n &= I_n + L_n (R_n - R_{n-1}), \\ \gamma_n &= \bar{\sigma}_{n-1} (\bar{G}_n - \bar{G}_{n-1}) + 2\bar{B} \bar{\omega}_n + \sum_{k=1}^{n-2} (\bar{\sigma}_{k+1} - \bar{\sigma}_k) (G_{k+1} - G_k), \\ \delta_n &= H_n + L_n \left[ \bar{f}_{n-1} (R_n - R_{n-1}) + \sum_{k=1}^{n-2} (\bar{f}_{k+1} + \bar{f}_k) (R_{k+1} - R_k) \right]. \end{aligned} \right\}$$

Если полагать последовательно  $n = 2, 3, \dots$  и учесть решение уравнений (2) и (3) при  $n = 1$ , которое имеет вид

$$\bar{f}_1 = (2\mu\bar{B}\omega_1 - H_1) / (I_1 + 2\mu\bar{B}),$$

$$\bar{\sigma}_1 = \mu\bar{B}(\mu\omega_1 - \bar{f}_1),$$

то следующие уравнения:

$$\Omega(r, t) = 2\sigma_r + r \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \sigma_r), \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \Omega(r, t) + \frac{4}{3\hat{E}} \int_0^t G(t-\tau) \frac{\partial \Omega(r, t)}{\partial \tau} d\tau = 2f(t) - 2pr^2\omega^2(t) - \\ - \frac{2}{r} \int_0^t G(t-\tau) \frac{\partial^2 (r^2 \varepsilon_\theta)}{\partial r \partial \tau} + \frac{1}{3\hat{E}} \int_0^t G(t-\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} [2f(\tau) - 5pr^2\omega^2(\tau)] d\tau, \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} b^2 \sigma_r(b, t) = \frac{1}{2} [b^2 - a^2(t)] \left[ \left\{ 2 - \frac{R(0)}{K} \right\} f(t) - \frac{1}{K} \int_0^t R'(t-\tau) f(\tau) d\tau \right] - \\ - \frac{p}{4} [b^4 - a^4(t)] \left[ \left\{ 2 - \frac{R(0)}{K} \right\} w^2(t) - \frac{1}{2K} \int_0^t R'(t-\tau) w^2(\tau) d\tau \right] - a^2(t)p(t), \end{aligned} \quad (6)$$

определяют  $\bar{f}_n$  и  $\bar{\sigma}_n$  через последовательно определенные величины.

Упругое решение получается просто заменой  $G(t)$  и  $R(t)$  соответствующими постоянными  $G(0)$  и  $R(0)$ , что эквивалентно операции приравнивания величин

$$G_k = G_n, \quad R_k = R_n, \quad k = 1, 2, \dots, n.$$

Теперь исследуем учет вязкоупругой сжимаемости в анализе напряжений, следуя работе [2]. Рассмотрим сначала теорию для плоской деформации и для осесимметричных задач вязкоупругости. За исключением влияния отдельного определяющего соотношения для объемного расширения анализ аналогичен анализу, рассмотренному выше, в котором материал предполагался упругим при гидростатическом сжатии. Так как принимаются условия плоской деформации и цилиндрической симметрии, то деформации  $\varepsilon_r$ ,  $\varepsilon_\theta$  и  $\varepsilon_z$  и перемещение  $u$  связаны соотношениями (1). Напряжения  $\sigma_r$ ,  $\sigma_\theta$  и  $\sigma_z$  удовлетворяют уравнению равновесия:

$$\sigma_r [0(t), t] = -p(t). \quad (7)$$

Касательное напряжение, вызванное угловым ускорением, не учитывается. Напряжения и деформации удовлетворяют

определяющим уравнениям вязкоупругости, которые принимают вид:

$$\sigma_r - \sigma_\theta = 2 \int_0^t G(t-\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} (\varepsilon_r - \varepsilon_\theta) d\tau,$$

$$\sigma_r - \sigma_z = 2 \int_0^t G(t-\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} (\varepsilon_r - \varepsilon_z) d\tau,$$

$$\sigma_r + \sigma_\theta + \sigma_z = 3 \int_0^t K(t-\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} (\varepsilon_r + \varepsilon_\theta + \varepsilon_z) d\tau. \quad (8)$$

Последнее уравнение (8) выражает вязкоупругое поведение при объемном разрыхлении. Материал с упругим изменением объема включается в (8) в качестве частного случая, когда  $K(t)$  есть константа. Уравнения (8), (9), (10):

$$r \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \sigma_r - \sigma_\theta + pr^2\omega^2 = 0, \quad (9)$$

$$\varepsilon_r = \frac{\partial u}{\partial r}, \quad \varepsilon_\theta = \frac{u}{r}, \quad \varepsilon_z = 0 \quad (10)$$

дают

$$r \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + pr^2\omega^2 = -2 \int_0^t G(t-\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left( \frac{\partial u}{\partial r} - \frac{u}{r} \right) d\tau. \quad (11)$$

Следовательно:

$$\sigma_r(r, t) = f_1(t) - \frac{1}{2} pr^2 w^2(t) - 2 \int_0^t G(t - \tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \varepsilon_\theta(r, t) d\tau,$$

где  $f_1(t)$  – произвольная функция, введенная при интегрировании. Чтобы получить другое независимое соотношение, связывающее  $\sigma_r$  и  $u$ , исключим  $\sigma_\theta$  и  $\sigma_z$  из уравнений (8) и (11). Используя при этом уравнение (1), получаем:

вающее  $\sigma_r$  и  $u$ , исключим  $\sigma_\theta$  и  $\sigma_z$  из уравнений (8) и (11). Используя при этом уравнение (1), получаем:

$$\begin{aligned} 3\sigma_r(r, t) &= 3 \int_0^t K(t - \tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left( \frac{\partial u}{\partial \tau} + \frac{u}{r} \right) d\tau + 2 \int_0^t G(t - \tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left( 2 \frac{\partial u}{\partial r} - \frac{u}{r} \right) d\tau = \\ &= \frac{1}{r} \int_0^t [3K(t - \tau) + G(t - \tau)] \frac{\delta^2}{\partial r \partial \tau} (ru) d\tau + 3 \int_0^t G(t - \tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left( 2 \frac{\partial u}{\partial r} - \frac{u}{r} \right) d\tau. \end{aligned} \quad (12)$$

Чтобы в этом уравнении остались только члены, содержащие полные производные от  $u$ , исключим при помощи (11) второй интеграл в (12). Если вязкость материала считать малой и несжимаемой, тогда

$$\frac{\partial u[a(0), 0]}{\partial t} = V_0(r_0).$$

$$\int_0^t \bar{R}_i(s) ds = E \int_0^t R_i(s) ds.$$

Условия несжимаемости для  $U_3$  имеют вид:

$$U_3 = y(t) / r,$$

Условия несжимаемости

$$\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r} = 0.$$

где  $y(t)$  – произвольная функция времени.

Начальные условия:

$$U[a(0), 0] = U_0(r_0), \quad r(0) = r_0,$$

$$\begin{aligned} \ddot{y}(t) + \omega^2 y(t) &= p(r, t) + \varepsilon \hat{O}(r, t, y), \\ \dot{r} &= \varepsilon R, \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \omega^2 &= \omega^2(r) = \frac{\bar{E}r^2 + 2Gb^2}{L(r)(br)^2}, \quad E = \frac{E_0 h}{1 - \nu^2} - 2Gb, \\ P(r, t) &= \frac{bp(t)}{L(r)}, \quad \hat{O}(r, t, y) = B(r) \left\{ \int_0^t [R_1(t-s)y(s) - c(r)R_2(t-s)y^3(s)] ds \right\}, \\ B(r) &= \frac{2G(b^2 - r^2)}{L(r)br^2}, \quad c(r) = \frac{[b^4 + (br)^2 + r^4]}{6G(br)^4}, \\ L(r) &= p_0 h + bp \ln(b/r), \quad r = r(\tau), \quad 0 \leq t \leq \infty. \end{aligned}$$

Таким образом, динамическая задача определения напряженно-деформированного состояния цилиндра сводится к решению нелинейного интегрально-дифференциального уравнения (11) относительно функции  $y(t)$  со следующими начальными условиями:

$$y(0) = r_0 u_0(r_0), \quad \dot{y}(0) = r_0 v_0(r_0).$$

## ВЫВОДЫ

Разработана общая методика решения задачи напряженно-деформированного состояния сырьцового валика пильного джи-

на, которая сводится к решению нелинейного интегрально-дифференциального уравнения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Болдинский Г.И.* Теоретические основы оптимального процесса джинирования и вопросы порокообразования при нем: Дис....докт. техн. наук. – М.: МТИ, 1969.

2. *Мирошниченко Г.И.* Основы проектирования машин первичной обработки хлопка-сырца. – М.: Машиностроение, 1972. С. 186...190.

Рекомендована отделом джинирования, линтерования, волоконоочистки, аэродинамики, обеспыливания и автоматизации. Поступила 10.02.09.

УДК 677.021.677.023

### ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕРСПЕКТИВНОГО ДЛИННОВОЛОКНИСТОГО СОРТА ХЛОПКА-СЫРЦА РАЗНОВИДНОСТИ 9326-В

*Х.И. ИБРОГИМОВ, М.М. САФАРОВ*

(Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими,  
г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Теплофизические свойства хлопка-сырца характеризуются удельной теплоемкостью  $C_p$ , теплопроводностью  $\lambda$ , температуропроводностью  $a$  и термическим сопротивлением  $R$ . Процесс термообработки хлопка-сырца конвективным способом требует знания значений данных параметров. Эти параметры при расчете процесса термообработки на различных его этапах принимаются постоянными. Для определения средних значений теплофизических параметров на этих этапах необходимо знать их температурную зависимость в интервале температур, при которых производится сушка.

Важным является получение эмпирических или полуэмпирических соотношений, связывающих между собой теплофизические параметры хлопка-сырца различных сортов и его компонентов. Это позволит по известным значениям любого теплофизического параметра одного компонента различного сорта хлопка-сырца рассчитать значения других теплофизических параметров других компонентов хлопка всех сортов. Поэтому изучение теплофизических свойств новых, перспективных и ма-

лоисследованных сортов хлопка-сырца является актуальной задачей.

Для экспериментального определения теплофизических показателей исследуемых образцов применялся метод монотонного разогрева образцов внешним односторонним тепловым потоком (метод динамического  $C$ -калориметра) [1].

На экспериментальной установке схемы, приведенной в [2], нами измерена эффективная удельная изобарная теплоемкость  $C_p$  хлопка-сырца I, II, III сортов длинноволокнистого хлопка разновидности 9326-В 1 класса. Эффективной ее принято называть потому, что в измерительной камере, помимо компонентов хлопка-сырца, еще содержится воздух.

Все эксперименты были проведены, исходя из необходимости сохранения природных и технологических свойств волокна и семян, при условии, что допустимый верхний предел нагрева волокна составляет  $70^\circ\text{C}$ , а семян  $50^\circ\text{C}$  [3].

При исследовании сложных физических и физико-химических процессов, в частности, механических, тепловых и химических явлений, используют метод теории подобия [4], [5]. Часто в рассматри-

ваемых явлениях существует равенство не всех, а лишь некоторых независимых критериев подобия, то есть имеет место частичное (неполное подобие). Теорию подобия в частных случаях теплофизических явлений примем в следующем. Для описания состояния любого компонента хлопко-сырца имеем четыре параметра: давление  $P$ , температуру  $T$ , плотность  $\rho$  и влажность  $W$ . Уравнение состояния запишем в виде:

$$P=F(T, \rho, W). \quad (1)$$

Измерение проведено при постоянном давлении. Тогда

$$F(T, \rho, W) = \text{const.}$$

За независимые переменные можно принять любую пару переменных из трех. Если выбрать независимыми переменными  $T$  и  $W$ , то

$$P = F(T, W). \quad (2)$$

Каждый из компонентов хлопко-сырца имеет различную исходную степень влажности и обладает различной скоростью сорбции влаги. Но в любом случае с течением времени устанавливается равновесная влажность материала, зависящая от температуры и влажности воздуха. Поэтому (2) примет вид:

$$p=F(T).$$

$$\tilde{N}_p^{*x/c} = \frac{\tilde{N}_{p1}^{x/c}(T)}{\tilde{N}_{p1}^{x/c}(T_1)} = \frac{\tilde{N}_{p2}^{x/c}(T)}{\tilde{N}_{p2}^{x/c}(T_2)} = \frac{\tilde{N}_{p3}^{x/c}(T)}{\tilde{N}_{p3}^{x/c}(T_3)} = f^{x/c}(T^*), \quad (4)$$

$$\lambda^{*x/c} = \frac{\lambda_1^{x/c}(T)}{\lambda_1^{x/c}(T_1)} = \frac{\lambda_2^{x/c}(T)}{\lambda_2^{x/c}(T_2)} = \frac{\lambda_3^{x/c}(T)}{\lambda_3^{x/c}(T_3)} = f^{x/c}(T^*), \quad (5)$$

$$a^{*x/c} = \frac{a_1^{x/c}(T)}{a_1^{x/c}(T_1)} = \frac{a_2^{x/c}(T)}{a_2^{x/c}(T_2)} = \frac{a_3^{x/c}(T)}{a_3^{x/c}(T_3)} = f^{x/c}(T^*), \quad (6)$$

где  $T^* = \frac{T}{T_1}$ ,  $T^* = \frac{T}{T_2}$ ,  $T^* = \frac{T}{T_3}$  являются критериями подобия для I, II, III сортов соответственно.

Значения  $T_1, T_2, T_3$  принимаются в зависимости от исходной влажности хлопко-

сырца. Аналогично этому теплофизические параметры материала будут являться функциями температуры:

$$C_p^i = F_1^i(T), \lambda^i = F_2^i, a^i = F_3^i(T),$$

где  $i = 1, 2, 3, 4$  – соответствуют волокну, семенам, коже семян, ядру семени.

Выберем какую-нибудь температуру  $T_i$  из интервала, в котором производятся измерения какого-либо теплофизического параметра  $x$ . При температуре  $T_i$  параметр  $x_i$  имеет значение  $x_i = F(T_i)$ . Примем за критерий подобия безразмерное отношение  $T^* = \frac{T}{T_i}$ , тогда имеет место соотношение:

$$x^* = \frac{x}{x_i} = f\left(\frac{T}{T_i}\right) = f(T^*). \quad (3)$$

Предположим, что  $x$  является теплофизическим параметром, характеризующим соответствующее теплофизическое свойство всех трех сортов хлопко-сырца. Тогда для всех сортов будет выполняться соотношение (3), однако значения  $x_i$  и  $T_i$  будут разными:  $x_1, x_2, x_3$  и  $T_1, T_2, T_3$ .

Запишем соотношения вида (3) для удельной теплоемкости  $C_p$ , коэффициентов теплопроводности  $\lambda$  и температуропроводности  $a$  всех сортов хлопко-сырца:

сырца. Аналитические выражения, соответствующие зависимостям (4)...(6), можно легко получить, аппроксимируя экспериментальные значения  $\tilde{N}_p^{*x/c}$ ,  $\lambda_p^{*x/c}$ ,  $a_p^{*x/c}$  полиномами вида:

$$x^* = a + bT^* + cT^{*2}. \quad (7)$$

Эти выражения для приведенной теплоемкости, коэффициентов теплопроводности и температуропроводности хлопка-сырца имеют вид:

$$C_p^{*x/c} = 2,625 - 4,1922T^* + 2,8939T^{*2}, \quad (8)$$

$$\lambda^{*x/c} = 2,656 - 13,964T^* + 8,082T^{*2}, \quad (9)$$

$$a^{*x/c} = 1,5535 - 2,3393T^* + 1,5131T^{*2}. \quad (10)$$

Формулы (8)...(10) описывают экспериментальные результаты с точностью до 4...6%. Практическая значимость этих формул заключается в том, что они позволяют определить приведенную теплоемкость, коэффициенты теплопроводности и температуропроводность хлопка-сырца одного сорта.

Переходя от приведенных (безразмерных) значений теплофизических показателей и температуры к истинным, получим температурную зависимость изобарной теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности для других сортов хлопка-сырца. Аппроксимационные уравнения вида (7) для теплофизических характеристик хлопка-сырца имеют вид:

$$C_p^* = 1,1219 + 1,7195T^* + 0,4171T^{*2}, \quad (11)$$

$$\lambda^* = 0,4192 - 1,321T^* + 2,8336T^{*2}, \quad (12)$$

$$a^* = 1,516 - 1,467T^* + 0,9572T^{*2}. \quad (13)$$

Данные зависимости выполняются для исследованных сортов хлопка-сырца с точностью до 6%.

Установление связей между различными теплофизическими параметрами хлопка-сырца и его компонентов, несомненно, является важной задачей, решение которой может найти практическое применение в технологическом процессе термообработ-

ки хлопка-сырца [6], [7]. Последовательность установления связей между теплофизическими показателями заключается в следующем. Используя формулы (8)...(13), строят графики зависимости одного из приведенных параметров, например  $C_p^*$ , от двух других приведенных параметров так, чтобы каждая точка на графике соответствовала значениям двух приведенных параметров при одной и той же температуре.

Аналитические зависимости такого типа, учитывающие все возможные попарные комбинации из теплофизических параметров хлопка-сырца, имеют вид:

$$\begin{aligned} C_p^* &= 0,390 + 0,616\lambda^* - 0,028\lambda^{*2}, \\ C_p^* &= -2,930 + 4,156a^* - 0,269a^{*2}. \end{aligned} \quad (14)$$

Если измерена удельная изобарная теплоемкость  $C_p$  хлопка-сырца одного сорта, то по формуле (14) можно рассчитать, с погрешностью до 6%, коэффициенты теплопроводности  $\lambda$  и температуропроводности  $a$  другого сорта при тех же температурах, при которых проведено измерение  $C_p$ .

Проведенные расчеты показали, что доверительная граница погрешности измерений теплофизических параметров  $C_p$  и в относительной форме при  $\alpha = 0,95$  составляет 2,0%; методическая погрешность 0,2%; инструментальная погрешность 1,1%. Общая погрешность измерения коэффициента температуропроводности на лабораторной установке равна 4,2%.

На рис. 1, 2 и 3 представлены графические зависимости удельной изобарной теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности хлопка-сырца соответственно в зависимости от температуры. Кривые 1, 2 и 3 соответствуют первому, второму и третьему сорту хлопка-сырца.

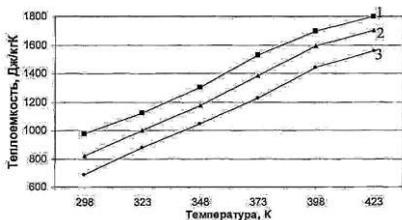


Рис. 1

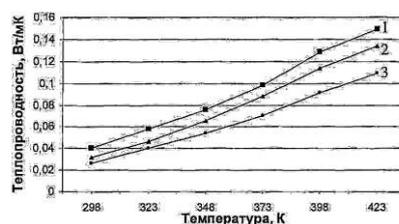


Рис. 2

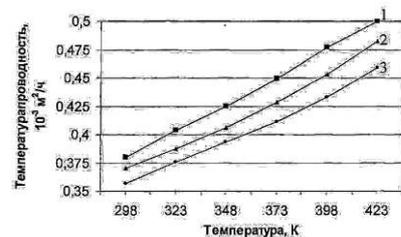


Рис. 3

Анализ диаграмм показывает, что наиболее высокой эффективной удельной изобарной теплоемкостью (рис.1) обладает хлопок-сырец I сорта, наименьшей – III сорта. Разница в удельных теплоемкостях хлопка-сырца смежных сортов составляет 9...11%. Результаты измерений коэффициента теплопроводности хлопка-сырца (рис. 2) показывают, что при температуре 25°C теплопроводность всех трех сортов отличается незначительно, но с повышением температуры появляется все возрастающая разница в теплопроводностях смежных сортов хлопка-сырца. Закономерность изменений температуропроводности хлопка-сырца (рис. 3) показывает, что она качественно такая же, и для удельной теплоемкости, и для коэффициента теплопроводности.

## ВЫВОДЫ

1. Измерены важнейшие теплофизические параметры хлопка-сырца разновидности 9326-B, такие как удельная изобарная теплоемкость  $C_p$ , коэффициенты теплопроводности температуропроводность  $\alpha$  в интервале температур 298...423°K.

2. Получены эмпирические зависимости, связывающие теплофизические параметры хлопка-сырца различных сортов и

его компонентов.

3. Установленные связи между теплофизическими параметрами хлопка-сырца позволяют по измеренным значениям одного из параметров рассчитать, с погрешностью до 6%, значения других теплофизических показателей, что достаточно для выбора рациональных значений режимов термообработки влажного хлопка-сырца.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Платунов Е.С. Теплофизические измерения в монотонном режиме. – Л.: Энергия, 1973.
2. Махаренко Е.Ф., Ольшанский В.Н. и др. Методика исследования коэффициента теплопроводности подкладочных материалов и текстильных волокон // Сб. научн. тр. по текстильному материаловедению посв. 100-летию со дня рождения Г.Н.Кукина. – М., 2007. С.251...256.
3. Ульдяков А.И. Сушка хлопка-сырца. – М., 1975.
4. Седов Л.И. Методы теории подобия и размерности в механике. – 9изд. – М., 1981.
5. Дьяконов Г.К. Вопросы теории подобия в области физико-химических процессов. – М., 1956.
6. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968.
7. Сажин Б.С. Основы техники сушки. – М., 1984.

Рекомендована кафедрой технологии машин и аппаратов первичной обработки хлопка. Поступила 06.04.09.

УДК 677.21.03.004

## ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ НА ПОСЛЕУБОРОЧНОЕ СОСТОЯНИЕ ХЛОПКА-СЫРЦА

Р.А.САИЛОВ

(Азербайджанский международный университет, Республика Азербайджан)

Одним из факторов, влияющих на состояние перерабатываемого хлопка, являются условия хранения. Практика хранения хлопка показывает, что свойства его могут не только ухудшаться, но и улучшаться, если правильно выполняется технология хранения

В связи с этим представляет интерес создание модели бунта путем имитирования процессов и условий, протекающих в

массе складированного хлопка. В частности, это позволит изучить факторы, влияющие на основные технологические свойства хлопка-сырца, изменяющиеся за время его хранения, это, например, изменение физико-механических свойств волокна, а также свойства, связанные с послеуборочным созреванием, такие как их масличность и всхожесть.

При создании модели учитывались факторы, характеризующие условия хранения хлопка в бунтах: это, в первую очередь, плотность, имитирующая изменение плотности массы хлопка-сырца по высоте бунта. Влажность и засоренность в процессе эксперимента устанавливались на фиксированных уровнях, соответствующих требованиям стандартов на условия приемки и хранения хлопка-сырца. Для влажности этот уровень составляет 9...10%, а для засоренности 5,0...5,5%. Для обеспечения тепловых условий в модели, соответствующих условиям хранения хлопка-сырца в бунте, необходим соответствующий уровень теплоизоляции и воздухопроницаемости. По данным [1] слой хлопка-сырца толщиной 2 м обеспечивает требуемые условия.

По данным [2] нижние слои бунта имеют объемную плотность  $\rho = 300...350 \text{ кг/м}^3$ , а верхние слои  $\rho = 80...110 \text{ кг/м}^3$ . Учитывая необходимость отбора образцов из модели с целью исследования, наименьшее количество хлопка-сырца в модели должно составлять  $m_m=12...16 \text{ кг}$ .

Модель бунта создавалась следующим образом. Хлопок-сырец отбирали из бунта, складированного на Саянском хлопкоочистительном заводе Республики Азербайджан, селекционный сорт АЗХ 195 машинного сбора 1/2 с засоренностью 5...6% и влажностью 9% в процессе его формирования. Отобранный хлопок, в зависимости от высоты укладки, с помощью специального пресса прессовали в прямоугольные кипы с размерами 500x350x300 мм, увязанные проволокой. При этом нижние слои имели плотность  $\rho=330 \text{ кг/м}^3$ , средние слои  $\rho=225 \text{ кг/м}^3$ , верхние слои  $\rho=150 \text{ кг/м}^3$ .

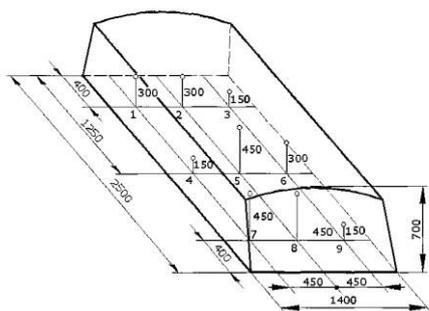


Рис. 1

На рис.1 показаны места отбора хлопка для кип в модельном бунте. Отбор производился в девяти точках, расположенных по высоте на трех уровнях 150, 300 и 450 см. Из каждой точки отбиралось по три кипы. Точки были пронумерованы. Для исключения влияния их горизонтальных координат и связанных с ними факторов – розы ветров и ориентации бунта по сторонам света – вертикальная координата точки отбора пробы рандомизировалась.

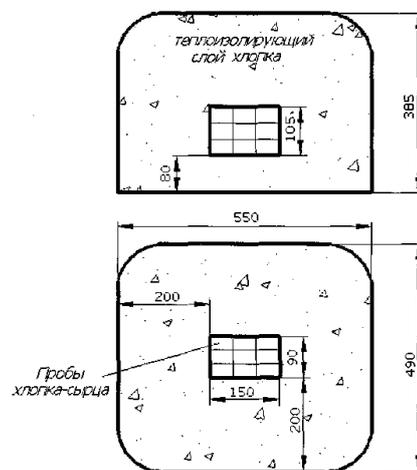


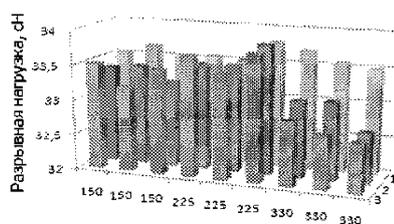
Рис. 2

В соответствии со схемой отбора хлопка кипы укладывались в бунт-модель (рис. 2), который изолировался уплотненным слоем хлопка толщиной 2 м и укрылся брезентом. Для контроля за наличием процесса самосогревания в каждую кипу закладывался терморезистор. Такие же терморезисторы были установлены в местах отбора хлопка в бунте (рис. 1).

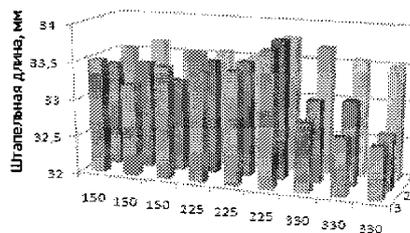
Контроль температуры в течение 5 месяцев показал, что при повышенной плотности складирования хлопка наблюдается процесс его самосогревания. В пробах с плотностью 330 кг/м<sup>3</sup> в течение 1 месяца с начала хранения температура возрастала от исходной, равной температуре окружающей среды 22°C до 47°C. После этого в течение последующих трех месяцев хранения происходило медленное снижение температуры. В образцах с плотностью 150 и 225 кг/м<sup>3</sup> увеличения температуры не наблюдалось.

Через 5 месяцев хранения оба бунта разбирались и пробы, отобранные в соответствующих точках, подвергались анализу. В соответствии с требованиями ГОСТа для анализа устанавливались следующие показатели качества:

- влажность хлопка-сырца, %;
- засоренность, %;
- разрывная нагрузка, сН;
- модальная длина, мм;
- штапельная длина, мм;
- засоренность семян, %;
- масличность семян, %;
- всхожесть семян, %;

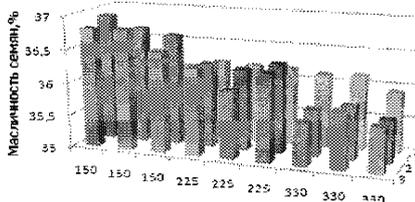


а

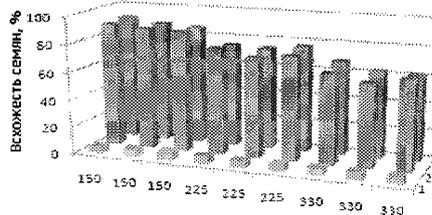


б

Рис. 3



а



б

Рис. 4

Сравнение результатов изменения модальной и штапельной длин волокна показали наличие корреляционной связи между ними, поэтому в дальнейшем рассматривается только одна из указанных величин – штапельная длина.

Как видно из рис. 3-а, на прочность волокна, которая в данном эксперименте оценивалась его разрывной нагрузкой, существенно влияет плотность складирования хлопка. При увеличении плотности складирования прочность волокна снижается. Объяснить это изменение механическим разрушением волокна невозможно, так как из [3] известно, что сжатие волокна до плотности более 3000 кг/м не вызывает снижения его прочности. Опираясь на из-

вестные работы, можно предположить, что

при изменении плотности происходит изменение условий для развития микрофлоры хлопка.

Действительно, увеличение плотности ведет к сближению волокон и повышению температуры вследствие самосогревания, что является хорошим условием для развития микрофлоры хлопка, которая, в свою очередь, способна даже при влажности 8...9% снизить разрывную нагрузку более чем на 9%.

Аналогичная тенденция отмечается и для длины волокон. На рис. 1-б приведены результаты эксперимента по изменению штапельной длины волокна за пять месяцев хранения.

Известно, что масличность меняется в зависимости от биологических процессов в семенах, и в период созревания в пределах исследуемых влажностей может происходить процесс увеличения масличности, что и наблюдается при плотности хранения хлопка 150 (рис.3-а). Рост плотности отрицательно сказывается на масличности семян. При плотности 225 кг/м он прекращается, а при плотности 330 кг/м<sup>3</sup> происходит снижение указанного показателя.

Всхожесть семян (рис. 4-б) существенно возрастает за время хранения, которое использовалось в эксперименте. Такое явление связано с биологическими процессами, происходящими в семенах, и хорошо согласуется с работами Губанова Г.Д. [4], который утверждает, что наибольшая всхожесть достигается на второй год высева семян. Увеличение плотности складирования массы хлопка во время его хранения отрицательно сказывается на всхожести семян. Это объясняется более активным развитием паразитической микрофлоры, особенно при наличии явления самосогревания.

Экономически целесообразным представляется хранение хлопка при повышенной плотности его складирования. Однако полученные в статье данные о снижении параметров качества волокна и семян с ростом плотности складирования хлопка позволяют рекомендовать как наиболее приемлемую плотность укладки хлопка-сырца в бунт не более 225 кг/м.

Значения исследуемых параметров для проб, полученных из экспериментального бунта-модели и реального бунта, исполь-

зовавшегося в условиях производства, отличаются несущественно в пределах статистической ошибки, которая в условиях настоящего эксперимента составила 5%. Это позволяет в дальнейшем проводить эксперименты на бунте модели, что позволит расширить количество исследуемых факторов и диапазоны их варьирования.

## ВЫВОДЫ

1. Установлены параметры бунта-модели, позволяющего проводить эксперименты по выявлению влияния условий хранения хлопка-сырца на его свойства.

2. Установлено снижение качества волокна и семян при хранении хлопка-сырца с плотностью складирования более 330 кг/м.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Кадыров Б.Г.* Разработка, оптимизация технологии и процессов подготовки хлопка-сырца к хранению: Дис....докт. техн. наук. – Ташкент, 1993.

2. *Кадыров Б.Г., Сосновский Ю.С., Подмарев Г.А.* О хранении влажного хлопка-сырца на бунтовых площадках с подвальным помещением из сборного железобетона // Хлопковая промышленность. – 1982, №4.

3. *Балясов П.Д.* Сжатие текстильных волокон в массе и технология текстильного производства. – М.: Легкая индустрия, 1975.

4. *Губанов Г.Д.* Физико-биологические процессы у семян хлопчатника в период хранения. – Хлопчатник. Т. IV. – Ташкент: АН УзССР, - 1960.

Рекомендована кафедрой строительного производства. Поступила 01.12.09.

УДК 677.11.022.35.94/017.31

## ВЛИЯНИЕ ПРОЧНОСТИ ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ НА СТРУКТУРНУЮ НЕРОВНОТУ ЧИСТОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ

*Е.А. ПЕСТОВСКАЯ*

(Костромской государственной технологической университет,  
Научно-внедренческий центр "Блеск" (г. Кострома))

Прочность льняной ровницы является одним из важнейших факторов, влияющих на структурную неровноту получаемой чистольняной пряжи и обрывность в мокром прядении льна. Прочность ровницы зависит от качества смеси льняных волокон и крутки. Она изменяется в процессе химической обработки ровницы и определяет характер дробления технических комплексов льняных волокон и релаксационные характеристики процесса вытягивания ровницы. В данной статье исследован механизм влияния изменения прочности льняной ровницы на параметры структурной неровноты пряжи.

Льняную ровницу следует рассматривать как однонаправленный волокнистый композит, состоящий из технических комплексов волокон, помещенных в пластичную матрицу из нецеллюлозных компонентов. Процесс утонения льняной ровницы в мокром прядении происходит, главным образом, в результате продольного перемещения комплексов волокон относительно друг друга по срединным пластинкам, где нецеллюлозные полимерные компоненты находятся в вязкотекучем состоянии. Сдвиг комплексов волокон сопровождается их поперечным разрывом. В нагруженном вдоль волокон композите нагрузка передается волокнам за счет касательных напряжений на поверхности раздела волокно–матрица. В момент сдвига комплекса волокон касательные силы со-

противления достигают значения, равного разрывной нагрузке комплекса, при этом минимальная длина, на которой волокна склеиваются друг с другом в момент отрыва  $l_{\text{скл}}$ , зависит от прочности матрицы, а толщина разрывающихся комплексов волокон зависит от прочности клеточных стенок волокон.

Предел прочности волокнистого композита при растяжении вдоль волокон равен сумме напряжений, приходящихся на матрицу и волокна, при условии, что прочность связи на границе раздела волокно – матрица достаточна для того, чтобы обеспечить совместную деформацию компонентов вплоть до разрушения:

$$(\sigma_{\text{в}})_{\text{к}} = (\sigma_{\text{в}})_{\text{в}} V_{\text{в}} + \sigma_{\text{м}} (1 - V_{\text{в}}), \quad (1)$$

где  $(\sigma_{\text{в}})_{\text{в}}$  – среднее значение предела прочности волокон при растяжении;  $\sigma_{\text{м}}$  – напряжение в матрице в момент разрыва волокон;  $V_{\text{в}}$  – объемная доля волокон в композите.

В процессе вытягивания льняной ровницы в мокром прядении льна объемная доля волокон изменяется незначительно, поэтому выражение (1) можно упростить:

$$(\sigma_{\text{в}})_{\text{к}} = (\sigma_{\text{в}})_{\text{в}} + \sigma_{\text{м}}. \quad (2)$$

На основании вышеизложенного следует полагать, что отношение диаметра ком-

плексов волокон при сдвиге к длине склеивания волокон друг с другом  $d/\ell_{\text{скл}}$  зависит от прочности волокнистого композита, соотношения прочности матрицы к прочности волокон, а также от скорости сдвига комплексов, которая характеризуется релаксационной характеристикой  $t/\tau$  (отношением времени действия силы к времени релаксации деформации). Как показано нами в [1], диаметр комплекса волокон пропорционален  $\sqrt{T_{\text{эйи}}}$  (где  $T_{\text{компл}}$  – линейная плотность комплекса). Экспериментально установлена линейная зависимость  $\sqrt{T_{\text{эйи}}}$  от  $\ell_{\text{скл}}$ .

Согласно теории вязкого течения полимеров [2] напряжение в матрице, возникающее при сдвиге комплекса волокон под действием силы  $F$ , равно соотношению:

$$\sigma_i = \frac{Fd}{Av}, \quad (3)$$

где  $F$  – сила сдвига комплекса;  $A$  – площадь поверхности комплекса;  $d$  – толщина срединных пластинок между волокнами;  $v$  – скорость сдвига комплексов,  $v = t/\tau$ . Допуская  $d = \text{const}$ :

$$F = \sigma_i Av = \sigma_i \pi D_{\text{эйи}} \ell_{\text{нэе}} \frac{t}{\tau}. \quad (4)$$

В момент сдвига комплексов волокон сила сдвига  $F$  равна разрывной нагрузке сдвигаемых комплексов:

$$P_{\text{разр.эйи}} = \sigma_{\text{афэ}} S = \sigma_{\text{афэ}} \frac{\pi D_{\text{эйи}}^2}{4}, \quad (5)$$

$$F = P_{\text{разр.компл}}. \quad (6)$$

Подставляя выражения (4) и (5) в (6), получаем:

$$\sigma_i \pi D_{\text{эйи}} \ell_{\text{нэе}} \frac{t}{\tau} = \sigma_{\text{афэ}} \frac{\pi D_{\text{эйи}}^2}{4}. \quad (7)$$

Сокращая  $\pi D_{\text{эйи}}$  в левой и правой частях уравнения (7) и заменяя  $D_{\text{компл}}$  на  $\sqrt{T_{\text{эйи}}}$ , находим функциональную зависимость

$\frac{\sqrt{T_{\text{эйи}}}}{\ell_{\text{нэе}}}$  от прочностных характеристик волокнистого композита (льняной ровницы)  $\sigma_i$  и  $\sigma_{\text{афэ}}$  и скорости сдвига  $t/\tau$ :

$$\frac{\sqrt{T_{\text{эйи}}}}{\ell_{\text{нэе}}} = \hat{e} \frac{\sigma_i}{\sigma_{\text{афэ}}} \frac{t}{\tau}. \quad (8)$$

Процесс химической обработки суровой льняной ровницы перед прядением направлен на уменьшение прочности нецеллюлозной матрицы  $\sigma_m$ . Нами разработан и внедрен в производство режим сульфитной варки льняной ровницы, при котором эффективно удаляются нецеллюлозные компоненты матрицы – пектиновые вещества и лигнин, при этом клеточные стенки волокон практически не затрагиваются [3]. В процессе сульфитной варки льняной ровницы прочность ровницы снижается за счет уменьшения прочности матрицы  $\sigma_m$ , при этом  $\sigma_{\text{вол}}$  остается постоянной. Ослабление матрицы приводит к значительному возрастанию (в 2,5 раза) параметра  $t/\tau$ , характеризующего скорость сдвига. Уменьшение прочности ровницы за счет уменьшения прочности матрицы в процессе сульфитной варки приводит к суммарному эффекту увеличения отношения  $\frac{\sqrt{T_{\text{эйи}}}}{\ell_{\text{нэе}}}$  в соответствии с зависимостью (8).

Это подтверждается экспериментальными данными. В работах [1...4] нами были исследованы изменения прочности ровницы, параметров структурной неровноты пряжи ( $T_{\text{компл}}$ ,  $\ell_{\text{эйи}}$ , параметра неровноты  $\tilde{N}_V^2$ ) и релаксационного параметра процесса вытягивания  $t/\tau$  в зависимости от продолжительности сульфитной варки ровницы. Результаты данных исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Время варки, мин					
	0	10	30	60	90	120
Ровница:						
Линейная плотность, текс	666	633	600	580	560	550
Степень одревеснения S, %	34	30	25	20	15	10
Прочность Н	24,0	20,0	17,5	16,0	14,0	12,5
Удельная разрывная нагрузка (УРН), сН/текс	3,60	3,16	2,92	2,76	2,50	2,27
УРН матрицы $\sigma_{\text{матр}}$ , сН/текс	1,775	1,335	1,095	0,935	0,675	0,445
УРН волокна $\sigma_{\text{вол}}$ , сН/текс	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825
Обрывность, обр/100 вер.ч	250	80	60	40	20	2
Пряжа:						
Линейная плотность, текс	54,6	51,9	49,2	47,2	46,0	45,1
$\bar{O}_{\text{компл}}$ в пряже, текс	4,0	3,5	3,2	3,0	2,8	2,6
$\bar{l}_{\text{компл}}$ в пряже, мм	40	30	26	22	20	17,5
$l_{\text{скл}}$ , мм	28,2	21,7	19,2	16,4	15,1	13,3
$\frac{\sqrt{T_{\text{эф}}}}{l_{\text{пее}}}$	0,0709	0,0861	0,0935	0,1057	0,1117	0,1208
$\tilde{N}_V^2$ , параметр неровноты	1273	1117	1017	960	892	827
Время релаксации $\tau$ , с	10,67	7,79	6,58	5,48	4,89	4,25
Время действия силы $t$ , с	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81
$t/\tau$	0,9198	1,259	1,491	1,793	2,006	2,313
Длина активной зоны вытягивания $L_{\text{акт.выт}}$ , мм	152,5	111,2	93,2	78,1	69,8	60,5
Длина разводки цилиндров $L_{\text{разв}}$ , мм	140	140	140	140	140	140

По экспериментальным данным, представленным в табл. 1 (первая серия экспериментов), были определены значения  $\sigma_i$  и  $\sigma_{\text{аиё}}$  ( $\sigma_{\text{аиё}} = 1,825$  сН/текс, а  $\sigma_i$  изменяется от 1,335 до 0,445 сН/текс, в зависимости от продолжительности варки). Рассчитано значение коэффициента  $k = 1,367$  в уравнении (8). Построена зависимость отношения  $\frac{\sqrt{T_{\text{эф}}}}{l_{\text{пее}}}$  от уменьшения

удельной разрывной нагрузки мокрой льняной ровницы после химической обработки при разной продолжительности сульфитной варки (рис.1).

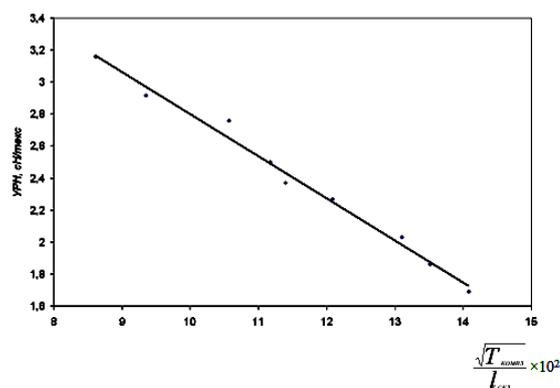


Рис. 1

Как следует из рис.1, эта зависимость носит линейный характер.

Прочность суровой льняной ровницы зависит от качества чесаных льняных волокон. Нарушения агротехники возделывания льна и технологии приготовления льнотресты, неблагоприятные погодные условия приводят к снижению прочности длинных трепаных и чесаных льняных волокон вследствие уменьшения прочности полимерного вещества клеточных стенок элементарных волокон льна. При этом в прочности полимерного волокнистого композита (льняной ровницы) уменьшает-

ся вклад доли прочности армирующих волокон  $\sigma_{\text{аиё}}$ .

С целью исследования влияния уменьшения прочности суровой льняной ровницы за счет снижения  $\sigma_{\text{аиё}}$  в производственных условиях Яковлевского комбината (Ивановская обл.) методом пассивного эксперимента была подобрана вторая серия из четырех партий суровой льняной ровницы линейной прочности 730 текс с практически одинаковой степенью одревеснения срединных пластинок  $S=33-35\%$ , но с разной прочностью. При постоянном режиме сульфитной варки с продолжительностью 90 мин степень одревеснения была снижена до оптимального значения – 15%. Из этих

партий химически обработанной ровницы была выработана на прядильных машинах ПМ-88-Л5 чистольняная пряжа линейной плотностью 50 текс (вытяжка  $E=11,82$ ; скорость питающих цилиндров вытяжного прибора  $V_{\text{пит}}=14,9$  мм/с; скорость вытяжных цилиндров  $V_{\text{выт}}=176$  мм/с). В лаборатории НВЦ "Блеск" с помощью комплекса КЛА-2 были определены параметры структурной неровноты полученной пряжи и рассчитаны релаксационные характеристики процесса вытягивания ровницы в мокром прядении льна. Результаты исследования влияния прочности суровой льняной ровницы на эти параметры пряжи и химически обработанной ровницы приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Показатели	Образцы ровницы, №			
	1	2	3	4
Ровница суровая:				
Линейная плотность, текс	730	730	730	730
Прочность Н	23	21	20	19
Степень одревеснения S, %	35	35	35	35
Ровница вареная:				
Линейная плотность, текс	591	591	591	591
Прочность Н	14	12	11	10
Удельная разрывная нагрузка (УРН), сН/текс	2,37	2,03	1,86	1,69
УРН матрицы $\sigma_{\text{матр}}$ , сН/текс	0,545	0,545	0,545	0,545
УРН волокна $\sigma_{\text{вол}}$ , сН/текс	1,825	1,485	1,316	1,145
Степень одревеснения S, %	15	15	15	15
Обрывность, обр/100 вер.ч	20	40	60	80
Пряжа 50 текс:				
$\bar{O}_{\text{компл}}$ в пряже, текс	2,75	3,08	3,14	3,20
$\bar{l}_{\text{компл}}$ в пряже, мм	19,0	18,0	17,5	17,0
$l_{\text{скл}}$ , мм	14,5	13,4	13,1	12,7
$\frac{\sqrt{T_{\text{еиіі}}}}{l_{\text{неё}}}$	0,1140	0,1310	0,1352	0,1408
$\check{N}_V^2$ , параметр неровноты	820	1000	1100	1200
Время релаксации $\tau$ , с	4,38	4,15	4,03	3,93
Время действия силы $t$ , с	9,39	9,39	9,39	9,39
$t/\tau$	2,14	2,26	2,33	2,39
Длина активной зоны вытягивания $L_{\text{акт.выт}}$ , мм	65,4	61,9	60,1	58,6
Длина разводки цилиндров $L_{\text{разв}}$ , мм	140	140	140	140

По данным табл. 2 для второй серии экспериментов (где в волокнистом композите уменьшается  $\sigma_{\text{аиё}}$  при постоянной  $\sigma_1$ ) была также построена зависимость

отношения  $\frac{\sqrt{T_{\text{еиіі}}}}{l_{\text{неё}}}$  от прочности льняной ровницы после ее химической обработки. Эта зависимость носит такой же, как и в первой серии экспериментов, линейный характер и подчиняется общей закономер-

ности – увеличению отношения  $\frac{\sqrt{T_{\text{éííí}}}}{\ell_{\text{пéë}}}$  с уменьшением прочности ровницы после химической обработки.

На основании полученных результатов следует отметить, что уменьшение прочности отваренной льняной ровницы независимо от вызвавших ее причин приводит к увеличению скорости сдвига комплексов волокон при вытягивании ровницы (величины  $\frac{t}{\tau}$ ) и уменьшению длины склеивания комплексов в момент сдвига  $\ell_{\text{пéë}}$ , однако изменение параметра толщины комплексов  $\sqrt{T_{\text{éííí}}}$  носит разный характер. При уменьшении прочности матрицы  $\sigma_i$  толщина комплексов  $\sqrt{T_{\text{éííí}}}$  уменьшается, а при уменьшении прочности клеточных стенок волокон  $\sigma_{\text{áië}}$  – увеличивается.

Изменение параметров структуры комплексов в пряже толщины  $T_{\text{комп}}$  и длины  $\ell_{\text{комп}}$  в зависимости от прочности химически обработанной ровницы приведены на рис. 2.

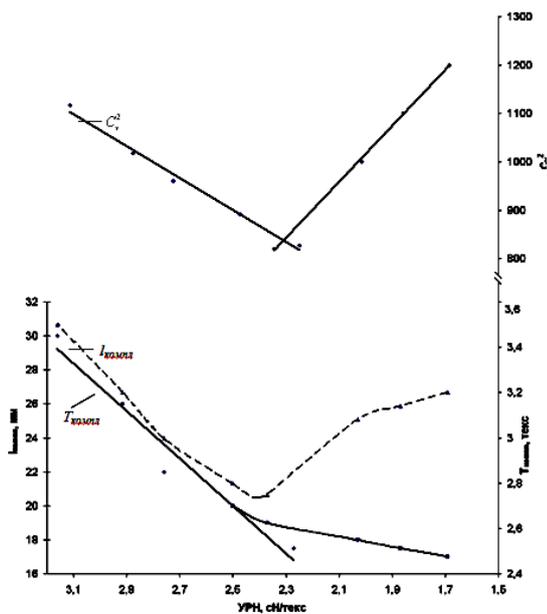


Рис. 2

Из данных рис. 2 следует, что зависимость  $T_{\text{комп}}$  от удельной разрывной нагрузки вареной ровницы носит экстремальный

характер. Наименьшее значение линейной плотности комплексов в пряже  $T_{\text{комп}}$  достигается при УРН ровницы 2,4 сН/текс; при этом длина комплексов  $\ell_{\text{комп}}$  также имеет оптимальное значение 19...20 мм. Параметр структурной неровноты льняной пряжи  $\tilde{N}_V^2$  зависит от числа комплексов волокон в поперечном сечении пряжи [5], поэтому зависимость  $\tilde{N}_V^2$  от УРН ровницы также имеет экстремальный характер с минимумом  $\tilde{N}_V^2 = 820-850$  при УРН ровницы 2,3...2,4 сН/текс.

## ВЫВОДЫ

1. Проведено исследование механизма влияния изменения прочности льняной ровницы на параметры структурной неровноты пряжи. Рассматривая льняную ровницу как однонаправленный волокнистый композит, состоящий из технических комплексов волокон, помещенных в пластичную матрицу из нецеллюлозных компонентов, на основании полученных экспериментальных данных определены напряжение в матрице в момент разрыва волокон при сдвиге  $\sigma_i$  и предел прочности волокон при растяжении  $\sigma_{\text{áië}}$  в процессе вытягивания ровницы.

2. Исходя из равенства сил сдвига  $F$  в матрице и разрывной нагрузки комплексов в момент сдвига теоретически обоснована функциональная зависимость параметра дробления технических комплексов волокон в процессе вытягивания ровницы  $\frac{\sqrt{T_{\text{éííí}}}}{\ell_{\text{пéë}}}$  от прочностных характеристик волокнистого композита (льняной ровницы)  $\sigma_i$  и  $\sigma_{\text{áië}}$  и скорости сдвига  $\frac{t}{\tau}$ .

3. Экспериментально показана зависимость отношения  $\frac{\sqrt{T_{\text{éííí}}}}{\ell_{\text{пéë}}}$ , толщины комплексов  $T_{\text{комп}}$ , длины комплексов  $\ell_{\text{комп}}$  и параметра структурной неровноты пряжи  $\tilde{N}_V^2$  от изменения удельной разрывной нагрузки мокрой ровницы после ее хими-

ческой обработки за счет изменения прочностных характеристик волокнистого композита (льняной ровницы)  $\sigma_i$  и  $\sigma_{ai\epsilon}$ . Эта зависимость имеет экстремальный характер. Наименьшая структурная неровнота чистольняной пряжи достигается при значении УРН ровницы 2,3...2,5 сН/текс.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №1. С. 44...48.

2. Кулезнев В.Н., Шершнев В.А. Химия и физика полимеров: Учебник для вузов.– М.: Высшая школа, 1988.

3. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №3С. С.55...58.

4. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №3. С. 23...27.

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

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов КГТУ. Поступила 24.06.09.

УДК 677.052.71

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КРУТИЛЬНО-МОТАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА С КАТЯЩИМСЯ БЕГУНКОМ

А.А.СТОЛЯРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В ходе экспериментальных исследований крутильно-мотального устройства с катящимся бегунком [1], [2] было установлено, что оно позволяет организовать технологический процесс выработки пряжи на кольцевой прядильной машине с более высокой частотой вращения веретен, чем при использовании традиционного крутильно-мотального устройства. Однако были выявлены некоторые конструктивные недоработки устройства по условиям его обслуживания при ликвидации обрыва пряжи или перезаправки. Для наиболее эффективного использования крутильно-мотального устройства, сокращения времени на ликвидацию обрыва пряжи и повышение КПВ кольцевой прядильной машины нами выполнено усовершенствование его конструкции, а именно: мы дополнили его приспособлением для контроля

целостности нити с функцией фиксации бегунка в строго определенном месте при ее обрыве [3]. Общий вид крутильно-мотального устройства представлен на рис.1; устройство в разрезе представлено на рис. 2.

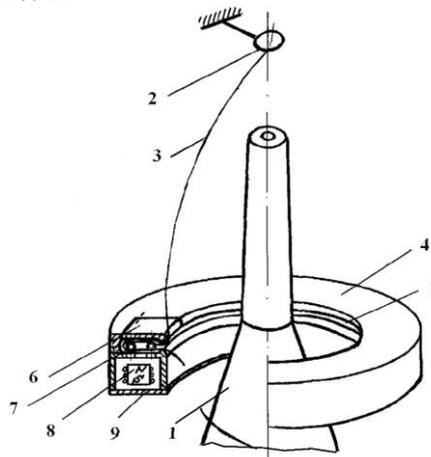


Рис.1

Пряжа 3, двигаясь от выпускной пары вытяжного прибора, проходит через нитепроводник 2, через откидную крышку 6 попадает в рабочую щель 5 тороидальной камеры 4 крутильно-мотального устройства, установленного на кольцевой планке, меняет свое направление и отводится в противоположную от паковки сторону. Далее пряжа проходит сквозь бегунок 7 тороидальной формы и, изменяя свое направление на  $180^\circ$ , выходит из щели 5 тороидальной камеры 4, наматываясь на паковку 1. В отличие от исходного варианта устройства в полости нижней части корпуса крутильно-мотального устройства расположен датчик контроля целостности пряжи и фиксации бегунка в строго определенном месте, а именно под откидным люком 6. Полая часть устройства снизу закрывается крышкой 9.

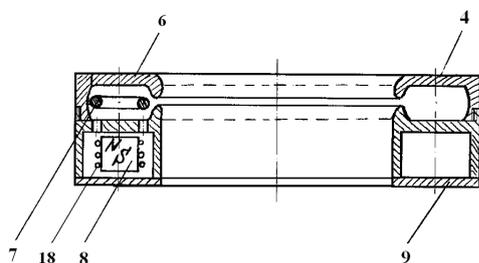


Рис.2

Основным элементом разработанного приспособления является индукционный датчик вращения бегунка. Задача фиксации бегунка в строго определенном месте при заправке машины и ликвидации обрыва пряжи решена за счет применения постоянного магнита особой формы и размеров. Устройство состоит из катушки 18, намотанной на магните 8, и электронного блока. Структурная схема приспособления представлена на рис. 3.

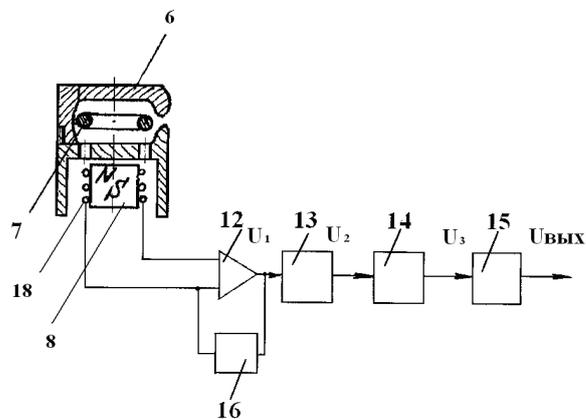


Рис.3

В состав электронного блока входят следующие элементы: усилитель 12, вибратор 13, интегратор 14, компаратор 15 и диод 16, включенный между входами усилителя и вибратора. Для размещения элементов электроники несколько увеличен и видоизменен корпус крутильно-мотального устройства, а для повышения удобства его обслуживания и обеспечения легкого доступа к зафиксированному бегунку при заправке и ликвидации обрыва в верхней части корпуса предусмотрен откидной люк 6.

При прохождении металлического ферромагнитного бегунка над магнитом в катушке наводятся двуполярные синусоидальные импульсы с амплитудой, пропорциональной угловой скорости вращения бегунка и расстоянию датчика от бегунка. Этот сигнал усиливается усилителем и с помощью диода преобразуется в однополярный. Далее сигнал поступает на вход одновибратора, где формируется прямоугольный импульс определенной длительности и амплитуды. Эти импульсы накапливаются в интеграторе, обеспечивая среднее напряжение, которое сравнивается с порогом на компараторе.

В процессе наматывания пряжи на паковку вращение бегунка происходит с постоянной угловой скоростью, и на интеграторе напряжение превышает пороговое напряжение на компараторе. В момент обрыва пряжи выходит из-под бегунка, и он начинает останавливаться; подача импульсов с катушки прекращается. Конденсатор интегратора начинает разряжаться. При

понижении напряжения на конденсаторе компаратора, менее чем пороговое, срабатывает компаратор, на выходе которого появляется информационный сигнал, фиксирующий обрыв пряжи.

Благодаря специальной форме и размерам постоянного магнита, а также определенному расположению магнита по отношению к бегунку удалось получить короткие высокоамплитудные импульсы с катушки и распределенное силовое поле, тормозящее бегунок в зоне магнита, что обеспечивает фиксацию бегунка в строго определенном месте в случае обрыва пряжи или перезаправки. В целях скорейшего обнаружения обрыва пряжи устройство выполняет функцию включения сигнальной лампы, а также имеет возможность отправить сигнал на пульт управления машиной.

Лабораторные испытания крутильно-мотального устройства, оснащенного приспособлением по контролю целостности нити с функцией фиксации бегунка в строго определенном месте, доказали его превосходство по сравнению с первоначальным вариантом за счет улучшения условий обслуживания и сокращения времени на ликвидацию обрыва. Это позволило достичь роста производительности кольцевой прядильной машины, по сравнению с первоначальным вариантом применяемого

крутильно-мотального устройства с катящимся бегунком, на 6...8%.

## ВЫВОДЫ

1. В результате усовершенствования конструкции крутильно-мотального устройства и дополнения его приспособлением контроля целостности нити с функцией фиксации бегунка в строго определенном месте при обрыве нити позволило улучшить условия обслуживания крутильно-мотального устройства и значительно сократить время на ликвидацию обрыва.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Бархоткин Ю.К., Павлов Ю.В.* Способ кручения и наматывания нити и устройство для его осуществления // Патент на изобретение РФ № 2202013.- Оpubл.2003, Бюл.№10.

2. *Столяров А.А.* Аналитическое и экспериментальное исследование крутильно-мотального механизма с катящимся бегунком // Иванов. гос. текст. академия. – Иваново, 2006, 9с.: ил.-Деп. ВИНТИ 06.04.06. №389 –В2006.

3. *Столяров А.А.* Устройство контроля целостности пряжи на кольцевой прядильной машине с функцией фиксации бегунка при ее обрыве // Сб. матер. межвуз. науч.-техн.конф.: Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2009). – Иваново, 2009. С.30...31.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 02.06.09.

УДК 677.023.23 : 677.017

**ВЛИЯНИЕ МНОГОКРАТНОЙ ПЕРЕМОТКИ НИТЕЙ ОСНОВЫ  
НА ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА\****Л.В. САБИТОВА, Т.В. СМЕРНОВА***(Ивановская государственная текстильная академия)**

Перематыванию подвергаются начинки, остающиеся после прерывного снования, причем некоторые из них перематываются многократно [1]. Целью данного исследования является изучение влияния многократного перематывания на физико-механические свойства пряжи.

Данное исследование проводилось в условиях Кинешемской прядильно-ткацкой фабрики (Ивановская обл.) на мотальной машине М-150-2. Испытаниям подвергалась хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 18,5 текс. Всего было выполнено 22 перематывания бобины. Перед началом и после каждого перематывания проводились испытания пряжи для определения линейной плотности, разрывной нагрузки, разрывного удлинения пряжи и ее крутки.

Для определения по стандартной методике [2] линейной плотности пряжи использовалось мотовило №50 завода "Ивмашприбор" (1994 г.) и электронные весы ВПЭ-134. Результирующая линейная плотность была найдена как средняя масса

из пяти пасм пряжи, наматываемых на мотовиле длиной по 100 м.

Определение разрывной нагрузки и разрывного удлинения проводилось на разрывной машине ИР 5061-005, где делали по 100 разрывов нити после каждого перематывания. Математическая обработка полученных результатов проводилась методом произведений.

Для определения крутки пряжи применялся круткометр КУ-1. Было выполнено по 15 измерений крутки на каждый вариант.

Математическая обработка всех серий измерений для каждого исследуемого параметра включала в себя нахождение таких числовых характеристик, как средняя разрывная нагрузка и среднее разрывное удлинение пряжи, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, коэффициент качества пряжи, средняя крутка, средняя линейная плотность пряжи и доверительные интервалы для исследуемых параметров.

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук В.Л. Махова.

Физико-механические показатели хлопчатобумажной пряжи после ее многократного перематывания приведены в табл. 1. По этим показателям на рис. 1...4

построены графики, с помощью которых можно наглядно проследить характер и тенденцию изменения указанных параметров.

Т а б л и ц а 1

№ перематывания	Разрывная нагрузка $\bar{P}$ , сН	Разрывное удлинение $\bar{Y}$		Крутка $\hat{E}_\delta$ , кр/м	Коэффициент (показатель) качества К
		%	мм		
1	179,6	5,5	27,5	1197	0,92
2	209,5	5,5	27,5	1156	1,12
3	194,8	6,2	31,0	1188	1,11
4	204,8	5,4	27,0	1163	1,21
5	191,9	5,7	28,5	1225	1,00
6	208,4	5,6	28,0	1174	1,32
7	217,4	5,5	27,5	1155	1,27
8	211,2	5,7	28,5	1175	1,45
9	209,4	5,6	28,0	1217	1,20
10	202,4	5,6	28,0	1197	1,17
11	211,5	6,2	31,0	1186	1,18
12	203,5	6,0	30,0	1210	1,00
13	211,3	5,8	29,0	1197	1,32
14	211,5	5,7	28,5	1194	1,15
15	206,7	5,5	27,5	1227	1,38
16	203,9	5,1	25,5	1202	1,38
17	204,1	5,1	25,5	1219	1,10
18	207,6	5,1	25,5	1224	1,39
19	207,4	5,1	25,5	1216	1,30
20	193,2	5,3	26,5	1218	0,81
21	189,9	5,3	26,5	1254	0,81
22	183,0	4,9	24,5	1236	0,72

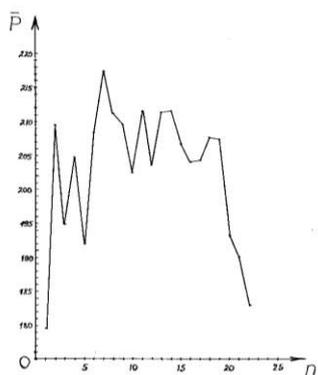


Рис. 1

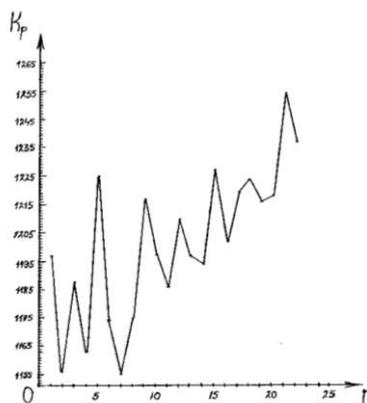


Рис. 2

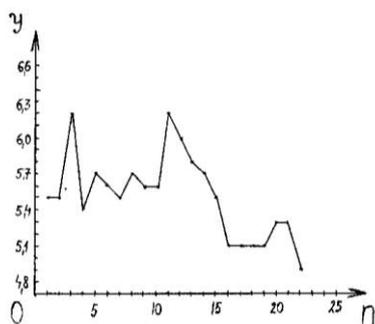


Рис. 3

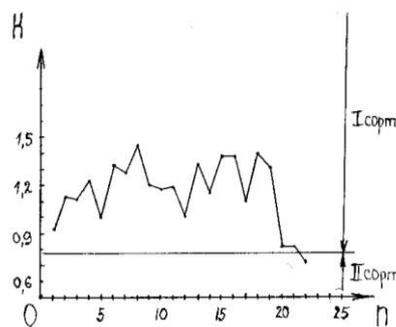


Рис. 4

По результатам измерений обычно определяется эмпирическое распределение случайной величины  $Y$ . Затем устанавливается соответствие его определенному теоретическому закону. Для проверки гипотезы соответствия используются различные критерии согласия.

В данном исследовании гипотеза соответствия экспериментальных данных нормальному закону распределения по разрывной нагрузке, разрывному удлинению, крутке пряжи проверена с помощью критериев Пирсона и  $W$  [3]. Затем по критерию Кохрена проверена однородность выборных дисперсий данных параметров.

Для того, чтобы узнать, оказывает ли влияние исследуемый фактор "перематывание" на прочность, удлинение, крутку и

линейную плотность пряжи, был проведен однофакторный дисперсионный анализ (табл. 2) [4], с помощью которого по критерию Фишера установлено, что для трех исследуемых параметров (разрывная нагрузка, разрывное удлинение, крутка пряжи)  $F > F_{\text{сб}}$  и, следовательно, гипотеза о равенстве средних значений этих параметров в сериях опытов отвергается, а исследуемый постоянный фактор «перематывание» оказывает влияние на эти параметры. Что касается линейной плотности пряжи, то здесь дисперсионный анализ показал, что  $F < F_{\text{сб}}$ , а из этого следует, что перематывание не будет существенно влиять на линейную плотность пряжи.

Т а б л и ц а 2

Компоненты дисперсии	Сумма квадратов отклонений	Степень свободы	Дисперсия	$F = \frac{S_e^2}{S_\lambda^2}$
Между сериями опытов (по факторам)	$Q_e = \sum_{j=1}^m n_j (\bar{y}_j - \bar{y})^2$	$m-1$	$S_e^2 = \frac{Q_e}{m-1}$	—
Разрывная нагрузка	206707,77	21	9843,23	—
Разрывное удлинение	255,28	21	12,16	—
Крутка	217140,6	21	10340,03	—
Линейная плотность	5,8476	21	0,2784	—
Внутри серии опытов (остаточная)	$Q_\lambda = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} (y_{ij} - \bar{y}_j)^2 = f\bar{S}^2$	$f = \sum_{j=1}^m (n_j - 1)$	$S_\lambda^2 = \bar{S}^2 = \frac{Q_\lambda}{f}$	—
Разрывная нагрузка	826398,54	2178	379,43	—
Разрывное удлинение	740,52	2178	0,34	—
Крутка	375467,4	308	1219,05	—
Линейная плотность	9,68	44	0,22	—
Общая	$Q = Q_e + Q_\lambda = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} (y_{ij} - \bar{y})^2$	$\sum_{j=1}^m n_j - 1$	$Q^2 = \frac{Q}{\sum_{j=1}^m n_j - 1}$	—
Разрывная нагрузка	1033106,31	2199	469,81	$25,94 > F_{\text{кр}}$
Разрывное удлинение	995,8	2199	0,45	$35,76 > F_{\text{кр}}$
Крутка	592608	329	1801,24	$12,72 > F_{\text{кр}}$
Линейная плотность	15,5276	65	0,2389	$1,265 < F_{\text{кр}}$

П р и м е ч а н и е.  $F_{\text{сб}} = F_T(P_a = 0,95; k_1 = m - 1 = 20; k_2 = f) \leq 1,988$  и  $F_{\text{сб}} > 1,84$  [4].

Понижение линейной плотности может происходить вследствие очистки пряжи при перематывании и не большой вытяж-

ки, но эти изменения соответствуют доле процента и их трудно установить, поскольку они находятся в пределах нерав-

ноты физико-механических свойств пряжи.

При перематывании происходит изменение крутки пряжи. По проведенным испытаниям видно, что она постепенно увеличивается, а это, в свою очередь, приводит сначала к увеличению разрывного удлинения, а затем к его снижению, так как с увеличением крутки происходит взаимное давление волокон друг на друга, вследствие чего уменьшается скольжение волокон, благодаря чему снижается удлинение пряжи под действием данной нагрузки.

За счет крутки волокна пряжи прижимаются друг к другу теснее и тем труднее растащить их и, следовательно, тем выше прочность пряжи. Однако повышать прочность пряжи, бесконечно увеличивая крутку, невозможно; чем больше крутка, тем сильнее напрягаются волокна. В какой-то критический момент они разрываются от чрезмерного напряжения. Дальнейшее увеличение крутки приводит к разрыву дополнительных наружных участков волокон, силы трения между ними ослабевают, происходит падение прочности пряжи.

Таким образом, происходящее в процессе перематывания постепенное увеличение крутки сначала приводит к увеличению прочности пряжи, а затем к частичному разрушению ее волокон. График на

рис. 4 показывает, что пряжа из I сорта постепенно переходит во II сорт.

## ВЫВОДЫ

Многokратное перематывание хлопчатобумажной пряжи оказывает статистически значимое влияние на разрывную нагрузку, разрывное удлинение и крутку пряжи. После определенного количества перематываний может произойти понижение сорта пряжи с I на II.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.А., Волков П.В. Ткачество. Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Инструкции по техническому контролю технологических процессов ткачества в меланжевом производстве. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1983.
3. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности: Учебник для вузов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.
4. Маховер В.Л. Методы и средства исследований техники и технологии ткацкого производства: Учебное пособие. – Иваново: ИвТИ, 1977.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 13.05.09.

УДК 677.024

## РАСЧЕТ СВОЙСТВ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ ТКАНИ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ ФИЛЬТРАЦИИ

С.Д. НИКОЛАЕВ, И.В. РЫБАУЛИНА

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

Для получения конечного продукта во многих отраслях промышленности применяются фильтровальные установки, где в качестве фильтровального элемента используется ткань.

Ряд российских текстильных предприятий специализируются на выпуске технического и специального текстиля, в том числе и на выпуске фильтровальных тканей из натурального и синтетического сырья. Однако в условиях современного раз-

вития промышленности необходимо постоянное обновление ассортимента фильтровальных тканей с учетом конкретных требований заказчика и нередко стандартные артикулы фильтровальных тканей не отвечают предъявляемым требованиям. Следует отметить, что предприятия, выпускающие ткани данного назначения, в основном полагаются на свой опыт в выборе тех или иных параметров изготовления тканей или проводят эксперименталь-

ную эксплуатацию имеющегося ассортимента выпускаемых тканей на предприятии-заказчике. Это приводит к существенным материальным затратам, что в условиях сложившегося экономического кризиса недопустимо.

В соответствии с областью применения фильтровального материала к нему предъявляется надлежащая фильтрующая способность: количество, форма и размер пор, проницаемость, химическая и тепловая стойкость ткани к обрабатываемой среде, гидравлическое сопротивление, то есть ткань должна обладать свойствами, необходимыми в условиях ее эксплуатации. Кроме того, фильтровальная ткань должна обладать высокими прочностными характеристиками в соответствии с конструкцией фильтровальных установок.

Для оценки проницаемости фильтровальной перегородки, как одного из основных свойств, обычно используется линейный закон Дарси, но критерием применимости этого закона является критическое значение числа Рейнольдса, которое для ткани определить достаточно сложно.

Помимо вышеуказанного закона зависимость проницаемости от размера пор идеальной пористой среды определяется из уравнения Пуазейля. Закон Пуазейля – это закон течения жидкости через тонкую трубку, который применяется только при ламинарном потоке жидкости, то есть фильтрующая перегородка должна иметь структуру, состоящую из прямых трубок одинакового сечения, длиной, равной длине пористой среды.

Уравнение Пуазейля имеет следующий вид:

$$V = \frac{\pi \Delta P r^4}{8 \mu H},$$

где  $r$  – радиус порового канала.

Скорость фильтрования показывает расход фильтрующейся жидкости, проходящей через толщину фильтровальной ткани в единицу времени. Она зависит от разности давлений, удельного сопротивления осадка и фильтровальной ткани, а сле-

довательно, от состава фильтрата и от параметров строения и свойств ткани.

Основными параметрами, влияющими на фильтровальные свойства ткани, являются ее толщина и пористость.

Параметр  $H$ , обозначающий в теории фильтрования длину капилляров, через которую проходит жидкость, в теории строения ткани принято называть толщиной ткани  $T_{\text{тк}}$ .

Толщина ткани зависит от порядка фазы строения. В зависимости от того, какая система нитей формирует опорную поверхность ткани, толщину определяют по-разному. В общем случае толщину ткани определяют как сумму высоты волны той системы нитей, которая формирует опорную поверхность ткани, и вертикального диаметра поперечного сечения нити этой системы. При первых фазах строения (с I по V) на поверхности ткани с обеих сторон выступает уточная нить, толщина ткани определяется по формуле (поперечное сечение нити в ткани в виде эллипса):

$$\dot{O}_{\text{оѐ}} = h_y + d_{y,\text{а}},$$

где  $h_y$  – высота волны изгиба уточной нити, [мм];  $d_{y,\text{в}}$  – диаметр уточной нити по вертикали, [мм].

Так как фильтровальные ткани в основном имеют порядок фазы строения больше V, для расчета толщины ткани необходимо использовать следующую формулу:

$$\dot{O}_{\text{оѐ}} = h_o + d_{o,\text{а}},$$

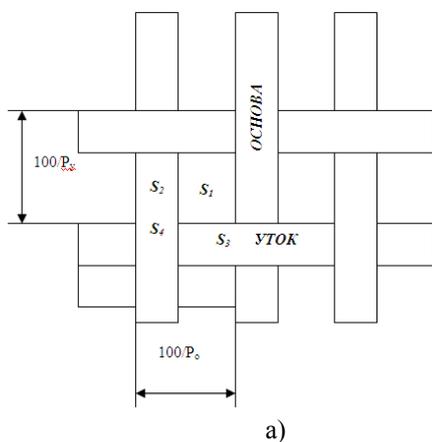
где  $h_o$  – высота волны изгиба основной нити, [мм];  $d_{o,\text{в}}$  – диаметр основной нити по вертикали, [мм].

Известно, толщина ткани неравномерна. Схема переплетения нитей основы и утка в ткани, встречающаяся во всех видах главных переплетений и их производных, используемых при изготовлении фильтровальных и других технических тканях, представлена на рис. 1 (элемент полотняного переплетения нитей в ткани).

Из приведенного на рис. 1 элемента переплетения нитей в ткани видно, что в

раппорте переплетения существует четыре характерных участка.

Участок 1 представляет собой пустой промежуток, не заполненный нитями.



Площадь данного участка определяется по формуле:

$$S_1 = L_o L_y = \left( \frac{100}{P_y} - d_{o.\bar{a}} \right) \left( \frac{100}{P_o} - d_{i.\bar{a}} \right).$$

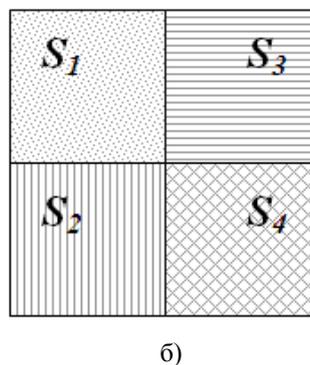


Рис. 1

Участок 2 – элемент основной нити, расположенной в переплетении ткани относительно горизонтальной линии под углом  $\beta_1$ . Площадь участка 2:

$$S_2 = d_{o.\bar{a}} L_o = d_{o.\bar{a}} \left( \frac{100}{P_y} - d_{o.\bar{a}} \right).$$

Участок 3 представляет собой элемент уточной нити, расположенной в переплетении относительно горизонтальной линии под углом  $\beta_2$ . Площадь данного участка равна:

$$S_3 = d_{i.\bar{a}} L_i = d_{i.\bar{a}} \left( \frac{100}{P_i} - d_{i.\bar{a}} \right).$$

Участок 4 представляет собой наложение элементов основной и уточной нитей. Площадь участка 4:

$$S_4 = d_{o.\bar{a}} d_{i.\bar{a}}.$$

Общая площадь раппорта определяется как сумма всех характерных участков переплетения:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4.$$

Как видно из рис. 1, в каждой из 4-х характерных зон ткань имеет разную толщину.

Толщина ткани на участке 1:

$$\delta_{\bar{a}1} = 0.$$

Толщина ткани на элементе основной нити:

$$\delta_{\bar{a}2} = \frac{d_{o.\bar{a}}}{\cos \beta_1}.$$

Толщина ткани на элементе уточной нити:

$$\delta_{\bar{a}3} = \frac{d_{i.\bar{a}}}{\cos \beta_2}.$$

Толщина ткани в месте пересечения основной и уточной нитей:

$$\delta_{\bar{a}4} = d_{i.\bar{a}} + d_{o.\bar{a}}.$$

Углы наклона к горизонтали основной и уточной нитей  $\beta_1$  и  $\beta_2$  определяются по формулам:

$$\beta_1 = \arctg \left( \frac{h_o}{(100/P_y) - d_{o.\bar{a}}} \right),$$

$$\beta_2 = \arctg \left( \frac{h_o}{(100/P_i) - d_{i.\bar{a}}} \right),$$

где  $h_o, h_y$  – высоты волн изгиба основных и уточных нитей в ткани соответственно;  $P_o, P_y$  – плотность ткани по основе и по утку;  $d_{o.\bar{a}}, d_{y.\bar{a}}$  – вертикальные диаметры основных и уточных нитей;  $d_{o.\bar{r}}, d_{y.\bar{r}}$  – горизонтальные диаметры уточных и основных нитей;

Таким образом, в формуле, определяющей проницаемость фильтровальных тканей, необходимо учитывать толщину ткани и общую площадь раппорта переплетения.

Определение проницаемости фильтровальных тканей:

$$V = \frac{\pi R^4 \Delta P t S_y}{8 \mu \dot{Q}_{\bar{e}} S} f,$$

где  $R$  – радиус рабочей поверхности образца фильтровальной ткани, [мм];  $\Delta P$  – разность давления ( $\Delta P = \text{const}$ ), [кг·с/мм<sup>2</sup>];  $t$  – время прохождения жидкости через ткань, [с];  $S_y$  – условная площадь раппорта, [мм<sup>2</sup>];  $\mu$  – вязкость фильтруемой жидкости, [кг·с/мм<sup>2</sup>];  $T_{\text{тк}}$  – толщина ткани, [мм];  $S$  – общая площадь раппорта, [мм<sup>2</sup>].

$$S_y = S_1 e^{-k \dot{Q}_{\bar{e}1}} + S_2 e^{-k \dot{Q}_{\bar{e}2}} + S_3 e^{-k \dot{Q}_{\bar{e}3}} + S_4 e^{-k \dot{Q}_{\bar{e}4}},$$

где  $k$  – эмпирический коэффициент, характеризующий параметры строения ткани.

С помощью полученных на основе линейной теории фильтрации уравнений были проведены расчеты проницаемости фильтровальных тканей. Результаты расчетов подтверждены результатами экспериментальных исследований, данные которых представлены в табл. 1. Для проведения эксперимента были выработаны фильтровальные ткани, предназначенные для жидкой фильтрации, с различной плотностью по утку.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	T <sub>о</sub> , (текс)	T <sub>у</sub> , (текс)	P <sub>о</sub> , (н/дм)	P <sub>у</sub> , (н/дм)	V, (дм <sup>3</sup> )	
					фактический	расчетный
Полотняное переплетение: основа – НПП, уток – НПП						
1	93,5	93,5	150	106	299,54	299,39
2	93,5	93,5	150	102	299,48	291,77
3	93,5	93,5	150	98	299,42	288,03
4	93,5	93,5	150	94	299,41	238,71
Полотняное переплетение: основа – НПП, уток – ППП						
5	93,5	74	150	106	299,05	298,37
6	93,5	74	150	102	298,99	298,86
7	93,5	74	150	98	299,02	287,10
8	93,5	74	150	94	299,00	280,15

Таким образом, на основе линейной теории фильтрации были получены формулы для расчета пропускной способности фильтровальной ткани с учетом параметров ее строения и изготовления, что позволяет определить эффективную площадь раппорта ткани, через которую проходит

жидкость, с учетом толщины ткани и эмпирического коэффициента, учитывающего параметры строения ткани.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 21.04.09.

УДК 677.027.6

**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ГИДРОФОБНЫХ ТКАНЕЙ.  
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРОПИТКИ И ФИКСАЦИИ АППРЕТА***Е.Л. ВЛАДИМИРЦЕВА, Л.В. ШАРНИНА, О.Г. ЦИРКИНА***(Ивановский государственный химико-технологический университет,  
Ивановская государственная текстильная академия)**

В настоящее время развитие отделочного производства идет главным образом эволюционным путем, то есть за счет совершенствования уже существующих технологических процессов. Вместе с тем, решение комплекса насущных задач повышения качества и конкурентоспособности выпускаемых тканей при одновременном положительном балансе в области экономики и экологичности химико-текстильного производства обуславливает необходимость использования современного, прогрессивного оборудования. К числу технологий, обеспечивающих выполнение перечисленных требований, могут быть отнесены технологии, основанные на использовании энергии плазмы и высокочастотного излучения.

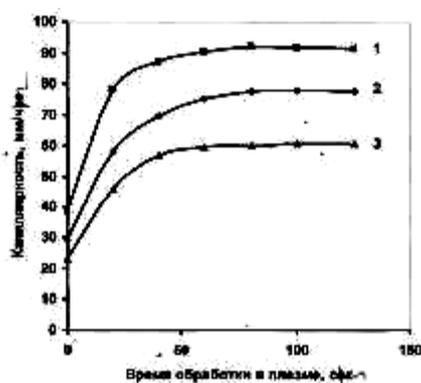
В настоящей работе оценена эффективность применения ВЧ-полей и низкотемпературной плазмы (НТП) в процессах заключительной отделки целлюлозосодержащих текстильных материалов общего и специального назначения. Актуальность данной проблемы обусловлена тем, что процесс заключительной отделки для некоторого ассортимента тканей сопряжен с решением ряда вопросов, касающихся обеспечения равномерного аппретирования и качественного закрепления препарата на текстильном полотне, имеющем, как правило, низкую гидрофильность и высокую поверхностную плотность.

Например, целому ряду технических тканей специального назначения, к которым не предъявляется высоких требований

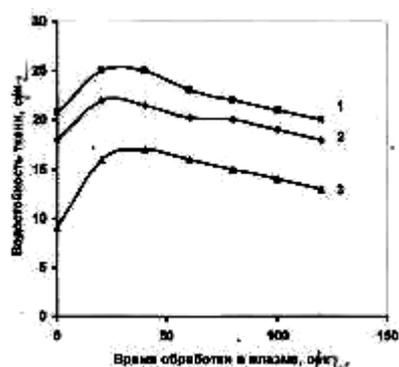
к колористическому оформлению, необходимо придать временную гидрофильность лишь только для того, чтобы нанести красители и/или аппретирующие составы. Обработка суровых тканей НТП в течение нескольких секунд решает проблему пропитки, поскольку позволяет повысить гидрофильность тканей до уровня, свойственного материалам, прошедшим полный цикл подготовки [1]. Заметное повышение сорбции аппрета должно положительно отразиться и на качестве отделки. В работе на примере процесса гидрофобной отделки, совмещенной с крашением пигментами, технических тканей оценена эффективность включения в технологическую цепочку плазменной активации материалов. Образцы суровых целлюлозосодержащих материалов с различной поверхностной плотностью (табл. 1) обрабатывались НТП на лабораторной установке в воздушной плазме тлеющего разряда переменного тока промышленной частоты при плотности тока разряда  $\approx 1,5 \text{ мА/см}^2$ , давлении газа 100...130 Па в течение 2...120 с. Затем образцы пропитывались аппретирующими композициями, включающими и пигментные красители (20 г/л), и обрабатывались по режимам, рекомендованным фирмами-производителями. В качестве гидрофобизаторов использовались препараты на основе метилольных производных различных соединений, химически взаимодействующие с целлюлозой: фоборит М, АГ-4000, байгард АФФ.

Ткань	Состав	Поверхностная плотность, г/м	Назначение
Саржа арт.6915	Хлопок	260	Технические ткани, предназначенные для спецодежды, палаток, покрытий, паковочных целей
Плащевая диагональ арт.3030	Хлопок :ПЭТФ 75:25	237	
Парусина полульняная арт.7	Лен:хлопок: ПЭТФ 60:35:5	307	

Эффективность использования НТП оценивалась по уровню капиллярности суровых тканей, измеренной непосредственно после активации, а также по водупорности отделанных материалов определяемой по методу Шоппера по времени образования на поверхности ткани трех первых капель воды при постоянном давлении водяного столба [2]. Также в ходе эксперимента у отделанных образцов определяли интенсивность  $K/S$  и ровноту  $Z$  окрасок ( $Z$  – коэффициент вариации, численно равный отклонению каждого измерения от среднего статистического: чем меньше  $Z$ , тем ровнее окраска [2]).



а)



б)

Рис. 1

Рис.1 отображает влияние времени экспозиции суровых образцов в плазме на их капиллярность (а) и гидрофобность (б) после обработки ВО-препаратами (кривая 1 – ткань саржа, отделанная с препаратом фоборит М), кривая 2 – плащевая диагональ арт. 3030, отделанная с препаратом AG-4000), кривая 3 – парусина полульняная арт.7, отделанная с препаратом байгард АFF). Сравнение кривых изменения гидрофильности активированных (а) и гидрофобности отделанных (б) тканей показывает, что влияние времени плазменной обработки на эти показатели суровой ткани неоднозначно. Так начальные участки хода кривых практически совпадают: с увеличением времени обработки растут значения обоих этих показателей, затем капиллярность выходит на насыщение, а гидрофобность после отделки снижается. Вполне очевидно, что восходящий участок на кривых связан с положительным гидрофилизующим воздействием плазмы: разрушением шликтующего препарата и развитием микрорельефа поверхности волокна, что влечет за собой повышение эффективности пропитки. После достижения "критического времени", которое составляет 40...50 с, гидрофобность отделанных образцов начинает снижаться на фоне стабильно высокого уровня гидрофильности активированных тканей. Такое снижение эффекта водупорности может быть связано как с более глубоким проникновением гидрофобизатора и, следовательно, снижением его содержания на поверхности волокна, так и с тем, что разрушенная в процессе активации крахмальная шликта при аппретировании может переходить в рабочую ванну, вступая во взаимодействие с отделочным препаратом и препятствуя его закреплению на текстильном материале.

С учетом выявленных зависимостей отмечено, что время обработки ткани в плазме не должно превышать 40...50 с. В общем случае можно отметить, что при правильно выбранном времени экспозиции плазменная активация тканей перед аппретированием позволяет на 10...30% улучшить эффект гидрофобизации.

Вместе с тем, оценивая эффект лишь с позиций повышения гидрофобности, нельзя было бы рекомендовать включение плазмы в технологическую цепочку, поскольку величина этого эффекта не столь ощутима. Однако основным технологическим преимуществом плазменной технологии в данном случае следует считать заметное улучшение колористических характеристик получаемых окрасок с точки зрения равномерности и интенсивности.

Как уже было сказано выше, процессу совмещенного крашения и отделки ВО подвергаются технические ткани с высокой поверхностной плотностью, которые в суровом виде практически не смачиваются. Поэтому равномерное нанесение на них как красителей, так и отделочных препаратов сопряжено с большими трудностями и требует проведения определенных подготовительных операций (расшлихтовка, отварка), что неизбежно вызывает дополнительные расходы, воды, пара, электроэнергии, химических материалов. Несомненным преимуществом использования плазменной установки является возможность, совмещая операции крашения и отделки, получать продукцию высокого качества при замене длительного процесса предварительной подготовки кратковременной активацией, позволяющей улучшить сорбционные свойства материала и таким образом повысить качественные характеристики окрасок.

Как видно из рис. 2, при повышении интенсивности окраски на 1...2 ед. коэффициент вариации равномерности окраски снижается в 2...2,5 раза, и неровнота визуально практически не фиксируется. Таким образом, включение стадии плазменной обработки в технологическую цепочку заключительной отделки тканей, совмещен-

ной с крашением, позволяет решить проблему пропитки и неровноты окрасок.

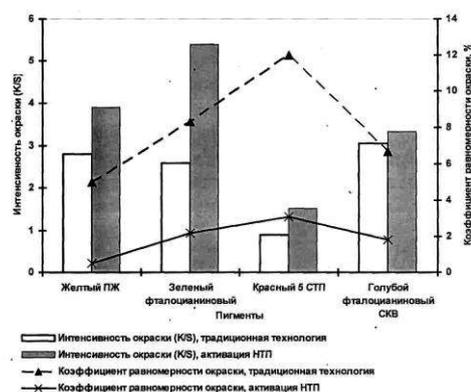


Рис. 2

Другая, не менее важная, проблема полной фиксации наносимых аппретов может быть решена за счет использования ВЧ-обработки. В самом принципе высокочастотной обработки заложен автоматизм поддержания равномерности влагосодержания и температуры обрабатываемой ткани, что приводит к улучшению качественных показателей отделки. Высокочастотный нагрев текстильных материалов осуществляется при помещении обрабатываемого образца в электромагнитное поле, создаваемое специальным устройством – аппликатором, адаптированным к геометрии обрабатываемых изделий. Материал нагревается избирательно только в тех местах, где присутствует влага, причем происходит равномерное прогревание и испарение влаги по всей глубине текстильного полотна.

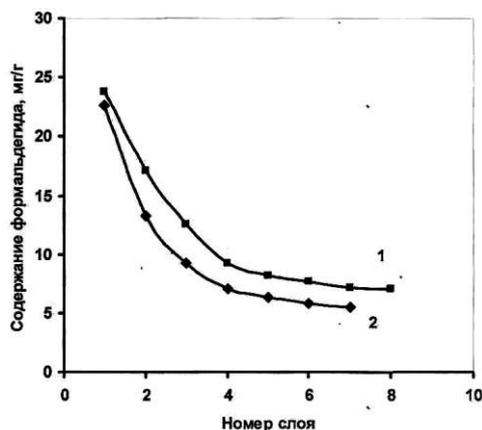


Рис. 3

При оценке эффективности ВЧ-обработки для фиксации препаратов для ВО нами был изучен процесс диффузионного проникновения гидрофобизатора в целлюлозный полимер в поле ТВЧ. Для обработки материала использовали лабораторную установку для генерации ВЧ-поля с частотой 40 МГц. При моделировании диффузионных процессов были изготовлены многослойные целлофановые мембраны с питающей подложкой, которые помещались в высокочастотный аппликатор и обрабатывались в ВЧ-поле 20 с. Распределение препарата по слоям мембраны определяли по содержанию общего формальдегида в материале (рис.3) [2]. Эталонном сравнения служили аппретированные образцы, которые высушивались конвективным способом и подвергались термообработке в течение 3 мин при температуре 150°C.

Полученные результаты показали, что глубина проникновения отделочного препарата при фиксации в ВЧ-поле практически не отличается от термофиксационного способа. Технологический эффект обуславливает заметное сокращение времени обработки. Процесс фиксации гидрофобизатора на ткани под действием ВЧ-нагрева протекает со скоростью, в десятки раз превышающей скорость процесса при традиционных способах подвода тепла [3]. Оптимальное время обработки в этом случае составляет 6 с. При этом несколько улучшается качество отделки, что, вероятно, связано с более равномерным прогревом материала по всему объему. Водостойкость материала возрастает в 1,2...1,5 раза в зависимости от вида ткани и типа отделочного препарата (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Обработка	Диагональ арт.3030			Саржа арт.6915			Парусина полульняная арт.7	
	перлит 40178	фоборит м	AG-4000	перлит 40178	фоборит м	AG-4000	перлит 40178	фоборит м
Термофиксация	16	18	20	20	21,19	22	11	14,7
ВЧ-фиксация	17,2	21	23,2	26	25	25,1	17	18,58
Относительный прирост, %	7,5	16,7	16,0	30,0	18,0	14,1	54,5	26,4

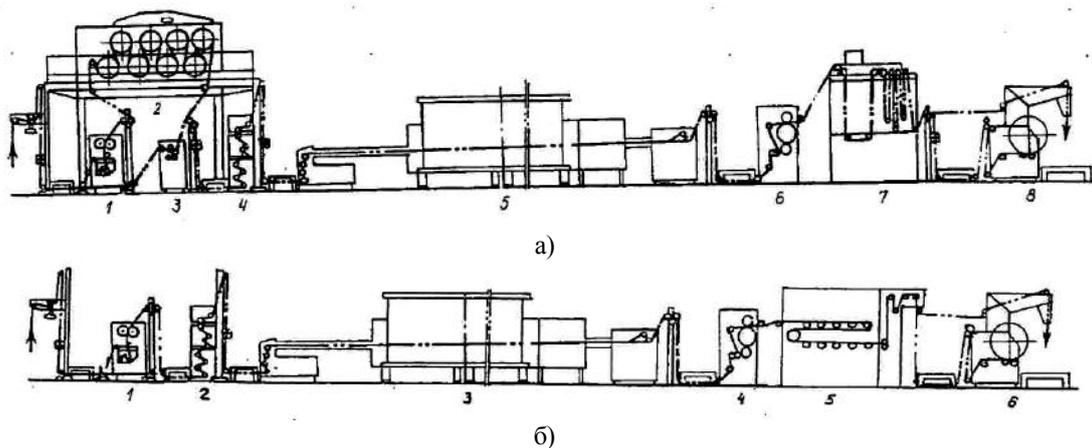


Рис. 4

Использование ВЧ-фиксации в технологии ВО возможно при модификации существующей цепочки заключительной отделки. Традиционно для этого используется линия заключительной отделки типа ЛЗО-2, на которой ткань подвергается пропитке ап-

преатами, подсушке, исправлению перекоса утка, ширению, сушке, каландрированию и термической обработке (рис 4-а: 1 – двухвальная плюсовка; 2 – сушильно-барабанная машина; 3 – пропиточная машина ПГВ-140 с гравированным валом; 4 – установка устра-

нения перекосов уточных нитей; 5 – ширильно-сушильная однопольная машина; 6 – отделочный каландр; 7 – установка с инфракрасным излучателем для термообработки тканей; 8 – накатная периферическая машина).

Использование высокочастотной технологии позволяет отказаться от стадии подсушки ткани после пропитки ее технологическим раствором, также полностью отпадает необходимость в сушильно-барабанной машине. Внесенные изменения сокращают размеры линии заключительной отделки (рис. 4-б: 1 – двухвальная плюсов-

ка; 2 – установка устранения перекосов уточных нитей; 3 – ширильно-сушильная однопольная машина; 4 – отделочный каландр; 5 – ВЧ-установка; 6 – накатная периферическая машина). Введенная в линию высокочастотная установка по скорости движения ткани легко согласуется со скоростью работы остального оборудования, поскольку, изменяя принцип заправки полотна, можно регулировать продолжительность воздействия на него электромагнитного излучения. В табл. 3 приведены габариты рассматриваемого оборудования по традиционной и ВЧ-технологии.

Т а б л и ц а 3

Наименование оборудования	Длина, м	Ширина, м	Высота, м
Линия заключительной отделки тканей ЛЗО-140-2	34,5	4,35	4,46
Модернизированная линия заключительной отделки с включением ВЧ-установки	33,3	4,35	2,60

Как видно из представленных в таблице данных, уменьшается длина линии, а следовательно, сокращается занимаемая производственная площадь. Кроме того, важным преимуществом установки ВЧ-оборудования является снижение почти в 2 раза габаритной высоты линии, что существенно облегчает ее эксплуатационное обслуживание.

## ВЫВОДЫ

В работе представлено теоретическое и экспериментальное обоснование рационального варианта включения плазменной активации и ВЧ-обработки в технологическую цепочку заключительной гидрофобной отделки технических тканей с целью интенсификации процессов, улучшения качества

готовой продукции и снижения материальных и энергетических затрат на осуществление процесса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В., Блиничева И.Б., Мельников Б.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, № 5. С.49...57.
2. Отделка хлопчатобумажных тканей. – Ч.1. Технология и ассортимент хлопчатобумажных тканей. Справочник / Под ред. Мельникова Б.Н. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
3. Кулыгин Ю.Н., Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Мельников Б.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 2. С.72...74.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 24.04.09.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ АДАптиРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КРАШЕНИЯ И ОТДЕЛКИ ДЕКОРАТИВНЫХ И МЕБЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ

В.А. ЕПИШКИНА, Р.Н. ЦЕЛМС, С.В. СПИЦКИЙ, А.М. КИСЕЛЕВ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Современные мебельные ткани вырабатываются в основном из смеси натуральных (хлопок) и синтетических (полиамидные, полиэфирные) волокон [1]. Для крашения пряжи, из которой производят такие ткани, широко используют активные и прямые красители. Значительные объемы интенсивно окрашенных промывных вод и сложности повторного использования красильных ванн, содержащих гидролизованый краситель, являются сдерживающими факторами к применению перспективных активных красителей [2].

Бифункциональные активные красители имеют высокую степень ковалентной фиксации (90...95%), практически не теряются при промывке (до 10%), но имеют значительную стоимость [3].

Более широко используют прямые красители, обладающие высокой субстантивностью к целлюлозным волокнам и имеющие широкую цветовую гамму окрасок.

Однако они требуют дополнительного закрепления на волокне, а известные способы фиксации (диазотирование, препараты ДЦМ, ДЦУ, Устойчивый-2) не безопасны и не всегда достаточно эффективны [4], [5].

В этой связи целесообразно изучить возможность повторного использования красильных растворов, в которых остается до 20...35 % прямых красителей. При этом расход красящего вещества снижается на 80 %, электролитов – на 30 %, обеспечивается снижение значений ХПК сточных вод на 8...9% [6]. Многократное использование красильных ванн (особенно со светопрочными марками прямых красителей, которые трудно разрушаются) с локальной дополнительной очисткой стоков позволит создать замкнутые и безопасные технологии крашения с минимальным потреблением воды, ресурсов и сбросом промстоков.

При проведении эксперимента с 3-кратным оборотом красильных ванн (без подкрепления красителем) установлено снижение интенсивности окрасок образцов хлопчатобумажной пряжи прямыми красителями во 2-м цикле – в 2...3 раза, а в 3-м – в 1,3...1,7 раз по сравнению с первым крашением (табл.1 – показатели качества крашения пряжи при повторном использовании красильных ванн без подкрепления).

Т а б л и ц а 1

Марка красителя	№ цикла крашения	Прочность окраски, балл			Интенсивность окраски, функция ГKM
		стирка	сухое трение	мокрое трение	
Прямой синий СВ	1	4/3	5	2	4,001
	2	4/3	5	3	0,714
	3	4/3	5	3	0,228
Прямой алый	1	4/3	4	2	0,812
	2	4/3	5	3	0,113
	3	4/3	5	3	0,021
Прямой зеленый СВ	1	4/3	5	3	1,883
	2	4/3	5	3	0,530
	3	4/3	5	3	0,104

Наиболее полное выделение прямого алого красителя происходит уже после

первого цикла крашения. Для красителей темного цвета (прямой зеленый СВ и пря-

мой синий СВ) выбираемость из первой ванны составляет соответственно 35 и 56%, и только после третьего цикла крашения их концентрации в остаточной ванне составляет 0,16...0,18%.

Отсюда вытекает необходимость дополнительного введения красителя и ТВВ после каждого цикла крашения с целью получения заданного цвета с учетом их количественного выбора из ванны.

Количество красителя, необходимое для дополнительного введения в ванну после 2, 3 и 4-го циклов крашения, определялось спектрофотометрическим методом.

Избыток хлорида и карбоната натрия после первого цикла крашения составлял 20% на основании проведенных технологических расчетов.

В работе исследована возможность применения современных отделочных препаратов для закрепления прямых красителей и повышения показателей прочности окрасок к стирке и мокрому трению (табл. 2 – прочности окрасок образцов хлопчатобумажной пряжи, окрашенных при повторном использовании ванн с подкреплением).

Таблица 2

Марка красителя	№ цикла крашения	Прочность окраски, балл		
		стирка	сухое трение	мокрое трение
Прямой синий СВ	1	4/2	5	2
	2	4/2	5	2
	3	4/2	5	2
	4	4/2	5	2
Прямой алый	1	4/2	5	2
	2	4/2	5-4	2
	3	4/2	5-4	2
	4	4/2	5-4	2
Прямой зеленый СВ	1	4/3	5	3
	2	4/3	5	3
	3	4/3	5	3
	4	4/3	5	3

Используемые препараты октамон ГП, олеофобол S, тубикоут НР-27 и латекс ЛФМ-3 способны также сообщать мебельным тканям улучшенные эксплуатационные и потребительские свойства.

При проведении эксперимента из окрашенной прямыми красителями пряжи изготавливалась жаккардовая ткань, которая затем обрабатывалась указанными препаратами по стандартным технологическим режимам заключительной отделки. В результате показано отсутствие снижения интенсивности окрасок после плюсования, сушки и термической обработки образцов ткани (рис. 1 – изменение интенсивности окрасок жаккардовых тканей после обработки отделочными препаратами).

Установлено, что все используемые препараты повышают показатели прочности окрасок к мокрым обработкам на 1...2 балла (табл.3 – изменение показателей прочности окрасок и жесткости мебельных тканей после отделки).

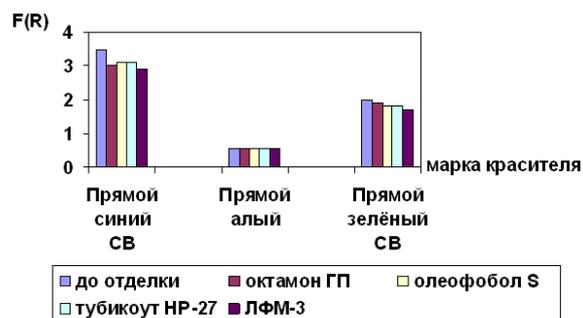


Рис. 1

Марка красителя	Прочность окрасок, баллы										Жесткость, ЕЖ·10 <sup>3</sup> мкН·см <sup>2</sup>				
	к стирке					к мокрому трению									
Отделочные препараты	до отделки	1	2	3	4	до отделки	1	2	3	4	до отделки	1	2	3	4
Прямой синий СВ	2/4/3	3/4/4	4/4/4	4/4/4	4/4/4	2	4	3	4-3	4	4,8	4,2	3,3	4,0	3,1
Прямой алый	2/4/2	3/4/4	4/4/4	4/4/4	4/4/3	2	4-3	3	4	4	4,8	4,1	3,4	3,9	3,0
Прямой зеленый СВ	3/4/3	4/4/4	4/4/4	4/5/4	4/4/4	3	4	4	4-5	4-5	4,8	4,2	3,1	3,8	2,9

Пр и м е ч а н и е. Отделочные препараты: 1 – октамон ГП; 2 – олеофобол S; 3 – тубикоут НР-27; 4 – ЛФМ-3.

Одновременно выявлено улучшение грифа мебельных тканей и повышение их мягкости (по сравнению с необработанными) при использовании фторкарбонных соединений (препараты олеофобол S, тубикоут НР-27, ЛФМ-3). Данные аппретирующие составы дополнительно придают обработанной ткани водо-масло- и грязеотталкивающие свойства, что особенно важно с учетом требований к мебельной продукции.

Стоки красильно-отделочного производства требуют обесцвечивания и обезвреживания при любом технологическом построении процессов крашения или печати. Для рекомендуемого способа колорирования наиболее перспективны деструкционные способы и, прежде всего, метод фотоокислительной деструкции.

В работе проведена оценка способности прямых красителей к разрушению в остаточных ваннах и сточных водах при фотохимической обработке на специальной установке. Установлено, что отработанные ванны, содержащие прямой краситель (алый) с высокой степенью выбирания, обесцвечиваются в системе "УФ + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>" (90 г/л) с достаточной полнотой в течение 60 мин (рис.2 – обесцвечивание остаточных красильных ванн, содержащих прямой краситель, в системе "УФ+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>": 1 – прямой алый без ТВВ, 2 – прямой алый с ТВВ).

Для растворов красителей прямой синий СВ и прямой зеленый СВ (с меньшей степенью выбирания) перед фотохимиче-

ской обработкой необходимо их 10-кратное разбавление (осуществляется при соединении остаточных красильных ванн с промывными водами).

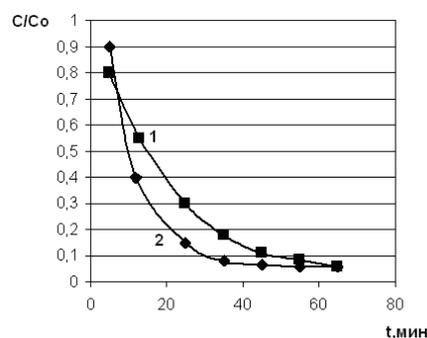


Рис. 2

Введение в остаточные красильные ванны хлорида и карбоната натрия ускоряет процесс обесцвечивания до 30 мин. Это связано с повышением значений pH от 5...6 (в среде H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) до 10...10,5 (в присутствии соды), при которых процесс деструкции хромофорной системы красителя протекает наиболее активно.

Таким образом, предлагаемый метод обесцвечивания отработанных красильных растворов позволит получить практически бесцветные стоки после 4-кратного повторного использования исходных красильных ванн с прямыми красителями.

Для определения степени экологической безопасности остаточных красильных ванн в работе проведена оценка их токсичности на тестовом объекте "Chlorella Vulgaris". Расчет токсичности производился по нормативным требованиям РД-118-02-90.

Установлено, что несмотря на принадлежность исследуемых марок прямых красителей к 4-му классу опасности (малоопасные вещества), их водные растворы после первого цикла крашения (до фотоокислительной обработки) проявляют достаточно острую токсичность (индекс токсичности  $T > 50\%$ ). Введение солей несколько снижает величину этого показателя.

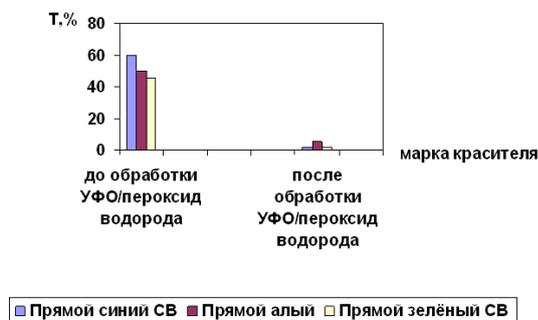


Рис. 3

Показано (рис. 3 – токсичность красильных ванн с ТВВ, обработанных УФО/пероксид водорода (растворы прямого синего СВ прямого зеленого СВ разбавляем в 10 раз)), что фотохимическая обработка растворов с красителем прямым алым снижает их токсичность до безопасных значений ( $T \leq 5\%$ ) без дополнительного разведения. Для красителей темных марок (синий СВ, зеленый СВ) это условие выполняется при 10-кратном разбавлении раствора.

Обесцвеченные, прозрачные и нетоксичные растворы целесообразно направлять в начало технологического процесса на промывку суровой пряжи или на первые циклы ее промывки после крашения.

Схема экологически адаптированной технологии крашения хлопчатобумажной пряжи прямыми красителями с 4-кратным повторным использованием остаточных красильных ванн представлена на рис. 4 (схема технологии по выпуску мебельных тканей с рециркуляцией воды при повторном использовании красильных ванн).

Такая технология предусматривает использование замкнутой системы оборота технологической воды в процессе крашения.

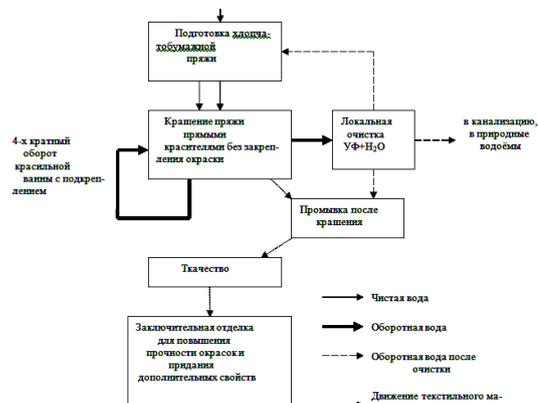


Рис. 4

Последующая отделка мебельных жаккардовых тканей отделочными препаратами на основе фторкарбонных соединений позволит, как было показано выше, повысить прочности окрасок на 1...2 балла с сохранением колористических показателей и сообщить им улучшенные потребительские характеристики (мягкий гриф, водомасло- грязеотталкивание). Проведение операции заключительной отделки рекомендуемыми препаратами не требует осуществления промывки текстильного материала, что дополнительно способствует экономии воды и тепловой энергии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Т.В., Губанов М.О. Мебельные и портьерные ткани//Мебельщик. – 2002, №2. С.18
2. Кричевский Г.Е. Юбилей: 50 лет класса активных красителей. История научных исследований, производства и применения в СССР и в России // Текстильная химия – 2004, №2. С.45...56.
3. Ягер К.А. Активные красители CIBACRON LS® – снижение потребления электролитов в периодическом способе крашения // Текстильная промышленность. – 1997, №2. С.25 .
4. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. Т.2. – М., МГУ, 2001.
5. Отделка хлопчатобумажных тканей: Справочник / Под ред. Б.Н. Мельникова. – Иваново. Изд-во Талка, 2003.
6. Яковлев С.В. Замкнутая система водопользования на предприятиях легкой промышленности // Текстильная промышленность. – 1996, №5. С. 39.

Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна текстиля. Поступила 06.04.09.

## ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В УСЛОВИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО БЕЛЕНИЯ

С.Ю. ШИБАШОВА

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

В последние годы в отделочном производстве получило развитие новое направление, основанное на совмещении отдельных операций многостадийного процесса подготовки текстильных материалов и создания сокращенных технологических режимов беления. Разработка новых современных технологий беления тканей невозможна без усовершенствования применяемых белящих растворов. Особенно этот вопрос актуален для низкотемпературных способов беления. При этом способе содержание солей щелочно-земельных металлов в пропитывающем растворе достигает 14,3...35,7 мг·экв/л, что приводит к выпадению силикатных осадков на ткань [1]. Вторая сложность низкотемпературного способа беления заключается в большом содержании шликты в белящем растворе. Введение в белящие растворы интенсификаторов процесса беления позволит снизить расход реагентов, сократить длительность лежки материала в рулонах в процессе низкотемпературного способа беления, повысить значения капиллярности, степени белизны и равномерность беления по ширине ткани.

В качестве объекта исследования использовали хлопкополиэфирную ткань "Аврора" (ХЛ-45/ПФ-55%). Для интенсификации

процесса низкотемпературного беления применяли композиционный препарат АС, разработанный на кафедре ХТВМ ИГХТУ. В состав препарата входят гидротропные, стабилизирующие и эмульгирующие вещества. Белиние осуществляли по следующей схеме:

- пропитка ткани белящим раствором, содержащим пероксид водорода, едкий натр и композиционный препарат АС;
- лежка в рулоне в течение 8 ч при температуре 20...25°C;
- промывка горячей и холодной водой;
- сушка.

Для сравнения представлены результаты беления хлопкополиэфирной ткани по традиционной схеме низкотемпературного беления с лежкой в рулоне 16 часов.

В процессе беления по одностадийному низкотемпературному способу ткань поступает на пропитку белящим раствором в суровом виде. В связи с этим интенсификация процесса смачивания белящим раствором ткани имеет большое значение в одностадийных способах беления. Изучение кинетики разложения пероксида водорода на ткани – в присутствии силиката натрия и композиционного интенсификатора в диапазоне температур от 20 до 60°C в условиях пропитки ткани раствором.

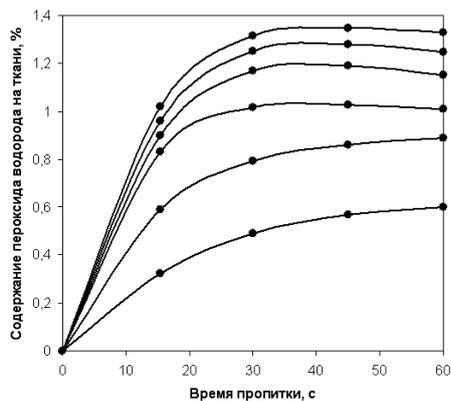


Рис. 1

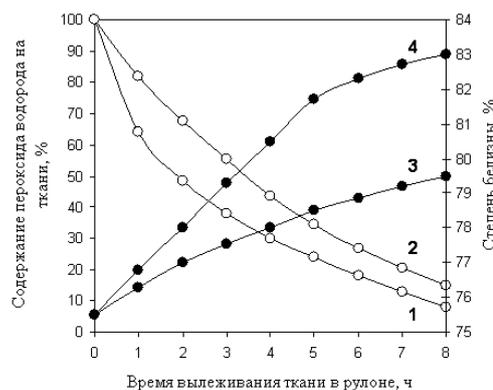


Рис. 2

На рис. 1 (содержание пероксида водорода на ткани) представлены кривые влияния различных реагентов и температуры на поглощение щелочно-пероксидного раствора в процессе пропитки хлопкополиэфирной ткани. Из рисунка видно, что увеличение температуры с 20 до 60°C значительно повышает эффективность пропитки белящим раствором. Однако при введении в белящий раствор интенсификатора (кривые 2, 4, 6) наблюдается увеличение сорбции пероксида водорода при пропитке белящим раствором уже при температуре 20°C. По-видимому, гидротропное вещество, входящее в состав препарата, вызывает набухание целлюлозы, способствует увеличению скорости диффузии реагентов вглубь субстрата при пропитке ткани и равномерному протеканию реакции в толще волокна.

Степень белизны и равномерность беления ткани по всей ширине во многом зависит от полноты использования пероксида водорода. На рис. 2 представлена зависимость степени белизны (кривые 3, 4) от содержания пероксида водорода на тка-

ни (кривые 1,2) во время вылеживания в рулоне в течение 8 ч при использовании для пропитки белящего раствора, содержащего силикат натрия (кривые 2, 3) или композиционный интенсификатор (кривые 1, 4). Оценка результатов показала, что при низкотемпературном белении с использованием композиционного препарата АС степень белизны (кривая 4) достигает 83%, когда при белении с силикатом натрия (кривая 3) – 79,5%. При этом пероксид водорода, введенный в раствор, продуктивно используется на протяжении всего процесса низкотемпературного беления (кривая 1).

Качество хлопкополиэфирной ткани, отбеленной по традиционной и разработанной технологии, оценивали путем определения капиллярности, степени белизны, степени удаления шлихты и сохранности полиэфирной составляющей.

В табл. 1 представлены результаты низкотемпературного беления хлопкополиэфирной ткани "Аврора" по традиционной и разработанной технологиям.

Т а б л и ц а 1

Состав белящего раствора	Время, ч	Степень белизны, %	Капиллярность, мм	Степень удаления шлихты, %	Содержание полиэфирной составляющей, %
Пероксид водорода Едкий натр Силикат натрия Смачиватель	16	81,4	105	76,5	48,6
Пероксид водорода Едкий натр Препарат АС	8	81,6	112	89,6	52,4

Из таблицы следует, что использование композиционного препарата АС в составе белящего раствора в процессах низкотемпературного беления позволяет получить высокие качественные показатели хлопкополиэфирной ткани по белизне, капиллярности; при этом степень удаления шлихты увеличивается на 10...12%, а сохранность полиэфирной составляющей – на 5% при

сокращении времени лежки ткани в рулоне в 2 раза.

## ВЫВОДЫ

Установлено влияние полноты разложения пероксида водорода в белящем растворе, содержащем интенсификатор низкотемпературного беления, на качественные показатели хлопкополиэфирной ткани.

Показано, что использование композиционного интенсификатора позволяет получить ткани с высокими показателями по белизне, капиллярности, степени удаления шлихты и сохранности полиэфирной составляющей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сафонов В.В. Научно-технический прогресс в подготовке текстильных материалов к колорированию. –М.: Легпромбытиздат, 1989.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 18.05.09.

---

УДК 677.025:677.022.954/955

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НАТЯЖЕНИЯ НИТИ  
НА ТРИКОТАЖНЫХ МАШИНАХ С АКТИВНОЙ ПОДАЧЕЙ\***

*В.В. КАПРАЛОВ, И.Н. СИТНИКОВА, Е.Н. НИКИФОРОВА*

**(Ивановская государственная текстильная академия)**

Режим вязания со стабилизацией скорости обеспечивает сохранение заданной точности длины нити в петле (ДНП) независимо от таких параметров, как глубина кулирования, усилие оттяжки петель, натяжение нити и ее фрикционные свойства. Для относительно нерастяжимых нитей ДНП определяется только скоростью подачи нити. При стабильной скорости вязания даже при варьировании параметров в пределах  $\pm 0,02$  мм изменения длины нити в петле не проявляются. Изменение глубины кулирования проявляется в изменении уровня входного натяжения  $T_0$ , однако это не влияет на ДНП. Увеличение усилия оттяжки также приводит к незначительному росту входного натяжения [1].

Для каждого из сечений движущейся растяжимой гибкой нити на основании закона сохранения массы справедливо выражение:

$$dsm = ds_0 m_0 = \text{const}, \quad (1)$$

где  $ds$  и  $m$  – длина и масса единицы длины нити в деформированном состоянии;  $ds_0$  и  $m_0$  – длина и масса единицы длины нити в свободном состоянии.

При этом

$$\frac{ds}{ds_0} = f, \quad (2)$$

где  $f$  – функция, учитывающая упругие свойства нити и зависящая от натяжения.

Если материал нити в области деформации подчиняется закону Гука, то функция, характеризующая свойства нити:

$$f = 1 + aT, \quad (3)$$

где  $T$  – натяжение нити;  $a = 1/(ES)$  – коэффициент растяжимости нити;  $E$  – модуль упругости нити;  $S$  – площадь поперечного сечения нити.

Длина нити в петле согласно [1] рассчитывается по формуле:

$$\ell = \frac{v_i}{1 + \alpha T} \frac{t_\delta}{v_\delta}, \quad (4)$$

где  $\ell$  – длина нити в петле;  $v_n$  – скорость подачи нити;

$$t_u / v_\delta = \tau, \quad (5)$$

\* Работа выполнена в рамках инициативного исследовательского проекта, поддержанного региональным конкурсом РФФИ на 2009 год (проект 09-08-97566-р\_центр\_a).

$\tau$  – время образования одной петли;  $t_{и}$  – игольный шаг;  $v_{ц}$  – линейная скорость цилиндра (для плосковязальных машин – скорость каретки).

Соотношение (4) справедливо для любого сечения движущейся нити.

Поскольку натяжение нити зависит от ее фрикционных свойств, показатель фрикционных свойств  $\mu$  (коэффициент трения) наряду с коэффициентом растяжимости нити  $\alpha$  следует считать одним из наиболее важных среди физико-механических характеристик нити [2].

На современных трикотажных кругловязальных и плосковязальных машинах используется способ активной подачи нити в зону вязания с применением нитеподающих фурнизеров накопительного типа. Величина натяжения нити на выходе с фурнизера является важнейшей заправочной характеристикой, от которой зависит натяжение нити на иглах вязальных машин в процессе кулирования и возникновение такого отрицательного явления, как перетяжка нити из соседних петель трикотажа.

Однако, если нить при активной подаче наматывается на нитеподающий фурнизер с числом витков  $1 \dots n$ , на первых витках (в зависимости от фрикционных свойств нити, ее растяжимости, входного натяжения и скорости подачи) не избежать проскальзывания нити. Для кругловязальных машин коэффициент проскальзывания  $k_{пр1}$  нити по поверхности барабанчика-фурнизера можно представить так:

$$k_{пр1} = v_{\dot{a}\dot{u}\dot{o}} / v_{\dot{a}\dot{a}\dot{d}}, \quad (6)$$

где  $v_{бар}$  – скорость барабанчика-фурнизера;  $v_{вых}$  – скорость подачи нити после нитеподающего фурнизера.

Взяв за основу выражение (4) и приняв в первом приближении, что  $v_{вх} = v_{н}$ , составим следующее соотношение с учетом (6), справедливое для сечения нити до нитеподающего устройства и для сечения нити на выходе с фурнизера:

$$\frac{v_{\dot{a}\dot{o}}}{1 + \alpha \dot{O}_{\dot{a}\dot{o}}} = \frac{v_{\dot{a}\dot{u}\dot{o}}}{1 + \alpha \dot{O}_{\dot{a}\dot{u}\dot{o}}} \frac{v_{\dot{a}\dot{u}\dot{o}}}{v_{\dot{a}\dot{a}\dot{d}}}, \quad (7)$$

где  $T_{вх}$  – натяжение нити на входе в фурнизер (после тарельчатого натяжителя);  $T_{вых}$  – натяжение нити после фурнизера.

После несложных преобразований получаем выражение для натяжения нити после нитеподающего фурнизера на кругловязальных машинах:

$$\dot{O}_{\dot{a}\dot{u}\dot{o}} = \frac{(1 + \alpha \dot{O}_{\dot{a}\dot{o}}) \frac{v_{\dot{a}\dot{u}\dot{o}}^2}{v_{\dot{a}\dot{o}} v_{\dot{a}\dot{a}\dot{d}}} - 1}{\alpha}. \quad (8)$$

Уравнение (8) устанавливает зависимость натяжения  $T_{вых}$  кулируемой нити на выходе с барабанчика-фурнизера от натяжения  $T_{вх}$  подаваемой нити, скорости  $v_{вх}$  подачи нити к фурнизеру, скорости  $v_{вых}$  подачи нити от фурнизера к узлу вязания с учетом коэффициента упругости  $\alpha$  и коэффициента проскальзывания  $k_{пр1}$ . Оно пригодно в случае проскальзывания нити по поверхности фурнизера ( $v_{вых} < v_{бар}$ ).

Вычисление диапазонов колебания натяжения нити в случае ее проскальзывания важно для прогнозирования условий активной нитеподачи и изменения входного натяжения нити для предотвращения ее перетяжки, а также при выработке полотен производных переплетений (где размеры петель меняются).

Для экспериментальной оценки скоростей нити до и после нитеподающего фурнизера на кругловязальных машинах марки Mayer & Cie 18 класса использовался немецкий электронный прибор MLT WESCO (фирма Meminger IRO).

Проанализируем процесс изменения натяжения подаваемой нити и ДНП полотна на плосковязальном автомате Stoll CMS-340 TC-KW 11 класса с активной нитеподачей.

В условиях производства выработывалось ластичное полотно (Halbinterlok) из шерстяной пряжи 28×2 текс. Замеры натяжения пряжи и ДНП осуществлялись при прямом ходе нитевода (со стороны заправки нити к противоположной стороне игольницы) и обратном. Натяжение пряжи при прямом ходе нитевода составило в среднем 2,5 сН, а при обратном ходе – 1,3 сН. Разница в натяжении объясняется тем,

что при прямом ходе каретка «тянет» нить за собой, а при обратном – нить обгоняет каретку. Скорость подачи нити от фурнизера к узлу вязания при этом составила 122

м/мин, скорость движения каретки – 42 м/мин. Замеры ДНП при различных направлениях движения нитевода сведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Направление хода нитевода	ДНП (ℓ) ластичного полотна (Halbinterlok), мм										Среднее значение ДНП
	7,1	6,9	7,1	7,2	7,0	7,1	6,9	6,9	7,1	7,0	
Прямое	7,1	6,9	7,1	7,2	7,0	7,1	6,9	6,9	7,1	7,0	7,0
Обратное	7,5	7,1	7,2	7,2	7,4	7,2	7,3	7,5	7,5	7,2	7,3

Опытным путем установлено, что при изменении входного натяжения нити (в случае реверсивного движения каретки) происходит изменение ДНП в пределах 4%. При этом изменение натяжения достигает 48% (1,3...2,5 сН).

На основе практических данных преобразуем выражение (6), прибавляя к скорости  $v_{\text{вых}}$  нити скорость  $v_{\text{кар}}$  движения каретки при ее прямом ходе и вычитая скорость каретки при обратном. Таким образом, коэффициент проскальзывания  $k_{\text{пр2}}$  нити, справедливый для плосковязальных машин, запишется следующим образом:

$$k_{\text{пр2}} = (v_{\text{вых}} \pm v_{\text{кар}}) / v_{\text{бар}} \quad (9)$$

Тогда натяжение нити после нитеподающего фурнизера на плосковязальных машинах и автоматах равно:

$$\dot{\sigma}_{\text{аао}} = \frac{(1 + \alpha \dot{\sigma}_{\text{ао}}) \frac{v_{\text{ауо}}^2 \pm v_{\text{еао}} v_{\text{ауо}}}{v_{\text{ао}} v_{\text{аао}}} - 1}{\alpha} \quad (10)$$

## ВЫВОДЫ

1. Получено выражение для расчета натяжения кулируемой нити на выходе с барабанчика-фурнизера кругловязальных машин с учетом коэффициента проскальзывания нити по поверхности нитеподающего фурнизера, позволяющее рационально подойти к выбору условий заправки.

2. Для прогнозирования условий активной нитеподачи на плосковязальных машинах, в том числе регулирования входного натяжения нити, получено уравнение натяжения нити после нитеподающего фурнизера, учитывающее направление движения каретки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цитович И.Г. Технологическое обеспечение качества и эффективности процессов вязания поперечновязаного трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1992.
2. Buhle, G. Einflüsse auf den Schraglauf von Maschinenwaren in Rechts- Links- Bindungen/ G. Buhler, W. Haussler [текст] // Wirkerei und Strickerei Technik. – 1985, № 7. S. 610...613.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 25.05.09.

УДК 687.016

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ СОГЛАСОВАНИЯ ЛИНИЙ  
ПРОЙМЫ И ОКАТА ВТАЧНЫХ РУКАВОВ  
В ЖЕНСКОЙ ОДЕЖДЕ***ЛО ЮНЬ, В.Е.КУЗЬМИЧЕВ***(Чжоаньюнская технологическая академия, КНР,  
Ивановская государственная текстильная академия)**

Узел сочленения рукава и проймы является одним из наиболее сложных и ответственных узлов в конструкции одежды. Достижение безукоризненной посадки рукава и одежды, имеющей разную объемно-силуэтную форму (ОСФ), представляет собой довольно сложную задачу с теоретической и практической точек зрения ввиду многофакторности и постоянного изменения условий процесса формообразования. После изучения современных методик конструирования рукавов на чертеже стана или отдельно от него [1], [2] нами было установлено, что построение чертежей рукавов является производным процессом от построения проймы. Наиболее часто при построении чертежа рукава учитывают только комплексные параметры – длину проймы и конструктивный отрезок "ширина проймы", включающий конструктивную прибавку Пшпр. Эти параметры не отражают всех особенностей ОСФ одежды в области узла "пройма – рукав", в частности, разворот плоскости проймы [3], распределение основной прибавки  $P_{C_{ГЗ}}$  по ширине базисной сетки, соотношения между высотой ВОР и шириной ШОР оката рукава. Кроме того, эти факторы не являются постоянными и зависят от особенностей модной ОСФ и желаемой ориентации рукава в пространстве.

Перед проведением этого исследования была выдвинута гипотеза, что определен-

ные конструктивные прибавки стана, с одной стороны, и параметры линий оката рукава, с другой стороны, должны быть подчинены друг другу для достижения гармоничности конструкции одежды.

Целью настоящего исследования явилась разработка исходных принципов универсального метода проектирования одношовных и двухшовных рукавов на чертеже проймы с учетом согласования параметров линии оката с показателями ОСФ стана женской одежды.

Объектами исследования служили сбалансированные чертежи конструкций основных видов женской плечевой одежды, имеющих различную ОСФ, с одношовными (жакеты, блузки, платья) и двухшовными (жакеты, пальто, куртки) рукавами, созданные в конце XX - начале XXI вв. Рукава имели типовые значения норм посадки оката без использования конструктивных приемов его формообразования (складок, защипов и др.).

Для проведения предварительного исследования и составления обучающей выборки были отобраны 64 чертежа для базового размера женской фигуры 164-88-96. Анализ чертежей включал вычисление конструктивных прибавок по методике кафедры КШИ ИГТА [4]. Для их вычисления использовали антропометрическую сеть для женской фигуры. Сеть представляет собой фрагментарную развертку фи-

гуры в виде ориентированных и обозначенных антропометрических точек, расположение которых увязано с размерными признаками фигуры; ее воспроизводили на прозрачном носителе, а после совмещения

с чертежом проводили параметризацию конструктивных прибавок.

Интервалы изменения прибавок в конструкциях с одношовными и двухшовными рукавами приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вид одежды	Интервал изменения прибавок, см						
	стан		пройма		рукав		
	$P_{Cr3}$	$P_{Шс}$	$P_{Шг}$	$P_{Шпр}$	$P_{Спр}$	$P_{Оп}$	$P_{Вор}$
Жакет	1,5...11	0,5...4,3	0...6,1	-1...5,4	2,2...12,2	3,1...16,5	-5,7...5
Блузка	3,5...14	1,2...5,5	0,4...6,2	0...6,4	2,3...12,5	4,6...21,2	-9,7...2,5
Платье	1,8...8	0,6...3,3	-1,7...3,2	-0,7...3,6	1,5...8,6	4,7...12,6	-6,5...2,6
Пальто	5,3...13,5	0,8...3,6	0,5...5,4	0,7...7,8	2,6...11,9	6...12,4	-3,5...3,2
Куртка	4...21	1,2...9,1	0...9,1	-0,7...7,8	4,4...15	7,5...24	-9,3...1,6

Из табл.1 видно, что изменение основной прибавки  $P_{Cr3}$  происходит согласованно с изменением остальных прибавок. Из конструктивных прибавок наиболее вариabельными являются следующие (после анализа коэффициента вариabельности): прибавка к высоте оката рукава  $P_{Вор}$  (коэффициент 7,4), прибавка к ширине груди  $P_{Шг}$  (3,1).

Из рассматриваемых видов одежды наиболее активно процесс формообразования происходил (в порядке убывания): блузка (3,4) — жакет (3,2) (двухшовный рукав) — пальто (2,9) — платье (2,8), жакет (2,8) (одношовный рукав) — куртка (2,7).

Для дополнительного согласования всех прибавок между собой и описания взаимного расположения линий проймы стана и оката рукава нами была разработана схема совмещения шаблонов стана и рукава. Предварительно на чертежах деталей стана вычисляли запроектированные технологические деформации и устраняли их. После этого формировали шаблон стана согласно типовой схеме расположения спинки и полочки в базисной сетке, а для получения шаблона рукава его размечали по длине, ширине и формировали линии переднего и локтевого перекатов. На обоих шаблонах наносили линии и контрольные знаки, необходимые для их укладывания.

Шаблоны совмещали в следующей последовательности:

- накладывали друг на друга линии глубины проймы и ширины оката рукава;
- совмещали контрольные знаки в нижних частях проймы и оката, добиваясь максимальной накладываемости на длине участка  $L_k$ .

Для описания взаимного положения линий проймы и оката на них были выбраны основные и дополнительные точки и разработана номенклатура из 10 конструктивных параметров. Основными точками являются вершины оката, локтевого и переднего перекатов, координаты которых определяли относительно соответствующих точек проймы: вершины замкнутой проймы и точек касания вертикалей с линиями проймы спинки и полочки.

Дополнительно использовали длины биссектрис, проведенные из нижних углов базисной сетки проймы и оката.

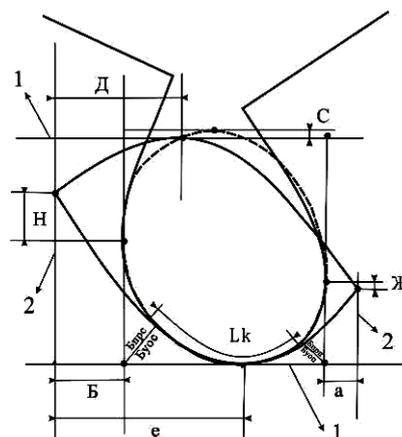


Рис. 1

Схема совмещения шаблонов и места измерения конструктивных параметров, согласующих взаимное положение линий проймы и оката, показаны на рис. 1 (1 –

горизонтальные линии, ограничивающие ВОР, 2 – вертикальные линии, ограничивающие ШОР), а результаты измерения приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Вид одежды	Параметры линий проймы и оката, см					
	А	Ж	Б	Н	С	Д
Жакет	0,2...3,8	-8,6...5,5	1,4...8,1	-4,3...6,6	-4,8...2,8	0...12,2
Блузка	0,3...6,2	-7,3... 0,7	2,4...7,6	-3,8...4,5	-5,8... 10,2	0,6...4,8
Платье	0,3...4,5	-6,9...0,2	2,8...5,4	-2...4	-5,8...2,4	0,5...2,8
Пальто	-2,1...3,4	-5...6,3	-2,2...7	-3,-8...7	-3,7...1,8	5,2...13
Куртка	-3,3...3,2	-9,5...5	-12,7...11,3	-8,8...7,2	-3,4...5,2	-8,8...7,2

Наиболее вариабельными конструктивными параметрами являются:

– положение по высоте вершин локтевого Н (коэффициент 11,1) и переднего Ж (3,8) перекатов и вершины оката С (10,3);

– расстояние между вершиной переднего переката и контрольным знаком проймы А (4).

Из рассмотренных видов одежды изменение конфигурации проймы происходило наиболее выражено (в порядке убывания): платье (4,8) – пальто (4,2) – жакет, блузка (3,3) – куртка (3,2).

Нами проведен полный корреляционный анализ для нахождения зависимостей между всеми конструктивными параметрами, принадлежащими стану, с одной стороны, и совмещенными линиями прой-

мы и оката, с другой. Критический коэффициент корреляции для объема выборки, равной 64 измерениям, и доверительной вероятности 95%, составляет 0,2464 [5].

В результате корреляционно-регрессионного анализа были выбраны объективно существующие связи между конструктивными прибавками стана и параметрами системы "линия проймы – линия оката" и получены математические зависимости между ними. Условием для выбора зависимостей служила их одинаковая структура для всех видов одежды, а расчетную формулу считали универсальной, если входной фактор был одинаковым для всех видов одежды с одношовными и двухшовными рукавами. Полученные уравнения приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Наименование контрольной точки или отрезка	Уравнение для вычисления координаты
уравнения со стабильной структурой	
Вершина переднего переката	$A = (1,1...2,7) - (0,17...1,2)P_{III\text{ПР}}$ $Ж = (0,04...0,35)P_{III\text{Г}} - (2,2...4,5)$
Положение вершины локтевого переката по высоте проймы	$H = (0,4...3,9) - (0,3...1)P_{III\text{ПР}}$
Положение вершины оката по ширине проймы	$D = (4,8... 7,4) + (0,14 - 0,59)P_{C\text{ПР}}$
Длина биссектрисы проймы спинки	$БПРc = (0,04... 0,12) P_{C\text{ГЗ}} + (2,1...3,2)$
Длина биссектрисы проймы полочки	$БПРп = (-0,42...0,23)P_{C\text{ПР}} + (1,2...4,3)$
Длина биссектрисы оката рукава со стороны полочки	$БOp = (2,5...4) - (0,24...1,24)A$
уравнения с относительно стабильной структурой	
Положение вершины локтевого переката по ширине	$B = (3,1...5,9) \pm (0,05...0,29)P_{C\text{ГЗ}}$
Положение вершины оката по высоте	$C = (0,05...0,73)P_{C\text{ГЗ}} \pm (0,3...3,9)$
Длина биссектрисы оката рукава со стороны спинки	$БOc = (3,3...5,8) \pm (0,25...1,31)B$

Все уравнения разделены на две группы: со стабильной структурой для всех видов одежды и с относительно стабильной структурой, допускающей перестановку

членов уравнения для некоторых видов одежды.

Единство полученных уравнений свидетельствует об идентичном механизме процесса формирования узла "пройма –

окат" независимо от вида одежды и конструкции рукава и подтверждает выдвинутую научную гипотезу о согласовании параметров ОСФ стана и рукава через конструктивные прибавки.

С помощью полученных уравнений были построены матрицы для нахождения и проверки координат вершин оката, переднего и локтевого перекатов. Матрицы включают в себя усредненные (типовые) линии проймы, вокруг которых располо-

жены прямоугольные зоны возможного положения точек оката. Схемы матриц для согласования положения основных точек линий проймы и оката приведены на рис. 2: а – жакет; б – платье; в – блузка; г – пальто; д – куртка. Линии проймы на рис. 2 были построены по средним значениям, взятым из табл. 1, а серые прямоугольники, в которых могут располагаться вершины оката, локтевого и переднего перекатов, – по уравнениям из табл.3.

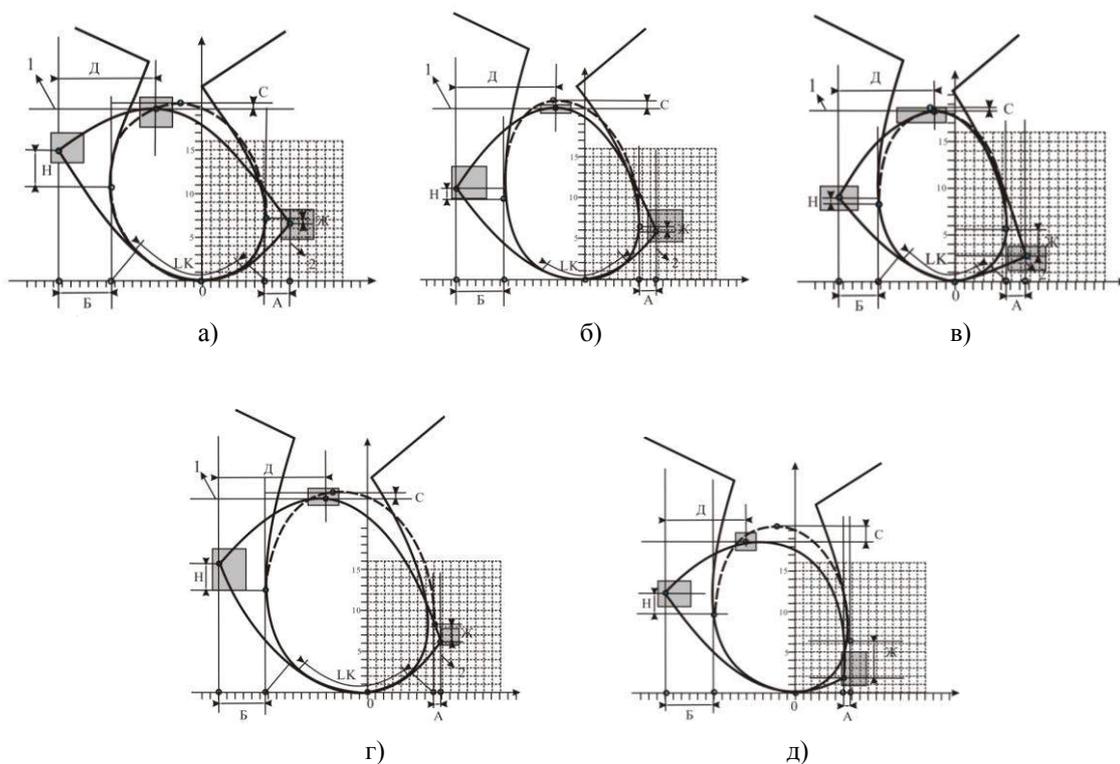


Рис. 2

Проверку разработанных матриц провели путем использования случайным образом отобранных моделей и чертежей одежды с одношовным и двухшовным рукавами, в ходе которой была подтверждена их работоспособность. Полученные матрицы и уравнения могут составить основу универсальной методики проектирования рукавов и экспертной системы для ее проверки.

## ВЫВОДЫ

1. Впервые получены универсальные модели для нахождения координат основных точек линии оката втачного рукава

относительно линии проймы стана женской одежды, имеющего разные показатели объемно-силуэтной формы.

2. Получены матрицы для построения и согласования правильности построения основных точек проймы и оката.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Единая методика конструирования одежды СЭВ. Теоретические основы. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1988. С. 41...47.
2. Мартынова А.И., Андреева Е.Г. Конструктивное моделирование одежды: Учебное пособие для вузов. – М.: МГАЛП, 1999. С.54...60.
3. Чэнь Цянь. Разработка информационного обеспечения для проектирования узла "пройма - рукав" в мужских пиджаках: Дис....канд. техн. наук.

Спец. 05.19.04 Технология швейных изделий. – Иваново: ИГТА, 2007. С. 66...108.

4. Сборник заданий по моделированию и конструированию одежды: Учебное пособие. – Иваново: ИГТА, 2005.

5. *Джонсон Н., Лион Ф.* Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы обработки данных / Пер. с англ.— М.: Мир, 1980. С.56.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий ИГТА. Поступила 06.04.09.

---

УДК 621.317.39

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ  
СИГНАЛА ПОЛЕВОГО ДАТЧИКА  
МЕХАНИЗМА КОНТРОЛЯ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОДУКТА**

*Е.Ф. РАЗУМОВА, А.К. РАСТОРГУЕВ*

(Ивановская государственная текстильная академия)

Надежность работы механизмов контроля текстильного продукта, построенных на основе электростатических (емкостных) датчиков, зависит от стабильности параметров датчиков и измерительных преобразователей, осуществляющих преобразование изменений емкости датчика, вызванных воздействием контролируемого параметра текстильного продукта в сигнал управления, а также частоты напряжения питания преобразователя.

Последнее обстоятельство особенно существенно в случае использования резонансных преобразователей, выполненных по схемам последовательного или параллельного резонанса в составе автогенератора [1].

Преобразование изменения емкости датчика в изменения напряжения может быть получено также и с помощью параллельного контура, подключенного к источнику  $\Gamma$  напряжения (рис. 1).

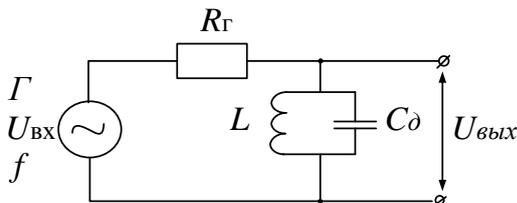


Рис. 1.

При настройке контура на частоту  $f$  выходное напряжение равно резонансному, то есть

$$U_{\text{аио}} = U_p. \quad (1)$$

Изменение свойств контролируемого текстильного продукта вызывает изменение емкости датчика и, следовательно, частоты настройки контура:

$$\Delta f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{\text{д}}}} - \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{\text{д}} + \Delta\tilde{N}}} = f_0 \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\Delta C}{C_{\text{д}}}}} \right). \quad (2)$$

Выполнив разложение функции (2) в степенной ряд, получим выражение для относительного изменения частоты контура в виде:

$$\frac{\Delta f}{f_0} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\Delta\tilde{N}}{\tilde{N}_{\text{д}}}}} \cong 1 - 1 - \frac{1}{2} \frac{\Delta\tilde{N}}{\tilde{N}_{\text{д}}} = \frac{1}{2} \frac{\Delta\tilde{N}}{\tilde{N}_{\text{д}}}. \quad (3)$$

Таблица 1

$\Delta f$ , кГц	$U_p = 10 \text{ В}, f_0 = 1000 \text{ Гц}$	
	$Q = 10$	$Q = 50$
	$U_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}$ , В	$U_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}$ , В
0	10,00	10,00
10	9,81	7,07
20	9,28	4,47
30	8,57	3,16
40	7,81	2,43
50	7,07	1,96
100	4,47	1,00
200	2,43	0,50

где  $\xi$  – обобщенная расстройка, равная

$$\xi = Q \left( \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right), \quad (5)$$

где  $Q$  – добротность контура преобразователя;  $f_0$  – резонансная частота контура.

В механизмах контроля параметров текстильного продукта емкость датчика, а следовательно, и частота настройки контура изменяются в небольших пределах. При этом:

$$\xi = 2Q \frac{f - f_0}{f_0} = 2Q \frac{\Delta f}{f_0}. \quad (6)$$

Подставляя в (4) выражение (6), получаем

$$y = \frac{U_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}}{U_{\delta}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left( 2Q \frac{\Delta f}{f_0} \right)^2}}. \quad (7)$$

Таким образом, величина выходного напряжения зависит от добротности контура датчика, его расстройки, вызванной изменением контрольного параметра, а также изменения частоты  $f$  напряжения, подаваемого на контур преобразователя (6).

В табл.1 представлены результаты расчета по формуле (7), а на рис.2 – соответствующие им графики.

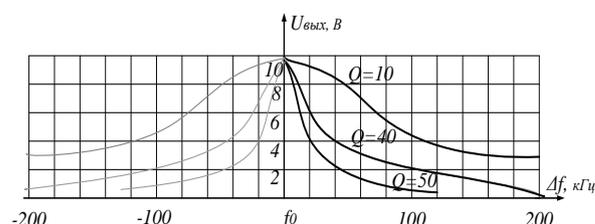


Рис. 2

При проектировании механизма контроля параметров текстильного продукта необходимо обеспечить наименьшую погрешность при измерении контролируемого параметра и отсутствие ложных срабатываний исполнительного механизма.

Основными причинами возникновения погрешностей являются емкостная неустойчивость датчика и нестабильность частоты напряжения, подаваемого на контур преобразователя. Ложные срабатывания исполнительного механизма системы контроля обрабатываемого продукта возникают, когда приращение выходного сигнала за счет отклонения частоты входного напряжения на контуре превышает величину полезного сигнала, а также при нестабильности входного напряжения и наличии помех в сети питания преобразователя сигнала.

Определим чувствительность преобразователя сигнала к изменению частоты входного напряжения. Выходное напряжение на контуре преобразователя с учетом (6) и (7) определяется выражением:

$$U_{\text{âüö}} = \frac{U_{\delta}}{\sqrt{1 + \left(2Q \frac{f - f_0}{f_0}\right)^2}}. \quad (8)$$

Дифференцируя (8) по частоте  $f$  питающего напряжения, получаем расчетное выражение для чувствительности преобразователя к частоте входного напряжения:

$$\hat{E}_f = \frac{dU_{\text{âüö}}}{df} = -\frac{4Q^2(f - f_0)U_{\delta}}{f_0^2 \left[1 + \left(2Q \frac{f - f_0}{f_0}\right)^2\right]}, \text{ В/Гц.} \quad (9)$$

Для осуществления контроля параметров обрабатываемого продукта контур преобразователя настраивается на начальную частоту  $f_0 > f_i$ , отличающуюся от резонансной частоты.

Таким образом, начальная расстройка контура при  $f_0 < f_i$ :

$$\Delta f_i = f_i - f_0. \quad (10)$$

При этом модуль чувствительности преобразователя к изменению частоты в рабочей точке:

$$\left|\hat{E}_{f,\text{дö}}\right| = \frac{4Q^2 \Delta f_i U_{\delta}}{f_0^2 \left[1 + \left(2Q \frac{\Delta f_i}{f_0}\right)^2\right]}, \text{ В/Гц.} \quad (11)$$

Для получения наибольшей чувствительности рабочую точку следует выбирать на наиболее крутом участке резонансной кривой контура (рис. 2).

Величина отклонения выходного напряжения от величины, определяемой положением рабочей точки, при отклонении частоты выходного напряжения с учетом (11) равна:

$$\Delta U_{\text{âüö},\Delta f\text{âö}} = \left|\hat{E}_{f,\text{дö}}\right| \Delta f_{\text{âö}}. \quad (12)$$

Для исключения ложных срабатываний при колебании частоты выходного напряжения необходимо обеспечить выполнение условия

$$\Delta U_{\text{âüö},\Delta f\text{âö}} < \Delta U_{\text{âüö},\tilde{N}}, \quad (13)$$

где  $\Delta U_{\text{âüö},\tilde{N}}$  – отклонение выходного напряжения от начального значения, определяемого выбором рабочей точки, в результате отклонения контролируемого параметра обрабатываемого текстильного продукта, являющееся сигналом датчика.

При проектировании механизма контроля текстильного продукта необходимо учитывать нестабильность частоты автогенератора, формирующего входное напряжение преобразователя (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Тип автогенератора	Относительная нестабильность частот в диапазоне	
		ниже 30 МГц	выше 30 МГц
1	Транзисторный однокаскадный без кварцевой стабилизации	$10^{-3} \dots 10^{-4}$	$10^{-2} \dots 10^{-3}$
2	Транзисторный однокаскадный с кварцевой стабилизацией	$10^{-5} \dots 10^{-7}$	до 300 МГц (5...50) · $10^{-6}$

Для оценки величины выходного напряжения сигнала преобразователя необходимо определить его зависимость от изменения емкости датчика при изменении свойств контролируемого продукта. Подставив (3) в (7), получаем выражение, определяющее связи выходного напряжения

преобразователя с изменением емкости датчика:

$$U_{\text{âüö}} = \frac{U_{\delta}}{\sqrt{1 + \left(Q \frac{\Delta \tilde{N}}{\tilde{N}_i}\right)^2}}. \quad (14)$$

Чувствительность преобразователя сигнала к изменению емкости датчика определяется дифференцированием выходного напряжения (14) по приращению емкости датчика:

$$\hat{E}_{\Delta\tilde{N}} = \frac{dU_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}}{d\Delta\tilde{N}} = -\frac{Q^2\Delta\tilde{N}U_{\hat{o}}}{\tilde{N}_a^2\left(1+Q^2\frac{\Delta\tilde{N}^2}{\tilde{N}_a^2}\right)}, \text{ В/Гц.} \quad (15)$$

В зависимости от конструкции датчика приращение емкости может быть как положительным, так и отрицательным [3]. Начальное отклонение емкости соответствует введению в рабочую область датчика текстильного материала с номинальным значением контролируемого параметра (например, толщины ткани):

$$\Delta\tilde{N}_{f\hat{a}\hat{z}} = \Delta\tilde{N}_{f\hat{i}\hat{i}}. \quad (16)$$

При этом начальная чувствительность преобразователя равна

$$\hat{E}_{\Delta\tilde{N}_{f\hat{a}\hat{z}}} = -\frac{Q^2\Delta\tilde{N}_{f\hat{a}\hat{z}}U_{\hat{o}}}{\tilde{N}_a^2\left(1+Q^2\frac{\Delta\tilde{N}_{f\hat{a}\hat{z}}^2}{\tilde{N}_a^2}\right)}. \quad (17)$$

Отклонение выходного напряжения от номинального значения в случае изменения, например, толщины ткани:

$$\Delta U_{\hat{a}\hat{u}\hat{o},\tilde{N}} = \hat{E}_{\Delta\tilde{N}_{f\hat{a}\hat{z}}}\Delta\tilde{N}. \quad (18)$$

где  $\Delta\tilde{N}$  – приращение емкости датчика, вызванное изменением контролируемого параметра.

С учетом (12), (13) и (18) находим величину допустимого отклонения частоты напряжения, подаваемого на вход преобразователя

$$\Delta f_{\hat{a}\hat{o},\hat{a}\hat{i}\hat{i}} < \frac{\hat{E}_{\Delta\tilde{N}_{f\hat{a}\hat{z}}}\Delta\tilde{N}}{\hat{E}_{f\hat{o}}}, \text{ Гц.} \quad (19)$$

## ВЫВОДЫ

1. Определены условия устойчивой работы резонансного преобразователя сигнала полевого датчика механизма контроля текстильного продукта.

2. Полученные расчетные соотношения составляют основу методики расчета и проектирования механизмов контроля текстильного продукта на основе полевых датчиков с резонансным преобразователем сигнала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №4. С.89...93.
2. Зернов Н.В., Карпов В.Г. Теория радиотехнических цепей. – М.-Л.: Энергия, 1965.
3. Разумова Е.Ф. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №3. С.101...103.

Рекомендована кафедрой автоматизации и радиотехники. Поступила 16.01.09.

УДК 697.922

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТРИКОТАЖНЫХ МАШИН**

*Б.С.САЖИН, О.С.КОЧЕТОВ, О.В.КОМАРОВА, М.А.АПАНУШКИНА*

(Московская государственная текстильная академия им. А.Н. Косыгина)

Наиболее эффективным конструктивным методом борьбы с шумом чулочно-носочных автоматов является метод звукоизоляции рабочего цилиндра и его привода как одних из главных источников шума этих машин [1].

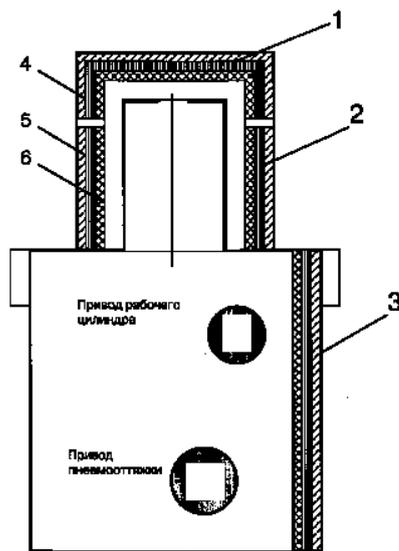


Рис. 1

На рис.1 приведена схема расположения кожухов и экранов на ЧНА Гамма-105: 1 – сверху рабочего цилиндра; 2 – по периметру рабочего цилиндра; 3 – экран в зоне привода; 4 – звукоизолирующий лист

металла; 5 – вибродемпфирующий материал; 6 – звукопоглотитель. Кожух для рабочего цилиндра имеет габаритные размеры 400×300×480 мм. Он выполнен негерметичным [2] и имеет технологические отверстия для предотвращения перегрева и удобства обслуживания. Между верхним кожухом 1 и кожухом 2, идущим по периметру рабочего цилиндра, предусмотрены два технологических отверстия размером 400×60 мм. В зоне привода рабочего цилиндра и системы пневмооттяжки изделий предусмотрен шумопоглощающий экран 3. Каждое из вышеперечисленных ограждений выполнено из металлического листа 4 толщиной 1,5 мм, на который нанесен слой вибродемпфирующего материала 5 и звукопоглощающего 6. Для данного кожуха из конструктивных соображений были использованы шумопоглощающие панели по ТУ 38105674–80, состоящие из слоя битума в качестве вибродемпфирующего материала и слоя из нетканного материала, выполняющего функции звукопоглотителя. Подбор параметров и расчет основных геометрических размеров кожуха выполнялся на ПЭВМ.

Расчет звукоизоляции кожуха проводился как для негерметичных ограждений [3] по следующей зависимости:

$$R_{\text{эф.дб}} \leq R_{\text{си}} - 10 \lg \left( \frac{\sqrt{1-\alpha} + \frac{\sum \tau_i S_{oi}}{\sum S_i} \cdot 10^{0,1R_{\text{си}}}}{\alpha + \frac{\sum \tau_i S_{oi}}{\sum S_i} + (\sqrt{1-\alpha}) \cdot 10^{-0,1R_{\text{си}}}} \right), \quad (1)$$

где  $R_{\text{кож.тр}}$  - требуемая звукоизоляция кожуха, дБ, определяемая по формуле

$$R_{\text{кож.тр}} = L_i - L_{\text{доп}} + 5, \quad (2)$$

$L_i$  – октавный уровень звукового давления в расчетной точке от одиночно работающей изолируемой машины, дБ (например, для т.3 это будет  $L_3$ );  $L_{\text{доп}}$  – допустимый по нормам уровень звукового давления в расчетной точке, дБ;  $R_{\text{си}}$  – средняя звукоизоляция сплошной части ограждений  $i$ -го кожуха, дБ;  $\alpha$  – реверберационный коэффициент звукопоглощения внутри  $i$ -го кожуха;  $\tau_i$  – энергетический коэффициент прохождения звука через глушитель технологического отверстия. Для простого

отверстия  $\tau_i = 1$  (простым отверстием считается отверстие без глушителя шума, как в нашем случае);  $\sum S_{oi}$  – суммарная площадь технологических отверстий для  $i$ -го кожуха машины,  $\text{м}^2$ , то есть

$$\sum S_{oi} = 2 \times 0,4 \times 0,06 = 0,024 \text{ м}^2;$$

$\sum S_i$  – суммарная площадь сплошной части ограждения,  $\text{м}^2$ , определяемая по формуле

$$\sum S_i = 2(\ell_i b_i + b_i h_i + \ell_i h_i) - \sum S_{oi}, \quad (3)$$

$\ell_i, b_i, h_i$  – соответственно длина, ширина и высота  $i$ -го кожуха, м; для нашего случая она равна:

$$\sum S_i = 2(0,4 \times 0,3 + 0,3 \times 0,48 + 0,4 \times 0,48) - 0,024 = 0,912 \text{ м}^2.$$

Результаты акустических исследований кожуха ЧНА типа Гамма-105 на скоростных режимах 410 об/мин представлены на рис. 2.

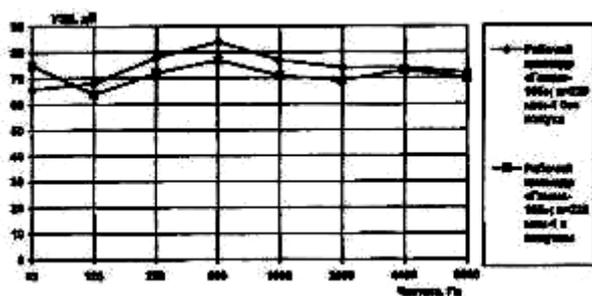


Рис. 2

Величина реверберационного коэффициента звукопоглощения внутри ограждения определяется по формуле [4]:

$$\alpha = \frac{\alpha_o (\sum S_i - \sum S_{oi}) + \alpha_i \sum S_i}{\sum S_i}, \quad (4)$$

где  $\alpha_o$  – реверберационный коэффициент звукопоглощения для ограждений без звукопоглощающего материала;  $\alpha_m$  – реверберационный коэффициент звукопоглощения звукопоглощающего материала;  $\sum S_m$  – площадь нанесения звукопоглощающего материала,  $\text{м}^2$ ; для нашего случая

$$\sum S_i = 0,912 - 0,024 = 0,888 \text{ м}^2.$$

Средняя звукоизоляция сплошной части ограждений, дБ, при наличии вибрационных нагрузок на элементы кожуха рассчитывается по формуле

$$R_{\text{си}} = R_i K + 10 \lg \frac{\eta}{\eta_o}, \quad (5)$$

где  $R_i$  – звукоизоляция материала ограждения, дБ;  $K$  – коэффициент, учитывающий снижение звукоизоляции материала ограждений при действующем вибрационном возбуждении;  $\eta$  – коэффициент потерь

конструкций кожухов со средствами вибропоглощения и вибродемпфирования;  $\eta_0$  – коэффициент потерь конструкций кожухов, не снабженных средствами вибропоглощения.

Результаты расчета эффективности представлены в табл. 1 (расчетная эффективность звукоизолирующего ограждения рабочего цилиндра ЧНА Гамма-105 при скорости 220 мин<sup>-1</sup>).

Таблица 1

№	Расчетные формулы	Среднегеометрическая частота октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	$L_3$ , дБ	72	72	80	85	84	83	81	82
2	$L_{доп}$ , дБ	95	87	82	78	75	73	71	69
8	$R_{si}=R_iK+10\lg(\eta/\eta_0)$ , дБ	4,8	9,9	12,3	16	21,7	21	21	14,5
12	$R_{кож. расч.}$ , дБ	0,12	3,45	6,2	11,3	14,7	15	15	13,8
13	$L_3 - R_{кож. расч.}$ , дБ	71,9	68,6	73,8	73,7	69,3	68	66	68,2

В экспериментальном цехе СКТБ ЧА (г.Тула) были проведены исследования виброакустической активности чулочно-носочных автоматов Гамма-105 при скорости 220 мин<sup>-1</sup> и Гамма-209М при скорости 160 мин<sup>-1</sup>. При испытаниях использовалась аппаратура фирмы Брюль и Кьер (Дания): микрофон 4131, шумомер 2203, октавные фильтры 1613. Регистрировались уровни звукового давления на расстоянии 1 м от пульта управления на круговом и реверсивном ходах, а также определялись акустические характеристики аэродинамических глушителей шума привода пневмооттяжки изделий.

На рис. 3 представлены схемы испытываемых аэродинамических глушителей шума привода пневмооттяжки изделий: а) – экспериментальный глушитель шума резонансного типа (1 – корпус глушителя, 2 – резонансная камера, 3 – перфорированная вставка, 4 – звукопоглотитель); б) – экспериментальный глушитель шума комбинированного типа (1 – корпус глушителя, 2 – резонансная камера, 3 – перфорированный конфузур, 4 – звукопоглотитель).

На рис. 4 представлены уровни звукового давления на расстоянии 1 м от вентилятора ЧНА Гамма: 1 – с серийным глушителем, 2 – с экспериментальным глушителем многокамерного типа, 3 – с глушителем резонансного типа.

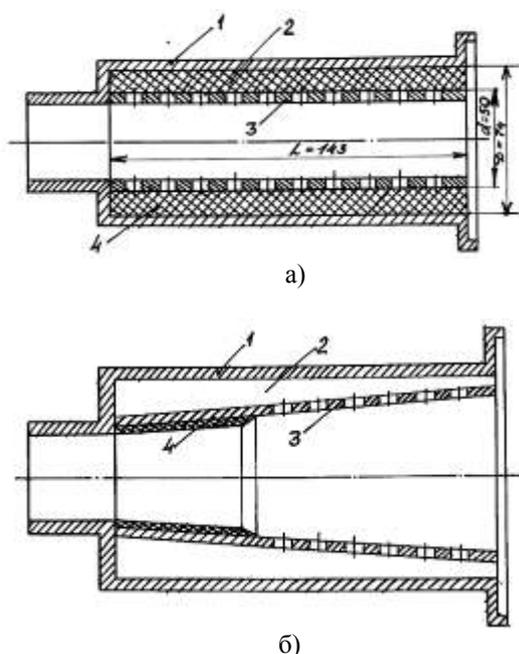


Рис. 3

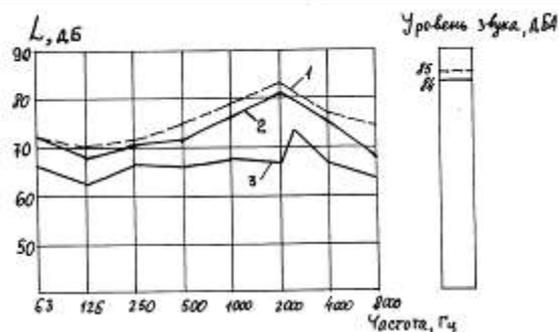


Рис. 4

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что эффективность разработанного звукоизолирующего кожуха для машин серии Гамма проверялась на ЧНА Гамма-209М и Гамма-105 соответственно при скоростях 160 и

220 об/мин, при этом снижение шума этих машин с помощью кожуха происходит в разных частотных областях спектра.

Так, например, у ЧНА Гамма-105 наибольшая эффективность наблюдается в области частот 250...2000 Гц, а у Гамма-209М – в области частот 500...8000 Гц. Это можно объяснить, во-первых, разными рабочими скоростями, а во-вторых, технологическими особенностями этих машин. Результаты испытаний аэродинамических глушителей шума показали, что эффективность разработанных конструкций в требуемом диапазоне частот составляет порядка 12...15 дБ.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана методика расчета звукоизолирующих ограждений для чулочно-носочных автоматов как негерметичных ограждений с учетом технологических отверстий.

2. Спроектировано и испытано звукоизолирующее ограждение для рабочего цилиндра ЧНА, эффективность которого в полосе частот 500...8000 Гц составляет 7...9 дБ, а по уровню звука 5 дБА.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кочетов О.С. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, № 5.
2. А.с. №1388484. Ограждение веретен текстильной машины // Кочетов О.С. и др. – Опубл. 1988. Бюл. №14.
3. РТМ 27-60-1075–85. Проектирование звукозащитных ограждений полиграфических машин. – М.: Минлегпищемаш, 1985.
4. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения в промышленных зданиях. – М.: Стройиздат, 1982.
5. СН N3223–85. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах. – М.: ГСЭУ, 1988.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 18.02.08.

**ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА ОТГРУЗКИ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Е.А. РЫЖКОВА, А.С. ХОДАКОВ*

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

После разбраковки каждый рулон ткани получает магнитную метку с характеристиками данного материала. Затем по транспортеру эта ткань движется до первого формирователя партии. Формирователь считывает магнитную метку и в случае совпадения характеристик метки с запросом ткань транспортируется в данную партию, в противном случае ткань идет по транспортеру дальше, до второго форми-

рователя, где опять происходит считывание метки, и т.д. Если ткань не попадает ни в одну из партий, то она отправляется на склад готовой продукции, где занимает ячейку в соответствии с информацией на магнитной метке.

Предлагаемый алгоритм описанного процесса отгрузки готовой продукции имеет вид, представленный на рис. 1.

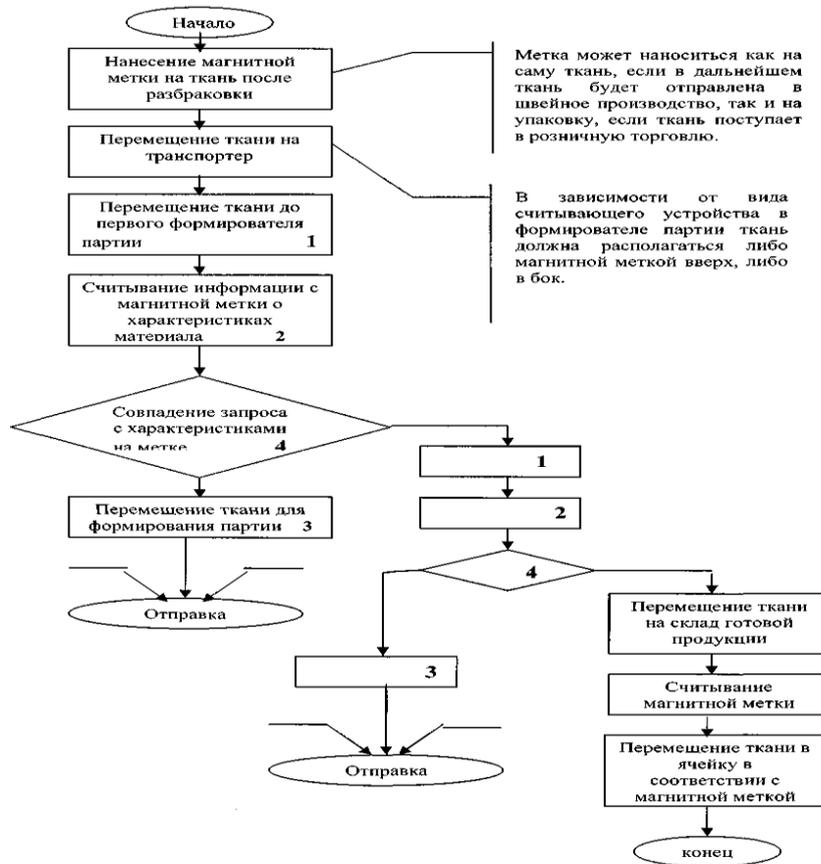


Рис. 1

Реализация этого алгоритма предполагает: автоматизацию процесса разбраковки и нанесение магнитной метки с необходи-

мой информацией о ткани; автоматизацию процессов перегрузки и транспортировки; оптимизацию грузопотоков и использова-

ние для этого теории массового обслуживания и теории операций; определение оптимального размера склада; реализацию предложенных технических решений с помощью современной элементной базы.

## ВЫВОДЫ

Разработан алгоритм организации работы склада, позволяющий уменьшить

время формирования и отгрузки партии текстильного материала, а также сократить расходы на содержание готовой продукции на складе и уменьшить складские площади.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 02.06.09.

---

УДК 677.1/2

**СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ  
ПЕРЕРАБОТКЕ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ***И.А. РУМЯНЦЕВА, Е.Л. ПАШИН***(Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур,  
Костромской государственный технологический университет)**

Наличие значительного варьирования свойств льняной тресты, находящейся в одном рулоне, требует разработки систем по определению рациональных режимов ее переработки.

Для этого предложена система поддержки принятия решений (СППР) по выбору указанных режимов применительно к трепальной машине мяльно-трепального агрегата. Для ее реализации осуществлена разработка алгоритмов: выявление однородных участков по каждому из свойств тресты и участков по их совокупности; выбор скоростных режимов работы трепальной машины в зависимости от изменяющихся свойств тресты в ленте после размотки рулона; прогнозирование технологических эффектов при трепании льна [1]. Алгоритм, связанный с прогнозированием, основан на использовании нейросетевого анализа, отличительной особенностью которого является возможность оперативного дообучения системы прогнозирования в производственных условиях [2].

Схема реализации СППР с примерным интерфейсом программного обеспечения представлена на рис. 1. Особенностью ее

функционирования является максимальная адаптация к условиям льнозавода. Предполагается, что перед подачей тресты из рулона в мяльно-трепальный агрегат информация о свойствах стеблей в этом рулоне либо уже имеется, либо оперативно получается с использованием инструментального контроля. Далее эта информация передается на пульт управления в производство. При размотке рулона происходит учет длины ленты, выходящей после размотки, как функции от изменяющейся массы рулона. В процессе размотки ленты рулона применительно к каждому из предварительно выявленных однородных участков определяются рациональные скоростные режимы обработки в виде рекомендуемой скорости транспортирования сырца и частоты вращения барабанов. При этом оператор мяльно-трепального агрегата, находясь у пульта управления, имеет возможность отслеживать на экране монитора в реальном времени прохождение льняного слоя относительно входной части трепальной машины и устанавливать рекомендуемые системой скоростные режимы ее работы.

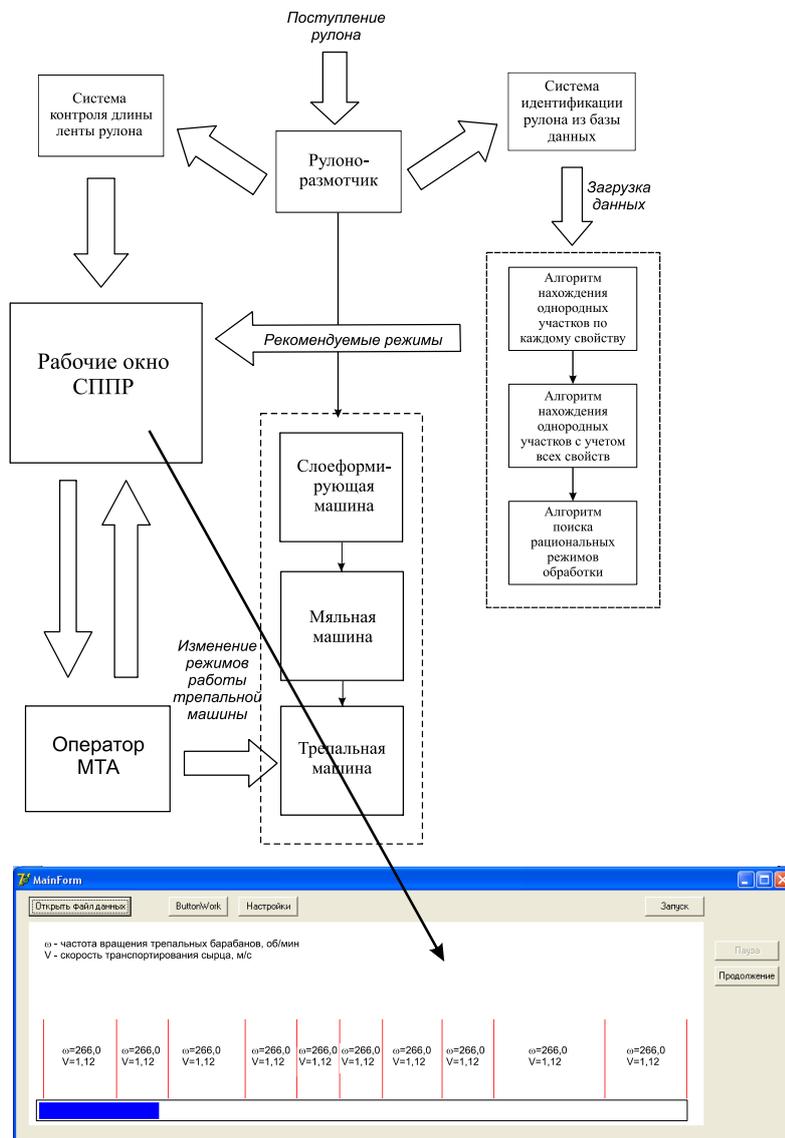


Рис. 1

## ВЫВОДЫ

Приведена система поддержки принятия решений, которая позволяет повысить эффективность обработки льняной тресты из рулона на мяльно-трепальном агрегате за счет дифференциального подхода к получению волокна в зависимости от изменяющихся свойств сырья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцева И.А. Совершенствование системы контроля параметров качества льняной стланцевой тресты: Дис... канд. техн. наук. – Кострома, 2007.
2. Куравский Л.С., Баранов С.Н., Малых С.Б. Нейронные сети в задачах прогнозирования, диагностики и анализа данных: Учебное пособие. – М.: РУСАВИА, 2003.

Рекомендована отделом разработки научных основ техники и технологии льнопереработки ВНИИЛК. Поступила 20.11.08.

## РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ К ИСТИРАНИЮ ОБИВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

О.Г. ЕФИМОВА, Е.А. КРОТОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Для исследования стойкости материалов к истиранию с различным волокнистым составом и поверхностной плотностью применяют методы, регламентированные нормативными документами [1], [2].

За критерий стойкости истирания в отечественных и зарубежных методиках принимают число циклов до истирания испытуемого материала абразивным тестером. Различие методик состоит в виде абразивного материала, количестве истирающих головок, диаметре истирающих головок.

В Европе и Австралии для тестирования неворсовых (гладких) мебельных тканей широко применяется тест Мартиндейла, его можно использовать при испытании искусственных кож. По образцу кожи движется тестер, который совершает движения до разрыва нити (для гладких тканей и искусственной кожи) или появления нити грунта (для нетканых материалов).

Основным недостатком данных методов является то, что испытания с использованием соответствующих приборов должны осуществляться в специальных лабораториях на достаточно громоздком оборудовании.

Для проведения испытаний в динамичных условиях выбора и закупки обивочных материалов разработан портативный прибор [3] для испытания материалов на стойкость к истиранию, конструктивную особенность которого составляют: вращающаяся головка с абразивом – шлифованная шкурка и столик, на котором закреплена испытуемая проба. Давление на пробу регулируется специальным механизмом. Общая масса прибора составляет 300 г.

В качестве объектов исследования выбраны образцы обивочных материалов, основные характеристики которых представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование материала (условное обозначение) и волокнистый состав	Структура (переплетение)	Толщина, мм (поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> )
Винилискожа (ВИ) Грунт – 100% хлопок	Искожа на трикотажной основе	1,2(835)
Флок (ФЛ) 100% полиэфирные волокна	Нетканый материал на тканой основе	1,4(490)
Шенилл голубой (ШГ) 100% синтетические волокна	Ткань (репс)	1,6(420)
Шенилл бежевый (ШБ) 100% синтетические волокна	Двухслойная ткань (сложное переплетение)	2,4(540)

За базовый метод проведения сравнительных испытаний был выбран метод [4], использующий прибор ТКВИРТЕСТЕР (Россия). Результаты проведенных на данном приборе испытаний представлены на рис. 1

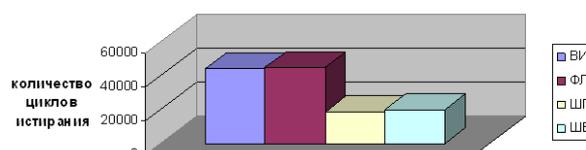


Рис. 1

В результате эксперимента установлено, что все испытуемые материалы обладают высокой стойкостью к истиранию, так как максимальный предел числа циклов до образования дыры должен быть не менее 9500 при поверхностной плотности свыше 600 г/м<sup>2</sup> по ГОСТу 24220 [5].

Для определения оптимального значения нагрузки на испытываемый образец предложенного экспресс-метода проводили испытания обивочных материалов на стойкость к истиранию на приборе ТКИ-ВИРТЕСТЕР. Необходимым условием является сопоставимость результатов и сокращение времени проведения испытаний. Для этого мелкозернистый абразивный материал, установленный на приборе, был заменен на крупнозернистый абразив – шкурка шлифованная тканевая по ГОСТу 5009 [6] марки: 2С 720Х30 Л1 14А 63Н С ГОСТ 5009.

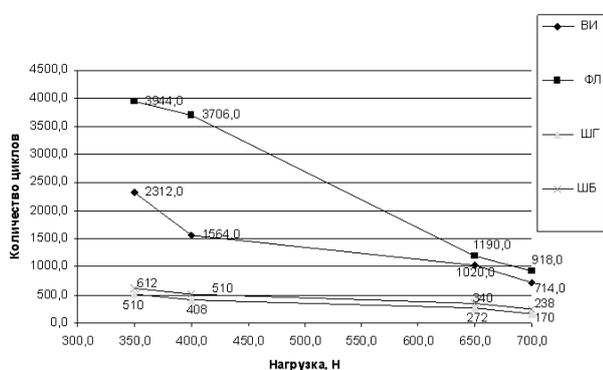


Рис. 2

Определяли параметры оптимальных режимов испытания материалов различной поверхностной плотности и волокнистого

состава в диапазоне применяемой нагрузки на пробу 700...350 Н. Результаты испытаний всех исследуемых образцов обивочных материалов приведены на рис. 2.

Таким образом, было установлено оптимальное значение давления на пробу 350 Н. Это объясняется следующей зависимостью: при увеличении давления стойкость к истиранию уменьшается.

При диапазоне давления на пробу 700...350 Н испытуемые материалы соответствуют нормативам по ГОСТу 24220.

## ВЫВОДЫ

Предложен экспресс-метод оценки стойкости к истиранию обивочных материалов в динамических условиях их выбора и закупки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8975. Кожа искусственная. Методы определения истираемости и слипания покрытия.
2. ГОСТ 18976. Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию.
3. Патент № 2008131030/22(038664) от 28.07.2008.
4. Практикум по материаловедению швейного производства: Учебное пособие для студентов вузов / Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова, Д.Г. Петропавловский. – М.: Издательский центр "Академия", 2003.
5. ГОСТ 24220. Ткани мебельные. Общие технические условия.
6. ГОСТ 5009. Шкурка шлифованная тканевая. Технические условия.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 02.06.09.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ В ФОРМИРУЕМОЙ АССОРТИМЕНТНОЙ ГРУППЕ

Н.Н. БАРАШКОВА, В.Н. КРЯЖКИН, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Одним из путей повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции является расширение ее ассортимента для удовлетворения запросов различных групп потребителей.

При разработке нового ассортимента текстильные предприятия ориентируются на соответствующие нормативные документы. В частности, по выпуску хлопчатобумажных тканей в настоящее время действует государственный стандарт [1], в котором для соответствующих ассортиментных групп приведены нормативные значения по таким свойствам, как устойчивость окраски, усадка, стойкость к истиранию, гигроскопичность и другие. Однако в отличие от ранее действующих стандартов [2] в [1] не указаны нормативные значения по соответствующим видам тканей, а именно по свойству материалоемкости, что приводит к сужению ассортимента для

отдельных видов продукции, указанных в ОКП [3].

Для того, чтобы текстильные предприятия могли определить для каждого вида ткани соответствующей ассортиментной группы требуемый уровень материалоемкости, разрабатывалась методика по определению оптимальной материалоемкости тканей формируемого ассортимента.

В качестве объекта исследования были выбраны хлопчатобумажные ткани сатиновой группы: ткани артикулов 501, 528, 622, 629, 648, обозначенных далее как  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ ,  $x_5$  соответственно. При этом артикулы 501 и 528 относятся к набивным сатинам, а артикулы 622, 629, 648 – к гребенным.

В табл. 1 занесены прогнозируемые значения по основному показателю материалоемкости (поверхностной плотности), а именно по максимальному, минимальному и номинальному значению на основании требований документа [4].

Т а б л и ц а 1

Наименование характеристики	Значение видов тканей, г/м <sup>2</sup>					Итоговое
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$\sum_{i=1}^5 \tilde{\sigma}_i$
Максимальное	135	144	136	132	125	672
Минимальное	123	130	124	120	113	610
Номинальное	129	137	130	126	119	641

Для нахождения оптимальных значений поверхностной плотности с учетом допускаемых отклонений формировали систему уравнений со следующими ограничениями:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n a_i x_i &< y_1, \\ \sum_{i=1}^n b_i x_i &> y_2, \\ \sum_{i=1}^n c_i x_i &= y_3. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

В этом уравнении коэффициенты  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$  определяли как отношение текущего максимального, минимального и номинального значений к общему номинальному значению соответственно. Значения  $y_1$ ,  $y_2$  и  $y_3$  соответствуют итоговым данным по максимальному, минимальному и номинальному значениям по всем артикулам.

Решение системы уравнений в соответствии с компьютерной программой Excel приводит к следующему результату:

$x_1 = 131 \text{ г/м}^2$ ;  $x_2 = 125 \text{ г/м}^2$ ;  $x_3 = 128 \text{ г/м}^2$ ;  
 $x_4 = 127 \text{ г/м}^2$ ;  $x_5 = 126 \text{ г/м}^2$ . В дальнейшем с использованием известных соотношений [5] при известных линейных плотностях [6] основных и уточных нитей находятся необходимые значения абсолютной плотности по основе и утку.

## ВЫВОДЫ

Предложена методика по определению оптимальной материалоемкости тканей в соответствующих ассортиментных группах продукции, предназначенная для формирования конкурентоспособного ассортимента.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 29298–2005. Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия.
2. ГОСТ 6391–80. Сатины и ластики хлопчатобумажные. Технические условия.
3. Общероссийский классификатор продукции. – М.: Изд-во: Стандарты, 2001.
4. Торговый прейскурант №30. – Часть 1. – Розничные цены на хлопчатобумажные ткани, штучные изделия и вату, 1987.
5. Букаев П.Т., Оников Э.А., Мальков Л.А., Аленова А.П., Михайлова М.П., Петух Н.А. Хлопчаткачество: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1987.
6. ГОСТ 11970.0–70. Нити текстильные. Ряд номинальных линейных плотностей одиночной хлопчатобумажной пряжи.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 02.06.09.

УДК 677.024

## РАЗРАБОТКА МАЛООТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СУКОН

*С.В. СНЕЖКОВ, А.С. РОЗАНОВ, А.И. ПАНИН*

(Ульяновский государственный университет, филиал в г. Димитровград)

Технические сукна все шире применяются в различных отраслях народного хозяйства. Они используются не только в качестве каркасов транспортерных лент и различного рода основ для изделий технического назначения, но и в качестве одежды полированных, шиферных и бумагоделательных машин. Поскольку производство кровельных материалов и бумаги различного качества непрерывно возрастает, то возникает необходимость в постоянном увеличении объема производства технических сукон. Для их изготовления используется дорогостоящее сырье (шерсть высокого качества, смесь шерсти и химических волокон, моно- и мультифиламенты).

В технологическом процессе выработки технических сукон неизбежны разного рода отходы пряжи в виде отдельных концов основы и утка, образующихся в приготовительном и ткацком производствах; пуха, подмети и т.д., образующихся в прядильном производстве.

Таким образом, поступающая в ткацкое производство пряжа не вся зарабатывается в ткань, некоторая ее часть уходит в угары (отходы).

Масса пряжи, зарабатываемой в технические сукна, выраженная в процентах от массы пряжи, поступившей в ткацкое производство, называется выходом суровья из пряжи. Например, если в ткацкое производство поступило 4250 кг шерстяной пряжи, из которой выработано определенное количество метров ткани общей массой 4362 кг, то выход суровья из пряжи будет равен:

$$B = \frac{4362 \cdot 100}{4250} = 96,5.$$

Потеря массы пряжи в ткацком производстве в натуральном выражении составляет:

$$4250 - 4362 = 158 \text{ кг.}$$

Приняв первоначальную стоимость пряжи, равной 170 руб. за 1 кг, а стоимость отходов (угаров) – 20 руб. за 1 кг, можно определить стоимость потерь из-за отходов пряжи в угары:

$$(170-20) \cdot 158 = 23700 \text{ руб.}$$

Процент выхода угаров:

$$y = 100 - B = 100 - 96,5 = 3,5\%.$$

Димитровградский ОАО "Ковротекс" при выработке технических сукон в сутки

$$\acute{O}_i = \left[ 1 - \left( 1 - \frac{\acute{O}_i}{100} \right) \left( 1 - \frac{\acute{O}_n}{100} \right) \left( 1 - \frac{\acute{O}_i}{100} \right) \left( 1 - \frac{\acute{O}_d}{100} \right) \right] \cdot 100, \quad (1)$$

где  $U_m$  – процент угаров, образующихся при перемотке пряжи;  $U_c$  – процент угаров, образующихся в сновании;  $U_n$  – процент угаров, образующихся в пробном отделе;  $U_t$  – процент угаров, образующихся при ликвидации обрывов основной пряжи в ткачестве.

Процент отходов уточной пряжи определяется по формуле:

$$\acute{O}_o = \left[ 1 - \left( 1 - \frac{\acute{O}_i}{100} \right) \left( 1 - \frac{\acute{O}_d}{100} \right) \right], \quad (2)$$

где  $U_m$  – процент угаров уточной пряжи, образующихся при перемотке уточной пряжи в уточные шпули или трубчатые початки;  $U_t$  – процент угаров уточной пряжи в ткачестве.

Для снижения общего (суммарного) процента отходов пряжи как по основе, так и по утку необходимо уменьшать проценты отходов пряжи на каждом из переходов технологического процесса ткацкого производства технических сукон.

Процент выхода отходов пряжи на  $i$ -м переходе ткацкого производства может быть определен по формуле:

$$\acute{O}_i = \frac{\sum \ell_i}{L_i} \cdot 100\%, \quad (3)$$

перерабатывает до 7000 кг пряжи. Поэтому вопрос о повышении выхода суровья отходов (угаров) имеет для производства актуальное значение.

Обычно общий процент выхода угаров определяется отдельно по основе и утку и складывается из процентов отходов сырья, образующегося на отдельных переходах ткацкого производства.

Процент отходов сырья по основе, как отмечается в работах [1] и [2], определяется по формуле:

где  $U_i$  – процент отходов пряжи на  $i$ -м переходе ткацкого производства;  $\sum \ell_i$  – суммарная длина концов пряжи, теряемая на  $i$ -м переходе ткацкого производства из-за оправки питающей паковки перед ее заправкой, ликвидацией обрыва нитей, остатков пряжи на питающей паковке после ее срабатывания и т.д.;  $L_i$  – длина пряжи на питающей паковке.

Анализ формулы (3) показывает, что для снижения процента отходов пряжи необходимо уменьшать суммарную длину  $\sum \ell_i$  и увеличивать длину нити на питающей паковке  $L_i$ .

Для снижения  $\sum \ell_i$  необходимо улучшать качество намотки пряжи паковки, обеспечивая легкость схода с них нити в процессе разматывания.

Хорошее качество намотки паковок, а это – равномерная как в осевом, так и в радиальном направлениях удельная плотность намотки нитей на паковку, достаточный угол конусности паковки, способствует снижению обрывности, уменьшению процента отходов из-за слетов витков, стабилизирует натяжение пряжи при ее сходе.

Для увеличения длины нити на питающей паковке  $L_i$  необходимо увеличивать габариты паковок или повышать удельную плотность намотки пряжи на них. Большое значение для уменьшения отходов имеет

правильное определение длины снования пряжи, при которой из основы, навитой на навои, получается целое число технических сукон.

При неправильно рассчитанной длине основания наблюдается появление большого объема остатков нитей на навоях, идущих в отходы.

Поэтому актуальной задачей является разработка мероприятий, направленных на снижение расхода основной и уточной пряжи в ткацком производстве ОАО "Ковротекс".

Для решения поставленных задач необходимо:

– исследовать технологию переработки пряжи на каждом переходе с целью получения бобин и трубчатых початков сомкнутой структуры намотки, обладающей максимальной плотностью;

– разработать мероприятия с целью укрепления питающих паковок (бобин и трубчатых початков) путем увеличения их объемов;

– разработать мероприятия по стабилизации величины натяжения и вытяжки нитей основы при перематывании со сновального барабана на ткацкий навои с целью более точного определения и расчета длины снования нитей;

– разработать мероприятия, направленные на достижение одновременного схода основы на ткацкий станок, при работе с 2-х и более навоев, и уменьшения остатков пряжи на них.

## ВЫВОДЫ

1. Разработка малоотходных технологий выработки технических сукон требует исследования всех технологических процессов их изготовления с целью выявления причин образования отходов на каждом переходе и возможности увеличения длин нитей на питающих паковках.

2. Вывод суровья из пряжи является определяющим фактором расчета себестоимости изготовления технических сукон.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Розанов Ф.М. и др. Технология ткачества. – Ч. 1 и 2. – М.: Легкая индустрия, 1966, 1967.

2. Власов П.В. и др. Проектирование ткацких фабрик: Учебное пособие для вузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.

Рекомендована кафедрой экономики и управления. Поступила 30.11.09.

УДК 331.5

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫНКА ТРУДА В СОЦИАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ ЭКОНОМИКЕ

*Л.О. АСЛАНОВА*

(Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова)

Необходимость исследования механизма трудовых отношений обусловлена тем, что во все времена основой материального производства и благосостояния общества являлся труд [1...9]. Важнейшей пробле-

мой в условиях экономического кризиса является поддержание определенного уровня занятости населения в различных отраслях промышленности, в том числе и в текстильной. Это связано с тем, что в ус-

ловиях рыночных отношений государство теряет свое монопольное положение как единственного работодателя, но приобретает функцию регулирования рынка труда. Государственное регулирование рынка труда и занятости, как и регулирование экономики в целом, представляет собой систему мер законодательного, исполнительного и контролирующего характера, которые осуществляют правомочные государственные учреждения. Причем эффективность регулирования предопределяется наличием в государстве сильной законодательной, исполнительной и судебной власти [1].

Государственная политика предусматривает достижение трех основных целей, а именно:

- стимулирование структурной перестройки;
- ускорение процессов перераспределения высвобождаемых работников;
- наиболее быстрое вовлечение работников в трудовую жизнь и предоставление рабочих мест.

Очевидно, что обеспечение эффективности использования человеческих ресурсов находится в меньшей степени в сфере влияния государственных и региональных структур и в большей – в компетенции, прежде всего, работодателей.

Анализ теоретических взглядов различных отечественных и зарубежных ученых относительно решения вопроса функционирования рынка и механизма его регулирования позволил выделить следующие подходы.

Первая концепция – неоклассическое направление регулирования рынка труда. Представители данного подхода (Дж. Перри, М. Фелдстайн, Р. Холл, Д. Гилдер, А.Лаффер и др.) выступали за либерализацию экономических отношений и освобождение от государственного вмешательства в эту сферу.

Вторая концепция – кейнсианское направление регулирования занятости. По мнению Кейнса, рынок труда находится в состоянии постоянного неравновесия. Ре-

гулирование такого рынка за счет гибкости цен, ставок заработной платы невозможно, поскольку цена рабочей силы (заработная плата) жестко фиксирована. Полная занятость обеспечивается путем систематического вмешательства в экономику государства, которое, уменьшая или увеличивая совокупный спрос (объем производства), может ликвидировать существующее неравновесие на рынке труда.

На всех уровнях регулирование должно осуществляться на основе общеэкономической концепции социально-ориентированной рыночной экономики.

При разработке мер государственного регулирования рынка труда необходимо учитывать этап социально-экономического развития народного хозяйства.

На этапе экономического кризиса стратегия государства на рынке труда основывается на модели выживания и предполагает активное воздействие на спрос рабочей силы и повышение инвестиционной привлекательности регионов.

На этапе экономической депрессии стратегия государства на рынке труда направлена на поддержание сбалансированности спроса и предложения рабочей силы.

На этапе экономического оживления и подъема стратегия государства на рынке труда направлена на поддержание продуктивной модели занятости; регулирования спроса и предложения рабочей силы и ее цены с учетом перспектив социально-экономического развития региона.

Регулирование рынка труда может осуществляться и без участия государства. В таком случае говорят о "нулевом варианте" вмешательства государства в сферу занятости. Однако в чистом виде "нулевой вариант" экономического вмешательства государства в современном мире является большой редкостью и встречается в основном в условиях гражданских войн и других социальных катастроф (табл.1 – концепции государственного регулирования рынка труда).

Концепции	Области государственного регулирования рынка труда	
	Смягчение последствий безработицы	Экономическое регулирование занятости
Концепция внегосударственного обеспечения избыточных работников	Государственная система регистрации безработных и выплата им пособий	Отсутствует
Концепция смягчения последствий безработицы (низкозатратный вариант)	Ограничивается регистрацией безработных и выплатой им пособий	Отсутствует или слабо выражено. Достижение высокой и эффективной занятости указывается среди целей экономической политики, однако в действительности не относится к числу государственных экономических приоритетов высокого ранга
Концепция смягчения последствий безработицы (высокозатратный вариант)	Регистрация безработных, выплата им значительных по отношению к заработной плате и прожиточному минимуму пособий, реализация программ по переобучению кадров, социально-психологическая адаптация и трудоустройство. Лояльные требования к безработным в отношении поиска ими работы	Определенное регулирование проводится, однако достижение высокой и эффективной занятости не относится к числу важнейших приоритетов экономической политики государства
Концепция создания рабочих мест	То же, но при более жестких условиях назначения и выплаты пособий по безработице	Цели достижения высокой и эффективной занятости имеет высокий ранг в системе экономических приоритетов. Основная цель – создание рабочих мест для снижения уровня безработицы. Главное – предупреждение безработицы с помощью инструментов активной политики

Политика занятости должна быть адекватна реальному набору факторов конъюнктуры рынка труда, действующих в данной стране в конкретных условиях [3]. Следует отметить, что все меры, направленные на регулирование рынка труда и занятости, методы их реализации призваны служить одной цели – обеспечению эффективной занятости населения.

Трудности, стоящие перед социально ориентированным государством, связаны с тем, что государство должно соблюдать баланс между свободной экономикой и определенными способами воздействия на распределительные процессы в духе справедливости, "выравнивания социальных неравенств".

Одна из причин низкой эффективности политики на рынке труда – это то, что такая политика представляет собой лишь набор краткосрочных реактивных мер, в то время как решаемые проблемы имеют по-

стоянный характер и возникают регулярно, что требует постоянного внимания к ним.

Основные проблемные места современного рынка труда в России могут быть очерчены следующим образом.

1. Увеличение уровня безработицы.
2. Официальное признание того, что система социальной защиты оказалась дестимулирующей.
3. Деформация структуры занятости.
4. Рост числа легализованных мигрантов
5. Трудоустройство молодежи.

В контексте перечисленных проблем можно выделить следующие стратегии их решения:

во-первых, необходимо наладить систему комплексного информирования населения о существующих возможностях решения проблемы занятости;

во-вторых, следует проводить целенаправленную информационную работу по

нейтрализации негативных стереотипов в отношении сферы образования и трудоустройства;

в-третьих, необходимо провести переподготовку специалистов служб занятости и других профильных подразделений, непосредственно работающих с населением, направленную на развитие навыков эффективной коммуникации;

в-четвертых, способствовать повышению активности общественных организаций в области решения проблемы занятости (им доверяет достаточно большое количество населения – 10%);

в-пятых, повысить контроль над качественным составом миграционных потоков, фильтрация которых будет способствовать изменению отношения россиян к трудовым мигрантам в лучшую сторону.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Беляевский И.К.* Маркетинговое исследование: информация, анализ, прогноз: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2008.

2. *Безгребельная И. Ю.* Методические рекомендации по разработке программ занятости населения административного района: методические рекомендации. – М., 2002.

3. *Заславский И.* Узловые проблемы политики на рынке труда // Вопросы экономики. – 2007, №2.

4. *Грязнова А.Г., Чечелева Т.В.* Экономическая теория национальной экономики и мирового хозяйства (политическая экономия): Учебник / Под ред. А.Г. Грязновой. – М.: Банки и биржи, Юнити, 2008.

5. *Исмаилова Л.Э.* Факторы спроса и предложения на рынке труда, безработица и формы ее проявления // Ин-т экономики РАН – деп. ИНИОН РАН. – М., 1993. № 48284.

6. *Кашенов А.В., Сулакшин С.С., Малчинов А.С.* Рынок труда: проблемы и решения. – М.: Научный эксперт, 2008.

7. *Коровкин А.Г.* Динамика занятости и рынка труда: вопросы макроэкономического анализа и прогнозирования: Монография. – М., 2003.

8. *Семенов А. С.* Макроэкономические факторы динамики спроса на рабочую силу: методы анализа и прогноза // Ин-т макроэкономических исследований. – деп. ИНИОН РАН. – М., 1995. - С. 4. - № 51087.

9. *Якунин В.И.* Актуальные проблемы современной государственной конкурентной политики Российской Федерации // Власть. – 2007, № 5.

Рекомендована кафедрой экономической теории. Поступила 01.12.09.

**КИРИЛЛ ЕВГЕНЬЕВИЧ ПЕРЕПЕЛКИН**  
(К 80-летию со дня рождения)

Исполнилось 80 лет со дня рождения, 63 года трудовой и 56 лет научно-педагогической деятельности доктора технических наук, Почетного профессора СПГУТД и КГТУ, Заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации, действительного члена Международной, Российской и Санкт-Петербургской инженерных академий, лауреата Мемориальной медали С.Дж. Смита (S.G. Smith Memorial Medal, Great Britain), Заслуженного инженера Российской Федерации, Почетного химика Кирилла Евгеньевича Перепелкина, вся жизнь которого связана с развитием науки и производства химических волокон, текстиля и композитов на их основе. Основной его вклад как ученого – это развитие технического текстиля и текстильного материаловедения.



К.Е. Перепелкин родился 21 декабря 1929 года в Ленинграде, где в 1948 г. окончил школу рабочей молодежи, одновременно работая в лаборатории академика А.Н. Теренина в Государственном оптическом институте им. С.И. Вавилова лаборантом-механиком. В 1948 г. он поступил в Ленинградский текстильный институт им. С.М. Кирова на химико-технологический факультет. В течение пяти лет К.Е. Перепелкин активно участвовал в научной работе и был председателем Студенческого научного общества института.

В 1953 г. он окончил Ленинградский текстильный институт как инженер-технолог, в 1957 г. защитил кандидатскую, а в 1965 г. – докторскую диссертации. В 1967 г. ему было присвоено звание профессора.

С 1953 по 1983 гг. К.Е. Перепелкин работал в промышленности химических волокон, пройдя путь от младшего научного сотрудника до заместителя директора и директора Ленинградского филиала ВНИИВпроекта, а затем заместителя директора ЛенНИИ химических волокон и композиционных материалов с экспериментальным заводом; 15 лет возглавлял отдел физико-химии и материаловедения химических волокон, волокнистых и композиционных материалов на их основе; одновременно он был Главным химиком Министерства химической промышленности СССР по проблеме новых видов волокон.

В течение 1983 – 2001 гг. К.Е. Перепелкин руководил кафедрой материаловедения Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, а в настоящее время является профессором этой кафедры, одновременно активно участвуя в научно-технической деятельности в своем университете и ряде других организаций.

Разносторонние научные, инженерные интересы К.Е. Перепелкина включают проблемы физико-химии волокнообразующих полимеров, теории и технологии формирования химических волокон, технологии, получения волокнистых (текстильных) материалов технического назначения, теории и практики материаловедения волокон и волокнистых материалов, а также ряд других.

В течение всей своей трудовой деятельности К.Е. Перепелкин большое внимание уделяет разработке новых волокон и

волокнистых материалов, их изучению и внедрению результатов исследований в промышленность. Он принимал творческое участие в разработке ряда технологических процессов получения и переработки химических волокон, полупродуктов для их производства, в решении вопросов экологии. Под его руководством и при его участии создавались и изучались многие виды новых волокон, текстильных материалов и изделий со специфическими свойствами – сверхвысокомодульные и сверхпрочные, термостойкие, трудногорючие, хемостойкие, электропроводные, растворимые и др. Он – руководитель разработок отечественных фторполимерных и поливинилспиртовых волокон, материалов на их основе.

К.Е. Перепелкиным проведен большой цикл исследований в области изучения структуры и свойств химических волокон и волокнистых материалов на их основе, обобщенный им в монографиях "Физико-химические основы процессов формования химических волокон". Книга получила высокую оценку специалистов, она переведена и издана в Китае. В последние годы им подготовлена и издана книга "Химические волокна: Развитие производства, методы получения, свойства и применение", в которой обобщены мировые достижения в области химических волокон.

Большой цикл исследований проведен К.Е. Перепелкиным в области физико-химии, физики и материаловедения волокон, пленок, где особое внимание уделяется физическим подходам к расчету и прогнозированию свойств при различных эксплуатационных воздействиях. Эти работы обобщены в монографии "Структура и свойства волокон", которая также переведена и издана в Китае.

Особенно актуальны развитые им проблемы предельных свойств волокон, которые привели к развитию теории экстремальных свойств волокон и текстиля технического назначения. Им оценены теоретические и предельно-достижимые величины прочности, модуля упругости, термостойкости, хемостойкости для всех основных видов волокон, включая новые их

виды – параарамидные, углеродные, карбидные, фторуглеродные и другие. Им написана глава о российских ароматических волокнах в монографии "High Performance Fibers", изданной в 2001 г. в Великобритании.

Важным направлением исследований К.Е. Перепелкина и его учеников является создание научных основ применения химических волокон для технического текстиля композитов. На базе накопленного опыта им написана монография "Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты", изданная в 2009 г.

Значительны заслуги проф. К.Е. Перепелкина в деле подготовки научных и инженерных кадров. В числе его учеников 60 кандидатов и десять докторов наук, ряд ведущих специалистов промышленности. Впервые в стране К.Е. Перепелкин разработал новые курсы "Основы физики волокон и волокнистых материалов", а также "Эксплуатационные свойства композитов", "Эксплуатационная надежность и безопасность волокон и волокнистых материалов", "Новые волокна и текстильные материалы" и другие. Большой вклад он внес в развитие курса "Текстильное материаловедение", являющегося основополагающим для всех специалистов текстильного профиля.

К.Е. Перепелкин – крупный ученый, широко известный среди специалистов по химическим волокнам и текстильным материалам в России и за рубежом. Он имеет более 900 публикаций. Он автор и соавтор 20 монографий (четыре из них изданы за рубежом), 35 печатных научных обзоров, 75 авторских свидетельств и патентов по различным вопросам технологии и материаловедения химических волокон, текстильных и композиционных волокнистых материалов. Он активно переводит и редактирует издаваемые в нашей стране монографии и статьи отечественных и зарубежных ученых.

К.Е. Перепелкин – докладчик на нескольких десятках международных конференций и конгрессов, лектор во многих отечественных и зарубежных вузах и производственных фирмах.

Как научный консультант, а также для чтения лекций он десятки раз выезжал за рубеж – в Австрию, Болгарию, Германию, Китай, Польшу, Финляндию, Словакию, Чехию, Швецию и другие страны.

К.Е. Перепелкин активно участвует в научно-организационной и общественной работе. Он в течение многих лет является членом специализированных советов по защите докторских диссертаций Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина. С 1994 г. он член научно-технического совета "Thuringisches Institut für Textil und Kunststoff Forschung e.v." ("Тюрингский институт текстиля и пластика", Германия). Он член редакционных советов и редколлегий ряда российских и зарубежных научных журналов: "Химические волокна", "Текстильная химия" (Россия), "Chemical Fibers International" (Германия), "Fibers and Textiles in Eastern Europe" (Польша), Journal of Natural Fibers (США), "Fibers and Textiles" (Словакия), Вестника Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна.

Высокая квалификация и заслуги проф. К.Е. Перепелкина высоко оценены не только в России, но и за рубежом. Он награжден орденом "Знак Почета", единственный из российских ученых удостоен Международной медали С. Дж. Смита (S.G. Smith Memorial Medal, Great Britain)

за исследования в области волокнообразующих полимеров, теории и технологии производства химических волокон, их изучения и переработки. Он член Всемирного текстильного института (Manchester, Great Britain).

К.Е. Перепелкин не только известный ученый, талантливый инженер и педагог, но и прекрасный организатор, руководитель и воспитатель, пользующийся большим авторитетом у товарищей, коллег и учеников. В нем сочетаются любовь к труду, доброта, желание помочь людям – с высокой принципиальностью, требовательностью к себе и другим, нетерпимостью к недостаткам. Он пользуется большим уважением в коллективах исследовательских организаций, вузов, связанных с проблемами химических волокон и волокнистых материалов.

Нелегкими были для К.Е. Перепелкина прошедшие 80 лет: в детстве он потерял отца и почти всех близких родных, сам был репрессирован в тридцатые годы, и со школьной скамьи должен был зарабатывать на жизнь и рассчитывать только на свои силы. Но присущие ему трудолюбие, жизнерадостность и активность позволили добиться многого.

Поздравляя Кирилла Евгеньевича с юбилеем, друзья, коллеги, ученики сердечно желают ему крепкого здоровья, долголетия, счастья и новых творческих достижений.

**Товарищи, коллеги и ученики.**

**Редколлегия и редакция журнала " Известия вузов. Технология текстильной промышленности".**

**ПРОФЕССОРУ ЛЮДМИЛЕ ПРОКОПЬЕВНЕ РОВИНСКОЙ – 75 ЛЕТ**

19 декабря 2009 года исполнилось 75 лет почетному работнику высшего профессионального образования, доктору технических наук, профессору Людмиле Прокопьевне Ровинской.

Л.П. Ровинская родилась в селе Ковда Мурманской области, а детство провела в г. Лоухи Карело-Финской АССР. Во время Великой Отечественной войны она была эвакуирована на Урал, а в 1944 г. вернулась в Карелию, в г. Беломорск.

В 1952 г. Людмила Прокопьевна поступила в Ленинградский текстильный институт им. С.М. Кирова на швейно-трикотажный факультет на специальность "Трикотажное производство". По окончании вуза в 1957 г. она была направлена на Азовскую чулочную фабрику, где за 5 лет прошла путь от помощника мастера до инженера планово-производственного отдела.

В 1962 г. по приглашению проф. Л.С. Мартынова Людмила Прокопьевна поступила в аспирантуру ЛИТЛП им. С.М. Кирова и защитила диссертацию, посвященную проектированию параметров трикотажа жаккардовых переплетений, которая до сих пор считается образцом научно-методического подхода к задачам подобного рода.

С 1966 до 1969 гг. Л.П. Ровинская работала начальником технологического отдела Специального проектно-конструкторского бюро трикотажной промышленности, а 1 марта 1969 г. переходит в ЛИТЛП С.М. Кирова на должность ассистента кафедры технологии и оборудования трикотажного производства.

За последующие 40 лет, проведенные в стенах вуза, Людмила Прокопьевна воспитала одного доктора и 15 кандидатов наук, написала 13 книг, пользующихся широкой известностью в российской высшей школе,

получила 24 патента, а полный список ее научно-методических трудов включает 165 работ.

В 1989 г. Л.П. Ровинская защитила докторскую диссертацию, посвященную теоретическим основам ресурсосберегающих технологий в трикотажном производстве, а в 1992 г. ей присвоено ученое звание профессора. Под руководством Л.П. Ровинской разработаны прогрессивные технологические процессы производства трикотажа чулочного, бельевого и медицинского назначения, освоены новые виды нитей, ранее не применяющиеся для вязания, сформулированы принципиальные подходы к разработке полотен пониженной материалоемкости без утраты эксплуатационных характеристик. В последние годы Людмила Прокопьевна активно работает в области создания сетчатых полотен для эндопротезов.

Л.П. Ровинская широко известна коллегам и как видный организатор науки: с 1989 по 1999 гг. она была ученым секретарем межвузовской научно-технической программы Госкомитета СССР по науке и технике "Перспективные материалы и изделия легкой промышленности", с 1999 по 2004 гг. – ученым секретарем раздела "Новые изделия текстильной и легкой промышленности" подпрограммы "Новые материалы", входящей в межвузовскую научно-техническую программу Минобразования Российской Федерации "Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники", 5 лет была членом диссертационного совета по специальности "Технология текстильных материалов", а в 1982 – 1984 гг. заведовала кафедрой трикотажного производства. Сейчас Л.П. Ровинская – член редколлегии журналов "Технология текстильной промышленности" и "Технология лег-

кой промышленности" (серия "Известия вузов").

Но, в первую очередь, проф. Л.П. Ровинская – замечательный педагог, готовый помочь ученику, не считаясь с личным временем. Хочется добавить, что помимо

сотен инженеров Людмила Прокопьевна воспитала двоих детей и четырех внуков, которыми она может по праву гордиться.

Желаем Людмиле Прокопьевне здоровья, бодрости, способных учеников, реализации творческих планов!

**Ректорат Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна.**

**Кафедра технологии и художественного проектирования трикотажа СПГУТД.**

**Редколлегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности".**

СОДЕРЖАНИЕ

**Текстильное материаловедение**

<i>Кудряшов А.Ю., Кокишаров С.А., Пашин Е.Л.</i> Влияние селекционного сорта, способа получения тресты и зоны по длине стебля на изменчивость химического состава льняного волокна .....	3
<i>Лисиенкова Л.Н.</i> Исследование деформационных свойств костюмных тканей методом пространственного растяжения .....	6
<i>Китаев Е.С., Кирюхин С.М., Серета Н.Г., Кричевский Г.Е.</i> Установка для оценки характеристик горючести текстильных материалов .....	8
<i>Шустов Ю.С., Трушин В.С.</i> Установление требований к сертификации текстильных искусственных покрытий .....	11
<i>Павлов С.В., Алеева С.В.</i> Определение соотношения полиэфирных и льняных волокон в пряже на основе цветовых измерений .....	14

**Первичная обработка. Сырье**

<i>Киселев М.В.</i> Интегрированные критерии дробления комплекса льняного волокна .....	17
<i>Лебедев Д.А., Корабельников А.Р., Ширяев К.Е., Корабельников Р.В.</i> Нелинейная модель воздействия на сорную частицу при очистке волокна .....	20
<i>Юнусов Р.Ф.</i> Общая методика решения задачи напряженно-деформированного состояния сырцового валика пильного джина .....	24
<i>Иброгимов Х.И., Сафаров М.М.</i> Теплофизические свойства перспективного длинноволокнистого сорта хлопка-сырца разновидности 9326-В .....	28
<i>Саилов Р.А.</i> Влияние процесса хранения на послеуборочное состояние хлопка-сырца .....	31

**Прядение**

<i>Пестовская Е.А.</i> Влияние прочности льняной ровницы на структурную неровноту чистольняной пряжи .....	35
<i>Столяров А.А.</i> Усовершенствование крутильно-мотального устройства с катящимся бегунком ...	40

**Ткачество**

<i>Сабитова Л.В., Смирнова Т.В.</i> Влияние многократной перемотки нитей основы на их физико-механические свойства .....	43
<i>Николаев С.Д., Рыбаулина И.В.</i> Расчет свойств фильтровальной ткани на основе линейной теории фильтрации .....	46

**Отделка**

<i>Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В., Циркина О.Г.</i> Заключительная отделка гидрофобных тканей. Решение проблем пропитки и фиксации аппрета .....	50
<i>Епишкина В.А., Целмс Р.Н., Спицкий С.В., Киселев А.М.</i> Экологически адаптированная технология крашения и отделки декоративных и мебельных тканей .....	55
<i>Шибашова С.Ю.</i> Изучение кинетики разложения пероксида водорода в условиях низкотемпературного беления .....	59

**Трикотажное производство**

<i>Капралов В.В., Ситникова И.Н., Никифорова Е.Н.</i> Особенности расчета натяжения нити на трикотажных машинах с активной подачей .....	62
--	----

**Швейное производство и дизайн**

<i>Юнь Ло, Кузьмичев В.Е.</i> Исследование закономерностей согласования линий проймы и оката втачных рукавов в женской одежде .....	65
---	----

## Автоматизация технологических процессов

<i>Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К.</i> Исследование резонансного преобразователя сигнала полевого датчика механизма контроля текстильного продукта .....	70
---	----

## Экология и промэнергетика

<i>Сажин Б.С., Кочетов О.С., Комарова О.В., Апарушкина М.А.</i> Исследование эффективности звукоизоляции ограждающих конструкций трикотажных машин .....	74
--	----

## Информационные технологии

<i>Рыжкова Е.А., Ходаков А.С.</i> Построение алгоритма отгрузки готовой продукции текстильного предприятия .....	78
--	----

## Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Румянцева И.А., Пашин Е.Л.</i> Система поддержки принятия решений при переработке льняной тресты .....	80
<i>Ефимова О.Г., Кротова Е.А.</i> Разработка экспресс-метода оценки стойкости к истиранию обивочных материалов .....	82
<i>Барашкова Н.Н., Кряжкин В.Н., Гусев Б.Н.</i> Определение оптимальной материалоемкости хлопчатобумажных тканей в формируемой ассортиментной группе .....	84
<i>Снежков С.В., Розанов А.С., Панин А.И.</i> Разработка малоотходных технологий выработки технических сукон .....	85
<i>Асланова Л.О.</i> Методические аспекты государственного регулирования рынка труда в социально ориентированной экономике .....	87
Кирилл Евгеньевич Перепелкин (К 80-летию со дня рождения) .....	91
Профессору Людмиле Прокопьевне Ровинской – 75 лет .....	94

## CONTENTS

### Textile Materials

<i>Kudryashov A.Yu., Koksharov S.A., Pashin E.L.</i> Influence of the Selection Grade, Method of Obtaining Flax and Zones along the Length of the Stalk on the Variability of Chemical Composition of Linen Fibre .....	3
<i>Lisienkova L.N.</i> Study of the Deformation Properties of Suit Fabrics by the Method of Dimensional Stretching .....	6
<i>Kitaev E.S., Kiryukhin S.M., Sereda N.G., Krichevskiy G. E.</i> The Device for Evaluating Flammability Properties of Textile Materials .....	8
<i>Shustov Y.S., Trushnin V. S.</i> The Establishment of Requirements for the Certification of Artificial Textile Covers .....	11
<i>Pavlov S.V., Aleeva S.V.</i> Determination of the Composition of Fibres of Different Origin in the Yarn on the Basis of Colour Measurements .....	14

### Preliminary Treatment. Raw Materials

<i>Kiselev M.V.</i> Integrated Criteria of Crushing of Flax Fibre Complex .....	17
<i>Lebedev D.A., Korabelnikov A.R., Shiryayev K.E., Korabelnikov R.V.</i> Nonlinear Model of Impact on an Impurity Particle during Fibre Cleaning .....	20
<i>Yunusov R. F.</i> A General Method of Solving the Problem of Stressed and Deformed Condition of Raw Material Roller of Saw Jin .....	24
<i>Ibrogimov H.I., Safarov M.M.</i> Thermophysical Properties of Prospective Long-Threaded Kind of Raw Cotton, 9326-B .....	28
<i>Sailov R. A.</i> The Influence of Storage Process on Post-Harrest Cotton Condition .....	31

### Spinning

<i>Pestovskaya E.A.</i> The Influence of Flax Rove Strength on Structural Irregularity of Pure Linen Yarn .....	35
<i>Stolyarov A.A.</i> An Improvement of Twisting-Winding Device with Rolling Traveler .....	40
<b>Weaving</b>	
<i>Sabitova L.V., Smirnova T.V.</i> The Influence of Repeated Warp Threads Rewinding of their Physico-Mechanical Properties .....	43
<i>Nikolaev S.D., Rybaulina I.V.</i> Computation of Filtered Cloth Properties Based on the Linear Theory of Filtration .....	46
<b>Finishing</b>	
<i>Vladimirtseva E.L., Sharnina L.V., Tsirkina O.G.</i> Finishing of Hydrophobic Fabrics. Problems of Finish Impregnation and Fixation .....	50
<i>Epishkina V. A., Tselms R.N., Spitskiy S.V., Kiselev A.M.</i> Ecologically Adapted Technology of Dyeing and Finishing of Decorative and Furniture Fabrics .....	55
<i>Shibashova S.Yu.</i> Study of Decomposition Kinetics of Hydrogen Peroxide at Low-Temperature Bleaching Conditions .....	59
<b>Knitting</b>	
<i>Kapralov V.V., Sitnikova I.N., Nikiforova E.N.</i> Features of Calculation of the Tension of a Thread by Knitted Machine Tools with Active Feeding .....	62
<b>Sewing and Design</b>	
<i>Lou Jung, Kuzmichev V. E.</i> Investigation of Alignment Armhole and Sleeve-In Cup Lines in Women's Wear .....	65
<b>Automation of Technological Processes</b>	
<i>Razumova E.F., Rastorguev A.K.</i> Study of a Resonance Transformer of Field Gauge Signal in the Mechanism of Textile Product Checkup .....	70
<b>Ecology and Industrial Heat Engineering</b>	
<i>Sajin B.S., Kochetov O.S., Komarova O.V., Aparushkina M. A.</i> Study of the Effectiveness of Soundproofing of Enclosure Constructions for Knitting Machines .....	74
<b>Information Technologies</b>	
<i>Ryzhkova E.A., Khodakov A.S.</i> Building of an Algorithm for Unloading of Ready Product of a Textile Enterprise .....	78
<b>Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items</b>	
<i>Rumyantseva I.A., Pashin E.L.</i> The System of Support of Decision-Making in the Processing of Linen Stalks .....	80
<i>Efimova O.G., Krotova E.A.</i> Development of an Express Method for Evaluating the Resistance of Upholstery Materials to Abrasion .....	82
<i>Barashkova N.N., Kryazhkin V.N., Gusev B.N.</i> Evaluation of the Optimum Materials-Output Ratio for Cotton Fabrics Attributed to an Individual Product Line Group under Formation .....	84
<i>Snezhkov S.V., Rozanov A.S., Panin A.I.</i> Development of Low Waste Technologies for Technical Cloths Output .....	85
<i>Aslanova L.O.</i> Role and Estimation of Efficiency of State Regulation of the Labour Market in Socially Focused Economy .....	87
<i>Kirill Evgen'evich Perepelkin (To the 80-th Anniversary)</i> .....	91
<i>75-th Anniversary of Professor Lyudmila Prokop'evna Rovinskaya</i> .....	94

*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](mailto:ttp@igta.ru)

\* \* \*

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.