

Министерство образования
Российской Федерации

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

№ 4-5 (268)
2002

Соответствие визированному
э.с.м.л.ру подтверждаю

Директор типографии Тол
"26" марта 2002

Издание Ивановской государственной текстильной академии

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *В.В. ЗРЮКИН.*

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

Члены редколлегии: *Х.А. АЛИМОВА, Н.М. АШНИН, В.Н. БЛИНИЧЕВ, Р.З. БУРНАШЕВ, В.В. ВЕСЕЛОВ, В.Ф. ГЛАЗУНОВ, А.Ф. ДАВЫДОВ, В.М. ЗАРУБИН, С.М. КИРЮХИН, А.Б. КОЗЛОВ, В.Н. КРОТОВ, Г.К. КУЗНЕЦОВ, Н.В. ЛУСТГАРТЕН, В.В. ЛЮБИМЦЕВ, И.А. МАРТЫНОВ, Р.Г. МАХКАМОВ, Б.Н. МЕЛЬНИКОВ, Ю.В. ПАВЛОВ, Е.Л. ПАШИН, К.М. ПИРОГОВ, Л.П. РОВИНСКАЯ, В.Е. РОМАНОВ, А.Г. СЕВОСТЬЯНОВ, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, А.В. СЕНАХОВ, В.И. ТЕРЕНТЬЕВ, Н.Н. ТРУЕВЦЕВ, В.А. УГЛОВ, В.Д. ФРОЛОВ, И.Г. ЦИТОВИЧ, Л.П. ШЕРШНЕВА, В.П. ЩЕРБАКОВ, Ф.Н. ЯСИНСКИЙ.*

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ.*

*Адрес редакции: 153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21.
Тел.: (0932) 35-78-87. Факс: (0932) 415088.
E-mail: root@igta.asinet.ivanovo.su
http://education.ivanovo.ru/IGTA*

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.12.2002. Подписано в печать 30.12.2002. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 20,46 усл.-печ. л.; 20,71 усл. кр.-отт.; 30,08 уч.-изд. л. Заказ 2607.

Тираж 450 экз.

Ивановская областная типография Министерства Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
153008, г. Иваново, ул. Типографская, 6.
E-mail: 091-018@adminet.ivanovo.ru

**БЕНЧМАРКИНГ:
ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ
К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Н.К. ТЕМНОВА

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Для наиболее полного использования коммерческого потенциала на основе достижения конкурентоспособности нами предлагается использовать бенчмаркинг. Его принципиальное отличие от других известных способов оценки конкурентоспособности заключается в том, что бенчмаркинг предусматривает выработку стратегии следования за лидером.

Одной из важнейших составляющих практического бенчмаркинга конкурентоспособности продукции является ее оценка на основе сравнения. Это относится к прямому анализу показателей, определяющих конкурентоспособность сравниваемой продукции. Расширенный бенчмаркинг предусматривает последующую оценку конкурентоспособности продукции с позиций потребителя, а также с позиций производителя, что позволяет определить положение, позиции анализируемой продукции по отношению к товару-лидеру или фирме-лидеру на данном сегменте рынка.

С целью оценки конкурентоспособности продукции была выбрана ниточная продукция текстильных предприятий, в значительной степени относящаяся к продукции делового рынка, так как 70% ее потребления обеспечивают предприятия-производители продукции легкой промышленности и других отраслей.

Анализ рынка ниток показывает, что в Северо-Западном регионе вырабатывается около 80% всей ниточной продукции России. причем это производство сосредоточено в Санкт-Петербурге и обеспечивается тремя прядельно-ниточными комбината-

ми. Отметим, что для представления сущности бенчмаркинга как метода оценки конкурентоспособности не имеет принципиального значения ни вид оцениваемой продукции, ни уточненные названия анализируемых предприятий. Поэтому, представляя результаты практически проведенных исследований, условно обозначим предприятия как А и В.

Лидирующее положение занимает предприятие А, на долю которого в настоящее время приходится более 60% рынка. Другое ведущее предприятие – предприятие В, у которого доля рынка более 25%. Эти комбинаты с давней историей и традициями в плановой экономике распределяли между собой ассортимент выпускаемых ниток, не дублируя его. В настоящее время предприятие В разделяет с предприятием А большую часть ассортимента и, следовательно, испытывает жесткую конкуренцию на рынке товаропроизводителей.

Для расширения коммерческих возможностей предприятия В нами проведена бенчмаркинговая оценка конкурентоспособности ниточной продукции по отношению к аналогичной продукции фирмы-лидера на данном сегменте рынка.

С этой целью осуществлен экспертный опрос специалистов отделов маркетинга, сбыта, технического контроля предприятий В и А, а также одного из потребителей ниток – швейной фабрики «Большевичка».

Оценка конкурентоспособности ниточной продукции производилась по показателям, приведенным в табл.1.

Наименование интегрального показателя	Наименование единичного показателя
Качество	Удельная разрывная нагрузка Разрывное удлинение
Отпускная цена	Цена за бобину
Сервисное обслуживание	Паковка Цветовая гамма Условия платежа
Маркетинговое обеспечение	Затраты на рекламу Рекламные виды деятельности Упаковка

Комплексную оценку конкурентоспособности ниток определяли по формуле

$$K_i = (aQ_i + bM_i + kC_i) / Ц_i, \quad (1)$$

где K – комплексный показатель конкурентоспособности ниток; Q – относительный показатель качества продукции; M – относительный показатель маркетингового обеспечения; C – относительный показатель сервисного обслуживания; $Ц$ – относительный показатель цены продукции; a, b, k – весомость относительных показателей конкурентоспособности продукции соответственно; i – вид продукции; $i = 1 \dots n$.

Оценку комплексного показателя производили на основе относительных показателей и их весомости, что позволило получить стандартизованные значения показателей, не зависящие от их размерности.

Относительные показатели рассчитывали по формулам

$$d_{ij} = P_{ij} / P_{ij}^b, \quad (2)$$

$$d_{ij} = P_{ij}^b / P_{ij}, \quad (3)$$

где d – значение относительного показателя конкурентоспособности оцениваемой продукции; P_{ij} и P_{ij}^b – значение натурального показателя конкурентоспособности оцениваемой продукции и базового образца соответственно; j – показатель для оценки конкурентоспособности продукции; $j = 1 \dots m$.

В целях оценки конкретного относительного показателя из формул (2) и (3) выбиралась та, при которой его увеличение соответствовало увеличению конкурентоспособности продукции.

Итоговый относительный показатель D рассчитывался с учетом его весомости, определяемой на основе мнений экспертов по формуле

$$D = \sum a_{ij} d_{ij}, \quad (4)$$

где a – весомость показателя оценки конкурентоспособности продукции.

Проанализируем результаты оценок экспертов по предлагаемым показателям конкурентоспособности ниток.

Относительный показатель качества швейных ниток рассчитывали по единичным показателям качества: удельной разрывной нагрузке и разрывному удлинению с учетом специфики ассортимента ниток и цветовой гаммы. Так, относительный показатель удельная разрывная нагрузка определяли по формуле (2); показатель разрывное удлинение для лавсановых ниток – по формуле (2), а для ниток с содержанием хлопка – по формуле (3), что отражает физический смысл анализируемых показателей.

Для расчета интегрального относительного показателя единичным относительным показателям экспертами были присвоены следующие весовые коэффициенты: удельная разрывная нагрузка 0,70; разрывное удлинение 0,30.

Результаты расчета интегрального и единичных относительных показателей качества ниток представлены в табл. 2.

Таблица 2

Этикетный номер ниток	Относительный показатель – удельная разрывная нагрузка		Относительный показатель – разрывное удлинение		Интегральный относительный показатель		Среднее значение интегрального показателя
	белые	цветные	белые	цветные	белые	цветные	
36ЛХ	1,128	1,118	1,020	0,982	1,095	1,077	1,086
44ЛХ	1,011	1,016	0,946	0,908	0,991	0,983	0,987
65ЛХ	0,979	1,026	0,995	1,017	0,996	1,023	1,003
100ЛХ	0,982	0,975	1,144	0,980	1,030	0,977	1,004
150ЛХ	0,975	0,973	1,278	1,102	1,066	1,012	1,039
200ЛХ	1,004	1,013	1,077	0,987	1,025	1,005	1,015
35ЛЛ	1,027	1,020	0,971	0,923	1,010	0,991	1,001
45ЛЛ	1,041	1,001	1,020	0,980	1,035	0,994	1,014
70ЛЛ	1,086	1,102	0,971	0,935	1,051	1,062	1,057
200ЛЛ		0,971		0,968		0,960	0,961
40ЛШ	0,986	0,998	1,049	1,036	1,005	1,009	1,008
30ЛШ	0,739	0,773	1,014	1,020	0,821	0,847	0,834
86Л	1,135	1,077	0,892	1,065	0,794	1,073	0,934
60/ЗХБ	0,994	1,012	1,043	1,0	1,009	1,008	1,009

Интегральный относительный показатель сервисного обслуживания рассчитывался на основе таких единичных показателей, как паковка, цветовая гамма, условия платежа. Необходимо отметить, что при оценке конкурентоспособности продукции показатели именно этой группы имеют решающее значение для покупателя. Так, ниточная продукция анализируемых комбинатов может быть представлена паковками следующей длины намота: 200, 500, 1000, 2500, 5000, 7000 и 8000 м. По виду паковка может быть конической формы с обычным рисунком намота (предприятие В) или современным крестовидным рисунком (предприятие А), полученным после перемотки на машине Хакоба. Цветовая гамма определена для хлопколавансовых (ЛХ) и лавсан-лавсановых

(ЛЛ) ниток отдельно на основе карты цветов, включающей более 100 цветооттенков. При оценке сервиса по условиям платежа анализировались варианты полной или частичной предоплаты, отсрочки платежа, взаимозачетов, бартера, оплаты ценными бумагами.

С учетом мнений экспертов определены весомость и расчетные значения относительных единичных показателей. Для итоговой оценки конкурентоспособности ниток по показателю сервисного обслуживания были приняты следующие весовые значения: паковка 0,30; цветовая гамма 0,30; условия платежа 0,40.

Результаты расчетов интегрального и единичных относительных показателей сервисного обслуживания приведены в табл. 3.

Таблица 3

Этикетный номер ниток	Паковка	Цветовая гамма	Условия платежа	Интегральный относительный показатель
36ЛХ	1,0	1,090	1,002	1,0
44ЛХ	1,825	1,090	1,951	1,825
65ЛХ	1,0	1,090	1,002	1,0
100ЛХ	1,0	1,090	1,002	1,0
150ЛХ	1,095	1,090	1,039	1,095
200ЛХ	1,762	1,090	1,231	1,762
35ЛЛ	1,825	1,532	1,382	1,825
45ЛЛ	2,048	1,532	1,449	2,048
70ЛЛ	2,486	1,532	1,580	2,486
200ЛЛ	0,714	1,532	1,049	0,714
40ЛШ	1,0	1,090	1,135	1,0
30ЛШ	3,286	1,090	1,820	3,286
60/ЗХБ	1,0	1,090	1,002	1,0

Для оценки интегрального относительного показателя маркетингового обеспечения анализировались такие показатели, как затраты на рекламу, рекламные виды деятельности, а именно наличие рекламы в Internet, интенсивность участия в региональных ярмарках и выставках, а также

упаковка. Показатели этой группы определялись не по анализируемому ассортименту, а в целом по продукции предприятия.

Результаты расчета единичных относительных показателей маркетингового обеспечения сведены в табл.4.

Таблица 4

Наименование единичного показателя	Весомость	Значение относительного показателя
Затраты на рекламу	0,27	2,50
Рекламные виды деятельности, в том числе наличие рекламы в Internet	0,53	0,811
интенсивность участия в региональных ярмарках и выставках	0,47	-
Упаковка, в том числе бумажная полиэтиленовая	0,53	-
	0,20	0,37
	0,37	-
	0,63	-

Итоговый интегральный относительный показатель маркетингового обеспече-

ния с учетом весомости единичных показателей составил:

$$2,50 \cdot 0,27 + 0,811 \cdot 0,53 + 0,37 \cdot 0,20 = 1,179.$$

Для расчета относительного показателя «отпускная цена» в качестве базы для сравнения принималась отпускная цена ниток, изготавливаемых фирмой-лидером – предприятием А. Комплексный показатель конкурентоспособности ниток рассчитывался на основе интегральных отно-

сительных показателей и их весомости: качество 0,50; сервисное обслуживание 0,20; маркетинговое обеспечение 0,30.

Результаты расчета показателя конкурентоспособности ниток по сравнимому ассортименту представлены в табл. 5.

Таблица 5

Этикетный номер ниток	Качество	Сервисное обслуживание	Маркетинговое обеспечение	Отпускная цена	Конкурентоспособность
36ЛХ	1,086	1,0	1,179	0,922	1,189
44ЛХ	0,987	1,825	1,179	0,867	1,398
65ЛХ	1,003	1,0	1,179	0,885	1,192
100ЛХ	1,004	1,0	1,179	0,861	1,226
150ЛХ	1,039	1,095	1,179	0,927	1,178
200ЛХ	1,015	1,762	1,179	0,935	1,298
35ЛЛ	1,001	1,825	1,179	0,928	1,314
45ЛЛ	1,014	2,048	1,179	0,908	1,399
70ЛЛ	1,057	2,486	1,179	0,966	1,428
200ЛЛ	0,961	0,714	1,179	0,991	0,977
40ЛШ	1,008	1,0	1,179	0,875	1,209
30ЛШ	0,834	3,286	1,179	1,062	1,345
60/ЗХБ	1,009	1,0	1,179	0,953	1,110

Итоговый комплексный показатель конкурентоспособности сравнимой продукции рассчитывали по формуле

$$K = (\sum K_i V_i) / V, \quad (5)$$

где V – стоимость реализованной продукции, тыс. руб.

Комплексный показатель конкурентоспособности сопоставимого ассортимента ниток составил 1,24; эталонное значение показателя аналогичной продукции фир-

мы-лидера 1,0. Это говорит о превосходстве анализируемой продукции, выпускаемой предприятием В, над продукцией предприятия А по всем показателям конкурентоспособности и, в первую очередь, по расширенному перечню предоставляемых сервисных услуг, маркетинговому обеспечению и цене.

ВЫВОДЫ

1. Полученные результаты оценки конкурентоспособности ниточной продукции могут быть использованы специалистами маркетинговой и экономической службы в качестве информации для оценки конкурентных позиций продукции на рынке, при

выработке маркетинговой стратегии, составлении планов производства и продаж.

2. Для более полного использования коммерческого потенциала, например, предприятия В, на рынке текстильных изделий и достижения лидирующих позиций в конкурентоспособности считаем целесообразным продолжение применения практического бенчмаркинга и проведения оценки конкурентоспособности ниточной продукции с позиций потребителя, а также с позиций производителя.

Рекомендована кафедрой организации и управления. Поступила 31.05.02.

УДК 677-1.08

МОТИВАЦИЯ ОПЛАТЫ ТРУДА В ТЕКСТИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ИЗДЕРЖЕК ПРОИЗВОДСТВА

О.Б. УЛЬЯНОВА

(Краснодарский филиал Ивановской государственной текстильной академии)

В рыночных условиях для текстильного предприятия, на наш взгляд, актуальной становится проблема внедрения продуктовой организационной структуры, позволяющей достигать лучшей согласованности действий коллектива, и, как следствие, удовлетворения запросов заказчика.

Ранее в [1] в качестве стержня продуктовой структуры текстильного предприятия предлагалось использовать ассортиментную линию, представляющую обособленную технологическую цепочку производства с законченным циклом, предназначенную для изготовления ткани конкретной ассортиментной группы. Организация технологического комплекса в таком виде позволяет более эффективно управлять издержками производства за счет упрощения учета.

Ориентация фирмы на массовый выпуск однородной продукции, унификация ассортимента позволяют снизить производственные затраты, цену ткани и за счет этого укрепить свои позиции на рынке сбыта, что увеличивает преимущества в конкурентной борьбе. Такая стратегия становится эффективной, если ценовая конкуренция является главной, выпускаемая продукция однородна по ассортименту и качеству; покупателями ее являются в основном крупные швейные фабрики, при массовых закупках получающие существенные экономические выгоды.

На примере текстильного предприятия, работающего в условиях продуктовой структуры, нами предлагается к исследованию один из факторов снижения издержек производства продукции, выраженный через мотивацию оплаты труда, суть кото-

рой заключается в тенденции к индивидуализации установления заработной платы.

Индивидуализация установления заработной платы достигается прежде всего за счет применения гибких систем и новых подходов к ее формированию.

В условиях предпринимательской деятельности предприятия нашей страны перешли от тарифов к сдельной расценке, позволяющей комплексно учитывать труд работника.

Рассмотрим методику расчета фонда оплаты труда в условиях текстильного производства, основанную на критериях выполнения заказа в установленные сроки с обеспечением требований качества.

Оплату труда целесообразно разделить на две части: 1) оплата за выработку продукта $K_{\text{ритм}}$ по переходам прядильного, ткацкого и отделочного отделов в сроки и планируемые объемы выпуска $K_{\text{вып}}$; 2) оплата за создание потребительских свойств $U_{\text{перех}}$ на соответствующем переходе в соответствии с требованиями стандарта.

Здесь $K_{\text{ритм}}$ – коэффициент ритмичности, характеризующий непроизводительные потери от простоев по причине отсутствия полуфабрикатов на предыдущем переходе согласно расчетной сопряженности оборудования и рассматриваемый как процент простоев по причине отсутствия полуфабрикатов; $K_{\text{вып}}$ – коэффициент объема выпуска (вводится с целью контроля ежедневного объема выработки, что позволяет отслеживать выполнение заказа в установленные сроки); $U_{\text{перех}}$ – издержки за выработанную нестандартную продукцию, удерживаемые из фонда заработной платы того перехода, по причине которого про-

изведен брак; после чего осуществляется распределение фонда заработной платы.

Возьмем за единицу расчета фонд оплаты, рассчитанный на один метр готовой ткани по трем производствам в калькуляции себестоимости (А – фонд оплаты прядильного отдела; В – ткацкого; С – отделочного).

$A+B+C$ = фонд оплаты на один метр (калькуляция себестоимости 1м ткани).

Рассмотрим методологию предлагаемого расчета фонда заработной платы на примере прядильного отдела для каждого перехода:

ФОНД "А" – фонд оплаты прядения.

Фонд заработной платы между сменами рассчитан пропорционально объему выпуска заказа по сменам.

ФА1 – фонд оплаты смены №1.

ФА2 – фонд оплаты смены №2.

ФА3 – фонд оплаты смены №3.

Фонд заработной платы между переходами прядения распределен пропорционально рассчитанной трудоемкости переходов.

Расчет технологической трудоемкости для трепального, чесального, ленточного, прядильного переходов производится следующим образом:

$$T=1000K_3P_{\text{об}}N_{\text{обс}} \quad (1)$$

или

$$T=1/P_{\text{тр}}= \text{ч работы}/В,$$

где K_3 – коэффициент загрузки оборудования; $P_{\text{об}}$ – производительность оборудования; $N_{\text{обс}}$ – норма обслуживания; $P_{\text{тр}}$ – производительность труда; В – выработка перехода.

Т а б л и ц а 1

Фонд А1	Трудоемкость перехода	Фонд заработной платы перехода	Корректировка фонда		
			$K_{\text{вып}}$, %	$K_{\text{ритм}}$, %	к выплате
Разрыхлительно-трепальный	0,243	0,243А1	100	100	0,243А1
Чесальный	0,247	0,247А1	100	100	0,247А1
Ленточный	0,253	0,253А1	100	98	0,248А1
Прядильный	0,257	0,257А1	98	98	0,247А1

В табл.1 приведен пример расчета фонда заработной платы одной смены по переходам (предоставленные цифры являются

фактической трудоемкостью джинсового комплекса ЗАО "Югтекс" и сведены в табл. 2).

Таблица 2

Профессии основных рабочих	Явочная численность	Норма обслуживания оборудования одним рабочим	Производительность единицы оборудования, кг/ч·м/ч	K_{po}	Коэффициент загона	Эффективный фонд времени	Сменность, см	Количество машин в заправке	Технологическая трудоемкость при выработке 1 т пряжи чел./ч на 1 т	Трудоемкость технологической	Объемы выпуска в тоннах, тыс. пог. м	Заработная плата в у.е.	Примечание
Оператор трепальных машин	4	2	180	1	1,059	8000	4	2	2,94	2,52	3177	135	1
Оператор чесальных машин	4	14	25	1	1,04	8000	4	16	2,6	2,56	3120	135	2
Оператор ленточных машин	4	2	380,6	1	1,015	8000	4	2	2,67	2,63	3045	150	3
Прядильница RITER	4	2	180	1	1,000	8000	4	2	2,67	2,67	3000	150	4
Оператор сновальных машин	1,5	1	1600	0,9954		3211	1	1	0,628	0,625	5137,6	120	
Оператор шпихтовальных машин	4		642,2	0,9997		8000	4	1	1,46	1,56	5137,5	180	
Ткач станка Зульцер Рюти Р7100	8		19,5	1		8000	4	16	6,41	6,4	642,5	190	Коеф. 1,16
Помощник мастера ткацкого станка	4		19,5	1		8000	4	3,2	3,2	2500	210		
Красильщик основ "Деним"	4		642,2	1		8000	4	1,56	1,56				

В табл. 1:

Разрыхлительно-трепальный переход:

– трудоемкость = 0,243 рассчитана по формуле (1);

– фонд оплаты этого перехода определен как произведение фонда оплаты смены на трудоемкость перехода: $\Phi A1_{\text{треп}} = 0,243A1$;

– фактический $K_{\text{вып}}$ составил 100%, так как ежемесячно выполнялось задание;

– фактический $K_{\text{ритм}}$ составил 100%, так как простоев по причине отсутствия полуфабрикатов не произошло.

Чесальный переход рассчитан аналогично трепальному.

Для ленточного перехода фонд заработной платы рассчитывается следующим образом:

– трудоемкость = 0,253 – расчет по формуле (1);

– фонд заработной платы перехода определен произведением фонда оплаты смены на трудоемкость перехода $0,253A1$;

– $K_{\text{ритм}}$ составил 98%, так как простои из-за отсутствия полуфабрикатов по факту равнялись 2%;

– $K_{\text{вып}}$ по факту составил 100% за счет сверхурочной работы.

В целом фонд заработной платы ленточного перехода

$$\Phi A1_{\text{лент}} = 0,253A1 \cdot 100 \cdot 98 = 0,248A1.$$

Прядильный переход рассчитан аналогично ленточному.

Таким образом, формула определения фонда оплаты перехода имеет вид:

$$\Phi_{\text{зп/перехода}} = ((T_{\text{перех}} A_{\text{смены}}) - U_j) K_{\text{вып}j} \cdot K_{\text{ритм}j}, \quad (2)$$

где $T_{\text{перех}}$ – рассчитанная трудоемкость перехода (формула (1)); $A_{\text{смены}}$ – фонд оплаты смены; U_j – издержки качества j -го перехода.

Далее выведем формулу определения оплаты всего прядильного отдела (трепальный + чесальный + ленточный + прядильный):

$$\Phi A_{\text{факт}} = (\Phi A - U_{\text{пряд}}) K_{\text{вып}} K_{\text{ритм}},$$

где ΦA – расчетный фонд оплаты прядения на заказ; $U_{\text{пряд}}$ – издержки качества готового продукта по вине данного перехода, выраженные в руб.

Расчет фонда заработной платы A между сменами производится пропорционально объему выполнения заказа на месяц:

$$\begin{array}{l} OB1 \rightarrow \Phi A1 \\ OB2 \rightarrow \Phi A2 \\ OB3 \rightarrow \Phi A3 \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \Phi A \quad \begin{array}{l} (\Phi A1 - U A1) K_{в1} K_{р1} = \Phi A1_{\text{факт}}; \\ (\Phi A2 - U A2) K_{в2} K_{р2} = \Phi A2_{\text{факт}}; \\ (\Phi A3 - U A3) K_{в3} K_{р3} = \Phi A3_{\text{факт}}; \end{array}$$

где $OB1$ – объем выпуска смены №1; $\Phi A1$ – фонд оплаты смены №1; $U A1$ – издержки качества смены №1; $\Phi A1_{\text{факт}}$ – фонд зарплаты к фактической выплате.

Следовательно, плановый фонд оплаты труда заказа по прядильному производству делится:

$$A1_{\text{треп}} + A1_{\text{чес}} + A1_{\text{лент}} + A1_{\text{пряд}} = \Phi A1,$$

где $A1_{\text{треп}}$ – фонд оплаты трепального перехода смены №1; $A1_{\text{чес}}$ – фонд оплаты чесального перехода смены №1; $A1_{\text{лент}}$ – фонд оплаты ленточного перехода смены №1; $A1_{\text{пряд}}$ – фонд оплаты прядильного перехода смены №1.

на фонд оплаты между сменами:

$$\Phi A1 + \Phi A2 + \Phi A3 = \Phi A;$$

фонд оплаты смены – на фонд оплаты каждого перехода прядения пропорционально расчету трудоемкости:

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика начисления фонда заработной платы, прошедшая апробацию в условиях текстильного предприятия и подтвердившая высокую мотивацию.

вацию в оплате труда рабочих, поскольку исчезло понятие обезличенности брака и произошло снижение процента его выхода. Одновременно повысился выход ткани из 1 кг сырья: чем больше метров качественной ткани, тем больше фонд начисленной заработной платы.

2. Выросла мотивация и со стороны менеджеров по производству: повысились их ответственность за выполнение заказа, самостоятельность в работе, а также и единая заинтересованность с рабочими в зарабатывании большего фонда оплаты.

3. Работодатель в этой ситуации выиграл больше других, так как данная мотивация в оплате направлена на сокращение издержек производства за счет простоев и снижения брака продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ульянова О.Б. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001. №2. С.3...6.

Рекомендована кафедрой экономики промышленности ИГТА. Поступила 04.06.02.

УДК 65.011.52

ИЗМЕРЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ КОМАНДЫ – УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕНЕДЖМЕНТА НА ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ*

А.С. ЛИФШИЦ

(Ивановский государственный университет)

Наличие гибкой и сплоченной управленческой команды создает предпосылки для решения сложных реальных и потенциальных проблем развития текстильных предприятий, важнейшими из которых являются недостаток оборотных средств, жесткая конкуренция фирм, выпускающих практически одинаковый ассортимент тканей, изношенность оборудования и старение трудовых коллективов.

Решение названных проблем предполагает не только проведение благоприятной для текстильщиков макроэкономической и региональной политики, но и развитие потенциала управленческой команды.

Под потенциалом управленческой команды автор понимает максимально возможную степень достижения целей орга-

низации при данном составе, уровне профессионализма и надежности команды первого руководителя. В свою очередь, целенаправленное развитие потенциала управленческой команды невозможно без его измерения.

Необходимость измерения потенциала команды порождает ряд принципиальных вопросов: соотношение кадрового управленческого потенциала и человеческого капитала управления, потенциала управленческой команды и управленческого потенциала, формы и способы измерения потенциала управленческой команды.

Человеческий капитал управления – это совокупность свойств и характеристик представителей управленческого персонала, которые являются объектом инвести-

* В порядке обсуждения.

рования и требуют по отношению к себе индивидуального социально-психологического подхода.

Потенциал управленческой команды – характеристика возможных результатов ее деятельности при определенных условиях. По времени возможного проявления потенциал подразделяется на имеющийся и будущий. По характеру возможных результатов потенциал коллектива (в том числе команды) может рассматриваться как трудовой и как творческий. Вместе с тем при исследовании потенциала команды нельзя игнорировать потенциал руководителей (включая потенциал эффективного выполнения работы), потенциалы к продвижению и творческий.

Потенциал управленческой команды и управленческий потенциал – не идентичные понятия, – они соотносятся как часть и целое. Управленческий потенциал включает не только кадровый управленческий потенциал, но и потенциал других ресурсов управления (технических, информационных, финансовых).

Формы измерения потенциала управленческой команды разнообразны – стоимостная, балльная (с учетом и без учета весов составляющих потенциала).

Стоимостную оценку потенциала нельзя отождествлять с определением величины затрат на его формирование и реструктуризацию. Исходя из приведенной выше трактовки потенциала управленческой команды его стоимостная оценка – измерение в денежном выражении максимально возможной степени достижения целей организации. Измерение затрат на формирование и развитие команды менеджеров по сути есть оценка человеческого капитала управления.

Казалось бы, что стоимостная оценка потенциала управленческой команды наиболее адекватна рыночным отношениям. Однако такая оценка корректна только для экономических целей. Между тем перед управленческой командой стоят и социальные цели, не выражаемые в стоимостном измерении – сохранение кадрового ядра персонала, нейтрализация (предупреждение) социальной напряженности, рост

(поддержание) статуса и позитивного имиджа организации. Данные цели могут быть сопоставлены между собой и с экономическими целями только с помощью условных баллов (баллов, скорректированных на значимость).

Следует обратить внимание на необходимость использования наряду с интегральной оценкой потенциала команды измерение ее потенциала по отдельным элементам, позволяющее ответить на вопрос о возможности достижения той или иной цели организации. В этом случае оценка значимости целей не требуется.

Значимость целей может определяться исходя из интересов предприятия или региона. Второй подход применяется при решении областной администрацией вопроса о поддержке конкретного предприятия (частичное погашение процентов за кредит, налоговые льготы и т. д.).

Измерение потенциала управленческой команды основывается на выявлении уровня ее профессионализма и надежности, объема и качества ресурсов, находящихся в распоряжении менеджеров. Объем и качество ресурсов с позиции их соответствия целям предприятия определяется с помощью методов экономического анализа; профессионализм – на основе метода экспертных оценок, шкалы рейтингов поведенческих установок, метода "обучения действием" (групповой проект решения актуальной проблемы предприятия), а надежность – социометрическим методом (измерение уровня сплоченности), анкетированием (определение ценностно-ориентационного единства мотивации к сохранению места в команде).

Измерение потенциала управленческой команды представляет собой алгоритм, включающий в себя несколько шагов.

На первом шаге определяется трудность организационных целей на основе оценки трудности проблем, препятствующих их достижению. Степень трудности цели не может быть ниже степени трудности проблемы-препятствия. Например, цель "повышение качества продукции" в одном из акционерных предприятий Ивановской области на основе экспертного

опроса менеджеров высшего звена отнесена к категории высокой степени трудности, так как одной из проблем-препятствий является очень трудно разрешимая проблема – нестабильное качество сырья и материалов.

На втором шаге выявляются долговременные стратегические цели на основе экспертной оценки их устойчивости во времени и сроков реализации. Стратегическими целями исследуемого акционерного предприятия признаны повышение качества продукции, рост технического уровня производства, развитие персонала, поддержание и укрепление имиджа предприятия.

На третьем шаге происходит выделение срочных целей – в названном акционерном предприятии к ним были отнесены "наращивание объема выпуска традиционной продукции" и "увеличение объема выпуска новой продукции".

На четвертом шаге оценивается профессионализм управленческой команды на основе сформированного профиля требований к социально-демографическим характеристикам, знаниям, деловым и личностным качествам менеджеров, входящих в ее состав.

При оценке профессионализма прежде всего определяется соответствие менеджеров важнейшим требованиям, детерминированным целями организации и признаками управленческого труда. Так, важнейшее требование к коммерческому директору – "умение проводить активную сбытовую политику" – обусловлено приоритетной целью данного акционерного предприятия – "наращивание объема вы-

пуска традиционной продукции", а к важнейшим требованиям, детерминированным наиболее значимыми признаками управленческого труда, отнесены умения самостоятельно принимать решения и систематизировать большой объем информации.

Важнейшие требования также выявляются, исходя из представления об оптимальном составе и закреплении ролей в команде; они не вытекают из конкретных целей организации (умение ставить цели, учитывать противоположные точки зрения и т. д.).

Результаты оценки профессионализма команды менеджеров исследуемого акционерного предприятия свидетельствуют о сложности реализации таких целей, как "увеличение объема выпуска новой продукции" и "развитие персонала", так как у генерального директора и технического директора слабо развито качество "позитивное восприятие прогрессивных новшеств", а у всех членов команды неразвито качество "умение передавать подчиненным знания и опыт".

На пятом шаге оценивается надежность управленческой команды. Индекс сплоченности управленческой команды изучаемого акционерного предприятия – 0,5; индекс ценностно-ориентационного единства – 0,66; сила мотивации к сохранению места в команде у ее членов крайне мала и варьируется в пределах 5...8% от максимально возможной. Поэтому надежность данной управленческой команды, прежде всего в долговременном аспекте, следует признать проблематичной.

На шестом шаге измеряется потенциал управленческой команды по формуле:

$$P_k = \sum_{i=1}^n P_i + \sum_{c=1}^m P_c + \sum_{s=1}^p P_s + P_d - P_{к.л.}, \quad (1)$$

где P_k – потенциал управленческой команды; P_i – потенциал достижения трудной i цели; P_c – потенциал достижения срочной c цели; P_s – потенциал достижения стратегической s цели; P_d – потенциал личных связей; $P_{к.л.}$ – потенциальный ущерб от ухудшения социально-психологического

климата, наносимый конфликтующими личностями.

При оценке P_c и P_s учитывается не только профессионализм команды, но и ее надежность. Величины P_d и $P_{к.л.}$ определяются на основе опроса менеджеров (при установлении $P_{к.л.}$ также используется американская модель учета затрат на замеще-

ние работника). Необходимо обратить внимание на относительную автономность оценок потенциалов P_t , P_c , P_s . Понятно, что если цель X одновременно является и трудной, и стратегической, то даже при высоком уровне профессионализма управленческой команды, но низкой надежности, величины P_{ix} и P_{sx} приравниваются к нулю.

Наличный потенциал управленческой команды исследуемого акционерного предприятия составил условных 64 балла или 71,91% от уровня возможного потенциала при условии повышения качества команды до максимального значения. Однако выявленные слабые места в уровне профессионализма и надежности команды трудно устранимы и существенное повы-

шение потенциала команды данного предприятия маловероятно.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика измерения потенциала управленческой команды на текстильных предприятиях, апробированная на одном из акционерных предприятий Ивановской области.

2. Выявлены трудности в реализации отдельных организационных целей на основе оценки профессионализма и надежности команды, показана вероятность их возможного преодоления.

Рекомендована кафедрой менеджмента. Поступила 13.01.03.

УДК 539.434:677.494

**УПРУГИЕ КОМПОНЕНТЫ ДИАГРАММЫ РАСТЯЖЕНИЯ
СИНТЕТИЧЕСКОЙ НИТИ**

А.М. СТАЛЕВИЧ, А.Г. МАКАРОВ, Е.Д. САИДОВ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна,
Институт проблем машиноведения РАН)

Среди различных характеристик физико-механических свойств синтетических нитей наибольшая информация содержится в деформационных и энергетических компонентах. В силу же наибольшей доступности чаще всего используется работа деформирования, вычисляемая по полной диаграмме растяжения [1]. Однако для условий эксплуатации изделий характерна лишь начальная зона деформирования, где существенного накопления микроразрушений не происходит. В силу этого более объективными следует считать физико-механические характеристики, определяемые по измерениям именно в этой зоне механических воздействий. Это прежде всего упругая и запаздывающая компоненты деформации и потенциальная, и рассеивающая компоненты механической работы.

Целью работы является определение этих компонент, которые находятся как по диаграммам растяжения, так и прямым расчетным прогнозированием по параметрам нелинейно-вязкоупругой математической модели как физико-механическим характеристикам, которые определяются по кратковременным "семействам" релаксации и ползучести [2].

Процесс деформирования синтетической нити с заданной скоростью $\dot{\epsilon}$ в виде начальной стадии диаграммы растяжения (рис.1 – разложение полной работы на упругую составляющую и на составляющую

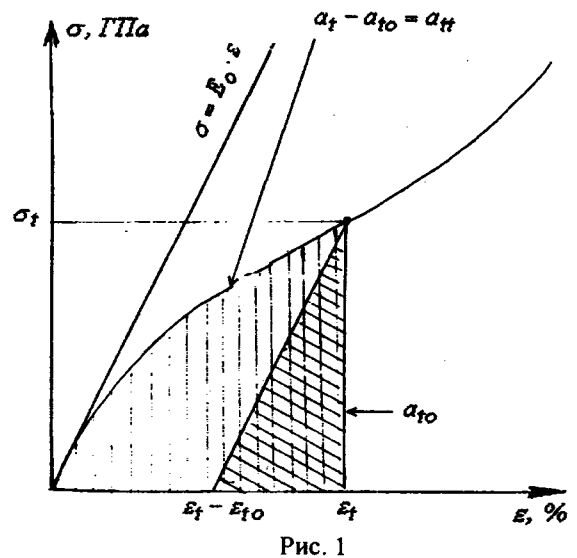


Рис. 1

рассеяния) аналитически описывается феноменологическим интегральным уравнением нелинейно-наследственного типа [3]:

$$\sigma_t = E_0 \epsilon_t - (E_0 - E_\infty) \int_0^t \epsilon_{t-s} \varphi'_{es} ds, \quad (1)$$

где $E_{\epsilon_t} = E_0 - (E_0 - E_\infty) \varphi_{\epsilon_s}$ – релаксирующий модуль; E_0 и E_∞ – модули упругости и вязкоупругости; φ_{ϵ_s} – нормированная релаксирующая функция; $\epsilon_t = \dot{\epsilon}t$ и σ_t – координаты точки на диаграмме растяжения; $\epsilon_{t-s} = \dot{\epsilon}(t-s)$ – деформация под интегралом.

В связи с тем, что все параметры и функции, входящие в (1), имеют вполне

определенный физический смысл, уравнение (1) можно считать математической моделью физико-механических свойств нити с конкретной спектральной интерпретацией [4].

Как в общем случае, когда $\dot{\epsilon} \neq \text{const}$, так и в частном случае, когда $\dot{\epsilon} = \text{const}$, упругий компонент деформации можно определить по формуле

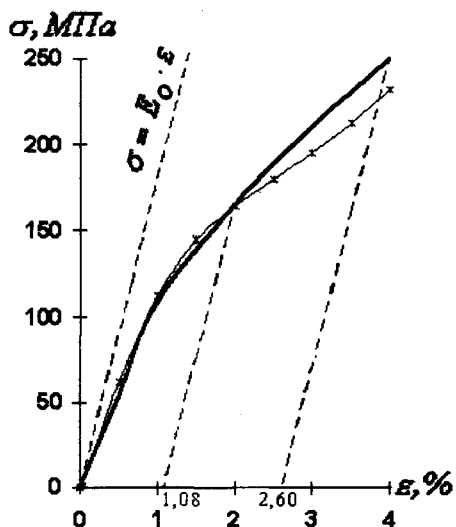


Рис. 2

$$\epsilon_{t0} = E_0^{-1} \sigma_t, \quad (2)$$

либо расчетным прогнозом исходя из (2) и (1):

$$a_t = 0,5E_0\epsilon_t^2 - \dot{\epsilon}(E_0 - E_\infty) \int_0^t \int_0^t \epsilon_{t-s} \varphi'_{\epsilon s} ds dt. \quad (7)$$

Потенциальная (упругая) компонента удельной механической работы

$$a_{t0} = 0,5E_0^{-1}\sigma_t^2. \quad (8)$$

Уруго-потенциальная доля механической работы определяется соответственно либо для заданной точки диаграммы с координатами ϵ_t и σ_t :

$$\frac{a_{t0}}{a_t} = \frac{E_0^2 \epsilon_t^2 + \left(\int_0^t \epsilon_{t-s} E'_{\epsilon s} ds \right)^2 + 2\epsilon_t E_0 \int_0^t \epsilon_{t-s} E'_{\epsilon s} ds}{E_0^2 \epsilon_t^2 + 2\dot{\epsilon} E_0 \int_0^t \int_0^t \epsilon_{t-s} E'_{\epsilon s} ds dt} =$$

$$\epsilon_{t0} = \epsilon_t - \left(1 - E_\infty E_0^{-1} \right) \int_0^t \epsilon_{t-s} \varphi'_{\epsilon s} ds. \quad (3)$$

Выделение упругой компоненты деформации показано на рис.2, где изображена диаграмма растяжения синтетической нити лавсан 114 текс, $t = 40^\circ\text{C}$, $\dot{\epsilon} = 0,083\text{c}^{-1}$ (сплошная линия – эксперимент, * – расчет).

Относительная доля упругой компоненты соответственно

$$\epsilon_{t0} \epsilon_t^{-1} = E_0^{-1} \sigma_t \epsilon_t^{-1} \quad (4)$$

или

$$\epsilon_{t0} \epsilon_t^{-1} = 1 - \left(1 - E_\infty E_0^{-1} \right) \epsilon_t^{-1} \int_0^t \epsilon_{t-s} \varphi'_{\epsilon s} ds. \quad (5)$$

При расчетах по (2...5) использовали вязкоупругие характеристики E_0 , E_∞ и другие, получаемые экспресс-методом [2].

К заданной точке диаграммы растяжения с координатами ϵ_t и σ_t удельная механическая работа (на единицу объема) вычисляется по формуле

$$a_t = \int_0^{\epsilon_t} \sigma_t d\epsilon \quad (6)$$

или с учетом (1) из (6) получаем выражение для прогноза:

$$\frac{a_{t0}}{a_t} = \frac{\sigma_t^2}{2E_0 \int_0^{\epsilon_t} \tilde{\sigma}_t d\epsilon}, \quad (9)$$

либо прогнозом по (9) с помощью (1):

$$= \frac{\varepsilon_t^2 + (1-c)^2 \left(\int_0^t \varepsilon_{t-s} \varphi'_{\varepsilon s} ds \right)^2 + 2\varepsilon_t (1-c) \int_0^t \varepsilon_{t-s} \varphi'_{\varepsilon s} ds}{\varepsilon_t^2 + 2\dot{\varepsilon}(1-c) \int_0^t \int_0^t \varepsilon_{t-s} \varphi'_{\varepsilon s} ds dt}, \quad (10)$$

где $c = \frac{E_\infty}{E_0}$.

Рассеивающаяся часть удельной механической работы

$$a_{\text{и}} = a_t - a_{t0} \quad (11)$$

или ее относительная часть

$$\frac{a_{\text{и}}}{a_t} = 1 - \frac{a_{t0}}{a_t} \quad (12)$$

также определяются любым из указанных двух способов.

римент, * – расчет).

Например, расчет полной работы, упругой компоненты и соответственно энергии рассеяния для эталонного образца – синтетической нити лавсан 114 текс при $t = 40^\circ\text{C}$, где в качестве значения $\varepsilon_t = \varepsilon_1$ взяты соответственно 2 и 4%, $\dot{\varepsilon} = 0,083\text{c}^{-1}$ (рис.2), а в качестве нормированной функции $\varphi_{\varepsilon t}$ – нормированный арктангенс логарифма приведенного времени (НАЛ), дает следующие результаты: $E_0 = 17,9$ ГПа, $E_\infty = 2,5$ ГПа, откуда при $\varepsilon_t = 2\%$: $\varepsilon_t - \varepsilon_0 = 1,08\%$, $a_{t0} = 0,759$ МПа, $a_t = 1,86$ МПа, $a_{\text{и}} = 1,10$ МПа, при $\varepsilon_t = 4\%$: $\varepsilon_t - \varepsilon_0 = 2,60\%$, $a_{t0} = 1,750$ МПа, $a_t = 5,42$ МПа, $a_{\text{и}} = 3,67$ МПа.

Аналогичные данные получаются для других температур: при $T = 20^\circ\text{C}$: $E_0 = 18,1$ ГПа, $E_\infty = 2,8$ ГПа, при $T = 60^\circ\text{C}$: $E_0 = 16,7$ ГПа, $E_\infty = 2,2$ ГПа, при $T = 80^\circ\text{C}$: $E_0 = 14,8$ ГПа, $E_\infty = 1,8$ ГПа. Исследование синтетической нити нитрон 33,3 текс при $T = 40^\circ\text{C}$ дает $E_0 = 7,62$ ГПа, $E_\infty = 1,78$ ГПа.

Из графиков зависимости доли потенциальной упругой компоненты в механической работе деформирования нити (рис.3) следует, что доля потенциальной компоненты в механической работе уменьшается с ростом деформации ε . Это означает, что материалу для возвращения в исходное состояние в силу закона сохранения энергии потребуется передать из внешней среды тем больше (в процентном отношении) энергии, чем на большую величину его деформировали. С другой стороны, увеличение доли компоненты $a_{\text{и}}$ в механической работе с ростом деформации говорит об усилении роли вязкоупругого фактора по мере увеличения деформации. Аналогичным образом (рис.3) строятся зависимости, получаемые по формулам (4) и (5).

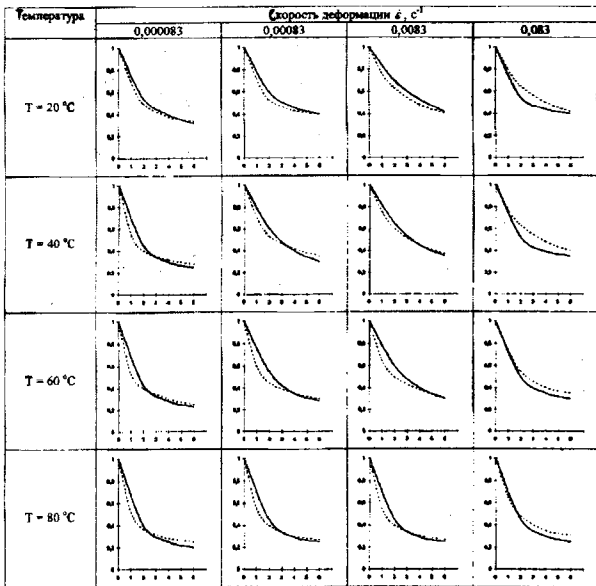


Рис. 3

Результаты расчетов по (9) и (10) представлены на рис.3: доля упругой компоненты механической работы $\frac{a_{t0}}{a_t}$ (ось ординат) при деформировании нити ПЭТФ (лавсан) 114 текс в зависимости от деформации $\varepsilon, \%$ (ось абсцисс) для различных значений скорости деформирования $\dot{\varepsilon}$ и температуры T (сплошная линия – экспе-

Предложены методики получения из диаграмм растяжения или расчетным прогнозированием упругих компонент деформации и механической работы на стадии неразрушающего механического воздействия. Близость значений упругих компонент, получаемых по измеряемой или прогнозируемой диаграмме растяжения, подтверждает вполне удовлетворительную надежность моделирования физико-механических свойств нити в виде нелинейно-наследственного уравнения (1).

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (волокна и нити). – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
2. Сталевич А.М. // Проблемы прочности. – 1981, № 12. С.95...98.
3. Сталевич А.М. // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1989, № 3. С. 23...29.
4. Сталевич А.М., Макаров А.Г. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №3. С. 8...13.

Рекомендована кафедрой сопротивления материалов СПГУТД. Поступила 10.01.02.

УДК 677.017

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ ОТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕЕ СТРОЕНИЯ

Ю.С.ШУСТОВ

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

Для установления функциональной зависимости разрывной нагрузки однородной хлопчатобумажной ткани от параметров ее структуры использован метод тео-

рии подобия и анализа размерностей [1]. С учетом того, что разрывная нагрузка ткани взаимосвязана со следующими переменными [2], записываем

$$Q_0 = f (P_0, T_0, T_y, \Pi_0, \Pi_y, R_0, R_y, t_0, t_y, B), \quad (1)$$

где P_0 – разрывная нагрузка основной нити; T_0, T_y – линейная плотность нитей соответственно основы и утка; R_0, R_y – раппорт переплетения соответственно по основе и утку; t_0 – число основных перекрытий в раппорте по основе; t_y – число уточных перекрытий в раппорте по утку; B – ширина полосы ткани.

Представим вышеприведенную функциональную зависимость в виде безразмерных комбинаций величин:

$$\eta = \frac{Q_0}{P_0 \Pi_0} = f \left(\frac{T_y \Pi_y}{T_0 \Pi_0}, \frac{t_0 t_y}{R_0 R_y} \right), \quad (2)$$

где η – безразмерный параметр, характеризующий неодновременность разрыва нитей основы; $T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0$ – безразмерный параметр, характеризующий отношение массы уточных нитей в ткани к массе основных нитей; $t_0 t_y / R_0 R_y$ – безразмерный параметр, характеризующий переплетение нитей основы и утка.

Для определения эмпирической зависимости (1) на ОАО "Глуховский текстиль" были выработаны образцы хлопчатобумажных тканей с различным переплетением нитей основы и утка и соотношением $T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0$. Получены хлопчатобу-

ажные ткани из пряжи кольцевого спосо-
ба прядения (табл.1) и пневмомеханиче-

ского способа прядения (табл.2).

Т а б л и ц а 1

Обозначение артикула ткани	Вид переплетения	T _о , текст	T _у , текст	P _о , нитей/см	P _у , нитей/см	P. Н		Q. Н		(Q _о) рас- четное. Н	Величина от- клонения от расчетной, %
						основа	уток	основа	уток		
Перкаль С 25	полотняное	11.8	9.0	42.1	47.2	2.01	1.49	47.2	42.6	50.35	6.7
Батист 1503	полотняное	10.0	10.0	28.1	33.5	1.63	1.63	27.6	34.1	25.28	9.2
Бязь 646	полотняное	37.5	37.5	23.4	22.8	5.30	5.30	70.5	68.0	67.90	3.8
Арт. 643	саржевое (2/1)	36.0	36.0	40.4	22.6	6.40	6.40	138.0	77.0	128.21	7.6
Арт. 590	саржевое (3/1)	28.0	28.0	45.6	22.0	5.91	5.91	135.0	95.0	142.61	5.6
Арт. 520	саржевое (2/2)	33.0	29.0	45.0	24.4	5.74	2.90	140.0	37.0	136.80	2.4
Арт. 541	саржевое (2/2)	29.0	29.0	35.6	26.0	4.12	4.12	79.6	65.0	76.12	4.6

Т а б л и ц а 2

Обозначение артикула ткани	Вид переплетения	T _о , текст	T _у , текст	P _о , нитей/см	P _у , нитей/см	P. Н		Q. Н		(Q _о) рас- четное. Н	Отклонение от расчетного значения, %
						основа	уток	основа	уток		
Миткаль С 43	полотняное	18.5	18.5	24.7	24.0	1.88	1.88	28.5	27.7	28.53	0.1
Миткаль С 58	полотняное	20.0	20.0	26.5	27.0	1.97	1.97	34.3	36.2	32.05	7.0
Бязь 142	полотняное	29.0	29.0	22.8	21.1	3.05	3.05	41.2	36.6	42.76	3.8
Обр. 583	саржевое (2/1)	29.0	29.0	31.2	21.0	3.05	3.05	65.0	40.0	60.75	7.0
Обр. 628	саржевое (2/2)	50.0	36.0	26.0	21.0	5.29	4.35	83.0	44.0	91.92	8.1
Обр. 375	саржевое (3/1)	29.0	29.0	40.0	21.6	3.05	3.05	85.0	37.0	81.76	4.0
Обр. 642	саржевое (3/1)	34.0	25.0	40.4	21.6	3.70	3.76	102.0	32.0	98.13	3.9
Арт. 3694	саржевое (3/1)	42.0	50.0	33.1	26.0	4.17	5.27	99.4	68.5	91.72	8.3

С целью установления степени влияния каждого из параметров $T_y P_y / T_o P_o$ и $t_o t_y / R_o R_y$ на η определяли зависимости $\eta = f (T_y P_y / T_o P_o)$ при усредненных значениях $t_o t_y / R_o R_y$ и $\eta = f (t_o t_y / R_o R_y)$ при усредненных значениях $T_y P_y / T_o P_o$.

Аппроксимирующая зависимость имеет вид

$$\eta' = \frac{(t_o t_y / R_o R_y)}{8,1476(t_o t_y / R_o R_y) + 0,4392} \quad (3)$$

Используя эту зависимость, произведем перерасчет исходных данных η для значения $t_o t_y / R_o R_y = 1$ в η' .

Применяя пересчитанные исходные данные η' , найдем аппроксимирующую зависимость $\eta'' = f (T_y P_y / T_o P_o)$ для $t_o t_y / R_o R_y = 1$:

$$\eta'' = \frac{(T_y P_y / T_o P_o)}{8,682(T_y P_y / T_o P_o) - 0,2362} \quad (4)$$

В общем виде формула для расчета η однослойной хлопчатобумажной ткани, выработанной из пряжи кольцевого способа прядения, примет вид:

$$\eta = 8,59 \eta' \eta'' \quad (5)$$

где η – коэффициент неодновременности разрыва основных нитей в ткани.

Тогда разрывная нагрузка по основе Q_o однослойной хлопчатобумажной ленты кольцевого способа прядения определится по формуле

$$Q_o = P_o P_o B \eta \quad (6)$$

Формула справедлива для $0,25 \leq t_o t_y / R_o R_y \leq 1$ и $0,482 \leq T_y P_y / T_o P_o \leq 1,192$.

Для оценки погрешности этой зависимости проведено сравнение средних фактических значений разрывных нагрузок хлопчатобумажных тканей с расчетными значениями Q_0 этих тканей, определенных по вышеприведенной формуле.

Как следует из анализа данных табл.1, погрешность формулы при определении средних значений не превышает 10%.

Наряду с расчетом разрывной нагрузки хлопчатобумажной однослойной ткани, выработанной из пряжи кольцевого способа прядения, определены разрывные характеристики хлопчатобумажной ткани из пневмомеханической пряжи по аналогичной методике.

Исходные данные и расчетные характеристики приведены в табл.2.

Аппроксимирующая зависимость $t_0 t_y / R_0 R_y$ примет вид

$$\eta' = \frac{(t_0 t_y / R_0 R_y)}{8,0595(t_0 t_y / R_0 R_y) - 0,1825} \quad (7)$$

А для оценки влияния параметра $T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0$ воспользуемся выражением

$$\eta'' = \frac{(T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0)}{8,2929(T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0) - 0,1496} \quad (8)$$

УДК 677.054

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ ВОЛОКОН

А.Ю. МАТРОХИН, Б.Н. ГУСЕВ, Н.А. КОРОБОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Первым этапом в технологии производства пряжи является проектирование качества первичного полуфабриката – смеси волокон. При решении этой проблемы возникает необходимость в выборе номенклатуры количественных показателей свойств смеси, основными из которых являются свойства, характеризующие линейными размерами волокон в продольном (длина) и в поперечном (толщина) направлениях.

Расчет разрывной нагрузки однослойной хлопчатобумажной ткани, выработанной из пневмомеханической пряжи, представим в виде

$$Q_0 = 7,877 P_0 \Pi_0 V \eta' \eta'' \quad (9)$$

Формула справедлива для $0,25 \leq t_0 t_y / R_0 R_y \leq 1$ и $0,393 \leq T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0 \leq 1,019$.

Погрешность формулы при определении средних значений не превышает 8%.

ВЫВОДЫ

Выявлены эмпирические зависимости для расчета разрывной нагрузки хлопчатобумажных тканей, полученных из пряжи кольцевого и пневмомеханического способов прядения, с использованием их показателей строения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Седов Л.И. Методы теории подобия и размерности в механике.* – М.: Наука, 1981.
2. *Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия.* – М.: Легпромбытиздат, 1992.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 03.06.02.

целесообразно использовать для наименования количественного показателя, выраженного в абсолютных единицах [мм] (длина, средняя длина, штапельная длина и т.д.).

На наш взгляд, наиболее подходящим термином для наименования данного простого свойства волокон является "протяженность". Это слово образовано по тем же правилам, что и названия других простых свойств волокон (прочность, зрелость, и т.д.). Кроме того, в [3] приведено одно из возможных употреблений этого термина: "Протяженность – одно из свойств материи".

Необходимость проектирования новых количественных показателей протяженности волокон вызвана созданием базы данных, позволяющей решать следующие задачи: проектировать оптимальную смесь волокон по показателям протяженности; проводить более объективную оценку качества сырья (в отношении геометрических свойств); дополнить стандартизованную номенклатуру показателей протяженности волокон новыми показателями, которые могут быть использованы при настройке технологического оборудования; установить соотношение между показателями, определяемыми прямым [4] и косвенным [5] методами измерений.

Для решения первой задачи по проектированию качества смеси волокон на уровне простого свойства (протяженности)

предложены следующие единичные показатели: индекс $I_{ц}$ центральной части диаграммы распределения волокон по протяженности; относительный прирост $\delta_{(ср)н}$ среднего квадратического отклонения по протяженности; индекс $I_{д}$ соответствия формы диаграммы распределения смеси волокон нормальному закону распределения по асимметрии; индекс $I_{э}$ соответствия формы диаграммы распределения смеси волокон нормальному закону распределения по эксцессу.

Индекс центральной части диаграммы распределения волокон по протяженности определялся по выражению

$$I_{ц} = \left(L_{\text{мод}} \right)_n / \bar{L}_n, \quad (1)$$

где $(L_{\text{мод}})_n$ – модальная длина волокон; \bar{L}_n – средняя длина волокон.

Данный показатель характеризует смещение центра группирования диаграммы распределения волокон. Как показал анализ теоретических и эмпирических распределений, смещение центра группирования диаграммы распределения вправо приводит к увеличению этого относительного показателя.

В табл.1 представлены значения $I_{ц}$, соответствующие различным распределениям хлопковых волокон по свойству протяженности.

Таблица 1

$(L_{\text{мод}})_n$, мм	\bar{L}_n , мм	$I_{ц}$
24	22.36	1.073
26	24.03	1.082
28	25.71	1.089
30	27.39	1.095
32	29.07	1.101
34	30.74	1.106
36	32.40	1.111
38	34.10	1.114
40	35.80	1.117
42	37.40	1.123

Особенность показателя $I_{ц}$ заключается в том, что он косвенно характеризует сразу два направления изменения свойства протяженности, а именно: увеличение значений абсолютных показателей центра груп-

пирования и увеличение скошенности диаграммы распределения волокон вправо.

Относительный прирост среднего квадратического отклонения по протяженности находили следующим образом:

$$\delta_{(\sigma\ell)_n} = 1 - (\sigma_{\ell}^{\text{см}})_n / (\sigma_{\ell}^{\text{баз}})_n, \quad (2)$$

где $(\sigma_{\ell}^{\text{см}})_n$ и $(\sigma_{\ell}^{\text{баз}})_n$ – среднее квадратическое отклонение по протяженности соответственно смеси и базового компонента.

Показатель $\delta_{(\sigma\ell)_n}$ характеризует динамику изменения показателя $(\sigma_{\ell})_n$ при составлении смеси из различных компонентов.

Таблица 2

$L_{\text{ном}}$, мм	$(\sigma_{\ell}^{\text{см}})_n$, мм	$\delta_{(\sigma\ell)_n}$
36	7,36	0,07
38	7,41	0,06
40	7,51	0,05
42	7,67	0,03
44	7,88	0,00
46	8,14	-0,03
48	8,45	-0,07

В табл.2 представлены результаты моделирования смесей из хлопковых и полиэфирных волокон в соотношении 87:13. Среднее квадратическое отклонение хлопковых волокон (базовый компонент) составляет $(\sigma_{\ell}^{\text{баз}})_n = 7,89$ мм, а номинальная длина $L_{\text{ном}}$ химических волокон последовательно меняется от 36 до 48 мм.

Индекс соответствия формы диаграммы распределения смеси волокон нормальному закону распределения по асимметрии вычисляли по формуле

$$I_A = 1 - K_A, \quad (3)$$

где K_A – коэффициент асимметрии диаграммы распределения волокон по протяженности.

Проведенные нами исследования показали, что увеличение доли длинных волокон приводит к возрастанию отрицательного значения коэффициента асимметрии. Знак "-" в выражении (3) необходим для выполнения условия роста показателя I_A с увеличением доли длинных волокон.

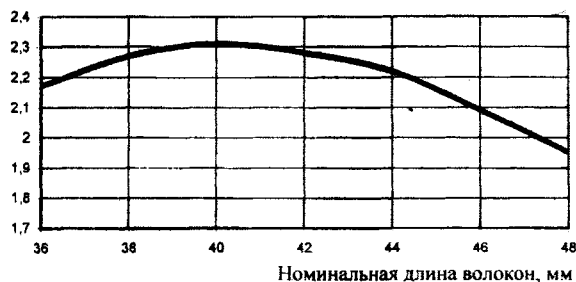


Рис. 1

На рис.1 представлена графическая зависимость показателя I_A смеси при различных значениях номинальной длины добавляемых химических волокон.

Как следует из рис.1, показатель I_A имеет максимальное значение, соответствующее оптимальному по асимметрии распределению волокон смеси. В случае симметричного (нормального) распределения показатель I_A обращается в единицу.

Индекс соответствия формы диаграммы распределения смеси волокон нормальному закону распределения по эксцессу рассчитывали по выражению

$$I_E = K_E / 3, \quad (4)$$

где K_E – коэффициент эксцесса диаграммы распределения по свойству протяженности.

Показатель I_E характеризует островершинность распределения смеси по свойству протяженности относительно нормального закона распределения. Чтобы снизить неравномерность смеси по этому свойству, целесообразно увеличить коэффициент эксцесса K_E до величины, равной 3 и более.

На рис.2 изображена кривая изменения показателя I_E , при различных значениях номинальной длины химических волокон, добавляемых к хлопковому волокну в соотношении 13:87.

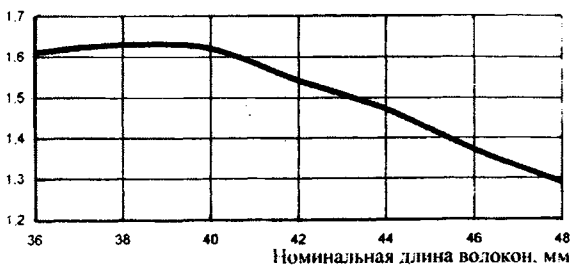


Рис. 2

Согласно выбранному направлению оптимальным вариантом смеси по эксцессу является тот, которому соответствует максимум показателя I_3 .

При проектировании смеси волокон по показателям протяженности выяснилось, что существуют различные направления улучшения данного свойства. Для того, чтобы учесть всю совокупность этих направлений, нами спроектирован комплексный показатель протяженности в виде

$$Q_l = \alpha_1 I_{ц} + \alpha_2 \delta_{(ст)_n} + \alpha_3 I_A + \alpha_4 I_3. \quad (5)$$

Коэффициенты α_i весомости единичных показателей определены аналитическим путем с учетом того, что показатель $I_{ц}$ центра группирования диаграммы распределения имеет такой же вес, как и все показатели степени рассеяния $\delta_{(ст)_n}$, I_A и I_3 вместе взятые. При этом распределение весомостей среди показателей степени рассеяния подчиняется условию

$$\left. \begin{aligned} \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 &= 0,5, \\ \alpha_3 &= \alpha_2^3, \\ \alpha_4 &= \alpha_2^4. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Решая систему (6) с использованием известного подхода, в итоге выявили значения коэффициентов весомости: $\alpha_1 = 0,50$; $\alpha_2 = 0,40$; $\alpha_3 = 0,07$; $\alpha_4 = 0,03$.

Условия формирования комплексного показателя Q_l таковы, что если параметры распределения волокон смеси по протяженности будут стремиться к параметрам нормального распределения, а неравномерность смеси по протяженности относительно базового компонента будет умень-

шаться, то значение Q_l будет стремиться к единице.

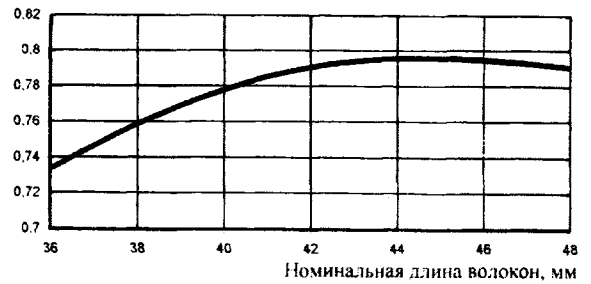


Рис. 3

На рис.3 показана графическая зависимость комплексного показателя протяженности смеси от номинальной длины добавляемого химического компонента.

Для решения второй поставленной задачи спроектирован комплексный показатель геометрических свойств хлопковых волокон [4], позволяющий перейти от многопараметрической дискретной оценки качества к более удобной – непрерывной. Номенклатура единичных показателей, участвующих в комплексной оценке, ограничена только теми показателями, которые представлены в стандарте технических условий на хлопковые волокна.

При решении следующей задачи – получения большей информации о протяженности волокон нами спроектированы новые показатели, характеризующие левую (короткую) часть диаграммы распределения. Один из них относится к абсолютным показателям центра группирования диаграммы распределения и представляет собой плавающую правую границу 15% наиболее коротких волокон $(L_{max})_{кор}$.

Преимущество данного показателя по отношению к известному показателю – доле коротких волокон заключается в том, что он определяет максимальную длину волокон, которые могут быть определены как короткие, и позволяет провести на этой основе оптимизацию значений параметров технологического оборудования, например, величину разводки между колосниками.

Другой спроектированный показатель представляет собой индекс левой части

диаграммы распределения волокон по протяженности, определяемый по выражению

$$I_{л} = (L_{\text{мод}})_{п} / (L_{\text{max}})_{\text{кор}} \quad (7)$$

Анализ эмпирических функциональных показателей протяженности хлопковых волокон показал, что с увеличением модальной длины $(L_{\text{мод}})_{п}$ рост $(L_{\text{max}})_{\text{кор}}$ замедляется, следовательно, значение показателя $I_{л}$ возрастает (табл.3).

Таблица 3

Обозначение показателя	Значения модальных длин $(L_{\text{мод}})_{п}$, мм						
	23,8	27,0	27,9	32,7	33,8	36,0	39,8
$(L_{\text{max}})_{\text{кор}}$, мм	18	20	20	23	23	23	25
$I_{л}$	1,32	1,35	1,39	1,42	1,47	1,57	1,60

Оптимальное значение фиксированной доли коротких волокон (15%) определено по результатам исследования эмпириче-

ских распределений хлопковых волокон по протяженности (табл. 4).

Таблица 4

Заданная доля коротких волокон, %	Для распределения I ($L_{\text{шт}} = 27,5$ мм, $L_{\text{мод}} = 23,8$ мм)		Для распределения II ($L_{\text{шт}} = 43,0$ мм, $L_{\text{мод}} = 39,8$ мм)		Рассогласование между I и II распределениями по показателю $I_{л}$ $\Delta I_{л} = I_{л}^{II} - I_{л}^I$
	$(L_{\text{max}})_{\text{кор}}$, мм	$I_{л}^I$	$(L_{\text{max}})_{\text{кор}}$, мм	$I_{л}^{II}$	
5	14	1,70	17	2,30	0,60
10	16	1,45	21	1,90	0,45
15	18	1,30	25	1,60	0,30
20	19	1,25	27	1,47	0,22
25	20	1,19	30	1,32	0,13

При решении задачи по взаимному переводу показателей протяженности прямого и косвенного методов измерений потребовалось спроектировать новый функциональный показатель протяженности. Результатом косвенного метода измерения показателей протяженности является функциональный показатель известный как фиброграмма. По способу построения фиброграмма является интегральной кривой. Вместе с тем, любое распределение можно охарактеризовать не только интегральной, но и дифференциальной кривой.

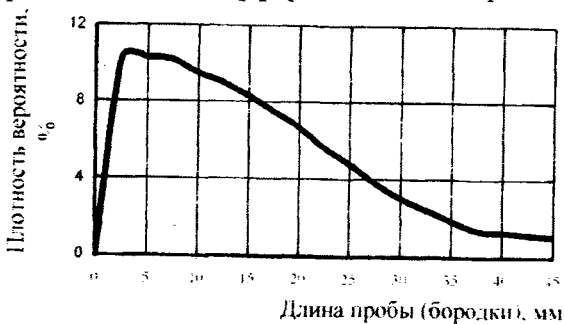


Рис. 4

Нами получена такая кривая и выявлен ее физический смысл. Она показывает приращение числа кончиков волокон в j-м сечении пробы волокон (рис.4).

Таким образом, полученную кривую можно назвать диаграммой плотности распределения кончиков волокон в пробе.

ВЫВОДЫ

Предложены новые параметрические и функциональные показатели протяженности волокон, которые могут использоваться при проектировании смеси различных видов волокон по показателям протяженности с целью оценки качества хлопковых волокон, установлении соотношения между показателями, определяемыми прямым и косвенным методами измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 3274.5–72*. Волокно хлопковое. Методы определения длины.
2. ГОСТ 8.417–81. ГСИ. Единицы физических величин.
3. Ожегов С.И. Словарь русского языка. – М.: Русский язык, 1984.

4. МС ИСО 4913–81 Материалы текстильные. Хлопковое волокно. Определение длины (прядомой длины) и показателя равномерности.

5. Матрохин А.Ю. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №6. С.6..8.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 04.04.02.

УДК 677.017

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНОГО ТРИКОТАЖА ИЗ РАЗНЫХ ВИДОВ НИТЕЙ

А.Э.АКУЛОВА, А.Ф.ДАВЫДОВ, Б.Б.СТРОГАНОВ

(Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

При оценке свойств многослойного трикотажа, предназначенного для технических целей, большое значение имеют толщина, поверхностная плотность, объемное заполнение и жесткость.

Исследовали образцы многослойного трикотажа, полученного из: стеклонити (ABS), сверхвысокомодульной нити (СВМ), нити из полиакрилнитрила (ПАН), комплексной нити – сверхвысокомодульной и полиамидной (СВМ+ПА).

Все образцы выработаны кулирной гладью во внешних слоях; внутренний слой – неполной кулирной гладью.

Образцы многослойного трикотажа имели количество рядов в соединительных элементах: 10, 20, 40.

Полученные в результате исследований значения поверхностной плотности образцов многослойного трикотажа представлены в табл.1.

Таблица 1

Вид сырья	Поверхностная плотность, г/см ²		
	количество слоев в соединительном элементе		
	10	20	40
Стеклонить	0,43	0,65	0,75
Сверхвысокомодульная нить	0,19	0,29	0,48
Нить полиакрильная	0,25	0,43	0,57
Нить комплексная	0,18	0,31	0,64

Поверхностная плотность многослойного трикотажа из стеклонити достигает 0,75 г/см² при количестве рядов в соединительном элементе 40. Многослойный трикотаж из высококомодульной нити имеет меньшую поверхностную плотность при всех количествах рядов в соединительном элементе (19...48 г/см²), чем у образцов трикотажа из других видов волокон.

Исследуемые образцы многослойного трикотажа представляют собой не традиционные плоские трикотажные полотна, а пространственные, имеющие повышенную толщину.

Результаты показателей толщины анализируемых образцов многослойного трикотажа приведены в табл.2.

Таблица 2

Вид сырья	Толщина слоя, мм		
	количество слоев в соединительном элементе		
	10	20	40
Стеклонить	15,9	25,5	44,4
Сверхвысокомодульная нить	13,0	26,0	55,0
Нить полиакрильная	18,0	30,0	75,0
Нить комплексная	14,0	32,4	77,3

Из данных табл.2 видно, что толщина образцов возрастает в зависимости от числа слоев в соединительном элементе. Максимальная толщина у трикотажа из комплексной нити достигает значения 77,3 мм при 40 слоях в соединительном элементе.

Минимальная толщина у трикотажа, выработанного из стеклонити при том же количестве слоев, 44,4 мм.

В табл.3 приведены значения объемных масс анализируемых образцов и число слоев в соединительном элементе.

Таблица 3

Вид сырья	Объемная масса, г/см ³		
	количество слоев в соединительном элементе		
	10	20	40
Стеклонить	0,31	0,23	0,17
Сверхвысокомодульная нить	0,14	0,10	0,08
Нить полиакрильная	0,14	0,10	0,08
Нить комплексная	0,13	0,10	0,08

Из данных табл.3 следует, что объемная масса трикотажей из нити СВМ, ПАН-нити и комплексной нити (СВМ+ПА) имеют практически одинаковые показатели. Изменение объемной массы у этих об-

разцов происходит от 0,13...0,14 г/см³ (число слоев 10) до 0,08 г/см³ (число слоев 40).

Данные показателя объемного заполнения представлены в табл.4.

Таблица 4

Вид сырья	Коэффициент объемного заполнения, %		
	количество слоев в соединительном элементе		
	10	20	40
Стеклонить	14,0	10,0	7,0
Сверхвысокомодульная нить	11,9	8,8	7,0
Комплексная нить	10,3	7,3	7,3

Из результатов табл.4 следует, что объемное заполнение больше у трикотажа, выработанного из стеклонити, при числе слоев 10. С увеличением числа слоев объемное заполнение уменьшается.

Многослойные трикотажы, выработанные из всех видов волокон, имеют практически одинаковые показатели объемного заполнения при числе слоев 40 в соединительном элементе.

Показатель объемного заполнения для всех трикотажей уменьшается с увеличе-

нием числа слоев в соединительном элементе.

Чем меньше число слоев в многослойном трикотаже, тем больше его объемное заполнение.

В связи с тем, что многослойный трикотаж имеет объемное строение, то есть имеет толщину, возникает необходимость анализа изменения этого показателя при воздействии нагрузок.

Измерение толщин анализируемых образцов из разного вида сырья проводили с

помощью металлической платформы (вес 5 г, площадь 5×5 см²), штангенциркуля и набора грузов. Металлическую пластину помещали на слой трикотажа, устанавли-

вали на ней груз и проводили измерение толщины у образцов.

Полученные результаты сведены в табл.5.

Таблица 5

Вид нити	Число слоев	Толщина под нагрузкой, мм					% падения при нагрузке 45 гс/см ²
		нагрузка, гс/см ²					
		без нагрузки	1	10	25	45	
Стеклонити	10	16,0	14,9	13,8	12,3	8,2	49
	20	25,8	24,7	23,1	21,1	13,8	47
СВМ	10	13,8	13,8	13,6	12,1	8,7	38
	20	26,1	24,9	23,4	20,1	14,3	45
ПАН	10	17,7	17,7	17,7	17,7	12,3	31
	20	29,9	29,9	29,9	29,9	23,7	21
СВМ+ПА	10	13,4	13,3	12,5	11,8	11,2	16
	20	35,7	32,8	30,5	28,2	25,5	29
	40	77,3	77,0	70,8	64,8	52,8	32

Из анализа полученных данных изменения толщины многослойного трикотажа от воздействия нагрузок видно, что с увеличением нагрузок толщина у трикотажа из всех видов сырья уменьшается.

ВЫВОДЫ

Осуществлено сравнение свойств образцов многослойного трикотажа, выработанных из стеклонити, нити сверхвысокомодульной, нити ПАН и комплексной нити (СВМ+ПА).

Рекомендована кафедрой материаловедения.
Поступила 18.02.02

УДК 677.074.017.83

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНИЗОТРОПИИ СМИНАЕМОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ю.А. КОСТЮКОВА, Н.А. СМЕРНОВА, А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Для приближения условий испытаний к реальным условиям эксплуатации текстильных материалов в швейных изделиях предложен метод оценки сминаемости текстильных материалов. Пробу в форме круга с радиусом 30 мм закрепляют, нагружают, разгружают и после отдыха измеряют размеры. Смятие пробы под нагрузкой осуществляется одновременно в

различных направлениях от 0 до 360° через каждые 15° к продольному направлению, имитируя процесс смятия материала в одежде и характеризуя его анизотропию.

Значение радиуса пробы (30 мм) является минимально необходимой для формирования в ней хаотичных складок и заминов, приближенных по своему виду к эксплуатационным.

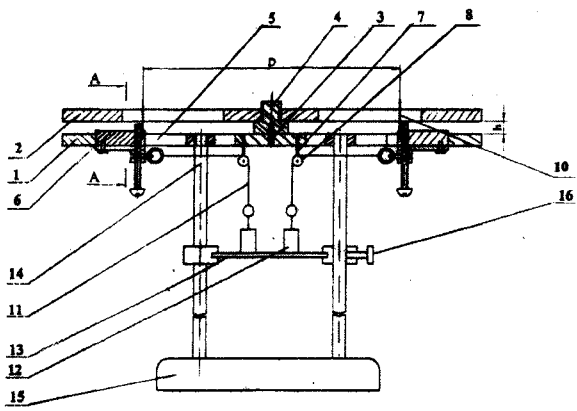


Рис. 1

При испытании пробу закрепляли на нижнем диске 1 устройства (рис.1), нанизывая на центральную ось (иглу) 3. Пробу укладывали на диске 1 таким образом, чтобы продольное направление материала совпадало с соответствующим пазом на диске (угол 0°) – тогда поперечное направление будет соответствовать пазу с отметкой 90° на диске. По краям пробу крепили к радиально расположенным шпилькам 10, установленным в ползунах 6, находящихся в крайнем внешнем положении внутри пазов 5.

Затем пробу накрывали верхним диском 2, устанавливая его на игле 3 так, чтобы направление пазов верхнего и нижнего дисков совпадало. Грузы 12 массой, создающей нормируемое усилие смятия 1 кгс/см² [1], связанные с ползунами с помощью гибких тяг 11, устанавливались на пластине 13. После отвинчивания винта 16 пластина быстро опускается, обеспечивая одновременное нагружение всех тяг 11, вследствие чего происходит сжатие пробы ползунами и образование в ней неориентированных складок. Параллельно расположенные верхний и нижний диски 2,1 ограничивают высоту складок по вертикали. Сжатие осуществляется в течение 15 мин.

Параметры испытания (усилие, время нагрузки и отдыха) соответствуют стандартным [1].

По истечении времени нагружения пробу разгружают, освобождая от шпилек 10, ползуны 6 одновременно отводят в крайнее внешнее положение внутри пазов 5, снимают верхний диск 2, оставляя пробу на время отдыха на нижнем диске 1.

Затем производят замер проекций деформированных радиусов пробы по заданным направлениям известным способом, например, по шкалам, нанесенным на нижнем диске 1 по краям пазов 5.

Об анизотропии сминаемости (%) судят по сопоставлению коэффициентов для заданных направлений, выраженных формулами:

$$K_a = \frac{r_{cp}}{r_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где K_a – коэффициент сминаемости в заданном направлении, %; r_{cp} – среднее значение величин деформированных радиусов r пробы в заданном направлении после разгрузки и отдыха, мм; r_0 – первоначальная величина радиуса пробы до испытания 30 мм,

$$r_{cp} = \frac{\sum r}{N}, \quad (2)$$

где N – количество измерений в заданном направлении.

Для тарировки метода проведена оценка анизотропии сминаемости льняных тканей равноплотных и неравноплотных структур полотняного переплетения (табл.1).

Таблица 1

Ткань, № пробы	Поверхностная плотность	Линейная плотность пряжи, текс		Количество нитей на 10 см	
	$M_s, \text{г/м}^2$	T_0	T_y	P_0	P_y
Т-1	180	56	56	180	135
Т-2	170	46	46	187	176
Т-3	240	86	86	145	126
Т-4	133	40	26	240	145

Направления раскроя проб и деталей одежды	Показатели сминаемости льняных тканей при оценке новым способом	
	в пробах, $K_{a_{пр}}$, %	в изделиях (в области локтя), $K_{a_{изд}}$, %
По основе	8.1	7.4
Под углом 45°	6.4	5.6
По утку	27.2	26.8

Для удобства практического использования предложены полярные диаграммы анизотропии сминаемости исследуемых тканей (рис.2): равноплотных (а) и неравноплотных (б) структур: по оси X – коэффициент сминаемости по утку (K_{ay} , %); по оси Y – коэффициент сминаемости по основе (K_{ao} , %).

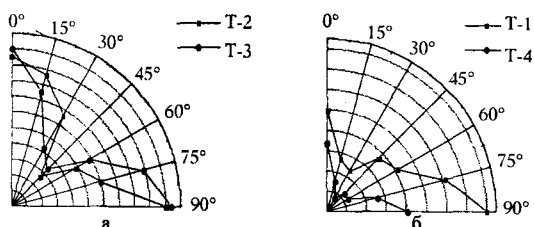


Рис. 2

Исследования льняных тканей показали, что результаты инструментальной оценки сминаемости согласуются с опытной ноской изделий из этих же материалов (табл.2). Зоны наибольшего смятия в изделии намечались контрольными линиями по

контуру круглого шаблона радиусом 30 мм, $K_{a_{изд}}$ определялся по формулам (1) и (2).

ВЫВОДЫ

Возможность прогнозирования анизотропии сминаемости предлагаемым методом позволяет обеспечить научно обоснованный выбор материалов и покроя одежды, оптимальное решение конструктивных линий и выпуск изделий, наиболее полно отвечающих эргономическим и эксплуатационным требованиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 19204–84. Плотна текстильные и штучные изделия. Методы определения несминаемости.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 26.04.02.

УДК 677.11.620

**К ВОПРОСУ О СИЛАХ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПРЯДЬ
В ПРОЦЕССЕ ТРЕПАНИЯ**

В.А. ДЬЯЧКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

При выводе зависимостей для сил, действующих на прядь при трепании, например, в [1], был принят ряд допущений. В частности, бильная планка барабана рассматривалась как радиально расположенная; при этом в окончательном виде в выражениях, полученных для сил, естественная ось n совпадала с осью била барабана, а ось τ располагалась перпендикулярно радиусу барабана, проведенному к вершине кромки. В выражениях предполагалось плотное прилегание пряди к кромке бильной планки по дуге φ , определенной из геометрических построений взаимодействия пряди с бильными планками трепальных барабанов.

В противном случае формирование сил, действующих на прядь, и характер взаимодействия пряди с кромкой бильной планки будет существенно зависеть от ускорений, влиянию которых ранее не придавали должного значения.

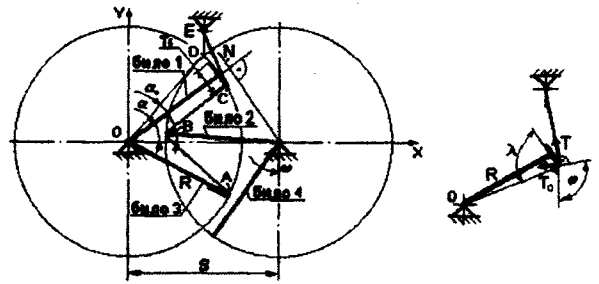


Рис. 2

Рассмотрим взаимодействие пряди с кромкой бильной планки трепального барабана. Прядь будем представлять как абсолютно гибкую континуальную ленту L шириной (размером вдоль бильной планки) один метр, массой $m=Lq$ (q – линейная плотность слоя), плотно прижатую на дуге AB к бильной планке.

Проведем через точки O и O_k (рис.1 и 2) радиус барабана R , биссектрису b угла охвата φ_k и через ξ_k обозначим угол между этими прямыми. Примем за k номер воздействующих одновременно на прядь бил. Порядок обозначения бил примем от зажима пряди. Зажим пряди (точка E , рис.2) имеет обозначение $k=0$. Для k -го била из [2]

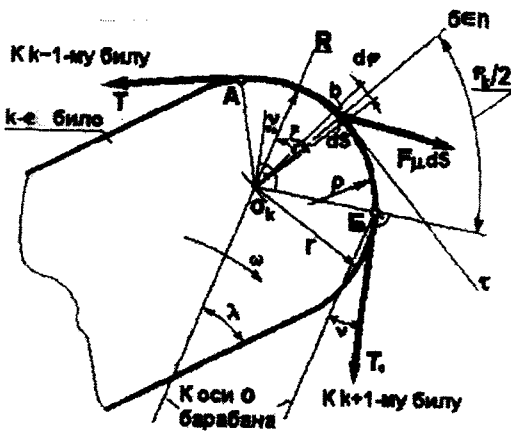


Рис. 1

Как показали расчеты в [2], полученные зависимости силы натяжения пряди и давления на кромку, являются справедливыми, если центробежные силы инерции существенно меньше, чем силы натяжения

$$\varphi_k = \pi - \arccos[(b^2 + c^2 - a^2) / 2bc],$$

где a, b, c – стороны треугольника, образованного по координатам бил – $X_{k-1}, Y_{k-1}; X_k, Y_k; X_{k+1}, Y_{k+1}$, взаимодействующих с прядью:

$$a = \sqrt{(X_{k-1} - X_{k+1})^2 + (Y_{k-1} - Y_{k+1})^2};$$

$$b = \sqrt{(X_{k-1} - X_k)^2 + (Y_{k-1} - Y_k)^2};$$

$$c = \sqrt{(X_k - X_{k+1})^2 + (Y_k - Y_{k+1})^2},$$

где Y_k, X_k – текущие координаты кромок бил: $Y_k = R \sin(\alpha_0 - \alpha - (\pi/Z)(k-1))$; для нечетных бил – $X_k = R \cos(\alpha_0 - \alpha - (\pi/Z)(k-1))$; для четных бил – $X_k = S - R \cos(\alpha_0 - \alpha - (\pi/Z)(k-1))$. Здесь Z – число бил на барабане; α_0 – угловая координата зажима пряди. При $ED \ll R$ $\alpha_0 \cong \arccos \frac{S}{2R}$; α – угловая текущая координата первого от зажима била.

$$\xi_k = \frac{1}{2} \arccos\left(\frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}\right) - \arccos\left(\frac{R^2 + b^2 - d^2}{2bR}\right).$$

Движение пряди на кромке била есть совокупность двух движений: переносного (вместе с кромкой) и относительного, в котором прядь совершает контурное движение по шероховатой поверхности радиуса r и с коэффициентом трения k .

Центр вращения в переносном движении есть ось вращения трепального барабана O ; в относительном – центр кривизны кромки била – O_k .

$$W = \left(\frac{dV}{dt} + W_\tau^e\right)\tau + \left(\frac{V^2}{\rho} + W_n^e - W^k\right)n + W_b^e b,$$

где W_τ^e, W_n^e, W_b^e – проекции переносного ускорения W_n^e элемента пряди dS на естественные оси. При равномерном вра-

Обозначим через v угол между перпендикуляром, восстановленным из точки O_k к оси $O_k B$, и радиусом барабана, проведенным через O_k . Этот угол по построению является углом наклона пряди, набегавшей на кромку k -го била, к радиусу OO_k . Из треугольника, вершинами которого являются кромки k -го и $k-1$ -го била и ось вращения k -го била с координатами $Y_0 = 0, X_0 = S$, если k четное или $X_0 = 0$,

если нечетное: $\cos v = \frac{R^2 + b^2 - d^2}{2bR}$. Здесь

сторона $d = \sqrt{(X_{k+1} - X_0)^2 + (Y_{k+1} - Y_0)^2}$.

Для случая, когда $k = m$, и, если принять, что прядь будет захлестываться за бильную планку, $v = -\lambda$, где λ – угол наклона бильной планки к радиусу (рис.2).

Тогда угол

$$\xi_k = \frac{\pi}{2} - \frac{\varphi_k}{2} - v.$$

После преобразований:

Разложив скорость элемента пряди dS (рис.1) на две – переносную V_e и относительную V , затем продифференцировав по времени и разложив ускорения по естественным осям τ, n, b (отметим, что ось n есть биссектриса угла охвата), получим выражение для ускорения элемента пряди dS :

в относительном движении $W_n^e = W_n^e \cos \xi_k$, $W_\tau^e = W_n^e \sin \xi_k$, $W_\tau^e = 0$; W^k – Кориолисово ускорение.

Поскольку $r \ll R$, примем для промежуток времени, необходимого и достаточного для перемещения пряжи по дуге $r\varphi_k$ из точки Б в точку А, $V = \text{const}$; $\frac{dV}{dt} = \text{const}$; $\xi_k \notin f(t) = \text{const}$; $\varphi_k \notin f(t)$.

Примем также аэродинамические силы, действующие на элемент пряжи, расположенный на кромке, бесконечно малыми по величине.

Обозначив через ρ радиус кривизны пряжи на кромке, запишем векторное уравнение движения пряжи:

$$\frac{d\vec{T}}{dS} = \mu(\vec{W} - \vec{F}),$$

где μ – масса единицы длины пряжи $\mu = \frac{dm}{ds}$; \vec{T} – сила натяжения пряжи; \vec{F} – силы стационарного силового поля, отнесенные к массе единицы длины пряжи.

В проекциях на естественные оси τ и n [3] с учетом направления силы трения $\kappa N'$ и реакции N' получим уравнения:

$$\frac{1}{\mu} \frac{dT}{dS} = \frac{dV}{dt} - W_n^e \sin \xi_k + \kappa N', \quad (1)$$

$$\frac{1}{\mu \rho} T = \frac{V^2}{\rho} + W_n^e \cos \xi_k - W^k + N'. \quad (2)$$

Выразив из (2) N' , подставив в (1), имея в виду, что $dS = \rho d\varphi$, и обозначив

$$T = \mu V^2 + (T_0 - \mu V^2) e^{\kappa\varphi} + \frac{\mu r Q_1}{\kappa} (e^{\kappa\varphi} - 1), \quad (3)$$

где $Q_1 = \frac{dV}{dt} - W_n^e \sin \xi_k - \kappa W_n^e \cos \xi_k + \kappa W^k$.

Подставив значение T в (2), найдем нормальную реакцию поверхности кромки

$$Q = \frac{dV}{dt} - \frac{\kappa V^2}{\rho} - W_n^e \sin \xi - \kappa W_n^e \cos \xi + \kappa W^k,$$

получим линейное уравнение первого порядка

$$\frac{dT}{d\varphi} = \kappa T + \mu \rho Q.$$

Умножим правую и левую части полученного выражения на $e^{-\kappa\varphi}$, зная, что $-\kappa e^{-\kappa\varphi} = \frac{de^{-\kappa\varphi}}{d\varphi}$, а $\frac{dT}{d\varphi} e^{-\kappa\varphi} + \kappa T \frac{de^{-\kappa\varphi}}{d\varphi} = \frac{dTe^{-\kappa\varphi}}{d\varphi}$, и получим

$$Te^{-\kappa\varphi} = \int \mu \rho Q e^{-\kappa\varphi} d\varphi.$$

После интегрирования

$$Te^{-\kappa\varphi} + \frac{\mu \rho Q}{\kappa} e^{-\kappa\varphi} = C.$$

Константу C определим из условия при $\varphi=0$, $T = T_0$:

$$C = T_0 + \frac{\mu \rho Q}{\kappa}.$$

После преобразований получим выражение для силы натяжения пряжи в ее сбегающей с кромки била ветви:

$$T = T_0 e^{\kappa\varphi} + \frac{\mu \rho Q}{\kappa} (e^{\kappa\varphi} - 1)$$

или

бильной планки, отнесенную к единице массы пряжи:

$$N' = \frac{T_0 e^{\kappa \varphi}}{\mu \varrho} + \left[\frac{Q}{\kappa} (e^{\kappa \varphi} - 1) - \frac{V^2}{\varrho} - W_n^c \cos \xi_k + W^k \right]$$

или

$$N' = \frac{T_0 - \mu V^2}{\mu \varrho} e^{\kappa \varphi} + \frac{Q_2}{\kappa} (e^{\kappa \varphi} - 1),$$

где $Q_2 = \frac{dV}{dt} - W_n^c \sin \xi_k$.

Нормальную реакцию кромки бильной планки N определим по формуле

$$N = N' \mu r \varphi_k. \quad (4)$$

Выражения (3) и (4) описывают значения сил для случая, когда биссектриса угла охвата бильной планки расположена под углом ξ_k к радиусу, проведенному к кромке, и прядь плотно прижата к планке, то есть при $\rho = r$.

Зависимости (3) и (4) будут справедливы при $N > 0$, а именно при

$$V < \sqrt{\frac{T_0}{\mu} + \frac{\varrho Q_2}{\kappa} (e^{\kappa \varphi} - 1)}. \quad (5)$$

УДК 677.11.620

ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПРЯДЕЙ ЛЬНОСЫРЦА НА СИЛУ НАТЯЖЕНИЯ ПРИ ТРЕПАНИИ

С.М. ВИХАРЕВ, А.Б. ЛАПШИН, Е.Л. ПАШИН

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

Одна из причин образования отходов при трепании льна – разрушение технического волокна в начальных зонах трепальной машины. Это может происходить, например, вследствие контактного взаимодействия кромки била с прядями сырца [1]. При поперечной локальной деформации прядей высока вероятность образования разрушений волокна, так как формиру-

Иначе реакция кромки $N' = 0$. При этом исчезает сила трения и уравнения (3), (4) становятся нерешаемыми.

ВЫВОДЫ

Получены выражения, описывающие значения сил натяжения пряди, взаимодействующей с кромкой бильной планки трепального барабана и нормальной реакции кромки для случая, когда биссектриса угла охвата бильной планки прядью расположена под произвольным углом ξ к радиусу барабана, проведенному через центр кривизны кромки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сулов Н.Н., Савиновский В.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1975. № 1. С. 32...36.
2. Дьячков В.А. Проектирование трепальных машин: Монография. – Кострома: КГТУ, 2000.
3. Стражинский В.М. Теоретическая механика. – М.: Наука, 1980.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 12.04.02.

щееся давление на него со стороны кромки била максимально [2].

В силу этих причин исследование влияния упомянутой поперечной деформации на характер нагружения пряди представляет практический интерес. Особое внимание при этом следует уделять учету сил натяжения пряди при трепании.

Для построения модели взаимодейст-

вия в соответствии с [2, 3] сформулируем следующие основные допущения и ограничения: считаем, что слой сырца согласно [4] состоит из сплошного материала определенной плотности; будем рассматривать слой шириной 1 см с изменяющимися по длине пряжи толщиной и линейной плотностью; депланацией (искривлением) плоскости нормального поперечного сечения слоя, а также изменением координаты центра масс элементарного участка слоя за счет его поперечной деформации пренебрегаем (то есть предполагаем, что эта координата соответствует середине сжатого слоя); также пренебрегаем взаимосвязью между поперечной и продольной деформациями слоя на рабочей кромке.

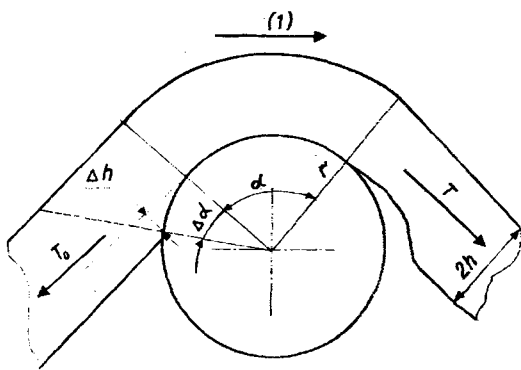


Рис. 1

Рассмотрим схему взаимодействия пряжи сырца с кромкой била трепального барабана (рис.1). Пусть нерастяжимый сжимаемый слой сырца ($2h$ – толщина несжатого слоя) движется, огибая неидеально гладкую рабочую кромку с закруглением по радиусу r . В условиях рассматриваемого взаимодействия кромка будет вдавливаться в слой волокна. Учитывая, что это будет происходить при относительном перемещении (рис.1), перед кромкой может образовываться так называемый нагон волокон (аналог [5]), который будет являться причиной локализации в зоне контакта напряжений и, как следствие, разрушений в обрабатываемых пряжах [6].

Для упрощения анализа будем считать, что изменение напряженного состояния за счет упомянутого нагона происходит вследствие образуемого в результате поперечной деформации величиной Δh допол-

нительного угла охвата $\Delta\alpha$ (рис.1). Принимаем, что нагон (а следовательно, и дополнительный угол охвата) образуется только перед цилиндром, что подтверждается результатами экспериментов.

Пусть Δh в зоне контакта является максимальной. Исходя из геометрической интерпретации взаимодействия волокна с кромкой (рис.1.), получим следующие зависимости полного угла охвата от величины Δh :

$$\alpha = \alpha_0 + \Delta\alpha,$$

$$\Delta\alpha = \arccos\left(\frac{r - \Delta h}{r}\right), \quad (1)$$

где α – полный угол охвата кромки пряжью, учитывающий поперечную деформацию материала; α_0 – угол охвата, образовавшийся за счет угла между сбегающей и набегающей ветвями пряжи; $\Delta\alpha$ – дополнительный угол охвата, обусловленный поперечной деформацией.

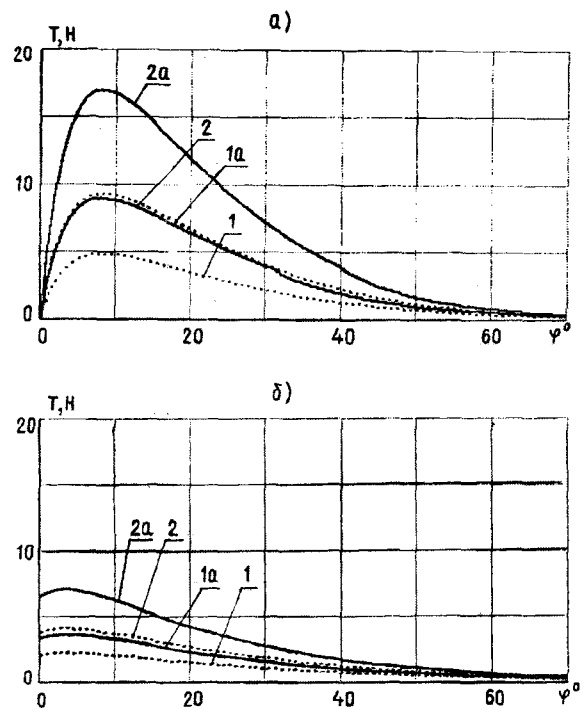


Рис. 2

Используя методику расчета величины поперечной деформации из [2] и выражения (1), определим величину добавочного угла $\Delta\alpha$ в зависимости от угла φ поворота

барабана от точки начала взаимодействия с прядью. В результате получим, что максимальное значение $\Delta\alpha$ формируется при углах поворота била 5...15° (рис.2). Его значение в основном зависит от толщины слоя и частоты вращения барабанов. С учетом этого $\Delta\alpha$ может достигать величины 80°.

$$T = T_0 e^{k\alpha} - \mu v^2 (e^{k\alpha} - 1) + \mu(r+h) \left(w_k - \frac{w_r^t}{a} \right) (e^{k\alpha} - 1) - \frac{\mu k_0 r w_e^n}{1+k^2} (e^{k\alpha} - \cos \alpha - k \sin \alpha) - \frac{\mu(r+h) w_e^n}{1+k^2} (k e^{k\alpha} - k \cos \alpha + \sin \alpha), \quad (2)$$

где T_0 – сила натяжения в ведомой ветви; v – относительная скорость слоя на кромке; k_0 – коэффициент трения; $k = \frac{k_0 r}{r+h}$; w_k – ускорение Кориолиса; μ – масса единицы длины слоя; w_r^t , w_r^n – касательная и нормальная составляющие относительного ускорения; w_e^t , w_e^n – касательная и нормальная составляющие переносного ускорения слоя [8].

На рис. 2 представлены зависимости сил натяжения T при отсутствии поперечной деформации (пунктирные линии) и с ее учетом (сплошные линии), полученные для разных частот вращения трепального барабана: 250 об/мин (кривые 1 и 1-а) и 350 об/мин (кривые 2 и 2-а), а также для разной толщины слоя: 5 мм (а) и 1 мм (б). Проанализировав их, заключаем, что наибольшие силы натяжения формируются в начальных зонах трепальных секций.

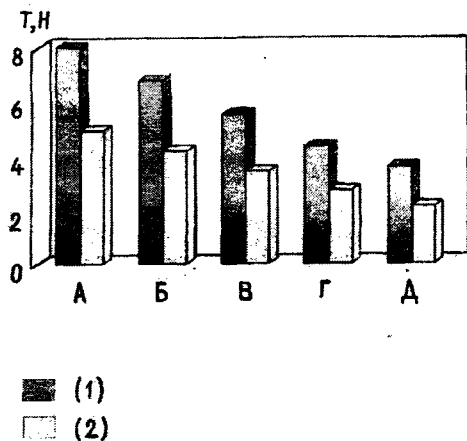


Рис. 3

На основе полученной зависимости для определения $\Delta\alpha$ с учетом [2] и [7] можно при наличии поперечной деформации рассчитать силы натяжения T пряди:

Представляет интерес расчет сил натяжения в разных зонах по длине трепального барабана, результаты которого приведены на рис.3 в виде гистограммы максимальных значений сил натяжения по пяти зонам длины трепального барабана. В расчетах использовано допущение, что по длине барабана его радиус не изменяется, максимальная относительная деформация от сжатия не зависит от толщины слоя, то есть ее значения во всех пяти анализируемых зонах постоянны.

Анализ показал, что в начальной зоне (при наибольшей толщине слоя 5 мм) прибавка к силе натяжения наибольшая и составляет около 3,1 Н. При толщине 1 мм – величина прибавки составила 1,45 Н. Данные результаты в определенной степени объясняют причины образования наибольшего объема отходов именно в начальных зонах трепальных машин.

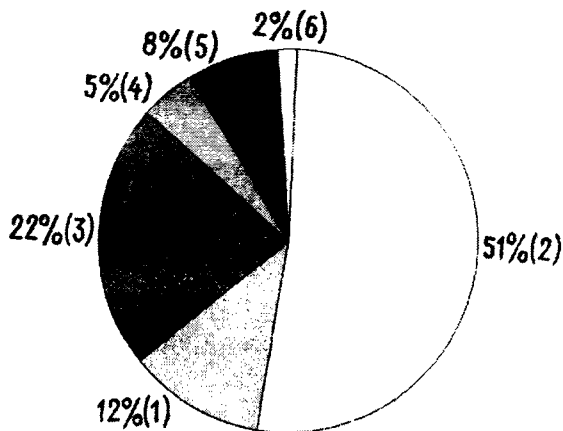


Рис. 4

На основе полученных зависимостей проведена оценка доли влияния скорости вращения барабана, толщины слоя и радиуса закругления кромки била на прирост силы натяжения пряжи (рис.4). При этом использовали методику дисперсионного анализа.

Выявлено наиболее существенное влияние на величину силы натяжения пряжи толщины обрабатываемого слоя, радиуса рабочей кромки и скорости вращения барабана (51, 22 и 12% соответственно). Влияние межфакторных взаимодействий толщины слоя со скоростью вращения барабана и толщины слоя с радиусом оказалось равным 5 и 8% соответственно. Прочие факторы оказывают влияние на прирост T с долей около 2 %.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что поперечная деформация льняных пряжей в местах соприкосновения их с билем трепального барабана приводит к росту силы натяжения последних до 50%. Это наблюдается в начальных зонах трепальной машины при обработке льняного сырца. Наибольший прирост силы натяжения формируется при углах поворота барабана 5...15°.

2. Толщина слоя, радиус рабочей кромки и скорость вращения барабана оказы-

вают существенное влияние на прирост сил натяжения пряжи льносырца при трепании (51, 22 и 12 % соответственно).

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашин Е.Л. О причинах образования отходов при трепании льна. Деп. В ГНТБ Украины. – 1995. №1796. С.5.

2. Вихарев С.М., Лапшин А.Б., Пашин Е.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №1. С.21...24.

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

4. Кузнецов Г.К., Савиновский В.И., Лихачева Т.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1984, №5. С.12...13.

5. Проталинский С.Е. Развитие теории и вопросы приложения механики нити к задачам текстильной технологии: Дис.... докт. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 1999.

6. Пашин Е.Л. Основы инструментальной оценки технологического качества стеблей и волокна конопля: Дис.... докт. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 1991.

7. Лапшин А.Б., Пашин Е.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №4. С.13...17.

8. Ипатов А.М. Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 28.05.02.

УДК 677.021

ПОЛУЧЕНИЕ КОРОТКОШТАПЕЛЬНОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА ИЗ ОТХОДОВ ТРЕПАНИЯ МЕТОДОМ РАЗРЫВА*

А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Разработанное нами устройство для штапелирования льняного волокна из ленты, сформированной из отходов трепания, предусматривает применение принципа разрыва волокон поперечной сосредоточенной силой [1...3].

Новая установка содержит питающий вал с чередующимися по его длине кольцевыми пазами, образующими тумбочки, к которым с силой прижаты рычаги клавишного типа. Рабочая поверхность клавишных рычагов охватывает поверхность тум-

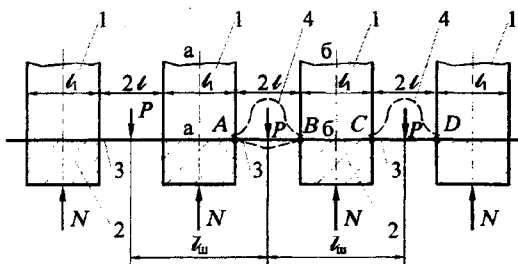
* В работе принимал участие А.В.Ширяев.

бочек рабочего вала на определенный угол. Зона контакта рычага с тумбочкой питающего вала является зоной зажима волокон, подаваемых для разволокнения на вращающийся разволокняющий орган, рабочие инструменты которого проходят между рычагами в кольцевые пазы питающего вала.

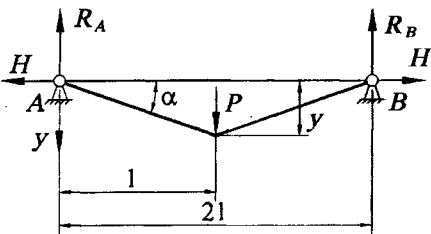
Зажимное устройство вместе с питающим валом призвано выполнять следующие важнейшие функции: захват волокон (в ленте или слое) и транспортирование их к разволокняющему органу; обеспечение условий необходимого зажатия волокон между питающим валом и рычагами при разволокнении; обеспечение контролируемого разрыва волокон.

Условия захвата и транспортирования волокон питающим валом исследованы в [4].

Рассмотрим условия обеспечения контролируемого разрыва волокон совместно с условиями необходимого зажима волокон при разволокнении.



а)



б)

Рис. 1

На рис.1 изображено взаимодействие разволокняющего устройства с волокном. На рис. 1-а: 1 – тумбочки питающего вала; 2 – рычаги, прижатые к питающему валу силой N ; 3 – штапелируемое волокно; P –

сила со стороны разволокняющего рабочего органа; $2l$ – расстояние между зажимными устройствами (рычагом и тумбочкой вала); l_1 – ширина зоны зажатия (ширина рабочей части прижимного рычага); $\bar{l}_{шт}$ – средняя длина штапелированных волокон. На рис. 1-б представлена схема сил, действующих на волокно при его нагружении поперечной силой P : H – сила распора; R_A и R_B – вертикальные составляющие реакций в опорах. Для упрощения волокно рассматриваем в виде мононити, из которой получается штапелированное волокно.

Участки между зажимными устройствами AB и CD определяют свободные от зажима участки волокна. К серединам этих участков приложены силы P . Волокно разорвется в наиболее слабом месте. Таким местом может быть любое произвольное сечение волокна вдоль участков AB и CD .

Предположим, что распределение положения места разрыва подчиняется нормальному закону распределения (кривая 4). Тогда половина средней длины получаемого штапелированного волокна, например, слева от сечения б-б, будет равна

$$\frac{\bar{l}_{шт1}}{2} = \frac{l_1}{2} + l \pm 3\sigma_1, \quad (1)$$

где σ_1 – среднеквадратическое отклонение половины средней длины волокна слева от сечения б-б. А половина средней длины волокна справа от сечения б-б:

$$\frac{\bar{l}_{шт2}}{2} = \frac{l_1}{2} + l \pm 3\sigma_2, \quad (2)$$

где σ_2 – среднеквадратическое отклонение половины средней длины правой части волокна.

Из теории вероятности [5] известно, что если две нормально распределенные случайные величины подчиняются нормальному закону распределения, то закон распределения суммы также является нормальным. При этом центр распределения будет равен алгебраической сумме центров

исходных распределений, а дисперсия суммы σ_0^2 :

$$\sigma_0^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2. \quad (3)$$

Поскольку $\sigma_1 = \sigma_2$, то

$$\sigma_0^2 = 2\sigma_1^2 \text{ или } \sigma_0 = 1,4\sigma_{1(2)}. \quad (4)$$

Среднюю длину получаемого штапелированного волокна определим по формуле

$$\bar{l}_ш = l_1 + 2l \pm 3\sigma_0. \quad (5)$$

Согласно схеме (рис. 1) можно считать, что

$$6\sigma_{1(2)} = 2l \quad (6)$$

и

$$\sigma_{1(2)} = \frac{2l}{6} = \frac{l}{3},$$

$$\sigma_0 = \frac{1,4}{3}l = 0,47l. \quad (7)$$

Таким образом, очевидно, что средне-квадратическое отклонение длины получаемого волокна в основном зависит от величины зазора между зажимами, то есть от величины $2l$ и ее соотношения с шириной зоны зажима между рычагом и тумбочкой питающего вала l_1 .

Таблица 1

№ п/п	$\bar{l}_ш$, мм	l_1 , мм	$2l$, мм	$\frac{l_1}{l_ш}$	$\sigma_1(\sigma_2)$	$\sigma_0 = 1,4\sigma_1$
1	30	10	20	0,33	3,4	4,7
2	30	20	10	0,67	1,7	2,38
3	30	25	5	0,82	0,85	1,19
5	40	10	30	0,25	5,0	7,0
6	40	20	20	0,5	3,4	4,76
7	40	30	10	0,75	1,7	2,38
8	50	10	40	0,2	6,7	9,38
9	50	20	30	0,4	5	7
10	50	30	20	0,6	3,4	4,76
11	50	40	10	0,8	1,7	2,38
12	70	10	60	0,143	10	14
13	70	20	50	0,29	8,3	11,62
14	70	30	40	0,43	6,7	9,38
15	70	50	20	0,7	3,4	4,76

Из табл.1, где показаны возможные сочетания ширины зоны зажима и свободной зоны (величина зазора между тумбочками) в зависимости от среднего значения длины получаемого волокна, следует, что разброс средней длины получаемого волокна зависит от зазора $2l$. В этом заключается особенность контролируемого разрыва при поперечном приложении нагрузки к штапелируемому волокну.

Зная, что контролируемость разрыва в штапелирующих установках с двумя парами вальцов осуществляется за счет введения между ними специальных устройств, например, надсекательных валиков [6], преимущество способа и нового устройства для штапелирования разрывом при по-

перечном приложении нагрузки к волокну очевидно. Неровнота волокна по длине в новой установке приближается к неровноте волокна, получаемого методом разрезания.

Учитывая, что разволокняющий орган может иметь различную конструкцию (в виде игл, цилиндрических стержней, гладких дисков, дисков с зубьями или заостренных дисков) и каждая из названных конструкций по-своему будет создавать концентрацию напряжений в волокне в месте приложения силы P , заключаем, что зона неконтролируемого разрыва может быть еще дополнительно сужена.

Обеспечение условий контролируемого разрыва сочетается с условиями необходимого зажатия штапелируемого волокна.

Обратимся к схеме, изображенной на рис. 1-б.

Ранее [3] нами получено выражение для определения усилия со стороны разволокняющего рабочего органа:

$$P = 2nk\sigma_b S \frac{y}{l(1 + \frac{\sigma_b}{E})}, \quad (8)$$

где l – половина расстояния между рычагами зажимного органа; k – коэффициент одновременности разрыва; σ_b – предел прочности волокна на разрыв; S – площадь поперечного сечения волокна; E – модуль упругости волокна; y – прогиб в точке приложения силы в момент разрыва.

Из теории стержней [7] известно, что при первоначальной длине нити (волокна), равной длине пролета $L_0 = 2l$, связь между P и H (горизонтальная составляющая силы натяжения – распор) имеет следующий вид:

$$P = 2H \sqrt{\frac{1}{(1 - \frac{H}{ES})^2} - 1} \approx \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{ES}} \sqrt{H^3}, \quad (9)$$

так как $\frac{H}{ES} \ll 1$.

А прогиб в точке приложения силы

$$y = \frac{Pl}{2H} = \frac{l}{\sqrt[3]{ES}} \sqrt[3]{P}. \quad (10)$$

Подставив (10) в (8) и считая, что

$$\sigma_b = \varepsilon_p E,$$

где ε_p – деформация при разрыве, получим [8]:

$$P = ES^{2/3} \sqrt[3]{2nk \frac{\varepsilon_p}{(1 + \varepsilon_p)}}. \quad (11)$$

Распор можно найти из (9):

$$H = \frac{1}{2} \sqrt[3]{P^2 ES}. \quad (12)$$

Тогда формула для определения распора с учетом (11) примет вид

$$H = nkES \frac{\varepsilon_p}{1 + \varepsilon_p}. \quad (13)$$

Требуемое усилие зажима волокна:

$$N = \frac{H}{\mu_1 + \mu_2} = \frac{nkES\varepsilon_p}{(\mu_1 + \mu_2)(1 + \varepsilon_p)}, \quad (14)$$

где μ_1 и μ_2 – коэффициенты трения волокна о поверхность питающего вала и о прижимной рычаг соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Доказано, что конструкция новой штапелирующей установки позволяет получать волокно методом контролируемого разрыва с низкой неровнотой по длине. Определены условия контролируемого разрыва волокна при приложении поперечной сосредоточенной силы.

2. Установлена функциональная зависимость усилия зажатия волокна от его упругих свойств и конструкции транспортирующего узла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ 2167226 от 03.04.2000. Устройство для штапелирования льняного волокна / Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Пашин Е.Л.
2. Патент РФ 2178021 от 31.07.2000. Устройство для штапелирования и очистки льняного волокна / Корабельников Р.В., Ширяев А.В., Корабельников А.Р.
3. Ширяев А.В., Корабельников Р.В. Разработка новой установки для штапелирования и очистки льняного волокна // Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома, вып. 2, 2001. С.21...24.

4. *Корабельников А.Р. и др.* Обоснование основных параметров питающей пары устройств для получения короткоштапельного волокна методом разрыва // Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома, вып. 3, 2002. С.126...131.

5. *Виноградов Ю.С.* Математическая статистика и ее применение в текстильной и швейной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1970.

6. *Михайлов Б.С., Севостьянов А.Г.* Теория и практика штапельирования жгута методом разрыва. – М.: Легкая индустрия, 1971. С.200.

7. Прочность, устойчивость, колебания / Справочник в трех томах (под общей ред. И.А. Биргера

и Я.Г. Пановко). – Т. 1. М.: Машиностроение, 1968. С.194...195.

8. *Ширяев А.В.* Определение усилия зажима льняного волокна при его разрыве поперечной сосредоточенной силой // Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома, вып. 3, 2002. С. 40...42.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 01.08.02.

УДК 677.052

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В РЕМЕШКОВОМ ЗАЖИМЕ*

В.А. АВРЕЛЬКИН, В.И. РОНЬЖИН, А.В. ШАГИНОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Прибор высоких вытяжек кроме надежной работы, простоты и удобства обслуживания должен обеспечивать лучшее использование частных вытяжек и создавать необходимое поле сил трения. По протяженности оно должно превосходить самое длинное перерабатываемое волокно. Напряжение поля сил трения должно постепенно падать по ходу продукта. В [1...3] отмечено, что в двухремешковом приборе достигнуто наибольшее приближение к указанным требованиям.

Практика показывает, что ремешковые вытяжные приборы получили широкое распространение как наиболее удовлетворяющие требованиям выпуска качественной продукции.

А.Ф.Капитановым [4] проделана большая теоретическая работа по определению нормального давления в зажиме ремешковой пары. Автор разбил ремешковую зону на три участка и определял, какое давление образуется в каждом из них. Первый участок – это зажим пары валик–цилиндр, второй участок – это расстояние от зажима пары до точки соединения ремешка с планкой и третий – это участок ремешков, расположенных на поверхности планки.

При изучении данной работы выявлено, что давление, которое испытывают ремешки на третьем участке, зависит от до-

полнительного натяжения ремешков, увеличивающегося на составляющую Эйлера, а также поперечного прогиба верхнего ремня от нахождения между ними продукта. Однако при движении ремешка по криволинейной поверхности образуется давление от центробежных сил, от изгиба ремня, угла подъема планки; давление, возникшее от натяжения движущегося ремня по криволинейной планке.

В развитие теории [4] нами предложен расчет для определения нормального давления, образующегося между ремешками на участке криволинейной планки.

При подведении под нижний ремешок криволинейной поверхности давление верхнего ремешка на нижний возрастает, так как увеличивается его натяжение; при этом увеличивается и сила трения между волокнами.

В сечении поля вытягивания нормальное давление между ремешками определяется по формуле

$$\sigma_{\text{общ}} = \sigma_{\text{ц}} + \sigma_{\text{из}} + \sigma_{\text{с}}, \quad (1)$$

где $\sigma_{\text{ц}}$ – нормальное давление от центробежных сил; $\sigma_{\text{из}}$ – нормальное давление от изгиба ремня; $\sigma_{\text{с}}$ – нормальное давление, возникшее от натяжения ремня при огибании планки.

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Г.И.Чистобородова

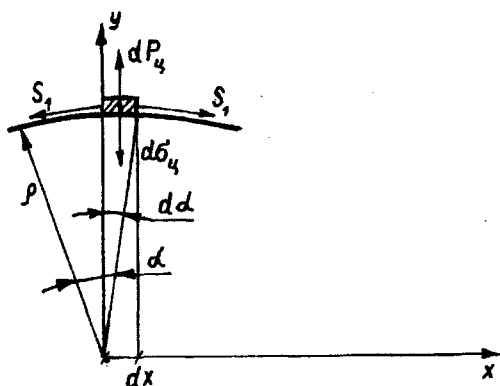


Рис. 1

Рассмотрим элементарно малый участок длины верхнего ремешка и силы, действующие на него (рис.1).

Сумма всех сил на ось у равна

$$dP_u - d\sigma_u - S_1 d\alpha = 0, \quad (2)$$

где dP_u – сила, вызванная центростремительным ускорением; $d\sigma_u$ – элементарно малое нормальное давление от центробежных сил; S_1 – натяжение верхнего ремешка, образующееся в результате натяжения пружины верхней клеточки ремешковой пары, а также за счет прогиба ремешка.

Из (2) имеем

$$d\sigma_u = dP_u - S_1 d\alpha, \quad (3)$$

$$dP_u = dm \frac{V^2}{\rho}, \quad (4)$$

$$dm = \gamma d\ell, \quad (5)$$

где dm – элементарная масса исследуемого участка; V – линейная скорость ремешка

$$\begin{aligned} d\sigma_u &= \gamma \frac{V^2 |f(x)''|}{\sqrt{(1 + (f(x)')^2)^3}} \sqrt{1 + (f(x)')^2} dx - \frac{S_1 |f(x)''|}{\sqrt{(1 + (f(x)')^2)^3}} \sqrt{1 + (f(x)')^2} dx = \\ &= (\gamma V^2 - S_1) \frac{\sqrt{1 + (f(x)')^2} |f(x)''|}{\sqrt{(1 + (f(x)')^2)^3}} dx = \frac{(\gamma V^2 - S_1) |f(x)''|}{\sqrt{1 + (f(x)')^2}} dx. \end{aligned}$$

В итоге имеем

$$\sigma_u = \int_{x_1}^{x_2} \frac{(\gamma V^2 - S_1) |f(x)''|}{\sqrt{1 + (f(x)')^2}} dx. \quad (10)$$

ков; ρ – радиус кривизны поверхности, огибаемой ремешками; γ – масса единицы длины ремешка;

$$d\ell = \sqrt{1 + (f(x)')^2} dx, \quad (6)$$

$$d\alpha = \frac{d\ell}{\rho}, \quad (7)$$

где $d\ell$ – бесконечно малая длина исследуемого участка; $f(x)$ – функция заданной кривой поверхности криволинейной плоскости.

Запишем

$$d\sigma_u = \gamma \frac{V^2}{\rho} d\ell - \frac{S_1}{\rho} d\ell. \quad (8)$$

Из (8) видно, что нормальное давление верхнего ремешка на нижний зависит как от линейной скорости движения ремешков, радиуса кривизны криволинейной поверхности, огибаемой ремешками, так и от натяжения ремешков.

Радиус кривизны поверхности определяется [5]:

$$\rho = \frac{\sqrt{(1 + (f(x)')^2)^3}}{|f(x)''|}. \quad (9)$$

Подставив (6) и (9) в выражение (8), получим уравнение для определения нормального давления в общем виде:

Далее определим следующую составляющую нормального давления верхнего ремешка на нижний при его изгибе. При огибании ремешком криволинейной планки его длина по сравнению с длиной в случае отсутствия планки возрастает на величину $\Delta \ell$ (абсолютное удлинение), которая определяется по формуле [6]:

$$\Delta \ell = \frac{S_1 L}{EA}, \quad (11)$$

где L – полная длина ремня; E – модуль упругости ремня; A – площадь поперечного сечения ремня.

Определим значение натяжения из (11):

$$S_1 = \frac{\Delta \ell EA}{L}. \quad (12)$$

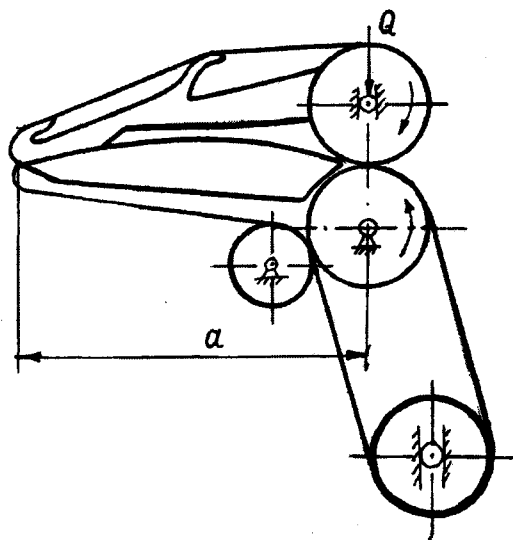


Рис. 2

Величину абсолютного удлинения найдем по формуле

$$\Delta \ell = \ell - a, \quad (13)$$

где a – длина участка ремня при отсутствии планки (рис.2); ℓ – длина участка ремня при огибании им планки, определяющаяся из [5]:

$$\ell = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx. \quad (14)$$

Давление верхнего ремешка при огибании им криволинейной планки зависит от натяжения ремня, которое образуется от стрелы прогиба ремня или от высоты подъема планки.

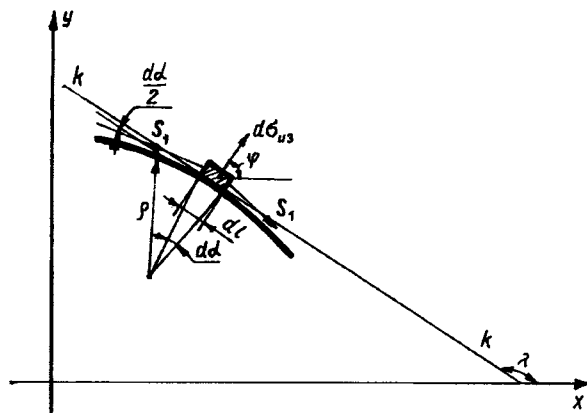


Рис. 3

Рассмотрим элементарно малый участок верхнего ремешка длиной $d\ell$ (рис.3). Определим зависимость нормального давления при изменении высоты подъема криволинейной планки, для чего восстановим нормаль к исследуемому участку. Проведем касательную прямую k к исследуемому участку ремешка и под углом 90° отложим нормаль. Вектор $d\sigma_{из}$ и есть элементарное нормальное давление, приходящееся на элементарный участок $d\ell$.

$$\operatorname{tg} \lambda = f'(x), \quad \lambda = \operatorname{arctg} (f'(x)), \quad (15)$$

где λ – угол наклона касательной, проведенной к исследуемому участку ремешка.

Спроецировав $d\sigma_{из}$ на ось x и y , получим уравнения

$$\sigma_{из X} = \int_{x_1}^{x_2} \cos \varphi d\sigma_{из}, \quad (16)$$

$$\sigma_{из Y} = \int_{x_1}^{x_2} \sin \varphi d\sigma_{из}. \quad (17)$$

Выразим угол φ через λ :

$$\varphi = \lambda - 90^\circ. \quad (18)$$

Элементарно малая величина нормального давления определяется как:

$$d\sigma_{из} = \frac{S_1}{\rho} d\ell. \quad (22)$$

$$d\sigma_{из} = 2 \sin \frac{d\alpha}{2} S_1, \quad (19)$$

$$d\sigma_{из} = S_1 d\alpha, \quad (20)$$

$$d\alpha = \frac{d\ell}{\rho}, \quad (21)$$

где $d\alpha$ – элементарно малый угол.

Следовательно, уравнение элементарно малой величины нормального давления имеет вид

Подставив полученное значение формулы (22) в (16) и (17), получим

$$\sigma_{изX} = \int_{x_1}^{x_2} \cos \varphi \frac{S_1}{\rho} d\ell, \quad (23)$$

$$\sigma_{изY} = \int_{x_1}^{x_2} \sin \varphi \frac{S_1}{\rho} d\ell. \quad (24)$$

После подстановок составляющих формул (23) и (24):

$$\sigma_{изX} = \int_{x_1}^{x_2} \cos(\alpha - 90^\circ) \frac{S_1 d\ell}{\rho} = \int_{x_1}^{x_2} \frac{\cos(\text{arctg}(f'(x) - \frac{\pi}{2})) S_1}{\rho} d\ell, \quad (25)$$

$$\sigma_{изY} = \int_{x_1}^{x_2} \frac{\sin(\text{arctg}(f'(x) - \frac{\pi}{2})) S_1}{\rho} d\ell. \quad (26)$$

Общее давление в исследуемой точке:

$$\sigma_{из} = \sqrt{\sigma_{изX}^2 + \sigma_{изY}^2}. \quad (27)$$

Следующая составляющая нормального давления верхнего ремешка на нижний образуется за счет движения ремешков по криволинейной планке, вследствие чего создается дополнительное натяжение, определяющееся по формуле [7]:

$$S_2 = S_1 \exp\left(\mu \int_{x_1}^{x_2} k(\ell) d\ell\right), \quad (28)$$

где $k(\ell)$ – кривизна планки, выраженная через натуральный параметр, длину дуги (ℓ); μ – коэффициент трения.

Давление, которое образуется при возникновении натяжения S_2 , найдем по формуле

$$\sigma_s = \frac{S_2}{\rho}, \quad (29)$$

где h – ширина ремня.

Суммируя значения (10), (27) и (29), получаем общее нормальное давление, которое оказывает верхний ремешок на нижний:

$$\sigma_{\text{общ}} = \int_{x_1}^{x_2} \frac{(\gamma V^2 - S_1) |f(x)|^n}{\sqrt{1 + (f(x)')^2}} dx + \sqrt{\left(\int_{x_1}^{x_2} \frac{\cos(\text{arctg}(f'(x) - \frac{\pi}{2})) S_1}{\rho} d\ell \right)^2 + \left(\int_{x_1}^{x_2} \frac{\sin(\text{arctg}(f'(x) - \frac{\pi}{2})) S_1}{\rho} d\ell \right)^2} + \frac{S_1 \exp(\mu \int_{x_1}^{x_2} k(\ell) d\ell)}{\rho} \quad (30)$$

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что нормальное давление в ремешковом зажиме обуславливает закономерность движения волокон в вытяжном приборе и неровноту по толщине от вытягивания.

2. Полученные результаты показывают, что величина нормального давления есть функция, зависящая от многих факторов $\sigma = f(S_1, S_2, V, \mu, \lambda, \rho)$. Так, при варьировании составляющих ее переменных можно получить необходимый закон изменения нормального давления в зажиме ремешковой пары, который определяет напряжение поля сил трения в продукте.

3. Предложен метод определения величины нормального давления верхнего ремешка на нижний, который можно использовать при проектировании вытяжных приборов прядильных машин, а также для изучения закономерности движения волокон в процессе вытягивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Н.А. Вопросы теории прядения. – М.: Гизлегпром, 1932.

2. Зотиков В.Е. Теория процесса вытягивания в хлопкопрядении // Научно-редакционная секция НИТИ. – М., 1933.

3. Зотиков В.Е., Будников И.В. Основы прядения волокнистых материалов. – М.: Гизлегпром, 1959.

4. Капитанов А.Ф. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995. №2. С.17...21.

5. Воднев В.Т., Наумович А.Ф., Наумович Н.Ф. Основные математические формулы. – Минск: Высшая школа, 1988.

6. Кинасовиц Р.С. Сопротивление материалов. – М., 1975.

7. Чистобородов Г.И., Никифорова Е.Н., Боровков А.В. // Известия Ивановского отделения Петровской Академии наук и искусств. – 2001. №6.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 28.03.02.

УДК 677.022.95

О СКОЛЬЖЕНИИ ПРОДУКТОВ ПРЯДЕНИЯ НА КОНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО СПИРАЛИ*

Е.Н. НИКИФОРОВА, В.Г. ЛАПШИН, Н.Г. ЖАРОВА

(Ивановская государственная текстильная академия, ОАО «Красная Талка»)

В технологических процессах текстильный материал (лента, ровница, пряжа) довольно часто огибает рабочие органы машин, имеющие форму поверхностей вращения, по винтовым линиям, например,

с целью создания дополнительного натяжения продукта перед наматыванием, необходимого для повышения плотности паковки. Такие случаи имеют место и при взаимодействии волокнистых полуфабри-

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Г.И. Чистобородова

катов с вьюрками различных конструкций, создающими пространственный изгиб продукта и соответственно ложную крутку [1, 2].

Настоящая статья посвящена рассмотрению вопросов определения основных геометрических параметров текстильного материала, огибающего коническую поверхность по винтовой линии с постоянным углом подъема (локсодроме).

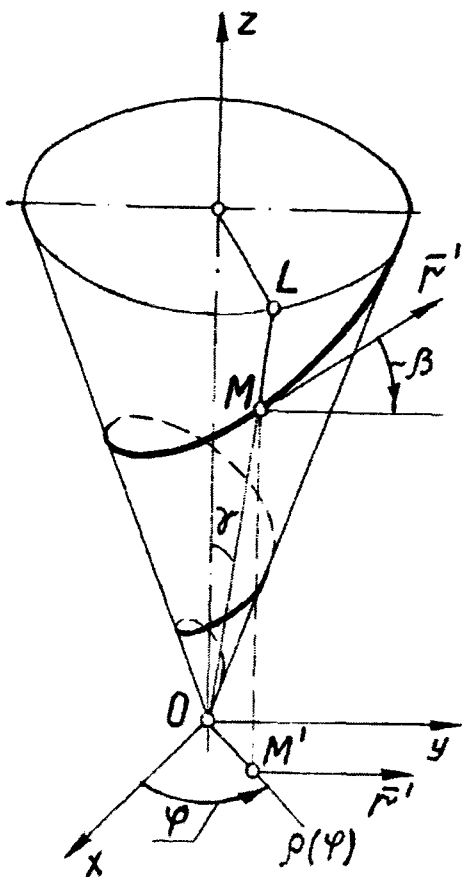


Рис. 1

Параметрические уравнения конической спирали (рис.1):

$$\begin{cases} x = a e^{k\varphi} \cos \varphi, \\ y = a e^{k\varphi} \sin \varphi, \\ z = b e^{k\varphi}, \end{cases} \quad (1)$$

где φ – параметр, от которого зависит положение точки M конической спирали (угол $\angle xOM'$, где M' – проекция точки M на плоскость xOy).

Угол γ между образующей конуса и его осью симметрии (угол конусности) связан с параметрами a и b формулой

$$\frac{z}{x} = \frac{b}{a} = \operatorname{ctg} \gamma. \quad (2)$$

Коэффициент k в (1) выразим через параметры γ и β [3]:

$$k = \frac{\sin \gamma \sin \beta}{\sqrt{\cos^2 \beta - \sin^2 \gamma}}, \quad (3)$$

где $\beta = \operatorname{const}$ – угол между касательной к спирали и плоскостью xOy (угол подъема).

Исследование поверхностей сводится к изучению принадлежащих им линий, в частности, координатных, касательных к ним, нормалей, длины дуг, кривизны и других.

Для винтовых линий контакта конической поверхности с продуктом определим уравнения касательной, главной нормали и бинормали конической спирали (1), а также нормальной, соприкасающейся и спрямляющей плоскостей.

Ввиду громоздкости промежуточных вычислений полученные уравнения (4...9) представлены в окончательном виде.

Параметрические уравнения касательной для конической спирали:

$$\begin{cases} X = a e^{k\varphi} (\cos \varphi + (k \cos \varphi - \sin \varphi) t), \\ Y = a e^{k\varphi} (\sin \varphi + (k \sin \varphi + \cos \varphi) t), \\ Z = b e^{k\varphi} (1 + kt), \end{cases} \quad (4)$$

где t – параметр ($-\infty < t < \infty$); (X, Y, Z) – координаты точки касательной.

Параметрические уравнения бинормали для конической спирали:

$$\begin{cases} X = a e^{k\varphi} \cos \varphi + a b k e^{2k\varphi} (\sin \varphi - k \cos \varphi) t, \\ Y = a e^{k\varphi} \sin \varphi - a b k e^{2k\varphi} (\cos \varphi + k \sin \varphi) t, \\ Z = b e^{k\varphi} + a^2 (k^2 + 1) e^{2k\varphi}. \end{cases} \quad (5)$$

Уравнения главной нормали к конической спирали:

$$\begin{cases} X = a e^{k\varphi} \cos \varphi + a e^{3k\varphi} (k \sin \varphi + \cos \varphi) (a^2 k^2 + b^2 k^2 + a^2) t, \\ Y = a e^{k\varphi} \sin \varphi + a e^{3k\varphi} (\sin \varphi - k \cos \varphi) (a^2 k^2 + b^2 k^2 + a^2) t, \\ Z = b e^{k\varphi}. \end{cases} \quad (6)$$

В (6) составляющая $z_{\bar{n}} = 0$ следовательно, вектор главной нормали \bar{n} компланарен плоскости xOy .

Уравнение нормальной плоскости, перпендикулярной вектору касательной:

$$a (k \cos \varphi - \sin \varphi) (X - a e^{k\varphi} \cos \varphi + a (k \sin \varphi + \cos \varphi) (Y - a e^{k\varphi} \sin \varphi) + b k (Z - b e^{k\varphi}) = 0. \quad (7)$$

Уравнение соприкасающейся плоскости, перпендикулярной вектору бинормали:

$$b k (\sin \varphi - k \cos \varphi) (X - a e^{k\varphi} \cos \varphi) - b k (\cos \varphi + k \sin \varphi) (Y - a e^{k\varphi} \sin \varphi) + a (k^2 + 1) (Z - b e^{k\varphi}) = 0. \quad (8)$$

Уравнение спрямляющей плоскости, перпендикулярной вектору главной нормали:

$$(k \sin \varphi + \cos \varphi) (X - a e^{k\varphi} \cos \varphi) + (\sin \varphi - k \cos \varphi) (Y - a e^{k\varphi} \sin \varphi) = 0. \quad (9)$$

Форма нити в каждый момент определяется через кривизну, которую вычислим по формуле из [4]:

$$K = \frac{a e^{-k\varphi} \sqrt{(k^2 + 1)}}{(a^2 + b^2) k^2 + a^2}. \quad (11)$$

$$K = \frac{|[\bar{r}', \bar{r}'']|}{|\bar{r}'|^3}. \quad (10)$$

Орт вектора кривизны найдем с помощью выражения

$$\bar{n}_0 = \frac{[[\bar{r}', \bar{r}''], \bar{r}']}{|[[\bar{r}', \bar{r}''], \bar{r}']|}; \quad (12)$$

Определив необходимые значения для (10) и выполнив преобразования, получим кривизну конической спирали в произвольной точке:

$$\bar{n}_0 = -\frac{1}{\sqrt{k^2 + 1}} (k \sin \varphi + \cos \varphi; \sin \varphi - k \cos \varphi; 0). \quad (13)$$

Используя (11) и (13), определим вектор кривизны конической спирали:

$$K \bar{n}_0 = -\frac{a e^{-k\varphi}}{(a^2 + b^2) k^2 + a^2} (k \sin \varphi + \cos \varphi; \sin \varphi - k \cos \varphi; 0). \quad (14)$$

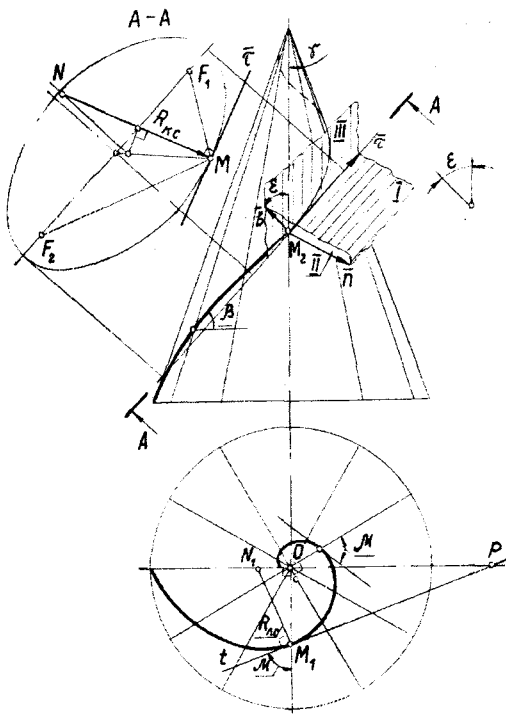


Рис. 2

Для решения практических задач большое значение имеет определение радиуса кривизны нити пространственной формы через ее проекцию на плоскость. Используя графические методы теории начертательной геометрии, установим связь между радиусом $R_{к.с}$ кривизны конической спирали в заданной точке M и радиусом $R_{л.с}$ кривизны ортогональной проекции этой кривой на плоскость (рис.2). Ортогональной проекцией конической спирали на горизонтальную плоскость является логарифмическая спираль.

В этом общем случае радиус R кривизны пространственной кривой и радиус r кривизны ее проекции на горизонтальную плоскость связаны соотношением [5]:

$$R = r \frac{\cos \varepsilon}{\cos^3 \alpha}, \quad (15)$$

где ε — угол между соприкасающейся плоскостью и плоскостью проекций; α — угол между касательной к пространственной кривой и горизонтальной плоскостью (угол подъема).

Используя полученные выше уравнения основного триэдра, для точки M конической спирали (рис.2), которая проециру-

ется на фронтальную плоскость без искажений, построены касательная τ , главная нормаль n и бинормаль b , а также соприкасающаяся I, нормальная II и спрямляющая III плоскости. В связи с тем, что главная нормаль в любой точке конической спирали параллельна горизонтальной плоскости, угол между соприкасающейся плоскостью и плоскостью проекций (угол между их бинормальями) равен углу подъема спирали, то есть для локсодромы на поверхности конуса справедливо равенство $\beta = \varepsilon$.

Учитывая, что буквами α в (15) и β обозначена одна и та же величина, получим выражение радиуса кривизны конической спирали через ее проекцию:

$$R_{к.с} = \frac{R_{л.с}}{\cos^2 \beta}. \quad (16)$$

Формула (16) путем несложных математических вычислений позволяет определить радиус кривизны нити, скользящей на поверхности конуса по линии с постоянным углом подъема, по ее проекции на горизонтальную плоскость.

Натуральную величину радиуса кривизны логарифмической спирали можно легко найти, используя известный графический способ (рис.2). Так, построенный графически радиус кривизны конической спирали в точке M (рис.2, сечение конуса $A-A$) точно соответствует величине, полученной при расчете по формуле (16).

Для проектирования и расчета технологических систем с нитями, скользящими по направляющим поверхностям, удобно иметь уравнения кривых в натуральной форме, где за натуральный параметр принята длина дуги нити.

Приведем уравнение конической спирали (1) к такому виду, когда вместо углового параметра φ будет натуральный параметр s . Для этого выразим длину s дуги линии (1) в соответствии с изменением параметра φ на отрезке $[0, \varphi]$:

$$s = \frac{\sqrt{a^2 + a^2 k^2 + b^2 k^2}}{k} (e^{k\varphi} - 1). \quad (17)$$

Из (17) найдем зависимость φ как функции s :

$$\varphi = \frac{1}{k} \ln \left(1 + \frac{ks}{\sqrt{a^2 + a^2k^2 + b^2k^2}} \right). \quad (18)$$

$$\begin{cases} x = a \left(1 + \frac{ks}{\sqrt{a^2 + a^2k^2 + b^2k^2}} \right) \cos \left[\frac{1}{k} \ln \left(1 + \frac{ks}{\sqrt{a^2 + a^2k^2 + b^2k^2}} \right) \right], \\ y = a \left(1 + \frac{ks}{\sqrt{a^2 + a^2k^2 + b^2k^2}} \right) \sin \left[\frac{1}{k} \ln \left(1 + \frac{ks}{\sqrt{a^2 + a^2k^2 + b^2k^2}} \right) \right], \\ z = b \left(1 + \frac{ks}{\sqrt{a^2 + a^2k^2 + b^2k^2}} \right). \end{cases} \quad (19)$$

В случае натуральной параметризации формула (11) для определения кривизны имеет вид:

$$K(s) = \frac{a\sqrt{k^2 + 1} \sqrt{a^2 + a^2k^2 + b^2k^2}}{ks + (a^2 + a^2k^2 + b^2k^2)^{3/2}}. \quad (20)$$

Соответственно радиус кривизны конической спирали:

$$R(s) = \frac{1}{K(s)} = \frac{ks + (a^2 + a^2k^2 + b^2k^2)^{3/2}}{a\sqrt{k^2 + 1} \sqrt{a^2 + a^2k^2 + b^2k^2}}. \quad (21)$$

Отметим, что согласно (21) радиус кривизны конической спирали линейно зависит от натурального параметра s .

Исследуем изменение натяжения нити при огибании направляющего устройства по конической спирали. Для определения натяжения T небольших участков нити, то есть когда отклонение нити от геодезической линии невелико, воспользуемся формулой (4) из [6]:

$$T = T_0 \exp \left(f \int_{s_1}^{s_2} K(s) ds \right), \quad (22)$$

где T_0 – начальное натяжение нити; f – коэффициент трения; ds – элемент длины нити; $K(s)$ – кривизна нити, выраженная через натуральный параметр (длину s дуги); s_1, s_2 – дуговые координаты элемента нити.

Подставив (20) в (22), получим:

$$T = T_0 \exp \left(f \int_{s_1}^{s_2} \frac{a\sqrt{k^2 + 1} \sqrt{a^2 + a^2k^2 + b^2k^2}}{ks + (a^2 + a^2k^2 + b^2k^2)^{3/2}} ds \right).$$

Для вычисления интеграла введем обозначения:

$$A = a\sqrt{k^2 + 1} \sqrt{a^2 + a^2k^2 + b^2k^2}; \quad (23)$$

$$B = (a^2 + a^2k^2 + b^2k^2)^{3/2}. \quad (24)$$

Тогда

$$T = T_0 \exp \left(f A \int_{s_1}^{s_2} \frac{ds}{ks + B} \right) = T_0 \exp \left(\frac{f A}{k} \ln |ks + B| \Big|_{s_1}^{s_2} \right),$$

$$T = T_0 \exp \left(\frac{f A}{k} \ln \left| \frac{ks_2 + B}{ks_1 + B} \right| \right). \quad (25)$$

ВЫВОДЫ

1. Найдены уравнения для длинномерного текстильного материала, скользящего на поверхности конуса по спирали, задающие положение каждой точки нити и определяющие ее форму.

2. Предложен графоаналитический метод определения радиуса кривизны конической спирали через ее проекцию на горизонтальную плоскость.

3. Получена формула, позволяющая с достаточной для практических расчетов точностью определять величину натяжения нити при огибании направляющего устройства по конической спирали в зависимости от геометрических параметров направлятеля и от длины нити на его поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Ю.В. Неподвижные вьюрки в прядении. – М.: Легкая индустрия, 1978.
2. Чистобородов Г.И. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, № 6. С.31...34.
3. Чистобородов Г.И. и др. Определение основных геометрических параметров текстильного материала, движущегося по конической спирали / Иванов. гос. текст. академия. – Иваново, 2002. – Деп. в ООО «Легпроминформ» 25.04.02, № 4053 - ЛП.
4. Позняк Э.Г., Шикин Е.В. Дифференциальная геометрия: Первое знакомство. – М.: МГУ, 1990.
5. Бубенников А.В., Громов М.Я. Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1965.
6. Чистобородов Г.И. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 4. С.56...59.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 10.06.02.

УДК 677.051

РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ВОЛОКНООЧИСТКИ В ЗОНЕ ОТКРЫТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИЕМНОГО БАРАБАНА

В.Р. АБАЗЯН, Я.М. КРАСИК, Г.А. ХОСРОВЯН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Повышение эффективности очистки волокна от примесей в приемном узле имеет большое значение при подготовке полуфабриката к прядению, особенно при переработке хлопка машинного сбора.

Основной областью выделения сорных примесей в приемном узле является зона приемный барабан – угарная камера. Очистка волокна и выпадение его в угары в приемном узле шляпочной чесальной машины происходят в условиях существова-

ния воздушного потока, вызванного вращением приемного барабана.

В приемном узле чесальной машины, как и в ряде устройств по обработке волокнистых материалов, при вращении барабанов, расположенных близко к непроницаемым стенкам, имеет место наращивание в азимутальном направлении поперечных размеров воздушного течения, называемого пограничным слоем. В этом случае расход воздуха в пограничном слое возрастает за счет поступления его из ок-

ружающего пространства. В результате система приемный барабан – сороотбойный нож работает как всасывающее устройство.

С увеличением частоты вращения приемного барабана увеличиваются скорости и завихренности воздушных потоков в зоне соровыделения, что является причиной выпадения прядогого волокна в угары. Повышение эффективности очистки волокна и снижение выхода прядогого волокна в угары на шляпочной чесальной машине в определенной степени зависит от оптимальности воздушного потока около открытой поверхности приемного барабана.

Как показывает анализ отечественной и иностранной литературы, существующие аэродинамические методы, направленные на повышение эффективности очистки волокна около рабочих органов приемных узлов во второй, третьей и четвертой зонах, можно условно разделить на три вида.

В ряде конструкций аспирационных устройств текстильных машин отсосы располагаются вблизи вращающихся пильчатых барабанов. В результате осуществляется взаимодействие воздушного потока, увлекаемого барабаном, с воздушным потоком, движущимся к вытяжному отверстию. Например, пильчатый очиститель системы ИвНИТИ [1], представляющий собой усиленный приемный узел малогабаритной чесальной машины и предназначенный для аэродинамического съема волокна со второго барабана 1 (рис. 1), оснащен конфузуром 2 во второй по ходу движения продукта зоне открытой поверхности второго барабана. Конфузор 2 соединен с пневмосистемой. Аэродинамический съем волокна происходит за счет действия всасывающего факела, возникающего при отсосе воздуха через конфузур 2. Через канал 3 волокно отводится от очистителя.

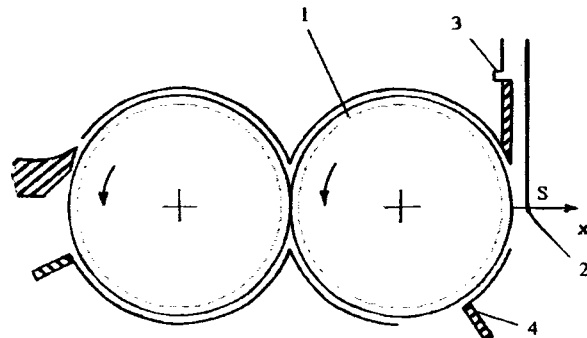


Рис. 1

Пильчатый очиститель оснащен дополнительным устройством 4 для выделения примесей после перехода волокон с приемного на передающий барабан. Каждому скоростному режиму передающего барабана пильчатого очистителя соответствует минимальный расход воздуха в устройстве аэродинамического съема волокна.

Вопросы разработки методики расчета зависимости величины расхода от высоты зуба гарнитуры второго барабана и от разводки между вторым барабаном и выступающей плоскостью конфузуратора в имеющейся литературе не рассматривались.

Вследствие малости разводки s между гарнитурой второго барабана и козырьком конфузуратора пильчатого очистителя в зоне съема волокна со второго барабана существует одномерное течение воздуха. Вследствие этого для расчета скоростей воздуха и в этой зоне применимо уравнение [2]:

$$v \frac{d^2 u}{dx^2} = P', \quad (1)$$

где x – координата, отсчитываемая согласно схеме на рис.1; P' – градиент давления; v – коэффициент кинематической вязкости.

Ввиду малости s полагаем величину P' постоянной.

Тогда из (1):

$$u = ax^2 + bx + c, \quad (2)$$

где a, b, c – коэффициенты.

Для расчета аэродинамического съема требуется знать величину скорости V воз-

духа в точке $x = a^*$, где a^* – расстояние, на которое выступают волокна из гарнитуры.

Величину V_1 рассчитывали согласно методике из [3]. Значения коэффициентов a, b, c найдем исходя из условий на границе потока и в точке $x = a^*$:

$$u(0) = V_6, u(h_3 + a^*) = V_1, u(h_3 + s) = 0, \quad (3)$$

где h_3 – высота зуба гарнитуры второго барабана; V_6 – окружная скорость второго барабана.

$$a x_1^2 x_2^2 + V_1 x_1 - a x_1^2 x_2 - (V_6 - V_1)x_2 = 0. \quad (7)$$

Из (7) найдем

$$a = \frac{(V_6 - V_1)x_2 - V_6 x_1}{x_1 x_2 (x_2 - x_1)}. \quad (8)$$

Подставив (8) в (6), будем иметь

$$\frac{(V_6 - V_1)x_2 - V_6 x_1}{x_1 x_2 (x_2 - x_1)} + b x_1 + V_6 = 0. \quad (9)$$

Из (9) получим:

$$b = \frac{(V_6 - V_1)x_2^2 - V_6 x_1^2}{x_1^2 x_2^2 (x_2 - x_1)}. \quad (10)$$

Собрав подобные члены в (13), запишем:

$$L_x = \frac{x_2 [V_6 x_1 (4x_2 - 3x_1) - (V_6 - V_1)x_2^2]}{6x_1 (x_2 - x_1)}. \quad (14)$$

Имеем следующие соотношения:

$$4x_2 - 3x_1 = 4h_3 + 4s - 3h_3 - 3a^* = 4s + h_3 - 3a^*, \quad (15)$$

$$x_2 - x_1 = s - a^*. \quad (16)$$

Учитывая (15) и (16), преобразуем выражение (14):

$$L_x = \frac{(h_3 + s)[V_6 (h_3 - a^*)(4s + h_3 - 3a^*) - (V_6 - V_1)(h_3 + s)^2]}{6(h_3 + a^*)(s - a^*)}. \quad (17)$$

Обозначим $x_1 = h_3 + a^*$, $x_2 = h_3 + s$.

Тогда из условий (3) следует:

$$c = V_6, \quad (4)$$

$$a x_1^2 + b x_1 + c = V_1, \quad (5)$$

$$a x_2^2 + b x_2 + c = 0. \quad (6)$$

Умножим равенство (5) на x_2 , а (6) – на x_1 и вычтем первый результат из второго.

Тогда

Расход воздуха на 1 м длины второго барабана в зоне съема волокна определим по формуле

$$L_x = \int_{-h_3}^s u(x) d(x). \quad (11)$$

Подставляя в (11) формулу (2) и учитывая (4), получаем

$$L_x = a x_2^2 / 3 + b x_2 / 2 + V_6 x_2. \quad (12)$$

Принимая во внимание значения a и b , из (12) имеем

$$L_x = \frac{[(V_6 - V_1)x_2 - V_6 x_1]x_2^3}{3x_2 x_1 (x_2 - x_1)} - \frac{[(V_6 - V_1)x_2^2 - V_6 x_1^2]x_2^2}{2x_2 x_1 (x_2 - x_1)} + V_6 x_2. \quad (13)$$

Обозначим расход воздуха, удаляемого из зоны съема волокна под крышку второго барабана на единицу длины барабана, через L_6 . Полагая, что $L_x \gg L_6$, получаем расход воздуха в конфузоре:

$$L_k = a_6 L_x, \quad (18)$$

где a_6 – множитель перед L_x , равный длине барабана.

Обозначив через $\bar{s} = s/h_3$, $k_c = V_1/V_{пер}$, $\bar{a} = a^*/h_3$, из (17) и (18) будем иметь:

$$L_k = \frac{(1 + \bar{s})[(1 - \bar{a})(4\bar{s} + 1 - 3\bar{a}) - (1 - k_c)(1 + \bar{s})^2]}{6(1 + \bar{a})(\bar{s} - \bar{a})}, \quad (19)$$

где $\bar{L}_k = L_k / (a_6 V_6 h_3)$.

Поскольку $h_3 \gg a^*$, $s \gg a^*$, то $4s + h_3 \gg \gg 3a^*$ и, следовательно, допустимо соотношение:

$$4x_2 - 3x_1 = 4s + h_3. \quad (20)$$

Так как $h_3 \gg a^*$, $s \gg a^*$, то

$$x_1 = h_3 + a^* \approx h_3, \quad (21)$$

$$x_2 - x_1 = s - a^* \approx s. \quad (22)$$

Таким образом, из (17), (20), (21) и (22) получим зависимость

$$L_x = \frac{(h_3 + s)[V_6 h_3 (4s - h_3) - (V_6 - V_1)(h_3 + s)^2]}{6h_3 s}. \quad (23)$$

Из (23) имеем

$$\bar{L}_k = \frac{(1 + \bar{s})[(4\bar{s} + 1) - (1 - k_c)(1 + \bar{s})^2]}{6\bar{s}}. \quad (24)$$

График зависимости \bar{L}_k от k_c при различных \bar{s} представлен на рис.2.

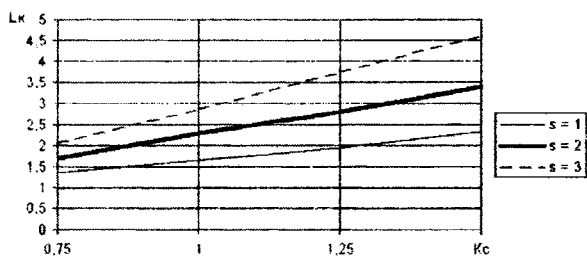


Рис. 2

Из графика следует, что, во-первых, с увеличением k_c при фиксированном \bar{s} имеет место линейная зависимость \bar{L}_k от k_c и, во-вторых, с увеличением \bar{s} имеет место увеличение \bar{L}_k .

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика расчета скоростей воздуха в зоне аэродинамического

съема волокна пыльчатого очистителя системы ИвНИТИ.

2. Показано, что величина расхода воздуха в конфузоре пыльчатого очистителя системы ИвНИТИ зависит от скоростного режима второго барабана, от высоты зуба гарнитуры второго барабана и от разводки между вторым барабаном и козырьком конфузора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Опыт использования хлопка низких сортов и отходов производства /А.С. Смирнов, П.И. Аристов, И.П. Мазяр и др. Экспресс-информация. Текстильная промышленность. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, вып. 42, 1982.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1973.
3. Кулешов Е.М., Кулешова В.И. Аэродинамические холстообразующие машины и устройства. – М.: Легкая индустрия, 1976.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 24.04.02.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ПРЯЖИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЯДЕНИЯ С УЧЕТОМ ЕЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

О.Ю. ДМИТРИЕВ, В.С.ГИЛЯРЕВСКИЙ, Н.А.ОСЬМИН, В.Л. ТАРАСОВ

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

Применение комбинированной пряжи с тем или иным назначением (в ткачестве или трикотажном производстве) связано с механическими свойствами, в том числе и реологическими. С помощью реологических свойств можно исследовать релаксацию продуктов, а также ползучесть, или изменение деформации нагруженной нити во времени, то есть поведение ее при дальнейшем использовании.

Комбинированную пряжу пневмомеханического способа прядения вырабатывали на прядильно-крутильном устройстве [1]

при частоте вращения прядильной камеры (диаметр 82 мм) 24000 мин⁻¹. В качестве продукта питания использовали в первом случае вискозную ленту со средней длиной волокон 65 мм и линейной плотностью $T_v=0,333$ текс. Вырабатываемая пряжа имела линейную плотность $T_{пр}=38$ текс. В качестве прикрута (нагонной нити) использовали (табл.1): вискозную нить линейной плотностью $T=11$ текс, лавсановую нить линейной плотностью $T=5$ текс и гребенную хлопчатобумажную пряжу линейной плотностью $T=10$ текс.

Таблица 1

№ п/п	Состав пряжи (нагонной нити)	Коэффициент крутки комбинированной пряжи	$\frac{E_1}{H}$ мм ²	$\frac{E_2}{H}$ мм ²	$\frac{\eta_1}{H \cdot c}$ мм ²	$\frac{\eta_2}{H \cdot c}$ мм ²
1	Вискозные волокна	19,4	7412	3189	68700	4440550
2	(лавсановая нить, 5текс)	23,2	7306	2812	103033	6568946
3	Вискозные волокна (вис-	19,4	7706	3300	78623	3840196
4	козная нить, 11текс)	23,2	6806	2877	87933	4413512
5	Вискозные волокна	19,4	5742	2693	48894	3123432
6	(х/б пряжа, 10 текс)	23,2	7643	2975	131626	6101152
7	Шерстяные и	15,5	2256	550	50000	4459380
8	лавсановые волокна	22,2	2205	660	40394	4375010
9	(х/б пряжа, 10 текс)	28,8	2870	725	50000	5008700

Также вырабатывали полшерстяную комбинированную пряжу линейной плотностью 43,4 текс, в которой выпрядаемая составляющая линейной плотностью 33,4 текс вырабатывалась из полшерстяной гребенной ленты (40% шерсть + 60% лавсан). Эту ленту готовили на разрывосмешивающей машине СМ2-65 с целью уменьшения доли длинных волокон. В качестве прикручиваемой нити использовали хлопчатобумажную гребенную пряжу линейной плотностью $T=10$ текс.

С помощью разработанного метода на базе четырехэлементной модели [2] аппроксимировали изменение механического напряжения во времени для реальных нитей в режиме постоянной деформации.

Параметры модели определяли методом наименьших квадратов с применением специально разработанной программы на ПЭВМ, в которой использовались значения напряжения с диаграммы релаксации, полученной на приборе FP-100.

Значения коэффициента заправочной крутки и результаты определения параметров четырехэлементной модели для раз-

личных вариантов комбинированной пряжи представлены в табл.1.

Прочностные характеристики комбинированной пряжи приведены в табл.2.

Таблица 2

№ п/п	Состав пряжи (нагонной нити)	Коэффициент крутки комбинированной пряжи	Относительная P_0 разрывная нагрузка, сН/текс	Относительное ϵ_p разрывное удлинение, %
1	Вискозные волокна (лавсановая нить, 5текс)	19,4	7,35	3,4
2		23,2	6,65	3,3
3	Вискозные волокна (вискозная нить, 11текс)	19,4	6,90	3,1
4		23,2	6,50	3,2
5	Вискозные волокна (х/б пряжа, 10 текс)	19,4	5,83	3,1
6		23,2	6,96	3,2
7	Шерстяные и лавсановые волокна (х/б пряжа, 10 текс)	15,5	6,96	7,3
8		22,2	8,22	12,0
9		28,8	9,24	12,0

С целью исследования характера поведения пряжи при растяжении использовали математические модели механических

свойств, реализованные на ПЭВМ в среде MATLAB.

Таблица 3

№ варианта	Составляющие относительной деформации, %				Доли составляющих деформации в % от $\epsilon_{общ}$		
	ϵ_y	ϵ_z	ϵ_n	$\epsilon_{общ}$	ϵ_y	ϵ_z	ϵ_n
1	2,80	1,10	0,82	4,72	59,3	23,3	17,4
2	3,10	1,18	0,56	4,84	64,0	24,4	11,6
3	2,65	1,12	0,95	4,72	56,4	23,7	20,1
4	3,09	1,21	0,83	5,13	52,1	23,6	16,2
5	3,25	1,50	1,17	5,92	54,9	25,3	19,8
6	2,92	1,14	0,60	4,66	62,7	24,5	12,9
7	2,35	0,585	0,125	3,06	76,8	19,1	4,0
8	1,97	0,598	0,122	2,69	73,2	22,2	4,5
9	1,79	0,461	0,109	2,36	75,8	19,5	4,6

Результаты моделирования на ПЭВМ представлены в табл.3. Входные значения напряжения при моделировании выбраны в размере 1/3 от разрывного напряжения: пряжи из химических волокон $\sigma_0 = 87 \text{ Н/мм}^2$, полушерстяной пряжи $\sigma_0 = 13 \text{ Н/мм}^2$, а время нагружения в режиме нагрузка-разгрузка-отдых 420 с.

Полушерстяная комбинированная пряжа по сравнению с комбинированной пряжей из химических (вискозных) волокон имеет большую долю упругой деформации и в среднем несколько меньшую долю эластической деформации. Пластическая же составляющая деформации полушерстяной комбинированной пряжи значительно меньше (в 3..5 раз), причем с уве-

личением крутки остаточная деформация несколько увеличивается. Разрывная нагрузка полушерстяной комбинированной пряжи растет с увеличением заправочной крутки в пределах от $\alpha = 15,5$ до $\alpha = 28,8$.

Для комбинированной пряжи из химических волокон характерно уменьшение доли остаточной деформации и некоторое увеличение доли упругой составляющей деформации при увеличении коэффициента крутки от $\alpha = 19,4$ до $\alpha = 23,2$. Разрывная нагрузка и удлинение при разрыве при этом практически не изменяется.

При этом следует заметить, что значения заправочной крутки были выбраны достаточно малыми, но обеспечивающими стабильный процесс формирования пряжи,

что позволяет получить высокую производительность, но не максимальные прочностные характеристики.

Использование комбинированной полушерстяной пряжи с хлопчатобумажной прикручиваемой нитью позволит получить более формоустойчивые и менее усадочные тканые или трикотажные изделия по сравнению с вискозной комбинированной пряжей.

ВЫВОДЫ

1. Разработано прядильно-крутильное устройство, позволяющее вырабатывать комбинированную пряжу пневмомеханического способа прядения с приемлемыми механическими свойствами при коэффициенте крутки $\alpha_T = 15...30$.

2. Полученная методика определения параметров четырехэлементной реологической модели позволяет методом математического моделирования предсказать по-

ведение пряжи в реальных условиях. При уменьшении коэффициента крутки комбинированной пряжи пневмомеханического прядения из химических волокон от 23,2 до 19,4 пластическая составляющая увеличивается на 4...7%. Полушерстяная комбинированная пряжа по сравнению с комбинированной пряжей из химических (вискозных) волокон имеет большую долю упругой деформации и значительно меньшую (в 3..5 раз) пластическую составляющую деформации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гиляревский В.С., Тарасов В.Л.* // Текстильная промышленность. – 1995, № 1-2.

2. *Дмитриев О.Ю.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №2. С.17...19.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 14.12.01.

УДК 677.017.4.072.6.074

КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ ИДЕАЛЬНОЙ ПРЯЖИ

Ю.К. БАРХОТКИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Известно, что кручение комплексных нитей вызывает в составляющих их волокнах соответствующие деформации, которые по своему характеру могут быть как пластическими, так и упругими. Часть энергии, затраченная при кручении нити на образование пластических деформаций, вызвав соответствующие изменения в структуре скручиваемого материала, не оставляет после себя реактивных сил, стремящихся вернуть материал в первоначальное состояние. Энергия, затраченная на образование в нити упругих деформаций, вызывает появление в ней сил реакции.

Для определения этих сил рассмотрим идеальную пряжу, состоящую из бесконечно длинных волокон равного попереч-

ного сечения, идеально гладких, ровных и подчиняющихся закону Гука. Такую пряжу можно получить, если пучок параллелизованных волокон, зажатых по концам, подвергнуть скручиванию путем относительного поворота зажимов на некоторый угол α , причем волокна после кручения расположатся по винтовым линиям.

Обозначим угол подъема винтовой линии наружного волокна через φ_0 , промежуточного через φ , радиус нити через R , а расстояние от промежуточного волокна до оси вращения через ρ и определим закон изменения: $\varphi = f(\rho)$. Угол поворота поперечных сечений волокон является общим для всех волокон, поэтому

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varphi_0 \frac{R}{\varrho} \quad (1)$$

Если расстояние L_0 между зажимами равно единице, то длина промежуточного волокна после кручения будет

$$\ell = \frac{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{\sqrt{\varrho^2 + \operatorname{tg}^2 \varphi_0 R^2}}{\operatorname{tg} \varphi_0 R} \quad (2)$$

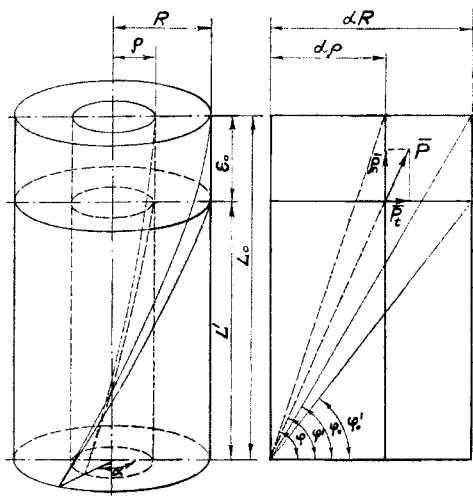


Рис. 1

Известно, что при кручении пряжи ее первоначальная длина уменьшается на величину укрутки. Переместим один из зажимов в сторону уменьшения длины пучка волокон на некоторую величину ε_0 . Вследствие этого угол наклона наружного волокна стал φ'_0 , а промежуточного φ' (рис.1).

Тогда зависимость угла наклона промежуточного волокна после перемещения зажима определится уравнением

$$\operatorname{tg} \varphi' = (1 - \varepsilon_0) \operatorname{tg} \varphi_0 \frac{R}{\varrho} \quad (3)$$

Длина промежуточного волокна

$$\ell_1 = (1 - \varepsilon_0) \frac{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi'_0}}{\operatorname{tg} \varphi'_0} \quad (4)$$

Заменяя $\operatorname{tg} \varphi'$ его значением из (3), получим относительное удлинение промежуточного волокна:

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{\varrho^2 + (1 - \varepsilon_0)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0 R^2}}{\operatorname{tg} \varphi_0 R} - 1 \quad (5)$$

Соответственно этому растягивающее усилие промежуточного волокна для линейно-упругой нити и волокна:

$$P = EF \left[\frac{\sqrt{\varrho^2 + (1 - \varepsilon_0)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0 R^2}}{\operatorname{tg} \varphi_0 R} - 1 \right] \quad (6)$$

где E – модуль упругости волокна, кГ/мм; F – площадь сечения волокна, мм.

Поскольку это усилие наклонено к поперечному сечению нити под углом φ' , то нормальная составляющая определится выражением

$$P_n = (1 - \varepsilon_0) EF \left[1 - \frac{\operatorname{tg} \varphi_0 R}{\sqrt{\varrho^2 + (1 - \varepsilon_0)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0 R^2}} \right] \quad (7)$$

Если волокна, составляющие нить, расположены в n слоях по z волокон в каждом слое, то сумма всех нормальных уси-

лий определит силу, растягивающую нить при кручении.

Осевое усилие нити:

$$Q = (1 - \varepsilon_0) EF \sum_{k=0}^n Z_k \left[1 - \frac{\operatorname{tg} \varphi_0 R}{\sqrt{\varrho_k^2 + (1 - \varepsilon_0)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0 R^2}} \right] \quad (8)$$

Для нити, скрученной из бесконечно тонких волокон, осевое растягивающее усилие:

$$Q = 2\pi(1 - \varepsilon_0)E \int_0^R \left[1 - \frac{\operatorname{tg}\varphi_0 R}{\sqrt{\varrho^2 + (1 - \varepsilon_0)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0 R^2}} \right] \varrho d\varrho. \quad (9)$$

При этом в качестве элементарной площади поперечного сечения нити возьмем условную площадь сечения нити, полностью заполненную веществом, из которого состоит нить [1, с.18].

Тогда

$$dF = 2\pi\varrho d\varrho. \quad (10)$$

После интегрирования (9) получим

$$Q = \pi R^2 (1 - \varepsilon_0) E \left\{ 1 - 2 \operatorname{tg}\varphi_0 \sqrt{1 + (1 - \varepsilon_0)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0} - (1 - \varepsilon_0) \operatorname{tg}\varphi_0 \right\}. \quad (11)$$

Известно, что если нить после кручения отпустить из зажимов, то ее длина уменьшится на величину укрутки, равную ε_y . Таким образом, если в уравнении (11) принять величину укорочения пряжи, равной величине естественной укрутки, то

есть $\varepsilon_0 = \varepsilon_y$, то растягивающая осевая сила станет равной нулю.

Спроектировав растягивающее усилие промежуточного волокна (выражение (6)) на плоскость поперечного сечения нити, будем иметь величину тангенциальных усилий (рис.1):

$$P_t = EF\varrho \left[\frac{1}{\operatorname{tg}\varphi_0 R} - \frac{1}{\sqrt{\varrho^2 + (1 - \varepsilon_0)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0 R^2}} \right]. \quad (12)$$

Крутящий момент, необходимый для скручивания нити, состоящей из конечного числа волокон, в этом случае будет равен

$$M = EF \sum_{\kappa=0}^n Z_{\kappa} \rho_{\kappa}^2 \left[\frac{1}{\operatorname{tg}\varphi_0 R} - \frac{1}{\sqrt{\rho_{\kappa}^2 + (1 - \varepsilon_0)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0 R^2}} \right]. \quad (13)$$

Соответственно для бесконечно тонких волокон

$$M = 2\pi E \int_0^R \left[\frac{1}{\operatorname{tg}\varphi_0 R} - \frac{1}{\sqrt{\varrho^2 + (1 - \varepsilon_0)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0 R^2}} \right] \varrho^3 d\varrho. \quad (14)$$

После интегрирования

$$M = 2\pi R^3 E \left\{ \frac{1}{4 \operatorname{tg}\varphi_0} - \frac{1}{3} \left[1 - 2(1 - \varepsilon_0)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0 \sqrt{1 + (1 - \varepsilon_0)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0} + 2(1 - \varepsilon_0)^3 \operatorname{tg}^3 \varphi_0 \right] \right\}. \quad (15)$$

Заметим, что в формуле (15) величина E представляет модуль упругости пряжи. Однако в сечении реальной пряжи имеются пустоты, поэтому модуль упругости пряжи будет зависеть от плотности волокон в сечении пряжи. Следовательно, для достоверности расчетов необходимо пользоваться модулем E_b упругости волокна, а

$$M = E_b F_b n_b d \left\{ \frac{(1 - \varepsilon_0)}{4L} - \frac{1}{3} \left[(1 - 2L^2) \sqrt{1 + L^2} + 2L^3 \right] \right\}, \quad (16)$$

где $L = \frac{(1 - \varepsilon_0) \cdot 10^3}{\pi d K}$; d – диаметр (17) пряжи, мм; K – крутка пряжи, кр/м.

$$Q = E_b F_b n_b (1 - \varepsilon_0) \left\{ 1 - \frac{2L}{(1 - \varepsilon_0)} (\sqrt{1 + L^2} - L) \right\}. \quad (18)$$

Подчеркнем, что величина L характеризует угол подъема винтовой линии наружного волокна с учетом деформации нити в осевом направлении.

Анализ формулы (16) показывает, что чем больше натяжение пряжи, тем выше упругий крутящий момент. Значит, для определения крутящего момента ненатянутой пряжи в (16) величину укорочения пряжи следует приравнять величине укрутки: $\varepsilon_0 = \varepsilon_y$.

Для определения упругого крутящего момента пряжи при ее натяжении в (16) воспользуемся выражением $\varepsilon_0 = \varepsilon_y - \varepsilon_k$, где ε_k – деформация пряжи при заданной величине ее осевого растяжения.

Величину ε_k в первом приближении определим из закона Гука при растяжении по формуле

$$\varepsilon_k = \frac{P}{E_b F_b n_b}, \quad (19)$$

где P – усилие растяжения пряжи, кГ.

При практическом использовании формулы (16) величину ε_y можно взять из справочной таблицы, величину ε_k – из

площадь сечения пряжи определять как площадь сечения F_b одного волокна, умноженную на количество n_b волокон в данном сечении.

В силу названных причин для определения упругого крутящего момента пряжи будем пользоваться выражением

Аналогично изменится и формула (11) осевого усилия:

диаграммы растяжения пряжи, а количество волокон в сечении пряжи определить по известной формуле

$$n_b = \frac{T}{T_b} (1 - \varepsilon_y), \quad (20)$$

где T – линейная плотность пряжи, текс; T_b – линейная плотность волокна, текс.

ВЫВОДЫ

Расчеты, проведенные по формуле (16) для пряжи хлопчатобумажной № 40 (25 текс), показали, что при нулевой растягивающей осевой силе величина упругого крутящего момента составила 1,57 сН·мм, а при растягивающей в 100 сН – 3,73 сН·мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мизушов И.И. Механика текстильной нити и ткани: Моногр. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 04.06.02.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ДВУХБАРАБАННОЙ ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ ЧМД-4 И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ЧЕСАЛЬНУЮ ЛЕНТУ

А.В. ПЕРОВ, А.Г. ИВАНОВ, В.М. ЗАРУБИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

В переходном режиме работы чесальной машины во время перехода съемного барабана с заправочной V_3 на рабочую V_p скорость и при останове происходит нарушение стабильности протекания технологического процесса внутри машины, что определенным образом отражается на продукте, полученном в это время [1].

Для установления характера влияния переходного процесса на чесальную ленту синхронно с переключением на другой скоростной режим в прочес у воронки вытяжного прибора резиновой грушей вводилась сажевая метка. Место чесальной ленты, находящееся от сажевой метки на расстоянии L_1 соответствует началу переходного процесса.

Теоретически длина отрезка L_1 зависит от некоторых конструктивных и других особенностей чесальной машины и съемного механизма и определяется по построениям рис. 1-а:

$$L_1 = \left\{ \left[(\overset{\cup}{AB}V_1 + \overset{\cup}{BC})V_2 + \overset{\cup}{CD} \right] V_3 + DE \right\} V_4 V_5,$$

где AB , BC , CD и DE – длина прочеса, находящегося в машине и сформированного до начала переходного процесса;

$DE = \overset{\cup}{DX} + \overset{\cup}{XE}$; V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 – частные вытяжки соответственно между съемным барабаном и съемным валиком, съемным и съемно-передающим валиками, съемно-передающим и давящим валиками, съемным механизмом и вытяжным прибором машины и в вытяжном приборе.

Для машины ЧМД-4 с валичным съемным механизмом и при вытяжках: $V_1 = 1,1$; $V_2 = 1,04$; $V_3 = 1,21$; $V_4 = 1,11$ и $V_5 = 1,51$.

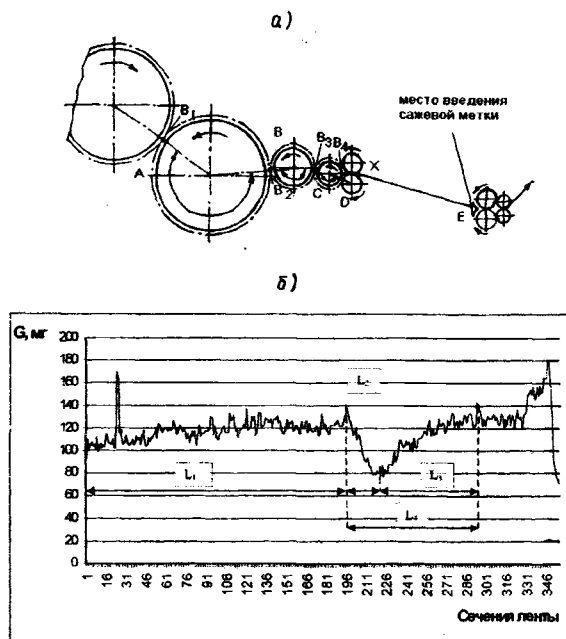


Рис. 1

$$L_1 = 5,71 \text{ м.}$$

Практически в связи с тем, что формирование и переход прочеса происходят не только в самих точках A и B , но и на некотором расстоянии от них, значение L_1 получается примерно на 80...100 мм меньше расчетного.

В ходе тестовых испытаний производилась замена сменных зубчатых колес в редукторе привода съемного барабана для изучения зависимости изменения неровности ленты от скорости органов питания-выпуск.

В ходе эксперимента рассматривали следующие варианты N_b скоростей съемного барабана, м/мин:

- 1) $V_3 = 136,816$, $V_p = 389,4$;
- 2) $V_3 = 168,388$, $V_p = 484,119$;
- 3) $V_3 = 178,913$, $V_p = 526,217$;
- 4) $V_3 = 189,438$, $V_p = 568,314$;
- 5) $V_3 = 199,962$, $V_p = 589,363$.

Полученная лента разрезалась на короткие (30мм) отрезки и взвешивалась. Коэффициент вариации определялся как

средний по нескольким повторностям при числе испытаний в каждой повторности, равном 400.

На рис.1-б представлен график изменения толщины чесальной ленты, определенной по весу коротких отрезков для второго варианта, где L_2 – участок, соответствующий уменьшению толщины ленты; L_3 – постепенному ее увеличению; L_4 – переходному процессу.

Таблица 1

N_b	L_1 , м			L_2 , м		L_3 , м		L_4 , м	
	№	значение	среднее	значение	среднее	значение	среднее	значение	среднее
1	1	5,370	5,355	0,600	0,681	1,110	1,275	1,710	1,965
	2	5,370		0,750		1,230		1,980	
	3	5,370		0,570		1,380		1,950	
	4	5,310		0,840		1,380		2,220	
2	1	4,890	5,302	0,750	0,577	1,320	1,207	2,070	1,785
	2	5,340		0,600		0,960		1,560	
	3	5,370		0,630		1,110		1,710	
	4	5,610		0,330		1,441		1,770	
3	1	5,970	5,775	0,570	0,622	1,140	1,230	1,710	1,852
	2	5,460		0,600		1,170		1,770	
	3	6,000		0,720		1,140		1,860	
	4	5,670		0,600		1,470		2,070	
4	1	5,580	5,630	0,570	0,580	1,200	1,350	1,770	1,930
	2	5,460		0,630		1,620		2,250	
	3	5,850		0,540		1,230		1,770	
5	1	5,58	5,625	0,6	0,63	1,77	1,395	2,37	2,025
	2	5,67		0,66		1,62		1,68	

Результаты исследования участков $L_1...L_4$ приведены в табл.1 и на рис.2-а, из которых следует, что участки $L_2...L_4$ имеют тенденцию к увеличению.

Для сравнительной оценки величины максимального изменения в переходном процессе толщины чесальной ленты использовали коэффициент максимального отклонения толщины ленты от номинальной величины:

$$K_{mo} = M_m / M_{cp},$$

где M_m – максимальный или минимальный вес отрезка ленты, соответствующий точке графика ее весового изменения (рис.2); M_{cp} – среднее арифметическое, вычисленное для ленты, наработанной в стабильном скоростном режиме, без учета ее части, соответствующей переходному процессу.

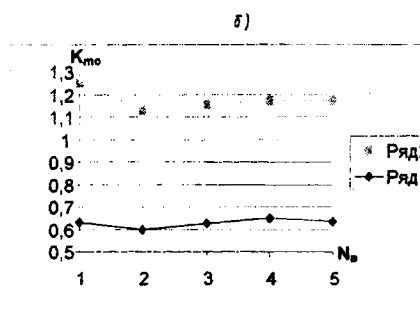
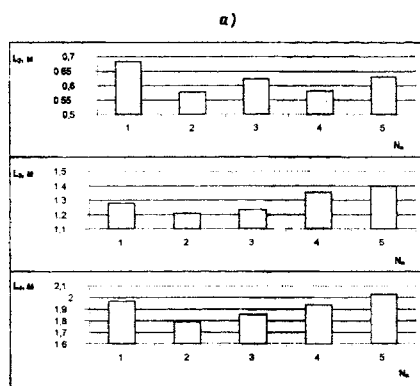


Рис. 2

На рис.2-б показана зависимость коэффициента K_{mo} от скорости съемного барабана.

Значение $K_{mo} > 1$ характеризует величину относительного утолщения чесальной ленты, соответствующего выбегу съемного барабана (Ряд 2), а $K_{mo} < 1$ – относительного утонения, соответствующего его разбегу (Ряд 1).

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что при переводе чесальной машины с низких скоростей на более высокие неровнота ленты, полученной в переходном процессе, увеличивается. Переход съемного барабана с заправочной скорости на рабочую вызывает местное утонение прочеса, а останов – его утолщение.

2. При работе чесальной машины на более высоких скоростях участок L_4 , характеризующий переходный процесс в связи с увеличением участков L_2 и L_3 , соответствующих уменьшению и постепенному увеличению толщины ленты, увеличивается.

3. Колебание в толщине прочеса (ленты) соответствует по протяженности и глубине времени и величине изменения скоростного режима.

1. Зарубин В.М. Изыскание и исследование конструкции механизма для съема прочеса на высокопроизводительных чесальных машинах: Дис....канд. техн. наук.– Иваново, 1971.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 03.06.02.

УДК 677.053.75:677.024.82

ИЗМЕНЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ПО ЛИНИИ ИХ ЗАПРАВКИ В ВЫПУСКНОЙ ЗОНЕ ШЛИХТОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

И.С. БОБЫЛЬКОВА, В.Л. МАХОВЕР, А.В. БУЛЫГИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

В выпускной зоне современных отечественных шлихтовальных машин [1] нити основы 1 (рис.1) огибают мерильный вал 2, обрезиненный выпускной вал 3, ролик-датчик 4, рассеивающий (реглажный) вал 5 и наматываются на ткацкий навой 6.

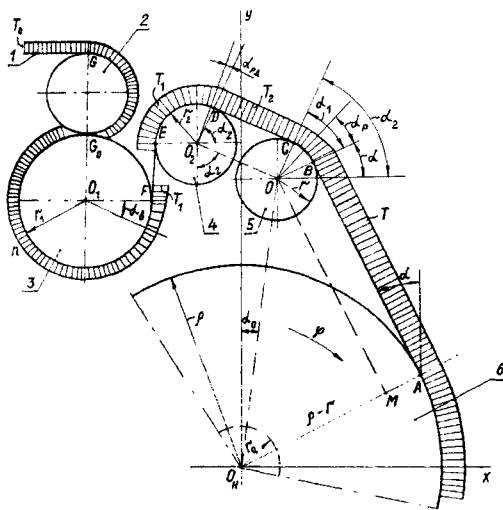


Рис. 1

Вследствие наличия моментов сопротивления вращению ролика-датчика 4 и рассеивающего вала 5 натяжение нитей по ходу их движения будет возрастать.

Рассмотрим методику аналитического определения натяжения нитей на различных участках их заправки в установившемся режиме работы шлихтовальной машины.

На рис. 1 показана эпюра изменения натяжения нитей в зоне формирования ткацкого навоя. В условиях отсутствия полного скольжения по ролику-датчику 4 и рассеивающему валу 5 со стороны набегающих на них ветвей нитей располагают-

ся дуги покоя, а со стороны сбегающих ветвей – дуги упругого проскальзывания [2]. Дуга покоя располагается и на поверхности намотки ткацкого навоя.

При наматывании навоя нити испытывают дополнительные деформации на дугах скольжения, характеризующихся углами $\alpha_{рd}$ и α_p , и на свободных участках АВ, CD и EF (рис. 1). Если на входе в зону наматывания (в точке G) суммарное натяжение нитей составляет T_0 , то на участках EF, CD и АВ оно соответственно будет T_1 , T_2 и T . Поскольку $T_1 > T_0$, на выпускном валу 3 тоже располагается дуга скольжения (с углом α_B), на которой нити также получают дополнительную деформацию.

Натяжение T_0 устанавливается уравнительным механизмом, а натяжение наматывания T – задатчиком натяжения на пульте управления шлихтовальной машины. В [1] натяжение T_0 до выпускного вала рекомендуется принимать равным 75% от натяжения T в зоне наматывания на ткацкий навой. По рекомендации [3] натяжение в зоне сушильных барабанов – ценовое поле должно составлять 8...10%, а в зоне выпускной вал – ткацкий навой 18...20% от разрывной прочности пряжи. Исходя из этих рекомендаций отношение T_0/T составляет 0,4...0,75.

Считая суммарное натяжение T нитей заданным, а отношение $T_0/T = \delta$, определим натяжения T_2 и T_1 , а также углы скольжения нитей (α_p , $\alpha_{рd}$ и α_B) по соответствующим валам без учета работы реглажного механизма.

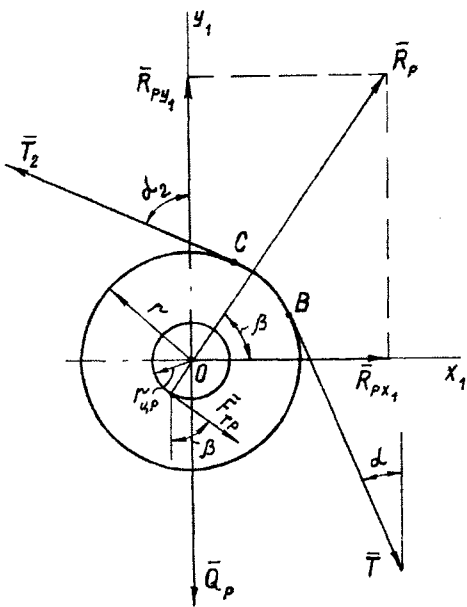


Рис. 2

На освобожденный от связей рассеивающий вал (рис. 2) кроме натяжений действуют силы: Q_p – вес вала; \bar{R}_p – общая сила реакции опор; $\bar{F}_{тр}$ – сила трения в подшипниках.

Составим условия статического равновесия рассеивающего вала в системе координат X_1OY_1 :

$$\begin{cases} R_{px1} + f_{цп} R_{py1} = T_2 \sin \alpha_2 - T \sin \alpha, \\ f_{цп} R_{px1} - R_{py1} = T_2 \cos \alpha_2 - T \cos \alpha - Q_p \end{cases}, \quad (1)$$

$$(T - T_2)r = f_{цп} R_p r_{цп}, \quad (2)$$

где $f_{цп}, r_{цп}$ – коэффициент трения в цапфах рассеивающего вала и радиус цапфы.

При составлении уравнений (1) и (2) учитывалось, что $F_{тр} = f_{цп} R_p$, $F_{тр} \sin \beta = f_{цп} R_p \sin \beta = f_{цп} R_{py1}$, $F_{тр} \cos \beta = f_{цп} R_p \cos \beta = f_{цп} R_{px1}$.

Решив систему уравнений (1) относительно R_{px1} и R_{py1} и имея в виду, что

$$R_p = \sqrt{R_{px1}^2 + R_{py1}^2}, \text{ находим}$$

$$R_p = \sqrt{\frac{1}{(1 + f_{цп}^2)} [T^2 + T_2^2 + Q_p^2 - 2TT_2 \cos(\alpha_2 - \alpha) + 2Q_p (T \cos \alpha - T_2 \cos \alpha_2)]}. \quad (3)$$

После подстановки этого выражения в (2) и несложных преобразований приходим к квадратному уравнению относительно натяжения T_2 :

$$\xi T_2^2 - 2\eta T_2 + \zeta = 0, \quad (4)$$

где

$$\xi = 1 - \frac{f_{цп}^2 r_{цп}^2}{(1 + f_{цп}^2) r^2}, \quad (5)$$

$$\eta = T - (1 - \xi)[T \cos(\alpha_2 - \alpha) + Q_p \cos \alpha_2], \quad (6)$$

$$\zeta = \xi T^2 - (1 - \xi)Q_p (Q_p + 2T \cos \alpha). \quad (7)$$

Рассматривая аналогичным образом условия статического равновесия ролика датчика 4 (рис.1), получаем

$$R_{p\partial} = \sqrt{\frac{1}{(1 + f_{ц\partial}^2)} [T_2^2 + 2T_2 (T_1 + Q_\partial) \cos \alpha_2 + (T_1 + Q_\partial)^2]}, \quad (8)$$

$$\xi_1 T_1^2 - 2\eta_1 T_1 + \zeta_1 = 0, \quad (9)$$

где

$$\xi_1 = 1 - \frac{f_{\text{цд}}^2 r_{\text{цд}}^2}{(1 + f_{\text{цд}}^2) r_2^2}, \quad (10)$$

$$\eta_1 = T_2 + (1 - \xi_1)(T_2 \cos \alpha_2 + Q_\partial), \quad (11)$$

$$\zeta_1 = \xi_1 T_2^2 - (1 - \xi_1) Q_\partial (Q_\partial + 2T_2 \cos \alpha_2), \quad (12)$$

$R_{\text{р}\partial}$, Q_∂ , $r_{\text{цд}}$, $f_{\text{цд}}$ – соответственно общая реакция опор, вес, радиус цапфы и коэффициент трения в подшипниках ролика-датчика.

При заданном натяжении T нитей, наматывающихся на ткацкий навой, из (4) и (9) последовательно найдем натяжения T_2 и T_1 :

$$T_2 = (\eta - \sqrt{\eta^2 - \xi \zeta}) / \xi, \quad T_1 = (\eta_1 - \sqrt{\eta_1^2 - \xi_1 \zeta_1}) / \xi_1. \quad (13)$$

Для расчета по этим формулам необходимо знать конструктивно постоянный угол α_2 и изменяющийся с увеличением радиуса ρ намотки навоя угол α . Переменной в процессе наматывания будет и длина l участка АВ (рис.1).

Для определения указанных и других геометрических параметров применим метод координат.

Пусть $O_H(0,0)$, $O(a,b)$, $O_2(-a_2,b_2)$ и $O_1[-(a_2 + r_2 + r_1),b_1]$ – координаты центров вращения навоя и соответствующих валов.

Спроектировав на оси координат замкнутую ломаную линию $O_H A B O O_H$ (рис.1), получим

$$\begin{cases} (Q-r) \cos \alpha - l \sin \alpha = a, \\ (Q-r) \sin \alpha + l \cos \alpha = b. \end{cases} \quad (14)$$

Отсюда $a \cos \alpha + b \sin \alpha = Q - r. \quad (15)$

Из (15) методом дополнительного угла находим

$$\alpha = \arcsin \frac{\rho - r}{\sqrt{a^2 + b^2}} - \alpha_0, \quad (16)$$

где постоянный конструктивный угол

$$\alpha_0 = \arctg(a / b). \quad (17)$$

Амплитуда возвратно-поступательного осевого перемещения рассеивающего вала в зависимости от настройки регулируемого механизма составляет 4,3...17,3 мм [4], что является пренебрежимо малой величиной по сравнению с длиной l нитей на участке АВ.

Вследствие этого из прямоугольного $\Delta O_H O M$

$$l = \sqrt{a^2 + b^2 - (Q - r)^2}. \quad (18)$$

На современных отечественных шлицтовальных машинах принято $r_2 = r$. Поэтому угол α_2 и длину $l_2 = CD = O O_2$ (рис. 1) можно найти из соотношений

$$\begin{cases} l_2 \cos \alpha_2 = b_2 - b, \\ l_2 \sin \alpha_2 = a + a_2. \end{cases} \quad (19)$$

Откуда

$$\alpha_2 = \arctg[(a + a_2) / (b_2 - b)], \quad (20)$$

$$l_2 = \sqrt{(a + a_2)^2 + (b_2 - b)^2}. \quad (21)$$

Углы охвата нитями рассеивающего вала, ролика-датчика и выпускного вала (рис.1) соответственно будут:

$$\alpha_1 = \alpha_2 - \alpha, \quad \alpha_3 = \angle DO_2 E = \pi - \alpha_2, \quad \alpha_4 = \angle F n G_0 = 3\pi/2, \quad (22)$$

а свободная длина

$$\ell_3 = EF = b_2 - b_1. \quad (23)$$

$$\alpha_p = \frac{1}{f} \ln(T/T_2), \quad \alpha_{p\delta} = \frac{1}{f} \ln(T_2/T_1), \quad \alpha_b = \frac{1}{f_b} \ln(T_1/T_0), \quad (24)$$

где f , f_b – коэффициенты трения нитей о металлические валы 4,5 и об обрешиненный выпускной вал 3.

По изложенной методике проведены расчеты при подготовке основы для ткани марля арт. 6472 (с числом нитей 1089 и линейной плотностью 18,5 текс) на шлихтовальной машине ШБ-11/140 в условиях ОАО "Зиновьевская мануфактура" (г. Иваново).

На основании экспериментальных измерений в расчетах принято: $a=60$, $b=505$, $B_1=470$, $a_2=77$, $b_2=570$ мм; $r_2=r=65$, $r_1=125$ мм; $r_{цр}=25$, $r_{ц\delta}=22,5$ мм;

После определения по изложенной методике натяжений T_2 и T_1 (при заданных T_0 и T) углы упругого проскальзывания нитей на соответствующих валах (рис. 1) рассчитываются по формулам

$Q_p=351,2$, $Q_\delta=295$ Н; коэффициент трения скольжения с учетом работы регулируемого механизма $f_{цр}=0,12$. Из справочной литературы $f_{ц\delta}=0,02$, $f=0,16$ и $f_b=0,61$. По формулам (17), (20), (21) и (23) $\alpha_0=0,118$ рад ($6,8^\circ$), $\alpha_2=1,128$ рад ($64,6^\circ$); $\ell_2=152$ и $\ell_3=100$ мм. Нити наматывались на навой пневматического ткацкого станка, поэтому $75 \leq Q \leq 350$ мм.

Результаты расчетов приведены в табл.1.

Таблица 1

Q, м	T ₁ , сН/нить	T ₂ , сН/нить	α ₁ , рад	α _p , рад	α _{pδ} , рад	α _b , рад	ℓ, м
T ₀ =18 сН/нить, T=25 сН/нить, δ= T ₀ /T=0,72							
0,075	22,150	22,580	1,226	0,634	0,121	0,340	0,508
0,175	22,240	22,670	1,028	0,610	0,120	0,347	0,496
0,250	22,320	22,760	0,874	0,586	0,120	0,353	0,474
0,350	22,470	22,910	0,651	0,545	0,120	0,364	0,421
T ₀ =22 сН/нить, T=30 сН/нить, δ= T ₀ /T=0,73							
0,075	26,880	27,360	1,226	0,574	0,112	0,328	0,508
0,175	27,000	27,480	1,028	0,547	0,112	0,336	0,496
0,250	27,100	27,600	0,874	0,522	0,112	0,342	0,474
0,350	27,290	27,780	0,651	0,480	0,111	0,353	0,421
T ₀ =26 сН/нить, T=35 сН/нить, δ= T ₀ /T=0,74							
0,075	31,600	32,140	1,226	0,533	0,106	0,320	0,508
0,175	31,750	32,290	1,028	0,503	0,106	0,328	0,496
0,250	31,880	32,420	0,874	0,477	0,106	0,334	0,474
0,350	32,110	32,660	0,651	0,433	0,106	0,346	0,421
T ₀ =30 сН/нить, T=40 сН/нить, δ= T ₀ /T=0,75							
0,075	36,310	36,900	1,226	0,503	0,101	0,313	0,508
0,175	36,490	37,090	1,028	0,472	0,101	0,321	0,496
0,250	36,660	37,260	0,874	0,444	0,101	0,329	0,474
0,350	36,920	37,520	0,651	0,399	0,101	0,340	0,421

Выборочные измерения натяжения группы крайних нитей полотна основы на шлихтовальной машине с помощью бол-

гарского прибора Pond дали значения, близкие к расчетным.

ВЫВОДЫ

Предложена методика расчета натяжения нитей по линии их заправки в выпускной зоне шлихтовальной машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брут-Бруляко А.Б., Живетин В.В. Современная техника и технология льноткацкого производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1984.

2. Маховер В.Л. Натяжение нитей основы на стойках шлихтовальных машин. – Ярославль: Верхне-Волжское кн. изд-во, 1977.

3. Шурупов В.И. // Текстильная промышленность. – 1980, № 4. С. 38...40.

4. Маховер В.Л. // Текстильная промышленность. – 1982, № 11. С. 57...59.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 13.06.02.

УДК 677.053

ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПОЧАТКА И СКОРОСТИ ПЕРЕМАТЫВАНИЯ НА НАТЯЖЕНИЕ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ

А.Б. БРУТ-БРУЛЯКО, А.Н. СТУПНИКОВ

(Костромской государственной технологической академии)

В отличие от экспериментальных исследований [1, 2], посвященных изучению условий сматывания хлопчатобумажной пряжи с прядильного початка, перематыванию льняной пряжи на мотальной машине уделено меньшее внимание. В частности, отсутствует информация о влиянии положения прядильного початка относительно баллоноограничителя на натяжение льняной пряжи перед натяжным устройством.

С целью определения натяжения льняной пряжи в вершине баллона в зависимости от положения по высоте прядильного

початка до баллоноограничителя нами проведены испытания на мотальной машине МЛМ-2. Для исследования брали две льняные пряжи 33,3 и 50 текс. Скорость перематывания v составляла 600 м/мин. Расстояние h от прядильного початка до баллоноограничителя устанавливалось от 60 до 160 мм с интервалом 20 мм. Натяжение льняной пряжи контролировали с помощью аппаратного комплекса Тумаг.

Результаты эксперимента приведены в табл.1. Доверительная вероятность измерений составляет 0,95.

Таблица 1

Расстояние h , мм		60	80	100	120	140	160
Пряжа 33,3 текс	F	18,7	18,0	16,12	16,12	16,12	16,16
	σ	3,09	2,73	3,34	3,52	3,52	3,49
	m_0	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
Пряжа 50 текс	F	20,5	18,5	18,4	18,1	18,4	17,8
	σ	2,44	2,64	2,76	2,95	2,99	2,98
	m_0	0,45	0,5	0,55	0,6	0,6	0,6

Примечание. F, σ , m_0 – среднее натяжение выборки, сН, его среднее квадратическое отклонение, сН и относительная гарантийная ошибка, %.

Анализируя результаты из табл.1, отмечаем, что при расстоянии прядильного початка от 100 до 160 мм до баллоноограничителя натяжение льняной пряжи находится примерно на одном уровне. Однако

уменьшение этого расстояния приводит к увеличению натяжения льняной пряжи в вершине баллона.

В результате аппроксимации экспериментальных данных получены зависимости вида:

$$\text{для пряжи 33,3 текс } F = 36,8 N^{-0,168}, \quad (1)$$

$$\text{для пряжи 50 текс } F = 31,95 N^{-0,116}, \quad (2)$$

где N – расстояние от вершины прядильного патрона до баллоногасителя, мм.

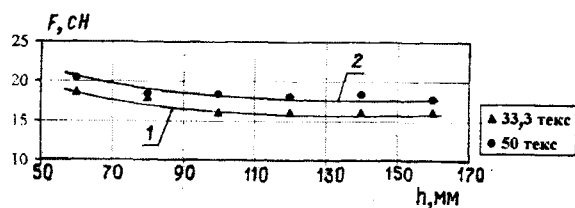


Рис. 1

Графики изменения натяжения пряжи в зависимости от расстояния до баллоноограничителя, построенные по полученным зависимостям, изображены на рис. 1, где 1 – для пряжи 33,3 текс; 2 – для пряжи 50 текс.

Проведенные исследования показывают, что установка прядильного початка на расстоянии ближе 100 мм к баллоногра-

ничителю приводит к увеличению натяжения нити в вершине баллона; установка прядильного початка на расстоянии более 160 мм нецелесообразна, так как вызывает неудобство у мотальщицы из-за вынужденного дополнительного наклона при смене початка.

Исследования [1, 2] натяжения нити в вершине баллона в зависимости от скорости перематывания посвящены переработке хлопчатобумажной и шерстяной пряжи. С целью изучения влияния скорости v перематывания на натяжение F льняной пряжи в вершине баллона поставлен эксперимент на мотальном стенде. Нить приводилась в движение двигателем постоянного тока, позволяющим устанавливать скоростной режим перематывания от 100 до 800 м/мин с интервалом изменения скорости 100 м/мин.

В процессе исследования использовали те же льняные пряжи: 33,3 и 50 текс.

Результаты эксперимента приведены в табл. 2 (обозначения, аналогичные принятым в табл.1).

Таблица 2

Скорость перематывания v , м/мин		100	200	300	400	500	600	700	800
Пряжа 33,3 текс	F	3,91	4,73	5,82	8,64	16,75	14,13	14,44	17,93
	σ	1,14	0,98	1,02	1,81	3,49	2,98	3,70	4,10
	m_0	1,07	0,75	0,6	0,76	0,76	0,77	0,95	0,84
Пряжа 50 текс	F	5,98	8,8	12,68	19,38	21,69	25,33	27,6	28,31
	σ	3,13	2,91	3,07	4,41	3,23	4,35	3,68	3,15
	m_0	1,9	1,2	0,88	0,83	0,54	0,63	0,5	0,4

Проанализировав результаты из табл.2, заключаем, что при увеличении скорости перематывания в восемь раз натяжение льняной пряжи 33,3 текс увеличивается в 4,58 раза. Одновременно следует отметить, что при скорости перематывания 500 м/мин натяжение пряжи резко увеличивается и превышает уровень натяжения последующей скорости 600 м/мин. При повторных замерах натяжения в этих скоростных режимах нами были получены аналогичные результаты.

Достоверность разницы двух средних значений проверяли по критерию Стьюдента для большого числа испытаний $n > 120$ [3].

Расчетную величину критерия Стьюдента определяли из выражения

$$t_p = (\bar{F}_1 - \bar{F}_2) / \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n} + \frac{\sigma_2^2}{m}}, \quad (3)$$

где \bar{F}_1 и \bar{F}_2 – натяжение пряжи при скорости 500 и 600 м/мин, сН; $n = m$ – число замеров в выборке, равное 3000.

По данным из табл. 2 и формуле (3) находим

$$t_p = (16,75 - 14,13) / \sqrt{\frac{3,49^2}{3000} + \frac{2,98^2}{3000}} = 31,56.$$

Табличное значение критерия Стьюдента при доверительной вероятности $P_0 = 0,95$ и объеме испытаний $n > 120$ составляет $t_r = 1,96$. Поскольку $t_p > t_r$, разность в сравниваемых выборочных значениях статистически значима. Следовательно, скоростной режим при $v = 500$ м/мин для перематывания льняной пряжи 33,3 текс является критическим.

Для льняной пряжи 50 текс увеличение скорости в восемь раз вызывает увеличение натяжения в вершине баллона в 4,73 раза, что соответствует увеличению натяжения для первой пряжи. Однако у данной

пряжи нет такого всплеска натяжения, как у пряжи 33,3 текс.

В результате аппроксимации экспериментальных данных получены зависимости степенного вида:

$$F = AV^b, \quad (4)$$

где F – натяжение нити, сН; V – скорость перематывания м/мин; A и b – эмпирические коэффициенты.

Эмпирические значения коэффициентов A и b и точность их расчета сведены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры	Для пряжи 33,3 текс	Для пряжи 50 текс
A	0,076	0,13
b	0,81	0,81
m	2,04	1,3

Примечание. m – показатель точности расположения расчетного значения точек на графиках относительно экспериментальных значений, %.

Расхождение расчетных и экспериментальных значений для обеих пряж не превышает 5%-ного уровня.

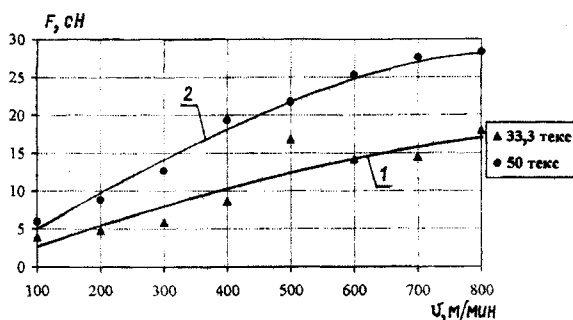


Рис. 2

Графики изменения натяжения пряжи в зависимости от скорости ее перематывания, построенные по полученным зависимостям, изображены на рис. 2, где 1 – для пряжи 33,3 текс и 2 – для пряжи 50 текс.

ВЫВОДЫ

1. Прядильный початок на мотальной машине рекомендуется устанавливать по отношению к баллоноограничителю на расстоянии 100...160 мм.

2. Показано, что увеличение скорости перематывания льняной пряжи на мотальной машине вызывает увеличение ее натяжения в вершине баллона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Розанов Ф.М. и др. Технология ткачества. – М.: Легкая индустрия, 1996.
2. Гордеев В.А. и др. Ткачество. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. Соловьев А.Н. Измерение и оценка свойств текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1966.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 24.02.02.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЖЕСТКОСТИ СИСТЕМЫ ЗАПРАВКИ ТКАЦКОГО СТАНКА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТКАНИ С ЭФФЕКТОМ ПЕРЕМЕННОЙ ПЛОТНОСТИ ПО УТКУ

А.А.САВЕЛЬЕВА, В.В.КРАСНОСЕЛОВА, В.А.СИНИЦЫН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Узор ткани с эффектом переменной плотности по утку включает циклически повторяющиеся уплотненные и разреженные полосы. Нарботка разреженной по утку полосы ткани происходит при постоянном отводе сформированного элемента из зоны формирования на заданную величину $\zeta_{уфр}$. Процесс формирования данной полосы узорчатой ткани полотняного переплетения при прохождении нитями основы линии заступа и постоянном диаметре намотки нитей на ткацком навое происходит при постоянной длине ткани и нитей основы в системе заправки ткацкого станка.

При изучении характеристик продольной жесткости системы заправки ткацкого станка прием следующие дополнительные условия и допущения:

– кратковременность продольных деформаций нитей основы, ткани и всей системы заправки;

– деформации элементов системы заправки являются упругими;

– элементы системы заправки находятся под одинаковым T натяжением при различных оборотах главного вала ткацкого станка;

– первоначальная длина ткани соответствует целому числу раппортов узора ткани по утку.

Вышесказанное при исследовании коэффициентов жесткости системы заправки ткацкого станка, при наработке разреженной по утку полосы ткани, позволяет использовать зависимости, полученные профессором В.А.Гордеевым [1], в следующем виде:

$$C_{(P)} = C_{O(P)} C_{T(P)} / (C_{O(P)} + C_{T(P)}), \quad (1)$$

$$C_{(P)} = 10^3 C_O' C_T' / (C_O' L_T + C_T' L_0), \quad (2)$$

$$C_{(P)} = 10^3 C_O' C_T' / (C_O' L_T + C_T' (L - L_T)), \quad (3)$$

где $C_{(P)}$, $C_{O(P)}$, $C_{T(P)}$ – коэффициенты жесткости системы заправки ткацкого станка, нити основы, ткани в расчете на одну основную нить при формировании разреженной полосы по утку ткани, Н/м; C_O' , C_T' – коэффициенты жесткости метрового отрезка нити основы и ткани в расчете на одну основную нить, Н/м; L_0 , L_T , L – расчетная длина нитей основы, ткани и суммарная длина системы заправки ткацкого станка, мм.

Процесс наработки уплотненной по утку полосы ткани включает два этапа: на первом – создается участок данной полосы

при отсутствии отвода наработанного элемента из зоны формирования; на втором – включается механизм товароотвода и уплотненный участок выводится из зоны формирования. При этом уплотненная полоса увеличивается за счет вложения в нее дополнительных уточных нитей.

Максимальный размер уплотненной по утку полосы ткани составляет

$$L_{уу} = (N_{уу} - 1) \zeta_{уфу}, \quad (4)$$

где $L_{уу}$ – расстояние по горизонтали между центрами первой и последней нитей утка уплотненной полосы ткани, мм; $N_{уу}$

– количество нитей утка в уплотненной полосе ткани; $l_{уфy}$ – фактическая геометрическая плотность нитей утка в уплотненной полосе ткани, мм.

Таким образом, формирование уплотненной полосы сопровождается постоянным изменением размеров ткани и нитей основы. На первом этапе ее наработки увеличивается длина ткани, а длина осно-

вы уменьшается. На втором этапе создания уплотненной полосы длина ткани уменьшается до первоначального состояния, а длина основы соответственно увеличивается. Следует отметить, что дополнительная длина нитей основы, идущая на компенсацию уработки основных нитей, поступает за счет сматывания с ткацкого навоя.

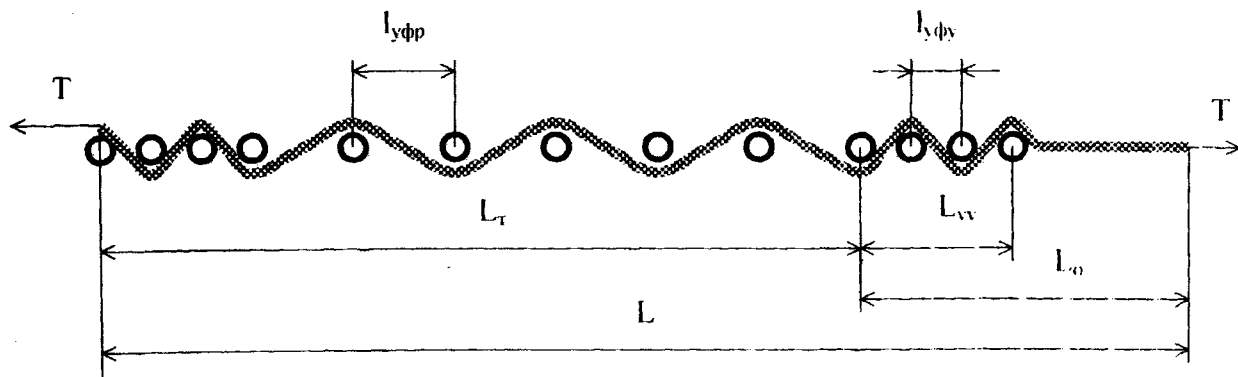


Рис. 1

Исследуя характеристики продольной жесткости системы заправки станка при наработке уплотненной по утку полосы ткани (рис.1), используем условия и допущения, принятые при изучении разреженной полосы ткани.

Полагая, что при наработке уплотненной полосы по утку натяжение в системе заправки не изменяется и равно T первоначальному, будем считать деформацию растяжения ткани, равной $D_{T(y)}$, а нитей основы $D_{O(y)}$.

Общая величина деформации растяжения системы заправки ткацкого станка составит

$$D_{(y)} = D_{O(y)} + D_{T(y)}, \quad (5)$$

где $D_{(y)}$, $D_{O(y)}$, $D_{T(y)}$ – величина деформации растяжения системы заправки станка, нитей основы и ткани при наработке уплотненной по утку полосы ткани, мм.

Известно, что натяжение и деформация растяжения могут быть связаны через коэффициенты жесткости:

$$T = C_{O(y)}D_{O(y)}/10^3 = C_{T(y)}D_{T(y)}/10^3 = C_{(y)}D_{(y)}/10^3, \quad (6)$$

где $C_{O(y)}$, $C_{T(y)}$, $C_{(y)}$ – коэффициенты жесткости нити основы, ткани в расчете на одну основную нить и всей системы заправки ткацкого станка при формировании уплотненной по утку полосы ткани, Н/м.

Решив данную систему уравнений, получим

$$C_{(y)} = C_{O(y)} C_{T(y)} / (C_{O(y)} + C_{T(y)}). \quad (7)$$

Изменение соотношения между длинами частей системы заправки ткацкого станка при наработке уплотненной по утку

полосы приводит к изменению коэффициентов жесткости ткани, основы и системы в целом.

Запишем значения коэффициентов жесткости нитей основы и ткани через величины коэффициентов их метровых отрезков:

$$C_{O(y)} = 10^3 C_{O'} / L_{O(y)} = 10^3 C_{O'} / (L_0 - L_{yy}), \quad (8)$$

$$C_{T(y)} = 10^3 C_{T'} / L_{T(y)} = 10^3 C_{T'} / (L_T + L_{yy}), \quad (9)$$

где $L_{O(y)}$, $L_{T(y)}$ – расчетная длина нитей основы и ткани в системе заправки при наработке уплотненной по утку полосы ткани, мм.

Подставив соотношения (8) и (9) в (7), получим

$$C_{(y)} = 10^3 C_O' C_T' / (C_O' L_T + C_T' L_O + (C_O' - C_T') L_{yy}). \quad (10)$$

С учетом зависимости $L_O = L - L_T$ (рис.1) выражение (10) принимает вид

$$C_{(y)} = 10^3 C_O' C_T' / (C_O' L_T + C_T' (L - L_T) + (C_O' - C_T') L_{yy}). \quad (11)$$

Коэффициенты жесткости метровых отрезков основы и ткани связаны с коэффициентами жесткости нитей основы и ткани, полученными при формировании разреженной по утку полосы ткани, следующими зависимостями:

$$C_O' = C_{O(P)} L_O / 10^3; \quad (12)$$

$$C_T' = C_{T(P)} L_T / 10^3. \quad (13)$$

Подставим (12) и (13) в формулу (11) и, выполнив ряд преобразований, получим

$$C_{(y)} = C_{O(P)} C_{T(P)} / (C_{O(P)} + C_{T(P)} + (C_{O(P)} / L_T - C_{T(P)} / (L - L_T)) L_{yy}). \quad (14)$$

В табл.1 приведены результаты расчетов изменения коэффициента жесткости системы заправки станка АТПР-100-4 при наработке уплотненной полосы по утку в момент выстоя механизма товароотвода.

При проведении расчетов по формуле (14) приняты следующие параметры системы заправки станка: $L = 1430; 1530$ мм; $L_T = 580$ мм; $L_{yy} = 0-8$ мм; $C_{O(P)} = 75; 80; 85$ Н/м и $C_{T(P)} = 50$ Н/м.

Таблица 1

Величина уплотненной по утку L_{yy} полосы ткани, мм	$L = 1430$ мм; $L_T = 580$ мм			$L = 1530$ мм; $L_T = 580$ мм		
	$C_{O(P)}=75,$ $C_{T(P)}=50$ Н/м	$C_{O(P)}=80,$ $C_{T(P)}=50$ Н/м	$C_{O(P)}=85,$ $C_{T(P)}=50$ Н/м	$C_{O(P)}=75,$ $C_{T(P)}=50$ Н/м	$C_{O(P)}=80,$ $C_{T(P)}=50$ Н/м	$C_{O(P)}=85,$ $C_{T(P)}=50$ Н/м
0	30,00	30,77	31,48	30,00	30,77	31,48
1	29,98	30,75	31,46	29,98	30,75	31,46
2	29,97	30,73	31,44	29,96	30,73	31,44
3	29,95	30,71	31,42	29,94	30,71	31,42
4	29,93	30,69	31,40	29,93	30,69	31,39
5	29,92	30,68	31,38	29,91	30,67	31,37
6	29,90	30,66	31,36	29,89	30,65	31,35
7	29,88	30,64	31,34	29,87	30,63	31,33
8	29,87	30,62	31,32	29,85	30,61	31,31

Анализ полученных результатов показал, что при постоянных суммарной длине L системы заправки ткацкого станка, расчетной длине L_T ткани, коэффициентах жесткости $C_{O(P)}$ и $C_{T(P)}$ с увеличением размера уплотненной полосы L_{yy} по утку коэффициент жесткости $C_{(y)}$ системы заправки ткацкого станка уменьшается. При постоянных величинах L , L_T , L_{yy} и $C_{T(P)}$ с повышением коэффициента $C_{O(P)}$ значение коэффициента жесткости $C_{(y)}$ системы за-

правки ткацкого станка повышается. При условии постоянства параметров L_T , L_{yy} , $C_{O(P)}$ и $C_{T(P)}$ с увеличением суммарной L длины коэффициент жесткости $C_{(y)}$ системы заправки ткацкого станка уменьшается.

ВЫВОДЫ

1. Получены аналитические зависимости для определения коэффициента жесткости системы заправки ткацкого станка

при наработке уплотненной по утку полосы узорчатой ткани.

2. Выявлено влияние на коэффициент жесткости системы заправки ткацкого станка в процессе наработки уплотненной по утку полосы ткани суммарной длины системы, расчетной длины ткани и коэффициентов жесткости нитей основы и ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.А., Волков П.В. Ткачество. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 07.12.01.

УДК 677.024.8.001.4/5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОПУШКИ ТКАНИ И ИЗМЕНЕНИЯ НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ НИТЕЙ ПОСЛЕ ОСТАНОВА ТКАЦКОГО СТАНКА

В.А. ТЯГУНОВ, А.Н. СТУПНИКОВ, Е.Б. ПЛАКСИН

(Костромской государственной технологической университет)

Ранее в [1] установлено, что после останова ткацкого станка величина натяжения основных нитей в течение некоторого периода времени не постоянна. Это, в свою очередь, приводит к смещению опушки ткани из-за релаксационных процессов, происходящих в упругой системе заправки ткацкого станка. Известно также, что величина перемещения опушки ткани зависит от уровня натяжения в момент останова станка, скорости и характера его изменения. Однако взаимосвязь натяжения основных нитей и величины перемещения опушки ткани после останова станка до настоящего времени не изучалась.

Станок по технологическим причинам может останавливаться в двух положениях, существенно отличающихся величиной натяжения основных нитей: при обрыве основных нитей (момент заступа) и при обрыве уточных нитей (с раскрытым зевом).

В связи с вышеизложенным в лаборатории кафедры ткачества на станке СТБ 2-175 при выработке полульняной ткани проведен эксперимент по одновременному контролю изменения положения опушки ткани и величины натяжения основных нитей после останова ткацкого станка по двум вариантам:

1-й вариант – при останове станка в момент заступа (при обрыве основы);

2-й вариант – при останове станка с раскрытым зевом (при обрыве утка).

Величину перемещения опушки ткани контролировали с помощью датчика положения опушки ткани [2], а натяжения – с помощью тензометрической установки Тумаг-А. Одновременный контроль за обоими параметрами после останова станка проводили измерительным комплексом – ЭВМ с многоканальным АЦП. В каждом варианте эксперимент проводился по трем повторностям в течение 40 мин, с интервалом времени контроля параметров в 1 с.

Результаты эксперимента, обработанные с помощью пакетов STADIA и EXCEL, представлены в табл.1.

На основе анализа результатов экспериментов установлено, что изменение величины натяжения после останова станка при обрыве основной нити подчиняется линейному закону, а при обрыве утка – логарифмическому. Вызвано это, по нашему мнению, значительной разницей в величине исходного натяжения нитей основы, о чем свидетельствуют свободные члены уравнений.

Номер повторности	Изменение натяжения основы, сН	Изменение положения опушки ткани, мм
Обрыв основы (положение заступа)		
1	$F_1=38,39+1,666 \cdot 10^{-3}x$	$S_1=3,69+9,3 \cdot 10^{-5}x-2,26 \cdot 10^{-8}x^2$
2	$F_2=39,87+6,978 \cdot 10^{-4}x$	$S_2=3,24+7,26 \cdot 10^{-5}x-1,26 \cdot 10^{-8}x^2$
3	$F_3=40,49+6,899 \cdot 10^{-4}x$	$S_3=3,25+6,47 \cdot 10^{-5}x-8,66 \cdot 10^{-9}x^2$
Обрыв утка (раскрытый зев)		
1	$F_1=45,32-0,49Lnx$	$S_1=3,57+4,87 \cdot 10^{-2}Lnx$
2	$F_2=44,99-0,58Lnx$	$S_2=3,29+5,71 \cdot 10^{-2}Lnx$
3	$F_3=44,05-0,55Lnx$	$S_3=3,67+4,63 \cdot 10^{-2}Lnx$

Примечание. Аргумент X – время в секундах (интервал времени 1÷2400 с).

Перемещение опушки ткани при обрыве основы описывается параболическим уравнением, а при обрыве утка – логарифмическим. Свободные члены уравнений, характеризующие исходное положение опушки ткани, имеют различные значения, что объясняется неравномерностью уточной пряжи по линейной плотности.

С помощью измерительной системы были построены диаграммы одновременного изменения натяжения основных нитей и перемещения опушки ткани после останова ткацкого станка по технологическим причинам, анализируя которые по всем повторностям и обоим вариантам приходим к выводу, что опушка ткани смещается от исходного положения в сторону грудницы.

Максимальная скорость ее перемещения в обоих вариантах и во всех повторностях наблюдается сразу после останова станка, затем она уменьшается и к концу эксперимента снижается до нуля, что свидетельствует о ее стабилизации в новом положении. Это приводит к появлению брака «пусковая полоса» в виде разрежения уточных нитей.

Величина натяжения основных нитей после останова станка в момент заступа (при обрыве основы) во всех повторностях увеличивается по сравнению с исходным значением, а при обрыве утка уменьшается. Следует отметить, что при обрыве ос-

новы натяжение в период простоя станка изменяется незначительно, а при обрыве утка наблюдается его резкое уменьшение в начальный момент времени после останова. Затем наступает его стабилизация на новом уровне.

ВЫВОДЫ

1. Получены аналитические зависимости, описывающие изменение положения опушки ткани и натяжения нитей основы после останова ткацкого станка по технологическим причинам.

2. Установлено, что наиболее интенсивное смещение опушки ткани наблюдается в течение короткого промежутка времени после останова ткацкого станка при выработке полульняных тканей. Характер изменения натяжения основных нитей после останова ткацкого станка зависит от технологической причины останова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плаксин Е.Б., Стульников А.Н., Тягунов В.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 1. С. 39...42.
2. Плаксин Е.Б. // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2001, № 3. С.69...71.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 07.12.01.

**БЕЗГИПОХЛОРИТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БЕЛЕНИЯ
ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А.В. ЧЕШКОВА, С.Ю. ШИБАШОВА, А.В.КУЗЬМИН

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

В настоящее время на текстильных предприятиях льняной отрасли беление льняных и полулльняных тканей осуществляется многостадийным гипохлоритно-пероксидным способом. Известны технологии беления в три или четыре стадии, в зависимости от аппаратурного оформления процесса.

При белении льняных тканей первой стадией является расшлихтовка щавелевой кислотой, ортофосфорной кислотой, при белении полулльняных тканей – водная расшлихтовка с ПАВ или в растворах гипохлорита натрия. Современное направление усовершенствования процесса расшлихтовки – это использование ферментов амилаз [1...3].

Цель данной работы заключалась в исследовании технических характеристик льносодержащих тканей в процессе ферментативной расшлихтовки и постадийного пероксидного беления, а также в оценке возможности исключения экологически небезопасных гипохлоритных обработок из технологического режима подготовки.

Нами использовались льняные и полулльняные ткани, предоставленные Гаври-

лов-Ямским льнокомбинатом (г. Гаврилов-Ям Ярославской обл.). Эффективность подготовки определялась путем сравнения с тканью, отбеленной по действующим гипохлоритно-пероксидным технологическим режимам.

Эксперимент проводили как в лабораторных условиях, так и на базе действующих производств: Гаврилов-Ямском, Приволжском (АО Яковлевский) и Костромском (АО Звольма) льнокомбинатах.

Замена гипохлоритных обработок требует установления оптимальных параметров, позволяющих получать ткани, близкие по белизне и сохранности физико-механических свойств к ткани, отбеленной по гипохлоритно-пероксидной технологии.

Ранее [1] оценена эффективность расшлихтовывающего действия ферментов амилаз и их композиций с целлюлазами и пектиназами. Совместно с АО Химпром разработаны препараты Биотекс на основе амилаз, а также композиционные препараты Биолен и Биософт, содержащие ферменты и ПАВ в оптимальном соотношении.

Таблица 1

Артикул*	Качественные показатели отбеленной ткани			
	капиллярность, мм	белизна, %	разрывная нагрузка, Н	мягкость, %
346	160...165	80,5...80,8	340	85...88
549	154...162	80,5...81,4	294	87...90

Примечание.* – результаты беления льняной ткани Гаврилов-Ямского льнокомбината с предварительной расшлихтовкой препаратом Биотекс.

В ходе производственных испытаний технологии беления с использованием предварительной расшлихтовки препаратом Биотекс на Гаврилов-Ямском льнокомбинате показана возможность сокра-

щения длительности расшлихтовки со 120 до 30...45 мин и снижения кислотности среды расшлихтовывающего раствора с рН 2...3 до рН 5...5,5 (табл.1).

Расшлихтовка	Качественные показатели расшлихтованной ткани			
	артикул ткани	капиллярность, мм	степень удаления шлихты, %	мягкость, %
Щавелевой кислотой	Л*	45,6	34,5	29,1
	П/Л	55,1	45,5	32,5
Аквазим 240 L (амилаза)	Л	94,4	65,1	50,6
	П/Л	90,5	74,6	66,6
Аквазим, Вискозим (пектиназа)	Л	100,6	79,0	56,8
	П/Л	92,7	77,0	71,2
Аквазим Целлюсофт (целлюлаза)	Л	96,8	67,1	54,3
	П/Л	90,2	74,4	65,3

Примечание. Л – льняная ткань арт. 242; П/Л – полульняная ткань арт. 140.

Приведенные в табл.2 результаты свидетельствуют о влиянии пектолитических и целлюлатических ферментов на мягкость расшлихтованной ткани. Входящий в состав препарата пектолитический фермент в условиях процесса расшлихтовки способ-

ствует расщеплению пектиновых веществ, нарушая тем самым взаимосвязь между целлюлозой и примесями (лигнином, восками) и способствуя увеличению эластичности льняного волокна.

Таблица 3

Режим расшлихтовки	Результаты белиenia ткани			
	капиллярность, мм	белизна, %	остаточное содержание шлихты, %	мягкость, %
Льняная ткань, арт. 292(АО Звольма, Кострома)				
Щавелевой кислотой, рН 2-3	90...95	83...83,5	2,50	39,9
Биолен, рН 5	100...110	83,6...84,5	1,50	84,8
Полульняная ткань, арт Л-3Т				
Щавелевой кислотой, рН 2-3	115...120	83,5...84,2	1,64	49,4
Биолен, рН 5	120...135	84,5...85,1	0,65	87,5

Из табл.3, где суммированы результаты белиenia по классической трехстадийной технологии гипохлоритно-пероксидного белиenia с предварительной расшлихтовкой щавелевой кислотой и ферментативной расшлихтовкой, следует, что предварительная ферментативная обработка способствует не только более эффективному удалению шлихты, повышению белизны на 1...1,5 %, капиллярности, но и мягкости

более чем в два раза. Полученные результаты позволили предположить возможность замены гипохлоритной обработки на пероксидное белиenie.

Изучалось влияние каждой стадии облагораживания льносодержащей ткани в процессах гипохлоритно-пероксидного и ферментативно-пероксидного белиenia на качественные показатели льняной ткани арт. 576.

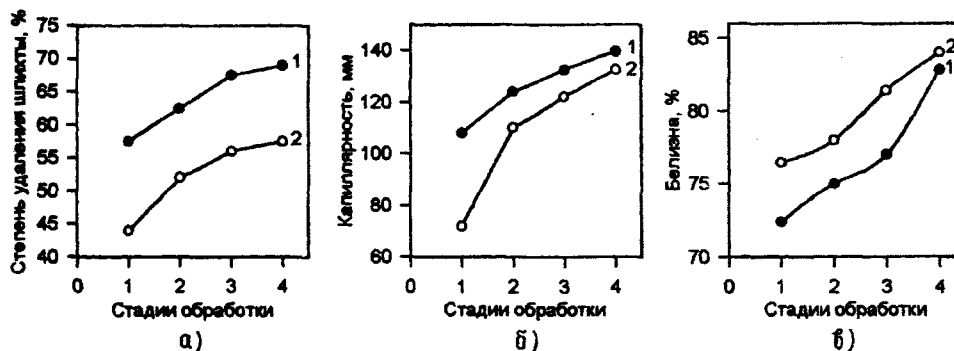


Рис. 1

Из приведенных на рис.1-а,б,в качественных показателей льняной ткани в зависимости от способа беления (1 – ферментативно-пероксидный, 2 – гипохлоритно-пероксидный) и стадии подготовки можно видеть, что степень удаления шлихты при ферментативно-пероксидном белении на 25...35 % выше в сравнении с гипохлоритно-пероксидным способом беления.

Несколько иная картина наблюдается при анализе результатов по суммарной степени удаления примесей, где этот показатель при ферментативно-пероксидном способе подготовки несколько уступает результатам классического способа беления. По-видимому, это объясняется селективным воздействием ферментов амилаз и пектиназ на примеси. При неизбирательном каталитическом действии кислоты в процессе расшлихтовки или окислительно-го действия гипохлорита натрия происходит не только удаление шлихты, но и частичная деструкция воскообразных и пектиновых веществ, лигнинного компонента. Тем не менее, при проведении всего цикла подготовки по ферментативно-пероксидному способу удается получить степень удаления примесей до 93...94%, что приближается к соответствующим

значениям гипохлоритно-пероксидного способа беления (94...95 %).

Эффективное удаление шлихты ферментами на первой стадии способствует более глубокому проникновению белящих реагентов в волокно, позволяя тем самым достигнуть при последующей постадийной пероксидной обработке более высокой капиллярности. Этот показатель превышает результаты классического способа беления на 10...40 мм в зависимости от стадии обработки.

Прирост белизны по стадиям менее результативен, что, видимо, обусловлено сохранением лигнинного компонента, являющегося частью лигнинно-целлюлозного комплекса. Несмотря на это степень белизны готовой льняной ткани составляет 82,9 %, что соответствует степени белизны льняной ткани, отбеленной по гипохлоритно-пероксидному способу, и требованиям ГОСТа.

Необходимо отметить, что гипохлоритно-пероксидный способ обеспечивает получение хороших результатов по удалению примесей при строгом поддержании рН в пределах 9...10; при несоблюдении данных условий наблюдается снижение прочностных характеристик (разрывной нагрузки и прочности к истиранию).

Таблица 4

Способ беления	Удельная вязкость	Устойчивость к истиранию, тыс. циклов	Разрывная нагрузка, Н	
			основа	уток
Гипохлоритно-перекисный:				
1) гипохлоритная обработка	1,83	11,3	470	490
2) перекисная обработка	1,66	9,4	461	480
3) гипохлоритная обработка	1,52	8,9	452	469
4) перекисная обработка	1,48	8,7	429	444
Ферментативно-перекисный:				
1) ферментативная обработка	1,92	13,6	475	493
2) перекисная обработка (горячая)	1,81	12,4	468	482
3) перекисная обработка (холодная)	1,72	10,9	460	469
4) перекисная обработка (горячая)	1,62	10,8	430	448

Примечание. * – прочностные показатели льняной ткани арт.576 после беления по различным технологиям (по результатам испытаний в условиях Гаврилов-Ямского льнокомбината).

В табл. 4 приведены результаты физико-механических и вискозиметрических испытаний льняной ткани, отбеленной по ферментативно-пероксидному и гипохлоритно-пероксидному способу, показывающие, что ткани, отбеленные по ферментативно-пероксидному способу, по своим прочностным показателям, особенно устойчивости к истиранию, значительно превышают показатели для тканей, отбеленных по гипохлоритно-пероксидному способу. Это достигается благодаря сохранности целлюлозной составляющей, что наглядно подтверждается более высокими показателями удельной вязкости медно-аммиачных растворов целлюлозы.

ВЫВОДЫ

1. Применение композиции ферментов амилазы и пектиназы в сочетании с неионогенными ПАВ позволяет осуществлять

не только эффективную расшлихтовку, но и смягчение текстильных материалов.

2. Постадийное пероксидное беление с предварительной ферментативной расшлихтовкой препаратом, включающим амилазы и пектиназы, обеспечивает получение результатов подготовки на уровне классического гипохлоритно-пероксидного способа беления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перспективы применения биосистем для подготовки текстильных материалов/В.И.Лебедева, А.В. Чешкова, Б.Н. Мельников, С.А.Кундий // Тез. докл. конф.: "Текстиль-95". – 28-29 ноября, 1995. С.165.

2. Чешкова А.В., Надтока И.Б. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №3. С. 60...64.

3. Чешкова А.В. и др. // Текстильная промышленность. – 1999, №1. С.13...17.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 28.11.01.

УДК 677.117.027

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСПЕРГАТОРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПРИ КРАШЕНИИ ДИСПЕРСНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

Е.Л. ВЛАДИМИРЦЕВА, Л.В. ШАРНИНА, О.К. СМЕРНОВА

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

В последние годы все больше внимания уделяется проблемам экологии текстильно-отделочного производства. В связи с этим разрабатываются и выпускаются ТВВ нового поколения, призванные заменить традиционно используемые препараты, которые удовлетворяя технологическим требованиям, небезопасны с точки зрения экологии.

Целью настоящей работы является сравнительный анализ влияния ТВВ различной химической природы на эффективность сольubilизации дисперсных красителей и стабильность красильных составов на их основе. Сравнение проводили с дис-

пергатором НФ, как наиболее часто используемым в производстве при крашении дисперсными красителями.

Объектами исследования служили неионогенные поверхностно-активные вещества, отличающиеся строением и степенью оксиэтилирования, и новые препараты производства ОАО "Ивхимпром" анионоактивного характера – диспергатор СС-2, диспергатор НС-94, имеющие в своем составе наряду с сульфогруппами короткие оксиэтиленовые цепочки.

Особенности строения исследуемых ТВВ отражены в табл.1. Преимуществом новых препаратов по сравнению с диспер-

гатором НФ является высокая степень биорасщепления в сточных водах, что в

настоящее время приобретает все большую актуальность.

Т а б л и ц а 1

Наименование ПАВ			Особенности структуры ПАВ	Строение гидрофильной части молекулы ПАВ	Строение гидрофобной части молекулы ПАВ
Анион-активные	1	диспергатор НФ	производное нафталина	SO ₃ Na	C ₁₀ H ₆ -CH ₂ -C ₁₀ H ₆
	2	диспергатор СС-2	линейная	(C ₂ H ₄ O) ₃ OSO ₃ Na	C ₁₂₋₁₄ H ₂₅₋₂₉
	3	диспергатор НС-94	линейная, с бензольным кольцом	(C ₂ H ₄ O) ₄ OSO ₃ Na	C ₉ H ₉
Неионогенные	4	синтанол ЭС-3	линейная	(C ₂ H ₄ O) ₃	C ₁₂₋₁₄ H ₂₅₋₂₉
	5	синтанол АЛМ-10	линейная	(C ₂ H ₄ O) ₈₋₁₀	C ₁₂₋₁₄ H ₂₅₋₂₉
	6	синтанол БВ	разветвленная	(C ₂ H ₄ O) ₁₀	C ₁₂₋₁₄ H ₂₅₋₂₉ CH(CH ₃)-OC ₄ H ₉
	7	неонол АФ9/6	линейная, с бензольным кольцом	(C ₂ H ₄ O) ₆	C ₉ H ₁₉ -C ₆ H ₅ -
	8	неонол АФ9/10	линейная, с бензольным кольцом	(C ₂ H ₄ O) ₁₀	C ₉ H ₁₉ -C ₆ H ₅ -
	9	феноксол БВ	разветвленная с бензольным кольцом	(C ₂ H ₄ O) ₁₀	C ₉ H ₁₉ -C ₆ H ₅ - -CH(CH ₃)-OC ₄ H ₉

Критериями оценки эффективности использования препаратов служили их стабилизирующая способность, диспергирующая активность, технические результаты крашения дисперсными красителями по способу "термозоль".

Концентрация ТВВ в красильной ванне составляла 2 г/л.

Для работы были выбраны дисперсные красители с различным строением хромофора: азокраситель – алый ПЭФ и антрахиноновый – фиолетовый 2С (20 г/л).

О характере взаимодействия исследуемых препаратов с дисперсными красителями судили на основании спектров поглощения в области 400...900 нм, полученных на приборе Spekord-450.

На рис. 1 в качестве примера приведены спектры поглощения красителя дисперсного фиолетового 2С в 50 %-ной водно-ацетоновой смеси (кривая 1), а также в водных растворах следующих ТВВ: феноксола БВ 9/10 (кривая 2), неонола АФ 9/10 (кривая 3), диспергатора НС-94 (кривая 4), диспергатора СС-2 (кривая 5) и диспергатора НФ (кривая 6). Для сравнения использовали водную суспензию дисперсных красителей в отсутствии ТВВ (кривая 7).

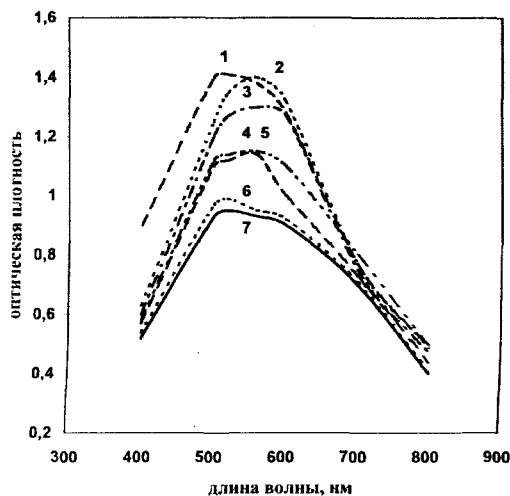


Рис. 1

Введение анионного диспергатора НФ (кривая 6) практически не изменяет вида исходной кривой.

При использовании диспергаторов нового поколения (кривые 4 и 5) интенсивность поглощения возрастает, меняется форма спектральных кривых и происходит незначительное смещение полосы поглощения в длинноволновую область спектра, что свидетельствует о разукрупнении частиц и сольватации молекул красителя.

Наиболее сильное изменение спектральных кривых вызывают добавки препаратов неионогенного характера: неонов, фенозолов и т.п. (кривые 2 и 3). Опираясь на данные из [1], можно предположить, что в случае использования этих ПАВ между ними и красителем возникают вандер-ваальсовы и водородные связи и растворение красителя идет в гидрофобном ядре мицеллы.

Таким образом, можно констатировать следующее: по характеру воздействия на красители новые препараты (кривые 4 и 5)

занимают промежуточное положение между традиционным диспергатором анионного характера (кривая 6) и неионогенными препаратами с высокой степенью оксиэтилирования (кривые 2 и 3).

Стабилизирующая способность ТВВ оценивалась на основе величины фактора седиментации, который рассчитывался как изменение содержания красителя, определяемого колориметрически в верхней части бюретки при выстаивании водных суспензий дисперсных красителей с различными препаратами в течение 72 ч [2].

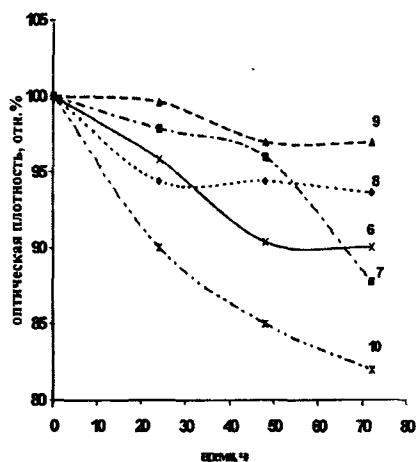
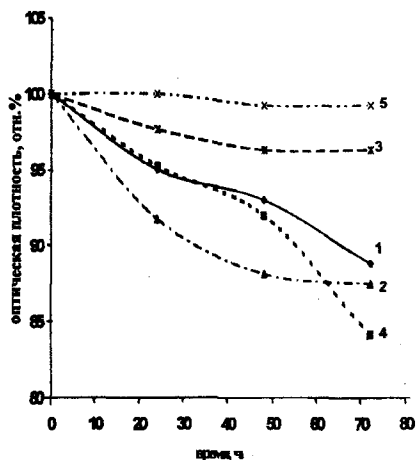


Рис. 2

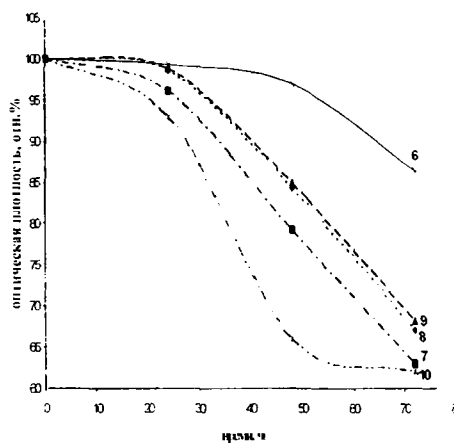
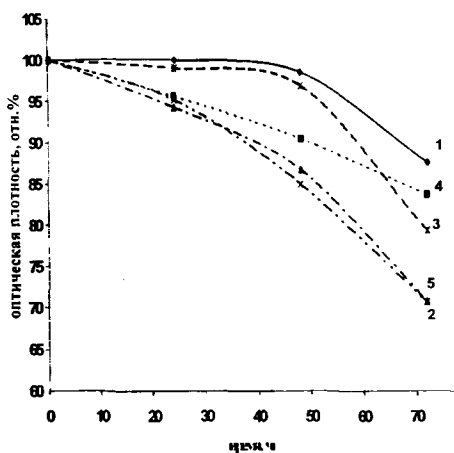


Рис. 3

Полученные результаты приведены на рис. 2 и 3 (номера кривых соответствуют порядковым номерам препаратов, представленных в табл. 1; кривая 10 – суспензия красителя в воде).

Как видно из представленных на рис. 2 и 3 данных, стабилизирующее действие

препаратов по-разному проявляется на красителях, имеющих различное строение хромофора.

Так, суспензии труднодиспергируемого красителя дисперсного фиолетового 2С (рис. 2), относящегося к классу антрахиновых, неустойчивы в присутствии дис-

пергатора НФ (кривая 1), а также неионогенных препаратов, имеющих линейную структуру – синтанола АЛМ-10, синтанола БВ (кривые 5, 6) и т.п. Стабильность их несколько повышается при введении в красильную ванну неионогенных ТВВ с высокой степенью оксиэтилирования, имеющих в своем составе бензольное кольцо (неонол АФ 9/10 и феноксол БВ (кривые 8,9)).

Лучшие результаты по стабилизации антрахиноновых красителей достигаются при наличии в составе ТВВ наряду с оксиэтиленовыми цепочками сульфогрупп (диспергатор НС-94, диспергатор СС-2 (кривые 2 и 3)). Фактор седиментации в их присутствии наиболее низок и практиче-

ски не изменяется при выстаивании (рис.2).

Стабилизация суспензии красителя дисперсного алого ПЭФ, относящегося к классу азокрасителей с компланарным строением молекул, достигается легче (рис.3). В этом случае возможно использование и диспергатора НФ (кривая 1). Однако с точки зрения экологической безопасности предпочтительна его замена такими препаратами, как синтанол БВ и диспергатор НС-94 (кривые 6 и 3, рис.3).

В ходе исследования проводили крашение хлопкополиэфирной ткани "Рубин" дисперсным алым ПЭФ по способу "термозоль".

Таблица 2

Наименование ПАВ		Интенсивность окраски, К/S	Коэффициент вариации, %	Устойчивость к трению сухому/мокрому	Устойчивость к мокрым обработкам	
					к мылу	к поту
Без ПАВ		7,5	5,2	5/4	4/4/4	3/4/4
Анион-активные	диспергатор НФ	9,23	4,0	5/4	4/3/4	4/3-4/4
	диспергатор СС-2	9,28	1,4	5/4-5	4/3/4	5/4/4
	диспергатор НС-94	9,23	1,6	5/4	4/4/4	4/4/4
Неионогенные	синтанол ЭС-3	9,93	1,9	5/4	4/3/4	4/4/4
	синтанол АЛМ-10	9,62	1,5	5/4	4/4/4	4/4/4
	неонол АФ9/10	9,34	2,0	5/4	5/4/4	5/4/4
	неонол АФ9/6	9,54	1,7	5/4	5/4/4	5/4/4
	феноксол БВ	9,67	1,7	5/4	4/4/4	4/4-5/4
	синтанол БВ	9,56	1,5	5/4	4/4/4	4/4-5/4

Из данных табл. 2, где представлены технические результаты крашения, видно, что препараты нового поколения с успехом могут быть использованы для замены экологически небезопасного диспергатора НФ.

Неоспоримым преимуществом новых препаратов является улучшение ровноты окрасок, определяемой как органолептически, так и на основе коэффициента вариации [2] (табл.2), что особенно актуально при крашении тканей из смеси натуральных и синтетических волокон.

ВЫВОДЫ

1. На основании оценки факторов седиментации водных суспензий дисперсных красителей установлена высокая стабилизирующая активность диспергаторов нового поколения по отношению к труднодис-

пергируемым красителям на основе антрахинона.

2. В результате оценки технических результатов крашения хлопкополиэфирной ткани "Рубин" показано, что использование новых препаратов гарантирует получение интенсивных окрасок, отличающихся высокой ровнотой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Текстильные вспомогательные вещества (справочное пособие): Пер. с нем., в 2-х частях /Под ред. А. Хвалы, В. Ангера, К. Хвалы. – Ч. 1. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
2. Лабораторный практикум по химической технологии текстильных материалов: Учебное пособие для вузов (Т.С. Новорядовская/ Под ред. Г.Е.Крячевского). – М., 1994.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 11.03.02.

ВЫДЕЛЕНИЕ СУЩЕСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА ТЕРМОПЕЧАТАНИЯ МЕТОДОМ СЛУЧАЙНОГО БАЛАНСА

И.В. БУШУЕВА, В.В. ВАСИЛЬЕВ, Л.А. ГАРЦЕВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Предварительный анализ процесса термопечатаания хлопкополиэфирных тканей показал, что он управляется большим числом качественных и количественных факторов, в различной степени влияющих на выходные показатели последнего. Роль качественных факторов оценена методом дисперсионного анализа результатов экспериментов, поставленных по плану латинского квадрата [1], которые показали

необходимость проведения дополнительных исследований в направлении оценки степени влияния на процесс термопечатаания количественных факторов – они могут иметь решающее значение.

Анализ данных [2, 3] показал, что процессом термопечатаания управляют как минимум 11 количественных показателей, наименование и интервалы варьирования которых представлены в табл.1.

Таблица 1

Наименование фактора	Значение фактора на уровне		
	+	0	-
Температура X_1 , °С	210	195	180
Время X_2 , с	60	40	20
Концентрация X_3 красителя в печатной краске, г/кг	60	40	20
Концентрация X_4 ПАВ в печатной краске, г/кг	2	1	0
Концентрация в пропиточном составе, г/л:			
X_5 предконденсата терморективной смолы	200	125	50
X_6 термопластичного полимера	100	75	50
X_7 катализатора	15	10	5
X_8 мочевины	100	50	0
Отжим после пропитки X_9 , %	120	100	80
Остаточная влажность ткани после сушки X_{10} , %	50	25	0
Плотность бумаги X_{11} , г/м ²	80	60	40

Важным фактором процесса термопечатаания также является давление. Однако возможности лабораторной установки не позволяют с достаточной точностью оценить интервал изменения этого показателя, поэтому он был зафиксирован на одном уровне и не включен в матрицу планирования.

Экспериментальный план полного факторного эксперимента, где каждый из факторов варьируется на двух уровнях (ПФЭ²) должен был бы включать $N = n + 1 + C_n^2$ опытов. Здесь n – число факторов, а C_n^2 – число сочетаний элементов из n по 2. В нашем случае необходимое число опытов равнялось бы 67. При этом нет оснований утверждать, что в изучаемой области факторного пространства все эти эффекты

окажутся значимыми. Поэтому постановка такого большого числа опытов оказывается неоправданной.

На первом этапе исследований необходимо определиться в сложном влиянии многочисленных факторов на основной критерий процесса термопечатаания (интенсивность окраски), оценить степень влияния отдельных показателей, эффектов их взаимодействий и выделить небольшое число факторов, определяющих эффективность процесса на фоне остальных, относящихся к шумовому полю.

Таким образом, необходимо провести отсеивающий эксперимент, для реализации которого в работе использован метод случайного баланса (МСБ) [4], идея которого состоит в том, что реализуется не весь

ПФЭ, а некоторая его случайная выборка [5]. Отсеивающий эксперимент необходимо проводить для того, чтобы не усложнять математическую модель и облегчить ее анализ.

Матрица планирования по МСБ составляется путем случайного распределения уровней фактора по столбцам или случай-

ного смешивания дробных реплик ПФЭ с учетом корреляции между его столбцами. Последняя служит мерой ортогональности соответствующего плана. В настоящее время составлено много таких планов для различного числа факторов на двух уровнях [6,7], один из которых использован в данной работе и представлен в табл.2.

Таблица 2

№ опыта	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	y
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	3,07
2	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	2,43
3	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	2,61
4	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	2,52
5	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	0,98
6	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	0,81
7	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	0,92
8	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	0,63
9	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	1,31
10	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	2,11
11	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	0,80
12	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	2,49

Пригодность выбранной матрицы случайного баланса была оценена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к таким планам. Одновременно в табл.2 представлены результаты проведенных экспериментов по изучению влияния управляющих факторов на основной параметр оптимизации – интенсивность окраски. Значение параметра оптимизации (\bar{y}) представлено как среднее из трех параллельных опытов.

Интенсивность окраски оценивали по спектрам отражения, полученным на цветоизмерительной системе Жаурак 4801, как функция ГКМ.

Эксперимент проводили на хлопкополиэфирной ткани (50:50) по следующей технологической схеме: пропитка ткани составом, содержащим гликазин, ПФЭ, NH₄NO₃ и мочевины; отжим; сушка при 100 °С; термопечатание в соответствии с условиями опытов.

Печатание бумаги осуществляли составом, содержащим: краситель (дисперсный алый ПЭ), ПАВ (сульфосид 31) и загустку (6 %-ный альгинат SMT).

После проведения эксперимента полученные данные анализировались сначала

визуально (с помощью диаграммы рассеивания), затем на ЭВМ по традиционным алгоритмам МСБ [5].

Диаграмма рассеивания результатов наблюдений по отдельным эффектам изображена на рис.1.

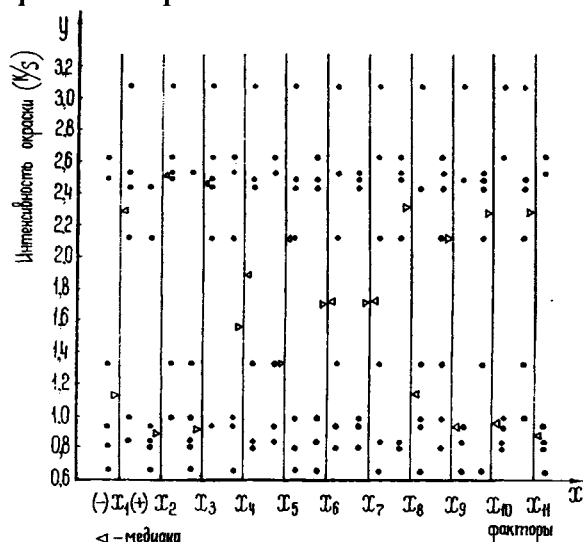


Рис.1

Для каждого эффекта на диаграмму наносили все точки, подразделяя их на группы, соответствующие уровням факторов в опытах. Каждый фактор рассматривался независимо от других. Степень влияния факторов оценивали по разнице между ме-

дианами и по числу выделяющихся точек в верхней и нижней частях диаграммы.

Анализ рис.1 позволяет сделать предположение о незначимости факторов X_7 (концентрация катализатора), X_6 (концентрация ТПП) и X_4 (концентрация ПАВ). Для остальных эффектов наблюдается как значительная разница между медианами, так и большое число выделяющихся точек, что предполагает их значимость.

Чтобы убедиться в достоверности сделанных предположений, обработку данных матрицы случайного баланса произвели на компьютере по алгоритму метода регрессионного анализа с помощью пакета прикладных программ.

Это позволило оценить:

- величину линейных коэффициентов уравнения первого порядка;
- вклад эффектов взаимодействий;
- дисперсии воспроизводимости опытов и их однородность по критерию Кохрена ($G_{расч} < G_{табл}$ для 95 %-ной доверительной вероятности);
- значимость коэффициентов уравнения регрессии по критерию Стьюдента.

Полученные результаты позволили выделить значимые индивидуальные эффекты, двойные эффекты взаимодействия и отсеять незначимые факторы. Результаты, полученные после компьютерной обработки экспериментальных данных, представлены на рис.2 в виде диаграммы эффектов, выделенных методом случайного баланса.

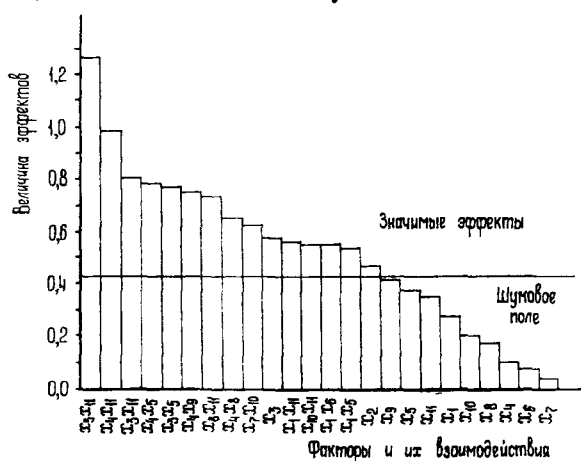


Рис. 2

Таким образом, с помощью проведенных исследований и статистического анализа данных установлено, что при варь-

ровании изучаемых независимых переменных в выбранных пределах интенсивность окраски при термопечатании хлопкополиэфирной ткани дисперсным алым ПЭ определяется в основном влиянием факторов X_3 и X_2 – это концентрация красителя в печатной краске и время термопереноса. Учет эффектов парных взаимодействий показал, что наиболее существенными из них оказались: X_5X_{11} , X_4X_{11} , X_3X_{11} , X_4X_5 , X_3X_5 , X_4X_9 , X_8X_{11} , X_4X_8 , X_7X_{10} , и ряд других (рис.2). Это свидетельствует о том, что действие изучаемых факторов не является независимым.

Корреляция с другими факторами максимально проявляется для фактора X_{11} – плотность бумаги. Следовательно, в последующих экспериментах целесообразно зафиксировать эту переменную на оптимальном уровне в соответствии с результатами дополнительных исследований или с учетом известных литературных данных.

Значимость эффектов парных взаимодействий и проверка адекватности линейной модели с помощью критерия Фишера ($F_{расч} > F_{табл}$) позволяют заключить, что процесс термопечатания в выбранной области факторного пространства не может быть описан уравнением первого порядка. Такой же вывод можно сделать по результатам сравнения величины коэффициента b_0 и значения критерия оптимизации в опыте, который был поставлен в центре плана (при $X_i=0$, $i=1-11$). В связи с тем, что разность указанных величин значительно больше стандартной ошибки, коэффициенты при квадратичных членах уравнения регрессии должны существенно отличаться от нуля.

Это свидетельствует о необходимости продолжения исследований в направлении поиска области оптимума и ее математического описания.

Кроме того, по интенсивности окраски невозможно однозначно оценить эффективность процесса термопечатания. Для этого он должен быть оптимизирован также и по ряду важнейших показателей качества, таких как устойчивость окраски к физико-химическим воздействиям, малосми-

наемость ткани и ее механическая прочность.

ВЫВОДЫ

1. Анализируя результаты исследования, отмечаем, что статистический подход к планированию эксперимента позволяет с высокой точностью и при рациональном расходовании времени и средств получить максимум информации о процессе.

2. Изучение термопечатания хлопкополиэфирных тканей методом случайного баланса позволило: получить отдельные оценки влияния на интенсивность окраски большого числа независимых переменных, что невозможно при традиционных подходах по причине корреляции факторов; выделить значимые эффекты взаимодействия факторов; прогнозировать оптимальные условия осуществления процесса и получить представление о поверхности отклика; выработать стратегию дальнейшего эксперимента.

3. Процесс не может быть моделирован линейным уравнением, поэтому необходимо изучить возможность аппроксимации его полиномом второго порядка. При этом важнейшими управляющими факторами следует считать концентрацию красителя

в печатной краске и время термопечатания с учетом того, что основным коррелирующим параметром является плотность бумаги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бушуева И.В. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001. №5. С.36...40.
2. Шпитцнер К. Печатание текстильных материалов. – М.: Легкая промышленность, 1984.
3. Факторы, определяющие качество художественно-колористического оформления текстильных изделий методом сублимационной печати. Осик Ю.И., Сатушев С.А., Коян В.П. // Тез. докл. 12 Всесоюз. науч. конф. по текстил. материаловед.: Надежность, экономичность и качество текстильных материалов – Киев, 19 – 21 окт. Т.3, 1988.
4. Ровенкова Т.А. Планирование эксперимента в производстве химических волокон. – М.: Химия, 1977.
5. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М.: Наука, 1965.
6. Booth K.H.A., Cox D.R. // Technometrics. –V.4, 1962.
7. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. – М.: Мир, 1973.

Рекомендована кафедрой химии. Поступила 31.05.02.

УДК 678.644.679.7

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДИАЦЕТАТНЫХ ВОЛОКОН ПОЛИЧЕТВЕРТИЧНОЙ СОЛЮ N,N-ДИМЕТИЛАМИНОЭТИЛМЕТАКРИЛАТА

Р.И.ИСМАИЛОВ, Т.В.ТАМБОВЦЕВА, М.А.АСКАРОВ

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности)

Одним из недостатков диацетатных волокон (ДАЦ) является невысокая прочность и низкая устойчивость к истиранию и двойным изгибам [1]. Среди различных способов улучшения вышеуказанных свойств особое место в силу технологической простоты реализации занимает способ модификации волокон путем введения в прядильный раствор основного полимера через общий растворитель небольших до-

бавок различных гибкоцепных полимеров [2, 3].

Нами проведено исследование возможности получения ДАЦ с добавкой (до 10%) гибкоцепной поличетвертичной соли N,N-диметиламиноэтилметакрилата с моноиодуксусной кислотой (ПС ДМАЭМАМИУК) [4] в лабораторных условиях и изучены их физико-механические свойства.

В качестве растворителя для мокрого

формования диацетатной текстильной нити использовали диметилформамид (ДМФ). Для выбора оптимальной концентрации растворов ДАЦ в ДМФА, необходимой для формования волокон, готовили растворы с концентрацией полимера от 12 до 20% (с учетом влажности ДАЦ) и проводили формование волокон.

Полученные данные позволили установить, что оптимальная концентрация системы оказалась равной 16%. Этот фактор явился основополагающим при приготовлении растворов с модифицирующими до-

бавками. Суммарная концентрация смеси полимеров оставалась в пределах 16%. Добавка модификатора ПС ДМАЭМАМИУК составляла 1, 2, 3, 5, 10% от массы сухой ДАЦ.

Формование как исходной, так и модифицированных нитей проходило стабильно.

Результаты испытаний физико-механических свойств модифицированных ацетатных нитей, сформованных по мокрому способу, приведены в табл.1.

Таблица 1

Содержание ПС ДМАЭМАМИУК, %	Линейная плотность, текс	Разрывная нагрузка, сН/текс	Удлинение, %	Истирание циклы при нагрузке 3 кг/мм ²
0	0.41	14.7	16,4	78041
1.0	0.41	13.7	14.2	300510
2.0	0.43	15.4	13.5	405441
3.0	0.43	15.6	13.1	464324
5.0	0.43	15.3	15.3	153010
10.0	0.48	14.1	15.4	132002

Как видно из полученных данных, введение модифицирующей добавки от 1 до 10% незначительно влияло на прочностные характеристики модифицированных нитей по сравнению с чистой ДАЦ, однако устойчивость к истиранию значительно возрастала для образцов с добавкой до 3%, а затем снижалась, оставаясь по-прежнему выше исходной в 1,5...2 раза.

При дальнейшем повышении содержания ПС ДМАЭМАМИУК прочностные показатели снижались, что, по-видимому, связано с заметным разрыхлением структуры волокна за счет стерических факторов.

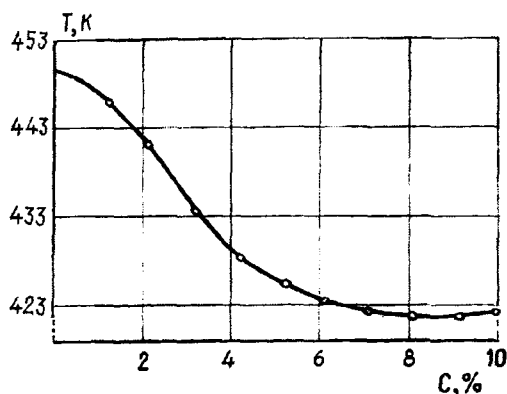


Рис. 1

Постепенное снижение температуры стеклования волокон с увеличением содержания ПС ДМАЭМАМИУК (рис.1) и напряжений, присутствующих в структуре (изученных методом изотермического нагрева), свидетельствовали о межмолекулярном пластификационном действии модифицирующей добавки для ДАЦ.

С помощью электронной микроскопии исследовали структурные изменения, происходящие при модификации ДАЦ. Структура поверхности немодифицированного ДАЦ волокна неоднородна и характеризуется различной шириной структурных элементов и глубиной желобков между ними.

Внутренняя структура волокон с добавкой ПС ДМАЭМАМИУК получается довольно однородной и как бы составленной из плотно упакованных элементов. Полученные данные позволяют судить об удовлетворительной структурной совместимости полимерных компонентов ДАЦ и ПС ДМАЭМАМИУК в исследуемых системах.

Содержание ПС ДМАЭМАМИУК, %	Потери в массе за 6 ч, %		
	при температуре, °С		
	200	250	300
0	20,0	61,0	82,0
1	15,9	53,0	73,0
3	13,0	49,0	67,0

Результаты изучения термоокислительной деструкции предлагаемых систем показали, что с увеличением содержания ПС ДМАЭМАМИУК характеристики деструкции сдвигаются в область более высоких температур и происходит уменьшение потери массы образцов (табл.2).

Значение энергии активации ПС ДМАЭМАМИУК при увеличении содержания ПС в волокне от 1 до 3 % увеличивалось от 100 до 278 ккал/моль, суммарная же энергия активации при дальнейшем увеличении модифицирующей добавки снижалась. Повышение устойчивости волокна к термоокислительной деструкции можно объяснить образованием сетчатой полимерной структуры, сшивающим агентом которой может служить ПС ДМАЭМАМИУК. Образование поперечных химических связей между макромолекулами усиливает межмолекулярные взаимодействия и, следовательно, увеличивает энергию активации термоокислительной деструкции модифицированных образцов, что дает возможность проводить тепловые обработки изделий на основе ДАЦ волокон при более высоких температурах.

Все эти факторы говорят о том, что предлагаемая добавка обладает не только пластифицирующим, но и стабилизирующим действием и ее введение при простоте технологической реализации позволяет получить диацетатные волокна с повышенными показателями качества.

ВЫВОДЫ

1. Получены волокна по мокрому способу на основе ДАЦ с модифицирующей добавкой ПС ДМАЭМАМИУК в среде ДМФА.

2. Изучены физико-механические свойства сформованных волокон и показано, что оптимальное количество добавки позволяет повысить устойчивость к истиранию в 6 раз, термостойкость волокна почти в 1,6 раза и прочность его при нагреве на 15...17%.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Половникова М.В.* Влияние добавок полиэтиленоксидов на структурно-механические свойства ацетатов целлюлозы и волокон на их основе: Дис.... канд. техн. наук. – Ленинград, 1970.
2. *Таиров М.М.* Изучение некоторых закономерностей структурной модификации ацетатных волокон: Дис.... канд. техн. наук. – Ташкент, 1968.
3. *Эскин В.Е., Нестеров А.Е.* // Коллоидный журнал. – 1976. т. 28, № 6. С. 904... 909.
4. *Исмаилов Р.И. и др.* // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 1983. т.36. №1. С.117...118.
5. *Козлов П.А., Папков С.П.* Физико-химические основы пластификации полимеров. – М.:Химия, 1982.

Рекомендована кафедрой теоретической химии.
Поступила 30.05.01.

УДК 677.026.4: 66.067.3:677.017.8

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ
НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА,
ПОЛУЧЕННОГО ПО КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Д. РАХМАНИ, Г.Л. БАРАБАНОВ

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

Одним из перспективных направлений развития технологии нетканых материалов является комбинированная технология, позволяющая получать материалы со свойствами, исключаящими некоторые отрицательные моменты, присущие материалам, полученным с помощью физико-механической или физико-химической технологий [1]. При этом появляется возможность расширения ассортимента нетканых материалов, в частности, технологического назначения.

Проведены исследования по оптимизации свойств нетканого материала, полученного с применением технологии иглопрокальвания и термопрессования. В качестве волокнистого сырья использовали бикомпонентное полиэфирное волокно с температурой плавления оболочки 110°C и сердечника 170°C линейной плотностью 0,64 текс и длиной резки 65 мм.

Условия получения образцов с использованием математического плана Бокс-3 представлены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Факторы	Уровни варьирования			Интервал варьирования
	- 1	0	1	
Масса холста X_1 , г/м ²	100	125	150	25
Температура прессования X_2 , °C	90	100	110	10
Время прессования X_3 , мин	1	1.5	2	0.5

В качестве критериев оптимизации исследовали поверхностную плотность, толщину и объемную плотность, так как именно они наиболее существенно влияют

на фильтрационные свойства и себестоимость материала.

В результате обработки экспериментальных данных получены следующие математические зависимости:

$$Y_1 = 111,396 + 12,80033X_1 - 6,683667X_2 - 2,500329X_3 + 3,375417X_1X_2 + 10,62541X_1X_3 + 7,874584X_2X_3 - 8,896042X_1X_1 + 13,52063X_2X_2 + 13,60396X_3X_3,$$

$$Y_2 = 111,396 + 12,80033X_1 - 6,683667X_2 - 2,500329X_3 + 3,375417X_1X_2 + 10,62541X_1X_3 + 7,874584X_2X_3 - 8,896042X_1X_1 + 13,52063X_2X_2 + 13,60396X_3X_3,$$

$$Y_3 = 0,288036 + 0,02798X_1 - 0,02468X_2 - 0,03389X_3 + 0,05736X_1X_2 + 0,05167X_1X_3 - 0,02312X_2X_3 - 4,519392E - 03X_1X_1 + 0,07268X_2X_2 - 0,04894X_3X_3,$$

где Y_1 – поверхностная плотность, $г/м^2$;
 Y_2 – толщина, мм; Y_3 – объемная плот-
 ность, $г/см^3$.

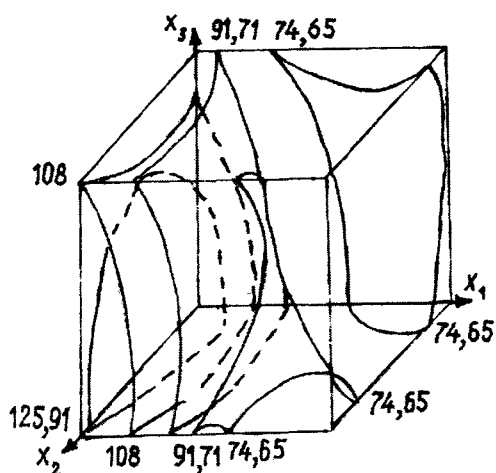


Рис. 1

Графические изображения полученных зависимостей представлены на рис.1 (воздухопроницаемость, $л/м^2 \cdot с$) и 2 (поверхностная плотность, $г/м^2$), из которых следует, что в данных условиях эксперимента поверхностная плотность нетканого материала изменяется в пределах от 99,7 до 141,6 $г/м^2$ (рис.1).

Изменение поверхностной плотности нетканого материала связано в основном с изменением поверхностной плотности волокнистого холста (с увеличением поверхностной плотности волокнистого холста увеличивается поверхностная плотность нетканого материала).

Влияние температуры и времени прессования на поверхностную плотность нетканого материала находится в пределах ошибки эксперимента. Изменение толщины нетканого материала связано с изменением поверхностной плотности волокнистого холста: с увеличением поверхностной плотности волокнистого холста увеличивается толщина нетканого материала. Влияние температуры и времени прессования на толщину нетканого материала находится в пределах ошибки эксперимента.

Анализ графических зависимостей показывает, что изменение объемной плот-

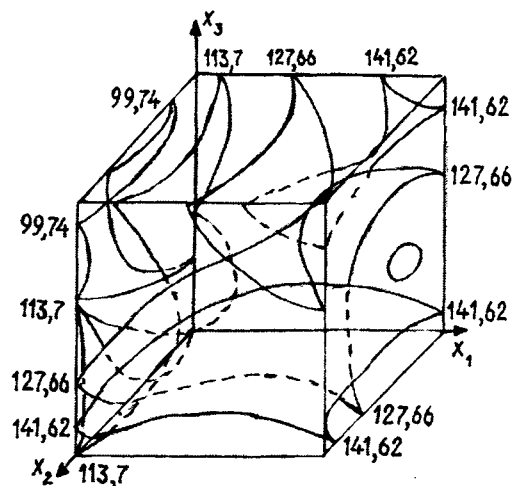


Рис. 2

ности в условиях данного эксперимента находится в пределах от 0,15 до 0,36 $г/см^3$.

Установлено, что с увеличением поверхностной плотности нетканого материала от 100 до 150 $г/м^2$ его объемная плотность также увеличивается (особенно при больших значениях времени прессования). Этот факт объясняется тем, что при большей поверхностной плотности образуется большее число контактов между волокнами и соответственно увеличивается объемная плотность.

С ростом температуры прессования от 90 до 110°C при меньших значениях поверхностной плотности и больших значениях времени прессования наблюдается уменьшение объемной плотности. При больших значениях поверхностной плотности объемная плотность практически не изменяется.

Уменьшение объемной плотности объясняется более ранним оплавлением волокна, что вызывает формирование структуры волокна с меньшей объемной плотностью.

С увеличением времени прессования от 1 до 2 мин значительных изменений объемной плотности материала не наблюдается. Это говорит о том, что либо диапазон изменения мал, либо влияние этого фактора на объемную плотность материала ме-

нее значимо, чем влияние поверхностной плотности и температуры прессования материала.

ВЫВОДЫ

1. Установлены закономерности изменения поверхностной плотности, толщины и объемной плотности материала в зависимости от поверхностной плотности холста, температуры и времени термопрессования.

2. Технологию, разработанную на основе полученных закономерностей, целе-

сообразно использовать для производства материалов технического назначения (в основном фильтровальных).

ЛИТЕРАТУРА

1. Барабанов Г.Л., Бершев Е.Н., Смирнов Г.П., Тюменев Ю.Я. Физико-механические способы производства нетканых материалов и валяльно-войлочных изделий. – М.: Легпромбытиздат. 1994. С.118.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 21.05.02.

УДК 677.08.021. 16/22

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ

В.Д. ФРОЛОВ, Ю.В. ДУНАЕВА, Э. ОЮУНЗАЯ, А.Г. ПЕЧНИКОВА

(Ивановская государственная текстильная академия,
Монгольский технологический университет)

В процессе очистки шерсти на чесальной машине с барабаном 1, рабочим 2 и съемным 3 валиками, технологические возможности данного устройства используются не в полной мере (рис.1-а,б,в,г). От направления вращения валиков, их взаимной скорости, от положения относительно поверхности барабана 1, а также воздействия наиболее активных технологических зон на волокнистый материал, будет зависеть эффективность работы всего комплекса.

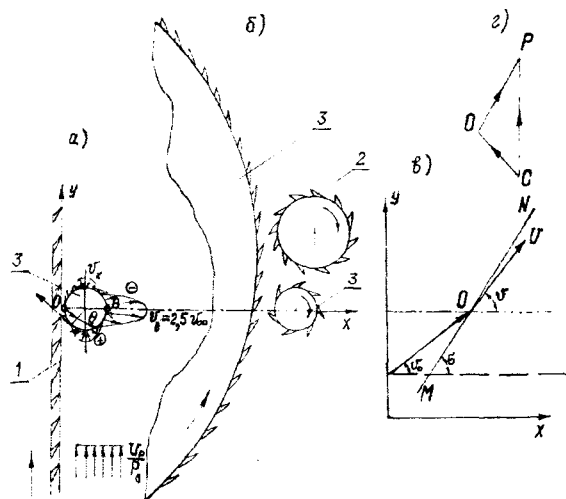


Рис. 1

Будем рассматривать съемный валик 3 с радиусом a как круговой цилиндр, прилегающий к плоскости барабана 1, совпадающей с осью y (рис.1-а). В реальных условиях несжимаемый волокнисто-воздушный поток, создаваемый вращающимся барабаном 1, перемещается параллельно оси y со скоростью v . Граничное условие заключается в том, что функция тока ψ постоянна относительно стенки барабана 1 и потому имеет одно и то же значение и на плоскости, и на поверхности цилиндра 3. Для больших $|Z|$ комплексный потенциал ω должен стремиться к vz .

Положим $Z=A/\xi$ (A вещественно).

Тогда

$$\begin{aligned} Z &= A \frac{\xi - i\eta}{\xi^2 - \eta^2}, & X &= \frac{A\eta}{\xi^2 - \eta^2}, \\ Y &= \frac{A\xi}{\xi^2 - \eta^2}, \\ \xi &= -\frac{AY}{X^2 + Y^2}, & \eta &= -\frac{AX}{X^2 + Y^2}. \end{aligned} \quad (1)$$

Преобразование (1) похоже на инверсию, поскольку $|Z||\xi| = |A|$, то есть посто-

янно. Если ξ обходит окружность вокруг начала координат, то и Z тоже, но в другую сторону. Преобразование переводит внутреннюю область каждой из этих окружностей во внешнюю область другой. Кроме того, при этом преобразовании все окружности, не проходящие через начало координат, переходят в окружности, а проходящие через начало координат – в прямые.

Положив $Z=A/\xi$, видим, что ось u переходит в ось ξ . Окружность переходит в прямую, параллельную оси ξ . Какую именно, определяем, взяв $Z = 2ia$.

Отсюда

$$\xi = -iA/2a. \quad (2)$$

Необходимо выразить значение A таким образом, чтобы значение ξ стало равным $i\pi/2$, то есть

$$A = -\pi a. \quad (3)$$

Тогда

$$Z = -\frac{\pi a}{\xi}. \quad (4)$$

Если $Z \rightarrow \infty$, то ω стремится к

$$v_0 Z = -\pi a v_0 / \xi, \quad (5)$$

что соответствует дипольному источнику в начале координат.

Для того, чтобы значение ω стало дей-

$$\omega = \pi a v \left(\frac{1}{\xi} + \frac{1}{\xi - i\pi} + \frac{1}{\xi - 2i\pi} + \frac{1}{\xi + 2i\pi} + \dots \right) = -\pi a v \operatorname{cth} \xi = \pi a v \operatorname{cth} \frac{\pi a}{Z}.$$

Если этот ряд удовлетворяет всем условиям, то он действителен при $Z = X$ и стремится к $v_0 z$ при $|Z| \rightarrow \infty$, что и требовалось доказать.

ствительным на границах $\eta=0$ и $\eta=i\pi/2$, необходимо добавить дополнительные члены. Для $\eta=0$ это условие выполняется автоматически, а для $\eta=i\pi/2$ достигается добавлением

$$-\pi a v_0 / (\xi - i\pi). \quad (6)$$

Функция (6) аналитична при $0 \leq \eta \leq \pi/2$ и потому допустима, однако она нарушает условие при $\eta=0$. Поэтому

$$-\pi a v_0 / (\xi + i\pi).$$

Делая контуры C_m все больше, охватываем все больше полюсов и добавляем к сумме все больше членов, а интегрирование приводит к остаточному члену. Если он стремится к нулю, то, при некотором фиксированном числе $R_m \rightarrow \infty$ сумма сходится и становится равной $f(z)$.

Тогда

$$\left| \int_{C_m} \frac{Z f(t)}{t(t-Z)} dt \right| < \frac{M|Z|2\pi Z}{R_m - |Z|} \rightarrow 0. \quad (7)$$

Таким образом,

$$f(Z) = f(0) + \lim \{P_m(z) - P_m(0)\}. \quad (8)$$

Используя (7) и (8), получаем

Радиус-вектор на окружности равен $2a \sin \theta$, а $Z = 2a \sin \theta e^{i\theta}$.

Следовательно,

$$\xi = -\frac{1}{2} \pi \cos \operatorname{ec} \theta e^{-i\theta} = -\frac{1}{2} (\operatorname{ctg} \theta - i), \quad (9)$$

$$\omega = -\pi a v_0 \operatorname{cth} \left(\frac{1}{2} \pi i - \frac{1}{2} \pi \operatorname{ctg} \theta \right) = \pi a v_0 \operatorname{th} \left(\frac{1}{2} \pi \operatorname{ctg} \theta \right).$$

Таким образом, ω действительно и необходимо найти скорость вдоль оси Z :

$$q = \left| \frac{d\omega}{dZ} \right| = \left| \frac{v_0 \pi^2 a^2}{Z^2 \operatorname{Sh}^2 \pi a/Z} \right|. \quad (10)$$

Если Z действительно и стремится к нулю, то $q \rightarrow 0$, откуда вытекает, что скорость равна нулю на линии касания съемного валика 3 с плоскостью барабана 1 в точке O (рис.1-а).

В верхней точке B окружности $Z = 2ia$, $\xi = i\pi/2$:

$$\bar{P} = \frac{P - P_0}{\rho \frac{v_0^2}{2}} = \frac{P - P_0}{P_g} = (1 - 2,25 \sin^2 \theta), \quad (12)$$

где P_g – динамическое давление; P – статическое давление.

Форма обтекаемых тел и скоростной режим рабочих органов в технологии чесания таковы, что в данном случае в потоке образуются ударные волны. Если контур обтекаемого тела в виде съемного валика 3 имеет крутой излом, то при движении по жесткой границе в направлении течения величина v скачком увеличивается, а ударная волна начинается в точке излома контура.

Рассмотрим соотношения на таких линиях разрыва (рис.1-в). Возьмем в качестве

течения волокнисто-воздушной смеси решение задачи о стационарном радиальном течении вязкой жидкости в плоском конфузоре в точке O с плотностью ρ_0 , давлением P_0 и скоростью v_0 ; угол между направлением вектора скорости и осью x равен ϑ_0 . Далее волокнисто-воздушная смесь проходит через ударную волну MN , угол наклона которой в точке O к оси x равен σ .

В этом случае величины v , ρ , ϑ , P в точке O за ударной волной связаны с v_0 , ρ_0 , ϑ_0 , σ равенствами

$$v^2 = v_0^2 \cos^2(\sigma - \vartheta_0) + \frac{1}{v_0^2 \sin^2(\sigma - \vartheta)} [1 - W_0^2 \cos^2(\sigma - \vartheta_0)]^2, \quad (13)$$

$$\rho = \frac{\rho_0 v_0^2 \sin(\sigma - \vartheta_0)}{1 - W_0^2 \cos^2(\sigma - \vartheta_0)}, \quad \vartheta = \sigma - \operatorname{artg} \left[\frac{\rho_0 \operatorname{tg}(\sigma - \vartheta)}{\rho} \right],$$

$$P = Q_0 \left[\frac{2v_0^2}{\chi + 1} \sin^2(\sigma - \vartheta_0) - \frac{\chi - 1}{2\chi} (1 - W) \right],$$

где $W = \sqrt{\frac{\chi - 1}{\chi + 1}} v.$

Если ударная волна определяет область возмущенного течения от области с рав-

номерным исходным потоком, вектор скорости которого параллелен оси x , то $v_0 = v_x$, $\vartheta_0 = 0$, $Q_0 = 1$ и соотношения (13) принимают более простую форму:

$$\begin{aligned} v^2 &= v_\infty^2 \cos^2 \sigma + \frac{1}{\sin^2 \sigma} (1 - W_\infty^2 \cos^2 \sigma)^2, \\ Q &= \frac{v_\infty^2 \sin^2 \sigma}{1 - W_\infty^2 \cos^2 \sigma}, \quad \vartheta = \sigma - \arctan\left(\frac{tg \sigma}{Q}\right), \\ P &= \frac{2v_\infty^2}{\chi + 1} \sin^2 \sigma - \frac{\chi - 1}{2\chi} (1 - W_\infty^2). \end{aligned} \quad (14)$$

Пусть при $t = 0$ сорная частица находится в начале координат. Сопротивление действует по касательной к траектории движения в направлении, противоположном движению. Следовательно, сопротивление выражается вектором $-m\chi v$, где m — масса частицы, χ — константа (рис.1-г).

Приравняв произведение массы на ускорение величине действующей силы, получим

$$m\ddot{X} = -mgk - m\chi\dot{X}, \quad (15)$$

где k — направляющий вектор, идущий вертикально вверх, или

$$\ddot{X} + \chi\dot{X} = -gk. \quad (16)$$

После преобразований (16) имеет вид

$$\frac{d}{dt} (\dot{X}e^{\chi t}) = -ge^{\chi t}k.$$

Откуда

$$\left| X + \frac{gt}{\chi}k - \frac{g}{\chi^2}(1 - e^{-\chi t})k \right| = \frac{V}{\chi}(1 - e^{-\chi t}), \quad (21)$$

$$\dot{X}e^{\chi t} - \frac{g}{\chi}e^{\chi t}k + V + \frac{g}{\chi}k, \quad (17)$$

где V — скорость при $t = 0$.
Из (17)

$$\dot{X} = e^{-\chi t}V - \frac{g}{\chi}(1 - e^{-\chi t})k \quad (18)$$

и

$$X = \frac{V}{\chi}(1 - e^{-\chi t}) - \frac{gt}{\chi}k + \frac{gt}{\chi^2}(1 - e^{-\chi t})k, \quad (19)$$

так как при $t = 0$ $X = 0$.

Из (19) видно, что в момент времени t все сорные частицы, выпущенные из точки O со скоростью V , окажутся на окружности, центр которой лежит на расстоянии

$$\frac{gt}{\chi} - \frac{g}{\chi}(1 - e^{-\chi t}). \quad (20)$$

Действительно,

то есть

$$|\overline{CO} + X| = CP = \frac{V}{\chi} (1 - e^{-\chi t}). \quad (22)$$

Дифференцируя (16) по времени, имеем

$$\dot{\alpha} + \chi\alpha = 0,$$

то есть, если ускорение при $t = 0$ равно α_0 , то

$$\alpha = \alpha_0 e^{-\chi t}. \quad (23)$$

Из (18) получаем

$$u = u_0 e^{-\chi t}, \quad (24)$$

где u – горизонтальная составляющая скорости и u_0 – ее начальное значение.

Если d – расстояние, пройденное в горизонтальном направлении за время t , то

$$d = \frac{u_0}{\chi} (1 - e^{-\chi t}), \quad (25)$$

где $d = u$.

Следовательно,

$$e^{-\chi t} = 1 - \frac{\chi d}{u_0}. \quad (26)$$

Тогда (23) можно представить как

$$\alpha = \alpha_0 \left(1 - \frac{\chi d}{u_0} \right). \quad (27)$$

Таким образом, направление ускорения не меняется во время движения, а равенство (22) не зависит от направления вектора скорости, что предопределяет выпад сорной частицы со съемного валика 3, а повторное касание выпуклой частицы рабочего валика 2 осуществляет ускоренное отделение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фролов В.Д. Аэродинамика текстильных машин // Текст лекций №2. 1989. С. 26.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 04.06.02.

УДК 677.025.6:62

**ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ ОСНОВОВЯЗАНОВОГО
БИКОМПОНЕНТНОГО ТРИКОТАЖА
К ПОГЛОЩЕНИЮ И ПЕРЕДАЧЕ ВЛАГИ**

Е.М. ЗИМИНА, Л.А. КУДРЯВИН

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

Основовязанный трикотаж, используемый для изготовления функциональной одежды, представляет собой бикомпонентное полотно, то есть такое полотно, в котором два различных вида сырья (пряжи или нитей) соединены непосредственно в процессе вязания полотна на вязальном оборудовании. Наиболее оптимальной является комбинация уточного и платированного переплетений. Такие полотна позволяют использовать для грунта более тонкие, а для утка – более толстые нити, что обеспечивает получение сравнительно небольшой массы полотна, более устойчивого грунта и высоких эксплуатационных свойств одежды.

Основываясь на принципах проектирования бикомпонентного трикотажа, разработаны три образца основовязаного трикотажа комбинированного уточно-платированного переплетения. Один образец образован тремя, а два других – четырьмя гребенками.

Графическая запись данных переплетений представлена на рис.1. Все образцы могут выработываться на основовязальной машине типа "вертелка" с тремя или четырьмя гребенками (в зависимости от вида переплетения) 28 класса. Высокий класс машины выбран для того, чтобы получить полотно с небольшой массой, используя сравнительно тонкие нити. В качестве сырья для грунта брали полиэфирную нить линейной плотностью 4,5 текс с числом филаментов, равным 32, а в качестве уточной нити – триацетатную нить линей-

ной плотностью 11 текс и с числом филаментов 26.

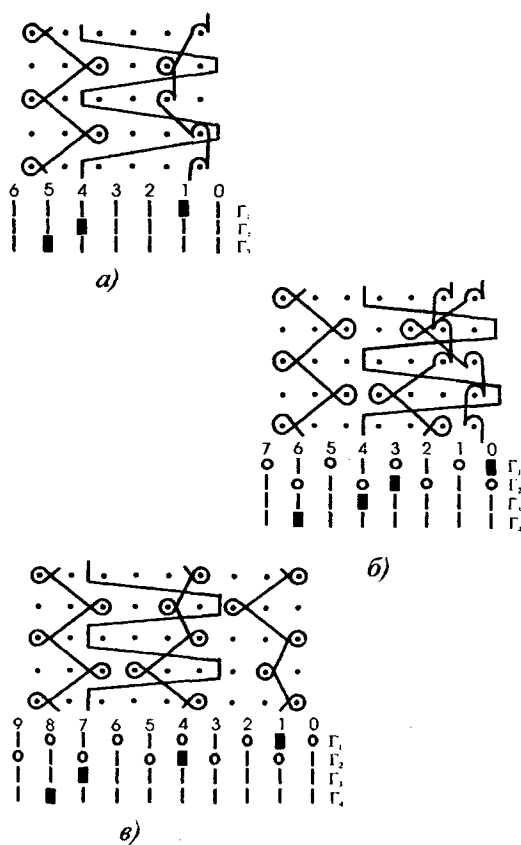


Рис. 1

В целях оценки возможности применения спроектированных полотен для изготовления функциональной одежды (например, спортивного назначения) требовалось определить, представляют ли они собой систему, работающую как "капиллярный насос". Проведены испытания спроектированных образцов бикомпонентного трикотажа, задача которых состояла в оп-

ределении данного полотна комбинированного уточно-платированного переплетения (выше описанных заправок) отводить влагу с одного слоя на другой и способность последнего слоя впитывать эту влагу.

Эксперимент проводили по весовому методу определения содержания влаги в слоях бикомпонентных образцов с применением влагопоглощающих салфеток, в качестве которых использовали промокательную бумагу рыхлой структуры из целлюлозных волокон, быстро поглощающую влагу при контакте с влажным трикотажем. Поверхностная плотность бумаги толщиной 0,3 мм составляла при этом приблизительно 28,4 г/м².

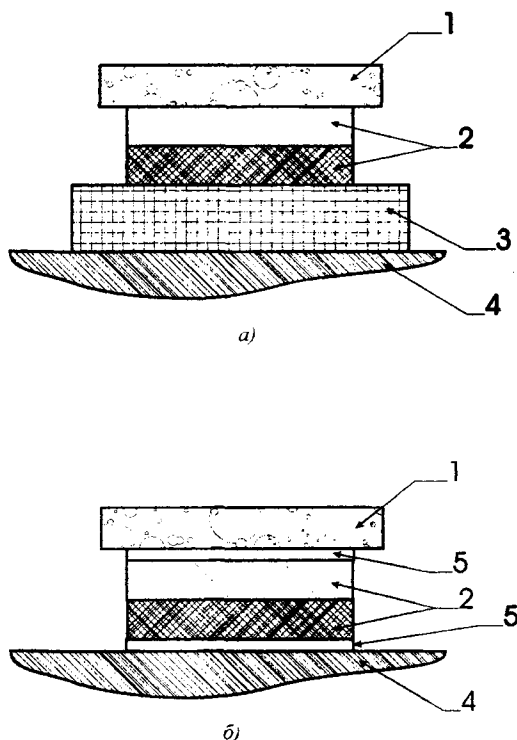


Рис. 2

Схема эксперимента по определению привеса влаги сторон образцов бикомпонентного трикотажа приведена на рис. 2 (а и б – соответственно первый и второй этапы). Гладкий плотный хлопчатобумажный текстильный материал значительной толщины простирывался в горячей воде с мылом, промывался, высушивался до постоянного веса, взвешивался и замачивался в воде на 10 мин. после чего контролировалась равномерность пропитывания материала водой.

Далее увлажненный образец 3 вынимали из воды и на 10 мин укладывали на сетку для удаления избытка воды. По окончании необходимого времени образец 3 помещали на гладкую твердую поверхность 4. На увлажненный образец 3 укладывали один из трех бикомпонентных образцов 2 стороной, контактирующей с телом человека. С целью обеспечения контакта между увлажненным образцом 3 и образцом бикомпонентного трикотажа 2 на образцы помещали легкое оргстекло 1 (рис.2-а). Через определенный интервал времени (5, 10, 15 мин и т.д.) каждый образец взвешивали и рассчитывали привес влаги по формуле

$$П_v = \frac{m_b - m_c}{m_c} \cdot 100 [\%], \quad (1)$$

где m_b – масса пробы после замачивания в воде, г; m_c – масса высушенной пробы, г.

После взвешивания каждый образец размещали на гладкой поверхности 4 между двумя салфетками 5а и 5б такого же размера, как и образец (рис.2-б). Через 5 мин салфетки взвешивали и по формуле (1) рассчитывали привес влаги салфеток. Затем образец высушивали до постоянного веса, укладывали на увлажненный образец 3 обратной стороной и повторяли оставшиеся этапы эксперимента.

Аналогичная процедура проводится с остальными двумя образцами бикомпонентного трикотажа.

По полученным данным построены графики зависимости. Образец 1 бикомпонентного основовязаного трикотажа комбинированного уточно-платированного переплетения, вырабатываемого тремя гребенками с полной проборкой (рис.1-а), в случае, когда он расположен ворсовой стороной, образованной преимущественно из триацетатных нитей, на влажной поверхности, впитывает влагу хуже (кривая 1-а, рис.3), чем в случае, когда он расположен гладкой стороной, образованной преимущественно из полиэфирных нитей, на влажной поверхности (кривая 1-б, рис.3).

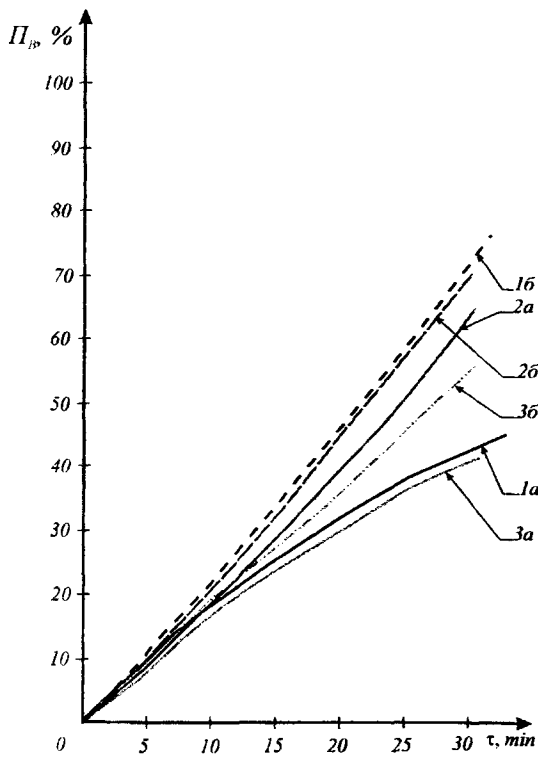


Рис. 3

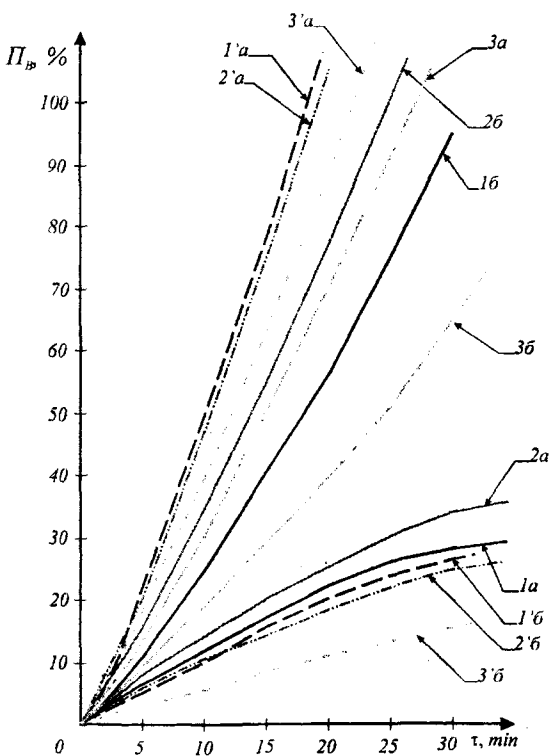


Рис. 4

Однако привес влаги нижней салфетки 5а, контактирующей с образцом 1 в случае его расположения триацетатной стороной на влажной поверхности (кривая 1а, рис.4), значительно меньше привеса влаги нижней

салфетки 5а, полученной от образца 1 в случае его расположения полиэфирной стороной на влажной поверхности (кривая 1'а, рис.4). И, напротив, привес влаги верхней салфетки 5б, полученной от образца 1 в первом случае (кривая 1б, рис.4), значительно больше, чем привес влаги верхней салфетки 5б, полученной от образца 1 во втором случае (кривая 1'б, рис.4).

Таким образом, полученные в ходе эксперимента результаты по образцу 1 подтвердили, что в данном трикотажном полотне слой, образованный из триацетатных нитей, проводит влагу на вышерасположенный слой, образованный из полиэфирных нитей. Верхний слой из полиэфирных нитей способен хорошо впитывать влагу и отводить ее на наружную поверхность полотна (одежды), где влага может испаряться.

Аналогичная картина наблюдается при испытании образца 2 бикомпонентного основовязаного трикотажа комбинированного уточно-платированного переплетения, вырабатываемого четырьмя гребенками с неполной проборкой "через зуб" передних двух гребенок и полной проборкой последних гребенок (рис. 1-б). Как видно из рисунка, в структуре переплетения образца 2 заложен рисунчатый эффект в виде сеточки, влияние которого сказывается незначительно на влагопоглощении (кривая 2а и 2б, рис.3) и влагопередаче (кривые 2а, 2б и 2'а, 2'б) данного образца.

Образец 3 бикомпонентного основовязаного трикотажа комбинированного уточно-платированного переплетения, вырабатываемый четырьмя гребенками с такой же проборкой, как и у образца 2, но несколько другим рисунчатым эффектом (рис.1-в), способен впитывать влагу аналогично предыдущим образцам (кривая 3а и 3б, рис.3).

В то же время способность к влагопередаче образца 3 носит иной характер. Привес влаги нижней салфетки, передаваемой от образца 3, который расположен триацетатной стороной на влажной поверхности (кривая 3а, рис.4), меньше привеса влаги нижней салфетки того же об-

разца, расположенного полиэфирной стороной на влажной поверхности (кривая 3'а, рис.4). При этом привес влаги верхней салфетки, передаваемой от образца 3, в случае его расположения триацетатной стороной на влажной поверхности (кривая 3б, рис.4) больше, чем привес влаги верхней салфетки, передаваемой от образца 3, расположенного полиэфирной стороной на влажной поверхности (кривая 3'б, рис.4). То есть образец 3 обладает меньшей способностью проводить влагу с внутреннего слоя, образованного из триацетатных нитей, на внешний слой, образованный из полиэфирных нитей. При этом способность проводить влагу внешнего полиэфирного слоя остается примерно такой же, как и у двух предыдущих образцов.

Поскольку все три образца бикомпонентного основовязаного трикотажа выработаны из одинаковых нитей и отличаются между собой только переплетениями, то можно предположить, что снижение способности проводить влагу образца 3 зависит от его структуры.

Рисунчатый эффект образца 3 представляет собой сеточку, в которой отверстия расположены в шахматном порядке и через один петельный ряд. Отверстия в этом переплетении получены путем сочетания в определенном порядке петель из трех и одной нитей грунта. В тех местах, где петля образуется из одной нити, получается отверстие за счет увеличения площади петли. И, напротив, в местах образования петли из трех нитей получается уплотнение и соответственно рельефный эффект.

Таким образом, в сравнении с образцами 1 и 2, каждая петля которых образована из двух нитей, образец 3 обладает меньшей способностью к передаче влаги с внутреннего слоя на наружный за счет наличия в его структуре мест, в которых отсутствуют конические капилляры, а следовательно, не осуществляется перенос жидкости.

1. В результате оценки способности основовязаного трикотажного полотна комбинированного уточно-платированного переплетения впитывать влагу и отводить ее на вышерасположенный слой, проведенной весовым методом, получены данные привеса влаги спроектированных образцов и салфеток, контактирующих с данными образцами. Выявлено, что образцы основовязаного трикотажа комбинированного уточно-платированного переплетения, в которых каждая петля образована из двух нитей грунта (платированное переплетение), работают по принципу "капиллярного насоса" и передают влагу с внутреннего слоя на внешний.

2. Образец основовязаного трикотажа такого же переплетения, в котором имеется сочетание петель, образованных из одной, двух и трех нитей с определенным раппортом, меньше способен проводить влагу с нижнего слоя на верхний за счет наличия в его структуре мест, где отсутствуют конические капилляры, а следовательно, не осуществляется перенос жидкости.

3. С помощью статистической обработки полученных данных определены зависимости привеса влаги от времени контакта образца трикотажа с влажной поверхностью. Динамика процессов влагопоглощения и влагопередачи описывается показательной функцией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажа. – М.: Легпромбытгиздат, 1986.

2. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение. – М.: Легпромбытгиздат, 1989.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 19.04.02.

МОДЕЛЬ ПЕТЛИ ДАЛИДОВИЧА В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ (к 100-летию со дня рождения проф. А.С.Далидовича)

А.В.ТРУЕВЦЕВ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

На самом деле, конечно, формула тем лучше, чем больше теоретических представлений вложено в нее, чем в меньшей степени она является эмпирической.

Я.Б.Зельдович [1, с.45].

Проектирование параметров трикотажа – одна из основных инженерных задач технологии. Исторически сложилось несколько научных школ, работающих в этом направлении: классическая английская (Университет, г. Лидс), американская (специализирующаяся в основном на техническом трикотаже в рамках исследовательских программ ВВС США и НАСА), и российская (с центром в МГТА). Все остальные трикотажные научные центры – ирландский (Дублин), южно-африканский (Порт-Элизабет), немецкие (Штутгарт, Хемниц, Дрезден), австралийский (Кенсингтон), индийский (Нью-Дели), японские (Киото, Осака) и восточно-европейские тяготеют к одной из трех перечисленных. Это связано, как правило, с историческими традициями. Так, петербургский центр, созданный в 30-е гг. XX в. А.С.Далидовичем при участии Л.С.Мартынова, развивает подходы московской школы.

Различные методы определения взаимосвязи параметров структуры трикотажа можно разделить на две группы: эмпирические и теоретические. Эмпирический, или расчетно-экспериментальный, подход к проектированию трикотажа был сформулирован Д.Манденом [2] и И.И.Шаловым [3].

Теоретические методы обычно менее точны, чем экспериментальные, но более

универсальны. При теоретических разработках моделей петли используются: 1) геометрические методы, в которых форма петли описывается совокупностью отрезков, дуг окружностей или эллипсов; 2) силовые методы, исходящие из положений нелинейной теории изгиба тонких упругих стержней, причем в этом случае петля может рассматриваться как находящаяся в равновесном состоянии, так и под действием растягивающих усилий; 3) энергетические методы, позволяющие вычислить форму петли за счет применения принципа Гамильтона.

Геометрические модели, рассматриваемые ниже, представляют собой описание формы петли как совокупности проекций на плоскость отрезков прямых, дуг окружностей и участков эллипсов. Нить в этих моделях идеализирована: толщина и деформационные свойства ее приняты одинаковыми на всех участках петли, а форма поперечного сечения нити принята за круг.

Толщина нити охарактеризована средним диаметром d , определяемым по формуле

$$d = \frac{\lambda\sqrt{T}}{31,6}, \quad (1)$$

где λ — коэффициент, учитывающий вид перерабатываемой нити.

Отношение ℓ/d – геометрический модуль петли σ_r . Он связан с линейным модулем петли как $\sigma = \lambda\sigma_r$.

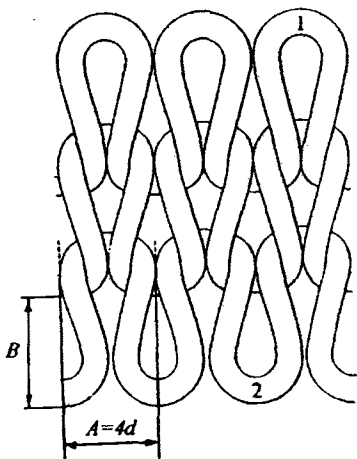


Рис. 1

Основы геометрического метода заложил Э.Томкинс [4], предложивший для кулирной глади (рис.1) соотношение $A = 4d$ и $C = B/A = 0,8$. Он же отметил, что даже специалисту не под силу отличить в отделанном полотне игольную дугу 1 от платинной дуги 2, постулировав тем самым симметричность формы петли (рис.1).

Наиболее полно геометрический метод разработан проф. А.С.Далидовичем. Его работы по теории переплетений [5...7] демонстрируют глубокое проникновение в сущность геометрии структуры трикотажа. В качестве безразмерной характеристики структуры трикотажа, основываясь на геометрическом подобии петель, проф. А.С.Далидович предложил использовать геометрический модуль σ_r петли как отношение длины ℓ нити в петле к толщине нити, допуская, что при $\sigma_r = 15...20$ (при линейном модуле петли 20...25) в процессе изгиба нитей имеет место линейная упругая деформация (по закону Гука).

Тогда в равновесном состоянии нить, изогнутая в петлю, должна иметь одинаковую кривизну на всех участках при одинаковой площади ее поперечного сечения. При этом нить будет стремиться выпрямить все участки петли и занять наибольшую площадь. Именно максимально возможная площадь, занимаемая петлей, положена А.С.Далидовичем в основу расчета идеальных параметров структуры трикотажа. Принимая форму кулирной петли за плоскую кривую, он выразил взаимосвязь

между длиной ℓ нити в петле, петельным шагом A , высотой B петельного ряда и средним диаметром d нити уравнением вида

$$\ell = xA + yB + zd, \quad (2)$$

где x, y, z – теоретические коэффициенты, постоянные для определенного переплетения.

Позднее И.И.Шалов отмечал, что при всех допущениях и условностях подход А.С.Далидовича является наиболее универсальным, ибо его геометрическая модель позволила вывести "...общее уравнение, выражающее взаимозависимость параметров петли..." [3, с.14]. Добавим, что теорию А.С.Далидовича отличает красота особого рода. Очевидно, именно это обстоятельство позволяет ей до сих пор оставаться актуальной и применимой: как отметил Поль Дирак, "...у теории, обладающей математической красотой, больше шансов быть правильной, чем у уродливой теории, подогнанной под некоторые экспериментальные факты..." [8, с.4].

Правильность модели А.С.Далидовича лишней раз подтверждается тем, что она является частным случаем силовой модели петли для идеально гладкой упругой нити [9].

Близкий к уравнению (2) физический смысл имеет формула для расчета длины нити в петле, выведенная Ф.Пирсом [10]. Анализ максимально плотного трикотажа (модель Д.Чемберлена), в котором игольные и платинные дуги петель соприкасаются между собой, позволяет получать длину нити в петле, выраженную только через средний диаметр нити: $\ell = 16,33 d$. Возможно также определение длины нити в петле через радиус игольной и платинной дуг, а также через угол между вертикалью (модель Г.Лифа и А.Глазкина) или горизонталью (модель В.Корлинского) и отрезком, соединяющим центры этих окружностей и проходящим через точку сопряжения их дуг. Модели Пирса, Чемберлена, Лифа-Глазкина и Корлинского подробно освещены в [11].

Простота и изящество модели кулирной глади А.С.Далидовича – наиболее универ-

сальной из перечисленных – позволили развить ее и разработать методы расчета параметров производной глади, ластика, двуластика и рисунчатых переплетений.

Однако результаты расчетов, проведенных по упомянутым выше двумерным геометрическим моделям, часто отличаются от параметров полотен, приведенных в условно-равновесное состояние. Причина этого кроется, главным образом, в том, что при реальном взаимодействии петель в структуре трикотажа имеет место их изгибание в пространстве относительно друг друга.

Пространственная конфигурация петли может существенно отличаться от проекции, что особенно характерно для плотных полотен. Так, в модели петли проф. А.С.Далидовича теоретически выведенный коэффициент соотношения плотностей для плоской петли кулирной глади составляет $C=\pi/4=0,785$ [5], что достаточно часто наблюдается на практике. Однако при расчете параметров полотна из традиционных видов пряжи обычно рекомендуют брать $C=0,865$ [12], в противном случае длина нити в петле окажется заниженной по сравнению с реальным полотном.

В чем же причина? Ответ ясен: величина $C=\pi/4$ описывает проекцию петли на плоскость полотна, так как модель А.С.Далидовича двумерная. Нить же представляет собой пространственную кривую, длина которой, конечно, больше ее проекции на плоскость полотна. Как видим, поправка на трехмерность реальной петли составляет около 10% ($0,865:0,785=1,1$). На эти 10 % развертка петли на плоскость полотна должна быть больше проекции петли на эту же плоскость.

Эта поправка могла бы быть учтена в методе А.С.Далидовича так:

$$d = \frac{\lambda\sqrt{T}}{31,6},$$

$$A = 4d, \quad (3)$$

$$B = 0,785A, \quad (4)$$

$$B^* = 0,865A, \quad (5)$$

$$\ell = \frac{\pi}{2}A + 2B^* + \pi d, \quad (6)$$

$$\varrho_s = \frac{\ell T}{AB}, \quad (7)$$

где B – высота петельного ряда (расстояние между соответствующими точками соседних петель по вертикали на проекции петли на плоскость полотна), мм; B^* – меридиана петельной палочки (расстояние между соответствующими точками соседних петель по вертикали на развертке петли на плоскость полотна, рис.2), мм; ϱ_s – поверхностная плотность полотна, $г/м^2$.

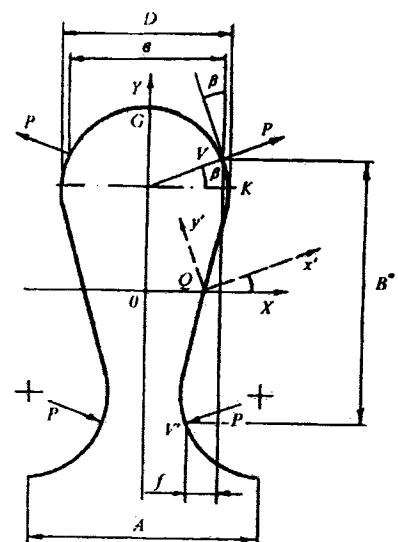


Рис. 2

Для кулирной глади из хлопчатобумажной, шерстяной и полушерстяной пряжи эта поправка позволяет добиться желаемой точности расчетов.

Современные методы прикладной механики нити позволяют теоретически обосновать различие в величинах B и B^* , то есть строго вычислить значение упомянутой поправки [13, 14].

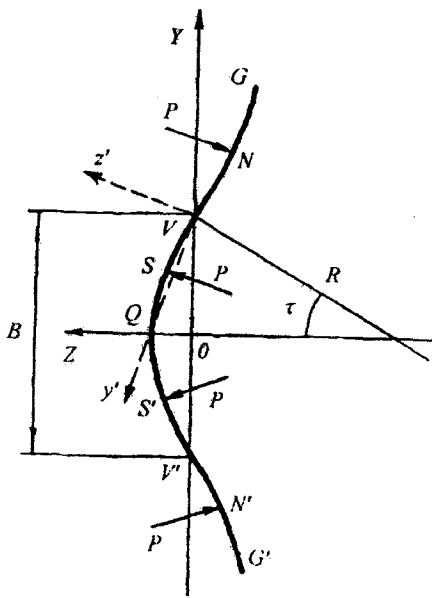


Рис. 3

На рис.3 показано, что в точках N и N' к петельной палочке приложены силы, "утапливающие" ее относительно плоскости полотна OXY, а в точках S и S' – силы, "выталкивающие" ее. Вывод о наличии столь сложной схемы нагружения петельной палочки можно сделать на основании даже визуального изучения зоны переплетения нитей в увеличенной модели петли из любого гибкого материала – шнура, шланга, каната (рис. 4).

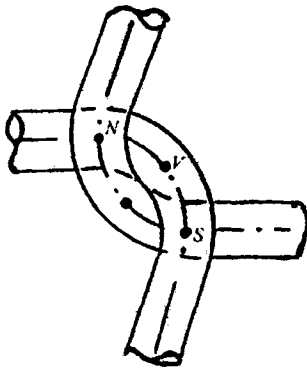


Рис. 4

Несмотря на очевидность этого факта, он был принят во внимание лишь в работе [15]. Приведенные в ней графики изменения распределенной нагрузки q в плоскости XOY (кривая 1) и в плоскости YOZ (кривая 2) как функции текущей координаты s (рис. 5) показывают, что на четверть

петли приходится два пика усилия в плоскости, перпендикулярной плоскости полотна (в точке G $s=0$, в точке Q $s=1$).

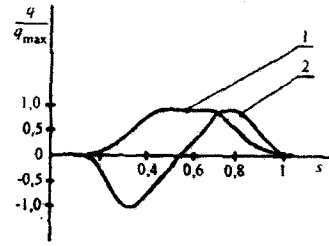


Рис. 5

Легко видеть, что основная часть усилия концентрируется в точках контакта петель и может быть сведена к локализованной силе. Различие знаков при пиках означает, что на протяжении рассматриваемого участка сила меняет свое направление на противоположное. Из рис. 5 также видно, что силы, изгибающие нить относительно плоскости полотна, численно равны силе P, изгибающей нить в плоскости полотна, которая вычисляется по формуле [15]:

$$P = \frac{WN}{\ell^2},$$

где N – жесткость нити при изгибе; ℓ – длина нити в петле; W – коэффициент Поуля, равный 122.

Зона переплетения нитей ограничивается точками S и N (рис. 4). Как показано в [16], длина этого участка осевой линии нити равна

$$L_{SN} = \frac{\pi d_y}{\sqrt{2}},$$

где d_y – условный диаметр нити, мм.

Пара сил, приложенных в точках S и N, создает момент M, изгибающий петельную палочку относительно плоскости полотна XOY. Его величина может быть вычислена при помощи аппарата нелинейной теории упругости [13] при решении задачи в осях координат $y'Vz'$, ориентированных по линии действия силы P [14].

Радиус кривизны петельной палочки

равен

$$R = \frac{H}{M}$$

Величина радиального угла τ (рис. 3) составит, рад:

$$\tau = \frac{\overset{\cup}{QV}}{R}$$

Очевидно, что $B^* = \overset{\cup}{VV'}$ (рис.3) и $\overset{\cup}{QV} = B^*/2$, откуда

$$\tau = \frac{B^*}{2R}$$

Кроме того, $B = 2R \sin \tau$.

Интенсивность прогиба петли относительно плоскости полотна можно оценить соотношением

$$\frac{B^*}{B} = \frac{\tau}{\sin \tau} \quad (8)$$

Практические расчеты по формуле (8) показывают, что для подавляющего большинства полотен переплетения кулирная гладь $B^*/B \approx 1,1$. Данный факт подтверждает эффективность предложенной выше интерпретации параметров трикотажа по формулам (3...7). Это лишний раз доказывает продуктивность концепции проф. А.С.Далидовича, позволяющей совершенствовать конкретные расчетные методики, не подвергая сомнению фундаментальную идею, положенную им в основу теории вязания.

ВЫВОДЫ

1. Модель петли Далидовича до сих пор остается наиболее удачной и простой из всех геометрических моделей.

2. Концепция проф. А.С.Далидовича позволяет совершенствовать конкретные расчетные методики и развивать теорию вязания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зельдович Я.Б., Мышкис А.Д. Элементы прикладной математики. – М.: Наука, 1972.
2. Munden D.L. // Journal of the Textile Institute. – Vol. 50, № 7, 1959. P.448...471.
3. Шалов И.И. Усадка трикотажа. – М.: Гизлегпром, 1958.
4. Tompkins E. The science of knitting. – London, New York: John Wiley and sons, 1914.
5. Далидович А.С. Теория переплетений и анализ трикотажа. Ч. 1. – М.: Гизлегпром, 1933.
6. Далидович А.С. Теория переплетений и анализ трикотажа. Ч. 2. – М.-Л.: Гизлегпром, 1934.
7. Далидович А.С. Основы теории вязания. – М.: Гизлегпром, 1948.
8. Дирак П.А.М. Воспоминания о необычайной эпохе. – М.: Наука, 1990.
9. Труевцев А.В. Теоретические основы проектирования параметров кулирного трикотажа и разработки технологических режимов его производства с учетом деформационных свойств нитей и полотен: Дис....докт. техн. наук. – СПб., СПГУТД, 1998.
10. Peirce F.T. // Textile Research Journal. – Vol. 17, № 3, 1947. P. 123...147.
11. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
12. Справочник трикотажника Л.Г.Крассий, В.Н.Жерсек, В.И.Гамрецкая, Р.Я.Сахарная. – Киев: Техника, 1975.
13. Попов Е.П. Теория и расчет гибких упругих стержней. – М.: Наука, 1986.
14. Труевцев А.В. Прикладная механика трикотажа. – СПб.: РИЦ СПГУТД, 2001.
15. Postle R., De Jong S. // Journal of the Textile Institute. – Vol. 68, № 10, 1977. P. 307...329.
16. Whitney J.M., Epting J.L. // Textile Research Journal. – Vol. 36, №2, 1966. P. 146...157.

Рекомендована кафедрой технологии и оборудования трикотажного производства. Поступила 13.05.02.

УДК 687:677.017.8.001.18

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФОРМЫ УЗЛОВ ОДЕЖДЫ*

Ю.В. ЛЮБИМОВА, В.Е. КУЗЬМИЧЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В настоящее время актуальной является задача проектирования понятной и общедоступной методики конфекционирования компонентов клеевых соединений, прогнозирования их упругих свойств и пространственной формы костюма, которая позволяла бы быстро осуществить выбор материалов для получения работоспособной конструкции одежды требуемой пространственной формы.

Ведущие производители термоклеевых прокладочных материалов (Куфнер, Хансель, Фройденберг и т.п.) сопровождают выход на рынок нового ТПМ информационной базой его характеристик, в состав которых входят: поверхностная плотность, волокнистый состав, клеевое покрытие, ширина полотна, цвет, режимы дублирования, особенности применения и режимы ухода при эксплуатации изделий. В данных рекомендациях отсутствует информация о числовых характеристиках упругих свойств ТПМ и соответственно о формоустойчивости полученных на их основе клеевых соединений.

Нами разработана информационная база количественных характеристик упругих свойств ТПМ, ОМ (основных материалов) и клеевых соединений, позволяющая прогнозировать пространственную форму отдельных узлов изделия, влияющих на целостное восприятие архитектоники современного костюма. В основу методики

конфекционирования ТПМ положен принцип зависимости внешней формы одежды от упругих свойств компонентов пакета материалов в условиях самопроизвольного сохранения различной формы от мягкой пластичной до каркасной.

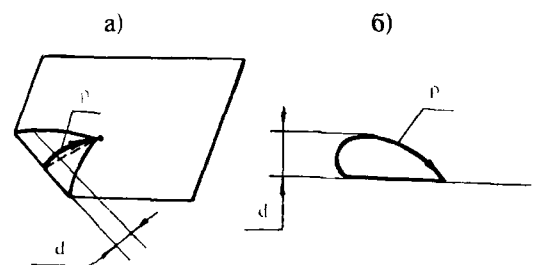


Рис. 1

В качестве основного показателя для выбора ТПМ предложен интегрированный показатель жесткости и упругости (ИПЖУ), позволяющий оценить соответствие ТПМ и клевого соединения планируемой пространственной форме. ИПЖУ определяли двумя количественными характеристиками – радиусом q и диаметром d (рис.1, где а) – пакет материалов; б) – их профильная проекция в момент измерения), характеризующими уровень сопротивления материалов и их пакета деформациям сжатия под действием собственного веса. Числовые значения для них получены с помощью нового способа опреде-

* Работа выполнена по гранту Министерства образования РФ 2000 г.

ления упругости текстильных материалов [1].

При испытаниях использовали большой ассортимент материалов, что позволило получить значения показателей упругих свойств клеевых соединений в весьма

широком диапазоне с применением платьево-блузочных, костюмных, пальтовых ОМ и универсальных (по использованию на участках дублирования) ТПМ, рекомендуемых для ОМ различного назначения (табл.1).

Таблица 1

Компоненты клеевых соединений и клеевые соединения	Показатель упругости, см	
	ρ	d
Основные материалы:		
пальтовые	13...22,5	2,0...2,7
костюмные	12...17	1,2...1,9
платьево-блузочные	10...15	0,9...1,3
ТПМ:		
тканые	7,5...25,3	0,8...2,9
трикотажные	6...12	0,8...2,1
нетканые	5,5...23	0,8...2,7
Клеевые соединения на основах ТПМ:		
тканых	14...34,5	2,2...3,2
трикотажных	13...28	2,2...2,8
нетканых	13...30,5	2,2...3,0

Методика прогнозирования пространственной формы одежды включает совокупность номограмм, назначение которых состоит в выборе ТПМ определенной текстильной основы, обеспечивающих требуемую пространственную форму узлов изделия.

При проектировании номограмм для характеристики ИПЖУ клеевых соединений и его компонентов выбран радиус ρ , как более чувствительный по сравнению с диаметром d .

С помощью методов корреляционного и регрессионного анализа получены однофакторные функциональные зависимости ИПЖУ клеевых соединений от ИПЖУ его компонентов вида:

$$y = a_0 + a_1x,$$

где y – ИПЖУ клеевых соединений (ИПЖУКС); x – ИПЖУ основных материалов и ТПМ (ИПЖУОМ и ИПЖУТПМ); a_0, a_1 – коэффициенты при переменных (табл.2).

Таблица 2

Зависимость ИПЖУКС	Вид функциональной зависимости	Коэффициент корреляции
от ИПЖУОМ при дублировании с ТПМ на основе:		
тканой	$y=2,9+1,28x$	0,976 (n=15, P=0,95)
трикотажной	$y=5+1,22x$	0,934 (n=15, P=0,95)
нетканой	$y=9+0,84x$	0,911 (n=15, P=0,95)
от ИПЖУТПМ на основе:		
тканой	$y=10,4+0,8x$	0,798 (n=15, P=0,95)
трикотажной	$y=12,45+0,82x$	0,731 (n=12, P=0,95)
нетканой	$y=12,54+0,67x$	0,893 (n=17, P=0,95)

Примечание. Интервалы варьирования ИПЖУОМ и ИПЖУТПМ приведены в табл.1.

Для каждой функциональной зависимости проведена проверка ее адекватности с использованием коэффициента корреляции, критериев Стьюдента и Фишера, определены линейные границы для доверительной вероятности (P=0,95).

Найдена аналитическая зависимость ИПЖУКС, выраженного диаметром d от ИПЖУТПМ, характеризующегося радиусом ρ :

$$y = 1,56 + 0,09x,$$

где y – ИПЖУКС, выраженный диаметром d ; x – ИПЖУТПМ, характеризующийся радиусом q ; определен коэффициент корреляции (0.836), доказана адаптивность модели.

В левой части горизонтальной оси номограмм задана область возможных значений ИПЖУОМ, которые спроектированы на тренд зависимости ИПЖУКС от ИПЖУОМ с линейными границами доверительной вероятности $P = 0,95$.

В правой части горизонтальной оси номограмм задана область возможных значений ИПЖУТПМ на разных текстильных основах (тканой, нетканой, трикотажной), которые спроектированы на тренд зависимости ИПЖУКС от ИПЖУТПМ с линейными границами доверительной вероятности $P = 0,95$.

Вертикальная ось номограмм представляет собой область возможных значений ИПЖУКС. Последняя имеет градацию шкалы рекомендуемых значений ИПЖУКС для получения требуемой пространственной формы одежды.

Так, уровень ИПЖУКС выбран соответствующим для получения формы:

- мягкой пластичной менее 18 ± 1 см;
- мягко-фиксированной от 18 ± 1 до 22 ± 1 см;
- каркасной более 22 ± 1 см.

Предложенная вариация интервалов несколько условна и принимается с определенной долей допуска. Их выбор обусловлен рядом причин: 1) визуальной оценкой восприятия формы костюма; 2) рекомендациями ведущих производителей одежды по применению ТПМ для ОМ различного назначения.

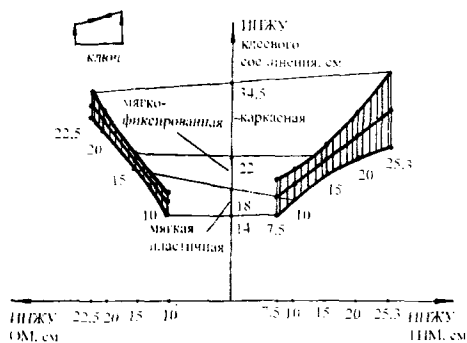


Рис. 2

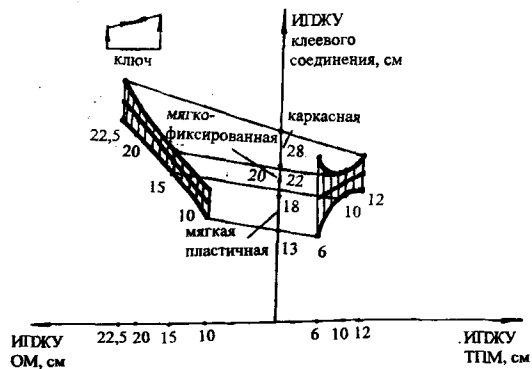


Рис. 3

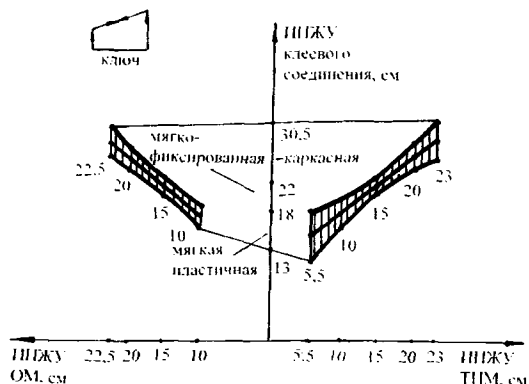


Рис. 4

На рис. 2...4 представлены номограммы для выбора ТПМ (рис.2 – на тканой основе; 3 – на трикотажной; 4 – на нетканой) и прогнозирования пространственной формы узлов изделия.

Для выбора ТПМ следует руководствоваться следующим алгоритмом действий:

- 1) решить, на какой текстильной основе будет использован ТПМ для дублирования тех или иных участков деталей узлов проектируемого изделия;
- 2) знать, какую пространственную форму должно иметь проектируемое изделие и выбрать соответствующий ей диапазон ИПЖУКС на вертикальной оси номограммы;
- 3) определить количественное значение ИПЖУОМ, из которого будет изготовлено проектируемое изделие, найти на линейных границах доверительной вероятности тренда зависимости ИПЖУКС от ИПЖУОМ точки, соответствующие полученному значению;

4) соединить найденные точки с точками, характеризующими границы выделенной области, продлить линии до пересечения их с линейными границами достоверной вероятности тренда зависимости ИПЖУКС от ИПЖУТПМ, получив таким образом пределы ИПЖУТПМ, из которых затем следует выбрать наиболее соответствующий для проектируемого изделия уровень ИПЖУТПМ.

На рис.2 приведен пример выбора ТПМ на тканой текстильной основе для фронтального дублирования полочки мужского пиджака мягко-фиксированной формы, изготавливаемого из камвольной ткани, ИПЖУ которой равен 15,2 см. Следуя приведенной последовательности выбора ТПМ, получили значения для границ интервала, в котором должен находиться ИПЖУ требуемого для рассматриваемого случая ТПМ 10...13 см. Необходимо обратить внимание, что нижняя граница интервала характеризует приближенность мягко-фиксированной формы к мягкой пластичной, верхняя граница – к каркасной. Поэтому при выборе ТПМ из полученного интервала руководствуются соображениями необходимости соответствия прогнозируемой пространственной формы, требуемой в изделии.

Кроме того, зная ИПЖУОМ и ИПЖУТПМ, можно с определенной достоверной вероятностью получить значения ИПЖУКС и спрогнозировать, какая пространственная форма узла будет при этом получена. На рис.3 приведен пример прогнозирования пространственной формы узла полочки мужского пиджака, изготавливаемого из камвольной ткани. Для дублирования полочки планируется использовать ТПМ на трикотажной основе с ИПЖУ 8,5 см. Находим на линейных границах достоверной вероятности трендов

зависимостей ИПЖУКС от ИПЖУОМ и ИПЖУТПМ заданные значения ИПЖУ для ОМ и ТПМ, соединяем полученные точки, получая таким образом ИПЖУКС, равный $20 \pm 0,7$ см, гарантирующий получение мягко-фиксированной формы.

На основе предложенной методики конфекционирования произведен выбор ТПМ для дублирования деталей мужских пиджаков различной динамики и пространственной формы, в результате чего подтверждена действенность разработанной методики.

Таким образом, предложенную методику конфекционирования можно рекомендовать к использованию при выборе ТПМ, обеспечивающих требуемую пространственную форму узлов одежды, изготавливаемой из различных основных материалов.

ВЫВОДЫ

Разработана методика конфекционирования текстильных материалов для клеевых соединений в одежде и прогнозирования показателей их упругих свойств и пространственной формы. Методика включает совокупность номограмм, назначение которых состоит в выборе ТПМ определенной текстильной основы, обеспечивающих требуемую пространственную форму узлов одежды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент №2171986 РФ МКИ. Способ определения упругости текстильного полотна / Кузьмичев В.Е., Любимова Ю.В. – Оpubл. 2001.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 05.04.02.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ ГЕРМЕТИЗИРОВАННЫХ ШВОВ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ

Е.П. ПОКРОВСКАЯ, О.В. МЕТЕЛЕВА, В.В. ВЕСЕЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В настоящее время отечественные предприятия изготавливают водозащитные изделия из прорезиненных материалов в соответствии с требованиями ГОСТа 27643–88 [1] и ГОСТа 29112–91 [2], реализуя ниточно-клеевой способ образования водонепроницаемых соединений. Способ заключается в предварительной подготовке лицевой поверхности ниточного соединения к проклеиванию, то есть удалению талька тампоном, смоченным в бензине, двух- или трехкратном нанесении клея на поверхности шва и герметизирующей ленты, наклеивании герметизирующей ленты на зону ниточного соединения, пропудривании тальком полученного соединения с целью избежания слипания. Изделия, герметизированные этим способом, необходимо подвергать конвективной сушке в течение 24 ч при 18...20°C в отдельном помещении для полного удаления растворителя.

Высокая трудоемкость способа обусловлена большим количеством последовательных операций по герметизации ниточных соединений. Кроме того, существует необходимость дополнительных производственных площадей для герметизации и сушки изделия и специального оборудования при наклеивании ленты механизированным способом. Швы, образованные по этому принципу, обладают высокой жесткостью. При реализации вышеописанного способа герметизации не обеспечиваются экологическая чистота и пожаробезопасность производства.

Устранить недостатки существующего способа, улучшить эксплуатационные характеристики изделий можно при использовании современных технологий, выбор которых зависит от свойств материалов. Применение современных полимерных

материалов обеспечивает защиту не только от воздействия воды, а также нефти и нефтепродуктов, высоких и низких температур, радиоактивных веществ, масел, агрессивных средств, содержащих сероводород. Использование подобных материалов позволяет снизить материалоемкость и трудоемкость изделий, повысить качество герметизации ниточных соединений, обеспечить безопасность производства.

Альтернативным вариантом ниточно-клеевому является ниточно-сварной способ образования водонепроницаемых швов. Однако он может быть реализован при изготовлении изделий только из материалов, обладающих термопластичными свойствами.

Нами изучены эксплуатационные свойства настрочных и накладных швов, изготовленных на АО "Смена" (г. Брянск), герметизированных клеевым способом, полученных в костюмах для рыбаков согласно ГОСТу 27643–88 [1], и швов, герметизированных сварным способом навариванием прозрачной бесцветной пленки на лицевую поверхность шва.

Ниточно-клеевые швы, выполненные по традиционной технологии на АО "Смена", изготавливались из прорезиненных тканей на основе каучука арт. 1045, арт. 566ЛГН-2. Ниточно-сварные швы выполнены из современных материалов с термопластичным ПВХ покрытием, разработанных и предложенных к использованию при производстве спецодежды государственным унитарным предприятием "ИвНИИПИК" (г. Иваново). Эти материалы устойчивы к воздействию морской воды, растворам ПАВ, рыбьему жиру, сырой нефти и нефтепродуктов, масел, сред, содержащих сероводород. Изделия из этих материалов могут эксплуатироваться в

диапазоне температур от $+200^{\circ}\text{C}$ до -40°C .

Технологические параметры швов соответствуют ГОСТу 29112-91 [2]. Наваривание герметизирующей пленки в ниточно-сварных швах осуществлялось на прессе ПГУ-1 ("Легмаш", Н. Новгород) в

течение 2 с при температуре рабочего органа 170°C и давлении в зоне контакта $0,2\text{ кПа}$.

На рис.1 представлены схемы герметизированных швов.

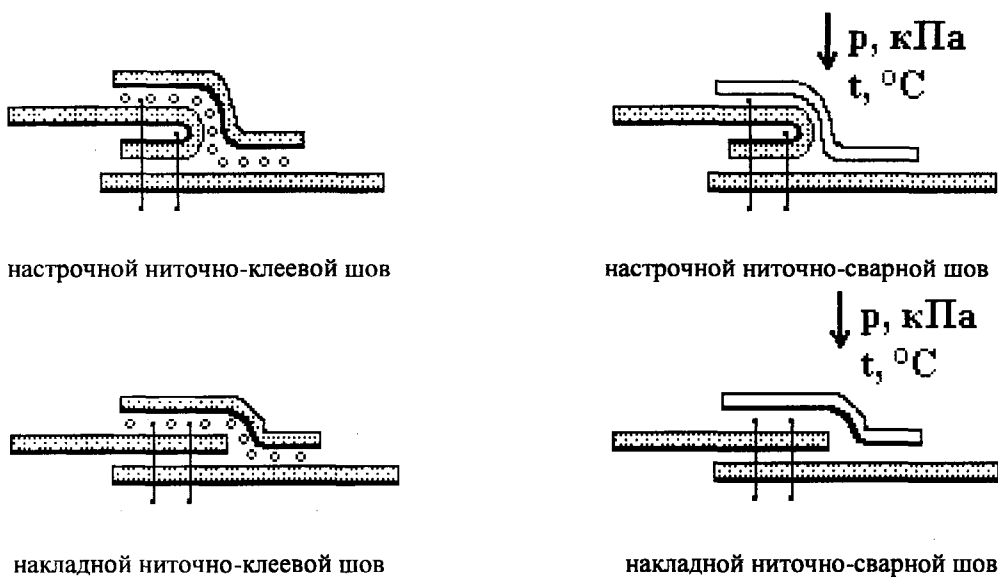


Рис. 1

Материалы с полимерными или резиновыми покрытиями обладают абсолютной водонепроницаемостью в течение всего срока эксплуатации изделия, следовательно, швы должны быть также водонепроницаемыми, обеспечивая водонепроницаемость всего изделия. Для оценки водонепроницаемости швов и изделий в целом не существует стандартных методик. Поэтому для исследования качества герметизации швов использованы методики, применяемые для оценки качества материалов, из которых изготавливаются специальные водонепроницаемые изделия. Выбор показателей качества герметизированных швов обусловлен условиями эксплуатации изделий.

Методы испытаний герметизированных швов представлены в табл.1.

Исследования показали, что после испытаний на водоупорность в статике и динамике герметизированные швы остаются водонепроницаемыми, как и исходные материалы. Поэтому показатель водоупорности не позволяет сравнить количественно качество герметизации швов, вы-

полненных различными способами. В результате испытаний на устойчивость к агрессивным средам установлено, что после этих воздействий не произошло промокания герметизированных швов. После испытаний герметизированных швов на многократный изгиб и растяжение не обнаружено их разрушений. Однако визуальная оценка не дает представления об изменении качества герметизации после воздействий агрессивных сред и циклических деформаций.

Адгезионная прочность герметичных клеевых и сварных соединений находится во взаимосвязи с водоупорностью. Чем больше нагрузки необходимо для расслаивания 1 см клеевого или сварного соединения, тем дольше будут сохраняться водозащитные свойства изделия. Поэтому нами было изучено изменение этого показателя после испытаний герметизированных швов на устойчивость к воздействиям, возникающим в процессе эксплуатации.

Показатели качества герметизированных швов	Нормативный или технический документ	Прибор, сущность метода
Специальные назначения изделия:		
водоупорность в статике	Техническое описание и инструкция по эксплуатации	Прибор Вапертест FF-13/A фирмы Метримпекс. (Венгрия).
		Определение времени, по истечении которого начинается просачивание воды через образец при данном давлении водяного столба
водоупорность в динамике	Техническое описание и инструкция по эксплуатации	Прибор ПВД-2. ("Ивмашприбор").
		Определение момента промокания образца при заданной величине растяжения в продольном направлении за счет изменения электропроводности образца при промокании
Физико-механические:		
жесткость,	Техническое описание и инструкция по эксплуатации ГОСТ 8977 [3]	Прибор ПЖУ-12М. ("ИвНИИПИК")
упругость		
адгезионная прочность клеевого или сварного соединения	Техническое описание и инструкция по эксплуатации	Прибор СРМ-1 (каф. ТШИ, ИГТА).
		Определение нагрузки, приходящейся на 1 см клеевого или сварного соединения, подвергнутого равномерному расслаиванию
Надежности в эксплуатации:		
устойчивость к агрессивным воздействиям:	ГОСТ 3816-81[4];	Метод кошель
морской воде,	ГОСТ 97334-83[5]	
раствору щелочи (30% КОН),		
раствору моющих средств,	Техническое описание и инструкция по эксплуатации	Прибор ИМ ("ИвНИИПИК").
сырой нефти		Определение количества оборотов, необходимых для вытирания пленочного или резинового покрытия до обнаружения основы или для истирания герметизирующей пленки. В качестве абразивного материала использовалась наждачная бумага арт. 91 AM70NM843. Истирание швов по плоскости осуществлялось при смене диска, предназначенного для истирания на сгибах, на специальный диск
устойчивость к истиранию по плоскости и на сгибах		
устойчивость к циклическим деформациям	ГОСТ 8978-75[6]	Прибор МИРП ("ИвНИИПИК")
снижение адгезионной прочности клеевых и сварных соединений после действия агрессивных сред и циклических деформаций	Техническое описание и инструкция по эксплуатации	Прибор СРМ-1 (каф. ТШИ, ИГТА).
		Определение нагрузки, приходящейся на 1 см клеевого или сварного соединения, подвергнутого равномерному расслаиванию, после предварительного испытания швов на устойчивость к агрессивным средам и циклическим деформациям

В табл.2 представлены результаты испытаний герметизированных швов, выполненных ниточно-клеевым и ниточно-сварным способами.

При статистической обработке результатов экспериментальных исследований погрешности измерений не превышали 5%.

Таблица 2

Вид испытания	Ниточно-сварной способ	Ниточно-клеевой способ	Результаты сравнительного анализа
	значение показателя	значение показателя	%
Жесткость швов (прибор ПЖУ-12М). Н настрочной накладной	0,52	0,9	42
	0,36	0,41	12
Истирание швов по плоскости (прибор ИМ), циклы наждачной бумагой арт. 91АМ70НМ843. настрочной накладной	2000	250	800
	2000	300	667
Истирание швов на сгибах (прибор ИМ), циклы наждачной бумагой арт. 91АМ70НМ843. настрочной накладной	75	40	188
	75	25	300
Адгезионная прочность настрочных герметизированных швов после воздействий циклических деформаций (прибор СРМ-1), Н/см: 6000 циклов	11,4	6,3	81
	25000 циклов	10,5	75
50000 циклов	9,4	5,5	71
морской воды	10,6	6,0	77
нефти и нефтепродуктов	12,2	5,2	135
щелочи (30% КОН)	12,5	6,5	92
поверхностно-активных веществ	14	7,0	100
рыбьего жира	13,8	7,0	97

С помощью исследований установлено, что ниточно-сварная технология получения водонепроницаемых швов по сравнению с действующей на предприятии ниточно-клеевой технологией имеет ряд преимуществ. При применении ниточно-сварного способа образования швов снижается трудоемкость изготовления изделий за счет исключения следующих операций: подготовки зоны шва к герметизации, многократного нанесения клея на поверхность ниточного соединения и герметизирующей ленты, пропудривания готового соединения с целью избежания слипания, а также за счет совмещения ниточного соединения и его герметизации.

Ниточно-сварной способ образования герметичных соединений превосходит ниточно-клеевой способ по всем исследуемым показателям, кроме упругости. Упругость ниточно-клеевых швов на 12...15%, больше, чем ниточно-сварных. Однако

этот показатель не влияет на водозащитные свойства изделий и не определяет их качество. Адгезионная прочность клеевого соединения в ниточно-клеевых швах составляет 7 Н на 1 см, а прочность сварного соединения герметизирующей ПВХ пленки с поверхностью шва 14 Н на 1 см.

Ниточно-сварные швы имеют гладкую поверхность, поэтому истирание их по плоскости и на сгибах происходит в 1,5 раза медленнее, чем ниточно-клеевых швов, так как эти швы более рельефные, обладают большей шероховатостью, жесткостью и толщиной. Адгезионная прочность ниточно-сварных швов снижается в среднем на 10% после воздействия агрессивных сред и на 25,5% после циклических деформаций. При этом она остается выше адгезионной прочности ниточно-клеевых швов до воздействия агрессивных сред и циклических деформаций.

При проведении испытаний на сопротивление расслаиванию ниточно-сварных швов наблюдался обрыв герметизирующей пленки вместе с покрытием основного материала при отслаивании его от тканой основы. Это обусловлено диффузией частей молекулярных цепей из одного объема полимера в другой. Продиффундировавшие макромолекулы соединяют оба объема и обеспечивают между ними прочную связь. Поскольку в результате взаимодиффузии первоначальная граница контакта частично или полностью исчезает, вопрос о прочности сварного соединения в основном сводится к проблеме когезионной прочности полимера. Это объясняет высокую прочность сварного соединения. [7].

ВЫВОДЫ

Установлено, что ниточно-сварные швы обладают более высокой адгезионной прочностью, что доказывает их превосходство над традиционным ниточно-клеевым способом. В связи с этим изделие, изготовленное из материалов с термопластичным полимерным покрытием и герметизированное термоконтakтным способом, бу-

дет иметь более долгий срок эксплуатации, чем изделие, изготовленное по существующей ниточно-клеевой технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 27643–88. Костюмы мужские для защиты от воды. – М.: Госстандарт СССР, 1988.
2. ГОСТ 29112–91. Средства индивидуальной защиты. Требования к стежкам, строчкам, швам. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991.
3. ГОСТ 8977–74. Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения жесткости и упругости. – М.: Госстандарт СССР, 1981.
4. ГОСТ 3816–81. Ткани текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств. – М.: Госстандарт СССР, 1981.
5. ГОСТ 9733.4–83. Материалы текстильные. Методы испытания устойчивости окраски к стиркам. – М.: Госстандарт СССР, 1983.
6. ГОСТ 8978–75. Кожа искусственная и пленочные материалы. Метод определения устойчивости к многократному изгибу. – М.: Госстандарт СССР, 1975.
7. Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов / А.В. Лыков, А.П. Прудников. – М.: Машиностроение, 1977.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 16.04.02.

УДК 687.016.5:687.17

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА КОНСТРУКЦИЙ БРЮК*

В.Е. КУЗЬМИЧЕВ, У ЦЗЮНЬ

**(Ивановская государственная текстильная академия,
Чжоньюаньский технологический институт, КНР)**

Качество посадки брюк зависит от проектирования не только тех участков изделия, которые контактируют с опорной поверхностью фигуры, но и от расположенных ниже. Наиболее ответственными участками являются конструктивные отрезки, проектируемые в вершинах средних, боковых и шаговых линий, то есть продольные балансы конструкций:

- верхний переднезадний по средней линии задней половинки на линии талии;
- нижний переднезадний по средней линии задней половинки на линии подъягодичной складки;
- боковой по боковым линиям передней и задней половинок на линии талии.

* Работа выполнена по гранту Министерства образования РФ 2000 г.

В сочетании с поперечными балансами по линиям низа, колена, подъягодичной складки, талии продольные балансы обеспечивают требуемую посадку брюк на фигуре.

Для расчета величин перечисленных балансов используют аналитические выражения, связывающие их с размерными признаками, длинами конструктивных отрезков и графические приемы. Балансы проектируют отдельно друг от друга. Однако правильный расчет этих балансов еще не гарантирует качественной посадки. В существующих системах конструирования брюк нет комплексных критериев, с помощью которых можно было бы одновременно проверить согласованность и правильность вычисления всех балансов.

Целью настоящей работы является обоснование информационного содержания комплексных критериев для оценки правильности расчета конструкции и методологии их применения в компьютерном и безмашинном проектировании брюк на типовые фигуры.

К разрабатываемым критериям предъявлены следующие требования: 1) зависимость критериев от основных формообразующих параметров чертежа конструкции; 2) связь критериев с существующими продольными и поперечными балансами.

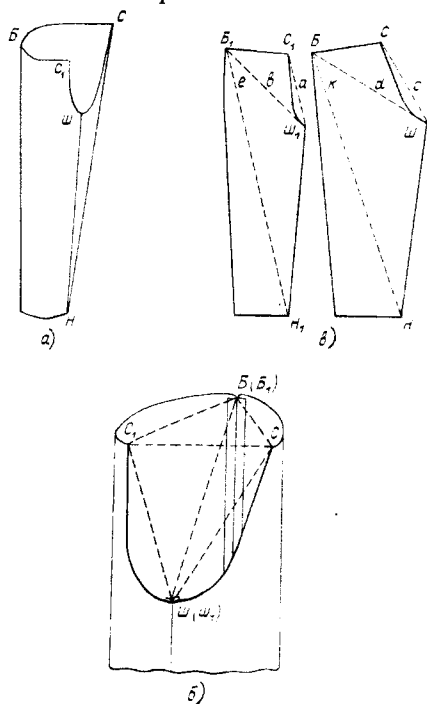


Рис. 1

Рассмотрим геометрическую модель брюк (рис.1-а). Обозначим точки, расположение которых зависит от балансов: т. Ш в вершине шагового шва; т. С в вершине среднего шва задней половинки; т. С₁ в вершине среднего шва передней половинки; т. Н внизу шагового шва; т. Б в вершине бокового шва.

Соединим все точки между собой прямыми линиями. В результате построения получим две треугольные пирамиды с одинаковым основанием ΔBC_1 и вершинами в тт. Ш и Н (рис.1-а). Из геометрии известно, что треугольные конструкции являются самыми устойчивыми. Поэтому, зная расстояния между выбранными точками и требования к посадке брюк, можно добиться расположения точек С, Б, С₁ в одной плоскости, например, проведенной через уровень талии, и вертикального расположения шагового шва ШН.

Очевидно, что расстояния между выбранными точками будут зависеть от размерных признаков фигуры, пространственного решения брюк, а на чертеже конструкции – от длин конструктивных отрезков.

Положение т. Б выберем в качестве контрольного, от которого должен быть отвесно направлен боковой шов. Треугольная пирамида с вершиной в т. Ш и основанием ΔBC_1 позволяет определить конструкции, которые обеспечат отвесность и бокового, и шагового швов (рис.1-б).

Определим соответствие выбранных ребер пирамид конструктивным отрезкам на чертежах конструкций передней и задней половинок.

В качестве контрольных измерений на чертежах обеих половинок выберем следующие отрезки (рис. 1-в):

для передней половинки – отрезки Ш₁С₁ (а), Ш₁Б₁ (в), Н₁Б₁ (е);

для задней половинки – отрезки ШС(с), ШБ (d), НБ (к).

Очевидно, что длины выбранных отрезков будут определенным образом соотноситься с ребрами вписанных пирамид, а количественно – определяться размерными признаками и прибавками.

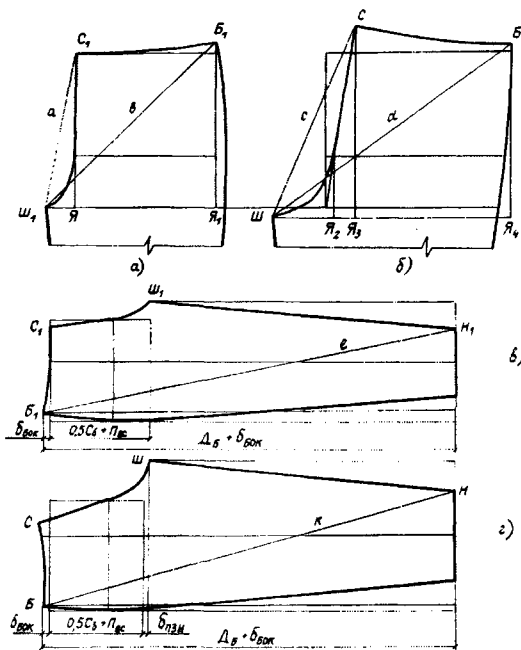


Рис. 2

На рис. 2 представлены схемы измерения критериев (наклонных балансов) верхней части половинки брюк: а, в – на передней половинке; б, г – на задней половинке.

Выразим длины конструктивных отрезков через размерные признаки и конструктивные параметры:

$$\text{Ш}_1\text{Я}_1 = \text{Ш}_1\text{Я} + \text{ЯЯ}_1 = \text{Ш}_{\text{шп}} + 0,5(\text{С}_T + \text{П}_T) + \text{В}_{\text{п}} - \Delta. \quad (5)$$

Тогда окончательно длина отрезка $\text{Ш}_1\text{Б}_1$ в составит:

$$в = \sqrt{(\text{Д}_{\text{СБ}} - \text{Д}_{\text{СП}} + 0,5\text{С}_B + \text{П}_{\text{ВС}})^2 + [\text{Ш}_{\text{шп}} + 0,5(\text{С}_T + \text{П}_T) + \text{В}_{\text{п}} - \Delta]^2}. \quad (6)$$

Рассмотрим чертеж верхней части половинки брюк (рис. 2-б), приняв следующие обозначения: ШЯ_2 – ширина шага задней половинки: $\text{ШЯ}_2 = \text{Ш}_{\text{шз}}$; $\text{Я}_2\text{Я}_3$ – проекция отведения среднего среза задней половинки.

Примем величину отведения как для классических брюк

$$с = \sqrt{(\delta_{\text{пзн}} + \delta_{\text{пзв}} + 0,5\text{С}_B + \text{П}_{\text{ВС}})^2 + (\text{Ш}_{\text{шз}} + \text{Ш}_{\text{шп}})^2}. \quad (9)$$

$\text{Ш}_1\text{Я}$ – ширина шага передней половинки: $\text{Ш}_1\text{Я} = \text{Ш}_{\text{шп}}$;

$\text{С}_1\text{Я}$ – высота сидения: $\text{С}_1\text{Я} = 0,5\text{С}_B + \text{П}_{\text{ВС}}$, (1) где $\text{П}_{\text{ВС}}$ – прибавка к глубине сидения, см; ЯЯ_1 – проекционная длина линии талии передней половинки:

$$\text{ЯЯ}_1 = 0,5(\text{С}_T + \text{П}_T) + \text{В}_{\text{п}} - \Delta, \quad (2)$$

где П_T – прибавка к полуобхвату талии, см; $\text{В}_{\text{п}}$ – суммарный раствор вытачек и (или) складок на передней половинке, см; Δ – корректирующий коэффициент, показывающий увеличение (уменьшение) ширины передней половинки по отношению к половине полуобхвата талии, см.

Отрезок $\text{Ш}_1\text{С}_1$ обозначим через а и выразим следующим образом:

$$а = \sqrt{\text{Ш}_{\text{шп}}^2 + (0,5\text{С}_B + \text{П}_{\text{ВС}})^2}. \quad (3)$$

Длину отрезка $\text{Б}_1\text{Я}_1$ определим как

$$\text{Б}_1\text{Я}_1 = (\text{Д}_{\text{СБ}} - \text{Д}_{\text{СП}}) + (0,5\text{С}_B + \text{П}_{\text{ВС}}). \quad (4)$$

Длина отрезка $\text{Ш}_1\text{Я}_1$ равна

$$\text{Я}_2\text{Я}_3 = \text{Ш}_{\text{шп}}, \quad (7)$$

$\text{Я}_3\text{С}$ – высота сидения задней половинки:

$$\text{Я}_3\text{С} = \delta_{\text{пзн}} + \delta_{\text{пзв}} + 0,5\text{С}_B + \text{П}_{\text{ВС}}. \quad (8)$$

Обозначим отрезок $\text{ШС} = с$ и выразим его длину следующим образом:

Проекцию линии талии задней половинки СБ обозначим через Я₃Я₄:

$$Я_3Я_4 = 0,5(C_T + П_T) + B_3 + \Delta, \quad (10)$$

где B₃ – суммарный раствор вытачек на задней половинке, см.

Тогда длину отрезка ШБ обозначим через d и выразим как

$$d = \sqrt{БЯ_4^2 + ШЯ_4^2},$$

$$d = \sqrt{(\delta_{ПЗН} + 0,5C_B + П_{BC} + D_{CB} - D_{CP})^2 + [Ш_{Ш} + 0,5(C_T + П_T) + \Delta + B_3]^2}. \quad (11)$$

В такой же последовательности получаем аналитические выражения для нахождения остальных контрольных отрезков на передней и задней половинках, опреде-

ляющих положение нижней точки шагового шва.

Опуская промежуточные вычисления, окончательно записываем:

$$e = \sqrt{(D_B + D_{CB} - D_{CP})^2 + [0,5(Ш_{ШП} + C_T + П_T) - \Delta + B_{П} - 0,25(C_B + П_B - Ш_H)]^2}, \quad (12)$$

$$k = \sqrt{(D_B + D_{CB} - D_{CP})^2 + [0,5(Ш_{ШВ} + C_T + П_T + \Delta) + Ш_{ШП} + B_3 - 0,25(C_B + П_B - Ш_H)]^2}. \quad (13)$$

Предложенные критерии для проверки качества чертежа конструкции являются комплексными (табл. 1).

Таблица 1

Параметры конструкции и размерные признаки фигуры	Влияние параметров и размерных признаков на критерии					
	а	в	с	d	е	к
Размерные признаки фигуры:						
полуобхват бедер	+	+	+	+	+	+
полуобхват талии		+		+	+	+
высота сидения	+	+	+	+		
длина талии сбоку		+		+	+	+
длина талии спереди		+		+	+	+
Конструктивные прибавки:						
к полуобхвату талии		+		+	+	+
к полуобхвату бедер					+	+
к высоте сидения	+	+	+	+		
Параметры конструкции:						
ширина шага передней половинки	+	+	+	+	+	+
ширина шага задней половинки			+	+		+
баланс верхний переднезадний			+			
баланс нижний переднезадний			+			
баланс боковой		+		+	+	+
сумма растворов вытачек или складок на передней половинке		+			+	
сумма растворов вытачек на задней половинке				+		+
корректирующий коэффициент		+		+	+	+
ширина брюк внизу					+	+
длина брюк					+	+

Комплексность предложенных критериев позволяет использовать их: 1) для проверки правильности построения чертежей как в отдельности, так и в виде функциональных соотношений; 2) для совершенствования методик построения чертежей брюк на условно- типовые фигуры и близкие к ним по телосложению индивидуальные фигуры.

Взаимосвязь критериев с основными балансowymi точками и их расположение по направлениям действия сжимающих и растягивающих нагрузок, приводящих к возникновению дефектов, позволяет рассматривать предложенные критерии как наклонные балансы. Их правильное соотношение будет гарантировать равновесное положение брюк на фигуре и, наоборот, отклонения отдельного критерия в большую или меньшую сторону могут объяснить причину возникновения конструктивного дефекта.

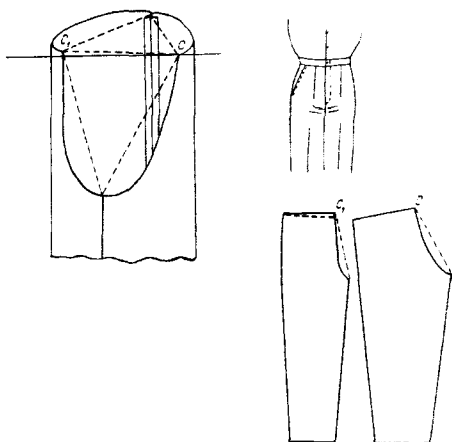


Рис. 3

На рис. 3 показано, к чему может привести в готовых брюках несовпадение основания треугольной пирамиды с горизонтальной плоскостью над вершиной среднего шва спереди.

Нарушение равновесного положения пирамиды вызвано увеличением соотношения $a:c$ сверх оптимального. В готовых брюках это выразится в возникновении горизонтальных мягких складок внизу застежки. Для устранения дефекта необходимо уменьшить величину наклонного баланса a путем перемещения т. C_2 вниз.

ВЫВОДЫ

Предложены комплексные критерии – наклонные балансы для проверки качества построения чертежей конструкций, зависящие от размерных признаков фигуры, величин конструктивных прибавок и параметров конструкции брюк на типовые фигуры.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 05.04.02.

УДК 677.054

**КОЛЕБАНИЯ БОБИНОДЕРЖАТЕЛЯ
ПРИ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЯХ**

И.К. ПЧЕЛИН, В.В. КОТИН

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

В [1] изучались вынужденные колебания бобинодержателей с линейной и нелинейной характеристиками тела намотки бобины.

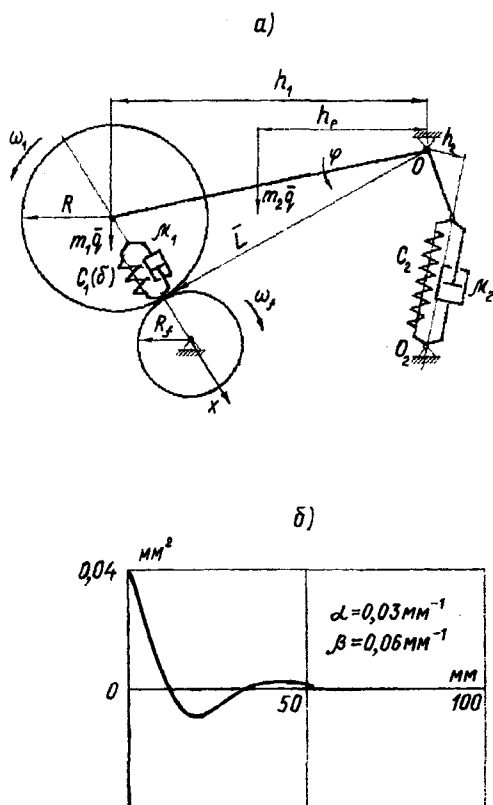


Рис. 1

Рассмотрим колебания системы на основе ее стохастической динамической модели (рис.1-а). Эксцентриситет бобины представим в виде $e_1(s) = e + q(s)$, где e – математическое ожидание случайной функции $e_1(s)$, а q – центрированная стационарная случайная функция окружной координаты s поверхности тела намотки.

В процессе намотки возникают вынужденные колебания, возбуждаемые кинематически вследствие изменения радиальной деформации тела намотки. Радиальная деформация δ ($\delta > 0$; при отрыве бобины от фрикционного вала $\delta = 0$) выражается в виде:

$$\delta = \delta_{1ст} + L\varphi + (e + q) \sin(\omega_1 t) - e_f \sin(\omega_f t + \theta),$$

где $\delta_{1ст}$ – статическая деформация тела намотки в положении равновесия при $e_1 = e_f = 0$; φ – угол поворота рычага бобинодержателя, отсчитываемый от положения равновесия системы при $e_1 = e_f = 0$ против хода часовой стрелки; e_f – эксцентриситет фрикционного (мотального) вала; ω_1 – угловая скорость бобины; ω_f – угловая скорость фрикционного вала.

Экспериментальные графики $F=F(\delta)$ характеристик упругости тела намотки, приведенные в [1], позволяют аппроксимировать их в виде

$$F = c\delta + d\delta^3 \text{ при } \delta > 0; \quad F=0 \text{ при } \delta = 0,$$

где c и d – постоянные коэффициенты, определяемые с помощью графиков (F – сила упругости, соответствующая радиальной деформации δ).

При деформациях тела намотки величина демпфирования весьма существенно влияет на кинематическое возбуждение колебаний. По данным, приведенным в [1], демпфирование можно идентифицировать эквивалентным вязким трением. Тогда радиальная сила вязкого трения, приложен-

ная к бобине (проекция силы на ось x (рис. 1)), выразится в виде

$$R_x = -\mu_1 \dot{\delta}$$

или

$$R_x = -\mu_1(L\dot{\varphi} + \dot{q} \sin \omega_1 t + (e + q)\omega_1 \cos \omega_1 t - e_f \omega_f \cos(\omega_1 t + \theta)).$$

Стохастические дифференциальные уравнения колебаний бобины получаем в виде (при $\delta > 0$):

$$J\ddot{\varphi} = (-c\delta - v\delta^3 + R_x)L + (m_1 h_1 + m_2 h_p)g + (c_2(\delta_{2ct} - h_2\varphi) - \mu_2 h_2 \dot{\varphi} h_2),$$

при отрыве бобины от мотального вала ($\delta = 0$):

$$J\ddot{\varphi} = (m_1 h_1 + m_2 h_p)g + (c_2(\delta_{2ct} - h_2\varphi) - \mu_2 h_2 \dot{\varphi} h_2).$$

где J – момент инерции системы относительно оси вращения рычага бобинодержателя; m_1 и m_2 – массы бобины и рычага; c_2 – жесткость нажимной пружины; \dot{q} – производная по времени случайной функции $q=q(s)$.

Остальные обозначения понятны из схемы, приведенной на рис. 1-а.

В процессе намотки нити на бобину изменяются размеры бобины и характеристики тела намотки, поэтому в приведенных дифференциальных уравнениях коэффициенты c , d , m_1 , h_1 , h_p , h_2 , L , e и μ_1 переменны. Однако скорость их изменения на несколько порядков меньше виброскорости бобинодержателя, поэтому при изучении колебаний в достаточно малой области изменения размеров бобины коэффициенты можно считать постоянными. Это очевидное допущение не облегчает задачу решения уравнений, так как они существенно нелинейны и содержат случайную функцию и ее производную по времени.

Для исследования колебаний бобинодержателя решение уравнений выполнялось на ЭВМ численными методами при задании различных реализаций случайных функций.

В [2] приведены экспериментальные графики типичной корреляционной функции неровноты пряжи, имеющие форму,

показанную на рис. 1-б. Они могут быть аппроксимированы функцией вида

$$k(S) = \sigma^2 e^{-\alpha|S|} \cos \beta S,$$

где σ – среднее квадратическое отклонение неровноты; α , β – коэффициенты корреляционной связи; S – текущий интервал корреляции.

Такой же вид будет иметь корреляционная функция неровноты поверхности тела намотки $q(s)$, числовые значения коэффициентов которой должны определяться экспериментально (график на рис. 1-б построен для числовых значений параметров корреляционной функции, принятых в рассмотренном ниже примере).

Для численного решения на ЭВМ составленных дифференциальных уравнений необходимо предварительно сформировать дискретную реализацию случайного процесса $q(s)$ с заданной корреляционной функцией. Требуемую реализацию можно получить из дискретного гауссовского белого шума единичной интенсивности, используя соответствующий цифровой формирующий фильтр.

Гауссовский шум генерируется с помощью датчика случайных чисел на интервале (0, 1), а реализация требуемого случайного процесса q_i получается с помощью цифрового фильтра авторегрессии – скользящего среднего [3].

Для упрощения вычислений случайную функцию $q(s)$ удобно представить в виде временного ряда $q(t)$ заменой $s = \omega_1 R t$ и шаг дискретизации Δs выбирать в виде $\omega_1 R \Delta t$ (при $\omega_1 = \text{const}$), где R – радиус бобины; Δt – шаг интегрирования дифференциальных уравнений. Тогда производная реализации случайной функции по времени легко получается из сформированного ряда численным дифференцированием.

На основе рассмотренной математической модели разработан пакет прикладных программ, позволяющих выполнять все указанные процедуры и моделировать процесс намотки как случайный процесс.

В качестве примера рассмотрим колебания бобинодержателя со следующими числовыми значениями основных параметров системы (значения приняты в соответствии с [1]):

$$J=0,03 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \quad m_1=0,76 \text{ кг}; \quad m_2=0,865 \text{ кг}; \\ R=0,07 \text{ м}; \quad R_f=0,016 \text{ м};$$

$$L=0,187 \text{ м}; \quad h_1=0,193 \text{ м}; \quad h_p=0,09 \text{ м}; \\ h_2=0,014 \text{ м}; \quad c=15000 \text{ Н/м};$$

$$d=10^{11} \text{ Н/м}^3; \quad c_2=6100 \text{ Н/м}; \quad \mu_1=20 \text{ Н} \cdot \text{с/м}; \\ \mu_2=2 \text{ Н} \cdot \text{с/м}; \quad e=0,6 \text{ мм};$$

$$e_f=0,2 \text{ мм}; \quad \delta_{1\text{ст}}=0,6 \text{ мм}; \quad \omega_f=36 \text{ с}^{-1}; \quad \sigma=0,2 \text{ мм}.$$

Числовые значения параметров корреляционной функции для основного варианта приняты равными: $\alpha = 0,03 \text{ мм}^{-1}$; $\beta = 0,06 \text{ мм}^{-1}$ (график корреляционной функции, приведенный на рис. 1-б, построен для этих значений). $\Delta s = 2,34 \text{ м}$ (для шага интегрирования $\Delta t = 0,002 \text{ с}$).

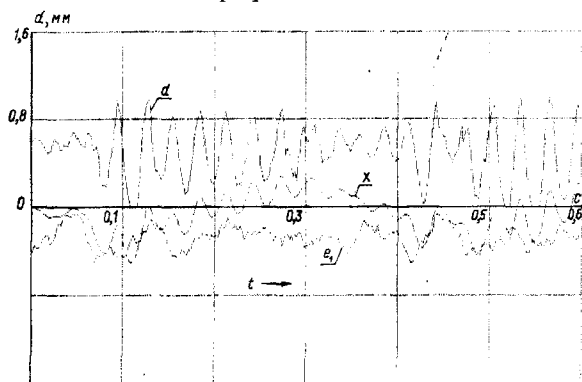


Рис. 2

В процессе моделирования параметры системы варьировались в окрестности принятых значений.

На рис. 2 изображены графики некоторых характеристик колебаний бобинодержателя с приведенными выше значениями параметров. На графиках в функции времени показаны случайные изменения e_1 эксцентриситета бобины, динамические деформации d тела намотки и перемещение оси x вращения бобины. Как видно из графика изменений деформаций тела намотки, наибольшие значения деформаций в $\sim 1,5$ раза превышают величину статической деформации (0,6 мм), а наименьшие значения становятся равными нулю, то есть появляется отрыв бобины от фрикционного вала. Максимальные значения x составляют 1,54 мм. Основная частота колебаний равна частоте свободных колебаний исследуемой нелинейной системы в окрестности $\delta_{1\text{ст}}$.

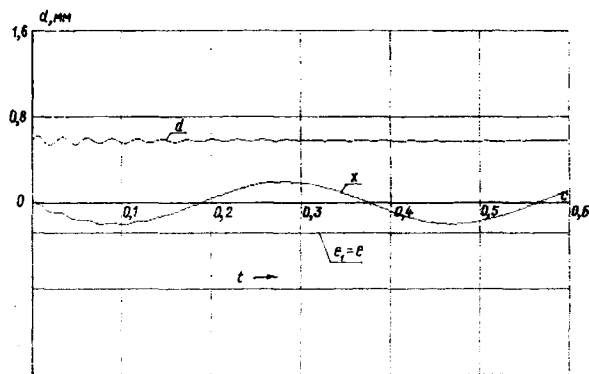


Рис. 3

Наглядная оценка влияния случайных возмущений на характеристики колебаний получается сравнением приведенных графиков с графиками этих же характеристик при отсутствии случайных возмущений ($q(s)=0$), показанных на рис. 3. В этом случае составляющая свободных колебаний, вызванных начальным переходным процессом, быстро затухает, динамические деформации тела намотки практически постоянны и равны величине начального прижатия бобины к фрикционному валу, а бобина совершает безотрывные колебания с частотой ее вращения и амплитудой, равной эксцентриситету e .

Таким образом, хорошо работающая детерминированная система оказывается неудовлетворительной при действии случайных возмущений даже небольшой интенсивности (как следует из сравнения числовых значений параметров, приведенных выше, среднее квадратическое отклонение эксцентриситета составляет третью часть его математического ожидания).

Устранить отрывы при действии случайных возмущений можно различными способами, простейший из которых – увеличение начального значения величины прижатия. В рассмотренном примере при увеличении $\delta_{1ст}$ до 0,9 мм отрывов не происходит, но увеличиваются размахи колебаний бобины и увеличивается частота колебаний.

В данном примере увеличение частоты не привело к плохим результатам, но в других случаях (при ином частотном составе случайных возмущений) это может даже ухудшить ситуацию – так могут возникнуть резонансные явления.

Наиболее простой статистической оценкой функционирования системы может служить функция распределения динамических деформаций бобины по отношению к статической величине прижатия:

$$f(\delta/\delta_{1ст})=P(X<(\delta/\delta_{1ст})),$$

где P – вероятность соответствующего события; f – символ функции распределения.

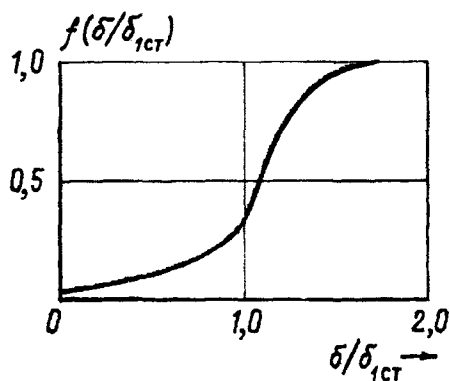


Рис. 4

График функции распределения, построенный на основе результатов расчетов системы с параметрами, приведенными выше для первых трех оборотов бобины, представлен на рис. 4.

Из графика следует, что вероятность отрыва бобины от фрикционного вала равна 0,045, что, несмотря на малую величину, недопустимо, а вероятность работы с величиной прижатия, превышающей $\delta/\delta_{1ст}=1$, равна 0,34 (для линейной системы она равнялась бы 0,5).

ВЫВОДЫ

1. Расчеты динамики бобинодержателя на основе детерминированной модели не обеспечивают допустимых условий его работы в реальных условиях при действии случайных возмущений.

2. Разработанные динамическая и математическая модели и реализующие их программы для моделирования на ЭВМ позволяют исследовать колебания бобинодержателя при любых его параметрах и характеристиках случайных возмущений и подбирать параметры системы, обеспечивающие ее удовлетворительную работу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коритынский Я.И. Динамика упругих систем текстильных машин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
2. Севостьянов А.Г. Современные методы исследования неровноты продуктов хлопкопряжения. – М.: Легкая индустрия, 1966.
3. Вибрации в технике: Справочник, т.1. – М.: Машиностроение, 1978.

Рекомендована кафедрой теоретической механики. Поступила 05.04.02.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЯЗЫЧОК ТРИКОТАЖНОЙ ИГЛЫ ПРИ ПРЕССОВАНИИ

С.К. БУРЕЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Производственные испытания на примере чулочных автоматов типа 2АН 14-6 показали, что из всех причин вынужденных остановов машин 10% составляют поломки игл, что на 4% выше следующей причины – поломки игловодов [1]. Чаще всего игла выходит из строя вследствие износа шарнира, приводящего к расшатыванию язычка и его вылету из иглы.

Данная работа посвящена определению силы, действующей на язычок со стороны его оси в процессе прессования иглы трикотажной машины с целью понижения динамической нагрузки на иглу. Особенностью работы является привлечение метода кинематического анализа механизма стандартной язычковой иглы посредством заменяющего механизма [2], позволяющего решить поставленную задачу аналитическим путем без привлечения экспериментальных данных.

Во второй части исследования [2] выполнен анализ сил, приложенных к язычку при достижении им максимальной скорости в процессе прессования. Оказалось, что силы тяжести и силы инерции язычка в переносном движении, вызванном вращением игольного цилиндра чулочного автомата, на несколько порядков меньше сил инерции язычка в относительном движении. Были учтены силы инерции от ускорения Кориолиса. В итоге для игл поз. 0-571 и 0-460 после достижения язычками максимальной скорости с последующим их движением по инерции без контакта с петлями до момента встречи с крючками игл потеря скорости язычков составила менее 1 %.

На этом основании на рис.1, где рассмотрено равновесие только одного язычка 1 под действием приложенных сил, показаны силы инерции лишь в относительном вращении язычка при прессовании, а также силы трения со стороны его оси.

Последние учтены для определения полной реакции оси язычка.

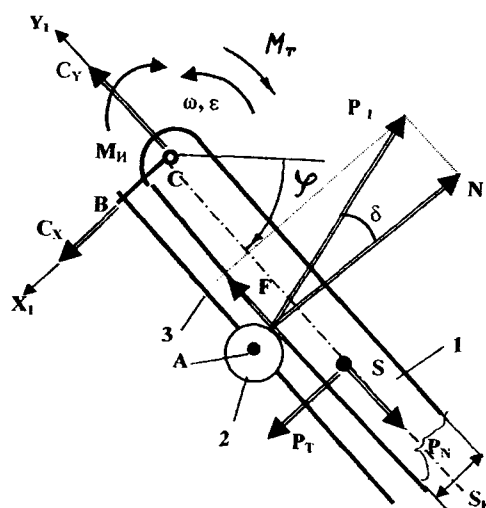


Рис. 1

На рис.1 введены обозначения: φ , ω , ϵ – угловые координата, скорость и ускорение язычка 1; S_k – ширина язычка; P_1 – движущая сила, приложенная к язычку со стороны петли 2 (этой силе соответствуют нормальная N и касательная F составляющие; при разложении силы необходим угол трения δ в паре петля – язычок); $AB = L_f$ – плечо силы N относительно оси C язычка; P_N и P_T – нормальная и касательная составляющие силы инерции, приложенной в центре S масс язычка; M_{II} – момент сил инерции язычка; M_T – момент сил трения на оси язычка; C_x и C_y – проекции реакции R_C оси язычка на оси системы координат CX_1Y_1 , закрепленной на язычке; 3 – кулиса заменяющего механизма иглы, имитирующая вращение язычка на оси [2].

Запишем уравнение равновесия язычка в предположении, что его центр S масс располагается в середине его длины:

$$NL_f - 0,5\mu NS_k - 0,5L_P P_T - M_{II} - M_T = 0. \quad (1)$$

Здесь l_L – длина язычка, μ – коэффициент трения между петлей и язычком:

$$M_H = I_C \varepsilon, \quad (2)$$

$$M_T = 0,5 b f R_C, \quad (3)$$

где I_C – момент инерции массы язычка относительно оси С; b – диаметр оси язычка; f – коэффициент трения на оси язычка.

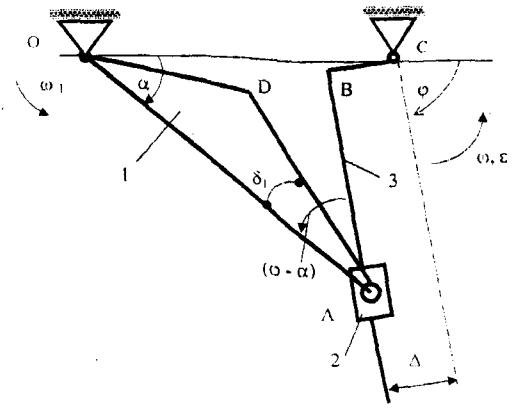


Рис. 2

Ранее найдено [2]:

$$\omega = - (V_H / r_1) : \{ 1 - \cos \varphi / [k_1^2 - (\sin \varphi - k_2)^2]^{0.5} \}, \quad (4)$$

$$\varepsilon = - (V_H / r_1)^2 [(k_1^2 - k_2^2 - 1) \sin \varphi + k_2 (1 + \sin^2 \varphi)] : \{ [k_1^2 - (\sin \varphi - k_2)^2]^{0.5} - \cos \varphi \}^3, \quad (5)$$

где V_H – скорость иглы в пазу цилиндра; $r_1 = OD$ – параметр заменяющего механизма иглы, схема которого приведена на рис.2:

$$k_1 = r/e \text{ и } k_2 = \Delta/e. \quad (6)$$

Здесь принято, что $r = AO$, $e = CO$ и $\Delta = BC$.

Из уравнений равновесия язычка массой m , составленных в системе координат CX_1Y_1 , можно найти (рис.1):

$$C_X = N - 0,5 m l_L \varepsilon, \quad (7)$$

$$C_Y = 0,5 m l_L \omega^2 - \mu N. \quad (8)$$

Здесь

$$0,5 l_L m \varepsilon = P_T, \quad (9)$$

$$0,5 l_L m \omega^2 = P_N. \quad (10)$$

По проекциям (7) и (8) найдем реакцию в шарнире язычка с учетом трения

$$R_C = [(N - 0,5 m l_L \varepsilon)^2 + (0,5 m l_L \omega^2 - \mu N)^2]^{0.5}. \quad (11)$$

Из (1) с привлечением (11) определится сила

$$N = G + (G^2 - P)^{0.5}. \quad (12)$$

Ее компоненты

$$G = [\varepsilon (0,25 m l_L^2 + I_C) (L_F - 0,5 \mu S_K) - 0,125 b^2 f^2 m (l_L (\varepsilon + \mu \omega^2))] : [(L_F - 0,5 \mu S_K)^2 - 0,25 b^2 f^2 (1 + \mu^2)] \quad (13)$$

и

$$P = [\varepsilon^2 (0,25 m l_L^2 + I_C)^2 - 0,0625 b^2 f^2 l_L^2 m^2 (\varepsilon^2 + \omega^4)] / [(L_F - 0,5 \mu S_K)^2 - 0,25 b^2 f^2 (1 + \mu^2)]. \quad (14)$$

С погрешностью менее 1% найдем момент инерции язычка как для однородного тонкого стержня вместо однородного бруса с осью, проходящей через его конец:

$$I_C = 1/3 m l_L^2. \quad (15)$$

Для определения переменного плеча L_F силы N рассмотрим фрагмент схемы заменяющего механизма иглы (рис.2), синтез которого описан в [2].

Повторим краткое описание механизма:

1 – коромысло, входное звено, с угловой координатой α и угловой скоростью ω_1 , представляющее радиус-вектор, описывающий траекторию центра нижнего сечения 2 петли при скольжении его по дуговому выступающему профилю стержня иглы;

2 – камень, имитирующий движение нижнего сечения петли, проекция которой на плоскость чертежа представлена отрезком AD, расположенным под углом трения δ_1 к нормали в точке контакта петли со стержнем иглы;

3 – кулиса, представляющая движение язычка в процессе его прессования до момента достижения им максимальной скорости, после которого механизм задерживал бы движение язычка. Угол φ поворота кулисы – язычка отсчитываем от горизонтали. Обозначения φ , ω , ϵ , а также точек A, B и C являются общими для рис.1 и 2.

Напомним, что именно для этого заменяющего механизма были найдены выражения (4) и (5).

Спроектировав контур OABCO на направление AB (рис.2), получим

$$r \cos(\varphi - \alpha) - L_F - e \cos \varphi = 0. \quad (16)$$

Ранее найдено [2]:

$$\sin(\varphi - \alpha) = (e / r) \sin \varphi - \Delta / r. \quad (17)$$

Отсюда

$$\alpha = \varphi - \arcsin [(e/r) \sin \varphi - \Delta/r]. \quad (18)$$

Выразив в (17) левую часть через $\cos(\varphi - \alpha)$ и подставив результат в (16), получим

$$L_F = [r^2 - (e \sin \varphi - \Delta)^2]^{0.5} - e \cos \varphi. \quad (19)$$

Для иллюстрации зависимостей (11) и (19) выполним численный пример применительно к двухцилиндровому чулочному автомату типа АН 14 с прямолинейным профилем клиньев вяжущей системы, вырабатывающего кулирную гладь и оснащенного иглами поз. 0-571.

Новые машины серии ГАММА-200 имеют в замковой системе клинья криволинейного профиля, что затрудняет задание скорости игле в пазу цилиндра в период прессования.

Тогда по паспортным данным машины с диаметром цилиндра 3,75" и из чертежа иглы будем иметь: $V_H = 1044$ мм/с; $r_1 = 4,62$ мм; $r = 7,12$ мм; $e = 6,43$ мм; $K_1 = 1,1073$; $K_2 = 0,0964$; $b = 0,3$ мм; $f = 0,17$; $l_L = 5$ мм.

Для двойной непарафинированной хлопчатобумажной нити плотностью 18,5 текс $\mu = 0,2$; при ширине язычка $S_K = 1$ мм параметр $\Delta = 0,62$ мм.

Инерционные характеристики язычка определены аналитически. Для него при длине 5 мм и толщине 0,2 мм имеем $m = 8,5 \cdot 10^{-3}$ г; $I_C = 0,0708$ г·мм².

Определим интервал значений угла φ , когда язычок и игла при прессовании находятся в соприкосновении. Вычислив начальный угол прессования язычка с учетом трения на оси, найдем исходный угол $\varphi_0 = 38,3^\circ$, [3].

Угловая координата язычка, при которой его скорость максимальна и нарушается контакт с петлей, вычислена по методике [2]: $\varphi_{\omega} = -37,6^\circ$.

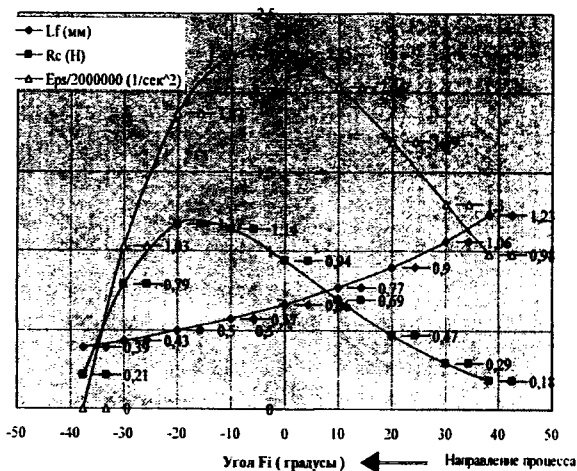


Рис. 3

На рис.3 в графической форме представлены результаты вычислений; проанализируем их.

1. При прессовании плечо L_f движущей силы язычка плавно уменьшается в четыре раза по сравнению с начальным значением. Учитывая ускоренное движение язычка

при прессовании, фактор уменьшения плеча вызывает дополнительное увеличение движущей силы, а следовательно, и реакции в шарнире.

2. Характер изменения реакции R_C в шарнире иглы имеет вид всплеска, максимум которого в 6,5 раз превышает начальное значение. Отметим, что этот максимум наступает после экстремального значения углового ускорения язычка, что объясняется действием возрастающих центробежных сил, пропорциональных ω^2 , и уменьшением плеча движущей силы язычка (график ω (φ) для рассматриваемого случая приведен в [2]).

ВЫВОДЫ

1. Получены простые выражения, позволяющие определить реакцию в шарнире язычковой иглы с дуговой выступающей частью стержня для вязальных машин лю-

бого класса и формы игольниц, заправленных пряжей любого происхождения.

2. Математическая обработка полученных результатов с целью оптимизации конструкции и режимов работы механизма иглы трикотажной машины позволит уменьшить динамическую нагрузку на иглу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурев С.К., Гарбарук В.Н. Рекомендации по устранению вынужденных остановок двухцилиндровых чулочных автоматов типа 2АН14-6. Киев: Легка промисловість, 1970, №3. С.32...35 (на украинском языке).

2. Бурев С.К. // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1980. № 5. С.93...99.

3. Гарбарук В.Н. Расчет и конструирование трикотажных машин. – М-Л.: Машиностроение. 1966.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 09.04.02.

УДК 621.752.2

РАСЧЕТ НА ПЭВМ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ С ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

О.С. КОЧЕТОВ, А.В. СИНЕВ, В.С. СОЛОВЬЕВ, Б.С. САЖИН

(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина, Институт машиноведения им. академика А.А. Благонравова, РАН)

По результатам исследований [1...4] выявлено, что при установке текстильного оборудования на пневматические виброизоляторы снижаются динамические нагрузки на перекрытие и в ряде механизмов станка. Так, например, при установке ткацкого станка типа АТПР на пневматические виброизоляторы, кроме снижения динамических нагрузок в ряде механизмов станка уменьшается также и мощность, потребляемая электродвигателем.

В настоящей статье рассматриваются динамические свойства систем виброизоляции с пневматической пружиной, у которой помимо свойств упругости воздушных объемов, дополнительное влияние на упругие свойства оказывает сосуд, в котором заключен воздух, причем дополнительная жесткость за счет свойств сосуда может в несколько раз превышать жесткость воздушного объема.

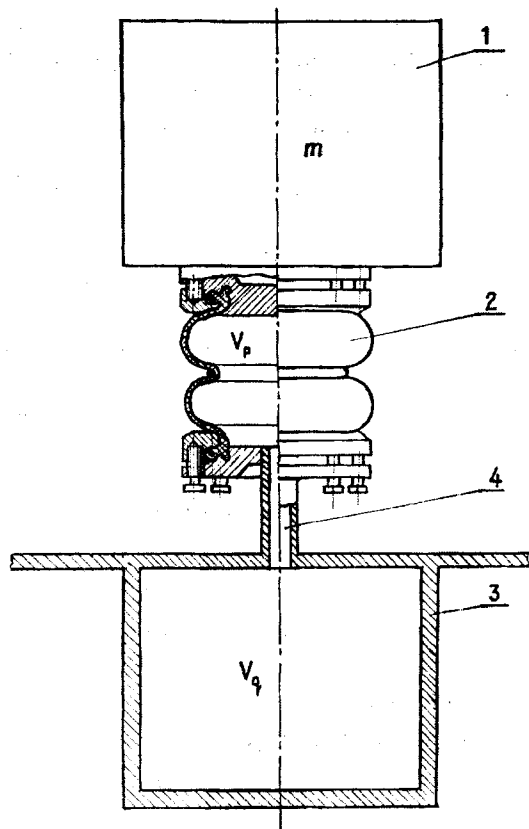


Рис. 1

Примером таких систем являются резинокордные оболочки баллонного типа (рис.1, где представлена схема системы виброизоляции с пневматической пружиной на основе РКО и дополнительной демпферной камерой; 1 – объект виброизоляции (жесткая масса); 2 – резинокордная оболочка баллонного типа; 3 – демпферная камера; 4 – межкамерный ламинарный дроссель). Использование пневмопружины в сочетании с дополнительными демпферными камерами, отдельными межкамерными дросселями, позволяет придать пневмопружине свойства внутреннего демпфирования, однако дополнительная жесткость сосуда часто не позволяет достичь желаемой величины демпфирования. Поэтому нами решается задача о влиянии этой дополнительной жесткости на динамические свойства одномассовой системы виброизоляции, использующей пневмопружину с внутренним демпфированием.

Преимуществом пневмопружины с РКО рукавного типа является возможность уменьшения габаритных размеров по сравнению с диафрагменными упругими

элементами. В работе рукавный элемент допускает значительные несоосности и не требует точной установки. К недостаткам диафрагменного и рукавного типов пневмопружины с РКО следует отнести пониженную долговечность по сравнению с пневмобаллонами, сильную зависимость долговечности от уровня и качества технологии [5, 6].

Если изменения объема пневмопружины малы относительно начального объема, то выражение для жесткости в случае пневмоцилиндров одностороннего действия описывается зависимостью

$$c = \frac{np_a S^2}{V}, \quad (1)$$

где p_a – статическое давление (абсолютное); S – площадь поршня; V – начальный объем пневмопружины. Значение коэффициента n (показателя политропы) может изменяться в пределах от $n = 1$ (изотерма) до $n = 1,4$ (адиабата). Для низких и инфранизких частот (до 1,5 Гц) рекомендуется применять $n = 1$, а свыше 1,5 Гц – $n = 1,4$. Однако следует заметить, что разница в определении жесткости по изотерме или адиабате невелика (40 %), что трудно различимо в условиях вибрационных измерений. Для случаев, когда эффективная площадь пневматической пружины изменяется при перемещении δ , то есть $s = f(\delta)$ – давление и площадь должны рассматриваться как переменные.

В результате

$$c = S \frac{\partial p}{\partial \delta} + p \frac{\partial S}{\partial \delta} \cong \frac{np_a S^2}{V} + p_i \left\{ \frac{\partial S}{\partial \delta} \right\}_{\delta=0}, \quad (2)$$

где p_i – статическое избыточное давление; $p_i = p_a - p_0$, где p_0 – атмосферное давление.

Этот случай имеет большое значение для РКО, где второй член полученного выражения может превышать по величине первый член в несколько раз.

Экспериментальные исследования систем виброизоляции с баллонными РКО при соотношении объемов демпферной и рабочей камер, равном четырем, и при опти-

мальном дросселе не позволили получить коэффициент передачи на резонансе меньше, чем $\mu = 2,5 \dots 3$, хотя теоретический результат для пневмопружины в виде воздушного объема, приведенный в [7], указывает на возможность получения при оптимальном демпфировании $\mu_c = 1,5$.

Известно, что для пневмопружины с РКО важным показателем является соотношение жесткости собственно воздушной подушки и дополнительной параллельной жесткости, зависящей от переменности площади поршневого действия согласно формуле (2); кроме того, жесткость $c_1 = K_p p_i$ (где $ds/d\delta = K_p$) может превышать в несколько раз жесткость воздушной подушки, определяемой по формуле

$$c_n = n \frac{P_a S^2}{V}$$

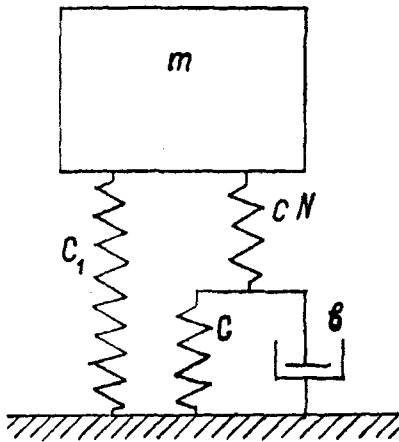


Рис. 2

Рассмотрим схему, приведенную на рис.2, которая является механическим аналогом схемы, представленной на рис.1.

$$\mu = \sqrt{\frac{\left(1 + \gamma \frac{1+N}{N}\right)^2 + 4\beta^2 v^2 \left(1 + \frac{\gamma}{N}\right)^2}{\left[1 + \frac{1+N}{N}(\gamma - v^2)\right]^2 + 4\beta^2 v^2 \left[1 + \frac{1}{N}(\gamma - v^2)\right]^2}}, \quad (8)$$

где $v = \frac{\omega}{\omega_N}$.

В ней дополнительная пружина с жесткостью c_1 расположена между основанием и объектом виброизоляции, параллельно демпфированной пневмопружине.

Введем безразмерный параметр $\gamma = \frac{c_1}{c}$;

кроме того $c = n \frac{P_a S^2}{V_d}$ – жесткость воздушного объема демпферной камеры;

$cN = n \frac{P_a S^2}{V_p}$ – жесткость объема рабочей

камеры; $N = \frac{V_d}{V_p}$ – отношение объемов ка-

мер; $b = 2\beta\omega_N m$ – сопротивление демпфера, эквивалентное сопротивлению ламинарного дросселя; β – относительное демпфирование.

Повторяем ход рассуждений и выкладки, приведенные, например, в [7, 8], для случая $\gamma = 0$:

Повторяем ход рассуждений и выкладки, приведенные, например, в [7, 8], для случая $\gamma = 0$:

$$\omega_0 = \omega_N \sqrt{\gamma + \frac{1}{N+1}}, \quad (3)$$

$$\omega_\infty = \omega_N \sqrt{\gamma + N+1}, \quad (4)$$

$$\omega_N = \sqrt{\frac{c}{m}}, \quad (5)$$

$$\omega_c = \omega_N \sqrt{\frac{2[N/(N+1)+1] + \gamma(N+\gamma)}{N/(N+1) + N + 2\gamma}}, \quad (6)$$

$$\mu_c = \frac{2(1+\gamma)}{N} + 1. \quad (7)$$

Приравняем нулю производную $\frac{d}{d\nu} = \left\{ |\mu(\nu)|^2 \right\} = 0$, для значения $\nu_c = \frac{\omega_c}{\omega_N}$.

Отсюда следует

$$\beta_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{[2(N+1)\gamma + N(N+2)](N+1)}{8(\gamma+N)}}. \quad (9)$$

Из (7) следует, что коэффициент передачи μ_c при положительных значениях γ растет по сравнению со случаем $\gamma=0$ (рис.3, где приведена зависимость минимаксного коэффициента передачи при оптимальном демпфировании μ для различных величин γ). Так, например, для типовых значений параметров $\gamma=3$, характерного для баллонного РКО и $N=4$, $\mu_c=3$ (тогда, как при $\gamma=0$ $\mu_c=1,5$).

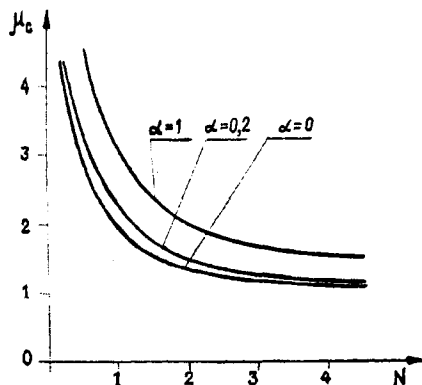


Рис. 3

Проанализируем зависимость максимального коэффициента динамичности μ_c , определяемого по формуле (7) для отрицательных значений γ . Предельным значением величины γ , когда становится нулевой суммарная жесткость корректора и пневмопружины, будет значение

$$\gamma = \frac{N}{1+N}. \quad (10)$$

Максимальный коэффициент передачи при этом равен

$$\mu_c = \frac{2}{N(1+N)} + 1, \quad (11)$$

Введем также в рассмотрение случай $\gamma = -[N(1-\alpha)]/(1+N)$. Тогда

$$\mu_c = \frac{2(1+N\alpha)}{N(N+1)} + 1. \quad (12)$$

На рис.3 показаны значения μ_c для $\alpha = 1$ ($\gamma = 0$), предельный случай (10) и $\alpha = 0,2$.

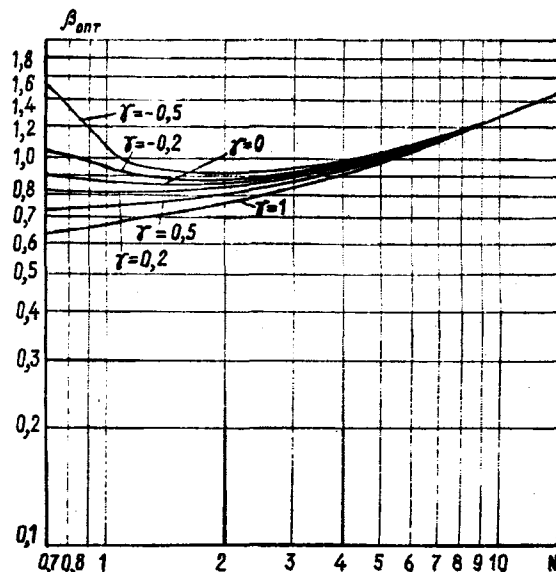


Рис. 4

Графики $\beta_{\text{опт}} = f(N)$, изображенные на рис.4, рассчитаны для значений $\gamma = 0,2$; $\gamma = 0,5$; $\gamma = 1$; $\gamma = -0,2$; $\gamma = -0,5$ дают возможность определить значения оптимального демпфирования для различных γ . Из полученных результатов следует, что при $\gamma > 0$ целесообразно найти дополнительные средства, чтобы свести жесткость s_1 к нулю или сделать ее отрицательной.

Следует отметить, что абсолютная жесткость системы, зависящая от выбора величины жесткости s , может быть сколь угодно велика. Таким образом возможно выбрать необходимое значение μ_c , варьируя N и γ и, зная $\beta_{\text{опт}}$, определить параметры дросселя.

Подбор ламинарного дросселя может быть произведен на основе знания расчетного значения $\beta_{\text{опт}}$. Способы такого расчетного определения приведены в [9].

На Калининской прядильно-ткацкой фабрике им. А.П.Вагжанова проведены испытания пневматических виброизолирующих систем данного класса на пневматических ткацких станках типа Джеттис-180 НБ (число оборотов главного вала станка до 600 мин⁻¹). Результаты замеров уровней виброускорений на рабочих местах от 2-х станков показали снижение вибраций в 4 раза по сравнению с установкой на металлических башмаках.

ВЫВОДЫ

1. Повысить демпфирующее действие пневмопружины с внутренним дросселированием можно за счет параллельного подключения отрицательной жесткости, которая обеспечивает коэффициент передачи на резонансе, близкий к единице, при сохранении в области высоких частот характеристик системы без демпфирования.

2. При испытаниях пневматических виброизолирующих систем данного класса результаты замеров уровней виброускорений на рабочих местах от 2-х станков типа Джеттис-180 НБ (число оборотов главного вала станка до 600 мин⁻¹) показали снижение вибраций в 4 раза по сравнению с установкой станков на металлических башмаках.

1. А.с. СССР №1668773. Виброизолирующая система Кочетова для ткацких станков. – Опул. 1991. Бюл. №29.

2. Кельберт Д.Л. Охрана труда в текстильной промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1990.

3. Корнев Б.И. и др. Влияние пневматических виброизоляторов на некоторые механические и технологические характеристики работы ткацких станков АТПР. – В кн.: Легкая промышленность. Р.Ж.12. Сводный том №1. – М.: ВИНТИ, 1985.

4. Шмаков В.Т., Кочетов О.С., Соловьев А.Д. Виброизоляция технологического стационарного оборудования пневматическими опорами. – В кн.: Методы и средства виброзащиты человека. – М.: ИМАШ АН СССР, 1977.

5. Кочетов О.С. Расчет пассивного пневмовиброизолятора с учетом динамических характеристик тела человека-оператора. // В кн.: Автоматизация научных исследований в области машиноведения. – М.: Наука, 1983. С.146...150.

6. ГОСТ 12.1.012–90. ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности. – М.: Госстандарт, 1991.

7. Cavanouah R.D. Air suspension and servo-controlled isolation systems. In: Shock and vibration handbook/Harris and Crede. –Vol.2. Ch 33, 1961.

8. Балакишин О.Б., Синев А.В., Розенберг Д.Е., Махов В.М. Исследование и расчет активных пневматических виброопор стационарного оборудования // В сб.: Моделирование задач машиноведения на ЭВМ. – М.: Наука, 1976. С.70...84.

9. Кочетов О.С., Сафронов Ю.Г., Синев А.В., Соловьев В.С. Методика реализации пневматической части системы виброзащиты сидений операторов // В сб.: Биомеханика систем человек-машина. – М.: Наука, 1981. С. 102...111.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 04.10.01.

УДК 677.053.33/088.8

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕЦИЗИОННОГО НАМАТЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

А.Ф. ПРОШКОВ

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

Прецизионное наматывающее устройство (ПНУ) состоит из двух механизмов, один из которых сообщает нитеносителю 1 (рис.1-а) вращение с постоянной частотой n_1 , а второй сообщает нитеводителю 3 возвратно-поступательное, качательное

или вращательное движение с частотой n_3 , причем отношение n_1/n_3 сохраняется при формировании паковки постоянным. Это постоянство в существующих ПНУ обеспечивается жесткой кинематической

связью приводных валов нитеносителя 1 и кулачка раскладки 2.

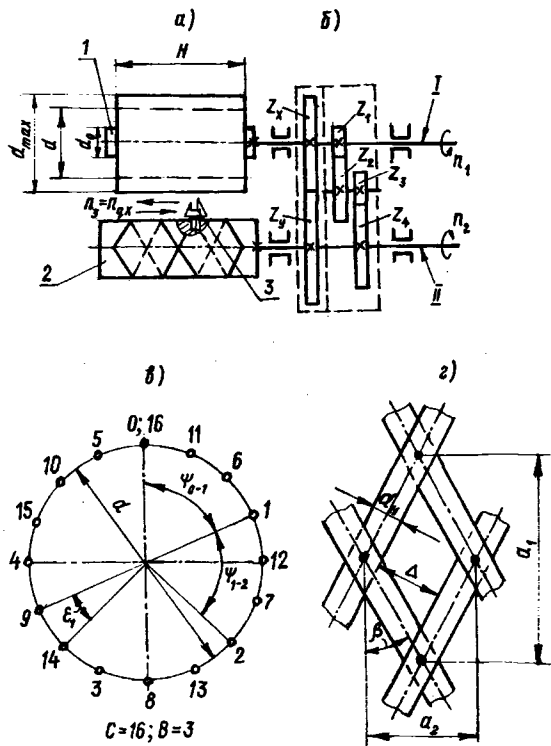


Рис. 1

Обычно жесткая кинематическая связь валов I и II осуществляется зубчатой передачей z_x - z_y , состоящей из одной или нескольких ступеней (рис. 1-б), а в качестве движителя нитеводителя 3 используется одношаговый или многошаговый кулачок раскладки 2 [1].

Структура формируемой паковки с помощью ПНУ зависит от начального угла β_0 раскладки, числа i наматываемых витков за один двойной ход нитеводителя, числа K шагов замкнутого паза кулачка раскладки и размеров H , d_0 , d_{\max} паковки (рис. 1-а).

Одним из основных параметров, существенно влияющих на структуру паковки, является число i .

Из рис. 1-а, б следует, что число

$$i = \frac{n_1}{n_3} = \frac{n_1}{n_2 / K} = \frac{Kz_y}{z_x} = \frac{2H}{h_0} = \frac{2H}{\pi d_0 \operatorname{tg} \beta_0}, \quad (1)$$

откуда находим отношение чисел зубьев шестерен кинематической передачи, обеспечивающей получение заданного числа i :

$$\frac{z_x}{z_y} = \frac{K}{i} = \frac{\pi K d_0 \operatorname{tg} \beta_0}{2H}, \quad (2)$$

где n_1 – частота вращения нитеносителя (тела намотки); n_3 – частота двойных ходов нитеводителя; n_2 – частота вращения кулачка раскладки; $h_0 = \pi d_0 \operatorname{tg} \beta_0 = \pi d \operatorname{tg} \beta$ – шаг витков рассматриваемой прослойки (спирали одного направления).

ПНУ формирует паковки сотовой структуры. За цикл работы ПНУ из нити образуется один слой, состоящий из целого числа m витков, целого числа прослоек (прослойка – это спираль из нити, навитая на тело намотки при движении нитеводителя 3 в одном направлении), целого числа сот.

Представим число i в виде:

$$i = \frac{2H}{\pi d_0 \operatorname{tg} \beta_0} = \frac{Kz_y}{z_x} = A + \frac{B}{C} = \frac{AC + B}{C}, \quad (3)$$

где K , z_y , z_x , A , B , C , $AC + B$ – целые числа; A – целое число витков, намотанных за один двойной ход нитеводителя; B/C – нецелая часть витка, намотанная за то же время; B – целая часть от целого числа C ; $C \geq 1$ – число двойных ходов нитеводителя за цикл работы ПНУ; $AC + B = m$ – число витков в одном слое.

Числа B и C не имеют общих множителей.

Время формирования одного слоя (время, по истечении которого все звенья ПНУ возвращаются в первоначальное положение):

$$t_{\text{ц}} = \frac{AC + B}{n_1} = \frac{m}{n_1}. \quad (4)$$

За каждый двойной ход нитеводителя 3 на торцах тела намотки образуются по одной точке поворота крайних витков, в которых угол раскладки равен нулю.

Угловое расстояние (в градусах или радианах) между предыдущей и последующей точками поворота на одном торце (рис.1-в) равно:

при $1 \leq B < C/2$

$$\psi_{0-1} = \psi_{1-2} = \dots = \frac{360B}{C} = \frac{2\pi B}{C} = \text{const}, \quad (5)$$

при $C/2 < B < C$

$$\begin{aligned} \psi_{0-1} = \psi_{1-2} = \dots &= \frac{360(C-B)}{C} = \\ &= 2\pi\left(1 - \frac{B}{C}\right) = \text{const}. \end{aligned} \quad (6)$$

Угловое расстояние между соседними точками поворота в слое (рис.1-в):

$$\varepsilon_1 = 360/C = 2\pi/C = \text{const}. \quad (7)$$

Длина диагонали ромбовидной соты в слое составляет:

по окружности тела намотки (рис.1-г)

$$\Delta = a_2 \cos \beta - d_n = \frac{\pi d_0 \operatorname{tg} \beta_0}{C \sqrt{1 + \left(\frac{d_0}{d} \operatorname{tg} \beta_0\right)^2}} - 2\sqrt{T/(\pi \rho_n)}, \quad (10)$$

где d_n – приведенный диаметр нити; T и ρ_n – линейная и объемная плотность наматываемой нити.

Угол раскладки β при увеличении диаметра d тела намотки уменьшается по закону

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{d_0 \operatorname{tg} \beta_0}{d}, \quad (11)$$

а зазор Δ и длина a_1 диагонали соты увеличиваются.

Следовательно, при прочих равных условиях плотность тела намотки при увеличении диаметра d уменьшается.

Существенное влияние на плотность паковки оказывает величина угла ψ_{0-1} , зависящая от значений чисел B и C . При $B=1$ и $B=C-1$ последующая точка поворота крайнего витка располагается на минимальном угловом расстоянии $\psi_{0-1} = \varepsilon_1$ от предыдущей точки поворота. В этих случаях плотность формируемой паковки будет максимальной.

При увеличении числа B изменяются схема формирования слоя и параметры по-

$$a_1 = \varepsilon_1 d / 2 = \pi d / C, \quad (8)$$

по оси вращения тела намотки

$$a_2 = \frac{\pi d \operatorname{tg} \beta}{C} = \frac{\pi d_0 \operatorname{tg} \beta_0}{C} = \text{const}, \quad (9)$$

где d – диаметр тела намотки; β – угол раскладки нити.

Следовательно, при увеличении диаметра d тела намотки от d_0 до d_{\max} длина a_1 диагонали соты увеличивается, а длина a_2 второй диагонали соты всех слоев остается постоянной при одинаковом размахе нитеводителя.

Зазор между параллельными витками соты (рис.1-г):

следнего. При наматывании нити, подвергающейся жидкостной отделке в паковке, угол ψ_{0-1} можно брать в пределах $11^\circ \leq \psi_{0-1} \leq 19^\circ$ или $341^\circ \leq \psi_{0-1} \leq 349^\circ$, а искоемое число B находить по формуле: в первом случае

$$B = \frac{C\psi_{0-1}}{360} \equiv \frac{C\psi_{0-1}}{2\pi}, \quad (12)$$

во втором случае

$$B = C\left(1 - \frac{\psi_{0-1}}{360}\right) \equiv C\left(\frac{\psi_{0-1}}{2\pi}\right). \quad (13)$$

Число точек взаимных пересечений намотанных витков в одном слое

$$p = (2C - 1)Ci \approx 2C^2i, \quad (14)$$

а число точек пересечений витков в слое на единице площади его боковой поверхности

$$\sigma = \frac{C^2 i}{\pi d_0 H} \quad (15)$$

Следовательно, чем больше число C , тем меньше размеры a_1 и a_2 соты и однороднее структура слоя.

Используя полученные аналитические зависимости и исходные данные на проек-

$$C = \frac{\pi d_0 \operatorname{tg} \beta_0}{a_2} = \frac{\pi d_0 \sin \beta_0}{d_H} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 0,5}{0,9} = 55,8.$$

Так как число C должно быть целым и не должно иметь общих множителей с числом B , то в первом варианте принима-

$$i = \frac{2H}{\pi d_0 \operatorname{tg} \beta_0} = \frac{2 \cdot 250}{3,14 \cdot 32 \cdot 0,577} = 8,62 \approx 8 + \frac{37}{59} = \frac{509}{59} = A + \frac{B}{C} = \frac{AC + B}{C},$$

где $A=8$; $B=37$; $C=59$; $AC+B=m=509$ витков в слое.

Искомое отношение чисел зубьев шестерен z_x и z_y кинематической передачи между валами I и II:

$$\frac{z_x}{z_y} = \frac{K}{i} = \frac{7 \cdot 59}{509} \approx \frac{59}{73},$$

где $z_x=59$; $z_y=73$.

Плотность формируемого слоя будет максимальной при $B=1$ и при $B=C-1$. При $B=1$ $z_x=413$, $z_y=473$, а при $B=C-1=59-1=58$ $z_x=413$; $z_y=530$ зубьев.

Применив двухступенчатую зубчатую передачу между валами I и II, получим: при $B=1$

$$z_x / z_y = \frac{z_1 z_3}{z_2 z_4} = \frac{413}{473} = \frac{59}{43} \cdot \frac{21}{33},$$

а при $B=58$

$$z_x / z_y = \frac{413}{530} = \frac{59}{53} \cdot \frac{28}{40}.$$

Если угол ψ_{0-1} задан, то число B следует находить по формуле (12) или (13).

тирование (например, $\beta = 30^\circ$; $d_0 = 32$; $d_{\max} = 60$; $H=250$ мм; $\Delta=0$; $a_2 = d_H = 0,9$ мм; $T=650$ г/км; $\rho=1$ г/см³; $K=7$), находим основные параметры ПНУ [2].

Искомое число двойных ходов нитеводителя за цикл работы ПНУ

ем C равным ближайшему простому числу 59.

Число витков, наматываемых за один двойной ход нитеводителя,

Экспериментальные испытания разработанного нами и существующих ПНУ полностью подтвердили корректность аналитических исследований.

ВЫВОДЫ

Использование полученных теоретических зависимостей позволяет спроектировать ПНУ, обеспечивающее формирование паковок с заданной структурой, причем паковки, подвергающиеся впоследствии промывке, крашению, сушке должны состоять из целого числа слоев; однослойные паковки имеют наиболее равномерную структуру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прошков А.Ф. Механизмы раскладки нити. – М.: Легпромбытиздат, 1986.
2. Прошков А.Ф. Расчет и проектирование машин для производства химических волокон. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

Рекомендована кафедрой проектирования машин для производства химических волокон и красильно-отделочного оборудования. Поступила 05.04.02.

СТАТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОСНОВЫ, УТКА И БЕРДА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТКАНОЙ МЕТАЛЛОСЕТКИ

ГАО БИНЬ, В.А.СУРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия,
Чжонъюаньский технологический институт, КНР)

Рассмотрена задача определения силы сопротивления, действующей на бердо со стороны подводимой уточины, и натяжения основы в момент времени, соответствующий переднему положению батана, при формировании сетки полотняного переплетения из металлических монопнитей. Методика решения этой задачи необходима при изучении ряда вопросов механики металлткацкого станка и при разработке САПР батанного механизма.

Поставленную задачу решали, приняв в качестве первоначальных следующие предпосылки:

- подводимая бердом уточина сохраняет прямолинейную форму;
- полную деформацию получает предыдущая (вторая) уточина;
- геометрическая ось нити основы имеет постоянную кривизну в зонах контакта с утком и прямолинейна между этими зонами;
- смятие нитей в зоне контакта несущественно.

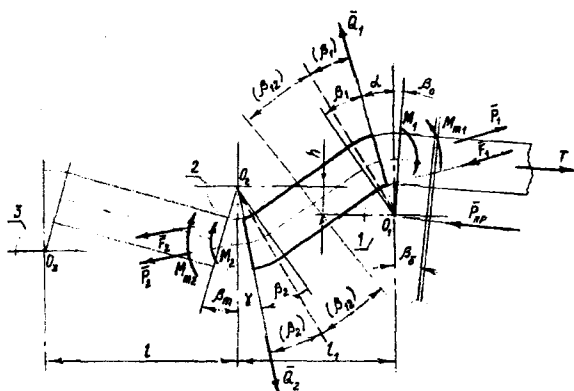


Рис. 1

Принятые первые две предпосылки означают, что при подводе уточины 1 (рис.1) формируется элемент сетки между уточинами 2 и 3. При этом уточина 2 смещается к уточине 3 горизонтальными составляю-

щими сил Q_2 , действующих со стороны нитей основы. Это смещение, как известно, происходит, если величина угла γ будет не менее величины угла трения. В крайнем положении

$$\gamma = \arctg(f),$$

где f – коэффициент трения пары основа-уток.

Одновременно уточина 2 деформируется под действием вертикальных сил Q . Силы Q будем считать известными; детерминируются они по поперечным силам, методика определения которых изложена в [1].

Тогда поперечное усилие Q_2 , действующее в концевом сечении выделенного между первой и второй уточинами элемента основы, составит

$$Q_2 = Q/\sqrt{1+f^2}.$$

Угловая длина β_m линии контакта основы на сформированном элементе сетки определяется из геометрических расчетов по заданным параметрам сетки. Очевидно, что в момент окончания формирования элемента сетки угловая длина β_2 линии контакта основы в зоне уточины 1 и 2 равна

$$\beta_2 = \beta_m + \gamma.$$

Обозначим P_i , M_i – нормальные силы и изгибающие моменты в концевых сечениях элемента основы ($i = 1,2$); α – угловая координата поперечной силы Q_1 в концевом сечении выделенного элемента основы; β_1 – угловая длина линии контакта основы с уточиной 1; β_0 – угловая координата

та сечения схода основы с уточины 1. Величина β_0 определяется по положению ремизных рамок в рассматриваемый момент времени.

Тогда согласно рис.1

$$\begin{aligned}\beta_1 &= (\beta_2 + \gamma + \beta_0)/2, \\ \alpha &= (\beta_2 + \gamma - \beta_0)/2.\end{aligned}$$

Силы Q_i и $Q_i f$ представляют собой приведенные распределенные по длине контакта силы нормального давления и трения. В связи с этим в математическую модель необходимо ввести приведенные моменты M_{mi} распределенных сил. Связь между M_{mi} и Q_i определяется по известному или принятому закону распределения сил взаимодействия между нитями основы и утка.

Нормальные силы и изгибающие моменты в концевых сечениях выделенного элемента основы аналогично [1]:

$$Q_1 = Q_2 \cos(\alpha - \gamma) - P_2 \sin(\alpha - \gamma) - Q_2 f \sin(\alpha - \gamma), \quad (3)$$

$$P_1 = Q_1 f + P_2 \cos(\alpha - \gamma) + Q_2 f \cos(\alpha - \gamma) + Q_2 \sin(\alpha - \gamma). \quad (4)$$

Из суммы моментов всех действующих сил относительно центра O_1 подводимой уточины

$$P_2 = [M_1 + M_2 - M_{m1} + M_{m2} + P_1(r_o + r_y) - Q_2(l_1 \cos \gamma - h \sin \gamma) - Q_2 f(l_1 \sin \gamma + h \cos \gamma - r_o) - Q_1 f r_o] / (l_1 \sin \gamma + h \cos \gamma - r_o - r_y). \quad (5)$$

Уравнения (1...5) содержат семь неизвестных: r_{ni} , P_i , M_i , Q_1 . Следовательно, данная система имеет решение и только одно, которое можно получить численными методами.

Для определения натяжения T основы в зоне опушка – ремизная рамка необходимо рассмотреть равновесие ее соответствующего элемента. Имеем

$$T = Q_1 \sin(\alpha + \beta_0) + (P_1 + Q_1 f) \cos(\alpha + \beta_0). \quad (6)$$

Со стороны основы на подводимую уточину действуют нормальные силы N_1 :

$$P_i = 2r_o^2 \int_0^{\pi} \sigma(\epsilon_i) \sin^2 \varphi d\varphi, \quad (1)$$

$$M_i = 2r_o^3 \int_0^{\pi} \sigma(\epsilon_i) \cos \varphi \sin^2 \varphi d\varphi, \quad (2)$$

$$\epsilon_i = \epsilon_i(r_{si}, r_{ni}, \varphi), \quad i = 1, 2,$$

где r_o – радиус основы; $\sigma(\epsilon_i)$ – зависимость напряжение–деформация материала основы (действительная характеристика); ϵ_i – относительное удлинение слоя нити на координате φ ; r_{si} , r_{ni} – радиусы кривизны геометрической оси и нейтрального слоя нити в i -х концевых сечениях.

Аналогично [1]:

$$\epsilon_i(\varphi) = (r_{si} + r_o \cos \varphi - r_{ni}) / r_{ni}, \quad r_{si} = r_o + r_y.$$

Из геометрической суммы всех действующих на выделенный элемент сил находим

$$\bar{N}_1 = -2\bar{Q}_1$$

и силы трения $\bar{N}_1 f$.

Тогда усилие P_{np} прибора на одну нить верхней ветви зева

$$P_{np} = N_1 \sin(\alpha + \beta_s) + N_1 f \cos(\alpha + \beta_s). \quad (7)$$

Усилие прибора на одну нить нижней ветви зева найдем аналогично.

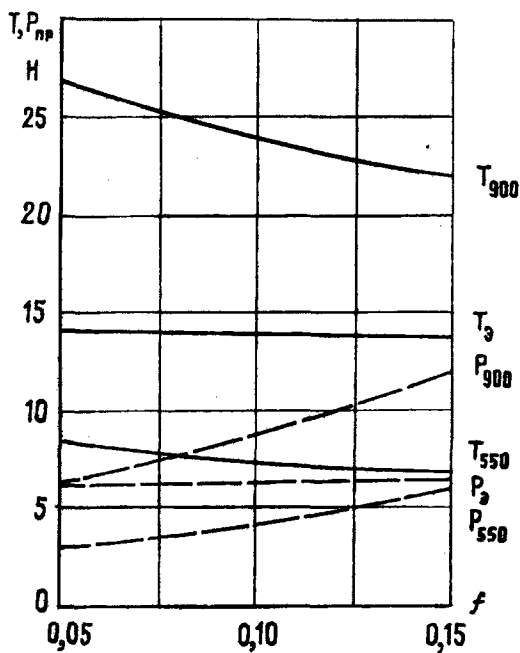


Рис. 2

На рис.2 представлены результаты расчетов усилия P_{np} и натяжения T в пересчете на одну нить основы для сетки 04 из проволоки 1X18H9T диаметром 0,25 мм. Поскольку механические свойства проволоки существенно зависят от технологии ее изготовления, расчет проводился для двух, близких к предельным, вариантам: при пределе прочности при растяжении $\sigma_B = 550$ МПа и при $\sigma_B = 900$ МПа (в справочной литературе для стали 1X18H9T приводятся данные от $\sigma_B = 500$ до $\sigma_B = 950$ МПа).

Согласно приведенным результатам характеристика материала оказывает существенное влияние на требуемое натяжение основы и усилие прибора. На данные величины также влияет коэффициент трения в паре основа-уток, причем замасливание проволоки ведет не только к уменьшению силы прибора, но и к увеличению требуемого натяжения основы.

При необходимости учета деформации подводимой уточины дополнительным условием связи к системе уравнение (1...5) будет служить зависимость высоты h_1 волны геометрической оси утка от поперечной силы Q , которую получим по методике [1]. Задача решается, поскольку для подводимой уточины $Q = Q(Q_1)$ и $h = h(h_1)$. Как

показывают расчеты, прогиб подводимой уточины несколько увеличивает силу прибора и уменьшает требуемое натяжение основы.

Ранее для данной сетки тензометрировалось натяжение основы в зоне навой-скало; снятие характеристики проволоки в задачу не ставилось. По результатам тензометрирования получены значения усилия прибора P_3 и натяжения T_3 основы (рис.2) в зависимости от коэффициентов трения в парах основа-скало и основа-разделительные прутки (влияние этих коэффициентов несущественно). Как видим, экспериментальные значения P_3 и T_3 находятся в пределах теоретических расчетов, то есть предлагаемая методика расчета усилия прибора и натяжения основы в переднем положении батана может быть приемлемой для решения соответствующих задач.

Принятая предпосылка о форме геометрической оси нити основы – частный случай. В более общем случае кривизна оси будет изменяться от конечной величины в сечении схода с уточины до нуля в точке перегиба и обратно до конечной величины в сечении касания со следующей уточиной.

Математическое описание радиуса кривизны геометрической оси нити основы логично принять в виде зависимости, используемой при анализе процесса деформации утка:

$$r_s = \alpha / \beta^n,$$

где $\alpha = (r_o + r_y) \beta_{12}^n$; β_{12} – угловая длина участка основы переменной кривизны (рис.2).

В связи с тем, что в зоне между уточинами на выделенный элемент основы внешних воздействий нет, согласно [2] точка перегиба будет центром симметрии геометрической оси для прилегающих участков. Проецируя ось выделенного элемента на оси системы координат, получаем

$$(d_o + d_y) \sin(\alpha + \beta_1) + 2 \int_0^{\beta_{12}} r_s(\beta) \cos(\beta_{12} + \beta_1 + \alpha - \beta) d\beta = \ell_1,$$

$$(d_o + d_y) \cos(\alpha + \beta_1) - 2 \int_0^{\beta_{12}} r_s(\beta) \sin(\beta_{12} + \beta_1 + \alpha - \beta) d\beta = h.$$

На деформацию выделенного элемента основы будет затрачиваться энергия E :

$$E = \int_0^{\beta_1 + \beta_{12}} 0,5M(\beta) d\beta + \int_0^{\beta_2 + \beta_{12}} 0,5M(\beta) d\beta + 0,5P_1 \varepsilon_s(P_1) \ell_s / (1 + \varepsilon_s(P_1)).$$

длина ℓ_s геометрической оси элемента основы:

$$\ell_s = (r_o + r_y) (\beta_1 + \beta_2) + 2 \int_0^{\beta_{12}} r_s(\beta) d\beta.$$

Остаются справедливыми выражения (1...7).

Если иметь в виду, что на деформацию элемента основы затрачивается минимально возможное количество энергии, то имеющихся зависимостей достаточно для решения поставленной задачи.

ВЫВОДЫ

Представлена методика статического расчета усилия прибора и максимального натяжения основы при изготовлении тка-

ных сеток из металлических мононитей, основанная на использовании действительной характеристики нормальное напряжение – продольная деформация нитей, которая дает результаты, определяющие зону истинных значений. Это позволяет использовать разработанную методику при решении соответствующих задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суров В.А., Гао Бинь. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002. №3. С.85...88.
2. Пономарев С.Д., Бидерман С.А., Лихарев К.К. и др. Расчеты на прочность в машиностроении. – Т.1. – М.: Машгиз. 1956.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 11.10.02.

УДК 621.34:62-50

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ
В АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ
ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ
– СИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ**

Д. П. ПЕТЕЛИН, А. А. МАКАРОВ, Ю. Д. РУМЯНЦЕВ, Е. Л. ПИМЕНОВА

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

При разработке систем частотного управления ТПЧ-СД важной задачей является обеспечение устойчивости процессов. В системе ТПЧ-СД возможны два вида колебательных процессов: самовозбуждение, по своей природе являющееся электромагнитной неустойчивостью при определенном соотношении индуктивного сопротивления статорной обмотки СД и емкостного сопротивления выходного каскада ТПЧ при определенных частотах $\nu = \frac{f}{f_n}$; самораскачивание системы с обратными связями по внутреннему углу поворота ротора θ_p двигателя и его производной.

Важно, чтобы колебательные процессы в системе ТПЧ-СД отсутствовали или были достаточно малыми и быстро затухали. Колебания возникают с большой скоростью нарастания амплитуды в течение нескольких периодов. Самовозбуждение колебательных процессов прекращается, когда в результате насыщения магнитной цепи индуктивные сопротивления СД изменяются таким образом, что нарушаются условия неустойчивости и система ТПЧ-СД переходит в режим автоколебаний из-за нелинейностей, свойственных системе ТПЧ-СД.

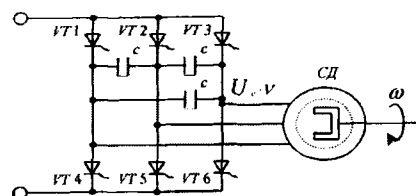


Рис. 1

Возможность самовозбуждения колебательных процессов в системе ТПЧ-СД связана с наличием правых корней в характеристическом уравнении. Условия самовозбуждения колебательных процессов определяются величиной емкостного сопротивления x_c (рис.1), параметрами двигателя x_d , x_q и частотой ν .

Другой вид колебательных процессов в системе проявляется в виде малых колебаний ротора и является самораскачиванием автоматической системы. Эти колебания могут длительно существовать при сохранении условий синхронизма СД и источника питания – ТПЧ. Условия самораскачивания зависят от структуры и параметров системы ТПЧ-СД с обратными связями.

При пренебрежении электромагнитными переходными процессами в статорной обмотке СД из-за их кратковременности упрощенные уравнения СД в соответствии с теорией двух реакций [1,2] в операторной форме запишем в виде:

$$\left. \begin{aligned} u_{dv} &= r i_{dv} + x_{qv} i_{qv}, \\ u_{qv} &= r i_{qv} + e_{dv} - x_{dv} i_{dv}, \\ K\Phi v &= e_{dv} = v e_d, \\ M_{cx} - M &= (e_{dv} - x_{dv} i_{dv}) i_{qv} + (x_{qv} i_{qv}) i_{dv} - M = -J p^2 \theta_p, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где M_{cx} – синхронный электромагнитный момент; M – момент нагрузки; J – момент инерции привода; u_{dv} , u_{qv} – составляющие мгновенных напряжений на статоре при относительной частоте v по продольной оси d и поперечной оси q .

Уравнение движения двигателя можно записать следующим образом [3]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{u_{v0} K\Phi}{Z} \cos(\theta_{p0} + \psi_a) \Delta\theta_p + \\ + \frac{K\Phi}{Z} \sin(\theta_{p0} + \psi_a) \Delta u_v - \Delta M &= -J p^2 \Delta\theta_p, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\text{где } x_{dv} = x_{qv} = x_v; \quad Z = \sqrt{r^2 + x_v^2}; \\ \cos \psi_a = \frac{x_v}{Z}; \quad \operatorname{tg} \psi_a = \frac{Z}{x_v}; \quad K\Phi = e_d.$$

Преобразовав уравнение (2), получим

$$\Delta\theta_p = -\frac{1}{J p^2} (k_1 \Delta\theta_p + k_2 \Delta u_v - \Delta M), \quad (3)$$

$$\text{где } k_1 = \frac{u_{v0} e_d}{Z} \cos(\theta_{p0} + \psi_a);$$

$$k_2 = \frac{e_d}{Z} \sin(\theta_{p0} + \psi_a).$$

При частотном управлении СД по закону $\frac{u_v}{v} = \text{const}$ связь между напряжением u_v и частотой v при малых отклонениях переменных определяется как

$$\Delta u_v = k_3 \Delta v, \quad (4)$$

где k_3 – коэффициент пропорциональности.

Полагая безынерционными измерительные устройства угла θ_p и угловой скорости ротора двигателя, учитывая, что $\Delta v_p = -p \theta_p$, записываем

$$\left. \begin{aligned} \Delta v_{oc1} &= k_4 \Delta\theta_p, \\ \Delta v_{oc2} &= k_5 \Delta v_p = -k_5 p \Delta\theta_p, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где k_4 , k_5 – коэффициенты усиления измерительных устройств.

Структурная схема системы управления СД с постоянными магнитами при малых отклонениях переменных с учетом (5) имеет вид (рис.2-а).

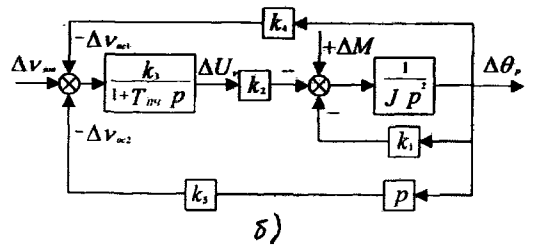
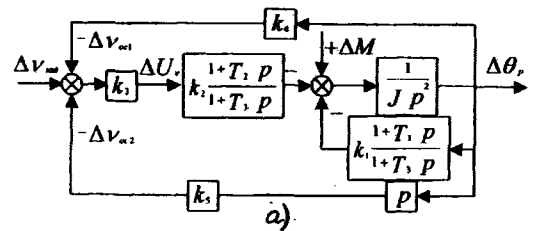


Рис. 2

Так как двойное интегрирующее звено $\frac{1}{J p^2}$ охватывается отрицательной обратной связью оператором $k_1 \frac{1+T_1 p}{1+T_3 p}$, то эффект саморегулирования всегда существует независимо от закона частотного управления двигателем.

Динамика системы ТПЧ-СД в соответствии со структурой рис.2-а описывается уравнением третьего порядка.

Система устойчива, если

$$\left. \begin{aligned} T_1 - T_3 &> 0, \\ T_2 - T_3 &> 0. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

При частотном управлении СД с постоянными магнитами при отсутствии обмотки возбуждения значения параметров $T_1 = 0$, $T_2 = 0$, $T_3 = 0$ и структура системы автоматического частотного управления

$$W_c(p) = \frac{\Delta\theta_p(p)}{\Delta v_{зад}(p)} = \frac{k_2 k_3}{(1 + T_{ПЧ}p)(Jp^2 + k_1) + k_2 k_3 (k_4 + k_5 p)} \quad (7)$$

Характеристическое уравнение системы:

$$a_0 p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3 = 0, \quad (8)$$

где $a_0 = JT_{ПЧ}$; $a_1 = J$; $a_2 = k_1 T_{ПЧ} + k_2 k_3 k_5$; $a_3 = k_1 + k_2 k_3 k_4$.

Устойчивость системы по алгебраическому критерию оценивается неравенствами:

$$a_i > 0; a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0.$$

С учетом выражений (8) имеем

$$\left. \begin{aligned} J(k_1 T_{ПЧ} + k_2 k_3 k_5) - JT_{ПЧ}(k_1 + k_2 k_3 k_4) > 0, \\ Jk_2 k_3 (k_5 - T_{ПЧ} k_4) > 0. \end{aligned} \right\} (9)$$

Значение $Jk_2 k_3 > 0$, поэтому для устойчивости системы необходимо:

$$(k_5 - T_{ПЧ} k_4) > 0. \quad (10)$$

Из условия (10) следует, что чем больше коэффициент обратной связи k_5 по производной угла θ_p и чем меньше постоянная времени ТПЧ $T_{ПЧ}$, тем с большим запасом выполняется условие устойчивости. В случае безынерционного ТПЧ (при $T_{ПЧ} = 0$), условия устойчивости (10) выполняются всегда.

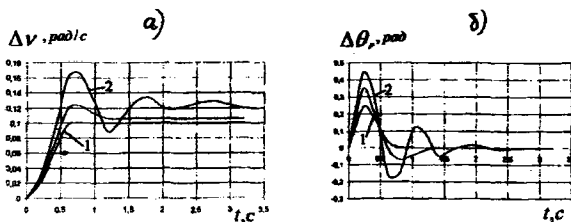


Рис. 3

На рис.3-а, б с помощью компьютерного моделирования структуры (при $T_{ПЧ}=0,04$ с; $J=0,6$ кг·м²) (рис.2-б) изобра-

двигателя с учетом инерционности преобразователя частоты будет иметь вид, представленный на рис.2-б.

Передаточную функцию системы (рис.2-б) запишем в виде:

жены графики переходных процессов $\Delta v(t)$ и $\Delta\theta_p(t)$ при ступенчатом изменении $v_{зад}$ и различных коэффициентах усиления в цепях обратных связей: 1 – при k_{5max} и k_{4min} , 2 – при k_{5min} и k_{4max} .

Как видно из графиков на (рис.3), процессы в системе затухают быстрее всего при минимальных значениях k_4 и максимальных значениях k_5 .

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены колебательные процессы в автоматической системе управления приводом в экструдерно-формующей системе – самовозбуждение и самораскачивание и предложено математическое описание колебательных процессов в приводе данной системы, проведен анализ и определены условия их существования.

2. Установлено влияние обратных связей по углу θ_p и его производной на процессы самораскачивания автоматической системы управления приводом экструдерно-формующей системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горев А.А. Переходные процессы синхронных машин. – М.: Госэнергоиздат, 1950.
2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высшая школа, 1978.
3. Петелин Д.П. Динамика синхронного привода поршневых компрессорных установок. – М.: Машиностроение, 1975.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 11.10.02.

УДК [677.021:533.6]:519:720

**АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА
КАПИЛЛЯРНОГО ВПИТЫВАНИЯ
ПО ТОЛЩИНЕ ТЕКСТИЛЬНОГО ПОЛОТНА ПРИ ЕГО ПРОПИТКЕ**

Е.Е. МЕЗИНА, О.Н. МАХОВ, М.Н. ГЕРАСИМОВ, Ф.Н. ЯСИНСКИЙ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В настоящей статье представлен аппаратно-программный комплекс для определения коэффициентов переноса массы в текстильном материале при его пропитке. Данное исследование является продолжением работы [1], где получены коэффициенты переноса для явления капиллярного впитывания по длине текстильного полотна (в этих опытах текстильный материал одним концом помещался в кювету с пропитывающей жидкостью, которая поднималась вверх по материалу).

Однако для технологических процессов текстильного производства характерно погружение материала в пропитывающую жидкость и заполнение капиллярно-пористой структуры с обеих сторон полотна ткани. Поэтому в описываемом исследовании текстильный материал полностью погружали в пропитывающую жидкость,

что в соответствии с методикой замера позволяло определять закономерности продвижения жидкости по толщине текстильного полотна.

В случае пропитки по длине текстильного материала движение влаги в капиллярно-пористом теле описывается дифференциальным уравнением в декартовых координатах с учетом того, что ткань можно представить как бесконечную пластину:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + v \frac{\partial U}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D(U) \frac{\partial U}{\partial x} + A(U) \frac{\partial^2 U}{\partial t \partial x} \right). \quad (1)$$

Для ткани, погруженной в пропитывающую жидкость, ее движение в капиллярно-пористом теле описывается в полярных координатах следующим образом:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + v \frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial r} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(D(U) \frac{\partial U}{\partial r} + r A(U) \frac{\partial^2 U}{\partial t \partial r} \right), \quad (2)$$

где x – координата по сечению материала; r – текущий радиус заготовки; U – текущее влагосодержание текстильного материала; t – время процесса; D и A – коэффициенты переноса массы; v – скорость поднятия жидкости в капилляре.

Начальные и граничные условия для уравнения (2) имеют вид:

$$U_{r=0} = \varphi(r), \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial r_{r=0}} &= 0, \\ U_{r=R} &= U_0. \end{aligned} \quad (4)$$

Поставленная задача моделирования решена методом конечных разностей по неявной конечно-разностной схеме.

Аппроксимация уравнения (2) в полярной системе координат принимает вид:

$$\begin{aligned} \frac{U_i^{k+1} - U_i^k}{\tau} + \nu \frac{1}{r_i} \frac{U_{i+1}^{k+1} - U_{i-1}^{k+1}}{2h} = \frac{1}{r_i} \frac{1}{h^2} ((r_{i+0.5} D_{i+0.5}^k (U_{i+1}^{k+1} - U_i^k) - \\ - r_{i-0.5} D_{i-0.5}^k (U_i^{k+1} - U_{i-1}^{k+1})) + \frac{1}{\tau} ((r_{i+0.5} A_{i+0.5}^k (U_{i+1}^{k+1} - U_{i-1}^{k+1}) - r_{i-0.5} A_{i-0.5}^k (U_i^{k+1} - U_{i-1}^{k+1}) - \\ - r_{i+0.5} A_{i+0.5}^{k-1} (U_{i+1}^k - U_i^k) + r_{i-0.5} A_{i-0.5}^k (U_i^k - U_{i-1}^k))). \end{aligned} \quad (5)$$

Запись U_i^k означает величину влагосо-
 держания в узле с номером i в момент вре-
 мени k , а N – общее число узлов.

Система уравнений (2...4) решается
 методом прогонки. В предложенной выше
 математической модели предполагается,
 что часть капилляров является тупиковы-
 ми, а другая часть – сквозными. Скорость
 поднятия жидкости по сквозным капилля-
 рам определяется по формуле (6), а по ту-
 пиковым – по формулам (7) и (8):

$$\nu = \frac{\partial \ell}{\partial t} = \frac{r_{\text{кап}}^2}{8\eta \ell} (p - \rho g \ell \sin \alpha), \quad (6)$$

$$\nu = \frac{\partial \ell}{\partial t} = \frac{r_{\text{кап}}^2 \Delta p}{8\eta \ell}, \quad (7)$$

$$\Delta p = p_k + p_0 - p_0 \frac{\ell_0}{\ell_0 - \ell} \rho g \ell, \quad (8)$$

где ℓ_0 – длина капилляра; p_0 – атмосфер-
 ное давление; ℓ – длина заполненного
 жидкостью участка капилляра; ρ – плот-
 ность жидкости; g – ускорение силы тяже-
 сти; η – кинематическая вязкость жидкости;
 α – угол наклона капилляра к горизонту;
 $r_{\text{кап}}$ – радиус капилляра.

Для нахождения значений коэффици-
 ентов переноса массы D и A применен
 один из методов безусловной оптимизации
 – метод наискорейшего спуска. Как пока-
 зывают натурные эксперименты, зависи-
 мости $D(U)$ и $A(U)$ достаточно сложны.
 Поэтому их удобно представить в виде
 сложных сеточных функций. То есть будут
 выделены некоторые значения влагосо-
 держания U_1, U_2, \dots, U_N и будут определе-
 ны соответствующие им значения коэффи-

циентов переноса D_1, D_2, \dots, D_N и $A_1,$
 A_2, \dots, A_N . В этом случае задача сводится к
 отысканию указанных табличных значе-
 ний.

Введем меру близости Q полученного
 численного решения уравнения влагопере-
 носа $U(t^k, x_i)$ действительному значению
 процесса в экспериментальной физической
 установке $\tilde{U}(t^k, x_i)$:

$$Q = \sum_{k=0}^M \sum_{i=0}^N (U(t^k, x_i) - \tilde{U}(t^k, x_i))^2. \quad (9)$$

Эта мера Q используется в качестве це-
 левой функции и задача сводится к оты-
 сканию таких значений коэффициентов
 переноса массы A и D , при которых обес-
 печивается наилучшее приближение чис-
 ленного решения к результатам натурального
 эксперимента. Для решения этой задачи и
 применен метод наискорейшего спуска.
 Поиск прекратится, когда начнет выпол-
 няться условие

$$\sum_i^N \left(\frac{\partial Q}{\partial D_i} \right)^2 < \varepsilon, \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial Q}{\partial A_i} \right)^2 < \varepsilon, \quad (10)$$

где ε – заданная малая величина.

Вначале производится оптимизация по
 коэффициенту D , затем – при найденном
 оптимальном D находим оптимальное зна-
 чение коэффициента A .

Адекватность математической модели
 оценивалась при помощи эксперименталь-
 ной установки, приведенной на рис.1, где

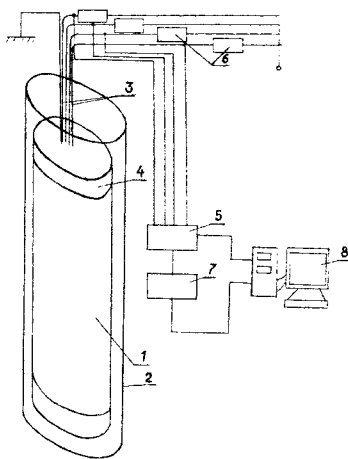


Рис.1

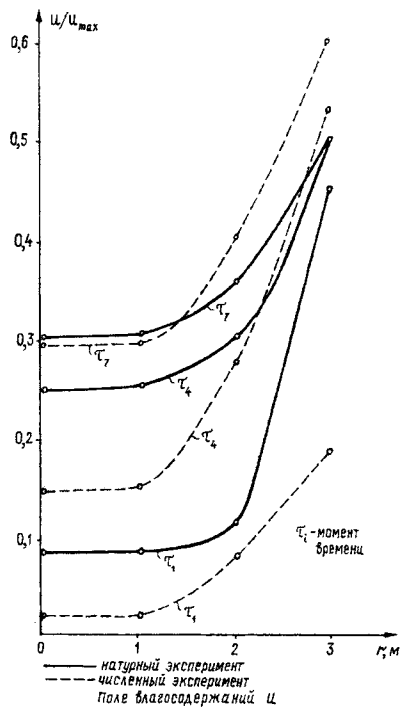


Рис. 2

заготовка из текстильного полотна 1, свернутая в трубочку, опускается в емкость с пропитывающей жидкостью 2. К каждому слою текстильного материала подключены датчики влагосодержаний 3. Каждый датчик через резистор 6 соединен с коммутатором 5. Сигнал от коммутатора поступает в АЦП 7. Коммутатор и АЦП подключены к персональному компьютеру 8. По мере продвижения пропитывающей жидкости по толщине материала значение сопротивления датчиков меняется. Сигнал сначала поступает на коммутатор, затем на АЦП и записывается в память компьютера, где производится математический анализ по описанной выше методике.

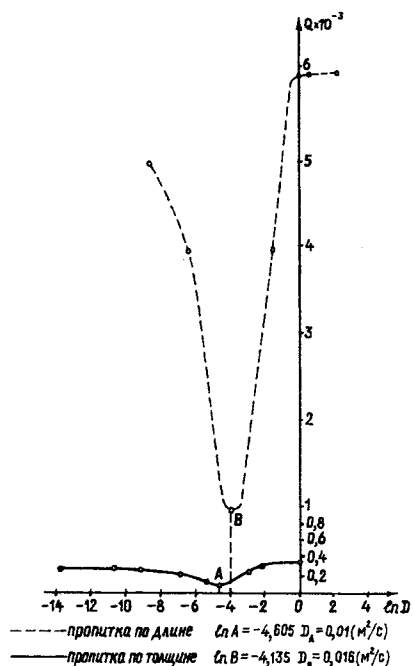


Рис. 3

Результаты натуральных и численных экспериментов приведены на рис.2 (поле влагосодержаний по толщине текстильного полотна) и 3 (зависимость значения целевой функции Q от логарифма коэффициента переноса массы D).

ВЫВОДЫ

В результате проведенных экспериментов установлено, что коэффициенты переноса массы, полученные при пропитке по длине текстильного материала, отличаются от коэффициентов переноса, полученных при пропитке по толщине текстильного материала. Это обстоятельство должно учитываться в дальнейших исследованиях при описании пропитки текстильных полотен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мезина Е.Е. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №5. С.109...113.

Рекомендована кафедрой теплотехники. Поступила 05.06.02.

РАСЧЕТ НА ПЭВМ ЭФФЕКТИВНОСТИ СНИЖЕНИЯ ШУМА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

О.С. КОЧЕТОВ, Б.С. САЖИН, И.Р. ФИРСАЕВ, А.В. ПЕТУХОВА

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

Превышение уровней звукового давления на рабочих местах в цехах текстильных предприятий по сравнению с допустимыми уровнями по санитарным нормам [1] составляет порядка 10...15 дБА. Поэтому поиск оптимальных вариантов применения звукопоглощающих конструкций для конкретных производств текстильной промышленности является особенно актуальным. Использование ПЭВМ при выборе характеристик звукопоглощающих облицовок и штучных звукопоглотителей облегчает задачу поиска оптимальных вариантов их применения.

Специфика размещения и эксплуатации текстильного оборудования заключается в оснащении цехов текстильных предприятий однотипным оборудованием, размещенным с постоянной средней плотностью установки и расстоянием между машинами не более 3 м, что позволяет считать звуковое поле в цехе равномерным. Кроме того, практически все однотипные станки имеют одинаковые уровни звуковой мощности (разница в уровнях не превышает 5 дБ).

При этом следует учитывать, что применение звукопоглощающих облицовок и конструкций целесообразно, если в расчетных точках требуется снижение шума $\Delta L_{\text{тр}}$ не превышает 5...8 дБ. Если $\Delta L_{\text{тр}} > 8$ дБ, то для дополнительного снижения шума на рабочих местах необходимо предусматривать акустические экраны и противозумные средства индивидуальной защиты. Эта специфика позволяет воспользоваться ориентировочным методом расчета уровней звукового давления на рабочих местах в цехе текстильного предприятия [2].

Авторами разработана программа расчета уровней звукового давления по этому методу на ПЭВМ в среде «Excel». Расчет

выполнен для одного из основных цехов текстильной промышленности – прядильного, где установлены резинооплеточные машины типа ОРН-1. Это резинооплеточный цех Московской чулочной фабрики им. Н.Э.Баумана с размерами: $D \times W \times H$ (длина, ширина, высота цеха) = $=11,75 \times 5,75 \times 2,7$ м, в котором установлены 3 резинооплеточные машины типа ОРН-1, имеющие габаритные размеры: длина $l_{\text{max}} = 4,2$ м; ширина $l = 0,6$ м; высота $h = 1,8$ м.

Для определения уровней звуковой мощности машины проводились замеры ее акустических характеристик в цехе согласно требованиям ГОСТа 12.1.028–80 с помощью аппаратуры фирмы Брюль и Кьер (Дания): микрофон 4131, шумомер 2203, октавные фильтры 1613 при режиме работы веретен 9000 об/мин.

Исходными данными для расчета служили: $S_{\text{опр}} = 12 \text{ м}^2$ – площадь оконных и дверных проемов в цехе; $S_{\text{огр}} = 229,6 \text{ м}^2$ – площадь ограждающих поверхностей цеха; $S_{\text{обл}} = 150 \text{ м}^2$ – площадь звукопоглощающей облицовки стен и потолка; $q = 0,044 \text{ шт/м}^2$ – плотность установки станков; $N_{\text{общ}}$ – общее число станков в цехе; $N_{\text{пр}}$ – число простаивающих станков (находящихся в капитальном ремонте или простаивающих по причине отсутствия сырья).

Средний коэффициент звукопоглощения в цехе со звукопоглощающими облицовками и штучными звукопоглотителями рассчитывали по формуле

$$\alpha_{i_1} = \frac{A + \Delta A_{i_1}}{S_{\text{огр}}}, \quad (1)$$

где $A = \alpha(S_{\text{огр}} - S_{\text{обл}})$ – величина звукопоглощения акустически необработанного цеха, м^2 ; α – средний коэффициент зву-

копоглощения для цехов текстильных предприятий до устройства звукопоглощающей облицовки (0,1...0,15); $i = 1, 2, 3$ – число последовательных приближений к выбору максимально достаточной площади ΔA_i дополнительного звукопоглощения в цехе:

$$\Delta A_1 = \alpha_{\text{обл}} S_{\text{обл}}, \quad (2)$$

$$\Delta A_2 = \alpha_{\text{обл}} S_{\text{обл}} + A_{\text{шт}} N_{\text{шт}}, \quad (3)$$

$$\Delta A_3 = \alpha_{\text{обл}} S_{\text{обл. макс}} + A_{\text{шт}} N_{\text{шт. макс}}, \quad (4)$$

где $\alpha_{\text{обл}}$ – коэффициент звукопоглощения облицовки стен и потолка (табл.42 [3]); $A_{\text{шт}}$ – эквивалентная площадь звукопоглощения штучных звукопоглотителей, м^2 (табл.43 [3]); $N_{\text{шт}}$ – количество штучных звукопоглотителей в цехе; $S_{\text{обл. макс}}$ – максимально допустимая площадь звукопоглощающей облицовки с учетом оконных и дверных проемов, а также технологических проходов и колонн, м^2 ; $N_{\text{шт. макс}}$ – максимально допустимое количество штучных звукопоглотителей (с учетом оптимального расстояния между ними $B_{\text{шт}}$).

Затем определяем величину поправки ΔL , дБ в зависимости от расчетного коэффициента звукопоглощения α_1 по табл.1.

Таблица 1

α_1	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
ΔL , дБ	2,5	3,8	4,8	5,8	6,6	7,5

Уровни звукового давления L_2 , дБ в цехе на рабочих местах со звукопоглощающими конструкциями определяли с помощью выражения

$$L_2 = L_1 - \Delta L. \quad (5)$$

При этом, если

$$L_2 \leq L_{\text{доп}}, \quad (6)$$

то расчет заканчивали.

Если $L_2 > L_{\text{доп}}$, то в (1) необходимо подставить значение ΔA_2 , рассчитанное по формуле (3) и для нового значения α_{1-2} определить поправку ΔL по табл.1, а затем по формуле (5) вычислить новое значение

ние L_2 и сравнить его с $L_{\text{доп}}$ и т.д. до $i=3$, пока не будет выполняться условие (6).

Если же с учетом поправки ΔA_3 для данного цеха не выполняется условие (6), то необходимо подобрать для обслуживающего персонала средства индивидуальной защиты (СИЗ) от шума таким образом, чтобы выполнялось неравенство:

$$L_2 - \Delta L_{\text{СИЗ}} \leq L_{\text{доп}}. \quad (7)$$

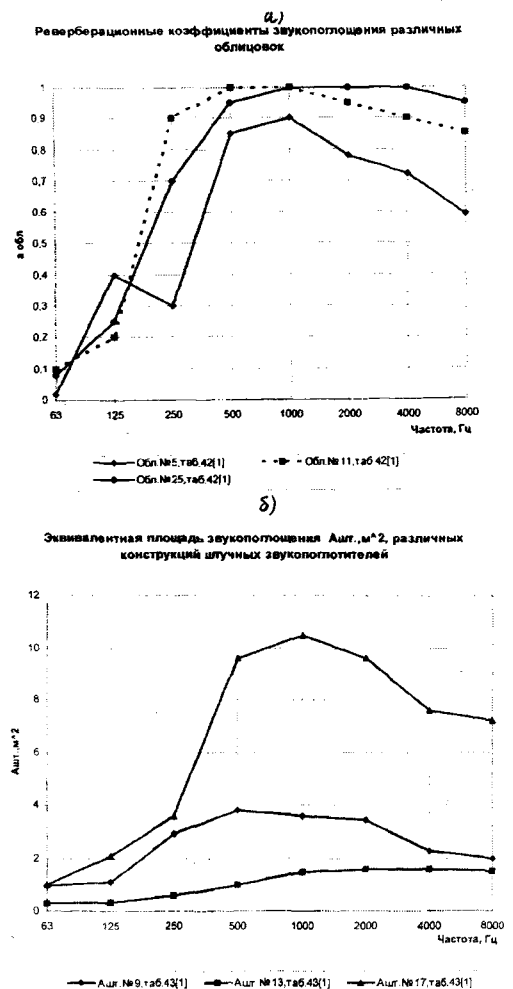


Рис. 1

На рис.1-а,б приведены акустические характеристики ($\alpha_{\text{обл}}$ и $A_{\text{шт}}$) различных конструкций звукопоглощающих облицовок и штучных звукопоглотителей, которые были использованы в машинном эксперименте.

При проведении расчетов на ПЭВМ исследовалась возможность применения (конструктивного размещения) и эффективность снижения шума по вышеизложенному методу с помощью облицовочных звукопоглощающих конструкций (стены и потолки, колонны) отдельно или

В совокупности со штучными звукопоглощающими конструкциями на примере резинооплеточного цеха Московской чулочной фабрики им. Н.Э.Баумана.

При расчете по ориентировочному методу (с учетом плотности установки оборудования q , шт/м²) величины $\alpha_{обл}$ и $A_{шт}$ входят как составные части в величину площади ΔA дополнительного звукопоглощения в цехе, по которой определяется параметр α_1 – средний коэффициент звукопоглощения в цехе со звукопоглощающими облицовками и штучными звукопоглотителями. Причем, чем больше этот коэффициент, тем больше величина поправки ΔL , дБ (табл.1), непосредственно влияющей на уровни звукового давления L_2 , дБ в цехе на рабочих местах со звукопоглощающими конструкциями.

Формула для определения величины площади дополнительного звукопоглощения в цехе $\Delta A_2 = \alpha_{обл} S_{обл} + A_{шт} N_{шт}$ учитывает вклад, вносимый как облицовками, так и штучными звукопоглотителями в зависимости от их количественной оценки, то есть $S_{обл}$ (150 м²) – площади звукопоглощающей облицовки стен и потолка и $N_{шт}$ – количества штучных звукопоглотителей в цехе. Для рассматриваемых условий размещения оконных и дверных проемов и оборудования (три станка модели ОРН-1) в цехе величина $S_{обл}$ является постоянной и максимальной (технически достижимой).

Исследования возможности как раздельного применения в цехе этих конструкций, так и совместного проводили в три этапа.

Первый этап исследования заключался в возможности применения в указанном ранее цехе чулочной фабрики в качестве средств снижения шума только облицовочных звукопоглощающих конструкций, то есть без применения штучных подвесных звукопоглотителей ($N_{шт} = 0$), причем при расчетах варьировались акустические характеристики ($\alpha_{обл}$) различных конструкций звукопоглощающих облицовок.

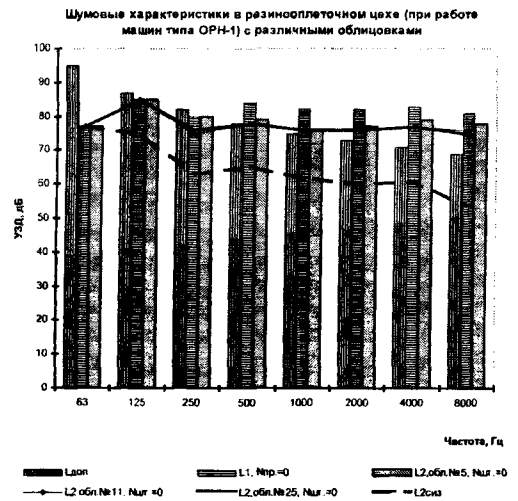


Рис. 2

На рис.2 приведена гистограмма, отображающая эффективность применения звукопоглощающих облицовок № 5,11,25 [3] в названном цехе упомянутой выше фабрики при $N_{пр} = 0$ (работают все станки) и $N_{шт} = 0$, то есть рассматривается эффективность снижения шума только звукопоглощающими облицовками. Из представленных результатов расчета можно сделать вывод о том, что при равных условиях размещения в цехе наиболее эффективными являются облицовки № 11 и № 25 (на рис.2 эти кривые практически совпадают), при этом облицовка № 5 уступает этим конструкциям в широком спектре частот на 3...5 дБ.

Второй этап исследования заключался в возможности применения в указанном ранее цехе в качестве средств снижения шума только штучных подвесных звукопоглотителей, то есть без применения облицовок ($\alpha_{обл} = 0$), причем при расчетах варьировались как акустические параметры штучных звукопоглотителей под № 1,9,13,17 [3], так и их количество $N_{шт}$.

Анализируя результаты расчетов на ПЭВМ, можно сделать вывод о том, что применение некоторых конструкций штучных звукопоглотителей в малом количестве еще не приводит к снижению шума в цехе, и, наоборот, чрезмерное их увеличение свыше какого-то числа (оптима) уже не приводит к дальнейшему снижению шума. Так, например, использование конструкции $A_{шт}$ №17 в количест-

ве $N_{шт} = 6$ не приводит к снижению шума в цехе (рис.3), а в количестве 9 шт приводит к снижению шума в полосе частот 500...2000 Гц на 3 дБ; 12 шт – в полосе частот 500...8000 Гц на 3...5 дБ; 15 шт – в полосе частот 500...8000 Гц на 5...6 дБ, а 24 шт – в полосе частот 250...8000 Гц на 6...8 дБ (рис.3).

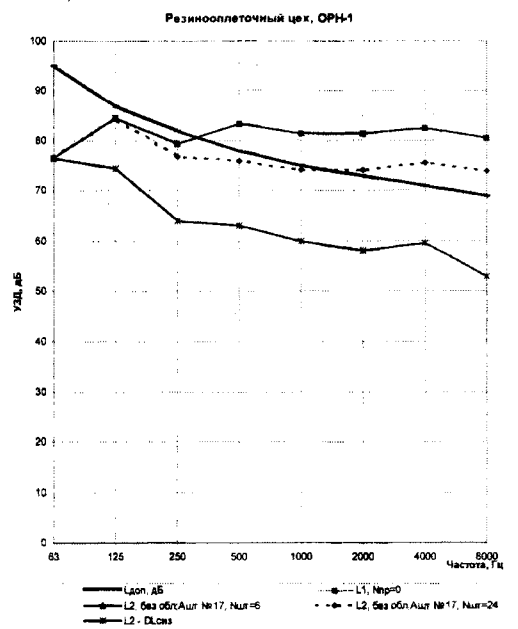


Рис. 3

Использование конструкции А_{шт} №1 в количестве $N_{шт} =$ до 65 не приводит к снижению шума в цехе, а в количестве 150 шт приводит к снижению шума в полосе частот 250...8000 Гц на 3...7 дБ.

Использование конструкции А_{шт} №9 в количестве $N_{шт} = 15$ не приводит к снижению шума в цехе, а в количестве 30 шт приводит к снижению шума в полосе частот 250...2000 Гц на 3...4 дБ; 45 шт – в полосе частот 250...8000 Гц на 3...6 дБ; 90 шт – во всей полосе частот 63...8000 Гц на 3...8 дБ, а дальнейшее увеличение $N_{шт}$ до 150 и 1500 приводит по сравнению с $N_{шт} = 90$ лишь к незначительному снижению шума в низкочастотной области 63...125 Гц соответственно на 2,5...3 дБ и 1,3...2,2 дБ, где нет превышения допустимых норм.

Следовательно, для конструкции А_{шт} №9 оптимальным для данного цеха будет количество $N_{шт} = 90$, а для конструкции №17 – $N_{шт} = 24$. Следует отметить, что

применение конструкции А_{шт} №17 в количестве $N_{шт} = 24$ при работе одного станка в цехе ($N_{пр} = 2$) приводит к снижению шума до уровня санитарных норм (рис.4).

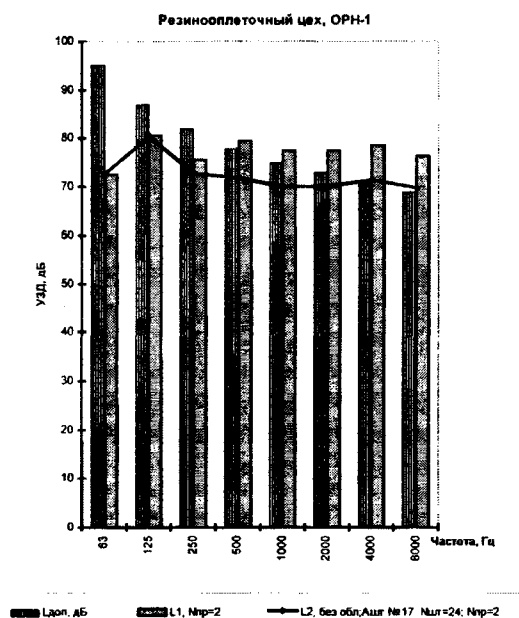


Рис. 4

Третий этап исследования заключался в возможности применения в резинооплеточном цехе в качестве средств снижения шума комбинированного варианта, то есть совместного применения штучных подвесных звукопоглотителей и звукопоглощающих облицовок ($\alpha_{обл}$ № 25), причем при расчетах варьировались как акустические параметры штучных звукопоглотителей под № 9,13,17 [3], так и их количество $N_{шт}$.

Анализируя результаты расчетов на ПЭВМ, можно сделать вывод о том, что при $N_{пр} = 0$ (работают все станки) и $\alpha_{обл}$ №25 перебор различных сочетаний характеристик и количества штучных звукопоглотителей практически не влияет на величину L_2 ; отличие имеет место только в низкочастотной области 63...250 Гц и составляет порядка 3...7 дБ.

Величина $N_{пр}$ существенно влияет как на величину L_1 , так и на величину L_2 , причем при увеличении $N_{пр}$ (уменьшении количества работающих станков в цехе) можно подобрать такое сочетание параметров облицовки и штучных поглотите-

лей, что уровни звукового давления на рабочем месте будут соответствовать допустимым санитарно-гигиеническим нормам [1].

Экспериментальная проверка результатов расчета подтвердила регламентированную погрешность ориентировочного метода, которая находится в пределах 2 дБ [2].

ВЫВОДЫ

1. На базе ориентировочного метода определения уровней звукового давления в производственных помещениях разработана программа расчета на ПЭВМ эффективности снижения шума в цехах текстильной промышленности с использованием звукопоглощающих конструкций.

2. Разработанная программа позволяет осуществлять оптимальный подбор параметров звукопоглощающих конструкций с учетом реального спектра шума в производственных цехах.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.003–83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Госстандарт, 1984.
2. Кочетов О.С. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, № 2. С.106...111.
3. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения в промышленных зданиях. – М.: Стройиздат, 1982.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 28.03.02.

УДК 677.02:004.8

СИСТЕМА АРХИВАЦИИ И АНАЛИЗА МНОГОФАКТОРНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

А.В.ГРАЧЕВ, Р.Е.ИСАНЧУРИН

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

Один из распространенных методов анализа текстильных технологических процессов и систем основан на проведении многофакторного эксперимента с последующим получением адекватных полиномиальных регрессионных моделей [1]. Получение таких моделей и их дальнейшее использование требуют от технолога целого комплекса знаний:

– технологических (структура объекта, представление о происходящих в нем процессах, представление о факторах, оказывающих влияние на процесс, критериях для оценки эффективности работы объекта и т.д.);

– знаний о планировании и обработке многофакторных экспериментов (выбор и составление плана эксперимента, алгоритмы обработки эксперимента для получения адекватной математической модели);

– знаний о способах анализа моделей.

Качественное освоение специалистом этих разновидностей знаний требует длительного периода обучения. Задача осложняется еще и тем, что данные типы знаний в значительной степени имеют сложную алгоритмическую структуру, подразумевают умение работы в математических системах общего типа, которые не являются технологически ориентированными. При этом заметим, что на настоящий момент накоплено большое число регрессионных моделей, в которых сосредоточена технологическая информация, но их использование другими исследователями зачастую проблематично по причине непол-

ноты информации об условиях проведения эксперимента.

Эти недостатки можно устранить за счет создания специализированной технологически ориентированной гибкой и наглядной программной системы. Развитие компьютерных технологий на сегодняшний день позволяет комплексно моделировать интеллектуальный процесс технолога-исследователя, делая его доступным для технолога-практика и более эффективным для самого технолога-исследователя.

Рассматриваемая ниже программная система АРТЕКС моделирует [2]: технологические знания и знания о методах анализа полиномиальных регрессионных моделей.

Технологические знания сохраняются в базе данных в виде следующей структуры:

1) общая информация о технологическом объекте и эксперименте (область технологии, вид эксперимента, информация об авторах эксперимента и др.);

2) характеристики технологического объекта (название, марка, графические образы, экспертная информация об объекте и его работе, перерабатываемое сырье, режимы, примеры заправки оборудования, типовые факторы и критерии и т.п.);

3) параметры эксперимента (критерии, факторы и интервалы их варьирования, фиксированные параметры объекта в эксперименте);

4) математическая модель;

5) дополнительные сведения.

Анализ моделей. Этап анализа моделей включает анализ корреляции критериев,

многовариантную оптимизацию, исследование оптимизационной задачи на чувствительность к параметрам задачи.

Современному технологу необходимо иметь возможность формулирования различных технологически обоснованных вариантов оптимизационных задач, сравнивать полученные решения между собой, оценивать чувствительность оптимальных решений при возможном отклонении параметров модели или оптимизационной задачи. Такая стратегия анализа соответствует требованию технологической многовариантности. Она реализована в системе АРТЕКС.

Работа с компьютерной системой АРТЕКС осуществляется следующим образом. При входе в систему технолог мо-

жет выбрать два основных режима работы: работа с архивом или анализ моделей.

Работа в архиве может быть реализована в двух режимах: заполнение архива и непосредственная работа с архивом. Заполнение архива осуществляется в соответствии со структурой, предложенной выше. В режиме «работа» реализуется поиск интересующего исследователя объекта, эксперимента, осуществляется просмотр объекта, условий проведения эксперимента, факторов, критериев, матрицы коэффициентов моделей. Есть возможность работы с базой данных технологических объектов вне контекста конкретного эксперимента. Матрица коэффициентов моделей при желании пользователя может быть скорректирована.

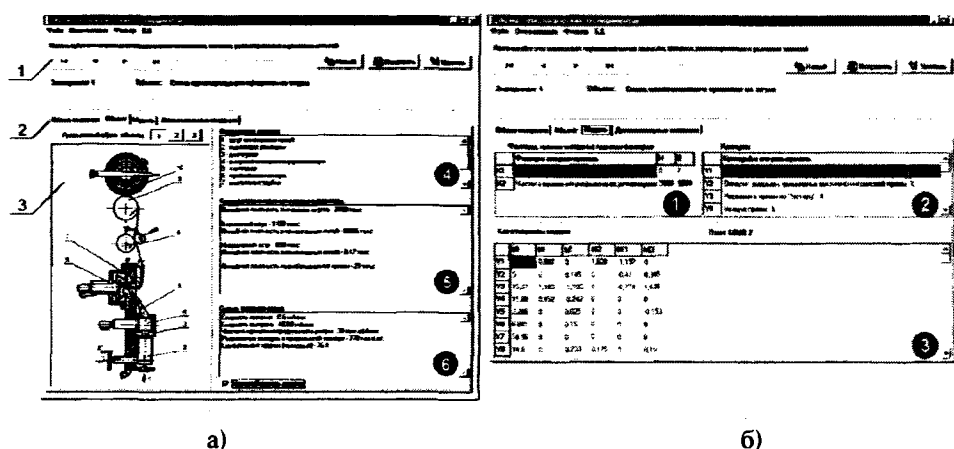


Рис. 1

Информационные поля архива отражают разнообразную информацию о технологической области, объекте экспериментирования с использованием графических образов технологического объекта и технологических зон, способах организации эксперимента и т.д. (рис.1-а,б).

На рис.1-а показана форма просмотра текущей записи в системе АРТЕКС. Группа кнопок 1 позволяет пользователю передвигаться по записям базы данных, добавлять, корректировать и удалять записи. Закладки 2 выводят на экран сведения об эксперименте. Закладка «Объект» (рис.1-а) содержит: графический образ объекта 3, пояснения к рисунку 4, конструктивно-кинематические параметры объекта 5, све-

дения 6 об использованном сырье и внешних условиях проведения эксперимента.

На рис.1-б отображено содержание закладки «Модель», включающей в себя информацию о факторах, интервалах их варьирования 1, критериях 2, модели 3 и плане эксперимента.

После завершения работы в архиве пользователь получает возможность работы в режиме анализа модели.

Анализ корреляции критериев можно использовать для предварительного выбора критериев при формулировке технологических оптимизационных задач. Программа позволяет определить матрицу

корреляции критериев и отобразить корреляционное поле для выбранных критериев.

Многовариантная оптимизация реализуется по трем направлениям.

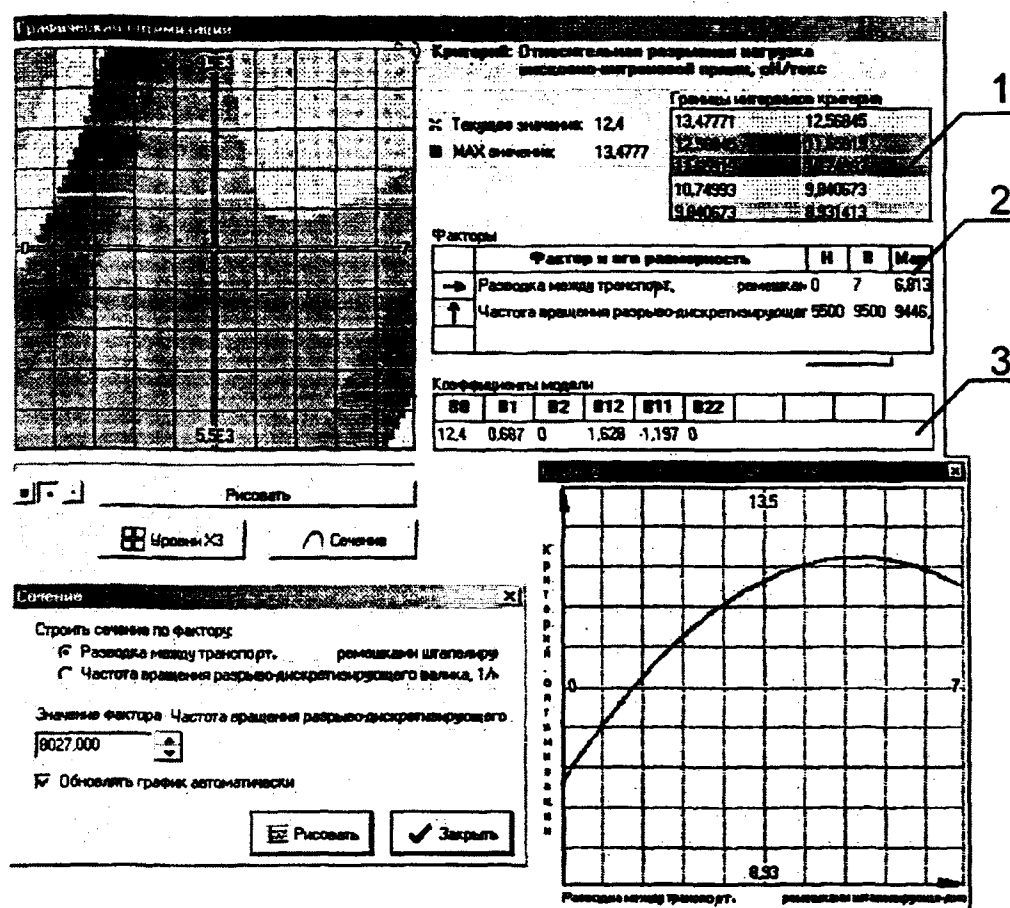


Рис. 2

На рис. 2. изображен вид формы для графического анализа модели, который возможен в случае, когда число факторов в модели не превышает 3-х. Программа предлагает выбрать критерий оптимизации, тип оптимума для выбранного критерия, наименее подвижный технологический фактор, а также запрашивает возможное фиксированное значение выбранного фактора. На экран выводится сечение поверхности отклика, которое может быть представлено в двух формах: цветные коды областей близких значений целевой функции и линии равного уровня, числовые значения границ интервалов областей близких значений 1.

В табличном виде представляются коэффициенты модели 3, что облегчает возможность их «горячего» редактирования. Выводятся также оптимальные значения

технологического критерия и факторов, что позволяет определить оптимальные параметры заправки оборудования для данного варианта формулировки оптимизационной задачи. На форме поясняется физический смысл факторов, выводятся интервалы их изменения при графическом решении оптимизационной задачи 2.

Для более подробного изучения оптимальной области предусмотрена возможность динамического сужения интервалов варьирования как в таблице факторов (численно), так и непосредственно на сечении поверхности отклика (визуально). Результаты могут быть выведены на печать. Программа позволяет технологу вычислять значения отклика для интересующих его точек, а также более детально просматривать области оптимизации.

При численной многовариантной оптимизации технологу предлагаются два варианта наиболее распространенных формулировок оптимизационных задач [3]: оптимизация с использованием нормиро-

ванного аддитивного критерия и оптимизация с выбором главного критерия при ограничениях в виде неравенств на другие критерии.

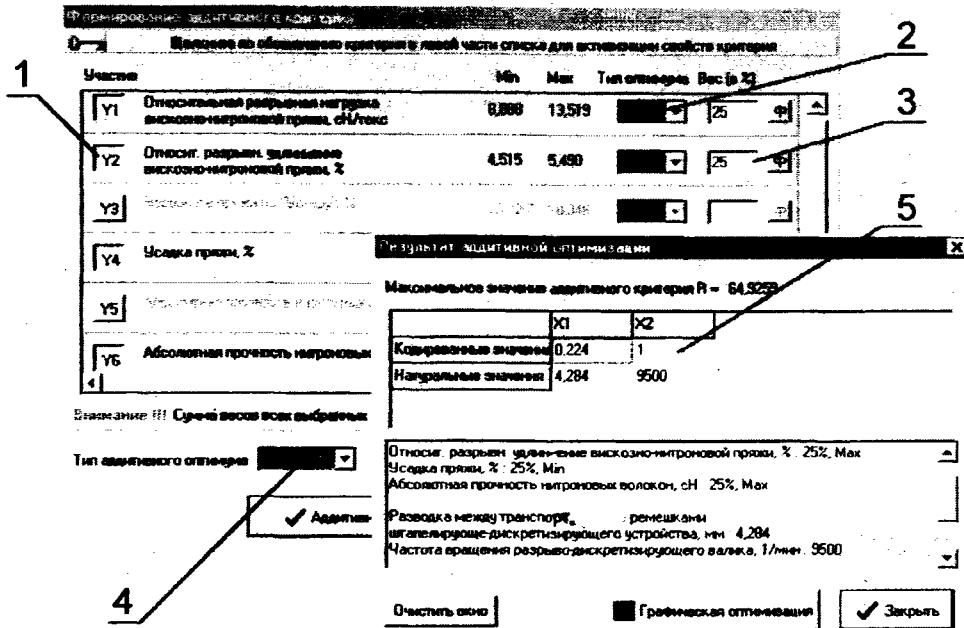


Рис. 3

Форма получения аддитивного оптимизационного критерия представлена на рис. 3. Пользователю предлагается выбрать частные критерии, участвующие в аддитивном критерии (группа кнопок 1), задать тип оптимума для каждого из критериев 2 и тип аддитивного критерия 4, вес нормированных критериев при составлении аддитивного критерия 3. Нижняя форма представляет результаты аддитивной оптимизации в виде оптимальных значений для каждого фактора в кодированном и натуральном виде 5.

Результаты оптимизации могут быть записаны в архив и выведены в окно результатов при следующей работе с экспериментом. Также существует возможность перехода в режим графической оптимизации (в случае 2 или 3 факторов) для визуализации поверхности отклика аддитивного критерия. Ко всем возможностям графической оптимизации добавляется возможность динамического изменения весов частных критериев.

При выборе одного из критериев в качестве главного формулируется задача условной оптимизации. Указывается тип оптимума главного критерия, для остальных критериев задаются граничные значения из интервала допустимых значений данного критерия. Результатами оптимизации являются значения главного критерия, значения факторов в оптимальной точке в кодированном и натуральном виде, а также значения ограничивающих критериев.

Параметры, задаваемые в ходе формулировки условной оптимизационной задачи, не всегда определены достаточно четко. Поэтому представляет интерес оценка чувствительности оптимального значения главного критерия к вариации параметров ограничений относительно их базового значения. В результате формируется матрица чувствительности оптимальных значений критериев к вариации параметров ограничений. При помощи системы АРТЕКС удобно также решать задачу параметрической оптимизации.

ВЫВОДЫ

1. Разработана программная система архивации и анализа многофакторных текстильных технологических экспериментов, позволяющая сохранять условия проведения технологических экспериментов, полиномиальные регрессионные модели, а также определять корреляцию между технологическими критериями, проводить гибкую многовариантную оптимизацию технологического объекта, исследовать оптимальное решение на чувствительность к параметрам оптимизационной задачи.

2. Систему можно использовать для хранения и анализа технологических экспериментов при научных исследованиях и

в компьютерных информационно-обучающих комплексах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследований механико-технологических процессов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

2. Грачев А.В., Исанчурин Р.Е. Система архивации и анализа многофакторных текстильных технологических экспериментов. Информационно-библиотечный фонд Российской Федерации. Регистрационный номер № 50200100444, 2001.

3. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 23.05.02.

УДК 677.02:004.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ АРХИВАЦИИ И АНАЛИЗА МНОГОФАКТОРНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

А.В.ГРАЧЕВ, Р.Е.ИСАНЧУРИН

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

В развитие [1] рассмотрим практическое применение системы АРТЕКС с учетом ее использования для решения параметрической технологической оптимизационной задачи. Работу системы продемонстрируем на основе моделей, полученных в [2] для гребнечесальной машины.

В [2] проведена аддитивная оптимизация и получено 4 варианта оптимальных решений с учетом конкретных конструктивных особенностей гребнечесальной машины. Предусмотреть все возможные формулировки оптимизационной задачи, которые могут возникнуть у технолога, трудно, поэтому целесообразно сформировать информационную среду, работая в которой, технолог видел бы структуру возможных формулировок оптимизацион-

ных задач и имел возможность выбора способа их решения. Система АРТЕКС предоставляет пользователю такую возможность.

На рис.1 показано представление исходных данных в системе АРТЕКС. Здесь 1 – список факторов с указанием уровней их варьирования; 2 – список критериев; 3 – матрица коэффициентов многофакторных моделей.

На рис. 2 представлен вариант анализа корреляционных связей между технологическими критериями, рассчитанных на основе регрессионных моделей. Кроме матрицы коэффициентов корреляции предусмотрена возможность графического отображения корреляционной связи между выбранными критериями.

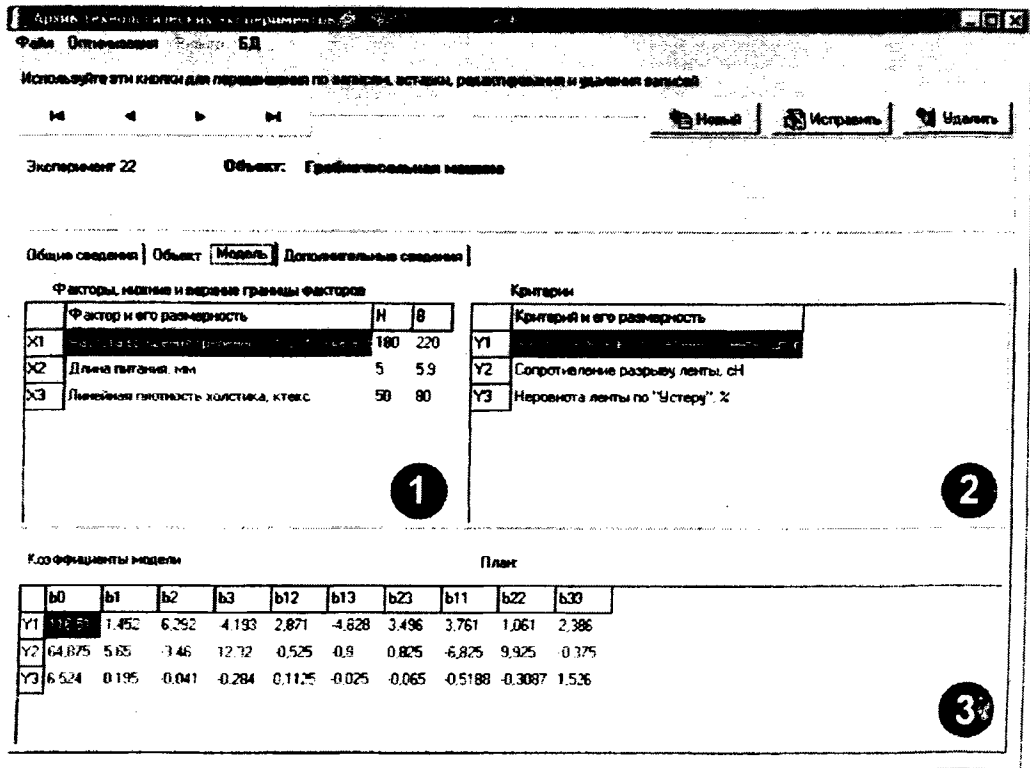


Рис. 1

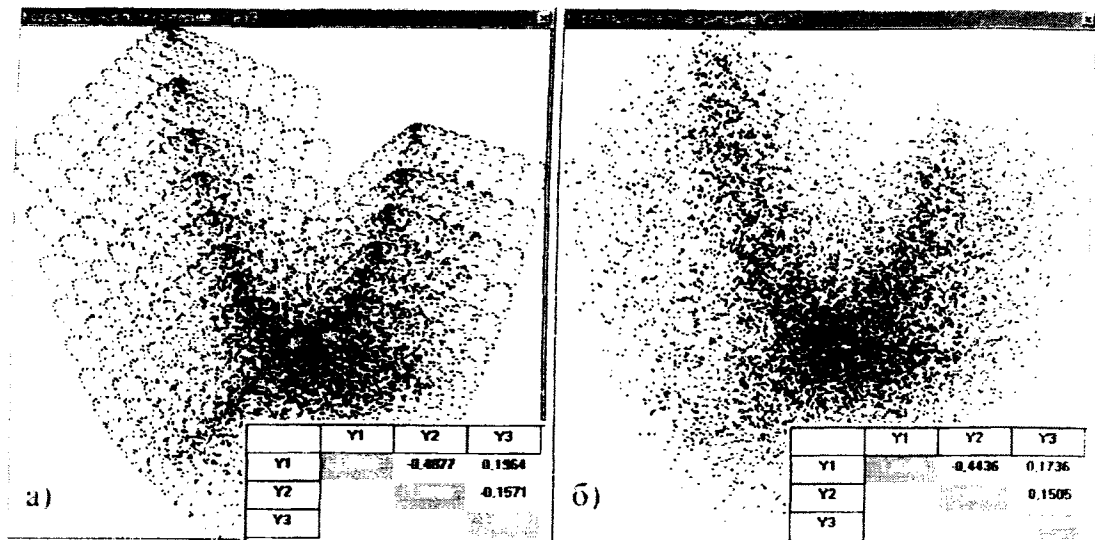


Рис. 2

На рис. 2-а изображено корреляционное поле для критериев Y_2 (сопротивление разрыву ленты) и Y_3 (неровнота ленты по Устеру). Несмотря на малое значение коэффициента корреляции ($-0,157$) на корреляционном

поле просматривается специфический характер связи между критериями Y_2 и Y_3 .

Поскольку сами коэффициенты модели являются случайными величинами, в

АРТЕКС предусмотрена возможность учета случайных нормальных отклонений коэффициентов от базовых значений, что позволяет изучать характер влияния ошибок коэффициентов на корреляционные связи.

Результат построения корреляционного поля для критериев Y_2 и Y_3 с 2%-ным отклонением от базового уровня представлен на рис. 2-б. Как видно, матрица коэффициентов корреляции почти не изменяется, однако корреляционные связи становятся менее четкими.

Таким образом, быстрый расчет корреляционной матрицы с отражением корреляционных полей позволяет легко отобрать критерии для формулировок вариантов оптимизационных задач. Малые значения коэффициентов корреляции позволяют сделать вывод о том, что в формулировках оптимизационных задач следует учитывать все критерии.

Дальнейшая работа в АРТЕКС позволяет по-разному сформулировать оптимизационную задачу для данных критериев. Так, существует возможность решения задачи аддитивной оптимизации, аналогичной рассмотренной в [2]. Преимущество решения задачи в системе АРТЕКС состоит в том, что формулировка и решение задачи занимают очень мало времени. Это дает возможность технологу сосредоточить свое внимание на технологическом результате, а не на процессе решения задачи, чего не удастся достичь при решении задачи без использования системы.

Кроме того, возникает возможность перейти к многократному решению оптимизационной задачи при изменении параметра, что приводит к возможности постановки параметрической оптимизационной задачи.

Для рассматриваемого примера задача аддитивной оптимизации решалась 8 раз. В качестве параметра оптимизационной задачи принимался процент C_1 участия нормированного критерия для Y_1 (число узелков в 1г прочеса). Величина C_1 изменялась от 20 до 80%; остальным критериям присваивались равные доли, дополняющие долю первого критерия до 100%.

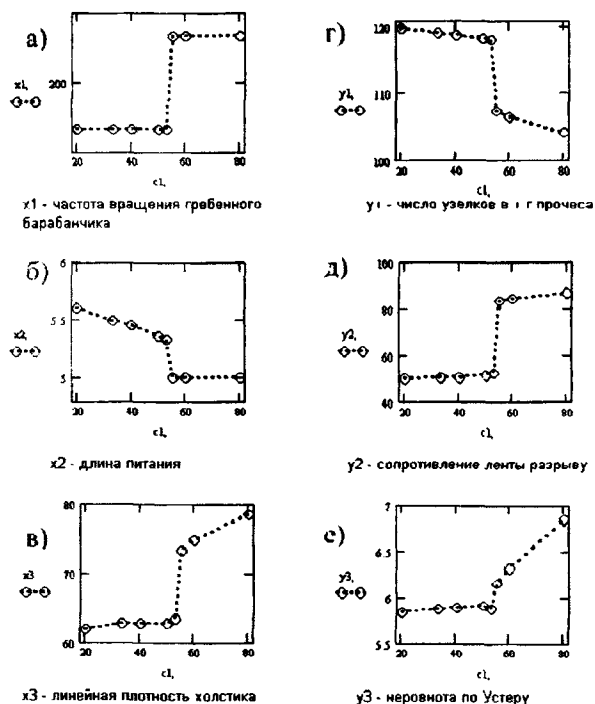


Рис. 3

По результатам решения задачи на рис. 3 приведены графики изменения оптимальных значений факторов и критериев. Из графиков следует, что множество оптимальных значений критериев и факторов можно разделить на две области: первая ограничена значениями весового коэффициента от 20 до 53%; вторая – от 53 до 80%.

Если в качестве приоритетного критерия выбирается качество прочеса, то параметры заправки X_1 , X_2 , X_3 (рис.3-а, б, в) должны выбираться из второй области. Если же приоритет для технолога смещается в направлении распрямленности, ориентации волокон, неровноты ленты по Устеру, то оптимальные параметры заправки выбираются из первой области.

Таким образом, при параметрической оптимизации технолог не ограничивается определением точечных оптимальных значений, а получает функцию оптимальных решений в зависимости от выбранного параметра оптимизационной задачи. Это даст возможность осуществлять выбор конкретного оптимального значения параметров заправки оборудования при быстро изменяющихся технологических требованиях.

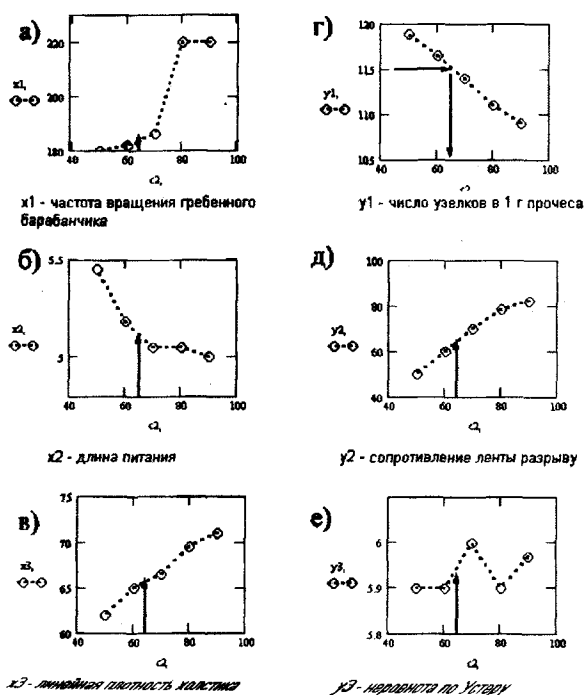


Рис. 4

При формулировке оптимизационной задачи с выбором главного критерия может быть использован аналогичный подход. На рис. 4 приведены графики оптимальных параметров заправки и оптимальных значений критериев для следующей оптимизационной задачи:

$$\begin{aligned}
 Y_1(X_1, X_2, X_3) &\rightarrow \min, \\
 Y_2(X_1, X_2, X_3) &\leq C_2, \\
 Y_3(X_1, X_2, X_3) &\leq 6, \\
 X_i \text{ inf} &\leq X_i \leq X_i \text{ sup},
 \end{aligned}$$

где $i = 1 \dots 3$; $X_i \text{ inf}, X_i \text{ sup}$ – соответственно нижние и верхние значения факторов.

Параметр C_2 изменялся в диапазоне от 50 до 90. Как видно, характер графиков, приведенных на рис. 4, отличается от графиков на рис. 3. Большинство графиков носит монотонный характер. Пример использования этих графиков для определения оптимальных параметров показан на рис. 4. Так, если технолога устраивает оптимальное значение критерия Y_1 (число узлов), равное 115, то по графику на рис. 4-г он находит значение параметра $C_2=65$, а затем исходя из этого значения по графикам на рис. 4-а, б, в находит оптимальные параметры заправки; также мож-

но найти значения критериев для этого случая (рис. 4-д, е).

Следовательно, при использовании системы АРТЕКС возникает новая возможность более гибкого определения оптимальных параметров заправки технологического объекта путем быстрой формулировки и решения разных вариантов оптимизационных задач, перехода к исследованию на чувствительность оптимального решения, а также решения параметрических оптимизационных задач при визуализации результатов в виде функций оптимальных решений.

ВЫВОДЫ

1. На примере анализа оптимизации работы гребенчатальной машины показано, что разработанная программная система позволяет инженеру-технологу проводить экспрессное, комплексное и гибкое исследование технологического объекта с целью определения оптимальных параметров работы технологического объекта.
2. Программная система АРТЕКС дает возможность на основе многофакторных моделей формулировать и решать параметрические оптимизационные задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грачев А.В., Исанчури Р.Е. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002. №4, 5.
2. Севостьянов А.Г., Иванова Н.Г. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996. №5. С.23...27.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 23.05.02.

УДК 677.054

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПАТРОНИРОВАНИЯ ЖАККАРДОВЫХ ТКАНЕЙ***М.В. НАЗАРОВА***(Камышинский технологический институт
Волгоградского государственного технического университета)**

Автоматизация разработок текстильных изделий – динамично развивающаяся область, значение которой возрастает с повышением общих требований к текстильной промышленности. Именно с успехами комплексной автоматизации связано решение таких ключевых для текстильной и легкой промышленности проблем, как расширение ассортимента и его быстрая смена в зависимости от конъюнктуры и спроса, повышение производительности труда и качества продукции.

Наличие мощных персональных компьютеров позволяет в значительной мере облегчить и ускорить выполнение трудоемких операций проектирования тканей.

Примером реализации такого подхода является программа автоматизированного патронирования жаккардовых тканей, разработанная на кафедре технологии текстильного производства Камышинского технологического института Волгоградского государственного технического университета, заключающаяся в выполнении следующих операций.

Операция 1. Создание электронного варианта эскиза рисунка.

Эскиз, созданный художником (например, на бумаге) вводится в компьютер обычным сканирующим устройством. Для редактирования полученного таким образом эскиза можно использовать любой графический редактор.

Лучшие результаты получены при помощи программы обработки изображений Adobe Photoshop, являющейся лидером среди графических редакторов за счет

больших возможностей, высокой эффективности и быстродействия.

Для дальнейшей работы программы необходимо преобразовать рисунок, который при сканировании обычно представляется цветной фотографией (16,7 миллионов цветов), в изображение, состоящее из требуемого количества индексированных цветов, автоматически подбираемых программой.

Операция 2. Выполнение заправочного расчета ткани и расчета канвовой бумаги.

Алгоритм выполнения заправочного расчета ткани и расчета канвовой бумаги в программе автоматизированного патронирования жаккардовых тканей реализован в среде программирования Delphi.

Результаты заправочного расчета можно сохранить для дальнейшего использования и вывести на печать.

Операция 3. Совмещение канвовой бумаги с эскизом рисунка и преобразование рисунка в соответствии с графлением канвовой бумаги.

После выполнения расчета программа формирует канвовую бумагу необходимого деления, состоящую из m крупных клеток по горизонтали и n крупных клеток по вертикали. Размеры клеток канвовой бумаги задаются на программном уровне таким образом, чтобы обеспечить наглядность представления изображения, и остаются постоянными. Для того, чтобы совместить рисунок с канвовой бумагой, его необходимо увеличить. Увеличение рисунка происходит автоматически – для этого программа рассчитывает коэффици-

ент увеличения, равный отношению размера канвовой бумаги к размеру рисунка.

При совмещении рисунка с канвовой бумагой может возникнуть затруднение, связанное с оцифровкой ячеек, которые заполнены не одним цветом, а несколькими. Чтобы присвоить каждой ячейке канвовой бумаги только один цвет, необходимо установить жесткий порог (50 %). Таким образом, та ячейка, у которой совокупная заполненность цветом A больше или равна этому порогу, окрашивается в цвет A полностью.

Операция 4. Выбор цветов нитей основы и утка.

Выбор цветов нитей основы и утка осуществляется пользователем. Для этого программа формирует рабочую палитру, состоящую из используемых в рисунке цветов, и предлагает пользователю выбрать цвета для нитей основы и утка.

В дальнейшем возможно изменение выбранных цветов и создание патрона в новой цветовой гамме.

Операция 5. Выбор переплетения для каждого цветового эффекта ткани.

Сформировав рабочую палитру, набор цветов которой определяется цветовой гаммой нитей, пользователь приступает к подбору переплетений, указывая участок рисунка, окрашенный одним цветом, и выбирая из встроенной библиотеки переплетение, которое накладывается на указанный цвет патрона.

В нашем случае кодирование переплетений осуществляется с помощью двумерного массива $P(I,J)$, каждый элемент которого является перекрытием ткани. Если $P(I,J) = 1$, то перекрытие основное, если $P(I,J) = 0$ – уточное. Каждая строка соответствует уточной нити, а столбец – основной.

Операция 6. Преобразование рисунка в соответствии с выбранными переплетениями и цветами нитей.

После присвоения каждому цветовому эффекту определенного переплетения происходит преобразование рисунка и он приобретает тот внешний вид, который будет иметь ткань.

Для этого после наложения переплетений весь массив рисунка представляется в виде матрицы из единиц и нулей, количество столбцов которой равно числу мелких клеток канвовой бумаги по ширине рисунка, а количество строк – числу мелких клеток по высоте рисунка.

Каждая клетка канвовой бумаги, как элементарная часть будущего патрона, характеризуется тремя показателями: основным (1) или уточным (0) перекрытием, цветом нити основы и цветом нити утка. Необходимо, чтобы в результате преобразования остались только два показателя – перекрытие и цвет соответствующей нити. Программа анализирует каждую клетку канвовой бумаги и в зависимости от того, присвоена ей единица или ноль, закрашивает ее цветом нити основы (если 1) или утка (если 0).

Полученное изображение позволяет визуально оценить внешний вид будущей ткани и при необходимости внести соответствующие коррективы.

Операции наложения переплетения для каждого цвета патрона должны выполняться до тех пор, пока цветовой эффект, полученный путем сочетания переплетения и цвета нитей, не будет максимально соответствовать замыслу художника.

Операция 7. Удаление информации о цвете и получение патрона.

Окончательный вариант внешнего вида ткани, принятый пользователем, преобразуется в черно-белое изображение, на котором показаны только основные и уточные перекрытия. Это необходимо для проведения дальнейшего процесса нанесения картона.

Готовый патрон сохраняется как в цветном, так и в черно-белом варианте, каждый из которых можно вывести на печать.

В процессе работы дессинатор имеет возможность оперативно оценивать результаты подбора с помощью масштабирования изображения и просмотра уже созданных вариантов.

ВЫВОДЫ

Разработан метод автоматизированного патронирования жаккардовых тканей, который можно использовать на предприятиях, производящих данную продукцию.

что позволит в значительной степени сократить время их проектирования.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 19.10.01.

УДК 677.026.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ХОЛСТОПРОШИВНОГО ПОЛОТНА

А. П. СЕРГЕЕНКОВ, А. Ю. ШИШИГИНА

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

Проведены сравнительные испытания образцов холстопршивного полотна различной ширины. В целях исследований выбрано холстопршивное полотно, выработанное на вязально-пршивной машине класса 2,5. Для формирования волокнистого холста использовались полипропиленовые волокна линейной плотностью 0,4 текс и длиной 65. Образцы холстопршивного

полотна выработывали из волокнистых холстов поверхностной плотностью 90, 200 и 310 г/м². Все холсты провязывались хлопчатобумажной пряжей линейной плотностью 80 текс.

Результаты измерения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве для исследуемых полотен приведены в табл.1.

Таблица 1

Ширина образца, мм	Разрывная нагрузка, сН	Удлинение при разрыве, %
	Поверхностная плотность холста 90 г/м ²	
40	10	90
60	35	66
80	55	64
	Поверхностная плотность холста 200 г/м ²	
40	15	78
60	50	65
80	75	58
	Поверхностная плотность холста 310 г/м ²	
40	30	82
60	55	64
80	70	63

Анализ результатов, полученных при испытании холстопршивных полотен, выработанных из волокнистого холста поверхностной плотностью 90 г/м², позволяет сделать следующие выводы:

– увеличение ширины образца с 40 до 60 мм (в 1,5 раза) сопровождается сверхпропорциональным увеличением его разрывной нагрузки с 10 до 35 Н – в 3,5 раза;

– увеличение ширины образца с 60 до 80 мм (в 1,33 раза) приводит к увеличению

разрывной нагрузки с 35 до 55 Н – в 1,55 раза.

ВЫВОДЫ

С целью получения достоверных результатов для проведения испытаний на прочность рекомендуется использовать образцы, имеющие ширину 80 мм.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 18.03.02.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ИЗ МНОГОЦВЕТНОЙ ПРЯЖИ

М.А. ИГОНИНА, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ

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

Нами разработана методика построения изображений внешнего вида трикотажных полотен гладкого кулирного переплетения из многоцветной пряжи с различной окраской по ее длине [1] и созданы алгоритмы и пакет прикладных программ [2], решающих эту задачу.

Внешний вид полотна зависит от параметров заправки трикотажного оборудования: ширины и длины полотна, ширины, высоты петли, длины нити в петле, числа петельных столбиков, числа петель в ряду, а также от закономерности окраски пряжи.

Алгоритм построения рисунка включает:

1. Расчет общих характеристик трикотажного полотна (числа петельных столбиков, числа петель в ряду, длины нити в петле, длины всей нити). При этом число петельных столбиков определяется по

формуле $M_p = \frac{H}{h}$, где H – длина полотна;

h – длина петли.

Число петель в ряду рассчитывается по

формуле $N_p = \frac{S}{s}$, где S – ширина полотна;

s – ширина петли.

Длина нити в петле определяется по известной формуле [1, с.57]. Длина всей нити определяется по формуле $L = \ell N_p M_p$.

2. Формирование массивов, хранящих значение числа петель одного цвета в петельном ряду.

3. Рисование последовательности рядов на экране с использованием элементарных графических фигур.

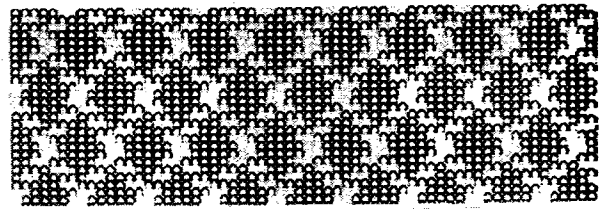


Рис. 1

Одно из возможных изображений внешнего вида трикотажного полотна гладкого кулирного переплетения из многоцветной пряжи представлено на рис.1. Данное изображение получено при следующих параметрах: длина полотна 250 см, ширина 100 см; длина нити 10 мм, ширина 5 мм. Выбрана двухцветная постоянная окраска нити. Длина участка темно-серого цвета 50 мм (то есть 5 петель темно-серого цвета); длина участка серого цвета 20 мм (то есть 2 петели серого цвета).

При выработке полотен из многоцветной пряжи важной задачей является анализ устойчивости получаемых рисунков в зависимости от вариаций исходных параметров. От этого зависит широта вырабатываемого ассортимента и возможности сбыта пряжи такого типа трикотажным предприятиям.

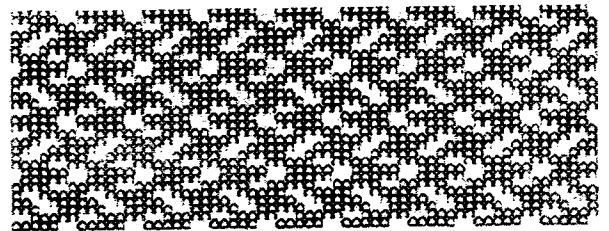


Рис. 2

На рис.2 в качестве примера показано изображение полотна, выработанного из той же самой пряжи, что и на рис.1, но с измененным значением ширины полотна (ширина полотна 101 см). Сравнение рисунков показывает высокую чувствительность изображения к этому параметру.

В этих условиях особенно актуальной является задача создания автоматизированного проектировочного комплекса, позволяющего заранее получить возможные изображения предполагаемых вариаций параметров.

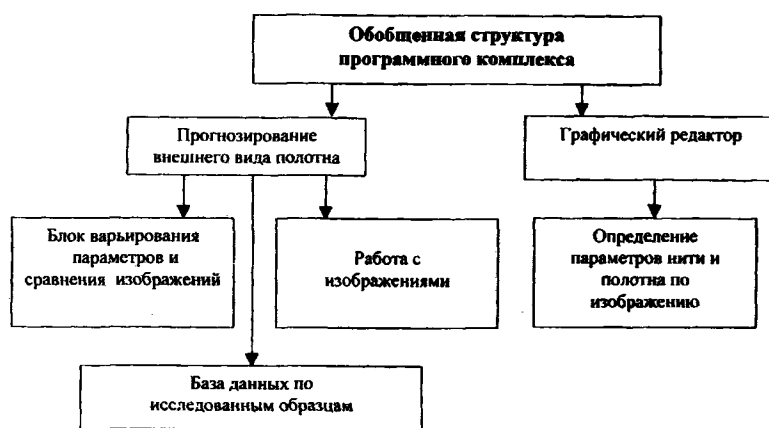


Рис. 3

Структура такого автоматизированного комплекса включает в себя как основной элемент программную систему, представленную на рис. 3 и дополняется служебными средствами для следующих операций.

1. Работа с изображениями (изменение масштаба, изменение цвета фона, выбор палитры цветов для пряжи).

2. Базу данных по исследованным образцам, включая изображения полотен с условием их получения (технологических условий получения полотна и заправки прядильной машины).

3. Блок варьирования параметров и сравнения получаемых изображений.

Отметим, что не менее актуальной, чем рассмотренная задача, является и обратная задача проектирования, которая состоит в получении закономерности изменения окраски пряжи по длине для выработки трикотажных полотен с определенными внешними цветовыми эффектами. Решение этой задачи, в частности, требует создания специального графического редактора, ко-

торый также должен быть включен в состав программного комплекса.

ВЫВОДЫ

1. Поставлена и решена задача автоматизированного проектирования на компьютере прямоугольных трикотажных полотен однослойного гладкого кулирного трикотажа, выработанных из пряжи с различной окраской по ее длине.

2. Определены требования и предложена обобщенная структура автоматизированного программного комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявин Л.А. Автоматизированное проектирование основных параметров трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1992.С.187.

2. Demiroz A., Dias T. // Journal of the Textile Institute. – V.91, №4, 2000. P.463...628.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и вычислительной техники. Поступила 21.03.02.

ДЕФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КОМБИНИРОВАННОЙ НИТИ

Р.В.КОРАБЕЛЬНИКОВ, И.Л.ВЕРНЯЕВА

(Костромской государственной технологической университет)

В лаборатории "Композиционные материалы" КГТУ ведутся работы по созданию трикотажной армирующей основы для композиционных материалов специального назначения. Впервые предложено получать материал такой структуры из ранее сформированной многокомпонентной комбинированной нити. Особенностью технологии является то, что совместной переработке подлежат взаимоисключающие материалы: хрупкое термостойкое волокно и жесткая вольфрамовая проволока. Вследствие этого одной из основных задач является оптимизация структуры нити с целью повышения ее технологических и физико-механических показателей.

Комбинированная нить состоит из стренги комплексной углеродной нити и нескольких металлических моноплетей. Стренги между собой не скручены и оплетаются хлопчатобумажной пряжей или комплексной углеродной нитью. Основная цель оплетки – обеспечить взаимодействие углеродной и металлической стренг вдоль оси комбинированной нити.

Цель исследования заключается в изучении упруговязких свойств комбинированной нити, состоящей из компонентов, обладающих различными свойствами.

При составлении модели комбинированной нити как упруговязкого тела нами были сделаны следующие допущения:

- углеродная нить обладает упруговязкими свойствами;
- металлические нити работают в пределах закона Гука;

– колебательный процесс отсутствует, то есть сила трения между стренгами направлена в одну сторону.

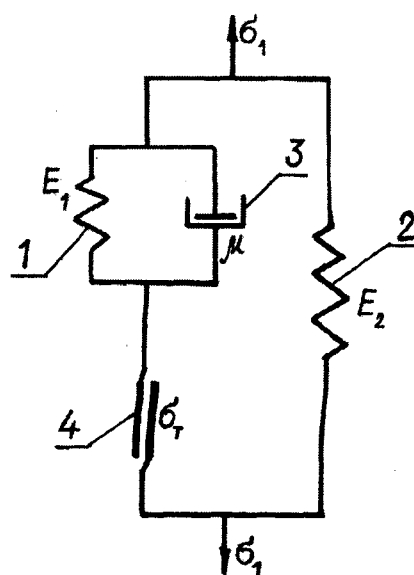


Рис. 1

На рис.1 изображена предполагаемая модель комбинированной нити, где 1 и 3 – упруговязкий элемент Кельвина, моделирующий свойства углеродной нити; 2 – упругий элемент, моделирующий металлические стренги; 4 – пластический элемент, моделирующий силу трения между металлическими и углеродной стренгами (он деформируется при напряжениях ниже σ_T – предела текучести, то есть напряжения, при котором преодолевается сила трения покоя).

Для получения уравнений зависимости напряжения от деформации запишем законы деформации составляющих элементов 1, 2, 3 [1]:

$$\sigma' = E_1 \varepsilon'; \quad \sigma'' = E_2 \varepsilon''; \quad \sigma''' = \mu d\varepsilon''' / dt. \quad (1)$$

Условия равновесия и неразрушения примут вид

$$\sigma' + \sigma'' = \sigma_0, \quad \sigma_0 + \sigma'' = \sigma_1,$$

$$\varepsilon' = \varepsilon'' = \varepsilon''' = \varepsilon_1, \quad (2)$$

где σ' ; σ'' ; σ''' ; ε' ; ε'' ; ε''' – напряжения и деформации соответственно первого, второго и третьего элементов; E_1 – модуль упругости углеродной нити; E_2 – модуль упругости металлической проволоки; σ_0 – напряжения в углеродной стренге; σ_1 – напряжение всех компонентов комбинированной нити; μ – коэффициент вязкости.

Рассмотрим два случая деформации системы.

1. При $\sigma_0 < \sigma_T$. Этот случай наблюдается при благоприятных условиях формирования изделия из комбинированных нитей; обрыв стренг отсутствует.

2. При $\sigma_0 > \sigma_T$. Этот случай имеет место при обрыве или частичной потере прочности углеродной стренги.

Для первого случая имеем

$$\sigma' + \sigma'' + \sigma''' = \sigma_1, \quad (3)$$

$$\varepsilon' = \varepsilon'' = \varepsilon''' = \varepsilon_1. \quad (4)$$

С учетом (1) и (2) уравнения примут вид

$$\sigma_1 = E_1 \varepsilon_1 + E_2 \varepsilon_1 + \mu d\varepsilon/dt, \quad (5)$$

$$\sigma_1 = E^* \varepsilon_1 + \mu d\varepsilon_1/dt,$$

где $E^* = E_1 + E_2$ – приведенный модуль упругости.

Закон (5) есть модель упруговязкой среды Кельвина. Интеграл выражения (5) дает следующую зависимость [1], [2]:

$$\varepsilon_1 = e^{-t/T} \left(\varepsilon_{10} + 1/\mu \int_0^t \sigma_1 e^{t'/T} dt' \right), \quad (6)$$

где $T = \mu/E$ – время релаксации; ε_{10} – деформация в начальный момент времени при $t=0$.

При постоянной деформации ($\varepsilon_1 = \text{const} = \varepsilon_0$) напряжение соответствует $\sigma_1 = E^* \varepsilon_0$. Если приложить постоянное на-

пряжение $\sigma_1 = \text{const} = \sigma_0$ в момент $t = 0$, то деформация будет расти по закону

$$\varepsilon_1 = \sigma_0 / E^* (1 - e^{-t/T}). \quad (7)$$

Это означает, что в комбинированной нити в результате технологических операций формирования изделия (ткань или трикотаж) развиваются релаксационные процессы, то есть будут наращиваться деформации в течение времени T . В случае переменного напряжения деформацию следует определять, решая уравнение (6), которое учитывает закон изменения напряжения:

$$\sigma_1 = f(t). \quad (8)$$

Для второго случая, когда $\sigma_0 > \sigma_T$, имеем

$$\sigma_1 = E_2 \varepsilon_1 \quad \text{или} \quad \varepsilon_1 = \sigma_1 / E_2, \quad (9)$$

то есть будет проявляться только упругая деформация металлических стренг, а другие составляющие комбинированной нити роли играть не будут.

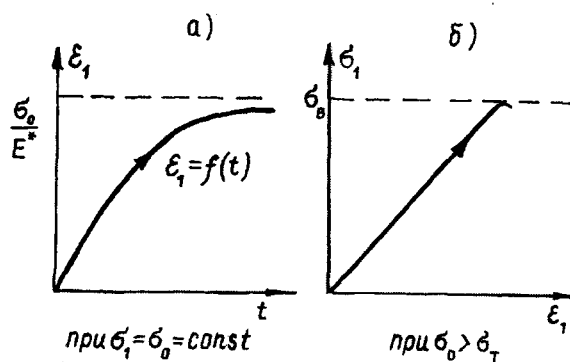


Рис. 2

На рис.2 показаны характеристики зависимости $\sigma = f(t)$ для первого и второго случая при условии $\varepsilon_1 = \varepsilon_0 = \text{const}$.

Следовательно, для того чтобы металлическая и углеродная стренги работали в паре, необходимо выполнить условие

$$\sigma_0 \leq \sigma_T. \quad (10)$$

Это условие обеспечивается силой трения между стренгами. Трение же создает оплетка, прижимающая стренги друг к другу. Обозначив силу трения, приходящуюся на единицу длины нити, через f , для участка нити длиной l , запишем

$$f l / S_{\Sigma} < \sigma_T, \quad (11)$$

где S_{Σ} – суммарная площадь сечения стренг.

Силу трения можно выразить через давление прижатия стренг оплеткой:

$$f = k N, \quad (12)$$

где N – сила прижатия стренг, приходящаяся на единицу длины нити; k – коэффициент трения между стренгами.

С учетом (11) и (12) определим требуемое усилие прижатия стренг:

$$N = \sigma_T S_{\Sigma} / k l. \quad (13)$$

ВЫВОДЫ

Разработана модель комбинированной нити, позволяющая как анализировать деформативное поведение ее компонентов в процессе нагружения, так и определять заправочные параметры технологического процесса ее получения с учетом плотности обмота стренг оплеткой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прочность, устойчивость, колебания. – Т.1. Справочник в 3-х т. (Под общей редакцией И.А. Биргера и Я.Г. Пановко). – М.: Машиностроение, 1968.

2. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. – М.: Высшая школа, 1968.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 07.06.02.

УДК 677.027

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОТОАКТИВАЦИИ ПРОЦЕССА БЕЛЕНИЯ ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ТКАНЕЙ

Э.А.КОЛОМЕЙЦЕВА, В.С.ПОБЕДИНСКИЙ

(Институт химии растворов РАН, г. Иваново)

В современных условиях в силу ряда экономических обстоятельств все большую актуальность для российской текстильной промышленности приобретает производство льносодержащих текстильных материалов, базирующееся на отечественной сырьевой базе.

Процесс беления тканей, содержащих льноволокно, особенно длителен, трудоемок и экологически опасен, поскольку основан на использовании хлорсодержащих окислителей. Для полульняных тканей, включающих в свой состав кроме льняного хлопковое волокно, проблема

беления осложняется еще и необходимостью удаления "галочки" и придания высокой гидрофильности хлопковому волокну.

В связи с этим актуальным является создание новых экологически чистых процессов беления льносодержащих тканей, которые позволили бы сократить длительность обработки и при этом получить высокие качественные показатели беления наряду с улучшенными потребительскими свойствами тканей.

В качестве интенсифицирующего фактора процесса беления применяли метод

фотохимической активации, успешно апробированный ранее [1, 2]. В настоящем исследовании обосновывается новый подход к использованию УФ-излучения в целях беления тканей, заключающийся в совместном использовании небольших доз окислителей и УФ-облучения.

Ускорение процесса беления в условиях совместного воздействия на волокно УФ-света и белящего состава, содержащего окислитель, в частности, пероксид водорода, основано на том, что УФ-свет оказывает активирующее воздействие на процесс разрушения окислителя с образованием свободных радикалов, которые в свою очередь являются более мощными окислителями. В присутствии УФ пероксид водорода дает пероксидный радикал $\cdot\text{HO}$, который имеет окислительный потенциал 2,87 В, а пероксид водорода 1,77 В [3]. В результате при совместном действии УФ-света с окислителями усиливается разрушение окрашенных примесей волокна и, как следствие, значительно повышается скорость беления текстильных материалов.

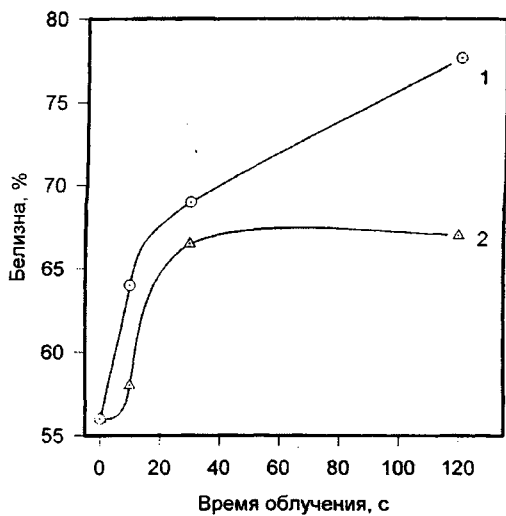


Рис. 1

Иллюстрацией вышесказанному служит рис.1, где приведено сравнение эффективности влияния спектрального состава источника света на белиние суровой льняной ткани арт. 933 при использовании дуговой ртутной лампы (1) среднего давления ДРТ-400 с максимумом излучения в УФ-области при длине волны 253,6 нм и

галогенной лампы (2), излучающей свет только в видимой части спектра. Следует отметить, что в качестве белящего раствора использовался стандартный для беления хлопка щелочно-перекисный состав с содержанием H_2O_2 в концентрации 5...7 г/л.

Из рис.1 видно, что присутствие УФ-составляющей в спектре излучения обуславливает значительное ускорение процесса беления ткани. Так при продолжительности обработки более 30 с различие в степени белизны начинает заметно возрастать и составляет более 10 %. Степень белизны за время облучения 120 с достигает уровня 78 %, что можно считать хорошим результатом, поскольку белиению подвергалась суровая льняная ткань.

Таким образом, метод фотоактивации позволяет осуществлять процесс беления льняных тканей с использованием пероксида водорода, то есть исключить использование экологически вредных хлорсодержащих окислителей.

Ранее в [2] было показано, что важной особенностью беления с использованием УФ-облучения ткани является организация процесса обработки ткани несколькими циклами, каждый из которых включает пропитку ткани белящим составом и кратковременное (несколько десятков секунд) УФ-облучение.

Отмеченное заставляет по новому взглянуть на проблему устойчивости пероксида водорода в процессе беления ткани. Так если в стандартных запарных способах беления (с длительностью 30...60 мин) важным было обеспечение как можно более высокой устойчивости пероксида водорода в течение всего процесса беления за счет применения стабилизаторов, то в условиях фотохимического способа стоит противоположная задача – создать условия для быстрого разложения пероксида с тем, чтобы образовать в отбеливающем составе более мощные окислительные соединения, которые позволили бы за короткое время обработки эффективно разрушить окрашенные примеси.

Однако в этом случае особенно важен вопрос выбора активаторов и стабилизаторов, направляющих процесс по оптималь-

ному пути, позволяющему получить высокую степень белизны ткани и при этом предохранить структуру целлюлозного полимера от деструкции. Нами была предпринята попытка повысить эффективность процесса обесцвечивания окрашенных примесей волокна при минимальном повреждении волокнообразующего полимера за счет использования оптимального соотношения активаторов и вспомогательных веществ в белящем растворе.

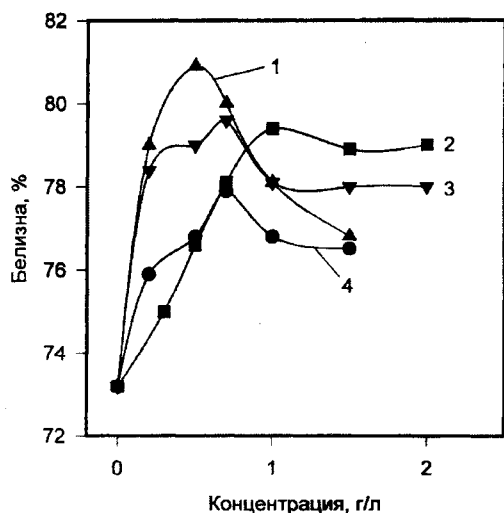


Рис. 2

В качестве фотоактиваторов апробирован ряд химических реагентов неорганической и органической природы. Влияние введения наиболее эффективных из них на степень белизны льняной ткани показано на рис.2 (где 1 – бензол; 2 – мочевины; 3 – этиленгликоль; 4 – глицерин), из которого следует, что максимальная активность интенсификаторов наблюдается в области концентраций 0,5...1 г/л. Из данных графика видно, что наилучший эффект достигнут при использовании бензола (1). Поскольку данное соединение может отрицательно повлиять на экологическую чистоту процесса белизны при окончательном выборе активатора, выбирали вещества, позволяющие добиться высоких показателей качества – степени белизны, гидрофильности, сохранности целлюлозы, а также экологической безопасности. С этих позиций наиболее приемлема оказалась мочевины (2), традиционно используемая в каче-

стве ТВВ в процессах белизны хлопчатобумажных тканей.

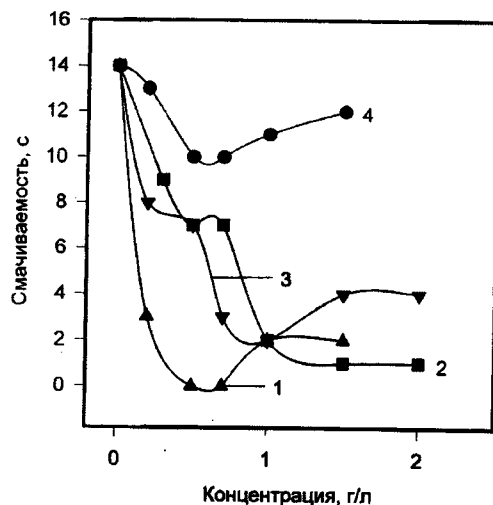


Рис. 3

С помощью рис.3 (обозначения аналогичны рис.2) продемонстрировано влияние активаторов на придание льняной ткани арт. 933 гидрофильных свойств в условиях фотохимического способа белизны. Присутствие мочевины в отбеливающем составе обеспечивает улучшение смачиваемости льняной ткани до высокого уровня. Из сравнения данных, представленных на рис.2 и 3, также четко прослеживается корреляция эффективности действия активаторов по приданию ткани белизны и гидрофильности.

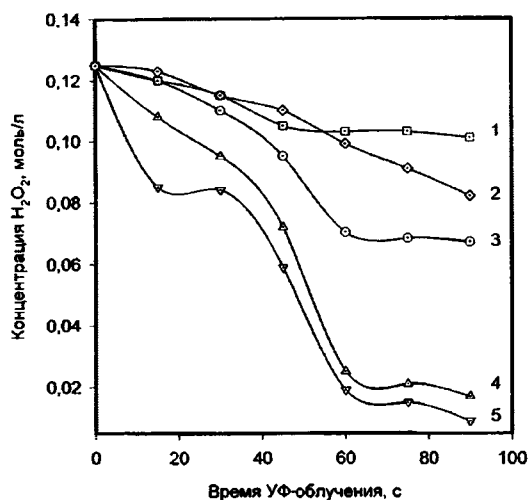


Рис. 4

С целью изучения механизма активирующего действия мочевины на фотохи-

мический процесс беления исследовали кинетику разложения пероксида водорода в различных условиях. На рис.4 (1 – щелочной раствор без УФ) приведены кривые изменения концентрации пероксида при УФ-облучении щелочно-перекисного раствора (2), раствора пероксида в нейтральной среде (3), щелочно-перекисного раствора в присутствии мочевины (4). Для сравнения приведена кинетика разложения H_2O_2 в присутствии щелочи, но без УФ (1).

Сравнение представленных данных позволяет сделать следующие выводы. Во всех рассматриваемых случаях воздействие УФ-излучения приводит к ускорению разложения пероксида. Введение мочевины в перекисный раствор обеспечивает наиболее высокую скорость разложения H_2O_2 . Как показано выше, разложение пероксида водорода под воздействием УФ сопровождается образованием радикалов, обладающих большей окислительной способностью. Следовательно, активация разложения H_2O_2 мочевиной приводит к более быстрому накоплению пероксидных радикалов в отбеливающем растворе, что и объясняет ее ускоряющее действие на процесс беления в условиях фотохимического способа.

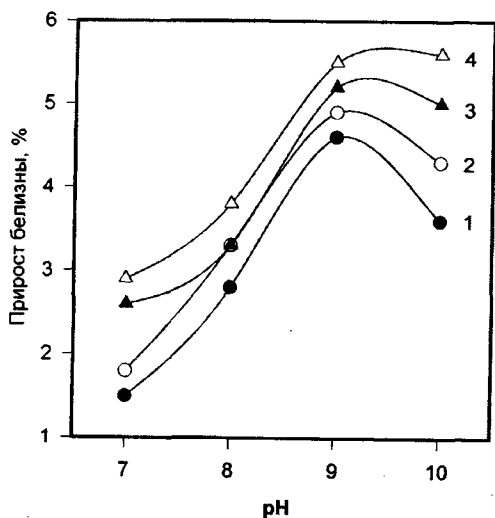


Рис. 5

Как показали исследования, в условиях фотохимического способа беления для достижения наилучших результатов важным является выбор оптимальных параметров процесса пропитки тканей отбели-

вающим составом и рационального содержания в нем щелочи. Данные, представленные на рис.5 (где 1, 2 – температура пропитки 45°C; 3, 4 – температура 65°C; 1, 3 – время УФ-облучения 15 с; 2, 4 – время 30 с), позволяют оценить влияние температуры пропитки и pH среды на прирост степени белизны ткани при различном времени облучения льняной ткани. Увеличение температуры раствора положительно сказывается на результатах беления. Оптимальное значение pH среды составляет 9, что позволяет применять невысокую концентрацию щелочи в растворе.

Из рис.5 также следует, что за один цикл обработки при длительности УФ-облучения 15...30 с прирост степени белизны льняной ткани составляет порядка 5 %. Это позволяет за 3...4 цикла обработки при общей длительности процесса 1...2 мин получить достаточно высокую степень белизны при сохранении механической прочности ткани в допустимых пределах.

Кроме достижения белизны при белении льняных тканей важны деструкция и обесцвечивание лигниносодержащих примесей. Проведенные исследования показали, что при определенных условиях лигнин подвергается достаточно эффективно фотоокислению при воздействии УФ-излучения. Для оценки влияния УФ-света на удаление лигнина определили его содержание в льносодержащих тканях до и после беления с фотоактивацией.

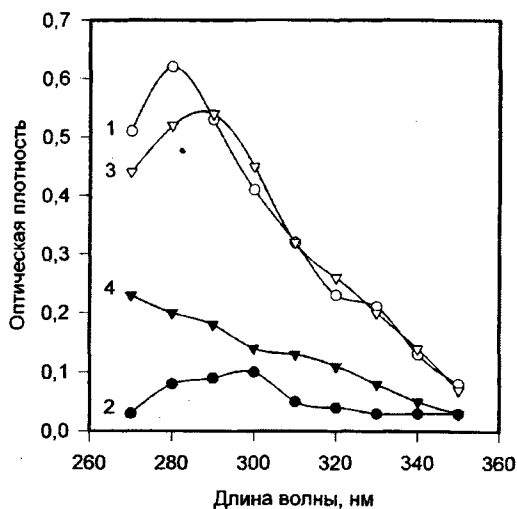


Рис. 6

На рис.6, где 1, 2 – льняная ткань арт. 933; 3,4 – полульняная ткань арт. 932, приведены УФ-спектры диоксановых экстрактов лигнина льносодержащих отбеленных (1, 3) и суровых (2, 4) тканей. Как известно, полоса, характерная для лигнина, регистрируется в области 275...290 нм. Представленные данные свидетельствуют о фрагментации лигнина, разрушении хромофорных группировок, так как полоса поглощения, характерная для ароматической структуры лигнина, практически исчезает, что свидетельствует о процессах окисления и удаления лигниновой компоненты из ткани.

ВЫВОДЫ

Получены экспериментальные результаты, создающие основу для разработки экологически чистого ускоренного фотохимического способа беления льносодержащих тканей, позволяющего значительно

сократить длительность трудоемкого многостадийного процесса беления льняных тканей за счет исключения из технологического цикла экологически вредной стадии обработки тканей хлорсодержащими окислителями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Использование ультрафиолетового излучения для беления хлопчатобумажных тканей / Голованов А. А. и др. // Разработка ресурсосберегающих и малоотходных технологий отделки текстильных материалов. Херсонский индустриальный ин-т. – М., 1990. С. 15...19.
2. Колемейцева Э. А., Побединский В. С. // Текстильная химия. – 1997, № 2. С. 64...68.
3. Шамб В., Сеттерфильд Ч., Вентвортс Р. Пероксид водорода. – М.: Изд-во Иностран. лит-ры, 1958.
4. Потапченко Н. Г., Савлук О. С. // Химия и технология воды. – 1991, № 12. С. 1117...1129.

Рекомендована заседанием ученого совета. Поступила 10.10.02.

УДК 677

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАНУФАКТУРНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА. ИСТОРИЧЕСКАЯ РЕТРОСПЕКТИВА

О.А.КУЗНЕЦОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Среди программ современного промышленного производства особое место отводится человеческому фактору. Технологии взаимодействия в системе человек – человек, человек – машина определяют труд, профессиональную деятельность как важнейшее условие жизнедеятельности человека. В этом контексте производство следует рассматривать как проекцию человеческих потребностей, уровень развития его духовных ценностей, социальных отношений. Промышленное производство современной России возрождает рыночную экономику, а значит и человека, ориентированного на такую деятельность. На новой исторической основе формируется институт отечественного предпринима-

тельства. Однако для большинства российских предпринимателей это становление осложнено не только экономическими, правовыми, нравственными проблемами, но и незнанием национальных традиций предпринимательства. Знакомство с историей дореволюционного производства России полезно и российскому обществу с точки зрения понимания позитивных и негативных последствий.

В истории текстильной промышленности сохранилось достаточно сведений о тех, кто стоял у ее истоков. Так, в 1915 г. с участием фабрикантов были подготовлены и изданы материалы о состоянии мануфактурной промышленности России к 1914 г. Фактически подтверждалось наличие 45

различных типов товариществ, обществ, акционерных обществ. Именно основоположники российского текстиля были представлены мануфактурно-промышленными семьями Морозовых, Балина, Горбуновых, Скворцовых, Коноваловых, Хлудовых, Шибяевых, Рябушинского, Гарелина, Красильщиковых, Бурылиных, Малютиных, Второвых, Зотовых, Грибановых, Клюшниковых и др.

Введенное понятие "мануфактурно-промышленная семья" достаточно точно указывало на особенную черту семейного дела – преемственность, постепенное накопление капитала, совершенствование и развитие производства, интеллектуального и духовного роста его организаторов.

Воспитание деловых качеств распространялось не только на членов семьи, но и на специалистов, управляющих, доверенных лиц. В этом направлении известны начинания Тимофея Саввича Морозова, который с 1850 г. был единственным руководителем наследства Саввы Васильевича Морозова. Им были учреждены стипендии при Императорском техническом училище для обучения лучших выпускников за границей. Молодые инженеры по возвращении получали работу на его фабриках. При материальной поддержке Т.С. Морозова в русской технической литературе появился научный труд А.И. Шорина "Опыт практического руководства по ткачеству хлопчатобумажных тканей". Цель – вывести свое дело на первое место в России – была бы достигнута, если бы кроме улучшения оборудования и подготовки технически грамотных специалистов этот фабрикант

преодолевал такие свои недостатки, как волюнтаризм, жесткий рационализм.

Профессионально-технические знания, тяга к научной обоснованности, масштабность мышления – это черты, характерные для 2-3-х поколений российских фабрикантов мануфактурной отрасли. Эти качества способствовали преуспеванию российского предпринимательства и прогрессу отрасли в целом. Известное в истории текстильного производства Товарищество Прохоровской Трехгорной мануфактуры на Всемирной Парижской выставке 1900 г. было удостоено высшей награды "Grand Prix" за технический прогресс, золотой медали за заботу о быте рабочих и золотой медали за работу ремесленной школы (первой в России).

Владелец мануфактуры Н.И. Прохоров за его промышленную деятельность удостоен ордена Почетного Легиона. Неоднократно и другие российские промышленники получали аналогичные высокие награды. Признание личного вклада конкретных выдающихся людей в развитие российской промышленности способствовало международному авторитету России, процветанию ее экономики. Таким образом, развитие мануфактурного производства в конце XIX – начале XX вв. характеризуется конкурентностью российской мануфактурной промышленности, появлением нового поколения предпринимателей – сторонников научно-технического прогресса.

Поступила 04.07.02.

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

<i>Темнова Н.К.</i> Бенчмаркинг: инновационные подходы к использованию коммерческого потенциала текстильных предприятий	3
<i>Ульянова О.Б.</i> Мотивация оплаты труда в текстильной отрасли как фактор снижения издержек производства	7
<i>Лифшиц А.С.</i> Измерение потенциала управленческой команды – условие повышения эффективности менеджмента на текстильных предприятиях.....	11

Текстильное материаловедение

<i>Сталевич А.М., Макаров А.Г., Саидов Е.Д.</i> Упругие компоненты диаграммы растяжения синтетической нити	15
<i>Шустов Ю.С.</i> Выявление зависимости разрывной нагрузки хлопчатобумажных тканей от показателей ее строения	18
<i>Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н., Коробов Н.А.</i> Проектирование новых показателей протяженности волокон	20
<i>Акулова А.Э., Давыдов А.Ф., Строганов Б.Б.</i> Исследование свойств многослойного трикотажа из разных видов нитей	25
<i>Костюкова Ю.А., Смирнова Н.А., Корабельников А.Р.</i> Определение анизотропии сминаемости текстильных материалов	27

Первичная обработка. Сырье

<i>Дьячков В.А.</i> К вопросу о силах, действующих на прядь в процессе трепания	30
<i>Вихарев С.М., Латшин А.Б., Пашин Е.Л.</i> Влияние поперечной деформации прядей льносырца на силу натяжения при трепании	33
<i>Корабельников А.Р., Корабельников Р.В.</i> Получение короткоштапельного льняного волокна из отходов трепания методом разрыва	36

Прядение

<i>Аврелькин В.А., Роньжин В.И., Шагинов А.В.</i> Определение нормального давления в ремешковом зажиме	41
<i>Никифорова Е.Н., Латшин В.Г., Жарова Н.Г.</i> О скольжении продуктов прядения на конической поверхности по спирали	45
<i>Абазян В.Р., Красик Я.М., Хосровян Г.А.</i> Расчет процесса волокноочистки в зоне открытой поверхности приемного барабана	50
<i>Дмитриев О.Ю., Гиляревский В.С., Осмин Н.А., Тарасов В.Л.</i> Оценка возможности использования комбинированной пряжи пневмомеханического прядения с учетом ее механических свойств	54
<i>Бархоткин Ю.К.</i> Крутящий момент идеальной пряжи	56
<i>Перов А.В., Иванов А.Г., Зарубин В.М.</i> Исследование переходного режима работы двухбарабанной чесальной машины ЧМД-4 и его влияния на чесальную ленту	60

Ткачество

<i>Бобылькова И.С., Маховер В.Л., Булыгин А.В.</i> Изменение натяжения нитей по линии их заправки в выпускной зоне шлихтовальной машины	63
<i>Брут-Бруляко А.Б., Ступников А.Н.</i> Влияние положения початка и скорости перематывания на натяжение льняной пряжи	67

<i>Савельева А.А., Красноселова В.В., Синуцын В.А.</i> Исследование коэффициента жесткости системы заправки ткацкого станка при изготовлении ткани с эффектом переменной плотности по утку	70
<i>Тягунов В.А., Ступников А.Н., Плаксин Е.Б.</i> Исследование перемещения опушки ткани и изменения натяжения основных нитей после останова ткацкого станка	73

Отделка

<i>Чешкова А.В., Шибашова С.Ю., Кузьмин А.В.</i> Безгипохлоритная технология беления льносодержащих текстильных материалов	75
<i>Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В., Смирнова О.К.</i> Исследование эффективности использования диспергаторов нового поколения при крашении дисперсными красителями	78
<i>Бушуева И.В., Васильев В.В., Гарцева Л.А.</i> Выделение существенных факторов процесса термопечатания методом случайного баланса	82
<i>Исмаилов Р.И., Тамбовцева Т.В., Аскаров М.А.</i> Физико-механические свойства модифицированных диацетатных волокон поличетвертичной солью N,N-диметиламиноэтилметакрилата	85

Технология нетканых материалов

<i>Рахмани Д., Барабанов Г.Л.</i> Исследование некоторых свойств нетканого материала, полученного по комбинированной технологии	88
<i>Фролов В.Д., Дунаева Ю.В., Оюунзая Э., Печникова А.Г.</i> Технология обработки волокнистых отходов	90

Трикотажное производство

<i>Зимица Е.М., Кудрявин Л.А.</i> Оценка способности основовязаного бикомпонентного трикотажа к поглощению и передаче влаги	95
<i>Труевцев А.В.</i> Модель петли Далидовича в свете современных теоретических представлений (к 100-летию со дня рождения проф. А.С.Далидовича)	99

Швейное производство

<i>Любимова Ю.В., Кузьмичев В.Е.</i> Прогнозирование пространственной формы узлов одежды	104
<i>Покровская Е.П., Метелева О.В., Веселов В.В.</i> Сравнительный анализ свойств герметизированных швов водонепроницаемых изделий	108
<i>Кузьмичев В.Е., У. Цзюнь.</i> Обоснование критериев оценки качества конструкций брюк	112

Текстильные машины и аппараты

<i>Пчелин И.К., Котин В.В.</i> Колебания бобинодержателя при случайных возмущениях	117
<i>Буреев С.К.</i> Определение сил, действующих на язычок трикотажной иглы при прессовании	121
<i>Кочетов О.С., Синев А.В., Соловьев В.С., Сажин Б.С.</i> Расчет на ПЭВМ пневматических виброизоляторов с отрицательной жесткостью для текстильного оборудования	124
<i>Прошков А.Ф.</i> Проектирование прецизионного наматывающего устройства	128
<i>Гао Бинь, Суров В.А.</i> Статика взаимодействия основы, утка и берда при формировании тканой металлотетки	132

Автоматизация технологических процессов

Петелин Д.П., <i>Макаров А.А., Румянцев Ю.Д., Пименова Е.Л.</i> Исследование колебательных процессов в автоматической системе тиристорный преобразователь частоты – синхронный двигатель с постоянными магнитами	136
---	-----

Экология и промтеплоэнергетика

<i>Мезина Е.Е., Махов О.Н., Герасимов М.Н., Ясинский Ф.Н.</i> Аппаратно-программный комплекс для исследования процесса капиллярного впитывания по толщине текстильного полотна при его пропитке	139
<i>Кочетов О.С., Сажин Б.С., Фирсаев И.Р., Петухова А.В.</i> Расчет на ПЭВМ эффективности снижения шума в производственных помещениях текстильных предприятий	142

Информационные технологии

<i>Грачев А.В., Исанчури Р.Е.</i> Система архивации и анализа многофакторных текстильных технологических экспериментов	147
<i>Грачев А.В., Исанчури Р.Е.</i> Использование системы архивации и анализа многофакторных текстильных технологических экспериментов	151
Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения	
<i>Назарова М.В.</i> Разработка метода автоматизированного патронирования жаккардовых тканей	155
<i>Сергеенков А.П., Шишигина А.Ю.</i> Исследование прочности холстопршивного полотна	157
<i>Иголина М.А., Севостьянов П.А.</i> Компьютерное проектирование трикотажных полотен из многоцветной пряжи	158
<i>Корабельников Р.В., Верняева И.Л.</i> Деформационная модель комбинированной нити	160
<i>Коломейцева Э.А., Побединский В.С.</i> Использование УФ-излучения для фотоактивации процесса беления льносодержащих тканей	162
<i>Кузнецова О.А.</i> Технология формирования мануфактурного предпринимательства. Историческая ретроспектива	166