

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 6 (269)
2002**

Соответствует основным
требованиям
И. Директор института
"5" июля 2002г.

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 29.12.2002. Подписано в печать 30.01.2002. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 15,81 усл.-печ. л.; 16,06 усл. кр.-отт.; 23,24 уч.-изд. л. Заказ 2885.

Тираж 450 экз.

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

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТКАНЕЙ

Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, М.А. СТАШЕВА, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В связи с тем, что Россия в ближайшем будущем планирует вступить во Всемирную торговую организацию (ВТО), все более актуальными становятся проблемы повышения конкурентоспособности отечественных товаров. При этом основной задачей является создание соответствующей методики количественного определения данного понятия.

Существующие методики [1] определения конкурентоспособности (КС) различных изделий и товаров предусматривают его количественную оценку с учетом определения качества K и необходимых на это затрат Z по формуле

$$КС = K / Z, \text{ руб}^{-1}. \quad (1)$$

Показатель КС (интегральное качество) имеет ряд существенных недостатков, а именно: он построен по схеме удельного показателя и его единица измерения – руб⁻¹. Кроме того, в непрерывном числовом воспроизведении КС имеет нелинейный характер, так как $K \rightarrow 1$, а $Z \rightarrow Z_{\max} \gg 1$.

В [1] показатель конкурентоспособности изготавливаемого (и) образца $КС_{и}$ сравнивают с аналогичным показателем наиболее конкурентоспособного (базового (б)) товара $КС_{б}$, то есть относительный уровень конкурентоспособности получают с помощью выражения

$$КС^* = КС_{и} / КС_{б}. \quad (2)$$

Некорректность выражения (2) заключается в том, что в нем текущие показатели вторично сравниваются с базовыми (в первом случае сравнение с базовыми единичными показателями качества осуществ-

лялось на уровне построения комплексного показателя качества).

Цель нашего исследования состояла в разработке новой методики оценки показателя конкурентоспособности, которой не были бы присущи вышеперечисленные недостатки.

Для решения этой проблемы воспользуемся проектом Государственного стандарта на термины, связанные с понятием конкурентоспособности продукции [2], где по определению конкурентоспособность включает показатели качества и экономичности продукции. В дальнейшем качество и экономичность будем рассматривать как сложные свойства, содержащие в каждом отдельном случае соответствующий набор простых свойств.

Вследствие этого для построения показателя конкурентоспособности возьмем двухуровневую схему, в которой на первом уровне найдем комплексные показатели K качества и \mathcal{E} экономичности продукции, а на втором – определим показатель конкурентоспособности на основании выражения

$$КС = (K\beta_K + \mathcal{E}\beta_{\mathcal{E}}) \leq 1, \quad (3)$$

где $\beta_K + \beta_{\mathcal{E}} = 1$; $\beta_K, \beta_{\mathcal{E}}$ – соответственно коэффициенты весомости качества и экономичности продукции.

В качестве объектов исследования выбраны ткани из химических волокон костюмно-плательного ассортимента арт. 82345 (50% вискозного и 50% лавсанового волокна).

С целью построения комплексного показателя K качества единичные показатели выбирали на основании требований [3]. В итоге применены показатели, приведенные в табл. 1.

| № п/п | Показатель | Значение показателя | | | Коэффициент весомости α |
|-------|---|---|------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| | | нормативное x_6 | фактическое x_ϕ | относительное g_x | |
| 1 | Поверхностная плотность, г/м ² | 105 | 105 | 1 | 0,22 |
| 2 | Изменение линейных размеров, % | не более основа – 3,5 уток + 1,5 – 2,0 | основа – 1,9 уток + 2,2 | 0,91 | 0,09 |
| 3 | Показатель устойчивости окраски к физико-химическим и физико-механическим воздействиям, баллы | 4 | 4 | 1 | 0,05 |
| 4 | Разрывная нагрузка, Н | не менее 196 | 190 | 0,97 | 0,09 |
| 5 | Показатель пиллингуемости, число пилюлей на 10 см ² | не более 5 | 6 | 0,83 | 0,03 |
| 6 | Относительный показатель несминаемости, % | не менее 55 | 78 | 1 | 0,04 |
| 7 | Показатель раздвигаемости, Н | не менее 2 | 5 | 1 | 0,05 |
| 8 | Показатель осыпаемости, мм | не более 0,8 | основа – 0,05 уток – 0,40 | 1 | 0,03 |
| 9 | Показатель стойкости к истиранию по плоскости, циклы | не менее 150 | 155 | 1 | 0,03 |
| 10 | Показатель воздухопроницаемости, дм ³ /м ² ·с | не менее 80 | 322 | 1 | 0,07 |
| 11 | Показатель гигроскопичности, % | не менее 6 | 5 | 0,83 | 0,05 |
| 12 | Ширина, см | 150 | 149 | 0,99 | 0,22 |
| 13 | Показатель драпируемости, % | не менее 65 | 48 | 0,74 | 0,03 |

Ранжирование единичных показателей осуществляли с использованием экспертных оценок с учетом требований квалиметрии. Нахождение фактических значений проводили по результатам измерений единичных показателей качества с использованием общепринятых методов. Базовые (нормативные) значения на данный вид продукции устанавливали на основании условий [3].

Нормативные и фактические значения единичных показателей качества, а также относительные (дифференциальные) показатели качества представлены в табл. 1. Здесь же приведены данные по коэффициентам весомости единичных показателей качества.

$$K = 1 \cdot 0,22 + 0,91 \cdot 0,09 + 1 \cdot 0,05 + 0,97 \cdot 0,09 + 0,83 \cdot 0,03 + 1 \cdot 0,04 + 1 \cdot 0,05 + 1 \cdot 0,03 + 1 \cdot 0,03 + 1 \cdot 0,07 + 0,83 \cdot 0,05 + 0,99 \cdot 0,22 + 0,74 \cdot 0,03 = 0,97.$$

В итоге комплексный показатель качества составил $K = 0,97$, что указывает на высокий уровень качества исследуемого артикула ткани, так как $K_{\max} = 1$.

По результатам табл. 1 построим комплексный показатель K качества с учетом использования негативных (n) и позитивных (p) показателей:

$$K = \sum_{i=1}^n g_{x_i} \alpha_i \leq 1, \quad (4)$$

$$\text{где } g_{x_i}^{(n)} = \frac{(x_6)_i}{(x_\phi)_i} \leq 1, \quad g_{x_i}^{(p)} = \frac{(x_\phi)_i}{(x_6)_i} \leq 1,$$

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1.$$

Применив числовые данные из табл. 1, имеем

Далее определим комплексный показатель Δ экономичности. Единичные показатели экономичности выбирали с использованием рекомендаций [4], а их ранжирование проводили на основании вложения до-

ли затрат на данном этапе производства продукции.

Конкретные затраты по исследуемой ткани устанавливали на основании данных ООО "Чайковская текстильная компания". В качестве нормативных (базовых) затрат

устанавливали минимально возможные затраты с учетом используемого сырья, энергоресурсов и трудоемкости процесса. Итоговые результаты расчетов сведены в табл. 2.

Таблица 2

| Этап производства | Затраты на 1 пог. м. руб | | | Коэффициент весомости α |
|-------------------|--------------------------|-------------|---------------|--------------------------------|
| | нормативные | фактические | относительные | |
| Подготовительный | 9,0 | 9,5 | 0,95 | 0,13 |
| Прядильный | 32,0 | 33,0 | 0,97 | 0,47 |
| Ткацкий | 17,8 | 18,7 | 0,95 | 0,26 |
| Отделочный | 9,3 | 10 | 0,93 | 0,14 |
| Итого | 68,1 | 71,2 | - | 1 |

Комплексный показатель экономично-

сти определяли с помощью выражения (4):

$$\mathcal{E} = 0,95 \cdot 0,13 + 0,97 \cdot 0,47 + 0,95 \cdot 0,26 + 0,93 \cdot 0,14 = 0,96.$$

В результате он составил 0,96, что практически привело к максимальной эффективности, поскольку $\mathcal{E}_{\max} = 1$.

С целью вычисления показателя конкурентоспособности в соответствии с (3) соотношения между весомостями комплексных показателей качества и экономичности тканей из химических волокон определяли, учитывая мнения потребителей рынка данной группы тканей [5], а именно $\beta_K = 0,65$ и $\beta_{\mathcal{E}} = 0,35$.

Итоговое значение КС на основании (3) имеет результат

$$КС = 0,97 \cdot 0,65 + 0,96 \cdot 0,35 = 0,97.$$

Сравнительный анализ выражений (1) и (3) показывает, что вычисления КС по формуле (3) в результате приводят к получению безразмерной величины, которая в численном выражении изменяется от 0 до 1. Следовательно, отпадает необходимость каждый раз устанавливать новые базовые значения для показателя конкурентоспособности соответствующей группы и артикула тканей, так как $(КС)_{\max} = 1$.

Кроме этого формула (3) отражает структуру текущих и оптимальных затрат на всех этапах формирования показателя

экономичности ткани (при необходимости можно выбирать и большее число этапов для построения показателя экономичности).

ВЫВОДЫ

Предложена методика оценки и формирования показателя конкурентоспособности готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сыцко В.Е. // Текстильная промышленность. – 1995, № 7-8. С. 32...34.
2. Колесов И.Н., Сычева Н.А. // Стандарты и качество. – 2001, № 9. С. 34...36.
3. ГОСТ 4:51–87. Система показателей качества продукции. Ткани и штучные изделия бытового назначения из химических волокон. Номенклатура показателей.
4. Организация и оперативное управление производством на предприятиях легкой и текстильной промышленности / Учебник. Кн. 1 / В.А. Углов, А.И. Новичков, И.Г. Никитина, В.К. Ващенко, Ф.Ф. Светик. – М.: МГФ «Знание», 1998.
5. Комлев Е.Б. // Маркетинг в России и за рубежом. – 2000, № 3. С.45 ... 59.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 16.10.02.

УДК 677.072:658.562

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СМЕШАННОЙ ПРЯЖИ

С.В. ЛУНЬКОВА, Н.В. БУТОРИНА, Е.Н. ШУВАЛОВА, А.В. ЗЯБЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия, ЗАО ФПК "Чайковский текстильный дом")

Действующие в настоящее время нормативные документы [1, 2] предусматривают дискретную систему оценки качества пряжи с градацией ее на сорта. К достоинствам стандартов [1,2] следует отнести их информативность, доступность, а также полноту содержания требований, предъявляемых к пряже при приемке партии.

Вместе с тем эти нормативные документы обладают рядом существенных недостатков: установление качества (сорта) пряжи осуществляется только по трем единичным показателям качества (удельная разрывная нагрузка, коэффициенты вариации по разрывной нагрузке и линейной плотности), которые характеризуют не все группы свойств пряжи; применение широкого шага дискретности числовых значений норм единичных показателей качества; использование достаточно жесткой формы установления уровня качества пряжи – практически только по одному (наихудшему) показателю.

Одним из современных путей решения

перечисленных проблем является применение методов квалиметрии, с помощью которых представляется возможным оценивать качество исследуемых объектов не только по отдельным свойствам (что используется при традиционной оценке качества пряжи), но и комплексно, по всей их совокупности. Кроме того, квалиметрические методы позволяют расширить номенклатуру единичных показателей качества и выявить из них наиболее информативные.

С целью определения потребительских требований к качеству смешанной пряжи, предназначенной для производства шелковых тканей костюмно-плательного ассортимента, первоначально был проведен экспертный опрос при неограниченном числе единичных показателей согласно методике [3].

Ранговые оценки не учтенных экспертами показателей качества приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Недостающее число показателей качества | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| R | n | n-0,5 | n-1,0 | n-1,5 | n-2,0 | n-2,5 |

Полученные таким образом недостающие ранговые оценки, проставленные десятью экспертами $m=10$, сведены в табл. 2. При этом значимость оценивалась на

уровне простых свойств пряжи: толщина X_1 ; скрученность X_2 ; засоренность X_3 ; ворсистость X_4 ; прочность X_5 ; деформируемость X_6 и выносливость X_7 ($n=7$).

| Эксперт | Ранговые оценки простых свойств | | | | | | | Сумма рангов | Показатель одинаковости F_j |
|---------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------------------------------|
| | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | X_6 | X_7 | | |
| 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | 2 | 7 | 6 | 28 | 0 |
| 2 | 1,5 | 3 | 4,5 | 4,5 | 1,5 | 7 | 6 | 28 | 1 |
| 3 | 2,5 | 4 | 2,5 | 5 | 1 | 7 | 6 | 28 | 0,5 |
| 4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 6 | 6 | 28 | 0 |
| 5 | 3 | 2 | 5 | 4 | 1 | 7 | 6 | 28 | 0 |
| 6 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 7 | 6 | 28 | 0 |
| 7 | 1 | 3 | 4 | 6 | 2 | 7 | 5 | 28 | 0 |
| 8 | 1 | 3 | 4,5 | 4,5 | 2 | 7 | 6 | 28 | 0,5 |
| 9 | 2 | 3 | 4,5 | 4,5 | 1 | 7 | 6 | 28 | 0,5 |
| 10 | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 | 7 | 6 | 28 | 0 |
| S_i | 18,0 | 31,0 | 40,0 | 48,5 | 13,5 | 69,0 | 59,0 | - | - |
| \bar{R}_i | 1,80 | 3,10 | 4,00 | 4,85 | 1,35 | 6,90 | 5,90 | - | - |
| \bar{S} | 40,0 | | | | | | | - | - |
| $ S_i - \bar{S} $ | 22,0 | 9,0 | 0,0 | 8,5 | 26,5 | 29,0 | 19,0 | - | - |
| $(S_i - \bar{S})^2$ | 484,0 | 81,0 | 0,0 | 72,3 | 182,3 | 841,0 | 361,0 | 2021,5 | - |
| S_i^{-1} | 0,055 | 0,032 | 0,025 | 0,021 | 0,074 | 0,014 | 0,017 | 0,238 | - |
| α_i | 0,230 | 0,134 | 0,105 | 0,088 | 0,310 | 0,059 | 0,071 | 1,0 | - |

Согласованность мнений экспертов в отношении важности каждого свойства оценена по формуле

$$C_i = \sigma_i / \bar{R}_i, \quad (1)$$

где C_i – коэффициент вариации мнений экспертов по каждому i -му свойству;

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\bar{R}_i - R_{ij})^2}{m-1}} - \text{среднее квадратичное отклонение по } i\text{-му свойству; } \bar{R}_i - \text{средний по всем экспертам ранг } i\text{-го свойства; } R_{ij} - \text{ранг } i\text{-го свойства, проставленный } j\text{-м экспертом; } m - \text{число экспертов.}$$

Чем больше значение C_i , тем меньше согласованность мнений экспертов в отношении важности i -го свойства. При $C_i \leq 0,10$ согласованность мнений экспертов считают высокой, при $C_i \leq 0,15$ – выше средней; при $C_i \leq 0,25$ – средней; при $C_i \leq 0,35$ – ниже средней; при $C_i < 0,35$ – низкой.

На основании выражения (1) и данных табл. 2 имеем $C_1=0,40$; $C_2=0,18$; $C_3=0,19$;

$$C_4=0,11; C_5=0,35; C_6=0,04; C_7=0,05.$$

Следовательно, согласованность мнений экспертов по толщине – низкая, по скрученности и засоренности – средняя, по ворсистости – выше средней, по прочности – ниже средней, по деформируемости и выносливости – высокая.

Для оценки общей согласованности мнений экспертов определен коэффициент конкордации [3]. В результате имеем $W=0,73$; $\chi^2=43,7$ больше, чем $\chi^2_{\text{табл}}=16,8$, что говорит о хорошей значимой согласованности мнений экспертов.

С целью расчета коэффициентов весомости выбранных свойств пряжи использовали выражение

$$\alpha_i = S_i^{-1} / \sum_{i=1}^n S_i^{-1}. \quad (2)$$

Результаты расчетов по данной формуле сведены в табл. 2

В качестве количественных показателей выбранных экспертами простых свойств пряжи использованы показатели, наиболее полно отражающие центр группирования числовых значений и их разброс.

Фактические и базовые значения выбранных единичных показателей качества пряжи линейной плотностью 18,5 текс, выработанной из смеси, содержащей 67%

полиэфирного и 33% вискозного волокна, а также их относительные показатели сведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

| Разновидность показателя | Значения единичных показателей качества, характеризующих центр группирования свойств пряжи | | | | | | |
|--------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ |
| Фактическое | 18,2 | 820,9 | 100,0 | 23,0 | 357,7 | 31,0 | 8,5 |
| Базовое | 19,0 | 940,0 | 85,0 | 18,0 | 450,0 | 35,0 | 9,2 |
| Относительное | 0,96 | 0,87 | 0,85 | 0,78 | 0,79 | 0,88 | 0,92 |

Таблица 4

| Разновидность показателя | Значения единичных показателей качества, отражающих неравномерность свойств пряжи | | | | | | |
|--------------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ |
| Фактическое | 2,0 | 7,0 | 4,0 | 10,0 | 12,0 | 7,0 | 5,0 |
| Базовое | 1,5 | 5,0 | 3,0 | 7,0 | 10,0 | 5,0 | 4,5 |
| Относительное | 0,75 | 0,71 | 0,75 | 0,70 | 0,83 | 0,71 | 0,90 |

Дифференциальные показатели качества для позитивных $q_i^{(n)}$ и негативных $q_i^{(n)}$

единичных показателей качества определены согласно выражениям:

$$q_i^{(n)} = X_i / \|X_i\| \leq 1; \quad q_i^{(n)} = \|X_i\| / X_i \leq 1, \quad (3)$$

где X_i – фактическое значение i -го единичного показателя качества; $\|X_i\|$ – базовое (нормативное) значение i -го единичного показателя качества.

Комплексный показатель качества пряжи $Q_{пр}$ рассчитан на основе арифметического усреднения комплексных показателей, построенных отдельно по показателям центра группирования свойств Q_1 , и показателям их рассеяния Q_2 :

$$Q_{пр} = Q_1 \gamma_1 + Q_2 \gamma_2 = \left(\sum_{i=1}^n q_i \alpha_i \right) \gamma_1 + \left(\sum_{i=1}^n q_i \alpha_i \right) \gamma_2. \quad (4)$$

Из условия $\gamma_1 = \gamma_2 = 0,5$ и на основании данных табл. 2...4, а также выражения (4) получено $Q_{пр} = 0,81$.

ВЫВОДЫ

Построен безразмерный комплексный показатель качества пряжи, позволяющий оценивать качество пряжи непрерывно с учетом изменения потребительских предпочтений на основании назначения пряжи.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОСТ 17-96-86. Пряжа хлопчатобумажная и смешанная суровая кардная и гребенная одиночная для ткацкого производства. Технические условия.
2. ОСТ 17-362-85. Пряжа хлопчатобумажная и смешанная суровая кардная и гребенная одиночная с пневмомеханических прядильных машин для ткацкого производства. Технические условия.
3. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения ИГТА. Поступила 05.06.02.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМБИНИРОВАННЫХ НИТЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

И.Л.ВЕРНЯЕВА, И.А.КОРЖЕВА

(Костромской государственной технологической университет)

В лаборатории Композиционных материалов КГТУ совместно с ОКБ "Союз" (г.Казань) и ГНТЦ "ВИАМ" (г.Москва) ведутся работы по созданию термо- и эрозийноустойчивых композиционных материалов.

КГТУ занимается разработкой структуры и технологии получения текстильного армирующего элемента для указанных материалов.

В частности, в университете разработана технология получения трикотажной армирующей основы из предварительно сформированной многокомпонентной комбинированной нити.

Комбинированная нить состоит из трощеных термостойких нитей (углерод) и тугоплавкой проволоки (вольфрам), обкрученных хлопчатобумажной пряжей. При изготовлении из данной нити трикотажного полотна учитывались требования заказчика по значениям поверхностной плотности, разрывной нагрузке, характеристики и содержание различных компонентов.

Однако, несмотря на положительные свойства, данный материал имеет существенный недостаток – наличие хлопчатобу-

мажной нити. Хлопковое волокно в структуре трикотажа увеличивает адгезию к связующему при пропитке, однако превышение его доли содержания в армирующей основе влияет на её термостойкость и может привести к образованию пустот при выгорании хлопкового волокна в процессе формования композита. Кроме этого в [1] показано, что при изготовлении трикотажного полотна имеют место потери хрупкого углеродного волокна.

При замене хлопчатобумажной пряжи на термостойкий компонент необходимы следующие условия:

- для сохранения заданной поверхностной плотности трикотажного полотна отклонение линейной плотности новой комбинированной нити от известного варианта должно быть незначительным;

- для обеспечения стабильного процесса петлеобразования жесткость на изгиб новой комбинированной нити должна быть минимальна.

Наработаны углеродные нити различной линейной плотности; отдельные показатели качества представлены в табл.1.

Таблица 1

| Наименование показателя | Числовые значения | | |
|---|-------------------|-------|-------|
| Линейная плотность, текс | 100 | 180 | 205 |
| Абсолютная разрывная нагрузка, Н | 31,95 | 43,70 | 49,10 |
| Удельная разрывная нагрузка, Н/текс | 0,320 | 0,242 | 0,240 |
| Коэффициент вариации по абсолютной разрывной нагрузке, % | 11,3 | 7,3 | 10,0 |
| Относительное разрывное удлинение, % | 1,1 | 1,1 | 1,4 |
| Коэффициент вариации по абсолютному разрывному удлинению, % | 16,0 | 12,3 | 8,1 |
| Жесткость на изгиб, Н·мм | 0,40 | 0,66 | 0,79 |

Как видно из табл.1, лучшие возможности для обкручивающего компонента имеет углеродная нить линейной плотностью 100 текс. Поэтому можно было предположить, что снижение линейной плотности компонента имело бы положительное значение, но серийно выпускаемые углерод-

ные комплексные нити линейной плотностью меньше 100 текс в настоящее время отсутствуют.

С целью определения числа кручений обкручивающего компонента наработаны и исследованы опытные образцы комбинированных нитей.

Предельные значения показателя скрученности нити определялись целесообразностью и возможностью прядильного обо-

рудования. Результаты эксперимента представлены в табл.2.

Таблица 2

| Наименование показателя комбинированной нити | Значения при показателе крутки, кр/м | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 80 | 140 | 200 | 260 | 320 |
| Линейная плотность, текс | 503,1 | 505,6 | 509,2 | 509,5 | 512,3 |
| Жесткость на изгиб, Н·мм ² | 17,13 | 17,30 | 17,40 | 18,29 | 19,81 |
| Абсолютная разрывная нагрузка, Н | 61,1 | 61,2 | 60,2 | 59,1 | 58,3 |

Все дальнейшие эксперименты проводили при числе кручений обкручивающего компонента 80 кр/м, так как в этом случае комбинированная нить имеет минимальную жесткость на изгиб.

В дальнейшем наработаны опытные образцы комбинированных нитей для трикотажных полотен марки ПТУВ с содержанием вольфрама 45 и 60% с хлопковым (варианты В1Х и В2Х) и термостойким (варианты В1 и В2) обкручивающими компонентами.

В качестве сердечника для нитей В1Х и В2Х использовалась углеродная нить линейной плотностью 205 текс, для нитей В1 и В2 – углеродная нить 180 текс. Снижение линейной плотности сердечниковых нитей в новых вариантах с одновременным уменьшением числа кручений обкручиваемого компонента позволило обеспечить лишь минимальные отклонения по линейной плотности комбинированных нитей.

Показатели комбинированных нитей представлены в табл.3.

Таблица 3

| Наименование показателя | Значения при содержании вольфрама, % | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| | 45 | | 60 | |
| | В1Х | В1 | В2Х | В2 |
| Линейная плотность, текс | 505,6 | 534,8 | 901,0 | 785,7 |
| Крутка обкруточного компонента, кр/м | 80 | | | |
| Коэффициенты потери углерода | 0 | 1,003 | 0 | 1,002 |
| Абсолютная разрывная нагрузка, Н | 61,18 | 54,3 | 69,9 | 66,3 |
| Удельная разрывная нагрузка, Н/текс | 12,1 | 10,15 | 8,44 | 8,5 |
| Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, % | 13 | 9,12 | 6,6 | 7,5 |
| Относительное разрывное удлинение, % | 10,1 | 12,1 | 15,6 | 16,4 |
| Коэффициент вариации по абсолютному разрывному удлинению, % | 9,8 | 11 | 3,6 | 9,4 |
| Жесткость на изгиб, Н·мм | 17,13 | 18,2 | 19,3 | 14,8 |

Следует отметить, что при наработке нитей вариантов В1 и В2 наблюдалась запыленность частичками углеродного волокна. При визуальном сравнении комбинированных нитей было отмечено наличие ворсистости у нитей с углеродным обкручивающим компонентом.

Вследствие этого было проведено сравнение расчетной и фактической линейных плотностей комбинированных нитей. Как и предполагалось, в нитях вариантов В1 и В2 имеются расхождения в этих показателях, то есть повреждение и потеря углерода наблюдаются уже при переработке на прядильном оборудовании.

По методике [2] определены коэффициенты потерь углеродного волокна в процессе вязания и общий коэффициент с учетом первого прядильного перехода. Это позволило скорректировать линейную плотность комбинированных нитей и долевой состав компонентов, обеспечивающий заданные параметры армирующего трикотажного полотна.

В табл. 4 представлены показатели качества трикотажных полотен, наработанных из комбинированных нитей.

| Наименование показателя | ПТУВ-45-600 | | | ПТУВ-60-250 | | |
|---|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| | по ТУ | В1Х | В1 | по ТУ | В1Х | В1 |
| Общий коэффициент потерь углерода | - | 1,086 | 1,088 | - | 1,073 | 1,073 |
| Линейная плотность комбинированной нити, текс | - | 520 | 550 | - | 915 | 812 |
| Доля компонентов в нити, %: | | | | | | |
| – вольфрама | | 42 | 42,1 | | 59,7 | 56,3 |
| – углерода | | 55 | 57,4 | | 38,4 | 43,7 |
| – хлопкового волокна | | 3 | - | | 1,9 | - |
| Доля компонентов в трикотаже, %: | | | | | | |
| – вольфрама | 45±3 | 45,6 | 45,75 | 60±3,5 | 60,87 | 60,45 |
| – углерода | 51,5±3 | 51,14 | 54,25 | 38±3 | 37,09 | 39,55 |
| – хлопкового волокна | 3,5±0,5 | 3,26 | - | 2±0,5 | 2,4 | - |
| Поверхностная плотность, г/м ² | 1300 | 1120 | 1350 | 2500 | 2200 | 2450 |
| Нормированное отклонение поверхностной плотности, % | 15,0 | 13,85 | 3,85 | 10,0 | 12,0 | 2,0 |
| Абсолютная разрывная нагрузка полоски 50x100 вдоль петельного столбика, Н | 490 (50) | 529,2 (54) | 774,2 (79) | 784 (80) | 842,8 (86) | 1421 (145) |
| Вид переплетения | | фанг | | | ластик | |

Анализ данных табл. 4 показывает, что трикотажное полотно из комбинированной нити с термостойким обкручивающим компонентом не только соответствует техническим требованиям заказчика, но и имеет лучшие показатели качества по сравнению с трикотажем из комбинированных нитей вариантов В1Х и В2Х.

ВЫВОДЫ

Доказана возможность использования в качестве обкруточного компонента термостойких углеродных нитей для формирования трикотажного полотна.

УДК 677.017

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ РАЗРЫВНОГО УДЛИНЕНИЯ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ СТРУКТУРЫ ХЛОПЧАТУБУМАЖНОЙ ТКАНИ

Ю.С. ШУСТОВ

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

В целях установления зависимости относительного разрывного удлинения ε_T однослойной хлопчатобумажной ткани от параметров ее структуры воспользуемся методом теории подобия и анализа размерностей [1].

Известно, что относительное разрывное удлинение ε_T хлопчатобумажной ткани может быть функцией следующих основных переменных [2]:

$$\varepsilon_T = f(\varepsilon_n, T_0, T_y, P_0, P_y, t_0, t_y, R_0, R_y), \quad (1)$$

где ε_n – относительное разрывное удлинение основной пряжи, %.

Это функциональное соотношение можно выразить через безразмерные комбинации величин, используя анализ размерностей. Тогда соотношение примет вид

$$\frac{\varepsilon_\tau}{\varepsilon_n} = \bar{\varepsilon}_\tau = f\left(\frac{t_0 t_y}{R_0 R_y} \frac{T_y \Pi_y}{T_0 \Pi_0}\right), \quad (2)$$

где $\bar{\varepsilon}_\tau = \varepsilon_\tau / \varepsilon_n$ – безразмерный параметр, характеризующий величину соотношения относительного разрывного удлинения ткани и пряжи.

В табл.1 приведены исходные и расчетные значения относительного разрывного удлинения тканей, полученных по кольцевой системе прядения.

Для установления степени влияния каждого из параметров $t_0 t_y / R_0 R_y$ и $T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0$ на ε_τ находим зависимости $\varepsilon_\tau = f(t_0 t_y / R_0 R_y)$ при усредненных значениях $T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0$ и $\varepsilon_\tau = f(T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0)$ при усредненных значениях $t_0 t_y / R_0 R_y$.

С целью ликвидации влияния параметра $t_0 t_y / R_0 R_y$ на ε_τ находим аппроксимирующую зависимость $\varepsilon'_\tau = f(t_0 t_y / R_0 R_y)$ при усредненных значениях $T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0$.

$$\varepsilon_\tau = 0,412 \varepsilon_n \left(\frac{T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0}{0,4447 T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0 - 0,0231} \right) \left(\frac{t_0 t_y / R_0 R_y}{0,4523 t_0 t_y / R_0 R_y - 0,0405} \right). \quad (5)$$

Формула справедлива для $0,25 \leq t_0 t_y / R_0 R_y \leq 1,0$ и $0,47 \leq T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0 \leq 1,19$.

Для оценки погрешности этих зависимостей проведено сравнение средних фактических значений относительного удлинения хлопчатобумажных тканей с расчетными значениями ε_τ этих тканей (табл.1).

Наряду с этим проведен расчет для получения аппроксимирующей зависимости относительного разрывного удлинения хлопчатобумажной ткани, полученной из

$$\varepsilon_\tau = 0,3597 \varepsilon_n \left(\frac{T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0}{0,3491 T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0 + 0,0096} \right) \left(\frac{t_0 t_y / R_0 R_y}{0,3887 t_0 t_y / R_0 R_y - 0,029} \right). \quad (6)$$

Аппроксимирующая зависимость имеет вид

$$\varepsilon'_\tau = \frac{t_0 t_y / R_0 R_y}{(0,4523 t_0 t_y / R_0 R_y - 0,0405)}. \quad (3)$$

С помощью данной зависимости произведем перерасчет исходных значений ε_τ для значения $t_0 t_y / R_0 R_y = 1$ (табл.1).

Используя полученные исходные значения ε'_τ , определим аппроксимирующую зависимость $\varepsilon'_\tau = f(T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0)$ для случая $t_0 t_y / R_0 R_y = 1$ (полотняное переплетение), которая примет вид

$$\varepsilon_\tau'' = \frac{T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0}{0,4447 T_y \Pi_y / T_0 \Pi_0 - 0,0231}. \quad (4)$$

На основании вышеизложенного окончательная формула для расчета относительного разрывного удлинения хлопчатобумажной ткани различного переплетения, полученной по кольцевой системе прядения, будет выглядеть так:

пряжи пневмомеханического способа прядения.

Исходные данные и расчетные значения приведены в табл.2.

Используя аналогичный метод расчета (что и для ткани, выработанной из пряжи кольцевого способа прядения), получена следующая аппроксимирующая зависимость:

Таблица 1

| Условное обозначение, арт. ткани | Переплетение | T _{ор} , текс | T _у , текс | П _о , нитей/см | П _у , нитей/см | ε _{пр} , % | ε _т , % | $\frac{t_{0y}}{R_0 R_y}$ | $\frac{T_y P_y}{T_0 P_0}$ | $\bar{\epsilon} = \frac{\epsilon_{тк}}{\epsilon_{пр}}$ | $\bar{\epsilon}'$ | (ε _т) _{расч.} , % | Отклонение, % |
|----------------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|--|-------------------|--|---------------|
| Перкаль С 25 | полотняное | 11,8 | 9,0 | 42,1 | 47,2 | 3,3 | 8,1 | 1,0 | 0,855 | 2,485 | 2,485 | 7,81 | 3,7 |
| Батист 1503 | полотняное | 10,0 | 10,0 | 28,1 | 33,5 | 3,0 | 6,7 | 1,0 | 1,192 | 2,233 | 2,233 | 7,05 | 5,3 |
| Бязь 646 | полотняное | 37,5 | 37,5 | 23,4 | 22,8 | 5,7 | 14,3 | 1,0 | 0,974 | 2,508 | 2,508 | 13,54 | 5,9 |
| Арт. 643 | саржа 2/1 | 36,0 | 36,0 | 40,4 | 22,6 | 5,5 | 15,0 | 0,44 | 0,559 | 2,727 | 2,386 | 15,59 | 3,9 |

Таблица 2

| Условное обозначение, арт. ткани | Переплетение | T _{ор} , текс | T _у , текс | П _о , нитей/см | П _у , нитей/см | ε _{пр} , % | ε _т , % | $\frac{t_{0y}}{R_0 R_y}$ | $\frac{T_y P_y}{T_0 P_0}$ | $\bar{\epsilon} = \frac{\epsilon_{тк}}{\epsilon_{пр}}$ | $\bar{\epsilon}'$ | (ε _т) _{расч.} , % | Отклонение, % |
|----------------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|--|-------------------|--|---------------|
| Миткаль С 43 | полотняное | 18,5 | 18,5 | 24,7 | 24,0 | 3,4 | 9,7 | 1,0 | 0,972 | 2,853 | 2,853 | 9,47 | 2,4 |
| Миткаль С 58 | полотняное | 20,0 | 20,0 | 26,5 | 27,0 | 3,6 | 9,9 | 1,0 | 1,019 | 2,750 | 2,750 | 10,04 | 1,4 |
| Бязь 142 | полотняное | 29,0 | 29,0 | 22,8 | 21,1 | 4,1 | 11,3 | 1,0 | 0,925 | 2,750 | 2,750 | 11,40 | 0,9 |
| Обр. 583 | саржа 2/1 | 29,0 | 29,0 | 31,2 | 21,0 | 4,1 | 12,5 | 0,44 | 0,673 | 3,049 | 2,735 | 12,58 | 0,6 |

Формула справедлива для $0,25 \leq \leq t_{0y}/R_o R_y \leq 1,0$ и $0,39 \leq T_y P_y / T_o P_o \leq 1,0$.

ВЫВОДЫ

Получены эмпирические зависимости для расчета разрывного удлинения однослойной хлопчатобумажной ткани, выработанной из пряжи кольцевого и пневмомеханического способов прядения, которые позволяют выявить взаимосвязь меж-

ду основными параметрами строения ткани.

ЛИТЕРАТУРА

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

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 18.02.02.

УДК 677: 687

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОБИВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

О.Ю. ФЕДОСЕЕВА, В.И. СТЕЛЬМАШЕНКО, А.П. ЖИХАРЕВ

(Поволжский технологический институт сервиса,
Московский государственный университет сервиса,
Московский государственный университет дизайна и технологий)

Установлено [1], что качество текстильных материалов, используемых для обивки салона автомобиля, зависит от их износостойкости. В связи с этим исследование текстильных обивочных материалов проводили на их износостойкость.

В качестве объекта исследования выбраны четыре варианта нового текстильного синтетического двухслойного материала, лицевой слой которого представляет тканое полотно крупноузорчатого (жаккардового) переплетения из полиэфирных текстурированных нитей, а изнаночный слой – нетканое холстопршивное безниточное полотно Малифлис. Дублирование слоев осуществлено клеевым способом на основе полиэфирных паст [2].

По результатам опроса экспертов-материаловедов и потребителей установлено [3], что при эксплуатации текстильных обивочных материалов автомобильного назначения основными факторами их износа являются механические (истирание и многократное растяжение) и физико-химический (действие светопогоды).

Для установления влияния этих факторов на износостойкость исследуемого ма-

териала проведен полный факторный эксперимент. Износ текстильного материала оценивали по изменению наиболее чувствительной к изнашиванию характеристике – разрывной нагрузке, показатель которой был принят за критерий оптимизации.

С целью имитации механических факторов износа пробы исследуемого материала подвергались многократному растяжению на приборе МР-2 и истиранию на приборе ТИ-1М отечественного производства. Действия светопогоды имитировал прибор искусственного освещения Ксено-тест-450. Следовательно, основными факторами износа являлись: x_1 – число циклов растяжения, тыс.; x_2 – число циклов истирания, тыс. и x_3 – время инсоляции, ч.

Выбор уровней варьирования факторов – число (x_1) циклов растяжения и число (x_2) циклов истирания – обусловлен методикой стендовых испытаний сидений автомобилей на долговечность [4], в соответствии с которой одному году эксплуатации автомобиля соответствуют 125000 циклов многократного растяжения и 12000 циклов истирания.

Время инсоляции на приборе Ксено-

тест-450 выбрано в соответствии с данными, полученными при сопоставлении времени экспонирования ксеновой лампы и в

естественных условиях [5].

Факторы и уровни их варьирования приведены в табл. 1.

Таблица 1

| № п/п | Факторы | Уровни варьирования | | | Интервалы варьирования |
|-------|-------------------------------------|---------------------|-----|-----|------------------------|
| | | -1 | 0 | +1 | |
| 1 | Число x_1 циклов растяжения, тыс. | 35 | 80 | 125 | 45 |
| 2 | Число x_2 циклов истирания, тыс. | 3 | 7,5 | 12 | 4,5 |
| 3 | Время x_3 инсоляции, ч | 160 | 225 | 290 | 65 |

В процессе испытаний пробы подвергали последовательному воздействию многократного растяжения, истирания и све-

топогоды, затем определяли их разрывную нагрузку (ГОСТ 3813-72). Результаты исследований сведены в табл. 2.

Таблица 2

| № опыта | Матрица планирования | | | | Рабочая матрица | | | Результаты испытаний вариантов материалов | | | | | | | |
|----------|----------------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-------|---|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | x_0 | x_1 | x_2 | x_3 | x_1 | x_2 | x_3 | I | | II | | III | | IV | |
| | | | | | | | | a | б | a | б | a | б | a | б |
| | | | | | | | | Y_1 | Y_1' | Y_2 | Y_2' | Y_3 | Y_3' | Y_4 | Y_4' |
| 1 | + | + | + | + | 125 | 12 | 290 | 88 | 77 | 88 | 78 | 82 | 73 | 89 | 80 |
| 2 | + | + | + | - | 125 | 12 | 160 | 91 | 82 | 90 | 82 | 84 | 78 | 90 | 81 |
| 3 | + | + | - | + | 125 | 3 | 290 | 92 | 82 | 93 | 83 | 90 | 77 | 92 | 82 |
| 4 | + | + | - | - | 125 | 3 | 160 | 97 | 88 | 97 | 88 | 92 | 82 | 98 | 89 |
| 5 | + | - | + | + | 35 | 12 | 290 | 89 | 78 | 88 | 78 | 81 | 72 | 89 | 80 |
| 6 | + | - | + | - | 35 | 12 | 160 | 94 | 84 | 94 | 85 | 90 | 80 | 93 | 84 |
| 7 | + | - | - | + | 35 | 3 | 290 | 95 | 86 | 95 | 86 | 96 | 82 | 95 | 86 |
| 8 | + | - | - | - | 35 | 3 | 160 | 98 | 89 | 98 | 89 | 99 | 83 | 99 | 89 |
| Σ | | | | | | | | 744 | 666 | 743 | 669 | 714 | 627 | 745 | 671 |

Примечание. а – продольное; б – поперечное направления.

В табл. 3 представлены математические модели, описывающие комплексное влияние факторов износа на изменение разрыв-

ной нагрузки для четырех вариантов исследуемого материала в продольном и поперечном направлениях.

Таблица 3

| Вариант материала | Направление испытаний | |
|-------------------|---|--|
| | продольное | поперечное |
| 1 | $y_1 = 93 - x_1 - 2,5x_2 - 2x_3$ | $y_1' = 83,25 - x_1 - 3x_2 - 2,5x_3$ |
| 2 | $y_2 = 92,875 - 0,875x_1 - 2,875x_2 - 1,875x_3$ | $y_2' = 83,625 - 0,875x_1 - 2,875x_2 - 2,375x_3$ |
| 3 | $y_3 = 89,25 - 2x_1 - 5x_2 - 2,25x_3$ | $y_3' = 78,375 - 0,875x_1 - 2,625x_2 - 2,375x_3$ |
| 4 | $y_4 = 93,125 - 0,875x_1 - 2,875x_2 - 1,875x_3$ | $y_4' = 83,875 - 0,875x_1 - 2,625x_2 - 1,875x_3$ |

Изменение разрывной нагрузки комплексного текстильного материала при моделировании износа в лабораторных условиях имеет линейный характер, так как при совместном воздействии факторов на начальной стадии износа снижение разрывной нагрузки при истирании компенсируется ее повышением при многократном растяжении и инсоляции.

С целью проверки достоверности полученных экспериментальных данных про-

водили опытную эксплуатацию и стендовые испытания комплексного текстильного материала. Опытную эксплуатацию проводили в течение одного года; в качестве образцов использовали обивки подушек сидений водителей служебных автомобилей АО "АвтоВАЗ". При проведении стендовых испытаний применяли стенд, используемый для испытаний сидений автомобилей на долговечность [4].

Коэффициенты корреляции между ре-

зультатами лабораторных, стендовых испытаний опытной эксплуатации находились в пределах от 0,72 до 0,99.

С учетом наибольшего снижения разрывной нагрузки при лабораторном исследовании и при коэффициенте корреляции от 0,87 до 0,98 между этими данными и данными, полученными при опытной эксплуатации и стендовых испытаниях, рекомендованы следующие параметры испытаний при проведении экспрессного метода оценки износостойкости обивочных материалов автомобильного назначения:

- число циклов растяжения, тыс. 125000;
с амплитудой растяжения 3 % и частотой 120 циклов в мин;
- число циклов истирания, тыс. 12000;
- время инсоляции, ч 290.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федосеева О. Ю., Капустина Л. А. Выбор и моделирование основных факторов износа обивочных материалов для автомобилей при оценке их надежности // Сб. научн. тр. ПТИС. Вып. 3, ч. II. – Тольятти, 1997. С.67...70.

2. Патент на изобретение № 2144589 РФ. Текстильный синтетический материал / Федосеева О.Ю., Капустина Л. А. и др. – Оpubл. 1998.

3. Федосеева О. Ю., Трошина А. В., Стельмашенко В. И. Результаты социологического исследования по изучению потребительских свойств обивочных материалов для автомобилей // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф.: Актуальные проблемы создания и использования новых материалов и оценки их качества (Материаловедение - 99). – М.: МГУС, 1999. С.130...132.

4. Инструкция И1973.377.101.017–89. Методика испытаний сидений автомобилей на долговечность. – Тольятти, АО "АвтоВАЗ", ГенДР, 1995.

Рекомендована кафедрой материаловедения МГУДТ. Поступила 13.03.02.

УДК 677.021

ПРОЦЕСС УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАСТИЦЫ ВОЛОКНА С РАБОЧИМ ОРГАНОМ

А. Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Д. А. ЛЕБЕДЕВ, Р. В. КОРАБЕЛЬНИКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Известно, что необходимым условием эффективной очистки волокна от сорных примесей является ударное взаимодействие очищаемого материала с рабочими органами очистительной машины. Ранее процесс ударного взаимодействия исследовался в [1, 2].

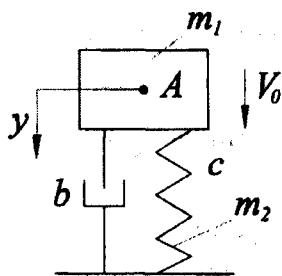


Рис. 1

Рассмотрим процесс взаимодействия частицы волокна при ударе ее о неподвижную поверхность с учетом массы упругого элемента в динамической модели. Динамическая модель процесса взаимодействия частицы волокна с неподвижной поверхностью представлена на рис. 1, где m_1 – часть массы волокна (пучка), сосредоточенная в т. А; m_2 – масса упругого элемента; $m_1 + m_2 = m$ – масса частицы; c – жесткость (динамическая) частицы волокна; b – коэффициент демпфирования.

При составлении математической модели процесса сделаем следующие допущения.

1. Поскольку нагружение при ударе о колосник (нарастание нагрузки) происходит в течение короткого промежутка вре-

мени (около четверти периода собственных колебаний частицы), демпфирующими свойствами пренебрегаем.

2. Жесткость пучка волокон принимаем постоянной (линейной).

3. Силой тяжести и сопротивления воздуха пренебрегаем.

4. Массу частицы, приходящуюся на упругий элемент, будем считать равномерной распределенной вдоль пружины.

Для составления математической модели процесса взаимодействия сначала найдем выражение для кинетической энергии системы массы волокна – массы упругого элемента.

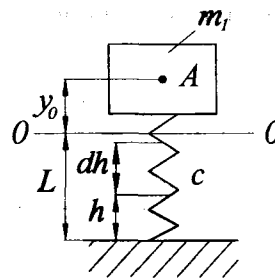


Рис. 2

С этой целью рассмотрим следующую расчетную схему (рис.2). Пусть масса m_1 взаимодействует с опорой через упругий элемент c , имеющий определенную массу. Пусть упругий элемент условно растянут на величину y_0 относительно положения равновесия.

Кинетическая энергия системы

$$T = T_1 + T_2, \quad (1)$$

где T_1 – кинетическая энергия массы m_1 при переходе через среднее положение; T_2 – кинетическая энергия всего упругого элемента (для m_2).

Кинетическая энергия массы m_1 :

$$T_1 = \frac{m_1 V^2}{2} = \frac{m_1 y_0^2 \omega^2}{2}, \quad (2)$$

где ω – круговая частота системы.

Для определения кинетической энергии упругого элемента воспользуемся методом Релея [3]. Выделим участок упругого элемента длиной dh (рис.2). Его масса будет равна μdh (μ – масса единицы длины упругого элемента, например, 1 см). Если в

$$T_2 = \frac{1}{2} \frac{\mu \omega^2}{L^2} y_0^2 \int_0^L h^2 dh = \frac{\mu \omega^2 y_0^2}{2L^2} \frac{1}{3} L^3 = \frac{1}{2} \omega^2 y_0^2 \frac{m_2}{3}, \quad (3)$$

где $m_2 = \mu L$.

Полная кинетическая энергия системы

$$T = T_1 + T_2 = \frac{m_1 y_0^2 \omega^2}{2} + \frac{1}{2} \omega^2 y_0^2 \frac{m_2}{3} = \frac{1}{2} y_0^2 \omega^2 \left(m_1 + \frac{m_2}{3} \right). \quad (4)$$

Для любого положения массы можно записать:

– для кинетической энергии

$$T = \frac{1}{2} y^2 \omega^2 \left(m_1 + \frac{m_2}{3} \right), \quad (5)$$

– для потенциальной энергии

$$\Pi = \frac{1}{2} c y^2. \quad (6)$$

В целях составления дифференциального уравнения движения системы воспользуемся уравнением Лагранжа 2-го рода [4]:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{y}} - \frac{\partial T}{\partial y} + \frac{\partial \Pi}{\partial y} = 0. \quad (7)$$

среднем положении длина упругого элемента равна L , а расстояние до выделенного элемента h ; то максимальное перемещение элемента составит $\frac{h}{L} y_0$.

Кинетическая энергия выделенного упругого элемента с массой μdh при переходе через среднее положение

$$dT_2 = \frac{1}{2} \mu dh \left(\frac{h}{L} y_0 \omega \right)^2,$$

а кинетическая энергия всей массы упругого элемента

при максимальном отклонении от положения равновесия y_0 равняется

Примем $y\omega = \dot{y}$.

Выражение (5) перепишем в виде

$$T = \frac{1}{2} (\dot{y})^2 \left(m_1 + \frac{m_2}{3} \right). \quad (8)$$

Тогда, продифференцировав (8) и (6) в соответствии с (7), получим

$$\left(m_1 + \frac{m_2}{3} \right) \ddot{y} + cy = 0. \quad (9)$$

Обозначим

$$p = \sqrt{\frac{c}{m_1 + \frac{m_2}{3}}}, \quad (10)$$

где p – частота собственных колебаний системы.

Найдем период колебаний:

$$T = \frac{2\pi}{p} = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 + \frac{m_2}{3}}{c}}. \quad (11)$$

Если считать, что рост ударной нагрузки происходит за время от $t=0$ до $t = \frac{T}{4}$, то время нарастания нагрузки составит

$$t_n = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m_1 + \frac{m_2}{3}}{c}}. \quad (12)$$

Решением дифференциального уравнения (9) будет

$$y = A \sin pt + B \cos pt. \quad (13)$$

Уравнение (13) есть общее решение дифференциального уравнения (9) и значения A и B могут быть разными в зависимости от начальных условий. Так, если рассматривать вопрос удара массы m_1 через упругий элемент c и считать, что предварительной деформации упругого элемента не было, а скорость массы составляла V_0 , то начальные условия запишутся так:

$$\text{при } t=0 \quad y=0, \quad \frac{dy}{dt} = V_0.$$

В соответствии с этим из (13) получим

$$B=0, \quad A = \frac{V_0}{p}.$$

Тогда

$$y = \frac{V_0}{p} \sin pt. \quad (14)$$

Максимальная деформация упругого элемента

$$y_{\max} = \frac{V_0}{p} = V_0 \sqrt{\frac{m_1 + \frac{m_2}{3}}{c}}. \quad (15)$$

Время удара равняется:

$$t_y = t_n + t_{\text{отр}}, \quad (16)$$

где t_n – время нарастания нагрузки; $t_{\text{отр}}$ – время отхода назад.

Как показано выше,

$$t_n = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m_1 + \frac{m_2}{3}}{c}},$$

а величина $t_{\text{отр}}$ будет зависеть от многих параметров (от коэффициента восстановления скорости, от состояния волокна, его влажности и др.). Следовательно, время $t_{\text{отр}}$ лучше определять экспериментально, поскольку оно, как правило, отличается от t_n .

Отметим, что для исследования динамики процесса взаимодействия в нашем случае достаточным является определение t_n и максимальной силы удара.

Для определения силы взаимодействия при ударе частицы о поверхность дважды продифференцируем выражение (14):

$$\ddot{y} = -V_0 p \sin pt. \quad (17)$$

Максимальная сила составит

$$P_{\max}^n = (m_1 + \frac{m_2}{3}) V_0 \sqrt{\frac{c}{m_1 + \frac{m_2}{3}}}. \quad (18)$$

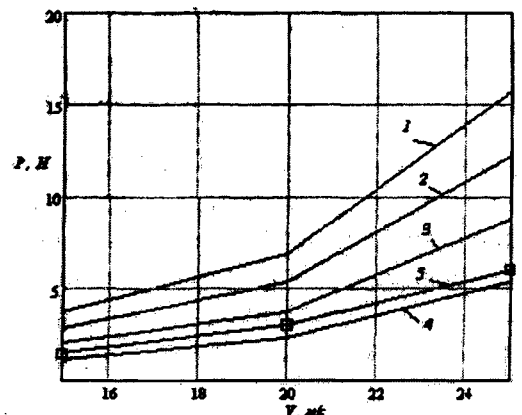


Рис. 3

На рис.3, где 1 – масса упругого элемента $m_2=0$ (то есть вся масса частицы сосредоточена в т. А); 2 – масса $m_2 = \frac{m}{3}$; 3 – масса $m_2 = \frac{2}{3} m$; 4 – вся частица рассматривается как упругий элемент; 5 – кривая экспериментальных данных, изображена зависимость расчетной силы удара от V_0 при различных соотношениях m_1 и m_2 в общей массе пучка m (масса пучка 40 мг). Там же показаны экспериментальные значения усилий при ударе. Исследования проводили на стенде и по методике из [5].

Анализ полученных результатов показал, что наиболее близкими по значению усилия удара частицы волокна о колосник к экспериментальным данным является случай, когда рассматривается удар частицы волокна как упругого элемента, обладающего массой. Этот результат можно считать достаточно важным в развитии теории ударного взаимодействия пучков волокон с рабочими органами.

Следовательно, для практических расчетов максимальной силы удара можно пользоваться формулой (18), которая примет вид:

$$P_{\max}^u = \frac{m}{3} V_0 \sqrt{\frac{3c}{m}} \quad (19)$$

УДК 677.03

ОБ ИЗМЕНЕНИИ УГЛОВОЙ ОРИЕНТАЦИИ СТЕБЛЕЙ ПРИ УТОНЕНИИ СЛОЯ

В.А. ДЬЯЧКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Негативным следствием процесса утонения слоя в слоеформирующих машинах мяльно-трепальных агрегатов является увеличение угловой дезориентации стеблей в слое. Проанализируем закономерности этого явления с учетом [1...3].

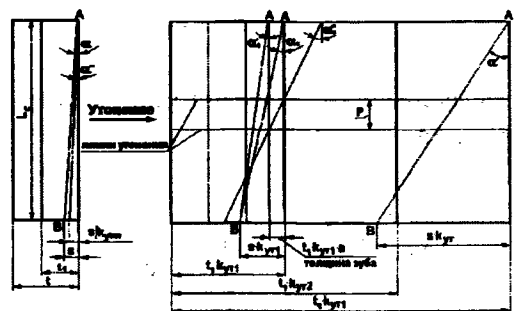


Рис. 1

1. При исследовании ударного взаимодействия пучка волокон с рабочим органом установлено, что массу пучка следует рассматривать как упругий элемент, обладающий массой. Экспериментальные и теоретические значения при таком подходе показали наилучшее совпадение.

2. Разработана методика, позволяющая расчетным путем определить основные параметры удара пучка волокон о рабочий орган (время нарастания нагрузки, период колебаний, максимальную силу удара).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурнашев Р.З. и др. Информационное сообщение № 315. – Ташкент: ФАН, 1983.
2. Маххамов Р. Г. Повышение технологической надежности хлопкоочистительных машин, работающих в ударном режиме. – Ташкент: ФАН, 1989.
3. Тимошенко С. П. и др. Колебания в инженерном деле. – М.: Машиностроение, 1985.
4. Комаров М. С. Динамика механизмов и машин. – М.: Машиностроение, 1969.
5. Лебедев Д.А. // Вестник КГТУ, № 5, 2002.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 11.10.02.

Рассмотрим рис. 1, где показан участок слоя до утонения (с длиной L_c стеблей и шириной t_1 , равной шагу зубьев подающего диска первой зоны утонения) и после утонения в трех зонах при одинаковой кратности деления порции стеблей $K=3$ во всех зонах:

$$t_1 = t/k_{упл},$$

где t – ширина слоя на раскладочном столе; $k_{упл}$ – коэффициент уплотнения слоя в дозирующем механизме.

Предположим, что на этом участке имеется стебель, расположенный по линии АВ с углом наклона α , отличным от нуля. Отметим, что во всех полученных ниже выражениях угол наклона α следует принимать как положительным, так и отрицательным. В этом случае слой будет описываться в виде сетки.

При утонении слой вытягивается вдоль линии перемещения в $k_{ут}$ раз. Тогда изменится и угол наклона упомянутого стебля.

Имеем

$$tg\alpha' = \frac{sk_{ут}}{L_c},$$

и так как $s = L_c tg\alpha$,

$$tg\alpha' = k_{ут} tg\alpha.$$

Зависимость угла наклона стеблей на выходе от угла на входе в слоеутоняющий механизм $\alpha' = f(\alpha)$ при различных значениях коэффициента утонения $k_{ут} = 2; 4; 6; 8; 10; 12$ показана на рис. 2.

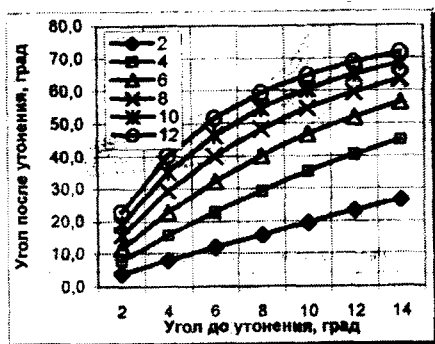


Рис. 2

Уменьшить угловую дезориентацию стеблей слоя может уплотнение слоя в дозирующем механизме. Рассмотрим это. При уплотнении слоя в $k_{упл}$ раз величина катета s уменьшается во столько же раз (рис. 1), то есть угол наклона стебля α'' после уплотнения будет описываться выражением

$$tg\alpha'' = tg\alpha/k_{упл}.$$

Тогда

$$tg\alpha' = k_{ут} tg\alpha/k_{упл}. \quad (1)$$

На рис. 3 показано изменение угла наклона стеблей на выходе из слоеутоняющего механизма в зависимости от угла наклона стебля на раскладочном столе α при коэффициенте уплотнения $k_{упл} = 2$, при различных коэффициентах утонения $k_{ут} = 2; 4; 6; 8; 10; 12$.

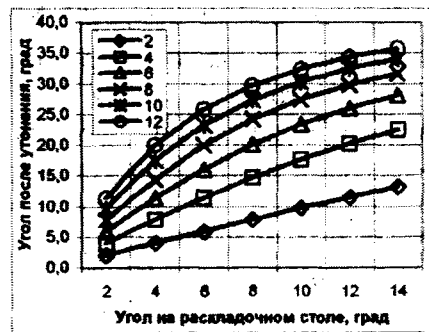


Рис. 3

Как видим, на величину угловой дезориентации стеблей слоя влияет исходная ориентация стеблей и коэффициенты утонения и уплотнения слоя. Допустимым значением для угла α на раскладочном столе следует признать величину, меньшую 10° . Такую величину вполне можно обеспечить при ручном формировании слоя. Чтобы представить возможные отклонения стеблей от номинального положения, в табл. 1 показана величина катета s (рис. 1) в зависимости от величины угла α при длине стебля 800 мм.

Таблица 1

| α° | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
|----------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| s, мм | 28 | 56 | 84 | 112 | 141 | 170 | 199 |

Толщина зуба утоняющего диска влияет на угловую дезориентацию стеблей слоя, причем такое влияние толщины зуба носит случайно-вероятностный характер и будет проявляться в зависимости от положения стебля во впадине зубчатого диска. Например, толщина зуба не будет влиять на угловую ориентацию стебля, расположенного посередине впадины, а угловая ориентация стеблей, расположенных вблизи от зуба, будет подвержена влиянию толщины зуба.

Предположим, что после первой зоны утонения при бесконечно малой величине толщины зуба слой был растянут на величину $t_1 k_{yT1}$ (рис. 1). При реальной толщине зуба, характеризующейся коэффициентом толщины зуба $a > 0$, слой будет растянут на величину $t_1 k_{yT1} - t_1 k_{yT1} a$ или $t_1 k_{yT1} (1 - a)$. При $a = 0$ стебель будет иметь угол наклона $\alpha_1 = \arctg(k_{yT} \operatorname{tg} \alpha / k_{yT1})$. При $a > 0$ возможны два варианта расположения стебля: когда точка А стебля будет располагаться либо на одной, либо на другой стороне зуба и иметь углы соответственно α_1 и

$$\alpha_1 = \arctg \frac{sk_{yT1}(1-a)}{L_c}$$

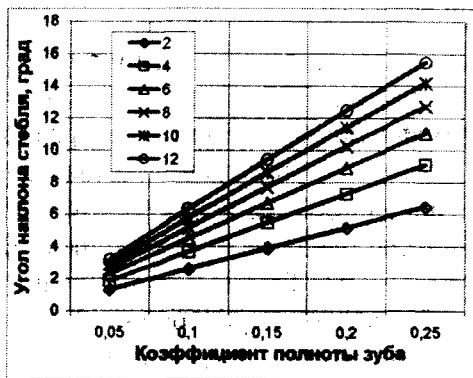


Рис. 4

Поскольку $sk_{yT1} = L_c \operatorname{tg} \alpha_1$ (рис. 1), то $\operatorname{tg} \alpha_1 = L_c \operatorname{tg} \alpha_1 (1 - a)$ или $\alpha_1' = \arctg(k_{yT} \operatorname{tg} \alpha (1 - a) / k_{yT1})$. Отметим, $\alpha_1 < \alpha_1'$. Это объясняется уплотнением стеблей в последней отбираемой из впадины порции.

Негативное влияние толщины зуба на величину угла дезориентации стеблей будет существенно проявляться в случае утонения слоя по двум линиям утонения (с двумя дисками на каждом валу), расположенными на расстоянии P друг от друга (рис. 1).

В случае, если стебель расположится на разных боковых поверхностях зубьев дисков верхней (рис. 1) и нижней линий утонения, угол наклона стебля будет определяться из выражения

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{t_1 k_{yT1} a}{P}$$

или

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{t_1 \sqrt{K_1} a}{P}, \quad (2)$$

где K_1 – кратность деления впадины подающего диска на части.

Отметим, что выражение (2) будет справедливо в отдельных случаях и для стеблей с углом наклона α_1 , близким к нулю, поскольку реальный зуб имеет треугольную форму.

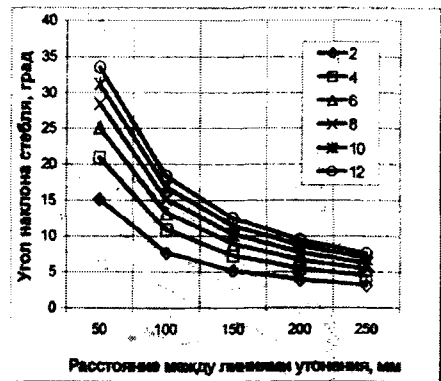


Рис. 5

На рис. 4 показана зависимость угла наклона стеблей после первой зоны утонения от коэффициента полноты зуба и кратности деления впадины подающего диска на части: $\alpha_1' = f(a)$ при $t = 62,8$ мм, $P = 200$ мм и $K_1 = 2; 4; 6; 8; 10; 12$.

На рис. 5 представлена зависимость угла наклона стеблей после первой зоны утонения от расстояния между линиями утонения: $\alpha_1' = f(P)$ при $t = 62,8$ мм, $a = 0,15$ и $K_1 = 2; 4; 6; 8; 10; 12$.

В каждой последующей зоне утонения негативные явления дезориентации стеблей слоя, обусловленные толщиной зуба, будут усугубляться. Это связано с тем, что для каждой последующей зоны исходная дезориентация стеблей будет выше, чем рассчитанная по формуле (1) для первой зоны утонения, кроме того, будет увеличиваться количество стеблей, положение которых будет определяться по формуле (2).

Сцепленность стеблей в вершинной и комлевой частях стебля препятствует изменению угловой дезориентации стеблей в слое. Замечено, что отдельная горсть массой порядка 50 г успешно пройти через утоняющий механизм не сможет. На выходе из машины стебли будут располагаться под углом $\alpha' \Rightarrow 90^\circ$.

Для непрерывного слоя приведенные ранее расчетные значения углов представляются завышенными. Влияние фактора сцепленности стеблей на изменение угловой дезориентации стеблей в настоящее время описать количественно практически невозможно. Поэтому приведенный анализ отдельных частных случаев взаимодействия стеблей с рабочими органами утоняю-

щего механизма следует рассматривать как гипотетический.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что на угол дезориентации стеблей слоя на выходе из слоеформирующей машины влияют: исходная дезориентация стеблей, число зон утонения, общий коэффициент утонения и уплотнения, толщина зуба, расстояние между линиями утонения, сцепленность стеблей в вершинной и комлевых частях стебля.

2. Показано, что угловая дезориентация стеблей на раскладочном столе менее 10° является приемлемой для обработки слоя в мяльно-трепальном агрегате. Величину такой дезориентации вполне можно обеспечить при ручном формировании слоя.

Зуб в виде тонкой пластины на выходе из слоеформирующей машины даст меньшую дезориентацию стеблей в слое.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левин В.Б. Исследование процесса утонения слоя стеблей льна зубчатыми дисками: Дис.... канд. техн. наук. – Кострома, КТИ, 1964.

2. Мараманов В.А. Разработка способа мятья льняной тресты при расположении стеблей параллельно вальцам: Дис.... канд. техн. наук. – Кострома, КТИ, 1987.

3. Лапшин А.Б., Пашин Е.Л., Румянцев А.Ф. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 4. С.23...27.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 20.05.02.

УДК 677.05

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ НА НАЖИМНОЙ ВАЛИК ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА*

Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ, В.А. АВРЕЛЬКИН, В.И. РОНЬЖИН, В.Г. ЛАПШИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

В связи с тем, что нагрузка на нажимные валики вытяжного прибора – один из важных факторов, определяющих качественные характеристики продукта, а определение оптимальной величины нагрузки на валик достаточно значимо для нормального протекания процесса вытягивания, задача нашей работы заключалась в определении оптимальной нагрузки на нажимные валики вытяжных пар, в зависимости от сил, действующих на продукт в зонах вытягивания (питания и выпуска), а также сил трения волокон продукта.

В процессе проектирования возникает необходимость оценки влияния технологических параметров на величину нагрузки на нажимные валики.

Необходимую нагрузку на нажимные валики вытяжного прибора определяли на примере кольцепрядильной машины П-76-ШГ2.

Для передачи продукта из зоны питания в зону вытягивания к питающей паре вытяжного прибора необходимо приложить такую нагрузку, при которой образованная ею сила вытягивания способна преодолеть сопротивление движению продукта, образующееся в результате прохождения последнего через уплотнитель.

Согласно законам механики выражение для определения нагрузки на нажимной валик пар вытяжного прибора имеет вид

$$Q_1 = \frac{F_{\text{тр}}}{\mu}, \quad (1)$$

где $F_{\text{тр}}$ – сила трения продукта в зажиме пары; μ – средневзвешенный коэффициент трения.

Учитывая натяжение, которое испытывает продукт на участке до питающей пары вытяжного прибора, силу вытягивания, действующую на продукт после нее, а также ширину валика и входящего продукта, необходимую нагрузку на нажимной валик питающей пары можно рассчитать по формуле

$$Q_1 = \frac{3l_1}{\mu b_1} (N_2 + N_3 - N_4), \quad (2)$$

где l_1 – ширина валика питающей пары; b_1 – ширина входящего продукта; N_2 – натяжение, которое испытывает продукт до вхождения в питающую пару; N_3 – сила вытягивания в задней зоне вытяжного прибора; N_4 – натяжение волокон продукта, длина которых больше разводки в задней зоне вытягивания.

В случае транспортирования продукта к питающей паре вытяжного прибора, то есть когда натяжение N_2 равно нулю, минимальную нагрузку на валик при условии отсутствия скольжения продукта в питающей паре запишем так:

* Работа выполнена по гранту 2002г. Министерства образования РФ по фундаментальным исследованиям в области технических наук.

$$Q_{1.\min} = \frac{3\ell_1}{\mu b_1} (N_3 - N_4). \quad (3)$$

При сматывании ровницы с катушки образуется некоторое натяжение, которое определяется [1]:

$$N_1 = \frac{\mu_1 m r_1}{\varrho \sin \delta}, \quad (4)$$

где m – масса ровницы с катушкой; r_1 – радиус пяточки шпильки; ϱ – переменный

$$N_2 = \frac{\alpha}{\pi^2} \left(\frac{4T}{\tau} \right)^3 \left\{ \int_{x_1}^{x_2} D^{-5}(x) - \xi_0^3 \left(\frac{\pi\tau}{4T} \right)^3 D(x) dx + \frac{1}{8\mu_y} \left[\left(\frac{1}{D_2^4} - \frac{1}{D_1^4} \right) + 2\xi_0^3 \left(\frac{\pi\tau}{4T} \right) (D_2^2 - D_1^2) \right] \right\} + N_1, \quad (5)$$

где α – коэффициент, характеризующий физические свойства продукта и уплотнителя; μ_y – коэффициент трения между продуктом и уплотнителем; T – линейная плотность продукта; τ – удельный вес волокна; D_1 – диаметр выходного отверстия уплотнителя; D_2 – исходный диаметр продукта; $D(x)$ – функция, описывающая форму уплотнителя;

б) уплотнитель – спиральный выюрок:

$$N_2 = P_m (\sin \lambda_c \cos \varepsilon + f_1 \sin \varepsilon) + N_1, \quad (6)$$

$$P_m = \frac{E_1 r^2 L}{a_n} \left(\sin \frac{\lambda_k}{2} - \frac{\lambda_k}{2} \cos \frac{\lambda_k}{2} \right),$$

$$\lambda_c = 0,37 \frac{\lambda_r}{2},$$

$$\frac{\lambda_r}{2} = \arccos \left(1 - \frac{D_2 - D + 2r}{2r} \right),$$

где P_m – давление витков спирали на продукт; E_1 – модуль упругости при сжатии; L – длина винтовой линии; r – радиус стержня спирали; ε – угол наклона витков спирали; D – средний диаметр спирали.

Для задней зоны вытяжного прибора сила вытягивания продукта [3]:

$$N_2 = \frac{2}{3} \psi \mu_2 \lambda_1 \sigma_1 n_1 R_1 \left(1 - \sqrt{\frac{E_1}{1 + E_1}} \right), \quad (7)$$

радиус намотки; δ – угол схода ровницы при сматывании; μ_1 – приведенный коэффициент трения.

В зависимости от вида установленного уплотнителя перед вытяжным прибором уравнение для определения натяжения ровницы выглядит [2]:

а) уплотнитель – воронка в форме поверхности вращения:

где ψ – средняя поверхность единицы длины одного волокна; μ_2 – коэффициент трения между волокнами продукта; λ_1 – коэффициент пропорциональности, характеризующий площадь истинного контакта волокон на данном участке поля [4]; σ_1 – нормальное давление между волокнами продукта; n_1 – число волокон продукта, входящих в питающую пару; R_1 – разводка в задней зоне вытягивания; E_1 – первая частная вытяжка.

В задней зоне вытягивания натяжение продукта, длина волокон которого больше разводки, определим следующим образом:

$$N_4 = \psi \mu_2 \lambda_1 \sigma_1 n_{12} L_1, \quad (8)$$

где n_{12} – число волокон в задней зоне вытягивания, длина которых больше разводки (согласно кривой распределения волокон по длине); L_1 – длина волокон, которые превышают разводку в задней зоне вытяжного прибора.

Нагрузку на нажимной валик промежуточной пары найдем аналогично формуле (2):

$$Q_2 = \frac{3\ell_2}{\mu b_2} (N_4 + N_5 - N_6), \quad (9)$$

$$\text{где } N_5 = \frac{2}{3} \psi \mu_2 \lambda_2 \sigma_N n_2 R_2 \left(1 - \sqrt{\frac{E_2}{1 + E_2}} \right) \quad (10)$$

– сила вытягивания в основной зоне вы-

тяжного прибора;

$$N_6 = \psi \mu_2 \lambda_2 \sigma_N n_{22} L_2 \quad (11)$$

– натяжение продукта в основной зоне вытягивания, длина волокон которого больше разводки; σ_N – нормальное давление между волокнами продукта (зависит от давления в зажиме ремешковой пары [5]); n_2 – число волокон продукта, входящих в промежуточную пару (согласно кривой утонения); n_{22} – число волокон в основной зоне вытягивания, длина которых больше разводки (согласно кривой распределения волокон по длине); R_2 – разводка в основной зоне вытягивания; E_2 – вторая частная вытяжка; l_2 – ширина валика промежуточной пары; b_2 – ширина продукта, входящего в промежуточную пару.

Если в задней зоне вытягивания вытяжка равна единице, то есть продукт транспортируется и при этом не испытывает натяжения, то минимальная нагрузка на валик промежуточной пары при условии отсутствия скольжения в зажиме определяется так:

$$Q_{2,\min} = \frac{3l_2}{\mu b_2} (N_5 - N_6). \quad (12)$$

Нагрузку на нажимной валик выпускной пары вытяжного прибора вычислим на основании [6]:

$$Q_3 = p_{mp} S_{mp} + \frac{p_{mp}^2 + p_{mp} a - n |S_b}{m + p_{mp} v}, \quad (13)$$

где
$$p_{mp} = \frac{N_6 - N_7}{S_{mp} (\mu_a - \mu_b)} \quad (14)$$

– удельная нагрузка на продукт; N_7 – натяжение продукта после выпускной пары; S_{mp} – ширина продукта; S_b – ширина валика; a, n, m, v – коэффициенты, зависящие от свойств продукта и конструктивных особенностей выпускной пары; μ_a – коэффициент трения продукта о поверхность цилиндра; μ_b – коэффициент трения продукта о поверхность валика.

При движении пряжи по нитенаправителю образуется некоторое натяжение N_8 . Пряжа при скольжении располагается по

геодезической кривой, сила трения направлена по касательной к пряже и подчиняется закону Амонтона.

С учетом уравнений равновесия нити в Лагранжевых координатах и в зависимости от вида образующей поверхности нитепроводника выражение натяжения пряжи N_8 после огибания нитепроводника, то есть в баллоне, можно определить, используя [7]:

$$N_8 = N_7 \exp \left(\mu_3 \int_{s_1}^{s_2} k(s) ds \right), \quad (15)$$

где $k(s)$ – кривизна поверхности, выраженная через длину дуги; μ_3 – коэффициент трения между продуктом и нитепроводником; N_7 – натяжение пряжи на участке, расположенном до нитепроводника.

Натяжение пряжи в процессе баллонирования можно найти с помощью методики [8]. При определении натяжения пряжи в баллоне условимся, что рассматривается плоская модель расположения пряжи в баллоне при ее квазистационарном движении и не учитывается влияние силы сопротивления воздуха, сил инерции, обусловленных продольным движением нити, и деформации нити в баллоне. Натяжение N_8 пряжи в баллоне вычислим по формуле:

$$N_8 = \frac{m_1 \omega^2 r \sqrt{1 + (y'(x))^2}}{e^{\left[f_2 \left(\frac{x}{2} - \beta \right) \right]} \left(\frac{r_1}{f_0 r} + \sqrt{1 - \left(\frac{r_1}{r} \right)^2} \right) + \operatorname{tg} \beta - 1}, \quad (16)$$

где
$$y(x) = \frac{r}{\sin(\sqrt{k}H)} \sin(\sqrt{k}x) \quad (17)$$

– уравнение баллона при $0 \leq H \leq x$; m_1 – масса бегунка; ω – угловая скорость баллона; r_1 – текущий радиус паковки; r – радиус кольца; H – высота баллона; f_2 – коэффициент трения нити о бегунок; f_0 – коэффициент трения пары бегунок–кольцо; β – угол между осью баллона и касательной к кривой баллона в области бегунка.

С учетом натяжения пряжи в баллоне определим натяжение, которое испытывает пряжа после выхода из вытяжного прибора:

$$N_7 = \frac{m_1 \omega^2 r \sqrt{1 + (y'(x))^2}}{\left(\frac{e^{\left[f_2 \left(\frac{\pi}{2} - \beta \right) \right]}}{\cos \beta} \left(\frac{r_1}{f_0 r} + \sqrt{1 - \left(\frac{r_1}{r} \right)^2} \right) + \operatorname{tg} \beta - 1 \right) \exp \left(\mu_3 \int_{s_1}^{s_2} k(s) ds \right)} \quad (18)$$

Натяжение пряжи на участках, расположенных за выпускной парой вытяжного прибора, непостоянно и зависит от диаметра образуемого початка, расположения кольцевой планки (высоты баллона), массы бегунка и т.д.

Для того, чтобы выпускная пара осуществляла свое функциональное назначение, то есть была способна извлекать (вытягивать) волокна из зажима промежуточной пары, следует брать исходные данные для определения натяжения пряжи на участке, расположенном от выпускной пары до нитепроводника, которым соответствует максимальный диаметр намотки початка и расположение кольцевой планки у основания початка.

Подставляя формулы (18) и (14) в (13), можно определить нагрузку на нажимной валик выпускной пары.

Выражения для определения нагрузок на нажимные валики вытяжных пар носят сложный характер и зависят от многих технологических параметров:

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= f(N_2, \mu, \ell_1, b_1), \\ Q_2 &= f(R_1, \psi, s, \mu_4, \sigma, n_1, E_1, \ell_2, b_2), \\ Q_3 &= f(N_5, N_6, a, n, m_1, v, S_{np}, S_b). \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Разработанную на основании системы уравнений модель можно рассчитать на ЭВМ с использованием прикладной программы MathCAD. Расчеты проводили при следующих исходных данных: объект исследования – пряжа линейной плотностью $T = 31$ текс из смеси следующего состава: шерсть 64^k , I и II длины – 35%, искусственное волокно (лавсан) – 65%; штапельная длина волокон равна 72 мм; $m = 2,5$ кг; $\mu_y = 0,3$; $\varphi = 110^\circ$; $b = 0,3$ см; $m_1 = 0,1$ г; $\omega = 11000$ об/мин; $r_1 = 2$ см; $r = 2,5$ см; $H = 20$ см; $R_1 = 70$ см; $R_2 = 110$ см; $E_1 = 1,6$; $E_2 = 9$; $\lambda_1 = 0,56$;

$\lambda_2 = 0,67$; $f_1 = 0,36$; $f_0 = 0,12$; $f_2 = 0,3$; $\mu_2 = 0,3$; $\mu_3 = 0,34$. По формулам (3), (9) и (10) с учетом исходных данных определяли нагрузку на нажимные валики вытяжного прибора машины П-76-ШГ2: $Q_1 = 7190$ сН; $Q_2 = 9070$ сН; $Q_3 = 11520$ сН.

ВЫВОДЫ

1. Получена математическая модель для определения необходимой нагрузки на нажимные валики вытяжного прибора в зависимости от натяжения и силы вытягивания, которые испытывает продукт в процессе прядения.

2. Влияние натяжения продукта и силы вытягивания на нагрузку на нажимные валики следует учитывать при разработке конструкций вытяжных приборов кольцепрядильных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Баясов П.Д. и др.* Прядение хлопка. – М.: Ростехиздат, 1963.
2. *Губерман М.С., Чистобородов Г.И., Агалаков В.А.* Математические методы проектирования уплотняющих устройств. – Иваново: ИГТА, 1999.
3. *Ковнер С.С.* // Текстильная промышленность. – 1956, № 2.
4. *Кулигин Л.А.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1965, №5.
5. *Капитанов А.Ф.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №2.
6. *Севостьянов А.Г.* Магнитные валики и силы, действующие в вытяжных приборах. – М.: Гизлегпром, 1963.
7. *Чистобородов Г.И., Никифорова Е.Н., Боровков А.В.* // Изв. Ивановск. отд. Петровской Акад. наук и искусств. – 2001, №6.
8. *Фарухшин В.В.* Совершенствование методов расчета вытяжных механизмов для мокрого прядения льна: Дис....канд. техн. наук. – Кострома, 1999.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 25.11.02.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССОРТИРОВКИ ВОЛОКОН ШЕРСТИ ПО ДЛИНЕ ПРИ ГРЕБНЕЧЕСАНИИ С УЧЕТОМ ИХ РАЗРЫВА

Е.И. БИТУС

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

Известно [1...3], что практические результаты гребнечесания при выполнении общих закономерностей теории рассортировки волокон существенно отличаются от теоретических. Одной из основных причин этого расхождения является разрыв волокон, связанный с действием как гребенного барабанчика, так и верхнего гребня при отделении.

Разрыв волокон гребенным барабанчиком вызывает увеличение количества гребенного очеса. Разрыв волокон, происходящий при их отделении, приводит к появлению коротких волокон в гребенной ленте, то есть нарушает условия рассортировки волокон и в некоторой степени снижает выход гребенной ленты.

В модели [4] и в ряде других моделей разрыва волокон при гребнечесании принимается равномерное распределение точек разрыва по всей длине волокна, также в них не учитывается перемещение бороздки в период ее чесания верхним гребнем, перемещение самого гребня и изменение его расстояния от тисков, что не соответствует технологическому режиму гребнечесания шерсти.

В данной работе на основании проведенного анализа процесса гребнечесания шерсти и исследования факторов, влияющих на его результаты, предлагается уточнение теории рассортировки волокон с учетом их разрыва и модели гребнечесания в целом.

В настоящее время на большинстве гребнечесальных машин периодического действия для шерсти основные процессы осуществляются в первом и третьем периодах: в первом периоде – чесание передних концов волокон гребенным барабанчиком; в третьем – чесание середины и задних концов волокон верхним гребнем и гребнем питания с одновременным отво-

дом волокон и питанием, то есть подачей волокнистой бороздки на заданную длину питания вперед к отделительным цилиндрам. Взаимная согласованность этих процессов обеспечивает равномерный захват волокон при отделении.

Установлено [5], что в процессе гребнечесания шерсти при чесании волокон верхним гребнем в ходе отделения разрыв волокон значительно больше, чем при чесании гребенным барабанчиком, и зависит от длины волокон.

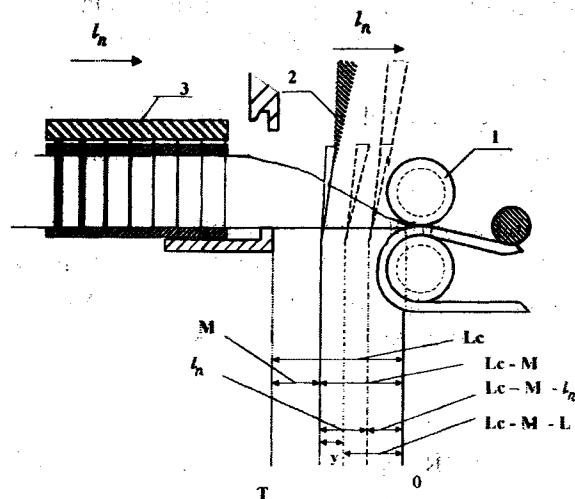


Рис. 1

На рис. 1 представлена схема отделения волокон на гребнечесальной машине при протаскивании их отделительными цилиндрами 1 через верхний гребень 2 и гребень питания 3. На участке между верхним гребнем и линией зажима цилиндров натяжение волокон максимально и поэтому на нем наблюдается наиболее высокий разрыв волокон в начальный момент процесса отделения и захвата их отделительными цилиндрами. Это подтверждено экспериментально [5].

Длина этого участка изменяется от $L_c - M$ до $L_c - M - l_n$ (от начала до конца питания), где L_c – величина зоны сортировки

22...30 мм; l_n – величина питания 5...9 мм; M – расстояние между нижней губкой тисков и линией опускания верхнего гребня 7...11 мм.

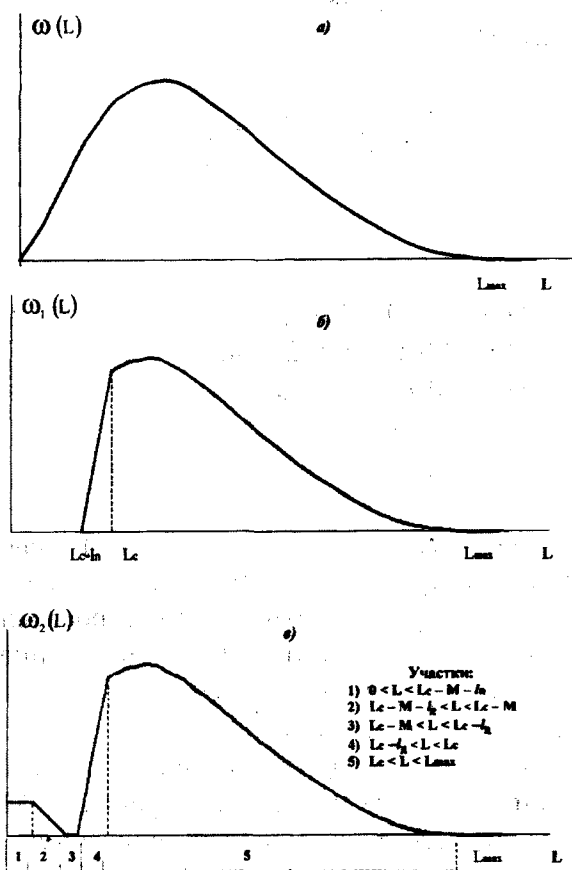


Рис. 2

Введем обозначения: $\omega(L)$ – дифференциальный закон распределения волокон по длине (по числу волокон) – (ДЗРВД) в продукте, поступающем в гребнечесальную машину, (рис.2-а); $\omega_1(L)$ – ДЗРВД, попадающих в зажим отделительных цилиндров, (рис. 2-б); $\omega_2(L)$ – ДЗРВД в гребенной ленте, (рис. 2-в).

Теоретический анализ рассортировки и разрыва волокон в процессе гребнечесания проводится с использованием законов теории вероятности. Новый ДЗРВД при этом получается с помощью закона больших чисел, то есть умножением исходного ДЗРВД на соответствующую вероятность.

Для получения $\omega_1(L)$ выделим 3 участка (рис. 2-б):

- 1) $0 < L \leq L_c - l_n$;
- 2) $L_c - l_n < L \leq L_c$;
- 3) $L_c < L \leq L_{max}$.

Все волокна, длина которых принадлежит 1-му участку, идут в очес. Все волокна, длина которых принадлежит 3-му участку, идут в гребенную ленту. Поэтому на первом участке $\omega_1(L) = 0$, на третьем участке $\omega_1(L) = \omega(L)$.

Волокна, длина которых принадлежит участку 2, могут с некоторой вероятностью попасть как в очес, так и в гребенную ленту. Поэтому данный участок называется участком неточной сортировки.

Пусть у волокна длиной L , где $(L_c - l_n < L \leq L_c)$, в последнем цикле прочесываемого гребенным барабанчиком, задний конец находится на расстоянии Z за линией зажима тисков, где $0 \leq Z \leq l_n$. Тогда передний конец волокна попадет в зажим отделительных цилиндров при отделении, если выполняется условие

$$L + l_n - Z > L_c.$$

Отсюда для Z :

$$0 \leq Z \leq L - L_c + l_n.$$

Считая величину Z равномерно распределенной в интервале $[0; l_n]$, получаем, что вероятность невычесывания равна

$$P_{нев}(L) = \frac{L - L_c + l_n}{l_n}. \quad (1)$$

Поэтому дифференциальная функция распределения числа волокон по длине на 2-м участке:

$$\omega_1(L) = \omega(L) \frac{L + l_n - L_c}{l_n}.$$

Окончательно для $\omega_1(L)$ имеем

$$\omega_1(L) = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 < L \leq L_c - l_n, \\ \omega(L) \frac{L + l_n - L_c}{l_n}, & \\ \omega(L) & \text{при } L_c < L \leq L_{max}. \end{cases} \quad (2)$$

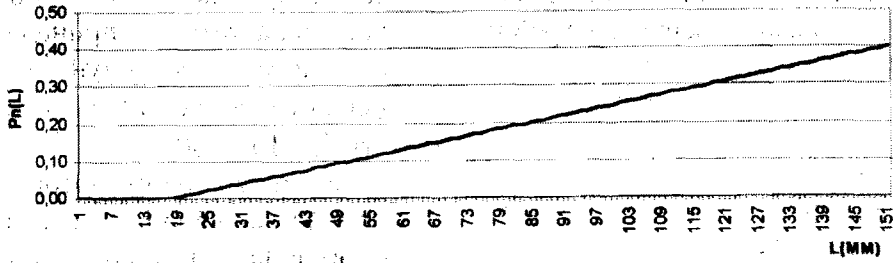


Рис. 3

При расчете ДЗРВД в гребенной ленте $\omega_2(L)$ будем считать, что на участке между верхним гребнем и отделительными цилиндрами осуществляется однократный разрыв волокна в момент захвата его отделительными цилиндрами. Вероятность разрыва $P(L)$ при отделении (рис. 3) увеличивается с ростом длины волокна L и зависимость эта близка к линейной, как показала обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов (исследования проводили на ленте из мериносовой шерсти 64 качества 1-2 длины, нормальной). Будем считать, что точка разрыва равномерно распределена в интервале между верхним гребнем и отделительными цилиндрами.

Для получения плотности распределения волокон по длине в аналитическом виде введем в рассмотрение 5 участков (рис.2-в):

- 1) $0 < L \leq L_c - M - l_n$,
- 2) $L_c - M - l_n < L \leq L_c - M$,
- 3) $L_c - M < L \leq L_c - l_n$,
- 4) $L_c - l_n < L \leq L_c$,
- 5) $L_c < L \leq L_{max}$.

В интервалах 1) и 2) вклад в $\omega_2(L)$ дают лишь передние концы разорванных волокон. Пусть y – расстояние, на которое было продвинуто волокно в последнем цикле подачи до момента захвата его отделительными цилиндрами. Так как $0 \leq y \leq l_n$, то длина, на которой с вероятностью $P(L)$ происходит разрыв волокна, равна $L_c - M - y$, то есть равномерно уменьшается в цикле подачи от $L - M$ до $L_c - M - l_n$.

В интервале 1) вклад в $\omega_2(L)$ осуществляется на протяжении всего периода отделения. Поэтому в интервале 1):

$$\omega_2(L) = \frac{1}{l_n} \int_0^{l_n} \frac{dy}{L_c - M - y} \int_{L_c - l_n}^{L_{max}} \omega_1(l) P(l) dl = \frac{1}{l_n} \ln \frac{L_c - M}{L_c - M - l_n} \int_{L_c - l_n}^{L_{max}} \omega_1(l) P(l) dl. \quad (3)$$

В этом интервале $\omega_2(L)$ постоянна (рис. 2-в).

В интервале $L_c - M - l_n < L \leq L_c - M$ вклад в $\omega_2(L)$ осуществляется лишь при измене-

нии y от 0 до $L_c - M - L$. Поэтому в интервале 2) имеем

$$\omega_2(L) = \frac{1}{l_n} \int_0^{L_c - M - L} \frac{dy}{L_c - M - y} \int_{L_c - l_n}^{L_{max}} \omega_1(l) P(l) dl = \frac{1}{l_n} \ln \frac{L_c - M}{L} \int_{L_c - l_n}^{L_{max}} \omega_1(l) P(l) dl. \quad (4)$$

В интервале 2) $\omega_2(L)$ монотонно убывает от $\omega_2(L_c - M - l_n)$ до 0 (рис. 2-в).

В интервале 3) дифференциальная функция распределения тождественно равна нулю:

$$\omega_0(L) = 0 \quad (\text{рис. 2-в}),$$

так как передних концов данной длины при разрыве не возникает, а задние концы

данной длины будут вычесаны гребенным барабанчиком.

В интервале 4) вклад в $\omega_2(L)$ дают волокна длиной L , прошедшие прямой гребень без разрыва, и задние концы длиной L волокон длиной $L + \ell'$, у которых при чесании прямым гребнем был оторван передний конец длины ℓ' , где

$$0 < \ell' \leq L_c - M.$$

$$\begin{aligned} \omega_2(L) &= (1 - P(L))\omega_1(L) + \frac{L - L_c + \ell_n}{\ell_n} \left(\frac{1}{\ell_n} \int_0^{\ell_n} \frac{dy}{L_c - M - y} \int_0^{L_c - M - \ell_n} \omega_1(L + \ell') P(L + \ell') d\ell' + \right. \\ &+ \left. \frac{1}{\ell_n} \int_{L_c - M - \ell_n}^{L_c - M} \int_0^{L_c - M - \ell'} \frac{dy}{L_c - M - y} \omega_1(L + \ell') P(L + \ell') \right) = \\ &= (1 - P(L))\omega_1(L) + \frac{L - L_c + \ell_n}{\ell_n^2} \left(\ln \frac{L_c - M}{L_c - M - \ell_n} \int_0^{L_c - M - \ell_n} \omega_1(L + \ell') P(L + \ell') d\ell' + \right. \\ &+ \left. \int_{L_c - M - \ell_n}^{L_c - M} \ln \frac{L_c - M}{L_c - M - \ell'} \omega_1(L + \ell') P(L + \ell') d\ell' \right). \end{aligned} \quad (5)$$

Сделав замену $L + \ell' = \ell$, для $\omega_2(L)$ на

интервале 4) окончательно получаем

$$\begin{aligned} \omega_2(L) &= (1 - P(L))\omega_1(L) + \frac{L - L_c + \ell_n}{\ell_n^2} \left(\ln \frac{L_c - M}{L_c - M - \ell_n} \int_L^{L + L_c - M - \ell_n} \omega_1(\ell) P(\ell) d\ell + \right. \\ &+ \left. \int_{L + L_c - M - \ell_n}^{L + L_c - M} \ln \frac{L_c - M}{\ell - L} \omega_1(\ell) P(\ell) d\ell \right). \end{aligned} \quad (6)$$

Аналогичное выражение имеет место в интервале 5) с той разницей, что здесь ве-

роятность вычесывания заднего конца гребенным барабанчиком равна нулю:

$$\begin{aligned} \omega_2(L) &= (1 - P(L))\omega_1(L) + \frac{1}{\ell_n} \left(\ln \frac{L_c - M}{L_c - M - \ell_n} \int_L^{\min\{L \max, L + L_c - M - \ell_n\}} \omega_1(\ell) P(\ell) d\ell + \right. \\ &+ \left. \int_{L + L_c - M - \ell_n}^{\min\{L \max, L + L_c - M\}} \ln \frac{L_c - M}{\ell - L} \omega_1(\ell) P(\ell) d\ell \right). \end{aligned} \quad (7)$$

Таким образом, дифференциальная функция распределения волокон по длине в гребенной ленте определяется по формулам (3...7) при использовании дифференциальной функции распределения волокон в исходном продукте $\omega(L)$ и параметров

заправки машины L_c , ℓ_n и M . Соответствующая ей штапельная диаграмма приведена на рис.4.

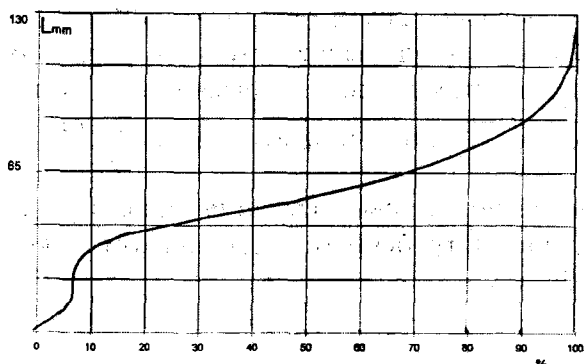


Рис. 4

В процессе гребнечесания часть волокон вычесывается и возникает необходимость в вычислении массы вычесанных волокон. Введенная дифференциальная функция распределения позволяет это сделать, если принять вполне допустимое для однородной меринсовой шерсти условие, что масса волокна пропорциональна его длине. Тогда масса волокон шерсти про-

порциональна интегралу $\int_0^{L_{max}} L\omega(L)dL$. Раз-

ность между этим интегралом и аналогичным интегралом для дифференциальной функции распределения волокон в гребенной ленте после гребнечесания позволяет определить массу вычесанных волокон, то есть количество гребенного очеса.

Для повышения точности оценки доли волокон, поступающих в гребенную ленту и в очес при их рассортировке в процессе гребнечесания, целесообразно решение задачи аппроксимации входной дифференциальной функции распределения волокон по длине [6].

Разработанная математическая модель гребнечесания была реализована в среде "Excel". Экспериментальная проверка полученной модели на камвольных предпри-

ятиях показала достаточно близкое совпадение теоретических расчетов с производственными данными.

ВЫВОДЫ

1. Уточнена теория рассортировки волокон по длине при гребнечесании с учетом их разрыва и получены формулы для расчета плотности распределения волокон по длине в гребенной ленте, учитывающие разрыв волокон в момент их захвата на протяжении всего периода питания.

2. Разработана математическая модель, которую можно использовать для прогнозирования и оптимизации рассортировки волокон по длине и выхода гребенной ленты при гребнечесании шерсти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев В.Е., Музылев Л.Т., Эммануэль М.В., Слываков В.Е. Прядение шерсти и химических волокон. – М.: Легкая индустрия, 1974.
2. Протасова В.А., Бельшев Б.Е., Капитанов А.Ф. Прядение шерсти и химических волокон. – М.: Легпромбытиздат, 1988.
3. Севостьянов А.Г. Оценка эффективности и интенсивности процесса гребнечесания // Науч.-исследоват. тр. МТИ – 1956, т. XVII.
4. Штут И.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1976, №5.С.35...37.
5. Битус Е.И. Разработка методов снижения разрыва волокон и повышение выхода ленты в процессе гребнечесания шерсти: Дис....канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1982.
6. Битус Е.И., Етифанов А.Д., Нестерова И.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, №4.С.26...29.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 07.06.02.

КОНФИГУРАЦИЯ ВОЛОКНА

А.Ф. КАПИТАНОВ, Е.В. ПАВЛЮЧЕНКО

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

Волокна – твердые тела с длиной, многократно превосходящей размеры их поперечников, обладающие гибкостью в продольном направлении. В силу этих свойств конфигурации волокон в холсте, ленте, ровнице и мычке нелинейны – волокна мигрируют в пределах объема, занимаемого продуктом в пространстве. Нелинейность конфигураций волокон ограниченной длины (например, 25...150 мм) обуславливает существование полуфабрикатов как цельных образований с определенными геометрическими и механическими свойствами.

В процессах обработки в прядении конфигурации волокон подвержены изменениям: волокна распрямляются, хотя и не достигают полного распрямления [1]. Изменения конфигурации волокон в продуктах сопровождаются изменением пространственных координат ее участков.

Такие изменения происходят под действием приложенных к волокнам сил и возникающих деформаций. Часть такой деформации сохраняется в волокне и свидетельствует о наличии в нем потенциальной энергии, способной проявляться в определенных условиях.

Связанный с этим явлением переход кератина шерсти из α -модификации в β -модификацию оказывает существенное влияние на свойства волокон и ход технологического процесса. Возврат к α -модификации требует использования глажения, эмульсирования, длительного технологического вылеживания, а также увлажнения среды помещений шерстопрядильных фабрик.

Кроме того, наличие потенциальной энергии в волокне, извлеченном из продукта, несет информацию о силовом воз-

действии на предшествующих стадиях обработки. Это предоставляет принципиальную возможность оценивать действующие на волокна силы через форму волокон.

В связи с этим целью нашего исследования являлось обоснование применения известных закономерностей статистической физики к описанию конфигурации волокон и их потенциальной энергии.

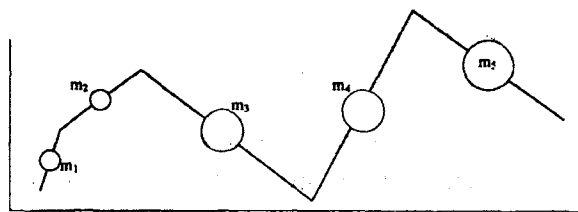


Рис.1

Рассмотрим волокно как совокупность элементарных отрезков, которые своими концами связаны между собой (рис. 1). Совокупность таких отрезков образует единое целое – конфигурацию волокна. Допустим, что сочленение двух соседних элементарных отрезков допускает их перемещение относительно друг друга. Эти перемещения отражают известные из теории и практики прядения изменения конфигурации волокна в процессе обработки. Кроме того, вся конфигурация может перемещаться поступательно или вращаться.

Выберем внешнюю систему координат. Положение какого-либо элементарного отрезка в пространстве определяется координатами его концов. Пусть каждый элементарный отрезок обладает некоторым средним положением¹, около которого он совершает свои перемещения в процессе механической обработки в прядении.

¹ Центр конфигурации надо определять по положению центров элементарных отрезков, принимая "массу" этих центров равной длине элементарных отрезков. Можно принять «массу» среднего по длине отрезка за 1, а все остальные "массы" вычислять в зависимости от этой массы: 1,10 m; 1,73 m; 0,03 m и т.д.

Рассмотрев все равновесные положения в совокупности, будем иметь равновесную геометрическую конфигурацию волокна.

Если конфигурация имеет K элементарных отрезков, то положение центров этих отрезков относительно внешней системы координат O_{xyz} определяется K радиусами-векторами r_α ($\alpha=1,2,\dots,K$) или $3K$ координатами $x_\alpha, y_\alpha, z_\alpha$ (рис. 2).

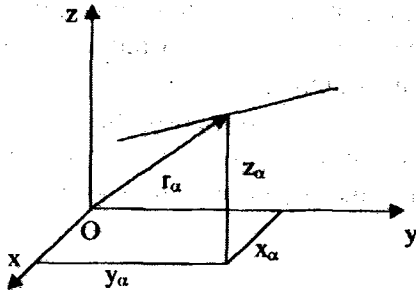


Рис. 2

K векторов r_α или $3K$ координат $x_\alpha, y_\alpha, z_\alpha$ характеризуют не только положение элементарных отрезков относительно друг друга в каждый момент времени, но также и поступательное, и вращательное движение волокна относительно системы координат.

Введем параметры, которые будут характеризовать расположение элементарных отрезков только относительно друг друга.

Для этого исключим поступательное движение и вращение волокна как целого, которые имеют место в процессах обработки на машинах прядильного производства.

Чтобы исключить поступательное движение волокна, поместим начало новой системы координат в центр масс волокна. Будем считать таким центром точку O , которая соответствует центру масс плоской фигуры, ограниченной центрами элементарных отрезков. Рассматривая две проекции конфигурации, имеем две проекции центра конфигурации волокна. Поворот осей новой системы координат по отношению к исходной будет определяться углами Эйлера θ, φ, χ (рис. 3).

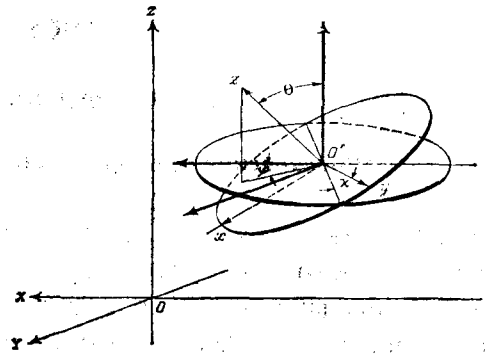


Рис. 3

Для исключения вращения жестко свяжем введенную систему координат O'_{xyz} с равновесной конфигурацией волокна и потребуем, чтобы при наибольших смещениях элементарных отрезков из положения равновесия волокно не вращалось, то есть, чтобы момент количества движения относительно системы координат $O'_{xyz} = 0$. При этом условии система координат O'_{xyz} будет вращаться вместе с волокном (ее равновесной конфигурацией) и это вращение будет определяться углами Эйлера θ, φ и χ в каждый момент времени.

Пусть $r_{\alpha w}, x_{\alpha w}, y_{\alpha w}, z_{\alpha w}$ – векторы и координаты элементарных отрезков для равновесной конфигурации, а $r_\alpha, x_\alpha, y_\alpha, z_\alpha$ – для произвольной конфигурации.

Тогда

$$r_\alpha = r_{\alpha w} + \Delta r_\alpha, \quad (1)$$

где Δr_α – вектор смещения элементарного отрезка с номером α от его равновесного положения (рис. 4).

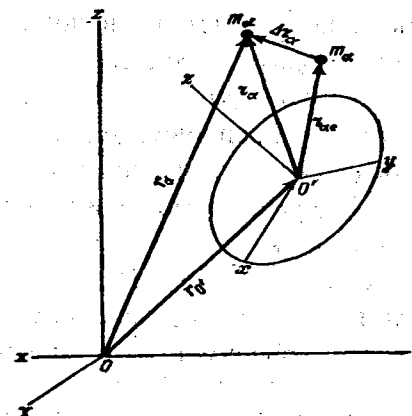


Рис. 4

Координаты элементарных отрезков новой системы координат $x_\alpha, y_\alpha, z_\alpha$ и ис-

ходной связаны соотношением

$$\begin{aligned} x_\alpha &= x_{O'} + a_{11}(\Theta, \varphi, \chi)x_\alpha + a_{12}(\Theta, \varphi, \chi)y_\alpha + a_{13}(\Theta, \varphi, \chi)z_\alpha, \\ y_\alpha &= y_{O'} + a_{21}(\Theta, \varphi, \chi)x_\alpha + a_{22}(\Theta, \varphi, \chi)y_\alpha + a_{23}(\Theta, \varphi, \chi)z_\alpha, \\ z_\alpha &= z_{O'} + a_{31}(\Theta, \varphi, \chi)x_\alpha + a_{32}(\Theta, \varphi, \chi)y_\alpha + a_{33}(\Theta, \varphi, \chi)z_\alpha, \end{aligned} \quad (2)$$

где $x_{O'}, y_{O'}, z_{O'}$ – координаты нового начала (центра конфигурации) в исходной системе O_{xyz} ; a_{ij} – коэффициенты преобразования координат, зависящие от углов Эйлера.

ЗК координат $x_\alpha, y_\alpha, z_\alpha$ в новой системе O'_{xyz} не являются независимыми, так как на систему осей O'_{xyz} наложены определенные условия.

Во-первых, ее начало помещено в центр масс волокна. Следовательно, радиус-вектор центра масс в этой системе равен 0:

$$r_{O'} = \frac{\sum m_\alpha r_\alpha}{\sum m_\alpha} = 0, \quad (3)$$

поэтому

$$\sum m_\alpha r_\alpha = 0. \quad (4)$$

Это уравнение справедливо для любой конфигурации, в том числе и равновесной, то есть:

$$\sum m_\alpha r_{\alpha w} = 0. \quad (5)$$

Из (4) и (5) получим эквивалентное условие, накладываемое на смещение элементарного отрезка из положения равновесия:

$$\sum m_\alpha \Delta r_\alpha = 0. \quad (6)$$

Во-вторых, на систему осей O'_{xyz} наложено второе условие, согласно которому эта система тесно связана с равновесной конфигурацией и вращается вместе с ней.

Для малых смещений Δr_α это условие соответствует тому, что момент количества движения волокна в равновесной кон-

фигурации относительно осей O'_{xyz} должен быть равен 0, то есть:

$$\sum m_\alpha (r_{\alpha e} v_\alpha) = 0, \quad (7)$$

где v_α – скорость смещения элементарного отрезка с номером α от равновесной конфигурации.

Для малых промежутков времени Δt и малых смещений Δr_α будем иметь

$$v_\alpha \Delta t \approx \Delta r_\alpha. \quad (8)$$

Умножим левую часть (7) на Δt :

$$\sum m_\alpha (r_{\alpha w} \Delta r_\alpha) = 0. \quad (9)$$

Если введем сюда Δr_α в виде

$$\Delta r_\alpha = r_\alpha - r_{\alpha w} \quad (10)$$

и учтем, что

$$r_{\alpha e} r_{\alpha w} = 0, \quad (11)$$

то вместо (9) имеем

$$\sum m_\alpha (r_{\alpha w} r_\alpha) = 0. \quad (12)$$

Условия (7) и (9) обоснованы для небольших смещений элементарных отрезков из положения равновесия. Для произвольных смещений эти условия рассматриваются как определенная система координат, относительно которой волокно не вращается.

Скалярные формы условий (4) и (12) будут

$$\sum m_\alpha x_\alpha = 0,$$

$$\begin{aligned} \sum m_{\alpha} y_{\alpha} &= 0, \\ \sum m_{\alpha} z_{\alpha} &= 0, \\ \sum m_{\alpha} (y_{\alpha w} z_{\alpha} - z_{\alpha w} y_{\alpha}) &= 0, \\ \sum m_{\alpha} (z_{\alpha w} x_{\alpha} - x_{\alpha w} z_{\alpha}) &= 0, \\ \sum m_{\alpha} (x_{\alpha w} y_{\alpha} - y_{\alpha w} x_{\alpha}) &= 0. \end{aligned} \quad (13)$$

Таким образом, среди $3K$ координат x_{α} , y_{α} , z_{α} независимых $3K-6=n$. Введем $n=3K-6$ линейно независимых функций:

$$F_i(x_1, y_1, z_1, \dots, x_k, y_k, z_k) = R_i \quad i=1, 2, \dots, n. \quad (14)$$

Присоединим к этим $3K-6$ уравнениям шесть уравнений относительно $3K$ координат x_{α} , y_{α} , z_{α} . Разрешая ее, получаем

$$\begin{aligned} x_{\alpha} &= x_{\alpha}(R_1, \dots, R_n), \\ y_{\alpha} &= y_{\alpha}(R_1, \dots, R_n), \\ z_{\alpha} &= z_{\alpha}(R_1, \dots, R_n). \end{aligned} \quad (15)$$

УДК 677.017.33:677.022.484.4

ОБ ОДНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ИЗМЕНЕНИЯ КРУТКИ ПРИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОМ ПРЯДЕНИИ

Н. Г. ТОМИН, И. Ю. ЛАРИН, Е. А. ПОСЫЛИНА

(Ивановская государственная текстильная академия)

В [1] показано, что при пневмомеханическом способе прядения в случае постоянной жесткости на кручение вырабатываемой пряжи в точке съема ее крутка на участке от точки съема до поверхности пряжеобразующей воронки изменяется по экспоненциальному закону. В [2] рассматривается математическая модель процесса изменения крутки пряжи в случае ее переменной жесткости при кручении. В настоящей статье эта математическая модель уточняется и упрощается.

Пусть τ – момент времени прохождения через точку съема на сборном желобе сечения A вырабатываемой пряжи, движу-

Таким образом, геометрическая конфигурация волокна, то есть фигура, образованная центрами элементарных отрезков, определяется в рассмотренном общем случае $n = 3K - 6$ независимыми переменными R_1, \dots, R_n .

ВЫВОДЫ

Конфигурация волокна в пространстве описывается координатами составляющих ее элементарных отрезков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зотиков В.Е. Распрявленность волокон хлопка и их расположение в ленте, ровнице и пряже // Бюллетень ИВНИТИ. – 1932, №8...9.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти.
Поступила 05.06.02.

щегося вместе с ней с постоянной скоростью V вывода к точке ее выхода из прядильной камеры, располагающейся на поверхности пряжеобразующей воронки; $\tau \in R, V > 0$.

Через $\alpha(\tau)$ обозначим жесткость при кручении в сечении A вырабатываемой пряжи в момент τ ; эта жесткость положительна и не меняется на всем пути сечения A от точки съема до поверхности воронки.

Пусть $k(s, \tau)$ – крутка вырабатываемой пряжи в сечении A в момент времени $t = \tau + (L-s)/V$, в который длина участка вырабатываемой пряжи от сечения A до точки входа ее в воронку равна s . Здесь $0 \leq s \leq$

$\leq L$, где L – длина дуги баллонизирующего участка пряжи от точки съема на сборном желобе прядильной камеры до точки входа на поверхность воронки. Очевидно, что $s = 0$ соответствует точке входа в воронку, а $s = L$ – точке съема на сборном желобе.

Будем считать, что при переходе сечения A пряжи из положения s в положение $s + \Delta s$ приращение крутки в этом сечении с точностью до бесконечно малых высшего порядка малости по сравнению с Δs пропорционально самой крутке $k(s, \tau)$ и приращению Δs с коэффициентом пропорциональности $-\alpha(\tau)$:

$$k(s + \Delta s, \tau) - k(s, \tau) \approx -\alpha(\tau)k(s, \tau)\Delta s. \quad (1)$$

Из (1) следует основное дифференциальное уравнение:

$$\frac{\partial k}{\partial s}(s, \tau) = -\alpha(\tau)k(s, \tau) \quad (0 \leq s \leq L, \tau \in \mathbb{R}). \quad (2)$$

Решая дифференциальное уравнение (2), получаем

$$k(s, \tau) = k(0, \tau)e^{-\alpha(\tau)s} \quad (0 \leq s \leq L, \tau \in \mathbb{R}). \quad (3)$$

$$k(s, \tau) = k(0, 0) \frac{g(\alpha(\tau)L)}{g(\alpha(0)L)} e^{-\alpha(\tau)s} \quad (0 \leq s \leq L, \tau \in \mathbb{R}). \quad (7)$$

Для ее использования надо знать крутку $k(0, 0)$ пряжи в точке входа в воронку в момент времени L/V (так как именно это сечение пряжи прошло через пункт съема в момент $\tau = 0$).

В стационарном случае $\alpha(\tau) \equiv \alpha$ не зависит от времени, поэтому из (7) $k(s, \tau) = k(0, 0)e^{-\alpha s} \equiv k(s)$ не зависит от τ .

Таким образом, крутка выпускаемой пряжи в стационарном случае зависит только от s и изменяется по экспоненциальному закону

$$k(s) = k_0 e^{-\alpha s}, \quad (0 \leq s \leq L), \quad (8)$$

где $k_0 = k(0)$ есть наибольшее значение крутки, достигающееся в точке $s = 0$ входа

Для вычисления крутки в сечении A при любом $s \in [0, L]$ по формуле (3) нужно знать крутку $k(0, \tau)$ в этом сечении в момент его входа в воронку. Так как угловая скорость вращения прядильного ротора постоянна, то, следуя [2], будем считать, что угол поворота любого сечения пряжи в момент его входа в воронку относительно этого же сечения в момент прохождения пункта съема не зависит от выбора сечения и является постоянной величиной:

$$\int_0^L k(s, \tau) ds = \int_0^L k(s, 0) ds \quad \text{при всех } \tau \in \mathbb{R}. \quad (4)$$

Из (4) и (3) следует

$$k(0, \tau) = k(0, 0) \frac{g(\alpha(\tau)L)}{g(\alpha(0)L)}, \quad (5)$$

где

$$g(x) = \frac{x}{1 - e^{-x}} \quad (x > 0). \quad (6)$$

Из (3) и (5) получаем основную формулу для вычисления крутки пряжи:

в воронку. Формула (8) получена ранее в [1].

Рассмотрим в качестве примера простой нестационарный случай, близкий к исследуемому в [2]. Пусть α_0 – жесткость пряжи в стационарном режиме. Предположим, что на сборный желоб прядильной камеры периодически поступает по одному волокну большей жесткости, причем выполняются следующие условия:

1) длина каждого из таких волокон постоянна и равна l ;

2) расстояние по окружности сборного желоба между задним концом любого волокна большей жесткости и передним концом следующего за ним такого же волокна постоянно и равно d ;

3) жесткость при кручении любого сечения вырабатываемой пряжи, содержащего волокно большей жесткости, в момент прохождения этим сечением точки схода на сборном желобе постоянна и равна $\alpha_1 > \alpha_0$.

Пусть нулевой момент времени соответствует окончанию прохождения пункта съема на сборном желобе каким-нибудь из этих волокон большей жесткости. Тогда $\alpha(\tau)$ является ступенчатой $(d+l)/V$ -периодической функцией, причем

$$k(s, \tau) = \begin{cases} k_0 e^{-\alpha_0 s} & \text{при } 0 \leq s \leq L \text{ и } 0 \leq \tau < d/V, \\ k_1 e^{-\alpha_1 s} & \text{при } 0 \leq s \leq L \text{ и } d/V \leq \tau < (d+l)/V. \end{cases} \quad (10)$$

Здесь k_0 есть наибольшее значение крутки в случае стационарного режима при $\alpha \equiv \alpha_0$,

$$k_1 = k_0 \frac{g(\alpha_1 L)}{g(\alpha_0 L)} \quad (11)$$

– наибольшее значение крутки по s при любом $\tau \in [d/V, (d+l)/V)$, то есть на участках, содержащих волокна повышенной жесткости. Заметим, что согласно (6) функция $g(x)$ положительна и строго возрастает на $(0, +\infty)$, поэтому из (11) следует $k_1 > k_0$.

При $s = 0$ согласно (10) получаем крутку пряжи в точке входа на поверхность воронки:

$$k(0, \tau) = \begin{cases} k_0 & \text{при } 0 \leq \tau < d/V, \\ k_1 & \text{при } d/V \leq \tau < (d+l)/V. \end{cases} \quad (12)$$

$$\alpha(\tau) = \begin{cases} \alpha_0 & \text{при } 0 \leq \tau < d/V, \\ \alpha_1 & \text{при } d/V \leq \tau < (d+l)/V. \end{cases} \quad (9)$$

Подставляя (9) в (7) с учетом $(d+l)/V$ -периодичности функции $\alpha(\tau)$, получаем, что крутка $k(s, \tau)$ при любом фиксированном $s \in [0, L]$ также является $(d+l)/V$ -периодической функцией от τ , причем при $0 \leq \tau < (d+l)/V$ она равна

ВЫВОДЫ

1. Получены формулы для вычисления крутки в любом сечении пряжи на участке баллонирования в зависимости от переменной жесткости на кручение в пункте съема на сборном желобе.

2. Формулы конкретизируют случай нарушения стационарного режима из-за периодического поступления в мычку волокон большей жесткости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Райкова Е. Ю. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №2. С. 34...36.
2. Ларин И. Ю. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №4. С.18...22.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 16.10.02.

ФОРМА И НАТЯЖЕНИЕ БАЛЛОНИРУЮЩЕЙ НИТИ НА КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ*

Ю.К. БАРХОТКИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Эффективность работы кольцевой прядильной машины зависит от частоты вращения веретен и от уровня обрывности нити. Определяющим фактором обрывности является ее натяжение в момент кручения, когда нить находится в свободном состоянии.

Известные исследования стационарного движения баллонирующей нити не дают полного аналитического решения задачи. Для определения формы кривой баллона в численном выражении необходимо произвести замеры некоторых параметров самого баллона, что существенно усложняет вопросы проектирования новых узлов кручения.

В [1] из уравнения кривой баллона $y = \frac{r}{\sin ah} \sin ax$ получена формула натяжения нити в баллоне [2, с.471] и [3, с.204]. Однако эта зависимость не дает ответа на вопрос, как влияют масса и трение бегунка на форму и натяжение нити в баллоне.

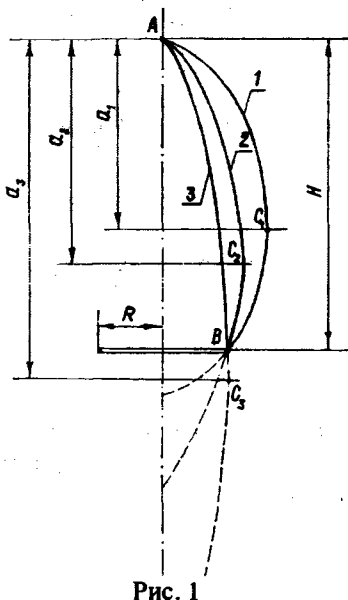


Рис. 1

Практика показывает, что изменение массы бегунка при прочих постоянных параметрах приводит к изменению формы баллона. На рис. 1 приведена форма кривой баллона при трех различных массах бегунка. Так, кривая 1 представляет форму кривой баллона при минимально возможной массе бегунка; кривая 2 – при средней, а кривая 3 – при большой массе бегунка. Также на рис. 1 пунктирными линиями отмечены продолжения кривых баллона, построенные теоретически на основании закона симметрии при условии отсутствия влияния силы сопротивления воздуха и силы веса нити в баллоне.

Из рис. 1 видно, что если $H = \text{const}$, $\omega = \text{const}$, $m_0 = \text{const}$, $R = \text{const}$, изменение массы бегунка приводит к изменению параметра a , где a – расстояние от верхней точки баллона до основания перпендикуляра, опущенного из точки кривой баллона, соответствующей вертикальному участку, на ось вращения баллона. Следует заметить, что даже при рассмотрении динамики только переносного вращательного движения нельзя считать нить прикрепленной к бегунку, а удержание нити в точке В обеспечивается не связью (бегунком), а силой, образованной сопротивлением движения бегунка по кольцу.

Таким образом, длина нити в баллоне (при $H = \text{const}$) может меняться, а баллон, самоустанавливаясь, принимает форму, параметры которой при прочих постоянных условиях зависят от натяжения нити в нижней части баллона и от массы бегунка. Следовательно, увеличение массы бегунка приводит к увеличению параметра a (назовем его для краткости высотой полубалло-

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Ю.В.Павлова.

на) и в случае, когда $a > H$, баллон будет иметь явную "острую" форму.

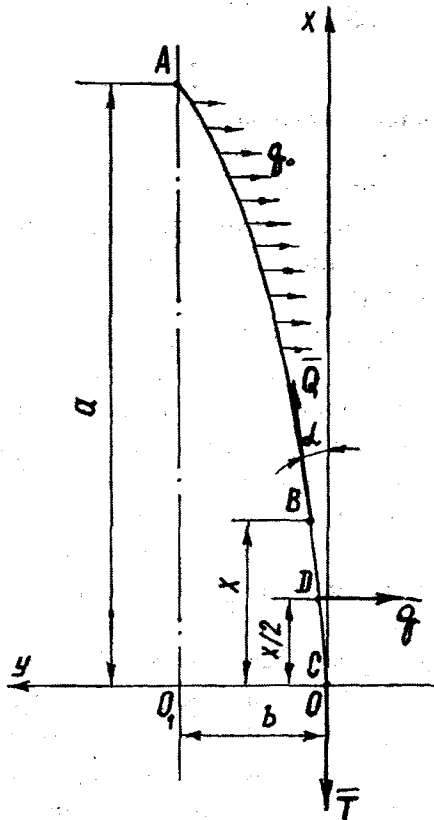


Рис. 2

Определим аналитическую зависимость величины параметра a от величины натяжения нити в баллоне. Для этого рассмотрим динамическое равновесие половины формы баллона (рис. 2). В расчетах силой сопротивления воздуха, силой веса нити и силой Кориолиса пренебрегаем ввиду их малости [4].

При вращении нити AC вокруг оси AO_1 на нить будет действовать сила инерции, направленная перпендикулярно оси. Величину этой силы, действующую на единицу длины нити, определим по формуле

$$q_0 = m_0 \omega^2 r, \quad (1)$$

где m_0 – масса единицы длины нити, кг/м; ω – угловая скорость вращения баллона, c^{-1} ; r – расстояние от середины участка нити до оси баллона, м.

Рассмотрим динамическое равновесие бесконечно малого элемента баллона BC.

Натяжение в точке B будет равно \bar{Q} , в точке C – \bar{T} ; на участок BC действует сила инерции \bar{q} , приложенная в точке D – середине участка BC. Тогда в случае полой кривой баллона [5, с.93...95], приняв вместо длины дуги BC длину ее проекции, получим

$$q = q_0 x. \quad (2)$$

Введем систему координат с началом в точке O и спроецируем все силы на оси OX и OY. Тогда

$$\sum X = 0; \quad Q \cos \alpha - T = 0 \quad (3)$$

$$\sum Y = 0; \quad Q \sin \alpha - q_0 x = 0. \quad (4)$$

Определим радиус приложения силы q (точка D):

$$r_D = b - \frac{x}{2} \operatorname{tg} \alpha, \quad (5)$$

где b – максимальный радиус баллона, м.

Из (3...5) с учетом (1) после преобразований будем иметь

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{m_0 \omega^2 b x}{T + \frac{1}{2} m_0 \omega^2 x^2}. \quad (6)$$

Величина $\operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx}$. Тогда

$$dy = \frac{m_0 \omega^2 b x}{T + \frac{1}{2} m_0 \omega^2 x^2} dx. \quad (7)$$

После несложных преобразований проинтегрируем (7) и получим уравнение кривой баллона:

$$y = b \ln \left(1 + \frac{m_0 \omega^2 x^2}{2T} \right). \quad (8)$$

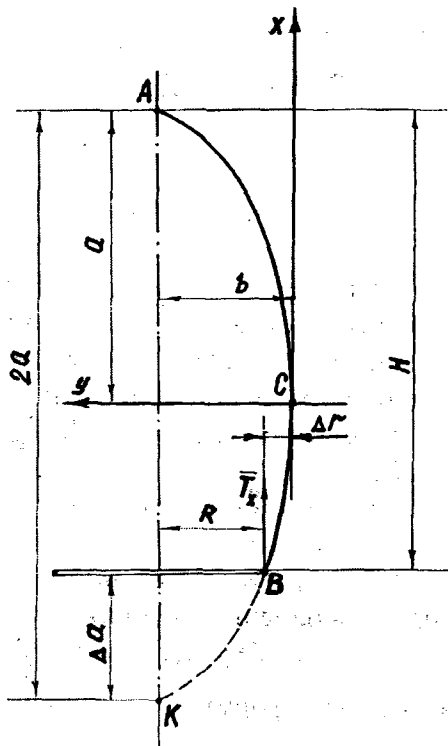


Рис. 3

Выражение (8) описывает всю форму баллона от точки А до точки К (рис. 3), где координаты точек кривой будут равны $x[a; -a]$; $y[0; b]$.

Анализ уравнения (8) показывает, что форма баллона зависит от натяжения $T = T_x$, создаваемого бегунком, а также от m_0 , ω и геометрии самого крутильного механизма, то есть от величин R и H . Таким образом, основными параметрами баллона будут: a – высота полубаллона и b – максимальный радиус баллона.

Определим параметр a . Решив (8) для точки А при условии $x = a$; $y = b$, после преобразований получим

$$a = \sqrt{\frac{2(e-1)T}{m_0\omega^2}}. \quad (9)$$

Найдем параметр b , решив уравнение (8) с использованием известных координат точки В (рис.3). Подставим в (8) $x = H - a$ и для упрощения обозначим

$$\ln\left(1 + \frac{m_0\omega^2}{2T}(H-a)^2\right) = K. \quad (10)$$

Тогда (8) получим в виде

$$y = bK. \quad (11)$$

Для точки В ордината $y = \Delta r$. Следовательно,

$$\Delta r = bK. \quad (12)$$

Величину b можно записать следующим образом:

$$b = R + \Delta r, \quad (13)$$

где R – радиус кольца.

После преобразований имеем

$$\Delta r = R \frac{K}{1-K}. \quad (14)$$

В этом случае максимальный радиус баллона $b = \Delta r + R$ определится следующим образом:

$$b = \frac{R}{1-K}. \quad (15)$$

Следует иметь в виду, что в случае "острого" баллона (при $a > H$) определенный по формуле (15) с учетом (9) и (10) максимальный радиус баллона будет ниже плоскости кольца (рис. 1).

Кроме того, натяжение нити в баллоне, создаваемое бегунком, будет определять и возможность существования самого баллона. Из рис. 3 видно, что, если $2a < H$, то баллон существовать не может. Данная ситуация имеет место при малой массе бегунка. Таким образом, натяжение нити, необходимое для существования баллона, при сложившейся геометрии крутильного механизма (величин H и R) можно определить из условия $a > 0,5H$ и с учетом (9) записать следующее:

$$T > 727 \cdot 10^{-4} m_0 \omega^2 H_{\max}^2, \quad (16)$$

где H_{\max} – максимально возможное расстояние от направляющего крючка до плоскости кольца.

Однако из рис. 3 видно, что при $T = 727 \cdot 10^{-4} m_0 \omega^2 H_{\max}^2$ максимальный радиус баллона $b = \infty$. Также очевидно, что приемлемыми условиями работы баллона будет допустимое увеличение b в пределах расстояния между баллоноразделительными пластинами. Поэтому условием приемлемости будет выражение $a > 0,5(H + \Delta a)$.

После несложных преобразований формул (9), (10) и (15) получим следующее условие обеспечения приемлемости существования баллона:

$$T > \frac{m_0 \omega^2 H_{\max}^2}{[\sqrt{2(e-1)} + \sqrt{2(e^{\frac{1-R}{b}} - 1)}]^2} \quad (17)$$

Необходимо отметить, что, зная проекцию натяжения $T_x = T$, создаваемую бегунком, можно определить натяжение нити в любой точке баллона по формуле, полученной из (3):

$$Q = \frac{T_x}{\cos \alpha}, \quad (18)$$

где α – угол наклона нити к оси OX (рис. 1) в исследуемой точке.

Определим угол α из условия $\operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx}$. Продифференцировав уравнение кривой баллона (8) с учетом (18), получим

$$Q = \frac{T_x}{\cos \operatorname{arctg} \left(\frac{2(e-1)bx}{a^2 + (e-1)x^2} \right)}. \quad (19)$$

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что форму баллонирующей нити можно описать с помощью логарифмической кривой, а натяжение нити в баллоне нельзя определить аналитически без рассмотрения динамического равновесия бегунка.

2. Критерием существования баллона можно считать условие (16), а критерием приемлемости работы баллона – условие (17); при выполнении условия $a > H$ или $T_x > 291 \cdot 10^{-3} m_0 \omega^2 H^2$ баллон будет иметь явную "острую" форму.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Н.Т. Прядение хлопка. – М.: Гизлегпром, 1951.
2. Зотиков В.Е., Будников И.В., Трыков П.П. Основы прядения волокнистых материалов. – М.: Гизлегпром, 1959.
3. Павлов Ю.В. и др. Теория процессов, технология и оборудование прядения хлопка и химических волокон. – Иваново: ИГТА, 2000.
4. Мигушов И.И. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1972, №4. С.57...60.
5. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани; Моногр. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 18.10.02.

УДК 677.054.87-52

КОДИРОВАНИЕ РАППОРТА ЦВЕТА ПО УТКУ

С.В. МАЛЕЦКАЯ

(Дмитровградский институт технологии, управления и дизайна
Ульяновского государственного технического университета)

При использовании компьютера для подготовки картона многоцветного уточного прибора ткацкого станка СТБ требуется кодирование порядка расположения нитей в раппорте цвета по утку, позволяющее автоматизировать управление утком любого цвета при выработке пестротканей.

Анализ работы как двух-, так и четырехцветного уточных приборов показывает, что уточная нить, поступающая с определенной уточной бобины, может быть направлена только в определенный возвратчик утка. Это и дает возможность кодирования раппорта цвета по утку по принципу перехода от изменяющегося цвета уточной нити к неизменному номеру возвратчика утка, устанавливающего данную нить в рабочее положение.

Если на станке СТБ установлен двухцветный уточный прибор, то имеем две уточные бобины и два возвратчика утка, которые удерживают концы нитей, поступающих с этих бобин. Нить, сматываемая с ближней от ткача бобины, заправляется в нижний возвратчик (первый), нить с дальней бобины – в верхний возвратчик (второй). Тогда уточную прокидку любого цвета с ближней бобины можно обозначить числом 1, а с дальней – числом 2.

Кодированный раппорт цвета по утку помещаем в одномерный массив числовых переменных $S(RC)$, размер которого равен величине раппорта цвета, а каждый элемент соответствует номеру возвратчика утка, установленного в рабочее положение при данной уточной прокидке.

Например, раппорт цвета по утку 2б, 4к, 1б, 2к в кодированном виде представляется следующим массивом – $S = \{1, 1, 2, 2, 2, 1, 2, 2\}$, если бобину с белой пряжей установить на ближний бобинодержатель, в противном случае – $S = \{2, 2, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 1\}$.

При использовании четырехцветного уточного прибора имеем четыре уточные бобины и четыре возвратчика утка, нижний из которых считаем первым. Для кодирования раппорта цвета по утку необходимо соотнести с каждым цветом утка определенное положение бобины в заправке станка и соответственно номер возвратчика утка, удерживающего нить данного цвета.

Соседние элементы массива $S(RC)$, описывающего кодированный раппорт цвета по утку, не должны одновременно содержать числа 1 и 4, так как на станке СТБ конструктивно не предусмотрено переключение с первого возвратчика на четвертый и наоборот. Поэтому при формировании данного массива производится соответствующая проверка и в случае необходимости – перестановка питающих бобин, которые первоначально устанавливаются по порядку ввода используемых в утке цветов.

Так, раппорт цвета по утку, имеющий порядок чередования нитей: 2 алые, 3 белые, 1 алая, 2 синие, 1 дымчатая, 3 белые, 4 алые, 4 дымчатые, кодируется в виде массива $S = \{2, 2, 1, 1, 1, 2, 4, 4, 3, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3\}$, если используем расстановку уточных бобин, показанную на рис. 1.

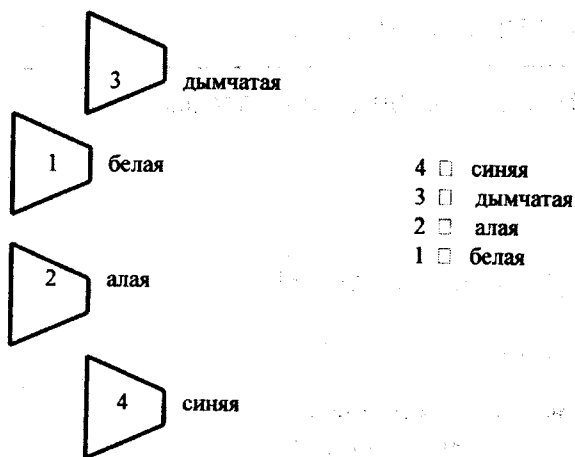


Рис. 1

При выработке тканей из неравномерной пряжи часто работают одноцветную пряжу с нескольких уточных бобин.

Принципы кодирования одноцветного утка следующие:

– Размер массива $S(I)$, содержащий не менее 8 элементов, должен обеспечить замыкание картона в непрерывную цепь.

– Каждая последующая уточная прокидка должна поступать с другой бобины.

В зависимости от количества уточных бобин, установленных на ткацком станке, закодированный порядок внесения утка в зев имеет вид:

2 бобины $S = \{1, 2, 1, 2, 1, 2, 1, 2\}$,

3 бобины $S = \{1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3\}$,

4 бобины $S = \{1, 2, 4, 3, 1, 2, 4, 3\}$.

Для работы в два цвета с четырех бобин применяем следующую расстановку бобин: первая и вторая бобина одного цвета, третья и четвертая – другого цвета. С целью предотвращения конструктивно невозможного переключения возвратчиков утка предлагаем использовать следующий прием: первая нить в группах одного цвета всегда поступает со второй бобины, а первая нить в группах другого цвета – с третьей бобины.

Например, раппорт цвета по утку 2 к, 3 б, 1 к, 4 б после кодирования имеет вид: $S = \{2, 1, 3, 4, 3, 2, 3, 4, 3, 4\}$.

При разработке алгоритма кодирования раппорта цвета по утку и одноцветного утка при работе с нескольких бобин, представленного на рис. 2, использованы следующие переменные и массивы:

E – количество цветов утка;
 $RS(E)$ – цвета нитей, входящих в раппорт цвета по утку;
 G – количество групп нитей одинакового цвета в исходном раппорте цвета по утку.
 $V(G), N\$(G)$ – порядок расположения цветных нитей утка в раппорте.
 CP – вид используемого многоцветного уточного прибора.
 C – число рабочих уточных бобин.

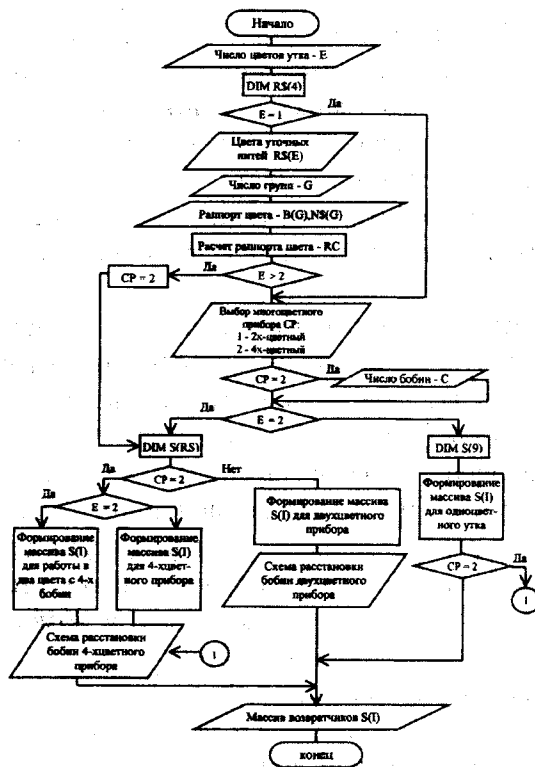


Рис. 2

ВЫВОДЫ

1. Разработаны принципы кодирования раппорта цвета по утку, позволяющие заменить цвет уточной нити номером возвратчика утка, подающего данную нить в рабочее положение при прокладывании ее в зев.

2. Предложен алгоритм кодирования как раппорта цвета по утку, так и одноцветного утка при работе с нескольких уточных бобин.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 07.10.02.

ВЛИЯНИЕ РАССЕИВАЮЩЕГО МЕХАНИЗМА НА ДЕФОРМАЦИЮ НИТЕЙ В ВЫПУСКНОЙ ЗОНЕ ШЛИХТОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

И.С. БОБЫЛКОВА, В.Л. МАХОВЕР

(Ивановская государственная текстильная академия)

На современных отечественных шлихтовальных машинах используется специальный рассеивающий механизм, обеспе-

чивающий крестообразную намотку нитей на ткацком навое.

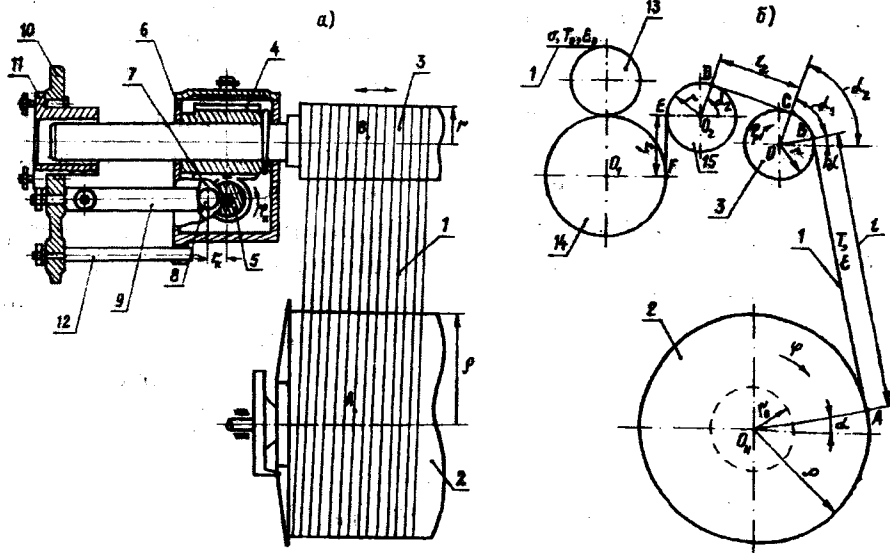


Рис. 1

Механизм [1] показан на рис.1-а, где 1 – нити основы; 2 – ткацкий навой; 3 – рассеивающий вал; 4 – червяк; 5 – червячное колесо; 6 – корпус червячного редуктора; 7 – наружный диск, закрепленный на оси червячного колеса; 8 – шарнирный винт; 9 – поводок; 10 – рама шлихтовальной машины; 11 – подшипник; 12 – направляющий стержень.

Нити основы 1 (рис.1-б) огибают мерильный вал 13, обрезиненный выпускной вал 14, ролик-датчик 15, рассеивающий (реглажный) вал 3 и наматываются на ткацкий навой 2.

В результате работы рассеивающего механизма образуется "зев" нитей основы, расположенный на поверхности DCBA (рис.1-б). Наблюдения показывают, что начало зева соответствует точке D схода нитей с ролика-датчика 15, а при соверше-

нии продольных колебаний нити не имеют скольжения вдоль рассеивающего вала 3.

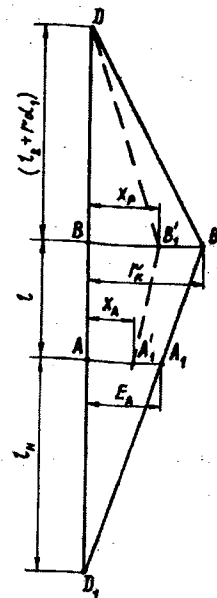


Рис. 2

Зев DB_1D_1 для одиночной нити при крайнем правом положении рассеивающего вала изображен на рис.2, где A_1D_1 – развертка линии витка, расположенного на паковке.

Рассмотрим влияние рассеивающего механизма на деформацию нитей при формировании ткацкого навоя в установившемся режиме работы шлихтовальной машины.

Предварительно найдем величину возвратно-поступательного перемещения рассеивающего вала 3 в зависимости от угла φ_k поворота червячного колеса 5 (рис.1-а); червячное колесо вращается против часовой стрелки. За начало отсчета ($\varphi_k = 0$) примем момент времени, когда точка крепления поводка 9 к червячному колесу шарнирным винтом 8 находится в крайнем верхнем положении, чему соответствует вертикальное расположение нитей на участке ВА.

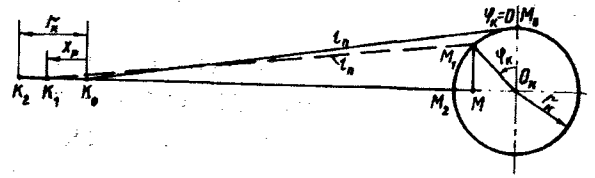


Рис. 3

Используя принцип относительности движения, примем ось O_k червячного колеса (рис.3) неподвижной, а левый конец поводка – горизонтально перемещающимся в зависимости от угла поворота φ_k .

Когда $\varphi_k = 0$, поводок занимает исходное положение K_0M_0 , причем длина его равна l_n . При $\varphi_k = \pi/2$ левый конец поводка максимально уходит влево, а сам поводок занимает положение K_2M_2 . Очевидно, $K_0K_2 = r_k$, где r_k представляет собой одновременно радиус червячного колеса и амплитуду возвратно-поступательного перемещения X_p рассеивающего вала.

Учитывая, что $M_1M = r_k \cos \varphi_k$ и $MO_k = r_k \sin \varphi_k$ (рис.3), в промежуточном положении K_1M_1 поводка имеем

$$X_p = O_k K_1 - O_k K_0 = l_n \sqrt{1 - v^2 \cos^2 \varphi_k} + r_k \sin \varphi_k - l_n \sqrt{1 - v^2}, \quad (1)$$

где

$$v = r_k / l_n. \quad (2)$$

Величину r_k (рис.1-а) можно изменять путем перестановки шарнирного винта 8 в разноотстоящие от оси вращения отверстия, расположенные на диске 7 червячного колеса. Поскольку $0 \leq r_k \leq 20$ мм, а $l_n = 137,5$ мм, $v \leq 0,145$ и $v^2 \leq 0,02$. Учитывая это, после разложения квадратных корней в (1) в степенные ряды и, ограничиваясь двумя их членами, получаем

$$X_p = r_k (1 + 0,5v \sin \varphi_k) \sin \varphi_k. \quad (3)$$

Данная формула справедлива при $0 \leq \varphi_k \leq \pi$. В случае, когда $\pi \leq \varphi_k \leq 2\pi$, аналогично предыдущему находим

$$X_p = r_k (1 - 0,5v \sin \varphi_k) \sin \varphi_k. \quad (4)$$

Величина $0,5v \sin \varphi_k \leq 0,5v \leq 0,072 \ll 1$. Поэтому с достаточной для практики точностью при любом значении угла φ_k можно принять

$$X_p = r_k \sin \varphi_k. \quad (5)$$

Перемещение рассеивающего вала вправо от начального положения соответствует положительному значению X_p и – наоборот.

Закон возвратно-поступательного движения нитей в точке А (рис.1-б) аналогичен (5), но с амплитудой E_A :

$$X_A = E_A \sin \varphi_k. \quad (6)$$

Из подобия прямоугольных треугольников BB_1D_1 и AA_1D_1 (рис.2):

$$E_A = r_k l_n / (l + l_n), \quad (7)$$

где l_n – длина нитей на паковке, намотанная за время поворота червячного колеса на угол $\varphi_k = \pi / 2$.

Из кинематики рассеивающего механизма имеем

$$\varphi_p = \varphi_k i_r, \quad \varphi = \varphi_p r / \rho, \quad (8)$$

где $i_r = 4$ – передаточное отношение червячного редуктора; величины φ_p , φ , ρ , r обозначены на рис. 1.

С учетом выражений (8):

$$l_n = \rho \varphi = 0,5\pi i_r r. \quad (9)$$

Теперь найдем длину L нитей в заправке шлихтовальной машины, изменяющуюся под действием реглажного механизма, то есть длину нитей от точки D (рис.1-б) до переменной точки A .

Согласно рис. 1-б и рис. 2:

$$L = DB'_1 + B'_1 A'_1, \quad (10)$$

где текущие точки B'_1 и A'_1 отстоят от начальных точек B и A (рис.2) на расстояния соответственно X_p и X_A , то есть $B B'_1 = X_p$ и $A A'_1 = X_A$.

Из геометрии рис. 2 находим

$$DB'_1 = \sqrt{(\ell_2 + r\alpha_1)^2 + X_p^2} = (\ell_2 + r\alpha_1) \sqrt{1 + \frac{X_p^2}{(\ell_2 + r\alpha_1)^2}}, \quad (11)$$

$$B'_1 A'_1 = \sqrt{(X_p - X_A)^2 + \ell^2} = \ell \sqrt{1 + \frac{(X_p - X_A)^2}{\ell^2}}. \quad (12)$$

Величины $X_p^2 / (\ell_2 + r\alpha_1)^2$ и $(X_p - X_A)^2 / \ell^2$ много меньше единицы. Поэтому после разложения квадратных

корней (11) и (12) в степенные ряды, ограничиваясь двумя членами, получаем

$$DB'_1 + B'_1 A'_1 = \ell_2 + r\alpha_1 + \ell + 0,5 \left[\frac{X_p^2}{\ell_2 + r\alpha_1} + \frac{(X_p - X_A)^2}{\ell} \right]. \quad (13)$$

Учитывая формулы (5...7) и (10), после несложных преобразований выражения (13) будем иметь

$$L = L_0 + 0,5 r_k \theta \sin^2 \varphi_k, \quad (14)$$

где

$$\theta = r_k / (\ell_2 + r\alpha_1) + r_k \ell / (\ell + l_n)^2, \quad (15)$$

$$L_0 = \ell_2 + r\alpha_1 + \ell. \quad (16)$$

Длина L_0 на участке DA (рис.2) соответствует прямолинейному расположению нитей при отсутствии зева, когда $\varphi_k = k\pi$ ($k = 0, 1, 2, \dots$).

В формулах (15), (16) и других угол α_1 и длина ℓ (рис. 1-б) являются функциями текущего радиуса ρ намотки навоя [2].

Дополнительная относительная деформация нитей, вызванная действием рассеивающего механизма,

$$\varepsilon_p = 100 (L - L_0) / L_0, \quad \% \quad (17)$$

Из (14) находим

$$\varepsilon_p = 50 \frac{r_k}{L_0} \theta \sin^2 \varphi_k. \quad (18)$$

Учитывая, что $\sin^2 \varphi_k = 0,5(1 - \cos 2\varphi_k)$, последнюю формулу можно представить в виде

$$\varepsilon_p = 25 \frac{r_k}{L_0} \theta (1 - \cos 2\varphi_k). \quad (19)$$

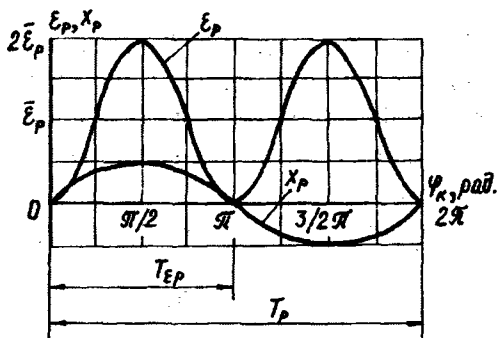


Рис. 4

$$\bar{\varepsilon}_p = 25 \frac{r_k}{L_0} \theta \frac{1}{\pi} \int_0^\pi (1 - \cos 2\varphi_k) d\varphi_k = 25 \frac{r_k}{L_0} \theta. \quad (20)$$

В табл.1 приведены рассчитанные по вышеприведенным формулам и по формулам из [2] параметры работы рассеиваю-

щего механизма при разных значениях радиусов ρ и r_k намотки навоя и червячного колеса.

Таблица 1

| r_k , мм | $\rho = 0,1$ м | | $\rho = 0,3$ м | |
|------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| | $l=507$ мм; $\alpha_1=1,177$ рад; $L_0=735$ мм | | $l=451$ мм; $\alpha_1=0,766$ рад; $L_0=652$ мм | |
| | θ | $\bar{\varepsilon}_p$, % | θ | $\bar{\varepsilon}_p$, % |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0,025 | 0,004 | 0,028 | 0,005 |
| 10 | 0,050 | 0,017 | 0,056 | 0,021 |
| 15 | 0,075 | 0,038 | 0,084 | 0,048 |
| 20 | 0,100 | 0,068 | 0,111 | 0,085 |

Формула (19) показывает, что дополнительная относительная деформация ε_p нитей от рассеивающего механизма складывается из постоянной $\bar{\varepsilon}_p$ и переменной составляющих. Если, например, вытяжка нитей в данной зоне $B = 0,3$ %, то доля постоянной составляющей от нее может достигать $0,085 \cdot 100 / 0,3 = 28,3$ %.

Поскольку величина ε_p одинакова при отклонении нити на равные расстояния вправо или влево от точки А (рис. 2), период T_{ε_p} ее колебаний вдвое меньше периода T_p колебаний рассеивающего вала (рис. 4).

Полагая $v \approx \omega \rho$, где v – скорость шлицтования, с учетом (8) имеем

$$T_p = 2\pi / \omega_k = 2\pi r_i / v, \quad T_{\varepsilon_p} = T_p / 2. \quad (21)$$

Так, при скорости $v = 90$ м/мин (марля арт. 6472) и $r = 0,065$ м по этим формулам получаем: $T_p = 1,08$ и $T_{\varepsilon_p} = 0,54$ с.

ВЫВОДЫ

Под действием рассеивающего механизма нити, наматывающиеся на ткацкий навоя, испытывают дополнительную постоянную и переменную деформации. Установлена зависимость этих деформаций от определяющих параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маховер В.Л. // Текстильная промышленность. – 1982, № 11.
2. Маховер В.Л., Бобылькова И.С., Булыгин А.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 4-5.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 18.10.02.

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПО УТКУ И ВИДА ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ БАЗАЛЬТОВОЙ ТКАНИ

А. Н. ЛИСАКОВСКИЙ, В. Н. ВАСИЛЬЧЕНКО, Ц. В. АПОКИН

(Киевский национальный университет технологий и дизайна)

В последние годы ассортимент и объем производства технических тканей из базальтовых волокон значительно расширился. Уникальные свойства базальтовых тканей (огнестойкость, прочность, стойкость к агрессивным средам и практически неограниченный запас сырья – базальтового камня) дают возможность заменить натуральные и синтетические волокна в изделиях технического назначения.

Производство тканей из комплексных крученых базальтовых нитей относится к категории технологических процессов высокой сложности: необходимо учитывать жесткость нити на растяжение, ее слабую стойкость к стиранию и изгибу, а также наличие высокой прочности на разрыв.

Вследствие специфических свойств базальтовых нитей и в связи с развитием технологии производства тканей из них особый интерес представляет исследование влияния плотности ткани по утку на процесс ее формирования для тканей различного вида переплетения.

Такое исследование методами электро-тензометрии [1] проведено на ткацком станке АТ-2-120ШЛ5, при скорости 124 об/мин. В основе и утке использовали базальтовую комплексную нить линейной плотностью 330 текс с круткой $S =$

$=80...100$ кр/м. Ширина ткани по берду составляла 100 см, количество основных нитей в заправке 900, номер берда $N_B = 45$ с проборкой по две нити в зуб. Проборка нитей основы в глазки галев ремиз – рядовая. Зев равнотянутый; то есть скало на среднем уровне, заступ, близкий к нулевому. Эксперимент проводили при постоянной заправочной плотности ткани по основе.

Заправочное натяжение основы ткани полотняного переплетения подбиралось для различных вариантов плотностей по утку из принципа его минимально необходимой величины изменением массы груза основного тормоза; при этом натяжение ткани в момент прибоя должно быть минимальным, но не доходящим до нуля. Для саржевого, сатинового и репсового переплетений заправочное натяжение основы определялось условиями зевобразования, то есть подбирались минимально необходимые натяжения основных нитей, находящихся в положении заступа.

Из видов переплетений были выбраны те, которые чаще всего используются в практике производства базальтовых тканей, а именно полотно, саржа 1/3, саржа 2/2, сатин неправильный, репс основной и уточный.

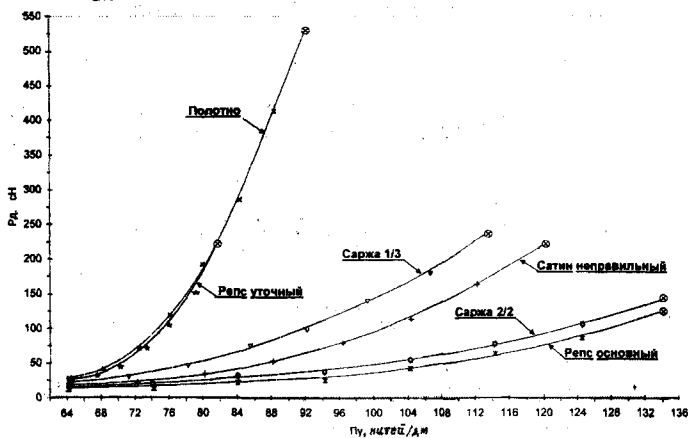


Рис. 1

Таблица 1

| Вариант | Пере-пле-те-ние | Плот-ность Пу по утку, нитей/ дм | Заполнение | | Неурав-новешен-ность по запол-нению | Прибой-ная поло-ска, мм | Масса т груза ос-нов-ного тор-моза, кг | Сила прибора (динамика) | | | Работа силы прибора $A_{пр}$, 10^{-4} Дж | Напряжение при приборе | | Напряжение основы | | Кэф-фици-ент K_n |
|---------|-----------------|---|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|------------------------------|---|---------------------------|---|------------------------|--------------------------------------|-------------------|--|-----------------------|
| | | | по утку $Z_y, \%$ | среднее линейное $Z_c, \%$ | | | | средняя на нить P_d, cH | напряже-ние σ_n прибора, сН/текс | коэф-фици-ент K_{ny} | | Т ткани, сН/нить | H_0 основы у олушки, сН/нить | У скала | прибой Нс динами-ческий, сН/нить | |
| 1 | П | 64 | 36,7 | 44,2 | -0,34 | 3,2 | 2,0 | 27,2 | 0,08 | 0,22 | 4,4 | 9,8 | 37,0 | 24,1 | 33,9 | 1,09 |
| 2 | О | 68 | 39,0 | 45,5 | -0,28 | 4,6 | 3,0 | 41,5 | 0,13 | 0,36 | 9,5 | 10,0 | 51,5 | 35,4 | 46,8 | 1,10 |
| 3 | Л | 72 | 41,3 | 46,8 | -0,23 | 6,8 | 4,0 | 65,0 | 0,20 | 0,56 | 22,1 | 10,5 | 75,5 | 53,8 | 67,4 | 1,12 |
| 4 | Т | 76 | 43,6 | 47,9 | -0,18 | 8,7 | 5,0 | 118,1 | 0,36 | 1,00 | 51,3 | 11,4 | 129,5 | 80,6 | 113,6 | 1,14 |
| 5 | О | 80 | 45,9 | 49,2 | -0,13 | 11,6 | 5,5 | 181,1 | 0,55 | 1,53 | 105,0 | 12,0 | 193,1 | 92,8 | 166,4 | 1,16 |
| 6 | Н | 84 | 48,2 | 50,5 | -0,09 | 14,9 | 6,0 | 280,0 | 0,85 | 2,36 | 208,6 | 11,6 | 291,5 | 116,6 | 245,0 | 1,19 |
| 7 | О | 88 | 50,5 | 51,8 | -0,05 | 17,6 | 7,0 | 410,0 | 1,24 | 3,44 | 360,8 | 11,4 | 421,4 | 145,6 | 342,6 | 1,23 |
| 8 | | 92 | 52,8 | 53,1 | 0,01 | 19,5 | 8,0 | 529,0 | 1,60 | 4,44 | 515,7 | 11,4 | 540,4 | 184,4 | 428,5 | 1,26 |
| 9 | С | 64 | 36,7 | 44,5 | -0,35 | 3,6 | 4,0 | 15,0 | 0,05 | 0,42 | 2,7 | 5,7 | 20,7 | 51,3 | 20,1 | 1,03 |
| 10 | А | 74 | 42,5 | 47,4 | -0,20 | 4,6 | 4,0 | 19,0 | 0,06 | 0,50 | 4,4 | 6,4 | 25,4 | 51,7 | 24,2 | 1,05 |
| 11 | Р | 84 | 48,2 | 50,5 | -0,09 | 5,6 | 4,0 | 27,3 | 0,08 | 0,67 | 7,6 | 7,0 | 34,3 | 52,5 | 32,4 | 1,06 |
| 12 | Ж | 94 | 53,9 | 53,5 | 0,02 | 6,8 | 4,0 | 40,0 | 0,12 | 1,00 | 13,6 | 7,5 | 47,5 | 54,1 | 44,8 | 1,06 |
| 13 | А | 104 | 59,7 | 56,5 | 0,11 | 8,1 | 4,0 | 57,1 | 0,17 | 1,42 | 23,1 | 8,3 | 65,4 | 55,1 | 61,1 | 1,07 |
| 14 | | 114 | 65,4 | 59,6 | 0,20 | 9,4 | 4,0 | 78,7 | 0,24 | 2,00 | 37,0 | 9,1 | 87,8 | 57,3 | 81,3 | 1,08 |
| 15 | 2/2 | 124 | 71,2 | 62,6 | 0,27 | 11,6 | 4,0 | 104,6 | 0,32 | 2,66 | 61,7 | 9,8 | 114,4 | 59,6 | 105,0 | 1,09 |
| 16 | | 134 | 76,9 | 65,6 | 0,34 | 14,9 | 4,5 | 134,9 | 0,41 | 3,42 | 100,5 | 10,5 | 145,4 | 64,5 | 132,2 | 1,10 |
| 17 | С | 64 | 36,7 | 44,2 | -0,34 | 2,8 | 4,0 | 22,0 | 0,07 | 0,32 | 3,1 | 5,9 | 27,9 | 51,4 | 27,3 | 1,02 |
| 18 | А | 71 | 40,8 | 46,5 | -0,25 | 3,6 | 4,0 | 31,4 | 0,10 | 0,45 | 5,7 | 6,2 | 37,6 | 52,5 | 36,5 | 1,03 |
| 19 | Р | 78 | 44,8 | 48,5 | -0,15 | 5,1 | 4,0 | 47,2 | 0,14 | 0,63 | 12,0 | 6,8 | 54,0 | 54,0 | 52,4 | 1,03 |
| 20 | Ж | 85 | 48,8 | 50,8 | -0,08 | 6,8 | 4,0 | 73,8 | 0,22 | 1,00 | 25,1 | 7,5 | 81,3 | 56,2 | 78,2 | 1,04 |
| 21 | А | 92 | 52,8 | 53,1 | -0,01 | 8,7 | 4,0 | 100,5 | 0,30 | 1,36 | 43,7 | 8,3 | 108,8 | 58,5 | 103,6 | 1,05 |
| 22 | | 99 | 56,8 | 55,4 | 0,05 | 10,9 | 4,5 | 136,3 | 0,41 | 1,86 | 74,3 | 9,0 | 145,3 | 64,9 | 138,4 | 1,05 |
| 23 | 1/3 | 106 | 60,8 | 57,4 | 0,12 | 14,1 | 4,5 | 180,1 | 0,55 | 2,50 | 126,9 | 9,8 | 189,9 | 67,3 | 179,2 | 1,06 |
| 24 | | 113 | 64,9 | 59,7 | 0,17 | 17,6 | 4,5 | 232,0 | 0,70 | 3,18 | 204,2 | 10,7 | 242,7 | 69,6 | 226,8 | 1,07 |

Примечание: $K_{ny} = \sigma_n / \sigma_n^*$, где σ_n^* — напряжение при приборе, когда $K_{ny} = 1,00$; $K_n = H_0 / H_c$.

Интервал изменения плотности ткани по утку был одинаковым для каждого из переплетений, но разным для других переплетений. При этом начальной точкой для всех вариантов исследований была плотность по утку, равная 64 нитей/дм (табл. 1 и рис. 1).

Для тканей полотняного, саржевого 2/2 и саржевого 1/3 переплетений, представляющих наибольший практический интерес, результаты исследований представлены в табл. 1, анализируя которую, можно отметить, что изменение плотности ткани по утку оказывает существенное влияние на напряженность процесса формирования базальтовой ткани (особенно это проявляется у ткани полотняного переплетения).

Проведенные нами исследования позволяют заключить, что на условия формирования ткани одновременно оказывают влияние среднее линейное заполнение ткани (%):

$$Z_c = (Z_o + Z_y) / 2$$

и неуравновешенность ткани по заполнению [1]:

$$n_z = (Z_y - Z_o) / Z_c,$$

где Z_o – заполнение ткани по основе:

$$Z_o = 0,0316 A P_o \sqrt{T_o} = 51,7 \%;$$

Z_y – заполнение ткани по утку: $Z_y = 0,0316 A P_y \sqrt{T_y}$;

P_o, P_y – плотность ткани по основе и утку, нитей/дм; T_o, T_y – линейная плотность основной и уточной нити, текс; A – коэффициент, характеризующий вид волокна.

Коэффициент, характеризующий неуравновешенность ткани полотняного переплетения по заполнению, изменялся от $n_z = -0,34$ для плотности по утку $P_y = 64$ нитей/дм, до $n_z = 0,01$ для $P_y = 92$ нитей/дм, при этом среднее Z_c линейное заполнение увеличивалось с 44,2 до 53,1%.

Для получения плотности по утку в вышеуказанных пределах заправочное натяжение пришлось увеличить в довольно широких пределах: с 15,8 до 241,0 сН на нить.

Сила P_d прибоя в этих условиях возросла с

27,2 до 529,0 сН на нить, то есть в 19,4 раза.

Если рассматривать вопрос о переработке нитей разной толщины (линейной плотности), то основным показателем, характеризующим условия формирования ткани, может стать напряжение прибоя (сН/текс):

$$\sigma_n = P_d / T,$$

где P_d – сила прибоя в среднем на одну нить в динамических условиях, сН; T – линейная плотность нити, текс.

Напряжение σ_n прибоя увеличилось с 0,08 до 1,6 сН/текс, то есть в 20 раз (с учетом фактической линейной плотности T_o основной нити).

Степень влияния плотности ткани по утку на условия прибоя можно характеризовать коэффициентом $K_{пу}$. Так, приняв величину этого коэффициента при $P_y = 76$ нитей/дм за единицу, отмечаем его изменение от 0,22 до 4,44.

Особенно значимое влияние исследуемого параметра строения ткани сказалось на работе прибоя (Дж):

$$A_{пр} = 0,05 P_d \lambda_n \cdot 10^{-4}.$$

Этот параметр, характеризующий условия формирования ткани на станке, прямо пропорционально зависит от силы P_d прибоя и величины λ_n прибойной полоски.

Из табл. 1 видно, что с изменением плотности P_y ткани по утку с 64 до 92 нитей/дм при одновременном увеличении заправочного натяжения массой m груза основного тормоза с 2 до 8 кг величина прибойной полоски растет с 3,2 до 19,5 мм (в 6 раз). В результате величина работы $A_{пр}$ силы прибоя в рассматриваемых условиях увеличилась с 4,4 до $515,7 \cdot 10^{-4}$ Дж (более чем в 117 раз).

Изменение натяжения основных нитей по глубине станка характеризуется коэффициентом K_n , величина которого при $P_y = 64$ нитей/дм составила $K_n = 1,09$, а при $P_y = 92$ нитей/дм увеличилась до $K_n = 1,26$. Это можно объяснить увеличением сил трения между нитями, бердом и галевами ремиз.

Максимальной плотностью ткани по утку для полотняного переплетения, которую удалось достичь в условиях эксперимента, оказалась $P_y = 92$ нитей/дм. Превышение этой критической плотности приводит к массовой обрывности основных нитей.

Совершенно иная напряженность формирования ткани имеет место при саржевом 1/3 и 2/2 переплетениях (табл. 1 и рис. 1). Плотность P_y по утку увеличилась с 64 до 113 нитей/дм у саржи 1/3 и с 64 до 134 нитей/дм у саржи 2/2. При этом заполнение Z_y по утку увеличилось с 36,7 до 64,9% в первом случае и с 36,7 до 76,9% – во втором. Коэффициент неуравновешенности ткани n_z по заполнению у саржи 1/3 и 2/2 значительно отличается от полотна и имеет значения 0,17 и 0,34 соответственно.

Заправочное натяжение практически не изменялось (масса груза основного тормоза $m = 4,0...4,5$ кг) и определялось минимально необходимым натяжением основных нитей, которые приходят в положение заступа. Несмотря на значительно большие величины плотностей по утку, приборная полоска у саржи 1/3 и 2/2 оказалась существенно меньше, чем у полотна, даже при максимально возможных (критических) для наших условий плотностях.

Динамическая сила P_d прибора у саржи 1/3 с ростом плотности P_y по утку с 64 до 113 нитей/дм возросла с 22 до 232 сН, а у саржи 2/2 с ростом P_y от 64 до 134 нитей/дм увеличилась с 15 до 134,9 сН, что соответственно в 2,3 и 3,9 раза меньше, чем у полотна. Соответственно изменялось и напряжение σ_n прибора.

Работа прибора с увеличением плотности по утку возросла для саржи 1/3 в 65,9 раза, а для саржи 2/2 – в 37,2 раза, что в 1,8 и 3,1 раза меньше величины работы прибора утка при полотняном переплетении. Такая значительная разница в величинах работы прибора утка объясняется не только жесткостью нитей на изгиб и наличием сил трения между нитями разных переплетений, но и существенным влиянием заполнения ткани и неуравновешенности ткани по заполнению на условия ее фор-

мирования. Характер изменения величин коэффициентов $K_{пу}$ и K_n для саржи 1/3 и 2/2 только подтверждает наши выводы.

Максимально допустимыми (критическими) для наших условий эксперимента плотностями по утку стали у саржи 1/3 113 нитей/дм, а у саржи 2/2 134 нитей/дм. Превышение этих величин приводило к массовой обрывности основных нитей.

Графическое представление результатов эксперимента наглядно отражает влияние плотности по утку и вида переплетения на величину силы прибора утка. Как видно из рис. 1, производство ткани полотняного переплетения при исследуемых параметрах заправки станка отличается напряженным технологическим процессом.

Условия формирования уточного репса сравнимы с условиями выработки ткани полотняного переплетения, у которого линейная плотность основных нитей в два раза больше уточных. При этом сила P_d прибора для критической плотности P_y по утку, равной 82 нитей/дм, составила 213,9 сН на одну нить, что практически соответствует силе прибора уточной нити полотняного переплетения такой же плотности, но почти в 2,5 раза меньше силы прибора при критической плотности ткани по утку полотняного переплетения.

В противоположность условиям формирования уточного репса наименее напряженным в рассматриваемой группе вариантов является процесс формирования основного репса, у которого линейная плотность уточных нитей фактически в два раза превышает линейную плотность основных нитей. Процесс формирования основного репса по своему характеру и численным величинам близок сарже 2/2. При этом сила прибора при максимальной плотности P_y по утку, равная 134 нитей/дм, соответствует $P_d = 128,7$ сН на одну нить.

Сатин неправильный близок по условиям процесса формирования к сарже 1/3, но значительно отличается от нее величиной силы прибора утка (рис. 1).

По результатам экспериментальных исследований и расчетов методом наи-

меньших квадратов получены математические зависимости силы прибора утка от плотности ткани по утку и вида ее переплетения в виде полиномов второй степени:

$$P_d = 0,68P_y^2 - 87,7P_y + 2852 \text{ (полотно)},$$

$$P_d = 0,071P_y^2 - 8,22P_y + 257,1 \text{ (саржа 1/3)},$$

$$P_d = 0,022P_y^2 - 2,64P_y - 94,3 \text{ (саржа 2/2)},$$

$$P_d = 0,62P_y^2 - 80,1P_y + 2613,2 \text{ (репс уточный)},$$

$$P_d = 0,028P_y^2 - 3,94P_y + 154,6 \text{ (репс основной)},$$

$$P_d = 0,071P_y^2 - 9,53P_y + 339,9 \text{ (сатин неправильный)}.$$

Адекватность полученных уравнений оценивалась по критерию Фишера для 95%-ной доверительной вероятности, расчетные значения которого оказались меньше табличных. Незначительное отличие расчетных величин P_d , указанных в табл. 1, связано с колебанием фактической линейной плотности базальтовой комплексной нити по сравнению с расчетной в пределах 5%.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально с помощью методов электротензометрии исследованы условия формирования базальтовой ткани в зависимости от плотности по утку при различных переплетениях вырабатываемой ткани (полотно, саржа 1/3 и 2/2, репс основной и уточный, сатин неправильный).

2. Получены математические зависимости величины силы прибора, определяющей условия формирования ткани на ткацком станке, от плотности вырабатываемой ткани по утку для упомянутых переплетений.

3. С учетом потребительских свойств ткани и условий ее формирования на ткацком станке наиболее приемлемым переплетением можно считать саржу 2/2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильченко В. Н. Прибой уточной нити. – М.: Легпромбытиздат, 1993.

2. Румицкий Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента. – М.: Наука, 1971.

Рекомендована кафедрой инженерной механики. Поступила 10.04.02.

УДК 677.027

ОЦЕНКА МОЮЩИХ И СМАЧИВАЮЩИХ СВОЙСТВ НЕИОНОГЕННЫХ ПАВ В УСЛОВИЯХ ОТВАРКИ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

В.Г.ПРЯЖНИКОВА, О.В.КОЗЛОВА, Б.Н.МЕЛЬНИКОВ

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

Традиционно для эффективной очистки текстильных материалов при отварке варочные растворы включают едкий натр, ПАВ, бисульфит и силикат натрия. В основе процесса лежит деструктурирующее действие едкого натра на загрязняющие примеси целлюлозы и последующее их удаление вместе с варочным раствором.

Современные неионогенные ПАВ (НПАВ) обладают эффективным сольватационно-экстракционным действием и использование их в варочных растворах позволяет очищать текстильный материал не только за счет деструкции естественных и искусственных примесей, но и путем экстракции сильно сольватированных продуктов их неполного разрушения.

Построение технологического процесса на основе применения эффективно сольватирующих НПАВ позволит не только интенсифицировать процесс, но и сделает его экономически более выгодным [1].

Цель работы заключалась в изучении моющей и смачивающей способностей водных и водно-щелочных растворов НПАВ (оксиэтилированных алкилфенолов) и оценке эффективности сольватационной очистки текстильного материала в их присутствии.

Для исследования были выбраны оксиэтилированные алкилфенолы: неонол АФ-9/4, неонол АФ-9/10 и феноксол БВ-9/10 (производства АО "Ивхимпром").

Моющую способность исследуемых оксиэтилированных НПАВ оценивали как в водных растворах, так и в растворах, содержащих едкий натр. Методика заключалась в пропитке текстильного хлопчатобу-

мажного материала загрязняющим составом, основными компонентами которого являлись жидкие углеводородные загрязнители и сажа [2]. После двукратного плюсования и сушки образцы отмывали в горячих водных растворах исследуемых НПАВ с концентрацией от 0,01 до 2,0 г/л.

Эффективность моющего действия растворов исследуемых НПАВ оценивали путем сравнения показателей белизны и капиллярности отмытого после загрязнения текстильного образца и исходных загрязненных образцов.

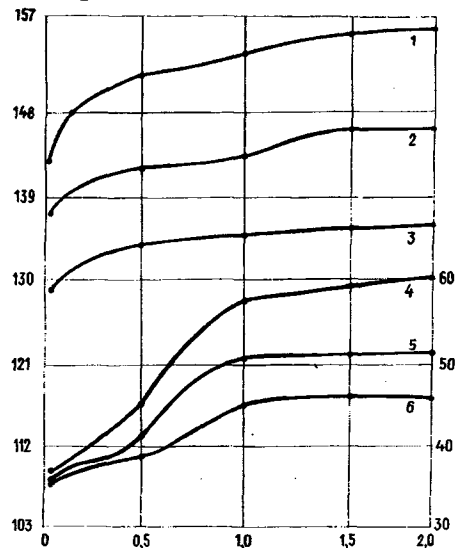


Рис. 1

Как видно из рис. 1, где 1,4 – феноксол БВ-9/10; 2,5 – неонол АФ-9/4; 3,6 – неонол АФ-9/10; ось абсцисс: концентрация НПАВ, г/л; ось ординат (слева): капиллярность отмытого текстильного материала, мм; ось ординат (справа): белизна, %, с ростом концентрации препаратов от 0,01 г/л до 2,0 г/л капиллярные свойства

(кривые 1...3) практически не меняются, тогда как белизна отмытых образцов (кривые 4...6) закономерно увеличивается, а следовательно, усиливается моющая активность водных растворов НП АВ.

Из числа исследованных НП АВ наилучшие результаты по белизне наблюдаются при использовании феноксола БВ-9/10 (кривая 4). В ряду неонолов с разной степенью оксиэтилирования (неонолы АФ-9/4, 9/10) наилучшая белизна достигается при использовании неонола АФ-9/4, содержащего 4 оксиэтильные группы.

Очевидно, преобладание в молекуле неонола АФ-9/4 гидрофобной составляющей (рассчитанное число гидрофильно-липофильного баланса составляет 7,7) и обуславливает более высокую эмульгирующую способность его водного раствора по сравнению с неонолом АФ-9/10.

Феноксол БВ-9/10 содержит, кроме 10 оксиэтильных групп, разветвленное винилбутиловое окончание. Высокую эффективность моющего действия этого препарата (ГЛБ равно 10,3) по отношению к углеводородным загрязнениям в сравнении с неонолами можно объяснить увеличением гидрофобной части молекулы за счет винилбутилового окончания.

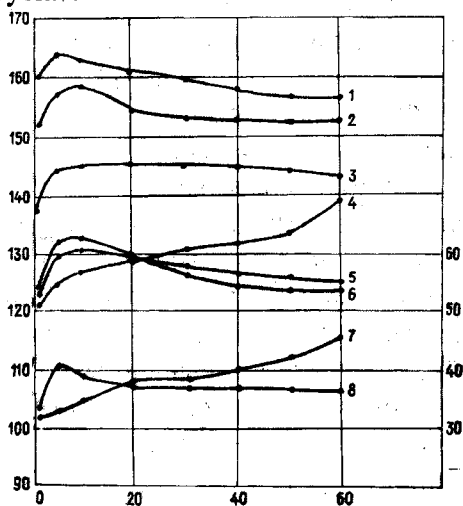


Рис. 2

Такое изменение гидрофильно-липофильного соотношения в молекуле ПАВ приводит к лучшей сбалансированности между полярными и неполярными частями молекулы ПАВ, а также, возможно, создает дополнительный углеводородный объем в поверхностных адсорбцион-

ных слоях для растворения водонерастворимых загрязнений.

На рис. 2 представлены данные по показателям капиллярности (кривые 1...4) и белизны (кривые 5...8) отмытой ткани в присутствии едкого натра с различной концентрацией: 1, 5 – феноксол; 2, 6 – неонол АФ-9/4; 3, 8 – неонол АФ-9/10; 4, 7 – традиционный варочный состав; ось абсцисс: концентрация едкого натра C , %; ось ординат (слева): капиллярность K ткани, мм; ось ординат (справа): белизна B , %.

Из рисунка следует, что оптимальные концентрации едкого натра в моющих растворах, при которых достигается лучший эффект очистки текстильного материала от искусственных загрязнений (по показателям капиллярности и белизны отмытой ткани), составляют 20...25 г/л.

Дальнейшее увеличение щелочности моющих растворов существенно не влияет на показатели капиллярности, в то время как белизна несколько понижается. Это, видимо, связано со снижением диспергирующего и стабилизирующего действия исследуемых моющих растворов при высокой концентрации едкого натра, что и обуславливает повторную ресорбцию сажи на очищенную поверхность.

Сравнивая результаты очистки текстильного материала варочным составом на основе традиционных реагентов (кривая 8) и составом, включающим исследуемые НП АВ, видим, что растворы, содержащие сольватирующие НП АВ, обладают наибольшими моющими свойствами и эффективнее очищают ткань.

Для рационального построения процесса отварки текстильного материала в первую очередь необходимо усилить фактор его смачиваемости. В процессе отварки пропитка осуществляется при высоких температурах и в присутствии едкого натра, поэтому в этих условиях нами были исследованы смачивающие свойства использованных в работе НП АВ. Оценку смачивающей способности проводили согласно международной методике ИСО-8022, в которой объектом смачивания являлась суровая башмачная ткань арт.7071.

Результаты определения смачивающей способности НПАВ в зависимости от температуры и концентрации едкого натра в пропиточном растворе представлены на рис. 3 и 4.

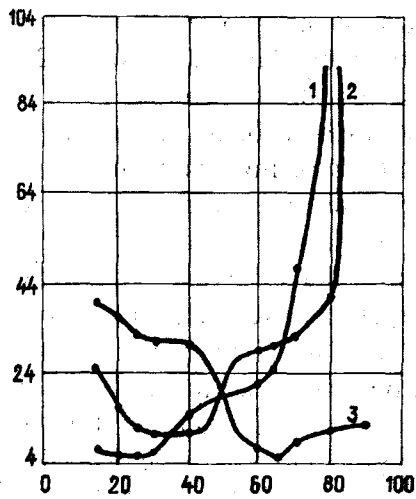


Рис. 3

Как следует из данных рис. 3, где 1 – феноксол БВ-9/10; 2 – неонол АФ-9/10; 3 – неонол АФ-9/4; ось абсцисс: температура, °С; ось ординат: время смачивания текстильного материала, с, наилучшие показатели смачиваемости текстильного материала достигаются при температурах от 25 до 35°C и при использовании феноксола БВ-9/10; текстильный материал в этом случае пропитывается уже за 5 с. Из неонолов в этих условиях лучше смачивает текстильный материал неонол АФ-9/10.

Таким образом, увеличение степени оксиэтилирования и наличие в молекуле НПАВ разветвлений в цепи главных валентностей (например, винилбутилового окончания в феноксоле БВ-9/10) улучшает смачивающие свойства НПАВ.

Препарат неонол АФ-9/4, имеющий низкую степень оксиэтилирования, при высоких температурах, напротив, проявляет более стабильную смачивающую способность в сравнении с другими препаратами.

Поскольку классические варочные растворы содержат едкий натр, который может оказывать негативное влияние на свойства НПАВ, следующий этап исследования состоял в изучении смачивающей способности препаратов в присутствии

щелочи с концентрациями от 0 до 60 г/л при температуре 60°C.

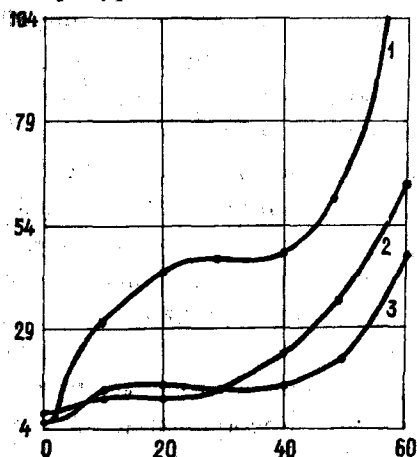


Рис. 4

Из полученных данных, представленных на рис. 4 (1 – неонол АФ-9/4; 2 – неонол АФ-9/10; 3 – феноксол БВ-9/10; ось абсцисс: концентрация едкого натра, г/л; ось ординат: время смачивания текстильного материала, с), видно, что наилучшую смачиваемость обеспечивают растворы, содержащие едкий натр в концентрациях до 20 г/л. Дальнейшее повышение концентрации едкого натра затормаживает процесс смачивания, а при концентрациях более 40 г/л приводит к резкому снижению смачиваемости текстильного материала (время смачивания при этом увеличивается для феноксола БВ-9/10 до 68 с, а для неонола АФ-9/10 до 27 с).

Значительное снижение смачивающих свойств рассматриваемых НПАВ при повышении концентрации едкого натра можно объяснить за счет изменения фазового состояния оксиэтилированных веществ, обусловленного процессами их дегидратации под действием повышенных температур и высоких концентраций едкого натра, что приводит к изменениям их фазового состояния.

Результаты исследований, представленные в данной работе, позволяют объяснить причины выявленной ранее [1] технологической эффективности процесса сольватационной отварки, где в значительно более мягких, по сравнению с традиционной отваркой, условиях обработки (температура пропитки снижена с 60...65°C до 35...45°C, время запаривания с 40...60 мин

до 20...30 мин, концентрация едкого натра – в 1,5...2,0 раза) достигаются высокие результаты очистки текстильных материалов.

Разработанная сольватационная технология подготовки хлопчатобумажных тканей успешно прошла испытания в условиях производства на линиях жгутовой отварки типа ЛЖО и АОЖ и внедрена на ряде текстильных предприятий Ивановского региона. Результаты этих испытаний представлены ранее в [1].

На примере ускоренного способа подготовки хлопчатобумажной бязи на линии Вакаяма (ОАО "Шуйские ситцы"), где концентрация едкого натра традиционно составляет 40...60 г/л, показано, что использование композиционного препарата на основе феноксила БВ-9/10 с концентрацией в варочном растворе 1 г/л позволяет достичь высоких результатов по капиллярности (более 150 мм) и белизне (более 82 %) уже при содержании щелочи в варочном растворе 25...35 г/л.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что наибольшим моющим действием из числа исследуемых

НПАВ обладает феноксила БВ-9/10, а в присутствии едкого натра наиболее эффективное удаление загрязнений наблюдается при концентрациях щелочи в моющем растворе 20...25 г/л.

2. Показано, что наилучшие показатели по смачиваемости текстильного материала при температурах растворов до 25...35°C достигаются при использовании феноксила БВ-9/10 и концентрации едкого натра, не превышающей 40 г/л.

3. В ходе производственных испытаний подтверждена технологическая эффективность и экономическая целесообразность использования препаратов на основе сольватирующих НПАВ (феноксила БВ-9/10) в процессах отварки текстильных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пряжникова В.Г. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №1.

2. Гусев В.П., Крикунова К.Ф. Технический анализ при отделке тканей и трикотажных изделий. – М.: Легкая индустрия, 1974.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 04.07.02.

УДК 677.027.4

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КРАШЕНИЯ ШЕРСТИ АКТИВНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

О.В. ПЕТРОВА, А.А. БУРИНСКАЯ, А.Н. ЖУКОВА

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Низкотемпературные способы крашения текстильных материалов представляют практический интерес, так как позволяют снизить энергозатраты, уменьшить повреждаемость волокна, снизить степень загрязнения окружающей среды.

Процессы крашения при пониженной температуре проводят в присутствии интенсифицирующих веществ, особое место

среди которых занимают окислительно-восстановительные (редокс) системы. В качестве объекта исследований была взята шерстяная ровница, которую окрашивали красителем активным ярко-красным 5СХ по методике [1].

В качестве редокс-систем использовали смеси пероксида водорода с пропантриолом 1,2,3, гексаметилентетрамином, глю-

козой, полиоксиметиленом и глиоксальем. Исследовали разницу в окрашиваемости шерстяного субстрата при крашении по традиционной технологии при температуре кипения и при 80°C в присутствии интенсификаторов. Интенсивность окраски оценивали по изменению коэффициента отражения образцов на лейкометре фирмы К. Цейс и светофильтре с $\lambda = 522$ нм. Также определяли содержание красителя в остаточной ванне по оптической плотности отработанных растворов, измеренных на КФК-2 при $\lambda = 490$ нм.

При оценке влияния на процесс крашения редокс-систем их содержание в красильном растворе варьировали в соответствии со стехиометрическими соотношениями компонентов согласно уравнению окислительно-восстановительной реакции.

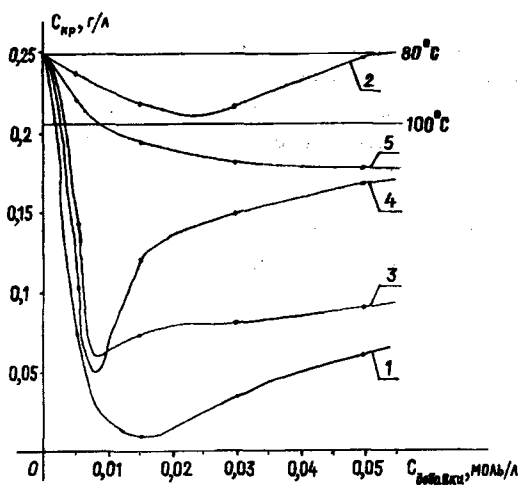


Рис. 1

На рис. 1, где 1 – перексид водорода –

глюкоза; 2 – перексид водорода – гексаметилентетрамин; 3 – перексид водорода – полиоксиметилен; 4 – перексид водорода – пропантриол 1, 2, 3; 5 – перексид водорода – глиоксаль, представлена зависимость концентрации красителя активного ярко-красного 5 СХ в остаточной ванне от содержания в ней редокс-компонента. Очевидно, что использование редокс-системы заметно повышает выбираемость красителя шерстяным волокном. Оказалось, оптимальная концентрация редокс-систем в красильном растворе составляет 0,0075...0,015 моль·л⁻¹. Наиболее эффективными являются системы пероксида водорода с пропантриолом 1,2,3; глюкозой и полиоксиметиленом.

Одновременно проводили контрольный опыт, где красильные растворы выдерживались в течение 60 мин при 100°C без интенсификатора и при 80°C с введением редокс-систем. По истечении указанного времени определяли оптическую плотность красильных растворов.

Установлено, что в присутствии редокс-систем содержание красителя в красильной ванне не изменяется. Так, концентрация красителя после выдерживания при 100°C без интенсификаторов и при 80°C в присутствии редокс-систем составила 0,35 г/л в обоих случаях, то есть интенсифицирующая система не вызывает разрушения красителя и не влияет на его содержание в остаточной ванне.

Таблица 1

| № п/п | Наименование образцов | Растворимость, % | Коэффициент R отражения, % |
|-------|--|------------------|----------------------------|
| 1 | Образцы, окрашенные при 100°C | 20,48 | 3,80 |
| 2 | Образцы, окрашенные при 80°C с использованием системы, содержащей: | | |
| | перексид водорода – глиоксаль | 18,00 | 3,25 |
| | перексид водорода – глюкоза | 18,43 | 3,15 |
| | перексид водорода – полиоксиметилен | 19,17 | 3,20 |
| | перексид водорода – пропантриол 1,2,3 | 17,60 | 3,15 |
| | перексид водорода – гексаметилентетрамин | 20,92 | 3,30 |

Результаты интенсивности окрасок, характеризующие коэффициентом отражения окрашенных образцов, и их растворимости в 0,1 н растворе NaOH по методу Гарриса и Смита [2] представлены в табл. 1. Они

свидетельствуют о получении более интенсивных окрасок с использованием редокс-систем в красильной ванне. Кроме того, растворимость образцов шерсти, окрашенных при пониженной температуре с

введением интенсификатора в красильную ванну, ниже, чем образцов, окрашенных при температуре кипения.

Также в соответствии с ГОСТом 9733.4-83 определяли устойчивость окрасок к мыльному раствору.

Анализ результатов, приведенных в табл. 2, свидетельствует, что прочность

окрасок образцов, полученных с использованием интенсификаторов, соответствует показателям прочности окрасок, полученных при обработке при температуре кипения.

Таблица 2

| № п/п | Наименование образцов | Прочность окраски к мылу, балл |
|-------|--|--------------------------------|
| 1 | Образцы, окрашенные при 100°C | 5 |
| 2 | Образцы, окрашенные при 80°C с использованием редокс-систем: | |
| | пероксид водорода – глиоксаль | 5 |
| | пероксид водорода – глюкоза | 5 |
| | пероксид водорода – полиоксиметилен | 5 |
| | пероксид водорода – пропантриол 1,2,3 | 5 |
| | пероксид водорода – гексаметиленetetрамин | 5 |

Нами исследовалась кинетика сорбции красителя активного ярко-красного 5СХ шерстяным волокном. В табл. 3 представлены результаты, из которых следует, что при крашении ярко-красным 5СХ (концентрация 1 % от массы волокна) в присутст-

вии редокс-систем константы скорости сорбции красителя примерно в 1,5...1,7 раза выше. Это создает предпосылки для сокращения продолжительности процесса крашения.

Таблица 3

| № п/п | Образцы шерстяной ровницы, окрашенной активным ярко-красным 5СХ | Константа $K \cdot 10^3$ скорости сорбции красителя, мин^{-1} |
|-------|---|--|
| 1 | Образцы, окрашенные при 100°C | 22,14 |
| 2 | Образцы, окрашенные при 80°C с использованием редокс-систем: | |
| | пероксид водорода – глиоксаль | 31,50 |
| | пероксид водорода – глюкоза | 39,82 |
| | пероксид водорода – полиоксиметилен | 32,60 |
| | пероксид водорода – пропантриол 1,2,3 | 40,57 |
| | пероксид водорода – гексаметиленetetрамин | 30,82 |

Исследовалось и влияние редокс-систем на интенсивность окрасок при различных концентрациях красителя в красильных растворах, которые варьировали в пределах 0,1...1,0 % от массы окрашиваемого материала.

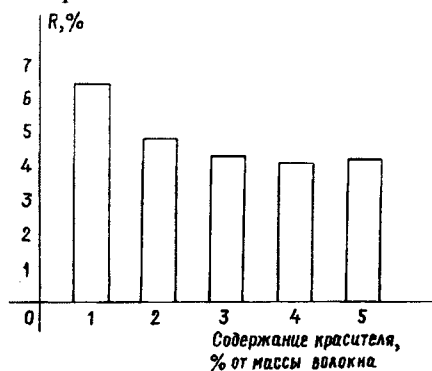


Рис. 2

На рис. 2, где R – коэффициент отражения, %; 1 – 0,1% красителя; 2 – 0,3% красителя; 3 – 0,5% красителя; 4 – 1% красителя; 5 – контрольное крашение 1%; 1...4 – от массы волокна при 80°C с интенсификатором; 5 – от массы волокна при 100°C без интенсификатора, приведена диаграмма, показывающая значения коэффициентов отражения окрашенных образцов при различной концентрации красителя в рабочем растворе и при использовании в качестве интенсификатора системы пероксид водорода – глюкоза.

Из представленных данных следует, что интенсивность окраски образцов при концентрации красителя 0,5 % от массы волокна при крашении с интенсификато-

ром при 80°C близка к интенсивности окрасок, полученных при крашении при 100°C и содержании красителя 1 % от массы волокна.

Вместе с изложенным выше сказанное свидетельствует о возможности вести процессы крашения более экономно и с меньшим ущербом для окружающей природной среды.

Использование редокс-систем не затрагивает хромофорную систему красителя, о чем свидетельствуют спектры поглощения шерстяной ровницы, окрашенной с использованием интенсификатора при 80°C.

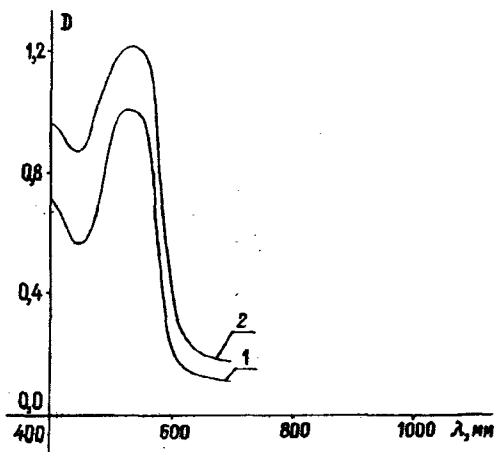


Рис. 3

На рис. 3, где 1 – без интенсификатора при 100°C; 2 – в присутствии системы пероксид водорода – пропантриол 1, 2, 3 при 80°C, представлен спектр поглощения окрашенной активным ярко-красным 5CX при 80°C с использованием системы пероксид водорода – пропантриол 1,2,3 шерстяной ровницы. Спектр снят на микроспектрофотометре МСФУ в интервале длин волн 400...800 нм.

Отсутствие батохромного или гипсохромного сдвигов может свидетельствовать о том, что использование данной редокс-системы не затрагивает структуру красителя и не изменяет оттенок окрашенного волокна.

ВЫВОДЫ

1. Показана возможность и целесообразность низкотемпературного крашения шерсти активным красителем при использовании в качестве интенсификаторов редокс-систем.

2. Исследована кинетика выбирания активного красителя и рассчитаны константы скорости процесса. Показано, что введение интенсифицирующих редокс-систем приводит к увеличению константы скорости выбирания красителя активного ярко-красного 5CX при 80°C в 1,5...1,7 раза по сравнению с крашением без интенсификатора при температуре 100°C.

3. Использование редокс-систем позволяет получить заданную интенсивность окраски при меньшем количестве красителя активного ярко-красного 5CX и пониженной температуре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красители для текстильной промышленности/ Колористический справочник под ред. А.Л. Бяльского и В.В. Карпова. – М.: Химия, 1997. С.203...204.

2. Хархаров А.А., Предтеченская И.А. Подготовка и крашение волокнистых материалов. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1979. С. 57.

Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна текстиля. Поступила 02.07.02.

УДК 677.08.021.16/22

ПЛОСКОЕ ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ СМЕСЕЙ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ

В.Д. ФРОЛОВ, А.Г. ПЕЧНИКОВА, Ю.В. ДУНАЕВА, ОЮУНЗАЯ Э.

(Ивановская государственная текстильная академия)

Технологические условия взаимодействия колосниковых устройств с элементами волокнистых пучков, протаскиваемых барабанами с пильчатой гарнитурой, являются основной характеристикой эффективной очистки шерстяных отходов.

Если в одном из направлений, например x_3 , компонента перемещения $u_3 = \omega$ имеет вид

$$\omega = C_1 x_3 + C_2, \quad (1)$$

где C_1 и C_2 – некоторые постоянные, а две другие компоненты вектора перемещения зависят только от координат x_1, x_2 :

$$U_I = U_I(x_1, x_2), \quad I = 1, 2, \dots, \quad (2)$$

то это говорит о том, что имеет место плоское деформационное состояние, для которого закон Гука для изотропной среды может быть записан в виде двух взаимно обратных соотношений:

$$\sigma_{IJ} = \frac{E(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)} \left(\epsilon_{IJ} + \frac{\nu}{1+\nu} \epsilon_{IK} \epsilon_{JL} \epsilon_{KL} \right), \quad (3)$$

$$\epsilon_{IJ} = \frac{1-\nu^2}{E} \left(\sigma_{IJ} - \frac{\nu}{1+\nu} \epsilon_{IK} \epsilon_{JL} \sigma_{KL} \right). \quad (4)$$

Для определения векторного произведения введены символы Леви-Чивиты ϵ_{ijk} :

$$\epsilon_{ijk} = \begin{cases} +1, & \text{если индексы различны с четной подстановкой;} \\ -1, & \text{если индексы различны с нечетной подстановкой;} \\ 0, & \text{если хотя бы два индекса одинаковы.} \end{cases}$$

Если

$$E' \equiv \frac{E}{1-\nu^2}, \quad \nu' \equiv \frac{\nu}{1-\nu}, \quad (5)$$

то соотношения (3), (4) имеют вид

$$\sigma_{IJ} = \frac{E'}{1-\nu'^2} \left(\epsilon_{IJ} + \nu' \epsilon_{IK} \epsilon_{JL} \epsilon_{KL} \right), \quad (6)$$

$$\epsilon_{ij} = \frac{1}{E'} \left(\sigma_{ij} - \nu' \epsilon_{ik} \epsilon_{jl} \sigma_{kl} \right). \quad (7)$$

Из соотношений тензора напряжения $\underline{\sigma}$:

$$\bar{S}^{(n)} = \underline{\sigma} + \bar{n}, \quad S_i^{(n)} = \sigma_{ij} n_j, \quad (8)$$

где $\vec{S}^{(n)}$ – вектор поверхностных сил, действующих перпендикулярно к площадке, характеризующейся единичным вектором нормали \vec{n} , а также законом неразрывности в лагранжевом способе описания:

$$\rho dv = \text{const.} \quad (9)$$

Вектор скорости частицы сорной примеси

$$\vec{v} = \vec{x} \cdot (\vec{X}, t) = \vec{u} \cdot (\vec{X}, t), \quad (10)$$

где точка обозначает частную производную по времени.

Пользуясь соотношениями (8...10), а также законом об изменении количества движения

$$\frac{d}{dt} \int_V \rho \vec{v} dv = \int_V \rho \vec{F} dv + \int_{\Sigma} \vec{S}^{(n)} d\Sigma, \quad (11)$$

где ρ – плотность волокнисто-воздушной или волокнисто-водяной массы, г/см³; \vec{F} – вектор массовых сил, см/с², получаем уравнения движения сплошной среды:

$$\rho \vec{u}'' = \rho \vec{F} + \text{Div} \underline{\sigma}, \quad \rho u_i'' = \rho F_i + \sigma_{ji,j}. \quad (12)$$

Уравнения (12) превращаем в уравнения равновесия:

$$\text{Div} \underline{\sigma} + \rho \vec{F} = 0, \quad \sigma_{ij,j} + \rho F_i = 0, \quad (13)$$

из которых следует:

$$\sigma_{ij,j} + \rho F_i = 0. \quad (14)$$

Граничные условия в напряжениях в этом случае:

$$\sigma_{ij} n_j = S_i^0, \quad (15)$$

где S_i^0 – усилия.

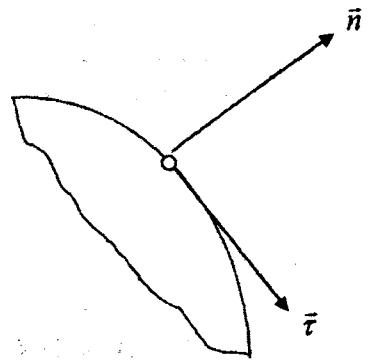


Рис. 1

Наряду с \vec{n} введем единичный вектор $\vec{\tau}$, касательный к контуру, ограничивающему тело (рис. 1 – поверхность колосникового устройства). Компоненты этих векторов связаны зависимостью

$$\tau_i = -\epsilon_{ij} n_j, \quad n_i = \epsilon_{ij} \tau_j, \quad (16)$$

откуда

$$\tau_i = \frac{dx_i}{dS}, \quad (17)$$

где S – длина дуги контура.

Тогда уравнение совместности плоского деформационного состояния можно записать как

$$\epsilon_{im} \epsilon_{nj} \epsilon_{ij,mn} = 0. \quad (18)$$

После разбивки тензора деформации на шаровую часть и девиатор с использованием формулы, выражающей компоненту девиатора тензора деформации через напряжения

$$e_{ij} = \check{B}(\sigma, \sigma_u) s_{ij}, \quad (19)$$

где \check{B} – скалярный тензор Грина первого рода, получим

$$\epsilon_{im} \epsilon_{nj} [\check{B}(\sigma, \sigma_u) s_{ij}]_{mn} = \frac{1}{3K} \Delta \sigma. \quad (20)$$

Таким образом, задача в случае плоского деформированного состояния заключается в решении уравнений (14) и (20) при

выполнении граничных условий (15), которые благодаря (17) имеют вид

$$\sigma_{ij} \epsilon_{ijk} \tau_k = S_i^0. \quad (21)$$

Для изотропного линейного пучка упругой волокнистой массы в воздушной или водной среде уравнение (20) с учетом (14) можно выразить так:

$$\Delta \sigma_{ij} = -\rho(1-\nu^2) F_{i,j}. \quad (22)$$

В случае, если массовые силы обладают потенциалом

$$f, I \equiv -\rho F_1, \quad (23)$$

то

$$\sigma_{ij} = \sqrt{\sigma_{ij} \sigma_{ij} - \frac{1}{3} (\sigma_{ii} - \bar{Q} \sigma_{ii})^2 + (\bar{Q} \sigma_{ii})^2} \equiv \sqrt{\Phi_{,ij} \Phi_{,ij} - \frac{1}{3} [(1-\bar{Q}) \Delta \Phi]^2 + (\bar{Q} \Delta \Phi)^2}. \quad (26)$$

Тогда уравнение для функции напряжения Φ :

$$[\check{B}(\sigma, \sigma_u) \Phi_{,ij}]_{,ij} = \frac{1}{3} \Delta \left\{ \check{B}(\sigma, \sigma_u) + \frac{1}{3K} [(1+\bar{Q}) \Delta \Phi] \right\}. \quad (27)$$

Для изотропной упругой среды формула (26) превращается в бигармоническое относительно функции напряжения Φ

$$\Delta^2 \Phi = 0. \quad (28)$$

Подставив в граничные условия (21) выражение через функцию напряжений, получим

$$\epsilon_{ijk} \tau_k \Phi_{,kl} = S_i^0. \quad (29)$$

Следовательно, вектор-функция

$$T_i \equiv \epsilon_{ijk} \Phi_{,k}, \quad (30)$$

для которой

$$\frac{dT_i}{ds} \equiv S_i^0. \quad (31)$$

$$\Delta(\sigma_{ii} - (1-\nu)f) = 0. \quad (24)$$

В уравнение (24) введем функцию напряжения Эри Φ :

$$\sigma_{ij} = \epsilon_{ik} \epsilon_{jl} \Phi_{,kl} + f \delta_{ij}. \quad (25)$$

Выражение (14) при условии (23) удовлетворяется тождественно, а основные величины, связанные с тензором напряжения, с помощью функции напряжений принимают вид

$$\begin{aligned} \sigma_{33} &= \bar{Q} \sigma_{ii} \equiv \bar{Q} \Delta \Phi, \\ \sigma &= \frac{1}{3} (1 + \bar{Q}) \sigma_{ii} \equiv \frac{1}{3} (1 + \bar{Q}) \Delta \Phi, \end{aligned}$$

Интегрируя функцию по длине дуги контура, получим T_i , частные производные $\Phi_{,k}$ и саму функцию Φ . Тогда из (30)

$$\Phi_{,k} = T_i \epsilon_{ik}. \quad (32)$$

Поскольку

$$T_i = \int_{\Gamma} S_i^0 ds, \quad (33)$$

то

$$\Phi_{,k} = \epsilon_{ik} \int_{\Gamma} S_i^0 ds. \quad (34)$$

Вследствие этого граничные условия для функции Φ из уравнения (27):

$$\Phi = \int dx_k \left[\epsilon_{ik} \int_{\Gamma} S_i^0 ds \right]. \quad (35)$$

С нормальной производной от функции

$$\frac{d\Phi}{dn} \equiv \Phi_{,k} n_k = \epsilon_{ik} n_k \int_{\Gamma} S_i^0 ds. \quad (36)$$

Физический смысл функции Эри устанавливаем путем отсчета длины дуги от некоторой точки O , лежащей на контуре. Значение функции Φ в точке $M(x_k^1)$ на поверхности колосникового устройства при $S = S_1$ приведено на рис. 2.

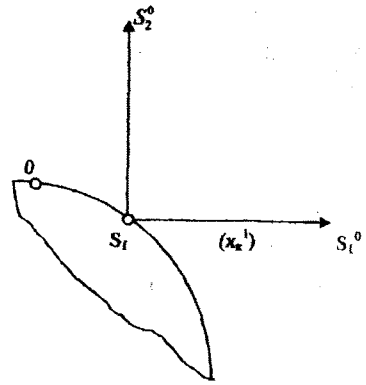


Рис. 2

После интегрирования по частям

$$\Phi = \int_0^{S_1} dx_k \left[\epsilon_{ik} \int_0^S S_i^0 ds \right] = x_k \epsilon_{ik} \int_0^{S_1} S_i^0 ds \Big|_{s=0}^{s=S_1} - \int_0^{S_1} \epsilon_{ik} x_k S_i^0 ds = \epsilon_{ik} \int_0^{S_1} (x_k^1 - x_k). \quad (37)$$

Таким образом, значения Φ в точке $M(x_k^1)$ отражают распределение нагрузок по контуру от $S = 0$ до $S = S_1$ в длинных цилиндрических телах под действием нагрузок ортогональных к оси цилиндра.

Для такой среды связь между напряжениями и деформациями имеет вид

$$S_{ij} = \tilde{A}(\theta, \epsilon_{ij}) e_{ij}, \quad (38)$$

$$\sigma = K\theta, \quad (39)$$

где K – модуль сжатия, \tilde{A} – скалярный оператор двух инвариантов тензора деформации.

Если соотношения (20, 39, 40) справедливы, то

$$\epsilon_{13} = 0, \quad \epsilon_{33} = P_{\epsilon_{11}},$$

$$\tilde{P} \equiv [1 - 3\tilde{B}(\sigma, \sigma_u)K] [2 + 3\tilde{B}(\sigma, \sigma_u)K]^{-1} = [\tilde{A}(\theta, \epsilon_{ij}) - 3K] [2\tilde{A}(\theta, \epsilon_{ij}) + 3K]^{-1}, \quad (40)$$

$$\theta = \frac{\sigma}{K} = (1 + \tilde{P}) \epsilon_{11}, \quad \epsilon_{ij} = \sqrt{e_{ij} e_{ij} + e_{33}^2}. \quad (41)$$

В этом случае, если известны компоненты двумерных тензоров напряжений S_{ij} , σ_{ij} и деформаций e_{ij} , ϵ_{ij} , становятся известными и трехмерные тензоры напряжений и деформаций [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Победра Б.Е. Механика композиционных материалов. – М.: Изд-во МГУ, 1984.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 14.10.02.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Г.Л. БАРАБАНОВ, И.Н. БУРИБАЕВА, И.В. КОЗЫРЕВ

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

Волокнистые материалы с низкой теплопроводностью относятся к числу хороших теплоизоляторов. Применение таких материалов в технике способствует уменьшению потерь тепла, что особенно актуально в настоящее время, когда экономия топливных ресурсов поставлена на повестку дня.

На кафедре технологии нетканых материалов МГТУ им. А.Н.Косыгина разработана технология получения теплоизоляционного иглопробивного материала из полиэфирных волокон. Данный материал

предлагается использовать в качестве теплоизолятора в строительстве.

Исследуемый материал произведен из полиэфирных волокон (лавсана 0,33 текс) по иглопробивной технологии при различных заправках иглопробивной машины. Было изготовлено четырнадцать образцов с разными поверхностной плотностью, плотностью прокалывания и величиной поджима в соответствии с матрицей планирования В-3.

Основные параметры образцов представлены в табл.1.

Таблица 1

| № п/п | Поверхностная плотность X_1 , г/м ² | Плотность X_2 прокалывания, см ⁻² | Фактор поджима X_3 | Объемная плотность ρ , г/см ³ | Величина поджима, % | Начальная толщина δ_1 образца, мм | Толщина δ_2 после поджима, мм |
|-------|--|--|----------------------|---|---------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | 1200 | 100 | 3 | 0,158 | 20 | 9,5 | 7,60 |
| 2 | 600 | 100 | 3 | 0,167 | 20 | 4,5 | 3,60 |
| 3 | 1200 | 60 | 3 | 0,176 | 20 | 8,5 | 6,80 |
| 4 | 600 | 60 | 3 | 0,117 | 20 | 6,4 | 5,12 |
| 5 | 1200 | 100 | 1 | 0,126 | 0 | 9,5 | 9,50 |
| 6 | 600 | 100 | 1 | 0,133 | 0 | 4,5 | 4,50 |
| 7 | 1200 | 60 | 1 | 0,141 | 0 | 8,5 | 8,50 |
| 8 | 600 | 60 | 1 | 0,940 | 0 | 6,4 | 6,40 |
| 9 | 1200 | 80 | 2 | 0,133 | 10 | 10 | 9,00 |
| 10 | 600 | 80 | 2 | 0,152 | 10 | 4,4 | 3,96 |
| 11 | 900 | 100 | 2 | 0,128 | 10 | 7,8 | 7,02 |
| 12 | 900 | 60 | 2 | 0,161 | 10 | 6,2 | 5,58 |
| 13 | 900 | 80 | 3 | 0,154 | 20 | 7,3 | 5,84 |
| 14 | 900 | 80 | 1 | 0,123 | 0 | 7,3 | 7,30 |

После иглопрокалывания и получения готового полотна определяли коэффициенты теплопроводности для каждого образца согласно методике, разработанной на кафедре промтеплоэнергетики.

Результаты эксперимента приведены в табл.2.

Исследование теплоизоляционных свойств иглопробивных материалов для

образцов толщиной от 5 до 20 мм проводили на бикалориметре, а для образцов от 1...5 мм – на приборе ЛТК-1.

Искомые параметры (температура охлаждения t и коэффициент λ теплопроводности) рассчитывали по специально разработанной программе на ЭВМ.

Таблица 2

| № п/п | Толщина образца, мм | Толщина образца с поджимом, мм | Еср lnЕср | τ, с | | | | | | | | Темп охлаждения ядра m·10 ⁻⁴ , с ⁻¹ | Коэффициент теплопроводности λ·10 ⁻² , Вт/м·К | | |
|-------|---------------------|--------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--|---|-------|-------|
| | | | | 0 | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | | | 480 | 540 |
| | | | | 0,530 | 0,515 | 0,499 | 0,484 | 0,470 | 0,456 | 0,443 | 0,430 | | | 0,417 | 0,405 |
| 2,598 | 2,568 | 2,536 | 2,505 | 2,475 | 2,443 | 2,414 | 2,383 | 2,351 | 2,321 | | | | | | |
| 0,600 | 0,563 | 0,531 | 0,502 | 0,476 | 0,452 | 0,432 | 0,408 | 0,389 | 0,369 | 9,0502 | 7,9568 | | | | |
| 2,725 | 2,660 | 2,599 | 2,542 | 2,488 | 2,434 | 2,388 | 2,329 | 2,279 | 2,225 | | | | | | |
| 0,530 | 0,514 | 0,497 | 0,481 | 0,465 | 0,449 | 0,435 | 0,421 | 0,408 | 0,395 | 5,5973 | 3,6726 | | | | |
| 2,598 | 2,566 | 2,532 | 2,498 | 2,464 | 2,428 | 2,395 | 2,361 | 2,329 | 2,295 | | | | | | |
| 0,530 | 0,514 | 0,495 | 0,476 | 0,459 | 0,443 | 0,428 | 0,413 | 0,399 | 0,386 | 6,4592 | 3,3633 | | | | |
| 2,598 | 2,566 | 2,528 | 2,488 | 2,450 | 2,414 | 2,378 | 2,341 | 2,306 | 2,272 | | | | | | |
| 0,530 | 0,515 | 0,499 | 0,485 | 0,476 | 0,463 | 0,446 | 0,438 | 0,424 | 0,415 | 5,0582 | 4,3130 | | | | |
| 2,598 | 2,568 | 2,536 | 2,507 | 2,488 | 2,459 | 2,421 | 2,402 | 2,369 | 2,346 | | | | | | |
| 0,600 | 0,562 | 0,532 | 0,504 | 0,480 | 0,458 | 0,436 | 0,416 | 0,397 | 0,379 | 8,0392 | 7,0251 | | | | |
| 2,725 | 2,658 | 2,602 | 2,546 | 2,496 | 2,448 | 2,397 | 2,349 | 2,301 | 2,253 | | | | | | |
| 0,530 | 0,516 | 0,501 | 0,486 | 0,472 | 0,459 | 0,446 | 0,434 | 0,421 | 0,410 | 4,9571 | 3,7834 | | | | |
| 2,598 | 2,570 | 2,540 | 2,509 | 2,479 | 2,450 | 2,421 | 2,393 | 2,361 | 2,334 | | | | | | |
| 0,530 | 0,516 | 0,499 | 0,485 | 0,471 | 0,457 | 0,444 | 0,432 | 0,420 | 0,409 | 5,2058 | 3,0665 | | | | |
| 2,598 | 2,570 | 2,536 | 2,507 | 2,477 | 2,446 | 2,416 | 2,388 | 2,359 | 2,331 | | | | | | |
| 0,530 | 0,515 | 0,500 | 0,486 | 0,473 | 0,460 | 0,447 | 0,436 | 0,424 | 0,413 | 4,8665 | 3,8769 | | | | |
| 2,598 | 2,568 | 2,538 | 2,509 | 2,481 | 2,452 | 2,423 | 2,397 | 2,369 | 2,341 | | | | | | |
| 0,600 | 0,565 | 0,533 | 0,506 | 0,480 | 0,458 | 0,435 | 0,416 | 0,396 | 0,378 | 8,0598 | 6,2346 | | | | |
| 2,725 | 2,663 | 2,604 | 2,550 | 2,496 | 2,448 | 2,395 | 2,349 | 2,298 | 2,250 | | | | | | |
| 0,530 | 0,515 | 0,501 | 0,487 | 0,473 | 0,459 | 0,446 | 0,434 | 0,422 | 0,411 | 4,9232 | 3,1079 | | | | |
| 2,598 | 2,568 | 2,540 | 2,511 | 2,481 | 2,450 | 2,421 | 2,393 | 2,364 | 2,336 | | | | | | |
| 0,530 | 0,513 | 0,494 | 0,478 | 0,461 | 0,447 | 0,431 | 0,417 | 0,403 | 0,390 | 5,9676 | 3,3059 | | | | |
| 2,598 | 2,564 | 2,526 | 2,492 | 2,455 | 2,423 | 2,385 | 2,351 | 2,316 | 2,282 | | | | | | |
| 0,530 | 0,514 | 0,496 | 0,478 | 0,462 | 0,448 | 0,433 | 0,419 | 0,406 | 0,393 | 5,6535 | 3,200 | | | | |
| 2,598 | 2,566 | 2,529 | 2,492 | 2,457 | 2,425 | 2,390 | 2,356 | 2,324 | 2,290 | | | | | | |
| 0,530 | 0,516 | 0,499 | 0,483 | 0,469 | 0,456 | 0,442 | 0,430 | 0,418 | 0,406 | 5,0699 | 3,3666 | | | | |
| 2,598 | 2,570 | 2,536 | 2,503 | 2,472 | 2,443 | 2,411 | 2,383 | 2,354 | 2,324 | | | | | | |

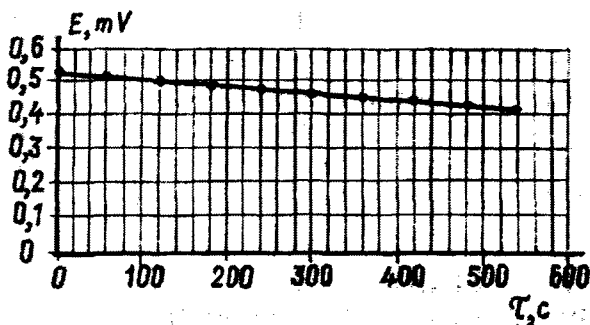


Рис. 1

Графическая зависимость термо-ЭДС от времени представлена на рис. 1.

Для определения теплопроводности использовали выражения:

$$\varphi = 1 - 0,003\delta, \quad (1)$$

$$A = 64000 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}, \quad (2)$$

$$K = 36 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}, \quad (3)$$

$$\Delta\delta_c = \frac{1}{3} \rho c \delta, \quad (4)$$

где δ – толщина исследуемого образца, мм; φ – поправочный коэффициент, учитывающий толщину образца; A – величина, учитывающая тепло, поглощаемое элементами нагревателя; K – величина, учитывающая оттоки тепла от нагревательного элемента; $\Delta\delta_c$ – поправка на теплоемкость исследуемого образца; c – удельная теплоемкость; ρ – плотность.

Экспериментальные данные обрабатывались при помощи тарировочной кривой

$$\frac{\lambda}{\delta} = f(m), \quad (5)$$

где λ , δ – коэффициент теплопроводности и толщина исследуемого образца; m – темп охлаждения, определяемый по формуле

$$m = \frac{\ln E_1 - \ln E_2}{\tau_2 - \tau_1}, \quad (6)$$

где E_1 , E_2 – перепады температур, измеряемые дифференциальной термопарой в данный момент времени.

ВЫВОДЫ

1. Получены коэффициенты теплопроводности образцов иглопробивного материала по специально разработанной программе для ЭВМ. Значения коэффициентов теплопроводности всех испытанных образцов на порядок ниже коэффициента теплопроводности, например, кирпича, который равен $0,76 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$, а следовательно, иглопробивной материал является лучшим теплоизолятором.

2. Определен материал с оптимальными технологическими параметрами: поверхностной плотностью 600 г/м^2 , плотностью прокалывания 60 см^{-2} и величиной поджима 0% , при которых обеспечивается максимальная производительность иглопробивной машины. Этот материал обладает самым низким коэффициентом теплопроводности.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 21.05.02.

УДК 677.052.568.66

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ТРИКОТАЖА НАКЛАДНЫХ ПРЕСС-ЖАККАРДОВЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

Л.А. КУДРЯВИН, М.В. БОНДАРЕВА

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

Недостатком традиционного трикотажа жаккардовых переплетений (полных и неполных) является образование петель разных индексов на его лицевой стороне, в зависимости от рисунка. С увеличением цветности трикотажа увеличивается индекс жаккардовой петли. Поэтому число цветов в жаккардовом переплетении меньше четырех. Данный недостаток можно устранить, если применять регулярный накладной жаккард, но это целесообразно лишь для двухцветного накладного жаккарда. С увеличением цветности в таком трикотаже увеличивается длина протяжек [1].

Цель исследования заключалась в создании трикотажа жаккардового переплетения, в котором при сохранении рисунчатых возможностей лицевая и изнаночная стороны состояли бы из разных видов сырья. Такое разделение сырья по слоям позволяет улучшить гигиенические свойства вырабатываемого продукта.

Был спроектирован трикотаж накладного пресс-жаккардового переплетения, в котором на лицевой стороне образуется цветной рисунок, а изнаночная сторона образуется гладким переплетением из пряжи, отличающейся от пряжи лицевой стороны волокнистым составом, толщиной или цветом.

Строение такого трикотажа показано на рис. 1, где жаккардовые петли 1, 2 и 3 образованы из нитей А, Б и В различного цвета в соответствии с заданным цветным рисунком, а все изнаночные петли 4 образованы из нити Г. Стороны трикотажа соединяются набросками 5, 6 и 7.

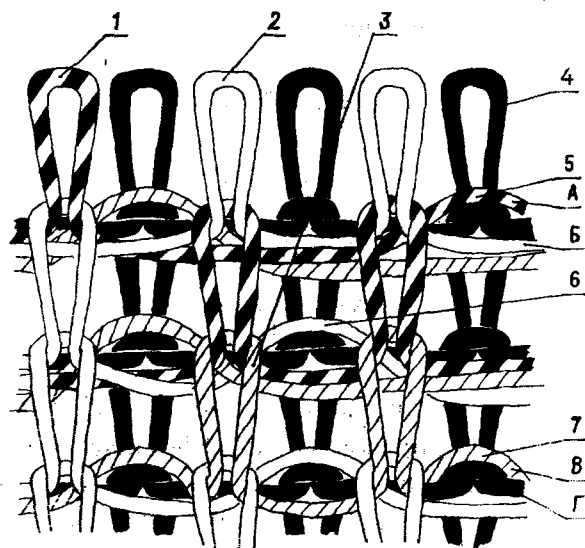


Рис. 1

Накладной трикотаж пресс-жаккардового переплетения является регулярным, так как каждому петельному ряду на лицевой стороне трикотажа соответствует один петельный ряд на изнаночной стороне трикотажа; остовы всех петель лицевой стороны трикотажа имеют одинаковый индекс. Это дает возможность увеличить число цветов в рисунке без ухудшения качества трикотажа и получить четкий рисунок на лицевой стороне.

Преимущество такого трикотажа состоит в возможности использования более дешевого сырья для выработки изнаночной стороны, что снижает себестоимость выпускаемой продукции по сравнению с традиционно выпускаемым жаккардовым трикотажем.

Трикотаж накладного пресс-жаккардового переплетения был разрабо-

тан, исследован и применен для функциональной одежды, которая должна обеспечивать наиболее комфортные условия человеку, находящемуся в состоянии интенсивной физической деятельности, а следовательно, усиленного потоотделения. Основная задача одежного материала в данных условиях – отведение влаги от тела человека (с нижнего слоя на верхний) и испарение ее в окружающем пространстве (по возможности за наиболее короткий срок).

Исследование свойств влагопоглощения и влагоотдачи двухслойного трикотажа накладного пресс-жаккардового переплетения проводили по методике, которая дает возможность измерить общее влагосодержание трикотажа и влагоотдачу лицевой и изнаночной сторон трикотажа [2].

Изучались гигроскопические свойства трех вариантов заправок трикотажа накладного пресс-жаккардового переплетения с различным сочетанием сырья на лицевой и изнаночной сторонах.

Состав сырья, используемого для выработки лицевой и изнаночной сторон трикотажа первого образца: лицевая сторона выработана из смесовой пряжи шерсть 50%, нитрон 50%, $T = 33 \times 2$ текс; изнаночная сторона выработана из полипропиленовой нити $T = 33 \times 2$ текс; второго образца: лицевая сторона выработана из вискозной пряжи $T = 28 \times 2$ текс; изнаночная сторона выработана из полипропиленовой нити $T = 33 \times 4$ текс; третьего образца: лицевая сторона выработана из вискозной пряжи $T = 28 \times 2$ текс; изнаночная сторона выработана из полипропиленовой нити $T = 33 \times 3$ текс.

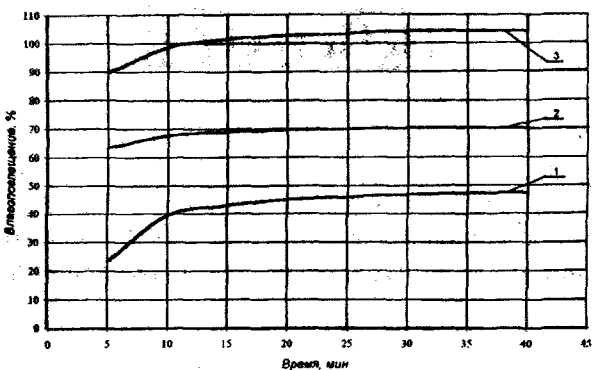


Рис. 2

Результаты исследования отражены с помощью графической зависимости влагопоглощения от времени на рис. 2, где линия 1 – влагопоглощение первого образца; линия 2 – влагопоглощение второго образца; линия 3 – влагопоглощение третьего образца.

Из графика следует, что количество впитываемой влаги больше у того образца, в котором больше процент гидрофобных волокон, образующих изнаночную сторону. Образец двухслойного трикотажа с лицевой стороной, выработанной из вискозной пряжи с линейной плотностью 28×2 текс, и изнаночной стороной, выработанной из полипропиленовой нити с линейной плотностью 33×3 текс, показал наибольшую влагопоглощаемость.

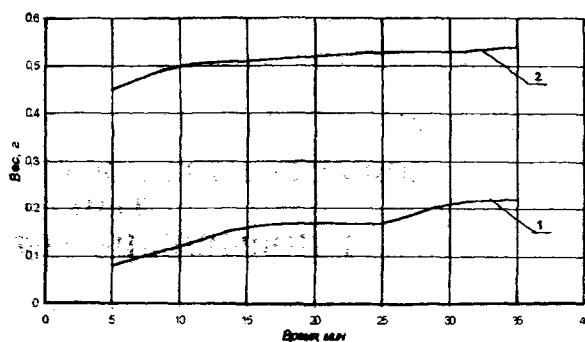


Рис. 3

Наиболее ценными с практической точки зрения являются результаты измерения влагоотдачи лицевой и изнаночной сторон этого образца трикотажа (рис. 3). Линия 1 показывает влагоотдачу изнаночной стороны, выработанной из полипропиленовой нити $T = 33 \times 3$ текс; линия 2 показывает влагоотдачу лицевой стороны, выработанной из вискозной пряжи $T = 28 \times 2$ текс.

Как видно из графика, большая часть влаги передается с изнаночной стороны исследуемого образца на наружную. Повидимому, поведение спроектированного трикотажа накладного пресс-жаккардового переплетения при отводе влаги от кожи человека будет аналогичным.

Изучение гигроскопических свойств трикотажа накладного пресс-жаккардового переплетения показали, что данный двухслойный трикотаж вполне удовлетворяет

требованиям функциональной одежды. Результаты работы реализованы на практике.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что трикотаж накладного пресс-жаккардового переплетения обладает пониженной материалоемкостью при использовании более дешевого сырья для выработки изнаночной стороны трикотажа. Кроме того, такой трикотаж является регулярным трикотажем, что повышает качество цветных узоров на трикотажных полотнах, вырабатываемых данными переплетениями.

2. Трикотаж накладного пресс-жаккардового переплетения был реализован на современном оборудовании с возможно-

стью индивидуального отбора игл на обеих игольницах и показал вполне удовлетворительные гигроскопические свойства и возможность применения его для функциональной одежды, что проверено практическим использованием последней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шалов И.И., Кудрявин Л.А. Основы технологии трикотажного производства. – М., 1991.

2. Горохова О.Ю. Разработка ресурсосберегающей технологии и рациональных заправок би-компонентного трикотажа спортивного и бельевого назначения: Дис.... канд. техн. наук. – М., 1999.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 21.10.02.

УДК 677.025

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОФОРМЛЕНИЯ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

И.Г. ЦИТОВИЧ, Л.М. ШЕМЯКИНА

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

Возможности оперативного обновления ассортимента трикотажных полотен и приспособление к изменяющимся требованиям рынка связаны с разнообразием сырья и технологическими (ассортиментными) возможностями трикотажных машин¹ [1].

Одним из распространенных (традиционных) методов изменения цветовых эффектов является технология выработки жаккардовых переплетений. Обычная контрастная композиция двух- или трехцветная. Как правило, это – одно- или двухцветный рисунок на основном фоне полотна или смешанные симметричные композиции, на которых трудно отличить рисунок от фона полотна, например, контра-

стный двухцветный трикотажный жаккардовый рисунок (рис. 1).

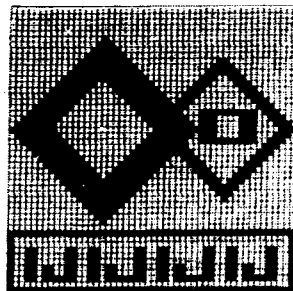


Рис. 1

С точки зрения художника и потребителя жаккардовые рисунки в основном относят к контрастным композициям, для

¹ Здесь не рассматриваются другие способы изменения ассортимента, относящиеся к модификации, отделке полотна (матирование поверхностей и пр.).

которых обычно применяют цвета² со значимым различием их цветовых характеристик, что важно для спортивных и детских изделий, цифровых обозначений, товарных знаков, оформления сигналов опасности и т.п.

В то же время для повседневной одежды, для работы и отдыха такие контрастные композиции чрезвычайно ограничивают художественный выбор, а с точки зрения психологии восприятия контрастных цветов создают психологический дискомфорт, утомляемость зрения [2]. При частом переходе взгляда от очень светлого к темному цвету и обратно возникает вынужденная постоянная адаптация глаза. Следствием напряжения зрения могут стать головные боли, нервозность, снижение внимания [3].

Таким образом, реально художник имеет ограниченные возможности в выборе решений на традиционных базовых 2- и 3-цветных контрастных жаккардовых композициях, причем в ряде случаев, не удовлетворяющих желаний потребителя из-за определенного дискомфорта (что снижает спрос на продукцию).

Кроме указанных обстоятельств имеются существенные технологические недостатки производства жаккардовых полотен:

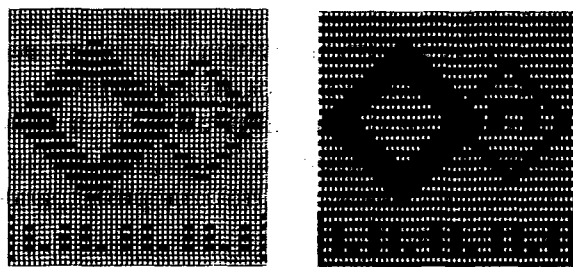
– из-за сложной структуры петельных рядов жаккардовые переплетения имеют повышенную поверхностную плотность;

– при вязании жаккардовых переплетений существенно снижается производительность трикотажных машин (так как для вязания каждого ряда требуется две и более петлеобразующие системы);

– производство жаккардовых переплетений и полотен в отличие от главных переплетений не позволяет контролировать процесс с помощью механизмов дозированной подачи нити, поэтому последний отличается низкой технологической точностью.

Нами предложен новый способ вязания комбинированных жаккардовых перепле-

тений, защищенный патентом РФ и заключающийся в том, что, после вязания полного ряда жаккардового переплетения дополнительно провязывают ряд петель главного переплетения; при этом можно без изменения оставить цвет рисунка, его мотив, изменив цвет фона, или, наоборот (рассматривая при этом новое восприятие цвета в виде линейчатых эффектов, либо как смесь двух цветов). Число сочетаний цветов и эффектов при этом существенно растет.



а)

б)

Рис.2

Например, "разбавляя" цветом фона контрастный двухцветный жаккардовый рисунок (рис. 2-а), получаем новое цветовое решение узора, в то же время цвет фона остается без изменений. И, наоборот, разбавляя фон цветом рисунка (рис. 2-б), изменяем восприятие цвета фона, а узор не изменяется. Возможность таких изменений художественных решений на цветных жаккардовых рисунках является практически не ограниченной, особенно если использовать для вязания петельных рядов главного переплетения нить другого цвета или вида.

Разработанные трикотажные жаккардовые полотна при увеличении разнообразия цветов и в условиях различного освещения дают новые различные эффекты изменения цвета, как следует из теории смещения и отражения света [3]. Такие полотна можно использовать в качестве оформления интерьера помещений, театральных декораций и костюмов.

² Хотя в качестве художественного средства композиции возможно использование блеска.

В условиях промышленного производства использование таких приемов будет приносить экономические выгоды, заключающиеся в уменьшении числа перезаправок машин на новые рисунки и получении интересных колористических решений из небольшого числа цветов; к тому же возможности этих приемов расширяются, если некоторые из цветов создают эффект оптического смешения. Другими словами, при одной и той же заправке рисунка можно получать полотна различного эмоционального решения, а следовательно, и назначения.

Если исходить из теории цвета, то все его многообразие цветов можно отнести к хроматическим координатам x, y в виде известного цветового графика МКО (рис. 3), построенного по колориметрической системе [3].

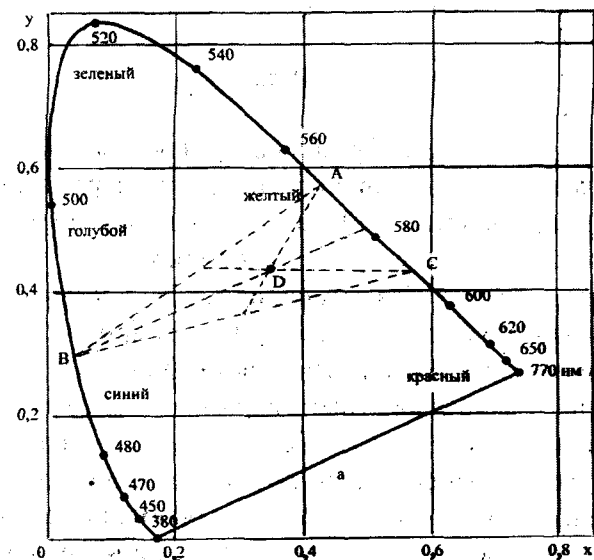


Рис. 3

Координаты x и y цвета определяются известными соотношениями:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}; \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}, \quad (1)$$

где X, Y, Z – коэффициенты для волн цвета различной длины из видимой части спектра [4], которые можно найти экспериментально.

При существующем контрастном оформлении рисунков жаккардовых пере-

плетений все решения из множества цветов представляют различные точки на контуре кривой цветового графика МКО (рис. 3). При смешении уже двух цветов, например, с координатами точек X_A, Y_A и X_B, Y_B , цветовой эффект расширяется и вместо точек мы получаем отрезок, аналогичный отрезку a , соответствующему группе пурпурных цветов. А при смешении трех цветов получаем новый эффект в пределах треугольника ABC с центром смешения цветов, определяемым точкой D – центра тяжести фигуры, как следует из теории цвета.

Помимо получения новых художественных решений, в том числе из ограниченного количества цветов нитей, что важно для практики, реализация предложения позволяет существенно повысить производительность вязального оборудования.

Так, если, количество систем для выработки полного ряда петель жаккардового переплетения равно C , то производительность машины (в рядах в минуту) при вязании по новому способу увеличится в η раз, где

$$\eta = \frac{2C}{C+1}. \quad (2)$$

Таким образом, при $C=2$ производительность вязального оборудования возрастает в 1,33 раза, а при $C=3$ – в 1,5 раза.

Экспериментально установлено, что при вязании комбинированных переплетений на основе 2- и 3-цветных жаккардовых переплетений материалоемкость полотен снижается на 8...15%.

Следовательно, использование относительно простого способа комбинирования главных и жаккардовых переплетений дает более широкие возможности для художественно-колористического оформления трикотажных изделий и для роста эффективности производства.

ВЫВОДЫ

1. Предложена технология производства комбинированных жаккардовых пере-

плетений, являющаяся новым средством художественно-колористического оформления трикотажных полотен.

2. Установлено, что при вязании трикотажа комбинированным жаккардовым переплетением материалоемкость полотен снижается на 8...15%.

3. При выработке новых структур комбинированных переплетений появляется возможность существенного повышения технологической точности процесса с обеспечением режима дозированной подачи нити для петельных рядов главного переплетения. В результате производительность оборудования повышается на 30...50%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brand R.H. // Text. Res. J. – № 34, 1964. P.794...804.
2. Козлов В.Н. Основы художественного оформления текстильных изделий: Учебник для вузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. С. 109.
3. Цойгнер Г. Учение о цвете (популярный очерк). – М.: Стройиздат, 1971. С. 86...125.
4. Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. – М.: Изд-во: Мир, 1978. С 159...165.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 21.10.02.

УДК 687.016.5:687.17

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НИЖНЕГО ПЕРЕДНЕЗАДНЕГО БАЛАНСА ПО ШАГОВЫМ ЛИНИЯМ БРЮК

В.Е. КУЗЬМИЧЕВ, У ЦЗЮНЬ

(Ивановская государственная текстильная академия,
Чжонъюаньский промышленный институт, КНР)

Равновесное положение брюк, которое оценивается сбалансированным пространственным размещением относительно фигуры потребителя, конструктивно обеспечивается правильным соотношением параметров (линейных, угловых) на чертеже.

Переднезадний баланс по шаговым линиям, конструктивно достигающийся понижением вершины шаговой линии задней половинки относительно вершины шаговой линии передней половинки, оказывает исключительно большое влияние на отвесность и положение шаговых и боковых швов, сгибов передней и задней половинок, возникновение заломов на передней половинке.

Необходимость проектирования этого баланса имеет две причины. Первая заключается в разном наклоне по вертикали на участке выше линии колена шаговых линий передних и задних половинок. Для уравнивания их длин необходимо опустить вершину шаговой линии задней половинки на величину $0,1...0,6$ см, которую достаточно легко вычислить по чертежу конструкции.

Вторая причина состоит в сложном взаимообусловленном влиянии продольных и поперечных параметров конструкции на положение шаговых линий.

На рис. 1 показаны варианты решения внешней формы брюк и их конструктивного выполнения: а – спортивные брюки; б – брюки-юбки; в – классические брюки; г – шорты. Видно, что при различных соотношениях формообразующих параметров в

этих конструкциях величина переднезаднего баланса изменяется от нуля до довольно значительных величин.

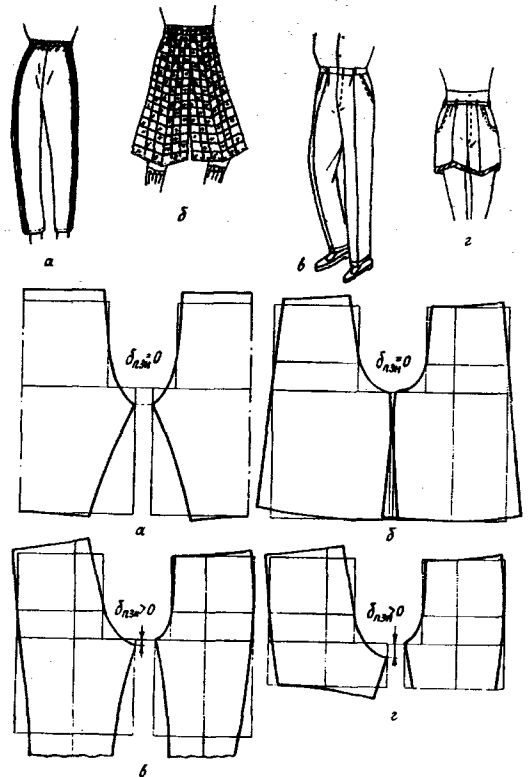


Рис. 1

В практике конструирования разработаны интервальные рекомендации по величине баланса, составляющего от 0 до 4,5 см в зависимости от вида и формы брюк, и наличия внутрипроцессной влажно-тепловой обработки, но без детальной привязки к возможным сочетаниям формообразующих параметров и размерных признаков.

Современные российские методики конструирования (ЦОТШЛ, ЦНИИШП, Л.П. Шершневой и др.) также рекомендуют при конструировании брюк понижать вершину шаговой линии задней половинки на 0,5...1,0 см без использования принудительного оттягивания среза.

В китайских методиках конструирования брюк и в методике "Любак С" эта величина достигает 1,5 см. Однако точных методов расчета величины этого баланса не существует.

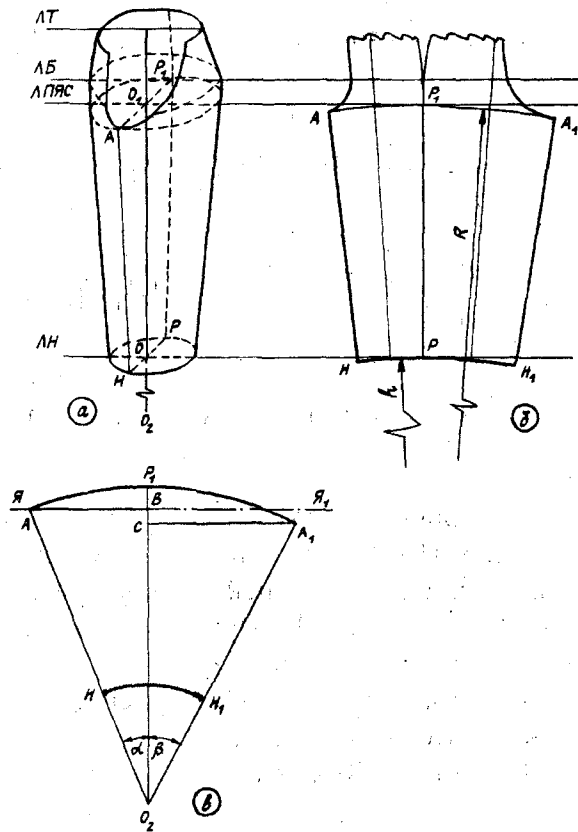


Рис. 2

Нами получена методика расчета величины переднезаднего баланса по шаговым линиям для вновь разрабатываемого способа построения конструкции брюк и проверки баланса в любых известных способах.

Нижняя часть брюк (рис. 2-а – модель объемной формы) от уровня подъягодичной складки до уровня низа может быть представлена половинками двух усеченных конусов с разными радиусами оснований. Первый конус (большого объема) соответствует задней половинке брюк, а вто-

рой конус (меньшего объема) – передней.

На первом этапе расчета представим нижнюю часть брюк одним усеченным конусом для упрощения вычисления его высоты. По высоте брюк проведем 4 секущие горизонтальные плоскости на уровнях талии (ЛТ), бедер (ЛБ), подъягодичной складки (ЛПЯС) и низа (ЛН).

Примем следующие обозначения и допущения: $OO_1 \cong L$ – длина брюк по шаговому шву; $OO_1 \cong AN$; $OH = r$ – радиус основания конуса на уровне линии низа; $O_1A = r_1$ – радиус основания конуса на уровне подъягодичной складки; PP_1 – линия разворачивания боковой поверхности конуса, совпадающая с боковым швом; $PP_1 \cong OO_1$; O_2 – вершина конуса при продолжении его образующей PP_1 до пересечения с продолжением высоты OO_1 .

Пусть $OO_2 = h$ – высота мысленного полного конуса.

Из рассмотрения двух полных конусов с вершинами в т. O_2 и основаниями с радиусами r и r_1 имеем соотношение

$$\frac{OO_2}{O_1O_2} = \frac{OH}{O_1A}; \quad \frac{h}{h+L} = \frac{r}{r_1} \quad (1)$$

Выразим длины окружностей с радиусами r и r_1 через параметры конструкции брюк:

$$2\pi r = 2Ш_n \quad (2)$$

$$2\pi r_1 = C_B + П_B + Ш_ш \quad (3)$$

где $Ш_n$ – ширина брюк внизу (в готовом виде), см; C_B – полуобхват бедер, см; $П_B$ – прибавка к полуобхвату бедер, см; $Ш_ш$ – ширина шага, см.

Примем интервал изменения $Ш_ш = (0,28 \dots 0,44)C_B$, $П_B = (0,04 \dots 0,2)C_B$.

Преобразовав выражение (1) и подставив в него (2) и (3), получим

$$h = \frac{rL}{r_1 - r} \quad (4)$$

$$h = \frac{2Ш_H L}{C_B + П_B + Ш_Ш - 2Ш_H}, \quad (5)$$

$$h = \frac{2Ш_H L}{(1,32...1,64)C_B - 2Ш_H}. \quad (6)$$

На втором этапе, используя радиус $R=O_2P_1 = h+L$, выполним развертку усеченного конуса с сохранением реального соотношения объемов передней и задней половинок относительно его образующей PP_1 (рис. 2-б – развертка брюк по боковому шву):

$$R=L \left(1 + \frac{2Ш_H}{(1,32...1,64)C_B - 2Ш_H} \right). \quad (7)$$

Видно, что расстояние до т. А, принадлежащей шаговой линии передней половинки, и т. А₁, находящейся в вершине шаговой линии задней половинки, от линии подъягодичной складки будет различным. Изобразим фрагмент идеальной развертки на рис. 2-в с сохранением обозначений рис. 2-б.

С допущением 4% примем, что образующая АН и А₁Н₁ пересекаются в т. О₂.

ЯЯ₁ – уровень линии подъягодичной складки на чертеже конструкции; АР₁А₁ – линия на чертеже передней и задней половинок после развертывания конуса; АР₁ – часть линии на чертеже передней половинки; Р₁А₁ – часть линии на чертеже задней половинки.

Введем обозначения

$$\alpha = \angle AO_2P_1,$$

$$\beta = \angle P_1O_2A_1,$$

$$AO_2=O_2P_1=O_2A_1=R.$$

Очевидно, что величину углов α и β можно выразить через параметры конструкции таким образом:

$$\alpha = \frac{360AP_1}{2\pi R}, \quad (8)$$

$$\alpha = \frac{360P_1A_1}{2\pi R}. \quad (9)$$

Выразим длины АР₁ и Р₁А₁ через следующие параметры конструкции: Ш_{Шп} – ширина шага передней половинки, см; Ш_{Шз} – ширина шага задней половинки, см.

С учетом используемых в практике конструирования соотношений Ш_{Шп}:Ш_{Шз}=1:3...1:4 получим выражения:

$$Ш_{Шп} = (0,09...0,11)C_B,$$

$$Ш_{Шз} = (0,19...0,33)C_B.$$

Поскольку $П_B = (0,04...0,2)C_B$, имеем

$$\alpha = \frac{180}{\pi R} [0,5(C_B + П_B) - 1 + Ш_{Шп}], \quad (10)$$

$$\alpha = \frac{57}{R} [(0,61...0,71)C_B - 1], \quad (11)$$

$$\beta = \frac{180}{\pi R} [0,5(C_B + П_B) + 1 + Ш_{Шз}], \quad (12)$$

$$\beta = \frac{57}{R} [(0,71...0,93)C_B + 1]. \quad (13)$$

Поправочный коэффициент (± 1 см) в формулах (10...13) учитывает возможную разную ширину передней и задней половинок по линии бедер. При равенстве ширины он отсутствует.

Опустим из т. А и т. А₁ перпендикуляры АВ и А₁С на прямую О₂Р₁.

Из АО₂В и СО₂А₂ имеем

$$BO_2=AO_2 \cos \alpha, \quad CO_2=A_1O_2 \cos \beta. \quad (14)$$

Отрезок ВС есть не что иное как величина переднезаднего баланса по шаговым линиям. Обозначим его через $\delta_{ПЗ}$

$$\delta_{ПЗ}=BC=BO_2-CO_2=AO_2 \cos \alpha - A_1O_2 \cos \beta. \quad (15)$$

Поскольку $AO_2=A_1O_2=R$, то

$$\delta_{ПЗ}=R(\cos \alpha - \cos \beta). \quad (16)$$

Подставляя вместо R, α , β выражения из (11) и (13), получаем выражение для $\delta_{ПЗ}$ через параметры конструкции брюк и величину R:

$$\delta_{ПЗ} = R \cos \left[\frac{57}{R} \{ (0,61 \dots 0,71) C_B - 1 \} \right] - \cos \left[\frac{57}{R} \{ (0,71 \dots 0,93) C_B + 1 \} \right]. \quad (17)$$

Анализ выражения (17) показывает, что величина баланса $\delta_{ПЗ}$ зависит от следующих параметров конструкции и размерных признаков:

- 1) полуобхвата бедер C_B ,
– прибавки к полуобхвату бедер P_B ,
– ширины шага $Ш_{Ш}$, учитываемых совместно в коэффициентах (0,61...0,71) и (0,71...0,93);
- 2) длины шагового шва L , учитываемых параметром $R=h+L$;
- 3) от соотношения параметров передней и задней половинок, ширины брюк внизу $Ш_{Н}$.

Очевидно, что $\delta_{ПЗ}$ отсутствует (равен или стремится к нулю) в конструкциях брюк, для которых выполнены следующие условия.

1. $AP_1 = P_1 A_1$ (из выражений 11, 12, 16). Такое соотношение имеет место при равенстве ширин передней и задней половинок по линии подъягодичной складки, то есть в изделиях, имеющих одинаковую или примерно одинаковую ширину по линии бедер и равное распределению ширины шага (спортивные брюки и брюки-юбки на рис. 1-а, б).

2. $Ш_{Н} = (0,66 \dots 0,82) C_B$ (изображение 7). Если ширина прямых или расширенных брюк внизу составляет 30...37 см, то $\delta_{ПЗ}$ не следует проектировать.

Во всех остальных конструкциях брюк $\delta_{ПЗ}$ отличен от нуля.

Выражение (17) может быть преобразовано в номограммы и справочные таблицы для наиболее часто встречающихся вариантов конструктивного решения брюк разных видов.

Типичные виды зависимостей между конструктивными параметрами, размерным признаком C_B и $\delta_{ПЗ}$ представлены на рис. 3, где 1 – отношение $Ш_{ШП} / Ш_{ШЗ}$; 2 – ширина брюк внизу $Ш_{Н}$ в готовом виде; 3 – полуобхват бедер C_B ; 4 – длина L шагового шва брюк в готовом виде при

$Ш_{ШП} : Ш_{ШЗ} = 1:2$; 5 – длина L шагового шва брюк в готовом виде при $Ш_{ШП} : Ш_{ШЗ} = 1:3$.

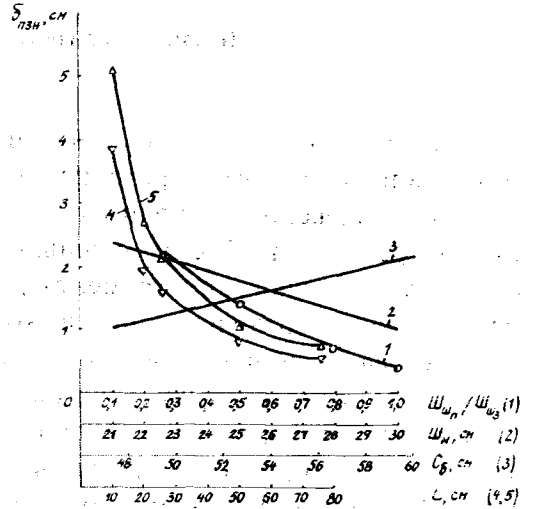


Рис. 3

Из рис. 3 видно, что минимальная величина исследуемого баланса должна быть запроектирована в брюках с полуобхватом бедер 47...48 см и отношением ширины шага передней половинки к ширине шага задней половинки 1:1 (как в брюках-юбках).

Наиболее интересная зависимость описывает соотношение между балансом и длиной брюк. Для обычных брюк, с длиной шагового шва около 80 см, баланс чуть меньше 1 см. При дальнейшем укорочении шагового шва баланс должен быть увеличен; например, для спорт его величина должна достигать 2,5...3,5 см.

ВЫВОДЫ

Получены аналитические выражения для расчета нижнего переднезаднего баланса по шаговым линиям, которые могут быть использованы при создании компьютерных программ корректировки и проверки конструкций брюк на типовые фигуры.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 05.04.02.

О ФОРМИРОВАНИИ РАЦИОНАЛЬНОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ МАНЕКЕНОВ ОДЕЖДЫ

И.И. КОМИССАРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В основе современной научно-обоснованной технологии ротационного формования манекенов из полимеров [1], способной решить проблему машинного производства основного инструмента для моделирования, конструирования и контроля качества швейных изделий, лежит использование относительно дорогостоящих герметичных формующих устройств, число которых определяется прежде всего большой номенклатурой манекенов типовых фигур [2, 3].

Попытки решить проблему формирования типовых фигур торса человека малым числом манекенов, для одежды предпринимались неоднократно, однако регулируемые с механическим приводом [4], надувные [5] и другие манекены пока не находят широкого применения из-за низкой точности воспроизведения формообразующей поверхности и высокой стоимости последних.

Цель данной работы заключалась в поиске рационального охвата типовых фигур человека с помощью манекенов для одежды и в разработке нового подхода к сокращению номенклатуры изготавливаемых промышленных манекенов.

Согласно стандартам [6, 7] номенклатура манекенов для одежды составляется на использование лишь одного "базового роста"¹ при каждом ведущем размерном признаке (обхвате груди третьем) данной полнотной группы классификации типовых фигур младшей, средней и старшей возрастных групп.

Определение рациональной номенклатуры манекенов одежды, на взгляд автора, можно провести, используя вышеуказан-

ные отраслевые квалификации типовых фигур по размерному признаку роста исходя из следующего допущения: отклонение роста манекена от роста типовых фигур данного размера (обхвата груди) в каждой полнотной группе не должно превышать 12 см или двух интервалов безразличия по росту. Если выбранный базовый рост манекена ведущего размера (обхвата груди) не соответствует этому допущению, то в номенклатуру манекенов данного размера рассматриваемой полнотной группы следует включить еще один (второй) манекен одежды с другим обязательным и рациональным ростом.

Для снижения материальных, энергетических, транспортных, складских и других затрат, связанных с производством и реализацией манекенов для одежды, при существенном сокращении номенклатуры манекенов и соответствующих формующих устройств можно применять специальные съемные межполнотные полимерные накладки (МПН) к исходным манекенам [8].

Новое направление формообразования типовых фигур человека или моделей торса эталонных фигур включает трансформацию наиболее простых по форме участков неразвертываемых поверхностей, расположенных ниже уровня обхвата груди четвертого, определяющих полнотную группу манекена.

Если принять за основу формирования минимального комплекта манекенов для мужской одежды структурное построение отраслевого стандарта [7], то номенклатуру их можно определить из 23 наименований, исключив из перечня два размера

¹ Под «базовым ростом» следует понимать рост типовой фигуры, на которую разрабатывается модель и конструкция одежды.

92–70 и 128–136 как не соответствующие стандарту на типовые фигуры [3].

Исходя из предложенного подхода к формированию парка манекенов типовых фигур можно производить 10 исходных мужских манекенов и трансформировать их с помощью комплекта из 13 съёмных накладок в манекены больших полнот

(табл. 1). Однако при этом, как и по ОСТ [7], остаются не охваченными 21 типовая фигура следующих размеров (обхватов груди): из первой полнотной группы – 108, из второй – 84, 112...124, из третьей – 84...92, 120...128, из четвертой – 96...104, из пятой – 100...116.

Таблица 1

| Размеры исходных манекенов, см | 88-70 I | 92-74 I | 96-78 I | 100-82 I | 104-86 I | 108-96 II | 112-106 III | 116-110 III | 120-120 IV | 124-130 V |
|--------------------------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|--------------|
| Размер МПН, см | 88-76 II | 92-80 II | 96-84 II | 100-88 II | 104-92 II | 108-102 III | 112-112 IV | 116-116 IV | 120-126 V | |
| | | | 96-90 III | 100-94 III | 104-98 III | 108-108 IV | | | | |

Примечание. Римскими цифрами обозначены номера полнотных групп.

Заметим, что осовремененный перечень типоразмеров манекенов с учетом интервалов безразличия на ведущие обхватные размеры призван охватить 172 типовые фигуры мужчин младшей, средней и старшей возрастных групп. Номенклатуру женских исходных манекенов для верхней одежды и съёмных межполнотных накладок к ним можно определить аналогичным образом.

Возможность и точность воссоздания с помощью объёмных накладок размеров, формы, рельефа и пластики поверхности манекенов новой полнотной группы определялась по измерениям абсолютных величин образцов согласно стандарту [7], которые сопоставлялись с соответствующими усредненными измерениями контуров проекций фигур человека, горизонтальных и сигиттальных сечений, полученных высокоточным стереофотограмметрическим методом.

Сравнительный анализ результатов показал достаточно высокую точность формообразования. Отклонения абсолютных величин измерений основных ведущих антропометрических обхватных сходствен-

ных размерных признаков не выходили за пределы известных интервалов безразличия.

Для более полного охвата перечня из 320 типовых фигур женщин и мужчин [2, 3] можно предложить следующую классификацию исходных манекенов и МПН к ним (табл. 2).

В соответствии со стандартом на типовые фигуры женщин определяются 10 исходных манекенов из первой полнотной группы с ростом 158 см и обхватами груди 84...96 см, с базовым ростом 164 см и обхватами груди 100...120 см. Остальные размеры типовых фигур женщин реализуются в манекенах с помощью 30 съёмных межполнотных накладок к исходным манекенам.

Аналогичный анализ классификации типовых фигур мужчин позволяет определить номенклатуру из шести манекенов первой полнотной группы и пяти манекенов второй полнотной группы. Остальные размеры типовых фигур мужчин в манекенах реализуются при использовании 32 съёмных межполнотных накладок.

| Группа полноты | | Размеры исходных манекенов женской одежды, см | | | | | | | | | | |
|---|--------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | обхват груди | 84 | 88 | 92 | 96 | 100 | 104 | 108 | 112 | 116 | 120 | |
| | обхват бедер | 88 | 92 | 96 | 100 | 104 | 108 | 112 | 116 | 120 | 124 | |
| | рост | 158 | | | | | 164 | | | | | |
| Размеры съёмных межполотных накладок, см | | | | | | | | | | | | |
| 2 | обхват бедер | 92 | 96 | 100 | 104 | 108 | 112 | 116 | 120 | 124 | 128 | |
| 3 | | 96 | 100 | 104 | 108 | 112 | 116 | 120 | 124 | 128 | 132 | |
| 4 | | 100 | 104 | 108 | 112 | 116 | 120 | 124 | 128 | 132 | 136 | |
| Размеры исходных манекенов мужской одежды, см | | | | | | | | | | | | |
| 1,2 | обхват груди | 84 | 88 | 92 | 96 | 100 | 104 | 108 | 112 | 116 | 120 | 124 |
| | обхват талии | 72 | 70 | 74 | 78 | 82 | 86 | 90 | 100 | 104 | 108 | 112 |
| | рост | 164 | 176 | | | | | | | | | |
| Размеры съёмных межполотных накладок, см | | | | | | | | | | | | |
| 2 | обхват талии | | 76 | 80 | 84 | 88 | 92 | 96 | | | | |
| 3 | | 78 | 82 | 86 | 90 | 94 | 98 | 102 | 106 | 110 | 114 | 118 |
| 4 | | | | | 96 | 100 | 104 | 108 | 112 | 116 | 120 | 124 |
| 5 | | | | | | 106 | 110 | 114 | 118 | 122 | 126 | 130 |

Примечание. В таблицу не включены независимые манекены с размерами 124-132, 128-136, 132-140, 136-144 женской одежды и размером 128-122 женской одежды.

ВЫВОДЫ

1. Предложена концепция формирования номенклатуры полнотипоростовочных размеров манекенов, наиболее полно охватывающая перечень типовых фигур человека.

2. Разработан метод перевода исходного манекена малой полноты в другие полнотные группы с помощью специальных съёмных межполотных накладок, закрепляемых на нем, позволяющий существенно сократить номенклатуру изготавливаемых манекенов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комиссаров И.И. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1996. № 6. С.85...88.
2. ОСТ 17-326-81. Изделия швейные, трикотажные, меховые. Фигуры женщин типовые. Раз-

мерные признаки для проектирования одежды. — М., 1982.

3. ОСТ 17-325-86. Изделия швейные, трикотажные, меховые. Фигуры мужчин типовые. Размерные признаки для проектирования одежды. — М., 1987.

4. Патент Великобритании № 3405852. Регулируемый манекен.

5. Патент США № 3405852. Надувной манекен.

6. ОСТ 17-474-75. Манекены для женской одежды.

7. ОСТ 17-327-74. Манекены для мужской одежды.

8. Комиссаров И.И., Куликов Б.П., Корнилова Н.Л. Совершенствование процесса проектирования межполотных накладок к манекенам одежды // В сб. докл. Междунар. научн.-техн. конф.: Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности. — Иваново, ИГТА, 2000. С.123...125.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 27.06.02.

УДК 677.053.2

**ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ
РЕМИЗНОГО ДВИЖЕНИЯ ТКАЦКИХ СТАНКОВ СТБ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ**

А.В. ГРИГОРЬЕВ, В.И. ТЕРЕНТЬЕВ, Е.В. ГРИГОРЬЕВ

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

Механизм ремизного движения (МРД) представляет собой упругую механическую систему, образованную звеньями механизма и нитями основы [1, 2].

В связи с этим представляется интересным привлечение аналитических методов, дополняющих кинестатический анализ в части процессов, обусловленных параметрами рабочего цикла, требующих учета дополнительных характеристик элементов системы МРД, в частности, их упругих свойств. Одним из таких методов является метод на основе теории механических цепей [3].

В основе механических цепей лежит системный подход в приложении к механическим линейным системам в форме схемотехники [4]. Свойства каждого звена (масса, упругость) системы представляются в виде пространственно-сосредоточенных параметров [3], [4], отображаемых в механической цепи двухполюсниками, определяющими структуру звена. При этом все процессы рассматриваются в характерные моменты рабочего цикла на малых перемещениях.

Такой подход к механическим системам позволяет рассматривать их возмущенное состояние и проводить оценку динамического поведения цикловых систем по условиям процесса выхода из выстоя без введения в расчет сил инерции и моментов сил инерции звеньев. В частности, использование данного метода позволяет, по сравнению с методами, дающими решения в виде системы дифференциальных уравнений, получать расчетные зависимости для комплексных амплитуд в алгеб-

раической форме.

При этом появляется возможность получения аналитических зависимостей для плоских многозвенных стержневых систем, в структуре которых отдельные группы звеньев перемещаются в различных направлениях, что свойственно для механизма ремизного движения ткацких станков СТБ.

В рамках схемотехнического подхода [3] в качестве обобщенных координат приняты разности скоростей v полюсов двухполюсника и сила Q , действующая в нем, которые, в зависимости от вида возбуждающего воздействия (силового или кинематического), связаны одним из основных уравнений двухполюсника:

$$S = \frac{Q}{v} \quad \text{— комплексная силовая характеристика (силовое возбуждение),}$$

$$K = \frac{v}{Q} \quad \text{— комплексная кинематическая характеристика (кинематическое возбуждение).}$$

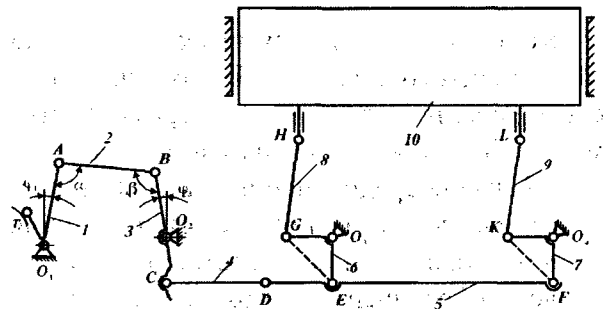


Рис.1

Механизм ремизного движения ткацкого станка СТБ, схема которого показана на рис. 1, представляет многосвязную шарнирно-стержневую механическую систему, ведущим звеном которой является выходной рычаг O_1A привода устройства зевобразования.

Массово-геометрическая оценка звеньев механизма [5] показывает, что наиболее склонными к проявлению упругих свойств являются два звена механизма: CD (4) и DEF (5), поэтому для этих звеньев помимо сосредоточенного параметра масса m вводится сосредоточенный параметр упругость k .

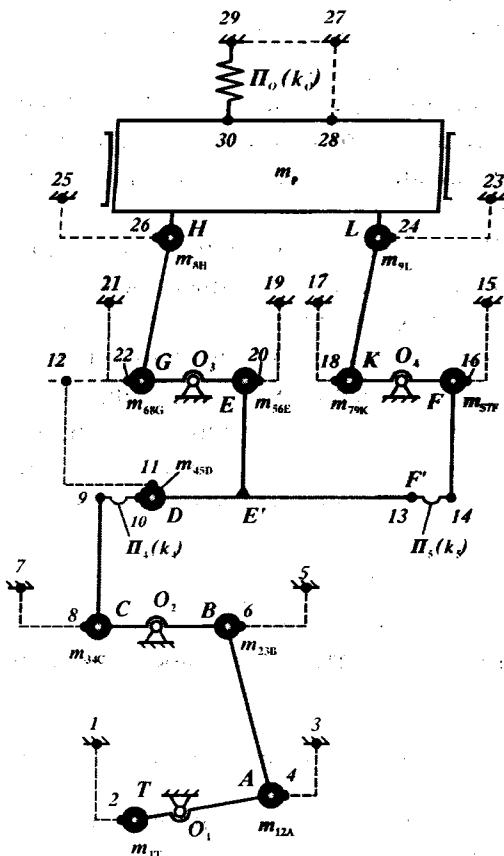


Рис. 2

Конструктивно-динамическая схема МРД ткацкого станка СТБ для динамического анализа на малых перемещениях может быть представлена, как показано на рис. 2, где сосредоточенные массы m , размещенные в местах положения шарниров, имеют нижний индекс, состоящий из числового обозначения сопрягаемых звеньев и буквенного обозначения точки сосредо-

точения параметра.

Сами кинематические связи в соответствии с концепцией идеализации [2] рассматриваются жесткими и невесомыми.

Нити основы отображены символом пружины Π_0 , упругие свойства звеньев CD и DEF соответственно – символом пружины Π_4 и Π_5 . Полуса сосредоточенных параметров обозначены числами.

Поскольку в моменты перехода от фазы выстоя к фазе перемещения и, наоборот, механизм находится в условиях кинематического возбуждения, все зависимости получены в форме комплексных кинематических характеристик.

Исходя из правил построения механических цепей [3], определяющих взаимное положение двухполосников в механической цепи в зависимости от относительных скоростей (или перемещений) полюсов, получена механическая цепь для случая кинематического возбуждения. Механическая цепь МРД ткацкого станка СТБ изображена на рис. 3.

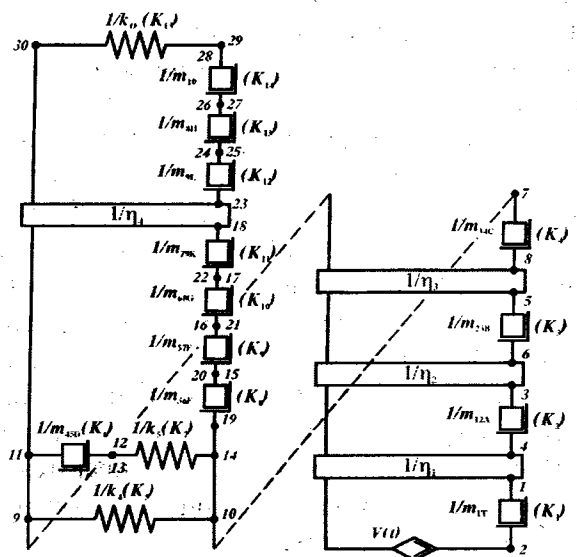


Рис. 3

При приложении возбуждающего воздействия с амплитудным значением скорости V_0 будут иметь место следующие уравнения двухполосников в зависимости от вида сосредоточенного параметра в форме частных комплексных кинематических характеристик (ЧККХ):

$$\begin{aligned}
\text{масса } m_{1T} = m_1 : & \quad K_1 = -j \frac{1}{\omega m_1}; \\
\text{масса } m_{12A} = m_2 : & \quad K_2 = -j \frac{1}{\omega m_2 \eta_1^2}; \\
\text{масса } m_{23B} = m_3 : & \quad K_3 = -j \frac{1}{\omega m_3 \eta_1^2 \eta_2}; \\
\text{масса } m_{34C} = m_4 : & \quad K_4 = -j \frac{1}{\omega m_4 \eta_1^2 \eta_2^2 \eta_3^2}; \\
\text{упругость } k_4 : & \quad K_5 = j \frac{\omega}{k_4 \eta_1^2 \eta_2^2 \eta_3^2}; \\
\text{масса } m_{45D} = m_5 : & \quad K_6 = -j \frac{1}{\omega m_5}; \\
\text{упругость } k_5 : & \quad K_7 = j \frac{\omega}{k_5}; \\
\text{масса } m_{56E} = m_6 : & \quad K_8 = -j \frac{1}{\omega m_6}; \\
\text{масса } m_{57F} = m_7 : & \quad K_9 = -j \frac{1}{\omega m_7}; \\
\text{масса } m_{68G} = m_8 : & \quad K_{10} = -j \frac{1}{\omega m_8}; \\
\text{масса } m_{79K} = m_9 : & \quad K_{11} = -j \frac{1}{\omega m_9 \eta_4}; \\
\text{масса } m_{9L} = m_{10} : & \quad K_{12} = -j \frac{1}{\omega m_{10} \eta_4}; \\
\text{масса } m_{8H} = m_{11} : & \quad K_{13} = -j \frac{1}{\omega m_{11}}; \\
\text{масса } m_P = m_{12} : & \quad K_{14} = -j \frac{1}{\omega m_{12} \eta_4}; \\
\text{упругость } k_0 : & \quad K_{15} = j \frac{\omega}{k_0 \eta_4}.
\end{aligned}$$

Здесь m_P – масса ремизки.

$$K = K_{1-4} + K_{5-15} = K_{1-4} + \frac{K_{5-7} (K_{8-11} + K_{12-14} + K_{15})}{K_{5-7} + K_{8-11} + K_{12-14} + K_{15}}. \quad (1)$$

Для последовательной схемы соединения двухполосников, соответствующих массам m_{10} , m_{11} , m_{12} и m_6 , m_7 , m_8 , m_9 , их

$$K_{12-14} = K_{12} + K_{13} + K_{14} = -j \frac{1}{\omega} \left(\frac{1}{m_{10}} + \frac{1}{m_{11}} + \frac{1}{m_{12}} \right) = -j \frac{1}{\omega M_1}, \quad (2)$$

На схеме также показаны функциональные элементы цепи $1/\eta_1$, $1/\eta_2$, $1/\eta_3$ и $1/\eta_4$, представляющие передаточные отношения звеньев сосредоточения параметров, где $\eta_1 = \ell_{O_1A} / \ell_{O_1T}$ – передаточное отношение сосредоточенных параметров звена TO_1A ; $\eta_2 = \ell_{O_2C} / \ell_{O_2B}$ – передаточное отношение сосредоточенных параметров звеньев O_1A и O_2B четырехзвенника O_1ABO_2 ; $\eta_3 = \ell_{O_2B} \cos^2 \varphi_3 \sin \alpha / \ell_{O_1B} \cos^2 \varphi_1 \sin \beta$ – передаточное отношение сосредоточенных параметров звеньев O_1A и O_2B четырехзвенника O_1ABO_2 (φ_1 , φ_3 , α и β – углы согласно рис. 1); $\eta_4 = \ell_{O_3G} / \ell_{GH}$ – передаточное отношение сосредоточенных параметров звеньев четырехзвенника O_3GH (O_4KL), $\eta_4 = 1$; j – мнимая единица.

Имея уравнения частных комплексных кинематических характеристик двухполосников, отображающих сосредоточенные параметры механизма, и механическую цепь, можно получить основную математическую зависимость для динамического анализа МРД в моменты перехода к выстой и выхода из него в форме полной комплексной кинематической характеристики (ПККХ) K в функции частоты вращения главного вала ткацкого станка ω .

Исходя из теорем механических цепей запишем

частные комплексные кинематические характеристики будут

$$K_{8-11} = K_8 + K_9 + K_{10} + K_{11} = -j \frac{1}{\omega} \left(\frac{1}{m_6} + \frac{1}{m_7} + \frac{1}{m_8} + \frac{1}{m_9} \right) = -j \frac{1}{\omega M_{II}},$$

где $M_I = \frac{m_{10} m_{11} m_{12}}{m_{10} m_{12} + m_{11} m_{12} + m_{10} m_{11}}$, $M_{II} = \frac{m_6 m_7 m_8 m_9}{m_7 m_8 m_9 + m_6 m_8 m_9 + m_6 m_7 m_9 + m_6 m_7 m_8}$;

$$K_{5-7} = \frac{K_5 (K_6 + K_7)}{K_5 + K_6 + K_7} \quad (\text{параллельно-}$$

последовательная схема соединения двух-полосников);

$$K_{5-7} = \frac{j \frac{\omega}{k_4 \eta_1^2 \eta_2 \eta_3^2} \left(-j \frac{1}{\omega m_5} + j \frac{\omega}{k_5} \right)}{j \frac{\omega}{k_4 \eta_1^2 \eta_2 \eta_3^2} - j \frac{1}{\omega m_5} + j \frac{\omega}{k_5}} = j \frac{\omega (m_5 \omega^2 - k_5)}{\omega^2 m_5 (k_4 \eta_c + k_5) - k_4 k_5 \eta_c}, \quad (4)$$

где $\eta_c = \eta_1^2 \eta_2 \eta_3^2$.

После подстановки составляющих второго слагаемого уравнения (1), выражений (2...4) получим

$$K_{5-15} = j \frac{\omega AB}{A \omega^2 M_I M_{II} k_0 \eta_4 + BC}, \quad (5)$$

где $A = m_5 \omega^2 - k_5$; $B = M_I M_{II} \omega^2 - k_0 (M_I \eta_4 + M_{II})$,
и $C = m_5 \omega^2 (k_4 \eta_c + k_5) - k_4 k_5 \eta_c$.

$$K_{1-4} = K_1 + K_2 + K_3 + K_4,$$

$$K_{1-4} = -j \frac{1}{\omega m_1} - j \frac{1}{\omega m_2 \eta_1^2} - j \frac{1}{\omega m_3 \eta_1^2 \eta_2} - j \frac{1}{\omega m_4 \eta_1^2 \eta_2 \eta_3^2} = -j \frac{1}{\omega M_{III}}, \quad (6)$$

где $M_{III} = \frac{m_1 m_2 m_3 m_4 \eta_1^2 \eta_B \eta_C}{m_2 m_3 m_4 \eta_1^2 \eta_B \eta_C + m_1 m_3 m_4 \eta_B \eta_C + m_1 m_2 m_4 \eta_1^2 \eta_C + m_1 m_2 m_3 \eta_1^2 \eta_B}$, $\eta_B = \eta_1^2 \eta_2$.

Подставляя (5) и (6) в уравнение (1) и проводя алгебраические преобразования, получим ПККХ механизма ремизного движения СТБ в следующем виде:

$$K = j \frac{\omega^2 A (M_{III} B - M_I M_{II} k_0 \eta_4) - BC}{\omega M_{III} (A \omega^2 M_I M_{II} k_0 \eta_4 + BC)}. \quad (7)$$

Имея уравнение (7), с учетом основного уравнения механической цепи при известном амплитудном значении скорости V_0 кинематического возбуждения, можно определить амплитудное значение силы Q_0 , возникающей в механической системе МРД в рассматриваемый момент работы:

$$Q_0 = \frac{V_0}{K}; \quad Q_0 = -j V_0 \frac{\omega M_{III} (A \omega^2 M_I M_{II} k_0 \eta_4 + BC)}{\omega^2 A (M_{III} B - M_I M_{II} k_0 \eta_4) - BC}. \quad (8)$$

ВЫВОДЫ

1. Динамическая оценка шарнирно-стержневых механизмов ткацких станков может быть выполнена аналитически на малых перемещениях с использованием теории механических цепей в алгебраической форме.

2. Построена механическая цепь механизма ремизного движения ткацкого станка СТБ для проведения динамического анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев Е.В., Григорьев А.В. Математические модели для анализа шарнирно-стержневых

механизмов ткацких станков. Справочник: Инженерный журнал. – М.: Машиностроение, 2000, №10 (43). С.62...64.

2. Вульфсон В.И. и др. Механика машин / Под ред. Г.А.Смирнова. – М.: Высшая школа, 1996.

3. Дружинский И.А. Механические цепи. – Л.: Машиностроение, 1977.

4. Ленк А. Электромеханические системы. Системы с сосредоточенными параметрами / Пер. с нем. – М.: Мир, 1978.

5. Дидковский А.В., Малафеев Р.М., Терентьев В.И., Туваева А.А. Основы проектирования машин ткацкого производства / Под общ. ред. Дидковского А.В. – М.: Машиностроение, 1983.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 01.10.02.

УДК 677.05:658

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА ВЗАИМОСВЯЗИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН

О.М. ВОЛЧКОВ, П.Г. КОВАЛЬСКИЙ, Г.М. ТРАВИН

(Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова, Ногинский завод РТИ)

Понимание и разделение функций исполнительных механизмов, рабочих органов и технологической оснастки достаточно затруднительно и требует более детального рассмотрения [1].

ГОСТ 3.1109–82 "Термины и определения основных понятий". ЕСТД определяет технологическую оснастку как средства технологического оснащения или дополняющее технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса и подразделяет ее на приспособления и инструмент.

В текстильной отрасли такое разделение некорректно. Это обусловлено, во-первых, затруднением четкого выделения у многих видов технологической оснастки функций инструмента или приспособления. Во-вторых, текстильная технологическая оснастка может выполнять функции, не предусмотренные ГОСТом, например передачу движения или торможение другой технологической оснастки.

Кроме того, текстильная технологическая оснастка обладает целым рядом осо-

бенностей, существенно отличающих ее от оснастки других отраслей: комплекс тяжелых условий работы, воздействие продукта, массовость, двойственность влияния на качество продукта и производительность, широкий спектр производителей, многономенклатурность, узкая функциональная специализация, своеобразие конструктивной сложности, различная восстанавливаемость работоспособности, возможность трансформации в исполнительные механизмы, значительно меньшая стоимость по отношению к технологическому оборудованию [2].

Таким образом, на основе функций оснастки по изменению состояния предмета труда (преобразование и формирование); по изменению его положения (установка и направление продукта), а также по воздействию на другую технологическую оснастку объединим все ее виды в 4 следующие группы: формирующая, преобразующая, для установки и направления продукта, сопутствующая.

Исходя из изложенного уточним понятие технологической оснастки как средств технологического оснащения, предназначенных для преобразования, формирования, установки и направления продукта, а также для воздействия на другие виды технологической оснастки в ходе технологического процесса.

Проанализировав определения, заметим функциональное сходство технологической оснастки и рабочих органов и наличие между ними взаимосвязи. Однако вместе с тем существует ряд характерных отличий технологической оснастки от рабочих органов.

Так, из определения следует, что функциональным назначением рабочих органов является выполнение основных элементов технологических операций, связанных с изменением свойств, размеров или формы предмета труда, а технологическая оснастка может быть предназначена для выполнения как основных, так и вспомогательных элементов технологических операций.

Эти элементы технологических операций обозначаются ГОСТом 3.1109–82 как технологические переходы, под которыми понимается законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке. При этом выделяется понятие вспомогательного перехода, как элемента технологической операции, который не сопровождается изменением свойств предметов труда.

В текстильной же отрасли технологический переход трактуют как интегральную технологическую операцию, то есть часть технологического процесса или "частный технологический процесс". Будем

оперировать понятием ГОСТа, рассматривая технологические переходы как элементы технологических операций.

Тогда очевидно, что реализация технологических переходов осуществляется исключительно посредством рабочих органов и технологической оснастки. Заметим, что некоторые технологические переходы могут повторяться в нескольких или даже в одной и той же технологической операции и, не изменяясь по сути, осуществляться различной по конструкции технологической оснасткой.

Вспомогательные переходы, как правило, связаны с установкой и направлением продукта или другой оснастки (кассейные доски, шпуделдержатели, в некоторых случаях – нитенаправители и др.)

Следует заметить, что рабочий орган также может участвовать в осуществлении вспомогательных переходов технологических операций, хотя это участие не является его главной функцией и зачастую реализуется посредством технологической оснастки. Так, челнок в комплекте рассматривается как рабочий орган ткацкого станка, а вспомогательную функцию установки челночной арматуры выполняет корпус челнока, который тоже является технологической оснасткой.

Исходя из характера взаимосвязи с предметом труда можно установить связь между технологической оснасткой и рабочими органами. Технологическая оснастка, участвующая в формировании или преобразовании продукта, может быть тождественна рабочему органу, входить в него конструктивно, либо быть функционально связанной с ним. Эта связь отражена на рис.1.

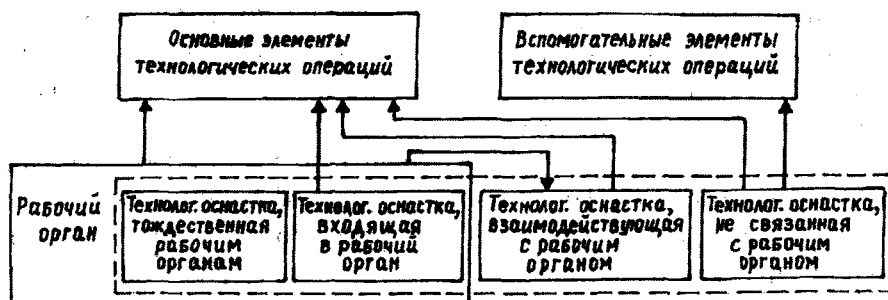


Рис. 1

Очевидно, что тождественность оснастки рабочим органам отражает самостоятельность воздействия на продукт и равноценную значимость при реализации технологических переходов с рабочими органами.

Конструктивная связь свидетельствует о том, что технологическая оснастка является изменяющейся частью рабочего органа. При этом конструктивные параметры технологической оснастки, как правило, обусловлены свойствами предмета труда. Например, для выработки более высоких номеров пряжи нажимные валики (как рабочий орган) оснащаются более жесткими эластичными покрытиями, а параметры самого нажимного валика остаются прежними.

Таким образом, именно технологическая оснастка определяет возможность переработки продукта с заданными свойствами на оборудовании, то есть настраивает оборудование по продукту.

Как указывалось ранее, рабочий орган может представлять собой комплекс, состоящий из различных видов технологической оснастки. Функциональная связь технологической оснастки с рабочими органами проявляется в случаях, когда рабочий орган воздействует на перерабатываемый продукт через технологическую оснастку.

Например, клуппная цепь сушильно-ширильных машин, являясь рабочим органом, может выполнять функцию ши-

рения ткани только при наличии клуппов, которые удерживают кромку ткани. Заметим, что функциональная связь технологической оснастки и рабочих органов может проявляться при отсутствии конструктивной связи. Например, в отделочных текстильных производствах при крашении ткани рабочим органом является красящая среда, которая воздействует на продукт посредством технологической оснастки (трафаретов, раблей).

Следовательно, необходимо отметить, что технологическая оснастка наряду с рабочими органами являются особо значимыми, во многих случаях функционально и конструктивно взаимосвязанными элементами оборудования, определяющими не только надежность протекания технологического процесса, но и возможность его осуществления относительно продуктов с различными физико-механическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы проектирования текстильных машин // Под ред. А.И. Макарова. – М.: Машиностроение, 1976. С.5.
2. Худых М.И. Эксплуатационная надежность и долговечность оборудования текстильных предприятий. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой предпринимательства и малого бизнеса. Поступила 26.06.02.

УДК 677.051.16/052:658.527

ВЫБОР КОЛИЧЕСТВА И ТИПА ОЧИЩАЮЩИХ МАШИН В ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ

Н.Л. УШАКОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Количество очищающих машин в структуре поточной линии прядения хлопка обосновывается требуемой степенью очистки волокна, осуществляемой на разрыхлительно-очистительном оборудовании.

Для расчета ожидаемого эффекта очистки (R , %) машинами поточной линии

Ф.Лейфельд (Trutzschler) предложил принять формулу

$$R = 10MCTP, \quad (1)$$

где M – фактор, зависящий от конструкции очистительной машины; C – сырьевой фактор, зависящий от совокупности

свойств перерабатываемого хлопкового волокна; T – засоренность волокна на входе в очистительную машину, %; P – фактор производительности агрегата.

Уравнение (1) устанавливает зависимость между двумя показателями – эффектом очистки и содержанием сорных и жестких примесей.

Согласно [1] безразмерный коэффициент M связан зависимостью

$$M' = 10M, \quad (2)$$

где M' – показатель очистительной способности машины, отражающий, на какой процент изменится эффект очистки хлопка от сорных примесей при изменении засоренности хлопка на входе в машину на 1%.

Отметим, что ожидаемый эффект очистки R при сравнении различных типов очистительных машин необходимо рассчитывать при одинаковых значениях факторов C , T , P . Тогда можно принять $C=1$, $T=1$, $P=1$ и (1) запишется в виде

$$R = M'. \quad (3)$$

Эффективность очистки клочка волокна очистительной машиной помимо конструктивных особенностей машины (количества рабочих органов, их видов, аэродинамических условий и т.д.) зависит также и от массы клочка, поступающего на вход и выход машины. Этот важный фактор не учитывается в зависимостях (1...3).

Принимая во внимание, что объем $V_{кл}$ клочка связан с его массой $M_{кл}$ соотношением

$$V_{кл} = M_{кл} / \rho_{кл}, \quad (4)$$

где $\rho_{кл}$ – плотность клочка, и полагая

$$d_{сор_i} \geq \sqrt[3]{6V_{кл} / \pi} \quad \text{или} \quad d_{сор_i} \geq \sqrt[3]{6M_{кл} / \pi\rho_{кл}}. \quad (8)$$

Из (8) следует, что с уменьшением $M_{кл}$ увеличивается возможность выделения более мелких частиц сора; с уменьшением $\rho_{кл}$ при неизменной массе послед-

$$V_{кл} \leq V_{сор_i}, \quad (5)$$

где $V_{сор_i}$ – объем i -й соринки, при выполнении соотношения (5) имеем процесс выделения из всей массы перерабатываемых клочков всех соринки с объемом $V_{сор_i}$ и более.

Из (4) и (5) также следует, что с уменьшением $M_{кл}$ увеличивается количество выделяемого сора, поэтому массу клочка необходимо учитывать на входе и выходе очистительной машины. При разрыхлении и очистке $\rho_{кл}$, как правило, уменьшается и при большой массе клочка из (4) следует, что объем его возрастает, а процесс выделения сора уменьшается.

Определим с учетом масс входного и выходного клочков ожидаемый эффект очистки R^* машины:

$$R^* = M' \frac{M_{вх}}{M_{вых}} \frac{M_{вх}^{баз}}{M_{вх}} = M' \frac{M_{вх}^{баз}}{M_{вых}}, \quad (6)$$

где $M_{вх}$, $M_{вых}$ – масса клочка соответственно на входе и выходе очистительной машины, сравниваемой с базовой машиной; $M_{вх}^{баз}$ – масса клочка на входе очистительной машины, принятой за базовую при сравнении различных конструкций.

При этом должно выполняться соотношение

$$M_{вх}^{баз} \leq M_{вх}. \quad (7)$$

Считаем, что i -я соринка имеет форму шара с характерным диаметром $d_{сор_i}$, который с учетом (5) и (4) определяется как:

него выделение мелкого сора уменьшается.

Допускаем, что из клочка, поступающего на вход очистительной машины и

имеющего массу $M_{\text{вх}}$, уже выделено большинство сорных примесей с характерным диаметром $d_{\text{сор вх}}$ и

$$d_{\text{сор вх}} \geq \sqrt[3]{6M_{\text{вх}} / \pi \rho_{\text{вх}}}, \quad (9)$$

где $\rho_{\text{вх}}$ – плотность клочка на входе в очистительную машину.

Тогда величина $R_{\text{отн } i}$ -й машины линии, которую мы назовем "относительным ожидаемым эффектом очистки", при выполнении условия $M_{\text{вых}_1} > M_{\text{вых}_2} > \dots > M_{\text{вых}_i}$ между массами клочков на выходе 1-й, ..., i -й машины, будет равна

$$R_{\text{отн } i} = R_1 + R_2 + \dots + R_i = \sum_{i=1}^n R_i, \quad (10)$$

где R_1, R_2, \dots, R_i – ожидаемые эффекты очистки 1-й, ..., i -й соответственно машинной поточной линии.

Формула (9) для момента отбора клочка с массой $M_{\text{кр}}$ из кипы кипоразборщиком имеет вид

$$d_{\text{сор вх}} \geq \sqrt[3]{M_{\text{кр}} / \pi \rho_{\text{кп}}}, \quad (11)$$

где $\rho_{\text{кп}}$ – плотность кипы.

При $\rho_{\text{кп}} = 500 \text{ кг/м}^3$ [2] соотношение (11) преобразуется:

$$d_{\text{сор вх}} \geq 15,63 \sqrt[3]{M_{\text{кр}}}, \quad (12)$$

где $d_{\text{сор вх}}$ определяется в миллиметрах, а $M_{\text{кр}}$ задается в граммах.

Из (12) следует, что уже при отборе кипоразборщиком клочка можно создать условия для выделения сора из последнего. С этой целью необходимо уменьшать массу отбираемого клочка.

Примем засоренность хлопка в кипе, равной λ_0 . При этом

$$\lambda_0 = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_i + \dots + \lambda_k, \quad (13)$$

$$d_{\text{сор}_1} > d_{\text{сор}_2} > \dots > d_{\text{сор}_i} > \dots > d_{\text{сор}_k},$$

где $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ – засоренность хлопка в кипе частицами, имеющими характерный размер $d_{\text{сор}_1}, d_{\text{сор}_2}, \dots, d_{\text{сор}_k}$ соответственно.

Выполним условие (5). Тогда масса волокна, отобранного из всей кипы $M_{\text{кп}}^{\text{кп}}$ и поступающего на вход очистительной машины, равна (считаем, что сор с размерами $d_{\text{сор}_1}, \dots, d_{\text{сор}_i}$ отделен от транспортируемого волокна при перемещении последнего по пневмосистеме к очистительным машинам):

$$M_{\text{кп}}^{\text{кп}} = M_{\text{кп}} \left(1 - \sum_{i=1}^k \lambda_i \right), \quad (14)$$

где $M_{\text{кп}}$ – масса кипы.

В массе $M_{\text{кп}}^{\text{кп}}$ будет содержаться сора

$$M_{\text{сор}} = M_{\text{кп}} \left(\lambda_0 - \sum_{i=1}^k \lambda_i \right). \quad (15)$$

Допускаем, что весь сор равномерно распределен по объему кипы. Тогда масса сора $M_{\text{сор}}^{\text{кп}}$, оставшаяся в клочке, с учетом (14) и (15) определится так:

$$M_{\text{сор}}^{\text{кп}} = M_{\text{кп}} \left(\lambda_0 - \sum_{i=1}^k \lambda_i \right) / \left(1 - \sum_{i=1}^k \lambda_i \right). \quad (16)$$

Из (16) следует, что с уменьшением $M_{\text{кп}}$ и $V_{\text{кп}}$ (увеличением количества частиц с размерами $d_{\text{сор}_1}, \dots, d_{\text{сор}_i}$) масса оставшегося сора в клочке также уменьшается.

Учитывая, что

$$M_{\text{сор}}^{\text{кп}} = k_{\text{д}} \lambda_0 M_{\text{кп}}, \quad (17)$$

где $k_{\text{д}}$ – коэффициент, определяющий долю оставшегося сора в клочке, из (16) находим

$$\sum_{i=1}^k \lambda_i = \lambda_0 (1 - k_{\text{д}}) / (1 - k_{\text{д}} \lambda_0). \quad (18)$$

Задавшись значением k_d из (13), с учетом (18) определим характерный размер частицы $d_{\text{сор}_i}$. Полагая $d_{\text{сор}_{\text{вх}}} = d_{\text{сор}_i}$, из (12) вычислим массу

$M_{\text{кр}}$ клочка, которую должен отобрать кипоразборщик, чтобы были выделены частицы сора с размерами $d_{\text{сор}_1} \dots d_{\text{сор}_i}$.

Таблица 1

| Тип машины | M' | $M_{\text{вх}}, \text{г}$ | $d_{\text{сор}_{\text{вх}}}, \text{мм по (12)}$ | $M_{\text{вых}}, \text{г}$ | $R, \%$ | $R^*, \%$ | $R_{\text{отн}_i}, \%$ |
|------------|------|---------------------------|---|----------------------------|---------|-----------|------------------------|
| AFC (баз.) | 6,7 | 0,025 | 4,6 | 0,013 | 20 | 12,89 | 65 |
| ОН-6-1 | 5,0 | 0,470 | 12,2 | 0,170 | 15 | 0,74 | 15 |
| ОНК-6 | 10,0 | 0,490 | 12,3 | 0,037 | 30 | 6,76 | 45 |

В табл. 1 приведен расчет параметров $d_{\text{сор}_{\text{вх}}}$, R^* , $R_{\text{отн}_i}$ для некоторых типов очистительных машин поточной линии. Значения M' , $M_{\text{вх}}$, $M_{\text{вых}}$, R приняты по данным из [1]; величина $M_{\text{вых}}$ для машины AFC взята с учетом одного взаимодействия клочка с рабочими органами данной машины ($M_{\text{вх}} = M_{\text{кр}}$ для Vlenomat BDT 019); засоренность хлопка на входе в очистительные машины принята равной 3%.

Учитывая, что размер соринки находится в диапазоне от 5 до 0,05 мм [1], выделение сора при отборе клочка кипоразборщиком возможно только при массе клочка, поступающего на вход очистительной машины, равной 0,025 г (табл. 1). Поэтому в машину типа AFC клочок поступает частично очищенным (как правило, в пневмопроводах зарубежные фирмы встраивают очистительные устройства) и значение R для машины AFC ниже, чем для машины ОНК-6.

Учитывая, что на современных разрыхлительно-трепальных агрегатах эффективность очистки хлопкового волокна достигает 65% [3] и, приняв во внимание данные табл. 1, считаем, что в поточной линии достаточно установить две машины типа AFC (без учета производительности линии), чтобы получить $M_{\text{кл}} \approx 4 \text{ мг}$ [4] и очистить его от сора не менее чем на 65%; при этом масса отбираемого кипоразборщиком клочка при $\rho_{\text{м}} = 500 \text{ кг/м}^3$ не должна превышать 0,025 г. При наличии в линии двух машин AFC возможна очистка перерабатываемой волокнистой массы

до 85% (это зависит от соотношений между засоренностями кипы частицами с определенным характерным размером).

В поточную линию взамен одной из машин AFC можно рекомендовать включить эффективный очиститель модели UNClean B1 [5].

Очевидно, что для более высокой степени очистки клочка необходимо уменьшить его массу, что может быть достигнуто посредством еще большего уменьшения массы отбираемого кипоразборщиком клочка, либо включением в поточную линию машин типа BE, SRS-6, RSK (первый вариант является более предпочтительным, так как позволяет сократить технологическую цепочку поточной линии). При этом потребуется изменить способ подачи хлопкового волокна на чесальные машины с целью ликвидации неравномерности заполнения резервных камер и рассортировке клочков по массе и составу. Для этой цели можно рекомендовать изменение системы волоконпровода, питающего бункерные питатели чесальных машин [6].

ВЫВОДЫ

1. С учетом масс входного и выходного клочков выявлен очистительный эффект машины AFC. Введено понятие "относительного ожидаемого эффекта очистки", который вычислен для различных машин.

2. Определено, что в поточную линию достаточно включить две машины AFC, чтобы очистить клочок от сора не менее, чем на 65%. Даны рекомендации по изменению питания чесальных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плеханов А.Ф. Безотходная технология в пневмопрядении. – М.: Легпромбытиздат, 1994.
2. Балясов П.Д. Сжатие текстильных волокон в массе и технология текстильного производства. – М.: Легкая индустрия, 1975.
3. Арцут П., Эгберс Г. Технология пневмомеханического прядения : Пер. с нем.. – М.: Легпромбытиздат, 1986.

4. Ушакова Н.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 1. С. 73...77.
5. Reinigungs- und Entstaubungsmaschine UNIClean B1. Проспект фирмы "Rieter".
6. Бонокин В.В., Смирнова И.В., Цыганов Е.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, № 6. С.102...105.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 06.10.00.

УДК 677

МЕТОД РАСЧЕТА УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНЫ С ТРЕЩИНОЙ

В. С. ЯРЫГИН

(Шуйский государственный педагогический университет)

При проектировании машин для текстильной промышленности следует учитывать возможность развития трещин и разрушение деталей в процессе длительной эксплуатации. Разрушение тонкостенных элементов текстильного оборудования может быть рассмотрено в рамках теории расчета упругопластической пластины с трещиной.

Упругопластическая пластина единичной толщины с трещиной находится под растягивающей равномерно распределенной нагрузкой, приложенной перпендикулярно к трещине. Рассмотрим местное поле перемещений в локальной полярной системе координат r, φ (рис. 1).

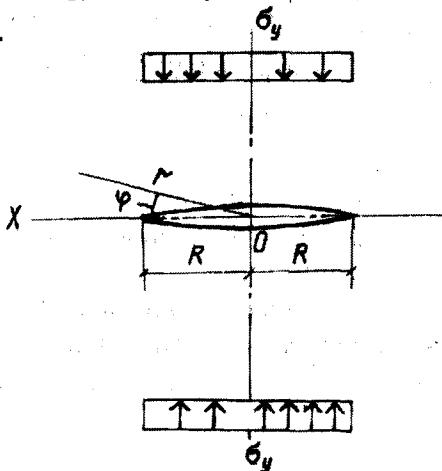


Рис. 1

Трещина с центром в начале координат и длиной $2R$ свободна по контуру от воздействий внешних усилий. Определим значение внешней нагрузки, при которой возможен рост трещины. Решение осуществляется в перемещениях.

Приращения перемещений, связанные с местным полем возмущения в области трещины, будем искать в виде линейных комбинаций частных решений в полярной системе координат [1]:

$$du_n = C_n r^{-n} (a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi), \quad (1)$$

где n – целое число.

Учитывая граничные условия и осевую симметрию задачи, примем для области $r \geq R$ приращения в виде

$$du_n = C_n r^{-n} (a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi), \quad (2)$$

$$du_{\varphi n} = 0.$$

Здесь C_n, b_n, a_n – произвольные постоянные интегрирования.

Приращения деформаций $d\varepsilon_m, d\varepsilon_{\varphi n}, d\gamma_{r\varphi n}$, связанные с местным возмущением в

области $r > R$, примыкающей к трещине, запишем в виде

$$\begin{aligned} d\varepsilon_m &= -\frac{nC_n}{r^{n+1}}(a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi), \\ d\varepsilon_{\varphi n} &= \frac{C_n}{r^{n+1}}(a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi), \\ d\gamma_{r\varphi n} &= -\frac{nC_n}{r^{n+1}}(a_n \sin n\varphi - b_n \cos n\varphi). \end{aligned} \quad (3)$$

Поперечную деформацию пластинки найдем из условия упругого изменения объема:

$$d\varepsilon_{zn} = -\frac{\nu(1-n)C_n}{(1-\nu)r^{n+1}}(a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi). \quad (4)$$

При этом среднее приращение деформации запишется в виде

$$d\theta_n = \frac{(1-2\nu)(1-n)C_n}{3(1-\nu)r^{n+1}}(a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi), \quad (5)$$

а компоненты девиатора приращений деформации в виде

$$\begin{aligned} de_m &= -\frac{(1-2\nu+2n-\nu n)C_n}{3(1-\nu)r^{n+1}}(a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi), \\ de_{\varphi n} &= \frac{(2-\nu+n-2\nu n)C_n}{3(1-\nu)r^{n+1}}(a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi), \\ de_{zn} &= -\frac{(1+\nu)(1-n)C_n}{(1-\nu)r^{n+1}}(a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi). \end{aligned} \quad (6)$$

Компоненты девиатора приращений деформации связаны с напряжениями σ_r , σ_φ посредством соотношений Л. Прандтля [2]:

$$\begin{aligned} de_r &= \frac{ds_r}{2G} + \lambda s_r, \\ de_\varphi &= \frac{ds_\varphi}{2G} + \lambda s_\varphi, \\ de_{r\varphi} &= \frac{ds_{r\varphi}}{2G} + \lambda s_{r\varphi}, \end{aligned} \quad (7)$$

где $s_r = \sigma_r - \sigma_0$, $s_\varphi = \sigma_\varphi - \sigma_0$; σ_0 — среднее напряжение; ν — коэффициент поперечной деформации; G — модуль сдвига; $\lambda = \frac{3d\varepsilon_{ip}}{2\sigma_i}$, а $d\varepsilon_{ip}$ и σ_i —

интенсивность приращений пластической деформации и интенсивность напряжений соответственно.

Исходя из выше приведенных соотношений получим напряжения в точках местного поля в любой момент деформации $k = m$:

$$\sigma_{rk} = -\frac{\sqrt{2}(1-2\nu+2n-\nu n)}{3(1-\nu)\sqrt{\Psi}} \sigma_i + \frac{E}{3(1-\nu)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n \frac{(1-n)C_n}{r^{n+1}} (a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi),$$

$$\sigma_{\varphi k} = \frac{\sqrt{2}(2-\nu+2n-\nu n)}{3(1-\nu)\sqrt{\Psi}} \sigma_i + \frac{E}{3(1-\nu)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n \frac{(1-n)C_n}{r^{n+1}} (a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi), \quad (8)$$

$$\tau_{r\varphi} = \frac{-n\sigma_i}{\sqrt{2\Psi}}.$$

Здесь постоянная

$$\Psi = (1+n)^2 + \left(\frac{1-n\nu}{1-\nu}\right)^2 + \frac{3}{2}n^2. \quad (9)$$

Условие упрочнения Хубера-Мизеса запишется в виде [2]:

$$\sigma_i = \Phi(\int d\varepsilon_{ip}), \quad (10)$$

где Φ – функция, описывающая истинную диаграмму растяжения. Произвольные постоянные интегрирования C_n, a_n, b_n найдем, используя вариационный метод Ритца.

Частные решения получим специальным выбором постоянных $a_n = 1, b_n = 1$.

Потенциальную энергию приращений в области компенсации дефекта при $r \geq R$ запишем так:

$$dW = \int (d\sigma_r d\varepsilon_r + d\sigma_\varphi d\varepsilon_\varphi + d\tau_{r\varphi} d\gamma_{r\varphi}) dF. \quad (11)$$

Перемещение контура трещины (при $\varphi = 0$ и $r \leq R$, удовлетворяющих граничным условиям задачи и уравнениям равновесия) будем разыскивать в виде суммы членов ряда:

$$du_{\varphi n} = C'_n \left[(2R-r)^n - R^n \right]. \quad (12)$$

$$d\varepsilon_{ip} = \frac{\sqrt{2}}{3} \left[(d\varepsilon_\varphi - d\varepsilon_r)^2 + (d\varepsilon_r - d\varepsilon_z)^2 + (d\varepsilon_z - d\varepsilon_\varphi)^2 + \frac{3}{2} d\gamma_{r\varphi}^2 \right]^{1/2} \quad (17)$$

определим, имея в виду то обстоятельство, что приращения деформаций $d\varepsilon_\varphi, d\varepsilon_r, d\varepsilon_z,$

Из условия совместности деформации определим, что

$$C'_n = \frac{C_n}{R^{2n}}. \quad (13)$$

Приращение потенциальной энергии дефекта при изменении внешнего поля напряжения на величину $d\sigma_y$ в области трещины запишем следующим образом:

$$dW'' = 4d\sigma_y C_n \int_0^R [(2R-r)^n - R^n]. \quad (14)$$

Применение метода Ритца даст систему уравнений

$$\frac{\partial(dW'' + dW''')}{\partial C_n} = 0 \quad (15)$$

для определения произвольных параметров C_n .

Первые два члена ряда, составляющие комбинацию частных решений, имеют следующие значения параметра C_n :

$$C_1 = 0,8833 \frac{d\sigma_y R^2}{E}, C_2 = 1,2686 \frac{d\sigma_y R^3}{E}. \quad (16)$$

Интенсивность приращения пластической деформации

$d\gamma_{r\varphi}$ складываются из деформаций основного и местного полей:

$$\begin{aligned} d\epsilon_r &= d\epsilon_r' + d\epsilon_r'', \\ d\epsilon_\varphi &= d\epsilon_\varphi' + d\epsilon_\varphi'', \\ d\epsilon_z &= d\epsilon_z' + d\epsilon_z'', \\ d\gamma_{r\varphi} &= d\gamma_{r\varphi}' + d\gamma_{r\varphi}'' \end{aligned} \quad (18)$$

$$\sigma_y \geq 0,26048 \sigma_B. \quad (20)$$

В итоге интенсивность приращений деформации в зоне дефекта при $r = R$, $\varphi = 0$ для двух членов ряда ($n = 1, 2$) запишем в виде

$$d\epsilon_i = 3,838 \frac{\sigma_y}{E} \quad (19)$$

ВЫВОДЫ

Анализ результатов проведенного решения показывает, что разрушение возможно, если напряжение основного поля будет определяться неравенством

ЛИТЕРАТУРА

1. Ярыгин В.С. Исследование осесимметричной оболочки с трещиной при динамическом нагружении // Сб. научн. тр.: Надежность и прочность машиностроительных конструкций – Куйбышев, КПТИ, 1988. С.67...70.

2. Хилл Р. Математическая теория пластичности. – М.: ГИТЛ, 1956.

Рекомендована кафедрой общетехнических дисциплин. Поступила 18.04.02.

УДК 677.051.17/88

СТРУКТУРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ВАЛИЧНОЙ ЗОНЫ ЧЕСАНИЯ НА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЕ ЧМД-4

С.М. АБРАМОВ, Н.Ф. ВАСЕНЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Для переработки хлопка низких сортов применяется комбинированная валично-шляпочная чесальная машина АЧМ-14У.

Предложено три варианта комбинированных валично-шляпочных зон чесания на базе наиболее распространенной малогабаритной чесальной машины ЧМД-4. Валичная зона чесания устанавливается на первом по ходу движения волокна главном барабане.

Для определения наиболее оптимального варианта валичной зоны чесания используем аппарат цепей Маркова. Рассмотрим движение отдельного прядомого волокна внутри валичного узла, относительно которого сделаем следующие допущения: это движение стационарно; движение прядомого волокна в зоне валичного узла можно изобразить в виде ориентированного графа.

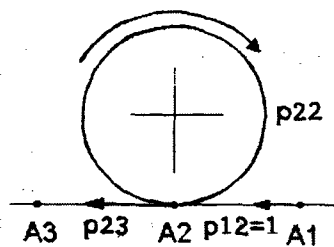


Рис. 1

Рассмотрим три случая:

1). Одинарные валики с сороотбойными ножами; $n=1$ (рис. 1 – фрагмент чесальной машины с одним рабочим валиком; здесь $p23 + p22 = 1$).

Волокно в зоне валичного узла может находиться в трех состояниях: А1, А2, А3, а переходы между ними происходят с вероятностями $p12$, $p22$, $p23$. При этом А1, А2 – транзитные состояния, А3 – поглощающее состояние. Будем описывать по-

ведение волокна средствами МАТЛАБ 5.2.

"syms('p22','p23').

Матрица переходных вероятностей за один шаг:

$$p = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & p_{22} & p_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

" det(p) = 0.

Матрица переходных вероятностей за два шага:

$$p^2 = \begin{bmatrix} 0 & p_{22} & p_{23} \\ 0 & p_{22}^2 & p_{22}p_{23} + p_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Матрица переходных вероятностей за три шага:

$$p^3 = \begin{bmatrix} 0 & p_{22}^2 & p_{22}p_{23} + p_{23} \\ 0 & p_{22}^3 & p_{22}(p_{22}p_{23} + p_{23}) + p_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Подматрица Q вероятностей переходов из одних невозвратных состояний в другие имеет вид

$$Q = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & p_{22} \end{bmatrix}$$

Единичная матрица

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Фундаментальная матрица, то есть матрица математических ожиданий числа попаданий волокна в невозвратное состояние, есть матрица

$$N = \text{inv}(I-Q) = \begin{bmatrix} 1 & -1/(-1+p_{22}) \\ 0 & -1/(-1+p_{22}) \end{bmatrix}$$

Матрица математических ожиданий числа шагов, за которое волокно придет в поглощающее состояние, имеет вид

$$Z = N \cdot \text{ones}(2,1) = \begin{bmatrix} 1-1/(-1+p_{22}) \\ -1/(-1+p_{22}) \end{bmatrix}$$

Откуда средняя кратность пребывания волокна на валике равна

$$k_1 = Z(1) = 1-1/(-1+p_{22}),$$

a) если $p_{22} = 0,1$, то $k_1 = 1-1/(-0,9) = 1 + 1,1111 = 2,1111$;

b) если $p_{22} = 0,9$, то $k_1 = 1-1/(-0,1) = 1 + 10 = 11$;

c) если $p_{22} = 0,5$, то $k_1 = 3$.

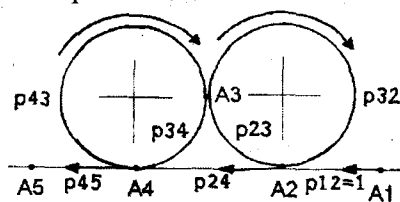


Рис. 2

2). Двойные валики (рабочий и чистительный); $n=2$ (рис.2 – фрагмент чесальной машины с парой валиков: рабочим и чистящим; здесь $p_{23} + p_{24} = 1$, $p_{32} + p_{34} = 1$, $p_{43} + p_{45} = 1$).

A1, A2, A3, A4 – транзитные (невозвратные) состояния, A5 – поглощающее (возвратное) состояние.

"syms('p23','p24','p32','p34','p43','p45').

Матрица переходных вероятностей за один шаг равна

$$p = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{23} & p_{24} & 0 \\ 0 & p_{32} & 0 & p_{34} & 0 \\ 0 & 0 & p_{43} & 0 & p_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Методика расчета аналогична первому варианту.

Все возможные состояния волокна на валичном узле описаны в табл.1 (функция $k_2(p_{23}, p_{34}, p_{45})$).

Таблица 1

| p23 | p34 | p45 | k2 |
|-----|-----|-----|---------|
| 0,1 | 0,1 | 0,1 | 19,0110 |
| 0,1 | 0,1 | 0,5 | 3,0989 |
| 0,1 | 0,1 | 0,9 | 1,3309 |
| 0,1 | 0,5 | 0,1 | 14,8421 |
| 0,1 | 0,5 | 0,5 | 2,6316 |
| 0,1 | 0,5 | 0,9 | 1,2749 |
| 0,1 | 0,9 | 0,1 | 11,0101 |
| 0,1 | 0,9 | 0,5 | 2,2020 |
| 0,1 | 0,9 | 0,9 | 1,2233 |
| 0,5 | 0,1 | 0,1 | 25,6364 |
| 0,5 | 0,1 | 0,5 | 4,5455 |
| 0,5 | 0,1 | 0,9 | 2,2020 |
| 0,5 | 0,5 | 0,1 | 16,6667 |
| 0,5 | 0,5 | 0,5 | 3,3333 |
| 0,5 | 0,5 | 0,9 | 1,8519 |
| 0,5 | 0,9 | 0,1 | 11,4737 |
| 0,5 | 0,9 | 0,5 | 2,6316 |
| 0,5 | 0,9 | 0,9 | 1,6491 |
| 0,9 | 0,1 | 0,1 | 57,3684 |
| 0,9 | 0,1 | 0,5 | 11,4737 |
| 0,9 | 0,1 | 0,9 | 6,3743 |
| 0,9 | 0,5 | 0,1 | 19,8182 |
| 0,9 | 0,5 | 0,5 | 4,5455 |
| 0,9 | 0,5 | 0,9 | 2,8485 |
| 0,9 | 0,9 | 0,1 | 11,9780 |
| 0,9 | 0,9 | 0,5 | 3,0989 |
| 0,9 | 0,9 | 0,9 | 2,1123 |

Из табл. 1 видно, что если $p_{45} = 0,9$, то k_2 является величиной, равной чуть больше 1. И, наоборот, если $p_{45} = 0,1$, то k_2 становится величиной, большей 10. Это

значит, что параметр p_{45} существенно влияет на время пребывания ВМ на валичном узле ЧМ.

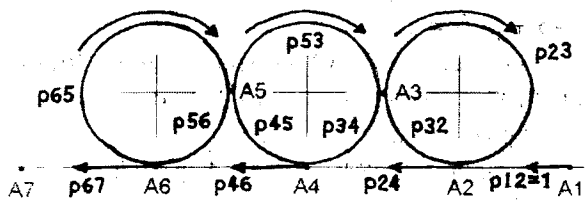


Рис. 3

3). Тройные валики (два рабочих и один чистительный); $n=3$ (рис.3 – фрагмент чесальной машины с двумя рабочими валиками и одним чистящим валиком между ними; здесь $p_{23}+p_{24}=1$, $p_{32} + p_{34} = 1$,

$$p_{45} + p_{46} = 1, p_{53} + p_{56} = 1, p_{65} + p_{67} = 1).$$

A1 – A6 транзитные состояния; A7 – поглощающее состояние.

Методика расчета аналогична первому и второму вариантам.

Величину k_3 можно выразить через 5 параметров: p_{23} , p_{34} , p_{45} , p_{56} , p_{67} .

Пусть все эти параметры принимают два значения: 0,1 или 0,9. Тогда число всех сочетаний пяти параметров, каждый из которых принимает два значения, равно $2^5 = 32$. Добавим случай $p_{23}=p_{34}=p_{45}=p_{56}=p_{67} = 0,5$.

Все вычисленные значения величины k_3 сведем в табл. 2 (значения величины $k_3(p_{23}, p_{34}, p_{45}, p_{56}, p_{67})$).

Таблица 2

| № | p_{23} | p_{34} | p_{45} | p_{56} | p_{67} | k_3 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 62,1 |
| 2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 5,55 |
| 3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 0,1 | 35,5 |
| 4 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 0,9 | 4,8 |
| 5 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 266,95 |
| 6 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 0,1 | 0,9 | 29,85 |
| 7 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 38,5 |
| 8 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 6,1 |
| 9 | 0,1 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 52,2 |
| 10 | 0,1 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 5,1 |
| 11 | 0,1 | 0,9 | 0,1 | 0,9 | 0,1 | 33,5 |
| 12 | 0,1 | 0,9 | 0,1 | 0,9 | 0,9 | 4,6 |
| 13 | 0,1 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 216,4 |
| 14 | 0,1 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 0,9 | 24,6 |
| 15 | 0,1 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 36,4 |
| 16 | 0,1 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 5,8 |
| 17 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 187,8 |
| 18 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 21,1 |
| 19 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 0,1 | 93,5 |
| 20 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 0,9 | 18,5 |
| 21 | 0,9 | 0,1 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 866 |
| 22 | 0,9 | 0,1 | 0,9 | 0,1 | 0,9 | 101 |
| 23 | 0,9 | 0,1 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 101,7 |
| 24 | 0,9 | 0,1 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 20,9 |
| 25 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 55 |
| 26 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 6,2 |
| 27 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 0,9 | 0,1 | 35,4 |
| 28 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 0,9 | 0,9 | 5,7 |
| 29 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 0,1 | 227 |
| 30 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 0,9 | 26,5 |
| 31 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,1 | 38,4 |
| 32 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 6,9 |
| 33 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 13,5 |

Очевидно, необходимым условием того, что $k_3 < 10$, является равенство $p_{67} = 0,9$.

Легко видеть, что не существует $k_3 < 4,6$.

Интересно, отметить следующее:

при $p_{23} = p_{34} = p_{45} = p_{56} = p_{67} = 0,5$
имеем $k_3 = 13,5$,

при $p_{23} = p_{34} = p_{45} = p_{56} = p_{67} = 0,9$
имеем $k_3 = 6,9$.

Сравнивая три рассмотренные случая, заключаем: наиболее приемлемым является второй случай, так как кратность пребывания волокна на валичном узле не слишком велика и не очень мала, а может быть равна 2...3, что вполне оправдано с точки зрения технологии прядения.

ВЫВОДЫ

Проведена структурная оптимизация чесальной машины и определен наиболее приемлемый вариант валичной зоны чесания (один рабочий и один чистительный валик).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашнин Н.М. Кардочесание волокнистых материалов. – М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1985.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 01.10.02.

УДК [536.423:677.027]:628.84

**ИСПАРЕНИЕ ЖИДКОСТИ С ОТКРЫТОЙ ПОВЕРХНОСТИ
ПРИ СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ***И.П. КОРНЮХИН, В.П. ЕРЕМЕЕВА**(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина)*

Многообразные теплотехнологические процессы отделочного производства текстильной промышленности связаны с выделениями тепла и влаги, происходящими при испарении жидкости со свободной поверхности открытых резервуаров, заполненных жидкостью (водой, растворами), со смоченных поверхностей (поверхностей материалов). Поэтому работа на любом отделочном предприятии (в цехе) связана с повышенной температурой и влажностью, что требует проведения тепловлажностной обработки воздуха с помощью системы кондиционирования. Чтобы установить необходимую для данного помещения нагрузку системы кондиционирования, необходимо знать величину тепло- и влаговыделений, которые могут быть оценены на основе расчетов соответствующих процессов тепло- и массообмена.

В связи с этим в настоящей работе поставлена задача разработки метода расчета тепло- и влаговыделений с открытой поверхности жидкости при свободной конвекции, для проведения которого потребуются знание температуры поверхности жидкости. Обычно эта температура не известна. Отсутствие информации о температуре поверхности испаряющейся жидкости заставляет принимать ее равной температуре самой жидкости, что приводит к значительным погрешностям из-за сильной зависимости давления насыщенного пара от температуры.

Известен подход А. В. Нестеренко [1], предложившего эмпирические формулы для расчета температуры поверхности ис-

паряющейся жидкости как функции теплотехнических параметров процесса. Однако влияние определяющего размера в указанных исследованиях не рассматривалось, что делает невозможным использование предложенных А.В. Нестеренко и Л.В. Петровым уравнений на сосуды с характерными размерами, отличающимися от того ($l=0,25\text{м}$), который использовался в экспериментах [1].

Теоретический подход к расчету температуры поверхности жидкости, основанный на законах сохранения и законах тепло- и массообмена, должен обладать необходимой степенью общности, что позволит использовать его для систем с различными определяющими размерами, для растворов различных веществ со свойствами, отличающимися от свойств чистой воды.

Теоретические предпосылки предлагаемого нами метода состоят в следующем. Процесс испарения, происходящий при непосредственном контакте воздуха с поверхностью жидкости, является комплексным. Он сочетает в себе явление переноса тепла и явление переноса массы вещества. Из закона сохранения энергии следует равенство плотностей потока теплоты по обе стороны межфазной поверхности.

Поток теплоты во влажном воздухе складывается из потока за счет конвективного теплообмена, за счет излучения, а также из потока теплоты, обусловленного фазовым переходом (испарением жидкости или конденсацией пара). Обусловленным неравновесностью высокоинтенсивных

процессов испарения–конденсации скачком параметров чистого пара в кнудсеновском слое у поверхности жидкости (например, [2]) для парогазовой смеси (влажного воздуха) пренебрегаем, основываясь на результатах из [3].

Закон сохранения энергии для межфазной поверхности представим в форме уравнения

$$q_{\text{ж}} = q_{\alpha} + q_{\beta} + q_{\text{л}}, \quad (1)$$

где q_{α} – плотность потока теплоты за счет конвективного теплообмена, Вт/м²; q_{β} – плотность потока теплоты, обусловленного фазовым переходом, Вт/м²; $q_{\text{л}}$ – плотность потока теплоты за счет излучения, Вт/м².

Исходными данными для расчета температуры поверхности испаряющейся жидкости являются температура t_{∞} и относительная влажность φ_{∞} окружающей среды, температура $t_{\text{ж}}$ жидкости, степень черноты жидкости ε и определяющий размер l .

Плотность потока теплоты за счет конвективного теплообмена выражается по закону теплоотдачи Ньютона:

$$q_{\alpha} = \alpha_{\text{в}} (t_{\text{п}} - t_{\infty}), \quad (2)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи от поверхности жидкости к воздуху, Вт/(м²·К); $t_{\text{п}}$ – температура поверхности испаряющейся жидкости, °С.

Величина коэффициента $\alpha_{\text{в}}$ теплоотдачи определяется при помощи уравнений подобия для горизонтальной пластины [4, 5] с учетом ориентации нагретой стороны поверхности и режимов течения в зависимости от значения критерия подобия для свободного гравитационного движения – числа Релея:

$$Ra = \frac{(\rho_{\text{пов}} - \rho_{\text{ж}}) g l^3}{\rho_{\text{ж}} \nu^2}, \quad (3)$$

где $\rho_{\text{пов}}$ и $\rho_{\text{ж}}$ – плотности влажного воздуха у поверхности жидкости и вдали

от нее соответственно, кг/м³; ν – кинематическая вязкость влажного воздуха, м²/с.

Плотность потока теплоты за счет излучения можно рассчитать как для системы тело – оболочка, когда размеры тела намного меньше размеров оболочки [6]:

$$q_{\text{л}} = \sigma_0 (T_{\text{п}}^4 - T_{\infty}^4) \varepsilon, \quad (4)$$

где σ_0 – постоянная Стефана-Больцмана; ε – степень черноты жидкости.

Полученные в [7] экспериментальные данные показывают, что внутри жидкости существует тепловой пограничный слой. Его наличие позволило использовать для расчета плотности теплового потока внутри жидкости законы конвективной теплоотдачи:

$$q_{\text{ж}} = \alpha_{\text{ж}} (t_{\text{ж}} - t_{\text{п}}), \quad (5)$$

где $\alpha_{\text{ж}}$ – коэффициент теплоотдачи, определяющий перенос теплоты от объема жидкости к ее поверхности, Вт/(м²·К).

Величина $\alpha_{\text{ж}}$ рассчитывается так же, как и коэффициент теплоотдачи от поверхности жидкости к воздуху, при помощи уравнений подобия для горизонтальной пластины при свободной конвекции [4]. При этом в определении числа Ra (3) величины плотностей влажного воздуха у поверхности жидкости и вдали от нее рассматриваются как значения плотностей воды при температуре поверхности жидкости и температуре объема жидкости соответственно.

Плотность массового потока на поверхности при фазовом переходе рассчитывается как произведение удельной теплоты r парообразования и плотности j массового потока:

$$q_{\beta} = rj, \quad (6)$$

где

$$j = m_1 \beta \frac{\chi_{\text{п}} - \chi_{\infty}}{1 - \chi_{\text{п}}}, \quad (7)$$

где m_1 — молярная масса жидкости, кг/моль; β — коэффициент массоотдачи; $\chi_{л1}$ и χ_{∞} — массовые доли пара на межфазной поверхности и за пределами пограничного слоя соответственно.

У поверхности воды пар во влажном воздухе является насыщенным, так что парциальное давление пара на межфазной поверхности можно найти как давление насыщенного пара при температуре поверхности:

$$P_{1\text{пов}} = P_s(t_n). \quad (8)$$

Если пар можно рассматривать как идеальный газ, что допустимо при условиях, близких к комнатным, то молярную долю паров на поверхности можно рассчитать как отношение

$$\chi_{л1} = \frac{P_{1\text{пов}}}{P_{\text{атм}}}, \quad (9)$$

где $P_{\text{атм}}$ — атмосферное давление воздуха, Па.

Молярная доля пара за пределами пограничного слоя определяется через относительную влажность φ воздуха из выражения

$$\chi_{\infty} = \frac{P_{1\infty}}{P_{\text{атм}}} = \frac{\varphi P_s(t_{\infty})}{P_{\text{атм}}}. \quad (10)$$

Коэффициент β массоотдачи рассматривается на основе тепломассообменной аналогии для случая бесконечно малой

$$\alpha_{ж}(t_{ж} - t_n) = \alpha_n(t_n - t_{\infty}) + m_1\beta \frac{\chi_n - \chi_{\infty}}{1 - \chi_n} + \sigma_0(T_n^4 - T_{\infty}^4)\varepsilon. \quad (14)$$

Помимо явной зависимости от температуры поверхности, содержащейся в уравнении (14), при решении этого нелинейного уравнения учитывались зависимость от температуры поверхности величины молярной доли пара $\chi_{л1}$ на межфазной поверхности через давление насыщенных паров, зависимость от температуры поверхности коэффициентов тепло- и массо-

скорости массообмена с введением соответствующих поправок в форме множителей.

Влияние на коэффициенты тепло- и массоотдачи конечной скорости массообмена учитывается с помощью поправок ε_{α} и ε_{β} [4]. Величину этих поправок определяют на основе так называемой пленочной теории с помощью соотношений:

$$\varepsilon_{\beta} = \frac{\ln(1 + \psi)}{\psi}, \quad \psi = \frac{\chi_{л1} - \chi_{л\infty}}{1 - \chi_{л1}}; \quad (11)$$

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{s}{e^s - 1}, \quad s = \frac{\tilde{\beta} c_{pl} m_1}{\tilde{\alpha}} \ln(1 + \psi), \quad (12)$$

где $\tilde{\alpha}$ и $\tilde{\beta}$ — коэффициенты тепло- и массоотдачи для бесконечно малой интенсивности массообмена.

Все физические параметры окружающей среды определяются в соответствии с тем, что влажный воздух является многокомпонентной смесью, состоящей из сухого воздуха и водяного пара. Переменность физических свойств в потоке влажного воздуха учитывается выбором физических параметров при граничной температуре окружающей среды [6]:

$$t_r = \frac{t_n + t_{\infty}}{2}. \quad (13)$$

Таким образом, совместное решение уравнений (1), (2) и (4...7) приводит к уравнению

отдачи через число Релея Ra , температурная зависимость теплоты τ фазового перехода, а также зависимость теплофизических параметров от определяющей температуры t_r . Это нелинейное относительно температуры поверхности жидкости уравнение численно решается методом половинного деления.

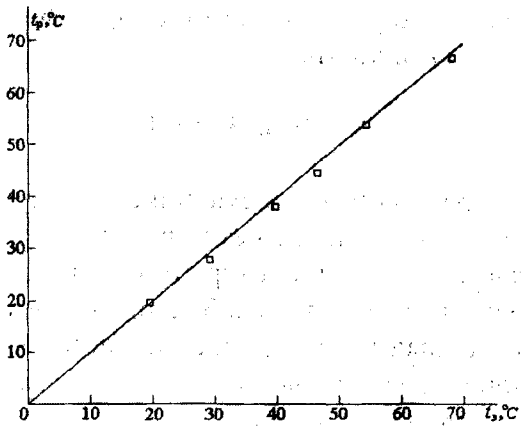


Рис. 1

Результаты расчетов температуры t_p поверхности воды, полученные теоретически при решении уравнения (14), сопоставлены на рис.1 с полученными в [8] при вариации относительной влажности воздуха в диапазоне $\varphi=0,36...0,50$ экспериментальными данными t_a . Как видим, резуль-

таты расчетов удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными, полученными в условиях свободной конвекции при различных значениях температуры жидкости.

Значения температуры поверхности в [8] определялись путем измерения температурного поля в пограничном слое под поверхностью жидкости с последующей экстраполяцией температурной кривой к самой поверхности. Расход испаренной жидкости в этой работе определялся объемным методом — по объему воды, который необходимо было добавить для восстановления электрического контакта между концом вертикального электрического зонда и поверхностью воды. Величина плотности потока теплоты в [8] не измерялась.

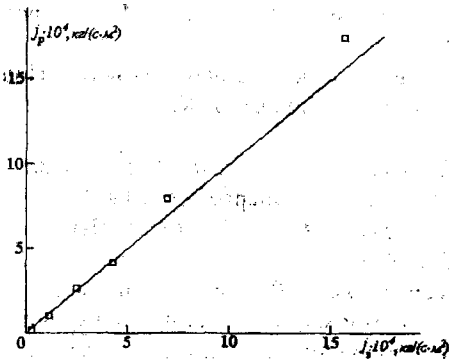


Рис.2

Удовлетворительное согласование (рис.2) наблюдается и при сопоставлении рассчитанных величин плотностей потока j_p массы с их значениями j_a , непосредственно измерявшимися в [8].

Значения результирующей плотности потока теплоты, а также ее составляющих, рассчитанных по предлагаемой методике, представлены на рис.3. Наибольший вклад в результирующую плотность потока обусловлен испарением q_p , наименьший — конвективной теплоотдачей q_a . Поток q_p меняет знак при температуре поверхности, равной температуре точки росы; потоки q_a и q_l — при равенстве температур воздуха и поверхности жидкости, а результирующая плотность потока теплоты — при темпера-

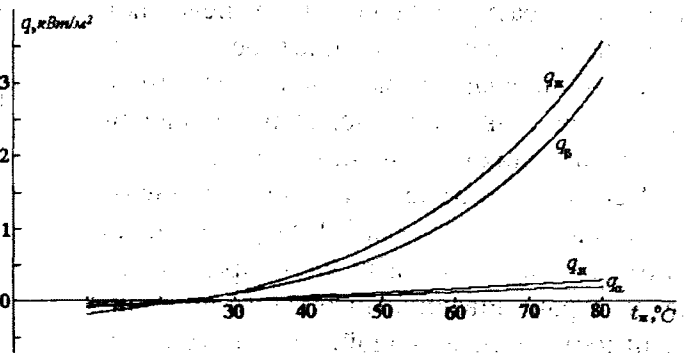


Рис. 3

туре поверхности жидкости, равной температуре мокрого термометра.

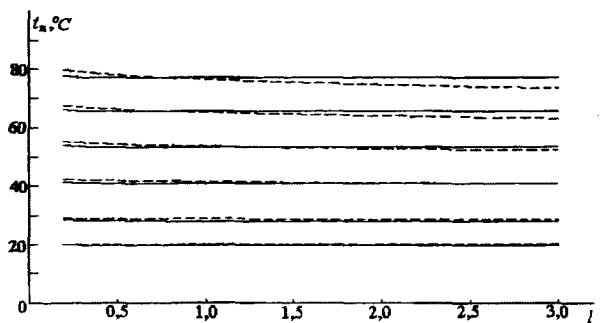


Рис. 4

На графике рис. 4 сравнивается влияние характерного размера системы на температуру поверхности, рассчитанную

по эмпирической формуле [1] (штриховые кривые) и предложенному методу (сплошные кривые). Представленные на графике 6 пар кривых относятся к значениям температуры жидкости в объеме, соответственно равным 90, 75, 60, 45, 30 и 20°C в направлении сверху вниз.

Для сплошных кривых влияние характерного размера системы проявляется лишь в области малых его значений, где имеет место ламинарный режим теплоотдачи при свободной конвекции. В турбулентной области значения коэффициентов теплоотдачи не зависят от характерного размера (автомодельность) и температура поверхности остается постоянной.

Наибольшее различия между значениями температуры поверхности, найденными двумя этими методами, достигают при больших значениях температуры поверхности и для систем с большим характерным размером. И хотя различие указанных температур относительно невелико, влияние ее изменения на плотность потока испаренной влаги может быть значительным из-за сильной температурной зависимости давления насыщенного пара.

Необходимо отметить, что в отличие от эмпирического подхода [1] разработанный метод не связан какими-либо предпосылками, ограничивающими область его применимости только водой. Он пригоден и для расчета тепло- и влаговыделений растворов или других жидкостей. При этом метод расчета останется в целом неизменным, а программа модифицируется путем соответствующей замены блока расчета

физпараметров и параметров фазового перехода жидкости.

ВЫВОДЫ

Предложен согласующийся с результатами эксперимента метод расчета тепло- и влаговыделений с открытой поверхности воды в условиях свободной конвекции, пригодный и для других жидкостей и растворов и учитывающий влияние характерного размера системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Нестеренко А. В.* Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: Высшая школа, 1971.
2. *Коган М. Н.* Динамика разреженного газа. – М.: Наука, 1967.
3. *Муратова Т. М.* // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. – 1980, №6.
4. *Ганин Е. А., Корнеев С. Д., Корнюхин И. П., Щербаков В. И.* Теплоиспользующие установки в текстильной промышленности. – М.: Легпромбыт-издат, 1989.
5. *Справочник по теплообменникам / Под ред. Петухова Б. С., Шикова В. К.* – М.: Энергоатомиздат, 1987.
6. *Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С.* Теплопередача. – М.: Энергоиздат, 1981.
7. *Нестеренко А. В.* // Сб. тр. ЭНИНа. – Изд-во АН СССР, 1958.
8. *Нестеренко А. В.* Экспериментальные исследования тепло- и массообмена при испарении жидкости со свободной поверхности: Дис. ... докт. техн. наук. – М.: МИСИ им. Куйбышева В. В., 1953.

Рекомендована кафедрой промышленной теплоэнергетики. Поступила 10.10.02.

УДК 677.025.4:687.1

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ВЕРХНИХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ***

Е. Н. КОЛЕСНИКОВА, Т. Ю. ЧЕРДАНЦЕВА

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

С целью сокращения сроков подготовки производства, улучшения качества проектных решений, повышения производительности труда технологов актуальным становится создание системы автоматизированного проектирования верхних трикотажных изделий.

Процесс проектирования включает в себя 4 этапа: первый – технологическое моделирование; второй – проектирование технологии вязания участков; третий – проектирование параметров изделий; четвертый – выбор оборудования.

На кафедре технологии трикотажного производства МГТУ им. А.Н.Косыгина осуществляется создание общедоступной базы данных технологических модулей для получения конкурентоспособного ассортимента трикотажных изделий.

Технологический процесс – это часть основного производственного процесса, во время которого происходит изменение качественного состояния объекта обработки.

Известные теоретические разработки, например, [1], показывающие совокупность участков изделия и возможность образования из них чулочно-носочных изделий.

Технологию изготовления верхних трикотажных изделий (ТИБТИ) можно рассмотреть как систему, которая опреде-

ляется функцией {F}, обусловленной основными характеристиками {C} [2, 3].

Функция {F} задана на множестве участков изделий {U_i} и определяется как преобразование множества участков изделия {U_i} в готовое изделие]IZ[:

$$\{F\} = \{U_i\} \rightarrow]IZ[;$$

$$F \in \{U_i\}, i = 1 \dots$$

или сборочные единицы (SB), которые затем преобразуются в изделие.

Математически это можно записать так:

$$\{F\} = \{U_i\} \rightarrow SB_j,$$

$$SB_j \rightarrow]IZ[.$$

Основные характеристики ТИБТИ {C} определяются набором элементов, технологией вязания элементов изделия, видом применяемого оборудования и последовательностью вязания элементов изделия.

Структура ТИБТИ в виде связанного направленного графа представлена на (рис. 1).

* Работа выполнена в рамках НИР: "Разработка информационных технологий в трикотажном производстве" [МГТУ им. А.Н.Косыгина].

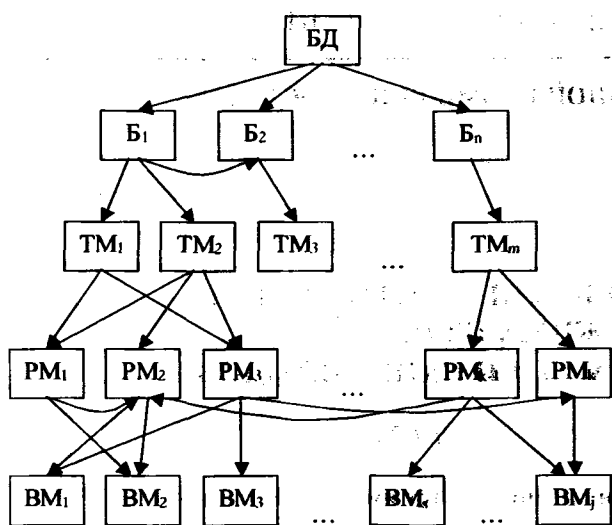


Рис. 1

При автоматизации технологического проектирования трикотажных изделий возникает достаточно сложная задача: создание базы данных (БД) существующего ассортимента изделий, составляющих их элементов, способов их реализации и технологических возможностей известного оборудования.

БД содержит все вышеперечисленные элементы объединения технологических модулей (рис. 1) и с ее помощью можно осуществить выбор наиболее рационального способа вязания изделия, оптимизировать сопряженность ассортимента и оборудования и перейти к проектированию параметров и показателей изделия, оценить его форму.

Решение данной задачи осуществляется в 3 этапа: выбор оборудования; определение возможных способов изготовления заданного изделия; многокритериальная оптимизация выбора технологии и оборудования.

Блоки ТИВТИ (Б) представляют совокупность технологических модулей, объединенных по выполняемой ими функции, и определяют технологически завершенные элементы изделия.

Для всех видов модулей следует выделить типы объединения – совокупность блоков ТИВТИ, объединенных по принадлежности к определенному типу вязального оборудования.

Разрабатываемая технология вязания изделия должна быть сопоставлена с технологическими возможностями машины путем оценки соответствия определенного числа показателей разрабатываемого изделия и машины. В случае их согласования принимается решение о выработке изделия на машине данного типа.

Технологические модули (ТМ) – совокупность сведений об элементах изделия позволяют проследить связь между изделием и способами его изготовления. Примерами ТМ могут служить воротник "английского" типа, отложной воротник, воротник-стойка или карман внутренний, карман накладной, карман-"кенгуру" и т.п.

Разновидности технологических модулей (РМ) представляют собой различные способы вязания или обработки альтернативных в конструктивном отношении решений определенного элемента изделия. При этом различия в способах вязания или обработки определяются особенностями конструктивного или художественного решения данного элемента изделия. Например, для накладного кармана разновидности могут отличаться способом соединения его с основной деталью, способом заработки начального ряда или способом обработки верхнего края кармана.

Варианты разновидностей технологических модулей (ВМ) – это абсолютно одинаковые способы обработки альтернативных в конструктивном отношении решений определенного элемента изделия, отличающиеся лишь применяемым переплетением.

Для решения задачи выбора технологии изготовления изделия и оборудования для каждого элемента m составлен вектор \bar{X}_n^m , состоящий из n различных способов реализации данного элемента. Ему в соответствие поставлен вектор \bar{X}_i^m , элементы которого показывают возможности осуществления альтернативных способов вязания изделия на i -м оборудовании. Функция возможности выполнения элементов векторов f_i принимает значения 1 или 0. Для того, чтобы определить возможности вязания изделий на той или иной машине, не-

обходимо осуществить следующие логические операции:

$$Y_i = \bigcap_{m=1}^p \bigcup_{n=1}^{j_m} f_i(X_{mni}), \quad (1)$$

где p – количество элементов в изделии; j_m – количество выбранных способов вязания m -го элемента.

В случае, если для каждого участка выбирается лишь один способ реализации, формула (1) преобразуется в формулу

$$Y_i = \bigcap_{m=1}^p f_i(X_{mji}). \quad (2)$$

При работе с программой пользователь выбирает способы реализации участков, после чего в автоматическом режиме формируется вектор \bar{X}_n^m и производится расчет по формуле (2).

$$Q_i = \min \left\{ \sum_{j=1}^n q_{ij}, i = 1, \dots, n | Y_i = 1 \right\}$$

и максимум производительности \bar{P}_i :

$$P_i = \max \left\{ \sum_{j=1}^n P_{ij}, j = 1, \dots, n | Y_i = 1 \right\}.$$

На печать выводятся:

- оптимальная технология изготовления того или иного изделия (по минимальной материалоемкости);

- оптимальный тип оборудования для реализации данного изделия (по максимальной производительности);

- теоретическая производительность, норма выработки, зона обслуживания и норма машины для данного оборудования.

Если машины, на которых можно получить изделие с минимальной материалоемкостью и максимальной производительностью, не совпадают, то в автоматическом режиме необходимо решить задачу оптимизации экономической эффективности выработки изделия с использованием выбранных технологий.

Если $Y=1$, то выбранный способ можно реализовать на данном виде оборудования, если $Y=0$ – нельзя.

Если данный способ вязания изделия невозможно реализовать на имеющемся парке оборудования, то выдается запись "Вязание данного способа невозможно" и пользователь возвращается к заданию технологии.

После предварительного выбора технологии изготовления и оборудования переходим к решению второго этапа. По стандартным методикам рассчитываем материалоемкость каждого участка и производительность его изготовления [2].

Из данных в автоматическом режиме составляются векторы материалоемкости \bar{Q}_{ji} и производительности \bar{P}_{ij} каждого способа изготовления изделия на i -м оборудовании. Затем находится минимум материалоемкости \bar{Q}_i :

ВЫВОДЫ

1. На основе проведенного системно-структурного анализа технологического процесса проектирования трикотажных изделий предложен способ построения модели ТИВТИ и составлен алгоритм для проектирования оптимальных технологических процессов, а также выбора рационального типа оборудования.

2. Создание информационной базы технологических модулей позволит расширить ассортимент выпускаемых изделий, сократив при этом трудовые и сырьевые затраты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесникова Е. Н. Основы автоматизированных методов проектирования технологии петлеобразования. – М.: МГТУ, 2000.

2. Шалов И. И., Кудрявин Л. А. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР // Учеб. для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

3. Кудрявин Л. А. и др. // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – №5, 1989.

4. Мышкина С. М., Чумак А. А. // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1987, №5, с.101...104; №6, с. 91...93.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 21.10.02.

УДК 677.11.017.427

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФОРМОВОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ ОДЕЖДЫ

Н.А. СМЕРНОВА, О.И. ДЕНИСОВА

(Костромской государственный технологический университет)

Способность ткани изменять угол между нитями основы и утка выделяют как основное формовочное свойство ткани [1]. При получении объемной формы швейных изделий одного показателя угла перекоса нитей недостаточно и для рационального использования полотен необходимо знать изменение площади материала.

Предложенный метод [2], основанный на многоосном растяжении текстильного материала на стандартном оборудовании и отдыхе образцов в активной среде, решает эту задачу за счет введения новых показателей, позволяющих оценить технологические возможности текстильного материала для получения формованных изделий.

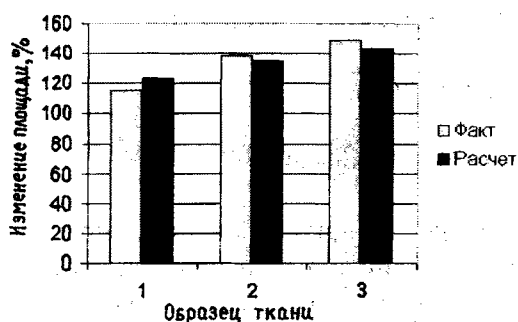


Рис. 1

Исследования льняных тканей с различными структурными характеристиками показали, что варьировать их формовочную способность возможно за счет вида переплетения (рис. 1, где 1 – чистольняная ткань полотняного переплетения, $M_s=206$,

$F_n=2$; 2 – чистольняная ткань саржевого переплетения, $M_s=195$, $F_n=4$; 3 – чистольняная ткань комбинированного переплетения, $M_s=240$, $F_n=2,32$).

Анализ экспериментальных данных с использованием математического аппарата искусственных нейронных сетей позволил установить аналитическую зависимость формовочной способности, которая оценивалась увеличением площади образца, от коэффициента F_n переплетения [3], поверхностной плотности M_s материала и величины P формирующего усилия (1).

Варьируя величиной P , можно изменить площадь формируемой пробы:

$$F_{\text{техн}} = 24,3596 \frac{M_s^{0,403} P^{0,724}}{F_n^{0,079}} - 24,6812. \quad (1)$$

При выборе материалов на изготовление изделия по коэффициенту F_n переплетения и поверхностной плотности M_s материала можно прогнозировать технологические возможности ткани и выбирать способ получения объемной формы изделия: путем формования, конструктивным методом или комбинированным способом.

Для удобства практического использования результатов исследования предлагается пространственная модель (рис. 2), которая позволяет принять решение о способе получения пространственной формы изделия.

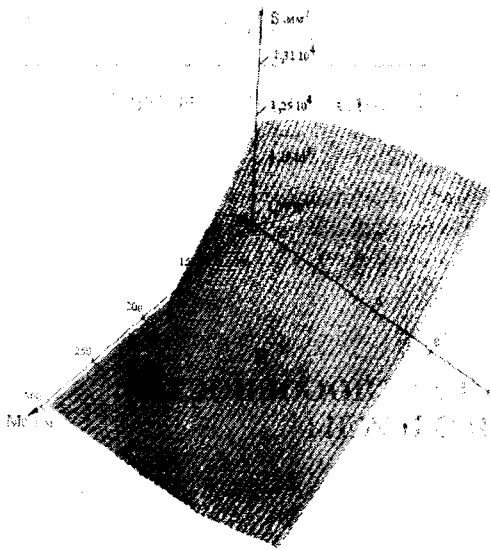


Рис. 2

Плоская зона А свидетельствует о том, что объемную форму с заданными параметрами (высотой f и площадью S) можно получить путем формования ткани с соответствующими показателями коэффициента $F_{\text{п}}$ переплетения поверхностной плотности M_s материала.

Трехмерная зона В говорит о необходимости применения комбинированных или конструктивных методов образования объемной формы изделия. При помо-

щи пространственной модели также может быть решена задача выбора текстильного материала на формованное изделие.

ВЫВОДЫ

Предложена графическая модель формовочных свойств льняных тканей, позволяющая обоснованно выбрать способ получения пространственной формы изделия с учетом нового метода определения формовочной способности ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузов Б.А., Модестова Т.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение швейного производства. – 4-е изд. – М.: Легкая промышленность, 1986.
2. Патент РФ № 2171987. Способ испытания текстильного материала на формовочную способность / Смирнова Н.А., Денисова О.И., Койтova Ж.Ю., Перепелкин К.Е., Борисова Е.Н., Смирнова Е.Е. – Оpubл. 2001.
3. Справочник по хлопчаткачеству. – М.: Легкая промышленность, 1975.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 25.03.02.

УДК 677.016.41

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦВЕТА ПРИ КРАШЕНИИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ КУБОЗОЛЯМИ ПО ФОТОХИМИЧЕСКОМУ СПОСОБУ

В.С. ПОБЕДИНСКИЙ, Ф.Ю. ТЕЛЕГИН

(Институт химии растворов РАН, г. Иваново)

Ранее [1, 2] была усовершенствована и доведена до уровня промышленного использования фотохимическая технология крашения целлюлозосодержащих тканей кубозолями. К числу недостаточно исследованных вопросов следует отнести проблему из области колористики, связанную с получением зеленого цвета окраски ткани.

Известно, что под воздействием УФ-света процесс фотопроявления кубозолей полициклокетонной структуры (ярко-

зеленый С и ярко-зеленый Ж) прекращается на стадии образования лейкокислоты и далее не идет [1]. Таким образом, данный факт порождает проблему, обусловленную невозможностью получения в условиях фотохимического способа крашения зеленой окраски ткани с использованием индивидуальных красителей зеленого цвета.

Вследствие этого задачей настоящей работы являлось исследование закономерностей субтрактивного синтеза цвета в условиях фотохимического способа краше-

ния при смешении кубозолей желтой и голубой гамм, обоснование метода математического моделирования цвета ткани и разработка на этой основе способа расчета красильного состава для воспроизведения эталонной окраски ткани.

Объектами исследования служили отбеленная хлопчатобумажная ткань бязь, кубозоли синий О и золотисто-желтый ЖХ. Фотопроявление красителей осуществляли путем обработки ткани УФ-светом на лабораторной установке, оснащенной дуговой ртутной трубчатой лампой ДРТ-400 мощностью 400 Вт. Цветовой анализ ткани выполняли с использованием оригинального цветоизмерительного комплекса [3].

Отметим, что особенностью фотопроявления кубозолей является то, что скорость данного процесса для красителей различного химического строения существенно различается и время достижения максимальной степени фиксации для различных марок кубозолей может отличаться в несколько раз, причем зависимость степени фиксации от концентрации красителя носит ярко выраженный экстремальный характер. В связи с этим важно было исследовать кинетику фотопроявления кубозолей с целью выявления оптимальных параметров процесса крашения и исключения непроизводительного расхода красителей.

Изучена кинетика фотопроявления как индивидуальных красителей, так и их смеси в соотношении 1:1 и на основании этого установлено время достижения максимальной интенсивности окраски ткани (ВДМИ) в области концентраций 1...9 г/л.

Концентрационные зависимости данного параметра приведены на рис. 1. Очевидно заметное увеличение показателя ВДМИ, наблюдаемое для смеси кубозолей, по сравнению с индивидуальными красителями. Следовательно, одновременное присутствие в красильном составе кубозолей индигоидной (синий О) и полициклокетоновой (золотисто-желтый ЖХ) структуры приводит к некоторому торможению процесса фотопроявления. Сгладить отрицательные последствия смесово-

го эффекта можно путем использования интенсификатора процесса фотопроявления кубозолей – гидросульфита натрия [4, 5].

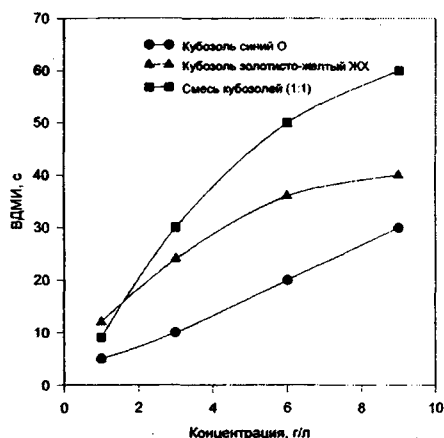


Рис. 1

Исследовать закономерности образования цвета ткани при использовании смеси красителей удобнее всего путем плавного изменения процентного состава смеси при постоянной суммарной концентрации красителей.

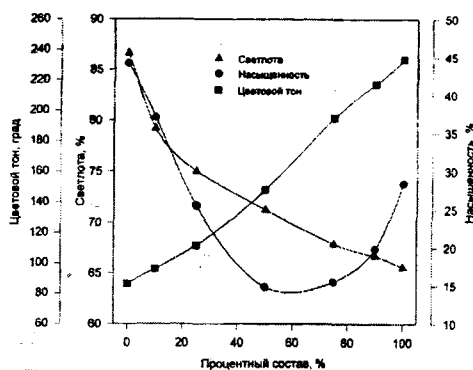


Рис. 2

На рис. 2 представлены зависимости цветовых характеристик окраски ткани – светлоты, насыщенности и цветового тона от процентного соотношения в красильном составе кубозолей при суммарной концентрации 9 г/л и времени УФ-облучения 60 с.

С использованием специально разработанных программных средств и ПЭВМ осуществили подбор математических функций, наиболее точно описывающих полученные экспериментальные зависимости.

Таблица 1

| Процентный состав кубозолей (x) в смеси | | Цветовые показатели окраски ткани | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|----------------|------|-------|------|----------------|------|-------|------|
| | | светлота, % | | | | насыщенность, % | | | | цветовой тон, град. | | | | | | | | | | |
| | | К ₁ | К ₂ | опыт | | модель | | опыт | Δ | f ₁ | Δ | спл. | f ₂ | Δ | спл. | опыт | f ₃ | Δ | спл. | Δ |
| 0 | 100 | | | 65,59 | 65,70 | -0,11 | 65,61 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 90 | 66,70 | 66,57 | 0,13 | 66,66 | 0,04 | 19,79 | 21,29 | -1,50 | 19,89 | -0,10 | 217,4 | 218,3 | -1,0 | 217,8 | -0,4 | 217,8 | -0,4 | 217,8 | -0,4 |
| 25 | 75 | 67,89 | 68,01 | -0,12 | 67,92 | -0,03 | 15,52 | 15,73 | -0,21 | 15,47 | 0,05 | 195,0 | 193,1 | 1,8 | 194,4 | 0,5 | 194,4 | 0,5 | 194,4 | 0,5 |
| 50 | 50 | 71,23 | 70,97 | 0,26 | 71,21 | 0,02 | 14,80 | 14,98 | -0,18 | 14,81 | -0,01 | 148,1 | 149,6 | -1,5 | 148,3 | -0,2 | 148,3 | -0,2 | 148,3 | -0,2 |
| 75 | 25 | 74,99 | 75,16 | -0,17 | 74,89 | 0,10 | 25,48 | 24,87 | 0,62 | 25,50 | -0,02 | 111,3 | 111,4 | -0,1 | 111,5 | -0,2 | 111,5 | -0,2 | 111,5 | -0,2 |
| 90 | 10 | 79,18 | 79,20 | -0,02 | 79,47 | -0,29 | 37,06 | 35,90 | 1,16 | 37,03 | 0,03 | 96,3 | 94,7 | 1,6 | 96,1 | 0,2 | 96,1 | 0,2 | 96,1 | 0,2 |
| 100 | 0 | 86,65 | 86,62 | 0,03 | 86,47 | 0,18 | 44,16 | 45,37 | -1,21 | 44,17 | -0,01 | 86,3 | 87,2 | -1,0 | 86,3 | 0,0 | 86,3 | 0,0 | 86,3 | 0,0 |
| Стандартное отклонение | | - | 0,14 | | 0,14 | | - | 1,02 | | 0,05 | | - | 1,19 | | 0,30 | | | | | |

Примечание. К₁, К₂ – кубозолы синий О и золотисто-желтый ЖХ; Δ – отклонение; спл. – сплайн-функция; f₁ = 4,5·10⁻²·x - 2,6·10^{0,1/2}·x + 8,7·10¹;
 f₂ = 9,0·10³·x² - 1,0·10⁰·x + 4,5·10¹; f₃ = -9,0·10⁻⁵·x³ + 1,8·10⁻²·x² + 5,8·10⁻¹·x + 8,7·10¹

В табл. 1 для сравнения приведены опытные и вычисленные по моделям значения цветовых показателей (в зависимости от процентного состава смеси красителей), из которой видно, что исследуемые концентрационные зависимости описываются уравнениями параболы различной степени. Выявленный факт предопределяет значительные трудности по подбору какой-либо одной достаточно простой математической функции, которая гарантировала бы достижение высокой точности моделирования координат цвета одновременно в трех измерениях.

Поясним, что решаемая в нашей статье задача по сути является типичной задачей интерполяции, когда по заданной таблице чисел (в данном случае это опытные зависимости цветовых показателей окраски от концентрации красителей) и в пределах некоторого интервала требуется восстановить с той или иной точностью некую функцию $f(x)$.

На практике для того, чтобы достаточно точно приблизить функцию, используют интерполяцию кусочными многочленами или просто сплайнами. Метод приближения на основе сплайн-функции с успехом применяется в инженерной прак-

тике как средство интерполяции сложных зависимостей [6].

Для решения поставленных здесь задачи мы использовали метод аппроксимации на основе сплайнов Грина и оригинальные программные средства, реализуемые на персональном компьютере. Таким образом получили сплайн-функции, описывающие исследуемые зависимости.

Результаты моделирования с использованием сплайнов представлены в табл. 1. Из сопоставления величин стандартного отклонения видно, что по сравнению с параболическими функциями метод приближения сплайнами позволяет наилучшим образом моделировать синтез цвета ткани в условиях эксперимента.

Далее осуществлена оценка аппроксимативных свойств сплайнов на примере моделирования зависимостей координат цвета одновременно от трех величин, а именно от концентрации кубозолей в красильном составе и временного параметра – ВДМИ.

Результаты моделирования, отраженные в табл. 2, убедительно свидетельствуют о том, что предлагаемый метод аппроксимации успешно справляется с решением поставленной задачи.

Таблица 2

| Концентрация кубозолей, г/л | | ВДМИ, с | Цветовые показатели | | | | | |
|-----------------------------|----------------|---------|---------------------|--------|-------------------|--------|-----------------------|--------|
| K ₁ | K ₂ | | светлота L, % | | насыщенность C, % | | цветовой тон H, град. | |
| | | | опыт | сплайн | опыт | сплайн | опыт | сплайн |
| 0 | 0 | 0 | 90,42 | 90,33 | 6,03 | 6,32 | 103,56 | 103,77 |
| 1 | 0 | 5 | 83,64 | 83,86 | 8,27 | 8,53 | 193,15 | 192,63 |
| 3 | 0 | 10 | 76,12 | 76,25 | 16,95 | 16,89 | 223,84 | 223,73 |
| 6 | 0 | 15 | 71,24 | 71,23 | 23,34 | 23,36 | 229,29 | 229,32 |
| 9 | 0 | 30 | 65,59 | 65,53 | 28,44 | 28,3 | 233,7 | 233,76 |
| 0 | 1 | 12 | 90,88 | 90,8 | 22,28 | 21,91 | 90,81 | 90,78 |
| 0 | 3 | 24 | 89,52 | 89,48 | 33,21 | 32,97 | 87,99 | 87,99 |
| 0 | 6 | 36 | 87,67 | 87,65 | 40,52 | 40,34 | 86,53 | 86,52 |
| 0 | 9 | 40 | 86,65 | 86,68 | 44,16 | 44,29 | 86,25 | 86,24 |
| 0,5 | 0,5 | 9 | 88,58 | 88,45 | 15,16 | 15,13 | 102,69 | 103,06 |
| 1,5 | 1,5 | 30 | 82,59 | 82,59 | 15,81 | 15,95 | 117,18 | 117,21 |
| 3 | 3 | 50 | 75,09 | 75,19 | 14,49 | 14,46 | 142,42 | 142,36 |
| 4,5 | 4,5 | 60 | 73,62 | 73,57 | 13,72 | 13,92 | 146,63 | 146,64 |
| Дисперсия | | | 0,096 | | 0,192 | | 0,190 | |

Примечание. K₁ и K₂ – кубозоли синий О и золотисто-желтый ЖХ; ВДМИ – время достижения максимальной интенсивности окраски ткани.

В ходе исследований решена задача графического представления цветового охвата исследуемой диады красителей в ус-

ловиях фотохимического способа крашения. Метод предусматривает построение сплайн-функции зависимости цветового

тона от светлоты и насыщенности окраски ткани. Карта цвета для диады кубозолей синего О и золотисто-желтого ЖХ (рис. 3) представляет собой набор сечений поверхности по уровням цветового тона во всем диапазоне изменений цветовых показателей (табл. 2). С ее помощью по координатам цвета эталонного образца можно однозначно определить, обеспечивает ли данная смесь красителей воспроизведение заданной окраски ткани.

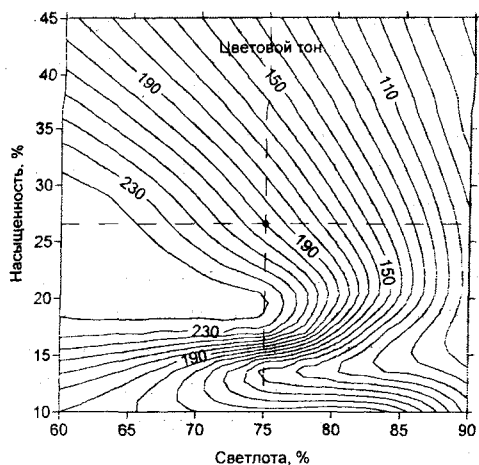


Рис. 3

На основе метода сплайн-аппроксимации разработан оригинальный способ расчета рецептуры крашения для воспроизведения заданного цвета ткани. Суть предлагаемого метода состоит в том, что получают сплайн-функции зависимостей параметров процесса крашения от координат цвета. Искомая комбинация параметров, обеспечивающая воспроизведение эталонного цвета, определяется путем совместного решения полученной системы уравнений при наложении ограничений, численно соответствующих координатам цвета эталонного образца.

Для иллюстрации метода приведем следующий пример. Предположим, что оперируя базой данных табл. 2, необходимо вычислить концентрации кубозолей и время УФ-обработки для воспроизведения эталонного цвета образца. Допустим также, что эталонная окраска задана на карте цвета (рис. 3) в точке пересечения пунктирных линий, которой соответствуют цветовые показатели: светлота – 75 %, насыщенность – 27 % и цветовой тон –

205 град. Получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} K_1 = f(L, C, H) \mid L = 75 \\ K_2 = f(L, C, H) \mid C = 27 \\ \text{ВДМИ} = f(L, C, H) \mid H = 205. \end{cases}$$

Осуществляя совместное решение системы уравнений при наложении ограничений, численно соответствующих заданным координатам цвета, имеем следующий результат: концентрации K_1 кубозолей синего и желтого K_2 составляют соответственно 4,1 и 1,3 г/л, ВДМИ – 19 с.

Следует отметить, что изложенные в настоящей статье методы и методики нашли применение при создании автоматизированной системы, предназначенной для измерения и воспроизведения цвета ткани [3].

ВЫВОДЫ

1. Изучены закономерности субтрактивного синтеза цвета при крашении хлопчатобумажной ткани кубозолями по фотохимическому способу. Осуществлен подбор математических функций, наиболее точно описывающих зависимости цветовых показателей окраски от концентрации кубозолей в красильном составе.

2. Разработан универсальный метод моделирования цвета ткани посредством сплайн-аппроксимации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тиматков А. Г., Куликова М. А. // Текстильная промышленность. – 1987, № 12. С. 18...19.
2. Побединский В.С. // Текстильная химия. – 1996, № 2. С. 50...57.
3. Побединский В.С., Телегин Ф.Ю., Данилин И.А. // Текстильная химия. – 1996, №2(9). С.101.
4. Разуваев А. В. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1992, № 2. С. 55...58.
5. Побединский В. С., Рыжачков А. В. // Текстильная химия. – 1997, № 2. С. 81...85.
6. Завьялов Ю.С., Квасов В.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн-функций. – М.: Наука, 1980.

Рекомендована заседанием ученого совета. Поступила 30.11.02.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ФАЗОВОГО СООРУЧИТЕЛЯ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН*

С.И.КУРАЧ, С.М.КАБАНОВ

(ОАО "Куровской текстиль")

Воздуховод (рис. 1) можно представить в виде устройства с гидродинамическими характеристиками режима фонтанирования (родственного режиму псевдоочищения).

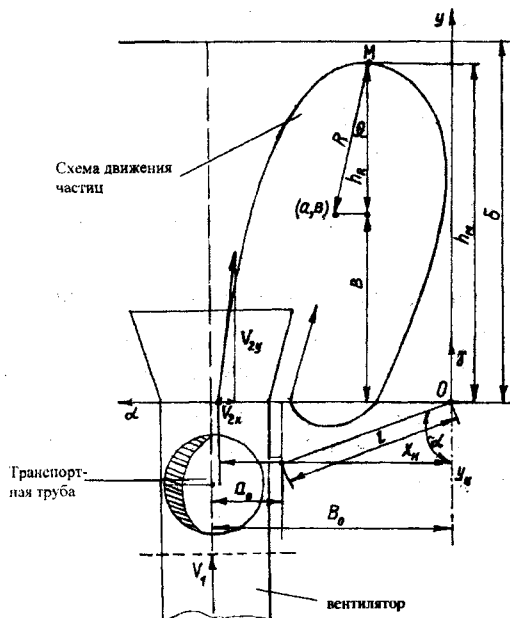


Рис. 1

Основываясь на специфике режима фонтанирования, можно заключить, что основной вклад в гидродинамическую структуру потоков в аппарате вносит газовая фаза.

При построении математической модели будем исходить из того, что реальное движение газового потока с числом $Re \sim 10^5 \div 10^6$ в предлагаемом аппарате близко к кавитационному движению газа в плоском канале. При этом для указанных выше чисел Re поток отрывается от всей поверхности канала, возникают обратные токи и вихри значительного напряжения.

Однако в этом случае линии тока по высоте аппарата мало отличаются от плоскопараллельных линий и движение в ядре потока на таких участках можно считать плоским с учетом стационарных вихревых зон и незначительного по отношению к основным размерам аппарата пограничному слою на твердых поверхностях.

Анализ такой математической модели базируется на применении теории функции комплексного переменного и комплексного потенциала в отличие от непосредственного решения уравнений Навье-Стокса.

Задача движения газового потока в аппарате сводится к рассмотрению плоского течения идеальной жидкости, для которого справедливо условие

$$\text{Div } V=0; \text{rot } V=0,$$

откуда вытекают соотношения Коши-Римана

$$V_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{\partial \psi}{\partial y}; \quad V_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y} = -\frac{\partial \psi}{\partial x},$$

где φ – потенциал скорости; ψ – функция тока.

Полагаем, что комплексная величина $\chi = \varphi + i\psi$ является функцией комплексной переменной $z = x + iy$.

Производная $d\chi/dz$, называемая комплексной скоростью, связана со скоростью V течения газа соотношением

$$\frac{\partial \chi}{\partial z} = V_x - iV_y. \quad (1)$$

Комплексный потенциал (1) соответствует определенной системе линий тока

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Сапрыкина Д.Н.

$\psi = \text{const}$ изопотенциальных линий $\varphi = \text{const}$ и тем самым полностью определяет карту поля скоростей.

Течение газового потока в аппарате обладает осевой симметрией, поэтому достаточно изучить картину течения в одной половине (рис.1).

С целью описания циркуляционных зон в аппарате введем в течение вихри с заданными интенсивностями (Γ_m , где $m = 1, 2, \dots, n$).

В общем случае величины интенсивностей Γ_m и координаты центров вихрей (a_m ,

b_m) зависят от гидродинамических и геометрических параметров течения.

Таким образом, получаем задачу об отыскании комплексного потенциала течения $\chi(Z)$, когда в потоке жидкости присутствуют вихри.

Параметры интенсивности вихрей Γ_m , координаты их центров a_m , b_m , а также величины B , l_m , α_m , V_1 задаются исходя из геометрии аппарата и условий его эксплуатации.

Для камеры с фонтанирующим слоем интенсивность вихря Γ_m находится по формуле

$$\Gamma_m = V_1 B \left\{ \cos \frac{2\pi\alpha_1}{B} - \text{ch} \left[\frac{2\pi}{B} (\delta + b_1) \right] \right\} / \sin \frac{2\pi\alpha_1}{B}. \quad (2)$$

Из (2) следует, что интенсивность вихря зависит от ширины B аппарата, скорости V_1 и высоты области δ вихрей в зоне аппарата.

Варьируя величины V_1 , B , a_m , b_m , δ в определенных пределах, найдем условия максимальной (минимальной) интенсивности вихрей Γ_m .

Координаты центров вихрей a_m , b_m определяются из условия неподвижности

вихрей, то есть $V_x \leq V_y = 0$ в точках ($x = a_m$, $y = b_m$).

Расчет скорости газового потока в аппарате выполняется в следующей последовательности. По формуле (1) находится интенсивность вихря Γ_m .

Отыскание комплексного потенциала течения $\chi(Z)$, где присутствуют вихри, проводится в физической плоскости z методом суперпозиции:

$$\chi_r(Z) = \sum_{m=1}^n \frac{\Gamma_m}{2\pi i} \ln \left\{ \sin \left[\frac{\pi}{B} (Z - Z_{om}) \right] / \sin \left[\frac{\pi}{B} (Z - \tilde{Z}_{om}) \right] \right\}, \quad (3)$$

где Z , Z_{om} , \tilde{Z}_{om} – координаты центров вихрей.

Значения компонент скорости по осям координат V_x , V_y определяются при нормальной составляющей вектора скорости:

$$V_n = V_x \cos \left(\hat{n}, \hat{i} \right) + V_y \cos \left(\hat{n}, \hat{j} \right),$$

где \hat{i} и \hat{j} – единичные орты осей координат x и y с граничными условиями на стенках аппарата $V_n = V_{-n} = 0$ и на полуднище аппарата длиной l_m :

$$V_y \cos \alpha_m - V_x \sin \alpha_m = 0. \quad (4)$$

Комплексные числа $Z = Z_m = \eta_m \exp(i\alpha_m)$ соответствуют геометрическому месту точек, описывающему положение полуднища аппарата ($m=1, 2, \dots$; $0 \leq \eta_m \leq l_m$).

Можно полагать, что в центральной зоне вихря скорости изменяются по закону вращения твердого тела с некоторой угловой скоростью ω , то есть $V = \omega R$, где $R = \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2}$.

Задавая граничные условия в зоне вихря в виде $V=0$ при $R=0$; $V=V_{30}$ при $R=R_1$ и усредняя значение V по окружности, для угловой и линейной скорости имеем выражения

$$\omega \cong \frac{1}{NR_i} \sum_{i=1}^N V_{i30}; \quad V \cong \frac{R}{NR_i} \sum_{i=1}^N V_{i30},$$

где N – число измерений.

Необходимо получить экспериментальную зависимость геометрии аппарата и радиуса зоны расхождения, пределы, где не захватывается зона течения газовой фазы в аппарате. Нужно задать размеры аппарата для расчета.

Путь, проходимый частицей в рабочей камере аппарата до максимальной высоты h_m , условно разделим на два участка: движение в восходящем потоке до высоты b и подъем по криволинейной траектории от положения b до высоты h_m (рис. 1).

Значение максимальной высоты подъема частицы при проектировании аппарата дает возможность рассчитать его размеры, гарантировать отсутствие уноса частицы при аэрофонтанирующем режиме.

В основу расчета h_m введена важная гидродинамическая характеристика движения частицы в несущем потоке сплошной среды – скорость свободного витания, которая определяется из условия равенства

$$E_1 = \frac{V_{k1}}{V_e} = [1 + 2,1d_2/B(1 - d_2/B)](1 - d_2/B)^2;$$

$$E_2 = \frac{V_{k2}}{V_e} = \frac{(1 - \beta)^{4.75} (18 + 0,61\sqrt{A_2})}{18 + 0,61\sqrt{A_2} (1 - \beta)^{4.75}},$$
(6)

где E_1 учитывает влияние стенки; E_2 – концентрацию частиц; $A_2 = g(\rho_2 - \rho_1)d_2^3/\rho_1\nu^2$ – критерий Архимеда; β – объемная концентрация частиц; V_{k1}, V_{k2} – скорости стесненного витания; ν – кинематическая вязкость несущего потока.

Зависимость скорости подъема частицы от высоты ее подъема в восходящем потоке имеет вид

$$\left(\frac{V_k^2 - V_{oh}^2}{V_k^2 - V_{ob}^2} \right)^{1/2} \left[\left(\frac{V_k + V_{ob}}{V_k - V_{ob}} \right) \left(\frac{V_k - V_{oh}}{V_k + V_{oh}} \right) \right]^{V_{2y}/2V_k} = \exp \left[\frac{g}{V_k^2} (b + l \cos \alpha) \right].$$
(8)

веса единичной частицы и аэродинамического напора встречного потока воздуха:

$$V_e = \sqrt{\frac{4(\rho_2 - \rho_1)gd_2}{3\rho_1 c_f}},$$
(5)

где ρ_1, ρ_2 – соответственно плотность воздуха и материала частиц; d_2 – эквивалентный размер частиц; c_f – коэффициент единичной частицы; g – ускорение свободного падения.

При движении коллектива частиц необходимо учитывать эффект стесненности, который определяется двумя факторами: влиянием соседних частиц (эффект концентрации) и влиянием конечных размеров аппарата (эффект стенок канала). При этом вместо V_b и C_f вводятся соответствующие характеристики V_k и C_{fk} для коллектива частиц по формулам: $V_k = EV_e$; $C_{fk} = C_f/E^2$, где E – поправочный коэффициент, учитывающий фактор стесненности и режим обтекания частиц.

Запишем для коэффициента E :

$$\int_{V_{oh}}^{V_{ob}} \frac{V_{ry} dV_{ey}}{(V_{1y} - V_{2y})^2 - V_k^2} = \frac{g}{V_k^2} \int_{-l \cos \alpha}^b dy,$$
(7)

где $V_{oh} = V_{1yh} - V_{yh}$; $V_{ob} = V_{1yb} - V_{2yb}$ – соответственно относительная скорость в точке с координатами $x_h = (3B_0 - a)/3$; $y_h = -l \cos \alpha$ и относительная скорость в точке на высоте $y_b = b$ (рис. 1).

Решение (7) выглядит так:

Из (2) скорость V_{2yb} можно определить методом последовательных приближений при первом шаге $V_{2yb}^{(1)}$, близком к величине скорости витания.

$$h_M = \left[\frac{\Gamma^2 \cos^2 \theta}{4\pi g (1 - V_0^2/V_k^2) - V_1 \partial V_0 / \partial x} \right]^{1/2} + b + l \cos \alpha, \quad (9)$$

где θ – угол отклонения точки М от вертикали (рис. 1).

Как видно из (9), высота h_M зависит от величины циркуляции газового потока, а также от относительной скорости и скорости витания частицы в ее стесненном движении [1, 2].

Решение (9) отыскивается с учетом приближенного равенства $V_0 \cong V_{2x} \sin \theta$ и граничного условия $\theta = (V_1/V_{2y})_M$, где М – точка с координатами $a-h_R \operatorname{tg} \theta$; $b+h_R$.

Неизвестная интенсивность Γ находится по формуле (2), абсолютная скорость на восходящем участке траектории определяется с помощью (8).

Эксперимент должен подтвердить принятую модель движения частицы: 1) при скорости воздуха в фиксированной геометрической точке пространства есть зона с установившимся характером движения; 2) реальная стесненность частиц в восходящем потоке и изменения направления движения частиц за счет взаимодействия частиц с воздухом незначительны.

УДК 677

ПОНЯТИЕ "ПОТЕНЦИАЛ" КАК ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ*

Н.К. ТЕМНОВА

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

При решении целого ряда важных для текстильного предприятия вопросов, таких как выбор стратегии развития, определение конкурентных позиций и преиму-

С учетом условия $V_{2y}=0$ при начале движения из положения частицы $y=b$ частица, двигаясь по криволинейному пути, достигает максимальной высоты h_M :

ВЫВОДЫ

Рассмотренная модель аэродинамических особенностей фонтанирующего слоя и количественный анализ его структуры могут быть использованы для расчета режимов ведения процесса разделения дисперсных фаз (сора, волокна), а также позволят сделать обоснованный выбор конструкции и размеров фазового сороочистителя для текстильных машин ФСК-1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кахраманов Ф.Р. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №4. С.40..43.
2. Лойценский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1973.

Рекомендована кафедрой проектирования и технологии трикотажных изделий. Поступила 25.01.03.

* В порядке обсуждения.

возможностей предприятия. Среди этих характеристик – потенциал.

В научно-теоретическом аспекте понятие "потенциал" широко используется на уровне народного хозяйства в целом, по отраслям, а также на уровне предприятий.

Практически этот показатель имеет смысл только вместе со смыслонесущим определением, образуя широкий класс определений потенциала, среди которых экономический, ресурсный, производственный, научно-технический, трудовой, инвестиционный, информационный, финансовый, рыночный и другие.

Анализ публикаций позволяет выявить различные подходы к оценке видов потенциалов, к системе показателей, комплексно определяющих понятие "потенциал".

Углубленный анализ полемики вокруг теории потенциала и практики его оценки позволяет констатировать глубокие противоречия мнений авторов относительно сущности категории "потенциал", его состава и соотношения с другими категориями.

Следует отметить также, что порой в исследованиях приводятся противоречивые результаты количественных и стоимостных оценок видов потенциала. На наш взгляд, причина тому – разногласия в понимании и трактовке самой сущности экономической категории "потенциал".

Основываясь на результатах аналитических исследований предлагаем свою концепцию понимания сущности категории "потенциал".

В этимологическом значении термин "потенциал" происходит из латинского языка. В Словаре иностранных слов А.И.Васюкова приводится толкование термина как "мощь, сила" [1]. В Этимологическом словаре русского языка отмечается происхождение слова – "потенциальный" как заимствованного в 19 веке из французского языка, где *potentiel* происходит от латинского *potentialis*, производного от *potens* – "могущий", буквально – "могущий быть" [2].

В Большой Советской Энциклопедии (БЭС) термин "потенциал" описывается как "... средства, запасы, источники,

имеющиеся в наличии и могущие быть мобилизованы, приведены в действие, использованы для достижения определенных целей, осуществления плана; решения какой-либо задачи; возможности отдельного лица, общества, государства в определенной области..." [3, с. 621]. В Словаре русского языка С.И. Ожегова [4], Словаре современного русского литературного языка [5], в Современном энциклопедическом словаре А.М. Прохорова встречается еще одно определение потенциала как "...величины, характеризующей широкий класс силовых полей в данной точке..." [6, с.1043], что открывает целый ряд понятий в физике, химии, математике.

Широкая трактовка смыслового содержания термина "потенциал", приведенная в БЭС, позволяет применять его к различным отраслям науки и деятельности человека в зависимости от того, о какой силе, средствах, запасах, источниках идет речь.

При этом авторы имеют различные мнения по вопросам, какой уровень характеризует потенциал. Одни полагают, что потенциал прежде всего характеризует достигнутый уровень развития системы общественного производства [7, с. 6...7]; другие – различают достигнутый и перспективный потенциал [8, с. 13].

Достигнутый потенциал определяется совокупностью основных фондов и величины валовой продукции отраслей (предприятий) или валового общественного продукта страны, созданного при фактически достигнутом организационном уровне развития производительных сил и степени использования потенциальных возможностей производственного аппарата.

Перспективный потенциал оценивается как максимальная возможность хозяйственной системы, предопределяющая максимально возможный объем производства материальных благ и услуг, которые можно достичь при идеальных условиях производства и оптимальном использовании ресурсов.

На наш взгляд, столь различные точки зрения возможны при отождествлении терминов "потенция" и "потенциал", которые происходят от латинского "сила", но

различаются по следующим основным моментам.

"Потенция" определяется не выявленными, не раскрывшимися, не сформированными и не овеществленными возможностями. Превратиться в реальные возможности, то есть в потенциал, они могут в процессе экономической деятельности.

Понятие "потенциал" характеризуется возможностями реальными, конкретными, фиксированными, сформированными в процессе организационно-экономической деятельности и в настоящее время не реализованными по каким-либо причинам, но находящимися в готовом и реальном виде.

Для рассматриваемых понятий общими элементами являются ресурсы, позволяющие реализовать имеющиеся возможности. Однако понятие "потенция" включает такие ресурсы, которые создают скрытые возможности. Понятие потенциала основывается на ресурсах, обладающих действительными, конкретными, изученными возможностями, которые уже в настоящее время могут быть использованы в общественном производстве.

Общее позволяет четче сформулировать основные различия анализируемых терминов. Так, если рассматривать понятие потенциала применительно к работнику, предприятию, обществу, то оно выражает реальные способности и возможности использования имеющихся ресурсов для достижения определенной цели. Понятие потенциала отражает лишь теоретическую,

не учитывающую реальные условия, способность отдельного работника, предприятия, общества к использованию ресурсов и созданию материальных благ.

На основе анализа различных мнений исследователей о сущности категории "потенциал" предлагаем для описания достигнутого уровня развития текстильного предприятия или сложившейся ситуации использовать термин "потенциал", а для характеристики перспективных возможностей и факторов развития текстильного предприятия использовать понятия "потенциальные возможности", "потенциальный уровень".

ЛИТЕРАТУРА

1. Словарь иностранных слов / Под ред. А.И. Васюкова. – М., 1972.
2. Этимологический словарь русского языка / Под ред. Н.М. Шаинского. – М., 1994.
3. Большая Советская Энциклопедия / Под ред. Б.А. Введенского. – 1986. – Т.34.
4. Словарь русского языка / Под ред. С.И. Ожегова. – М., 1984.
5. Словарь современного русского литературного языка / Под ред. К.А. Трофимова. – М., 1994.
6. Современный энциклопедический словарь / Под ред. А.М. Прохорова. – М., 1991.
7. Проскураков В.М., Самоукин А.И. Экономический потенциал социальной сферы: содержание, оценка, анализ. – М.: Экономика, 1991.
8. Экономический потенциал развитого социализма / Под ред. Б.М. Мочалова. – М., 1982.

Рекомендована кафедрой управления и организации. Поступила 09.09.02.

УДК 677

КОНЦЕПЦИЯ РЫНОЧНОЙ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТЬЮ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

О.Б. УЛЬЯНОВА

(Краснодарский филиал ИГТА)

Основное, что предусматривает понятие "производственная мощность" – это обеспечение максимума выпуска продукции в единицу времени с учетом использования передовых отраслевых норм и нормативов. Существующие показатели Ксм, КИМ КПВ, КРО в сочетании с системой

ППР достаточно полно отражают эффективность использования производственных мощностей; характеризуют уровень организации и управления текстильным производством.

Рыночная стратегия управления производственными мощностями текстильных

предприятий представляет собой норму поведения предприятия, заключающуюся в возможности последнего быстро и продуктивно реагировать на изменения рыночной конъюнктуры, максимально подстраиваясь под спрос рынка за счет использования широкого набора современного оборудования и технологических цепочек.

Рыночная позиция текстильного предприятия во многом определяется состоянием наличных производственных мощностей и организацией их обслуживания в условиях предельного износа основного оборудования через систему планово-предупредительного ремонта.

Стратегия использования основного капитала, сложившаяся в период плановой экономики, адекватно обеспечивалась уровнем управления производственными мощностями, причем надежность стратегии была гарантирована государственной отраслевой поддержкой.

Переход на рыночные условия хозяйствования, при которых каждое текстильное предприятие приобрело статус самостоятельности, отрицательно сказался на уровне и качестве использования мощностей.

Резкое сокращение объемов производства текстиля привело к недозагруженности производственных мощностей, сокращению ассортимента выпуска тканей и, как следствие, падению платежеспособного спроса на ткани и ухудшению экономического состояния.

Новые собственники предприятий текстильной отрасли в погоне за прибылью своим видением ситуации спровоцировали отказ от стратегического планирования эксплуатации технологического оборудования, отдав приоритет "реактивному" его использованию.

Все это привело к хроническому недоиспользованию производственных мощностей и ресурсной ограниченности технологического оборудования на уровне рабочих мест конкретного продуктивного товара.

Выход из кризисного состояния текстильных предприятий, на наш взгляд, возможен на базе рыночной стратегии управления производственными мощностями, в основе которой – оптимизация ее структуры через количественное и качественное соответствие платежеспособному спросу.

Последнее наиболее успешно решается через процедуру перегруппировки оборудования под ассортиментные комплексы, в состав которых входят:

- модуль объема выпуска ткани данного комплекса с вариацией возможно допустимых отклонений, ориентированных на платежеспособный спрос рынка;

- снижение издержек производства за счет унификации ассортимента и оптимальной загрузки производственных мощностей;

- совершенствование уровня планирования и управления производственными мощностями на предприятии до уровня стратегического.

Все перечисленное выше вместе с широким использованием информационных технологий, по нашему мнению, позволит наиболее точно сформировать концепцию рыночной отрасли управления производственными мощностями текстильного предприятия на необходимый лаг времени.

Рекомендована кафедрой экономики промышленности ИГТА. Поступила 25.09.02.

**Список статей, опубликованных
в 1...6 номерах журнала за 2002 год**

Экономика и организация производства

| | |
|---|------|
| <i>Кротов В.Н., Годунов Б.Н., Кузнецов Г.К.</i> Итоги и перспективы (к 70-летию КГТУ) | №1 |
| <i>Мокеева Н.С., Профорок Е.В.</i> Реинжиниринг организации технологических процессов швейного предприятия | №1 |
| <i>Горина С.В.</i> Организационно-экономическое совершенствование потоковых процессов в текстильном производстве | №2 |
| <i>Левковская Т.Н., Николаева Н.Е.</i> Методика учета затрат производства льноволокна по системе "директ-костинг" с использованием методологии структурного анализа и проектирования (SADT) | №2 |
| <i>Иродова Е.Е.</i> Текстильные компании в Ивановском регионе: специфика адаптации и противоречия развития | №2 |
| <i>Бездудный Ф.Ф., Фрадина Т.И., Титова М.Н.</i> Варианты инвестиционной политики в текстильной промышленности | №3 |
| <i>Иродова Е.Е.</i> Акционерные предприятия в текстиле: экономический потенциал и нереализованные возможности | №3 |
| <i>Темнова Н.К.</i> Бенчмаркинг: инновационные подходы к использованию коммерческого потенциала текстильных предприятий | №4-5 |
| <i>Ульянова О.Б.</i> Мотивация оплаты труда в текстильной отрасли как фактор снижения издержек производства | №4-5 |
| <i>Лифшиц А.С.</i> Измерение потенциала управленческой команды – условие повышения эффективности менеджмента на текстильных предприятиях | №4-5 |
| <i>Грузинцева Н.А., Сташева М.А., Гусев Б.Н.</i> Методика оценки конкурентоспособности тканей | №6 |

Текстильное материаловедение

| | |
|---|------|
| <i>Зубко Д.П., Коробов Н.А., Гусев Б.Н.</i> Компьютерное исследование поверхности крученой пряжи .. | №1 |
| <i>Шустов Ю.С.</i> Определение разрывной нагрузки хлопчатобумажной пряжи кольцевого способа прядения | №1 |
| <i>Томенев Ю.Я., Воронцова Н.В., Мухамеджанов Г.К.</i> Исследование фильтрационных свойств нетканых фильтровальных материалов после их термообработки | №1 |
| <i>Грибинча В., Кирицэ М., Маня Л., Суфицкий П.</i> Исследование влияния термической обработки на деформацию армированных нитей | №1 |
| <i>Макаров А.Г.</i> Определение аналитической взаимосвязи нормированных ядер релаксации и ползучести текстильных материалов | №2 |
| <i>Дмитриев О.Ю.</i> Определение параметров четырехэлементной модели механических свойств текстильных материалов | №2 |
| <i>Труевцев Н.Н., Легезина Г.И., Петрова Л.Н., Галахов А.В.</i> Исследование деформационных свойств льносодержащей пряжи различных способов прядения | №2 |
| <i>Сталевич А.М., Макаров А.Г.</i> Прогнозирование восстановительного деформационного процесса и обратной релаксации полимерных материалов | №3 |
| <i>Шустов Ю.С.</i> Определение разрывной нагрузки хлопчатобумажной пряжи пневмомеханического способа прядения | №3 |
| <i>Федосова Н.М., Пашин Е.Л.</i> Исследование технологических свойств волокон льна-межеумка | №3 |
| <i>Сташева М.А., Коробов Н.А., Гусев Б.Н.</i> Разработка экспресс-метода компьютерного измерения показателей заполнения и пористости ткани | №3 |
| <i>Васильева Н.О., Нечушкина Е.А., Степень Р.А.</i> Эколого-эргономические критерии нормирования показателей качества текстильных материалов | №3 |
| <i>Сталевич А.М., Макаров А.Г., Саидов Е.Д.</i> Упругие компоненты диаграммы растяжения синтетической нити | №4-5 |
| <i>Шустов Ю.С.</i> Выявление зависимости разрывной нагрузки хлопчатобумажных тканей от показателей ее строения | №4-5 |

| | |
|--|------|
| <i>Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н., Коробов Н.А.</i> Проектирование новых показателей протяженности волокон | №4-5 |
| <i>Акулова А.Э., Давыдов А.Ф., Строганов Б.Б.</i> Исследование свойств многослойного трикотажа из разных видов нитей | №4-5 |
| <i>Костюкова Ю.А., Смирнова Н.А., Корабельников А.Р.</i> Определение анизотропии сминаемости текстильных материалов | №4-5 |
| <i>Лунькова С.В., Буторина Н.В., Шувалова Е.Н., Зяблов А.В.</i> Определение качества смешанной пряжи | №6 |
| <i>Верняева И.Л., Коржева И.А.</i> Исследование свойств комбинированных нитей специального назначения | №6 |
| <i>Шустов Ю.С.</i> Определение взаимосвязи разрывного удлинения с показателями структуры хлопчатобумажной ткани | №6 |
| <i>Федосеева О.Ю., Стельмащенко В.И., Жихарев А.П.</i> Исследование износостойкости комплексных текстильных обивочных материалов | №6 |

Первичная обработка. Сырье

| | |
|--|------|
| <i>Вихарев С.М., Лапшин А.Б., Пашин Е.Л.</i> Влияние поперечной деформации пряжи сырца на степень ее нагружения при трепании | №1 |
| <i>Новиков Э.В., Смирнов Б.И.</i> Обоснование параметров и характеристик процесса одностороннего чесания трепаного льна | №1 |
| <i>Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Ширяев А.В.</i> Выбор рациональных параметров питающего устройства установки для обработки модифицированного льняного волокна | №2 |
| <i>Дроздов Ю.В., Пашин Е.Л., Лапшин А.Б.</i> Метод контроля параметров стеблей льна в слое | №2 |
| <i>Очилов Т.А., Алимова Х.А., Бурнашев Р.З.</i> Проблемы снижения поврежденности хлопка в технологии первичной переработки | №3 |
| <i>Дьячков В.А.</i> К вопросу о силах, действующих на прядь в процессе трепания | №4-5 |
| <i>Вихарев С.М., Лапшин А.Б., Пашин Е.Л.</i> Влияние поперечной деформации прядей льносырца на силу натяжения при трепании | №4-5 |
| <i>Корабельников А.Р., Корабельников Р.В.</i> Получение короткоштапельного льняного волокна из отходов трепания методом разрыва | №4-5 |
| <i>Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Корабельников Р.В.</i> Процесс ударного взаимодействия частицы волокна с рабочим органом | №6 |
| <i>Дьячков В.А.</i> Об изменении угловой ориентации стеблей при утонении слоя | №6 |

Прядение

| | |
|---|------|
| <i>Павлов К.Ю., Павлов Ю.В.</i> Основы методики исследования неподвижных выюрков | №1 |
| <i>Палочкин С.В.</i> Математическое моделирование процесса переработки некрученной обвитой льняной ровницы в вытяжном приборе прядильной машины | №2 |
| <i>Бельшев Б.Е., Грязнова Е.В., Шепелев А.В.</i> Динамика распределения температуры растительной примеси при очистке шерстяной ленты оптическим излучением | №2 |
| <i>Чистобородов Г.И., Аврелькин В.А., Роньжсин В.И.</i> Определение максимального угла кручения продукта | №2 |
| <i>Цымаркина О.Н., Кузнецов Ю.И., Шурыгина Н.В.</i> Разработка технологии получения пряжи из регенерируемого волокна СВМ в смеси с шерстью (нитроном) по аппаратной системе прядения шерсти | №2 |
| <i>Капитанов А.Ф., Трускова Н.В.</i> Силы, действующие на волокна в вытяжном приборе с круглым гребнем | №3 |
| <i>Роньжсин В.И., Аврелькин В.А., Лапшин В.Г.</i> Исследование напряжения поля сил трения в промежуточной зоне выгибывания | №3 |
| <i>Павлов С.В.</i> Определение эффективности прядильного перехода кольцевого способа прядения | №3 |
| <i>Аврелькин В.А., Роньжсин В.И., Шагинов А.В.</i> Определение нормального давления в ремешковом зажиме | №4-5 |
| <i>Никифорова Е.Н., Лапшин В.Г., Жарова Н.Г.</i> О скольжении продуктов прядения на конической поверхности по спирали | №4-5 |
| <i>Абазян В.Р., Красик Я.М., Хосровян Г.А.</i> Расчет процесса волоконоочистки в зоне открытой поверхности приемного барабана | №4-5 |
| <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 | №4-5 |
| <i>Бархоткин Ю.К.</i> Крутящий момент идеальной пряжи | №4-5 |
| <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 | №4-5 |

| | |
|---|----|
| <i>Чистобородов Г.И., Аврелькин В.А., Роньжин В.И., Латшин В.Г.</i> Определение нагрузки на нажимной валик вытяжного прибора | №6 |
| <i>Битус Е.И.</i> Моделирование рассортировки волокон шерсти по длине при гребнечесании с учетом их разрыва | №6 |
| <i>Капитанов А.Ф., Павлюченко Е.В.</i> Конфигурация волокна | №6 |
| <i>Томин Н.Г., Ларин И.Ю., Посылина Е.А.</i> Об одной математической модели процесса изменения крутки при пневмомеханическом прядении | №6 |
| <i>Бархоткин Ю.К.</i> Форма и натяжение баллонировуемой нити на кольцевой прядильной машине | №6 |

Ткачество

| | |
|--|------|
| <i>Маховер В.Л., Корягин Е.П., Сокерин Н.М.</i> Влияние распределения обрывов по длине шпуляричника на производительность и величину оптимальной ставки при партионном сновании | №1 |
| <i>Конов А.Н., Красноселова В.В., Савельева А.А., Сеницын В.А.</i> Формулы для расчета числа нитей утка в уплотненной полосе узорчатой ткани | №1 |
| <i>Степанов С.Г., Салихова А.Х., Степанов Г.В.</i> Натяжение нитей в тканях главных переплетений | |
| <i>Полякова Л.П., Примаченко Б. М.</i> Метод отображения однослойного переплетения на ось действительных чисел | №1 |
| <i>Кузнецова С.М.</i> Оптимизация процесса изготовления ткани комбинированного переплетения с эффектом переменной плотности | №1 |
| <i>Селиверстов В.Ю., Тягунов В.А., Лисс Л.В., Карлюк И.Ю.</i> Анализ свойств тканей, выработанных с модернизированным товарным регулятором | №1 |
| <i>Слостина Г.Л., Сумарукова Р.И.</i> Метод оценки стойкости ткани к раздвигаемости на стадии ее проектирования | №1 |
| <i>Малецкая С.В.</i> Кодирование ткацкого навоя | №2 |
| <i>Дюковская Т.В., Буторина Н.В., Гусев Б.Н.</i> Построение комплексного показателя качества процесса шлихтования | №2 |
| <i>Степанов С.Г., Степанов Г.В.</i> Динамика прибое утка | №2 |
| <i>Кулида Н.А.</i> Влияние типа нитенатяжного прибора на неравномерность натяжения нитей при сновании | №2 |
| <i>Маховер В.Л., Тихановская Л. Б.</i> Двойная оптимизация процесса партионного снования | №3 |
| <i>Степанов С. Г., Сокерин Н. М., Степанов Г.В.</i> О прибое утка | №3 |
| <i>Конов А.Н., Красноселова В.В., Сеницын В.А.</i> Оптимизация процесса изготовления ткани с эффектом переменной плотности | №3 |
| <i>Карева Т.Ю.</i> Определение величины изгиба нитей основы в тканях новых структур на основе линейной теории изгиба | №3 |
| <i>Бобылькова И.С., Маховер В.Л., Булыгин А.В.</i> Изменение натяжения нитей по линии их заправки в выпускной зоне шлихтовальной машины | №4-5 |
| <i>Брут-Бруляко А.Б., Ступников А.Н.</i> Влияние положения початка и скорости перематывания на натяжение льняной пряжи | №4-5 |
| <i>Савельева А.А., Красноселова В.В., Сеницын В.А.</i> Исследование коэффициента жесткости системы заправки ткацкого станка при изготовлении ткани с эффектом переменной плотности по утку | №4-5 |
| <i>Тягунов В.А., Ступников А.Н., Плаксин Е.Б.</i> Исследование перемещения опушки ткани и изменения натяжения основных нитей после останова ткацкого станка | №4-5 |
| <i>Малецкая С.В.</i> Кодирование раппорта цвета по утку | №6 |
| <i>Бобылькова И.С., Маховер В.Л.</i> Влияние рассеивающего механизма на деформацию нитей в выпускной зоне шлихтовальной машины | №6 |
| <i>Лисаковский А.Н., Васильченко В.Н., Апокин Ц.В.</i> Влияние плотности по утку и вида переплетения на процесс формирования базальтовой ткани | №6 |

Отделка

| | |
|---|----|
| <i>Пряжникова В.Г., Козлова О.В., Мельников Б.Н.</i> Роль сольватационно-экстракционного фактора при отварке текстильного материала | №1 |
| <i>Кокорина Л.Ю., Губина С.М., Стокозенко В.Г.</i> Новые редокс-системы для восстановления кубовых красителей в условиях совмещенного процесса котонизации и крашения льноволокна | №1 |
| <i>Одинцова О.И., Дозадкина Н.А., Смирнова О.К., Куваева Е.Ю., Мельников Б.Н.</i> Интенсификация процесса крашения хлопчатобумажных тканей сернистыми красителями | №1 |
| <i>Гарцева Л.А., Герасимов М.Н., Денисенко В.П., Логинов С.В.</i> Экспериментальная оценка целесообразности использования озона в процессах отделки текстильных материалов | №1 |
| <i>Ильин А.В., Дымникова Н.С., Баранов А.В., Орлова В.Д.</i> Новые загущающие композиции на основе древесной целлюлозы для печати хлопчатобумажных тканей активными красителями | №2 |

| | |
|---|------|
| <i>Владимирцева Е.Л., Никифоров А.Л., Лецева О.А.</i> Использование энергии ТВЧ в процессе беле- ния хлопчатобумажных текстильных материалов | №2 |
| <i>Мирошниченко И.Б., Алимова Х.А., Ташпулатов Ю.Т., Федорова Н.А.</i> Исследование процесса цве- тообразования на натуральном шелке, обрабатываемом методом диазотирования | №2 |
| <i>Куликова М.А., Станкевич Г.С., Королев В.К., Грукова О.П., Данишинов А.П.</i> Изучение колористи- ческих характеристик окрасок, получаемых на разных текстильных материалах синтезированными красителями | №2 |
| <i>Куваева Е.Ю., Одинцова О.И., Мельников Б.Н.</i> Совершенствование технологии упрочнения окрасок текстильных материалов | №3 |
| <i>Липатова И.М., Макарова Л.И., Лосев Н.В., Юсова А.А., Морыганов А.П.</i> Использование крах- мально-синтетической закрепляющей композиции в пигментной печати | №3 |
| <i>Максимовская И.А., Белокурова О.А., Щеглова Т.Л., Мельников Б.Н.</i> Применение липосомных препаратов в процессах пероксидного беления текстильных материалов | №3 |
| <i>Чешкова А.В., Шибашова С.Ю., Кузьмин А.В.</i> Безгипохлоритная технология беления льносоде- ржащих текстильных материалов | №4-5 |
| <i>Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В., Смирнова О.К.</i> Исследование эффективности использования диспергаторов нового поколения при крашении дисперсными красителями | №4-5 |
| <i>Бушуева И.В., Васильев В.В., Гарцева Л.А.</i> Выделение существенных факторов процесса термо- печатания методом случайного баланса | №4-5 |
| <i>Исмаилов Р.И., Тамбовцева Т.В., Аскарлов М.А.</i> Физико-механические свойства модифицирован- ных диацетатных волокон поличетвертичной солью N,N-диметиламиноэтилметакрилата | №4-5 |
| <i>Пряжникова В.Г., Козлова О.В., Мельников Б.Н.</i> Оценка моющих и смачивающих свойств неио- ногенных ПАВ в условиях отварки текстильного материала | №6 |
| <i>Петрова О.В., Буринская А.А., Жукова А.Н.</i> Интенсификация процесса крашения шерсти актив- ными красителями с использованием окислительно-восстановительных систем | №6 |

Технология нетканых материалов

| | |
|---|------|
| <i>Фролов В.Д., Печникова А.Г., Кахраманов Ф.Р., Дунаева Ю.В.</i> Технология обработки трудноочи- щаемых волокнистых отходов | №2 |
| <i>Фролов В.Д., Э. Оюунзая, Печникова А.Г.</i> Гидродинамические условия очистки шерсти в технологи- ческом процессе | №3 |
| <i>Барабанов Г.Л., Хорохонов М.А.</i> Прочность иглопробивных нетканых материалов из волокон с рез- ко отличающейся линейной плотностью | №3 |
| <i>Рахмани Д., Барабанов Г.Л.</i> Исследование некоторых свойств нетканого материала, полученного по комбинированной технологии | №4-5 |
| <i>Фролов В.Д., Дунаева Ю.В., Оюунзая Э., Печникова А.Г.</i> Технология обработки волокнистых от- ходов | №4-5 |
| <i>Фролов В.Д., Печникова А.Г., Дунаева Ю.В., Оюунзая Э.</i> Плоское деформированное состояние волокнистых смесей в процессе очистки | №6 |
| <i>Барабанов Г.Л., Бурибаева И.Н., Козырев И.В.</i> Влияние технологических параметров изготовле- ния нетканых материалов на их теплофизические свойства | №6 |

Трикотажное производство

| | |
|--|------|
| <i>Фролов В.Д., Голубева О.А., Кахраманов Ф.Р., Роньжсин В.И., Смирнова Т.В.</i> Теоретическое обос- нование напряжений компенсирующего устройства в процессе формирования трикотажного перепле- тения | №1 |
| <i>Зимина Е.М., Кудрявин Л.А.</i> Разработка алгоритма проектирования основовязаного трикотажа комбинированного уточно-платированного переплетения | №1 |
| <i>Чубай Л.Г., Колесникова Е.Н., Муракаева Т.В., Андреев А.Ф.</i> Матрица контроля процессов петле- образования | №1 |
| <i>Зиновьева В.А., Морозова Л.В.</i> О классификации основовязанных переплетений | №2 |
| <i>Зиновьева В.А., Морозова Л.В.</i> О классификации основовязанных переплетений | №3 |
| <i>Зимина Е.М., Кудрявин Л.А.</i> Оценка способности основовязаного бикомпонентного трикотажа к поглощению и передаче влаги | №4-5 |
| <i>Труевцев А.В.</i> Модель петли Далидовича в свете современных теоретических представлений (к 100-летию со дня рождения проф. А.С.Далидовича) | №4-5 |
| <i>Кудрявин Л.А., Бондарева М.В.</i> Структура и свойства трикотажа накладных пресс-жаккардовых переплетений | №6 |
| <i>Цитович И.Г., Шемякина Л.М.</i> Новые возможности художественного оформления трикотажных полотен и повышение эффективности производства | №6 |

Швейное производство

| | |
|--|------|
| <i>Молькова И.В., Виноградов А.А., Куликов В.П., Веселов В.В.</i> Математическая модель теплового сопротивления пакета изделия специального назначения | №1 |
| <i>Куликов Б.П., Хренов В.И., Костин Ю.А.</i> Разработка методики исследования фильтрации воздуха через пакеты одежды | №2 |
| <i>Логинова Н.Н., Кузьмичев В.Е., Саблина Е.Н., Сурикова Г.И.</i> Определение взаимосогласованных конструктивных параметров в изделиях покроя реглан | №3 |
| <i>Любимова Ю.В., Кузьмичев В.Е.</i> Прогнозирование пространственной формы узлов одежды | №4-5 |
| <i>Покровская Е.П., Метелева О.В., Веселов В.В.</i> Сравнительный анализ свойств герметизированных швов водонепроницаемых изделий | №4-5 |
| <i>Кузьмичев В.Е., У. Цзюнь.</i> Обоснование критериев оценки качества конструкций брюк | №4-5 |
| <i>Кузьмичев В.Е., У.Цзюнь.</i> Аналитический расчет нижнего переднезаднего баланса по шаговым линиям брюк | №6 |
| <i>Комиссаров И.И.</i> О формировании рациональной номенклатуры манекенов одежды | №6 |

Текстильные машины и аппараты

| | |
|---|------|
| <i>Кочетов О.С., Сажин Б.С., Павлов Д.А., Шатрова Н.В.</i> Расчет на ПЭВМ систем виброизоляции для ткацких станков, установленных на абсолютно жестком основании | №1 |
| <i>Муницин А.И.</i> Динамическая устойчивость нити переменной длины | №1 |
| <i>Анашкина Е.В., Бахматов К.И., Мазин Л.С.</i> Математическая модель движения платины в замке вязального механизма кругловязальной машины с переменной отбойной плоскостью | №1 |
| <i>Жданов А.С., Виноградов Б.Н., Саган И.А.</i> Влияние продольных колебаний нитеводителя на его кинематические характеристики | №1 |
| <i>Кузнецов Г.К., Саввин О.А., Титов С.Н.</i> О взаимодействии ткани с роликами в текстильных машинах | №2 |
| <i>Кочетов О.С.</i> Методика расчета виброизоляторов рессорного типа для ткацких станков | №2 |
| <i>Ушакова Н.Л., Рыжков А.А., Манько Г.А.</i> Метод оценки конструкций машин перехода кипа – чесальная лента | №2 |
| <i>Анашкина Е.В., Бахматов К.И., Мазин Л.С.</i> Синтез законов движения платины в замках вязального механизма с переменной отбойной плоскостью | №2 |
| <i>Городисский Л.Г., Кузнецов Г.К.</i> "Самоторможение" в валковых механизмах | №3 |
| <i>Чистобородов Г.И., Никифорова Е.Н., Лапшин В.Г.</i> Регулирование удельного давления текстильного материала на направляющую поверхность | №3 |
| <i>Гао Бинь, Суров В. А.</i> Статика деформированной уточной металлонити | №3 |
| <i>Сигачева В.В., Фарафонтнова О.В.</i> Исследование динамики системы скало - основные нити - ремизы ткацкого станка СТБ | №3 |
| <i>Пчелин И.К., Котин В.В.</i> Колебания бобинодержателя при случайных возмущениях | №4-5 |
| <i>Буреев С.К.</i> Определение сил, действующих на язычок трикотажной иглы при прессовании | №4-5 |
| <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 | №4-5 |
| <i>Прошков А.Ф.</i> Проектирование прецизионного наматывающего устройства | №4-5 |
| <i>Гао Бинь, Суров В.А.</i> Статика взаимодействия основы, утка и берда при формировании тканой металлосетки | №4-5 |
| <i>Григорьев А.В., Терентьев В.И., Григорьев Е.В.</i> Динамический анализ механизмов ремизного движения ткацких станков СТБ с использованием теории механических цепей | №6 |
| <i>Волчков О.М., Ковальский П.Г., Травин Г.М.</i> Анализ характера взаимосвязи рабочих органов и технологической оснастки текстильных машин | №6 |
| <i>Ушакова Н.Л.</i> Выбор количества и типа очищающих машин в поточной линии | №6 |
| <i>Ярыгин В.С.</i> Метод расчета упругопластической пластины с трещиной | №6 |
| <i>Абрамов С.М., Васенев Н.Ф.</i> Структурная оптимизация валичной зоны чесания на модернизированной чесальной машине ЧМД-4 | №6 |

Автоматизация технологических процессов

| | |
|--|----|
| <i>Романов В.Е., Жабко А.П., Климов В.А.</i> Развитие прикладной теории динамики гибкой нити на случай дополнения колебаний осредненным направленным движением нити как технологического объекта | №1 |
| <i>Саакян Р. Р.</i> Коррекция расчетной схемы построения динамики нити при совместном учете продольных и поперечных колебаний | №1 |

| | |
|--|------|
| <i>Петров А.В.</i> Электростатический датчик с неподвижными компланарными пластинами | №1 |
| <i>Сажин Б.С., Тюрин М.П., Богородский Ю.Л.</i> Сорбционно-кондуктометрический датчик влажности | №2 |
| <i>Саакян Р.Р., Жабко А.П.</i> Расчет наблюдаемой функции на выходе высокочастотной испытательной установки | №2 |
| <i>Голубев А.Н., Игнатенко С.В., Лопатин П.Н.</i> Многофазный асинхронный электропривод для кольцепрядильных машин | №3 |
| <i>Петелин Д.П., Макаров А.А., Румянцев Ю.Д., Пименова Е.Л.</i> Исследование колебательных процессов в автоматической системе тиристорный преобразователь частоты – синхронный двигатель с постоянными магнитами | №4-5 |

Экология и промтеплоэнергетика

| | |
|---|------|
| <i>Кошелева М.К., Щеголев А.А., Реутский В.А.</i> Повышение эффективности процесса промывки хлопчатобумажных тканей после мерсеризации с использованием ультразвука | №1 |
| <i>Сажина М.Б., Углов В.А.</i> Экспериментальное исследование режима кольцевого слоя в аппаратах ВЗП | №2 |
| <i>Егорова Н.Е., Ясинский Ф.Н.</i> Математическое моделирование рассеивания пыли в турбулентном воздушном потоке | №2 |
| <i>Сажин Б.С., Тюрин М.П.</i> Исследование процесса теплообмена в вихревом смесительном аппарате | №3 |
| <i>Кошелева М.И., Щеголев А.А., Реутский В.А.</i> Исследование и расчет процесса промывки хлопчатобумажных тканей после печати активными кубовыми и азодными красителями | №3 |
| <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 | №4-5 |
| <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 | №4-5 |
| <i>Корнюхин И.П., Еремеева В.П.</i> Испарение жидкости с открытой поверхности при свободной конвекции | №6 |

Информационные технологии

| | |
|---|------|
| <i>Пекунов В.В., Ясинский Ф.Н.</i> О математическом моделировании экологических процессов в воздушной среде | №1 |
| <i>Воронов М.В.</i> Проблемы формализации технологических знаний. | №2 |
| <i>Мокеева Н.С., Профорок Е.В., Заев В.А., Зыбарева А.А.</i> Методология имитационного моделирования гибких швейных потоков модульного типа | №2 |
| <i>Севостьянов А.Г., Карташова Е.Н.</i> Исследование свойств ткани двухфакторным дисперсионным анализом с качественно-количественными уровнями факторов | №3 |
| <i>Мокеева Н.С., Профорок Е.В., Заев В.А., Зыбарева А.А.</i> Методология имитационного моделирования гибких швейных потоков модульного типа | №3 |
| <i>Малецкая С.В.</i> Автоматизированный метод проектирования раппорта цвета по утку | №3 |
| <i>Грачев А.В., Исанчури Р.Е.</i> Система архивации и анализа многофакторных текстильных технологических экспериментов | №4-5 |
| <i>Грачев А.В., Исанчури Р.Е.</i> Использование системы архивации и анализа многофакторных текстильных технологических экспериментов | №4-5 |
| <i>Колесникова Е.Н., Черданцева Т.Ю.</i> Проектирование технологии изготовления верхних трикотажных изделий с использованием математических методов | №6 |

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

| | |
|---|----|
| <i>Латышев В.Н.</i> Исследование влияния кислорода на процесс резания металлов | №1 |
| <i>Горохова О.Ю.</i> Исследование влагопоглощающих свойств бикомпонентных трикотажных полотен с рисунчатými эффектами для функциональной одежды | №1 |
| <i>Дьячков В.А.</i> Обеспечение необходимой геометрии зубьев утоняющих дисков слоеформирующих машин | №1 |
| <i>Пирогов Константин Михайлович</i> | №1 |
| <i>Поздравляем лауреатов!</i> | №1 |
| <i>Сташева М.А., Ефимова О.Г., Саакян Н.В., Скурихина Н.Е.</i> Совершенствование номенклатуры показателей шелковых тканей для оценки качества | №2 |
| <i>Брут-Бруляко А.Б., Ступников А.Н.</i> Исследование натяжения льняной пряжи в зависимости от скорости снования | №2 |

| | |
|---|------|
| <i>Бурова В.А.</i> Исследование методов определения осыпаемости тканей | №2 |
| <i>Труевцев А.В.</i> Заседание текстильного коллоквиума (к 100-летию А.С. Далидовича) | №2 |
| <i>Кротов В.Н., Годунов Б.Н., Кузнецов Г.К., Корабельников Р.В.</i> Становление и развитие научных исследований в Костромском государственном технологическом университете (к 70-летию КГТУ) | №2 |
| <i>Смирнова Н.А., Воронова Л.В., Латшин В.В.</i> Оценка показателя живости ткани | №3 |
| <i>Темнова Н.К., Архалова В.В.</i> Полипропиленовые волокна: сырьевой ресурсный потенциал отечественного текстиля | №3 |
| <i>Верняева И.Л., Шаповалюк Е.В.</i> Исследование адгезионных свойств стеклоровингов для получения комбинированной нити | №3 |
| <i>Кузнецова О.А.</i> Памятные даты текстильного дела в России | №3 |
| <i>Назарова М.В.</i> Разработка метода автоматизированного патронирования жаккардовых тканей | №4-5 |
| <i>Сергеенков А.П., Шишигина А.Ю.</i> Исследование прочности холстопршивного полотна | №4-5 |
| <i>Игонина М.А., Севостьянов П.А.</i> Компьютерное проектирование трикотажных полотен из многоцветной пряжи | №4-5 |
| <i>Корабельников Р.В., Верняева И.Л.</i> Деформационная модель комбинированной нити | №4-5 |
| <i>Коломейцева Э.А., Побединский В.С.</i> Использование УФ-излучения для фотоактивации процесса беления льносодержащих тканей | №4-5 |
| <i>Кузнецова О.А.</i> Технология формирования мануфактурного предпринимательства. Историческая ретроспектива | №4-5 |
| <i>Смирнова Н.А., Денисова О.И.</i> Прогнозирование формовочной способности льняных тканей для одежды | №6 |
| <i>Побединский В.С., Телегин Ф.Ю.</i> Моделирование цвета при крашении хлопчатобумажных тканей кубозолями по фотохимическому способу | №6 |
| <i>Курач С.И., Кабанов С.М.</i> Теоретическое обоснование аэродинамики фазового сорочистителя для текстильных машин | №6 |
| <i>Темнова Н.К.</i> Понятие "потенциал" как организационно-экономическая категория | №6 |
| <i>Ульянова О.Б.</i> Концепция рыночной стратегии управления производственной мощностью текстильного предприятия | №6 |

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

| | |
|---|---|
| <i>Грузинцева Н.А., Сташева М.А., Гусев Б.Н.</i> Методика оценки конкурентоспособности тканей | 3 |
|---|---|

Текстильное материаловедение

| | |
|--|----|
| <i>Лунькова С.В., Буторина Н.В., Шувалова Е.Н., Зяблов А.В.</i> Определение качества смешанной пряжи | 6 |
| <i>Верняева И.Л., Коржева И.А.</i> Исследование свойств комбинированных нитей специального назначения | 9 |
| <i>Шустов Ю.С.</i> Определение взаимосвязи разрывного удлинения с показателями структуры хлопчатобумажной ткани | 11 |
| <i>Федосеева О.Ю., Стельмашенко В.И., Жихарев А.П.</i> Исследование износостойкости комплексных текстильных обивочных материалов | 14 |

Первичная обработка. Сырье

| | |
|---|----|
| <i>Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Корабельников Р.В.</i> Процесс ударного взаимодействия частицы волокна с рабочим органом | 17 |
| <i>Дьячков В.А.</i> Об Изменении угловой ориентации стеблей при утонении слоя | 20 |

Прядение

| | |
|---|----|
| <i>Чистобородов Г.И., Аврелькин В.А., Роньжин В.И., Латшин В.Г.</i> Определение нагрузки на нажимной валик вытяжного прибора | 24 |
| <i>Битус Е.И.</i> Моделирование рассортировки волокон шерсти по длине при гребнечесании с учетом их разрыва | 28 |
| <i>Капитанов А.Ф., Павлюченко Е.В.</i> Конфигурация волокна | 33 |
| <i>Томин Н.Г., Ларин И.Ю., Посылина Е.А.</i> Об одной математической модели процесса изменения крутки при пневмомеханическом прядении | 36 |
| <i>Бархоткин Ю.К.</i> Форма и натяжение баллонизирующей нити на кольцевой прядильной машине | 39 |

Ткачество

| | |
|--|----|
| <i>Малецкая С.В.</i> Кодирование раппорта цвета по утку | 43 |
| <i>Бобылькова И.С., Маховер В.Л.</i> Влияние рассеивающего механизма на деформацию нитей в выпускной зоне шпиктовальной машины | 45 |
| <i>Лисаковский А.Н., Васильченко В.Н., Апокин Ц.В.</i> Влияние плотности по утку и вида переплетения на процесс формирования базальтовой ткани | 49 |

Отделка

| | |
|---|----|
| <i>Пряжникова В.Г., Козлова О.В., Мельников Б.Н.</i> Оценка моющих и смачивающих свойств неионогенных ПАВ в условиях отварки текстильного материала | 54 |
| <i>Петрова О.В., Буринская А.А., Жукова А.Н.</i> Интенсификация процесса крашения шерсти активными красителями с использованием окислительно-восстановительных систем | 57 |

Технология нетканых материалов

| | |
|--|----|
| <i>Фролов В.Д., Печникова А.Г., Дунаева Ю.В., Э. Оюунзая</i> Плоское деформированное состояние волокнистых смесей в процессе очистки | 61 |
| <i>Барабанов Г.Л., Бурибаева И.Н., Козырев И.В.</i> Влияние технологических параметров изготовления нетканых материалов на их теплофизические свойства | 65 |

Трикотажное производство

| | |
|--|----|
| <i>Кудрявин Л.А., Бондарева М.В.</i> Структура и свойства трикотажа накладных пресс-жаккардовых переплетений | 68 |
| <i>Цитович И.Г., Шемякина Л.М.</i> Новые возможности художественного оформления трикотажных полотен и повышение эффективности производства | 70 |

Швейное производство

| | |
|---|----|
| <i>Кузьмичев В.Е., У Цзюнь</i> Аналитический расчет нижнего переднезаднего баланса по шаговым линиям брюк | 74 |
| <i>Комиссаров И.И.</i> О формировании рациональной номенклатуры манекенов одежды | 78 |

Текстильные машины и аппараты

| | |
|--|----|
| <i>Григорьев А.В., Терентьев В.И., Григорьев Е.В.</i> Динамический анализ механизмов ремизного движения ткацких станков СТБ с использованием теории механических цепей | 81 |
| <i>Волчков О.М., Ковальский П.Г., Травин Г.М.</i> Анализ характера взаимосвязи рабочих органов и технологической оснастки текстильных машин | 85 |
| <i>Ушакова Н.Л.</i> Выбор количества и типа очищающих машин в поточной линии | 87 |
| <i>Ярыгин В.С.</i> Метод расчета упругопластической пластины с трещиной | 91 |
| <i>Абрамов С.М., Васенев Н.Ф.</i> Структурная оптимизация валичной зоны чесания на модернизированной чесальной машине ЧМД-4 | 94 |

Экология и промтеплоэнергетика

| | |
|---|----|
| <i>Корнюхин И.П., Еремеева В.П.</i> Испарение жидкости с открытой поверхности при свободной конвекции | 98 |
|---|----|

Информационные технологии

| | |
|---|-----|
| <i>Колесникова Е.Н., Черданцева Т.Ю.</i> Проектирование технологии изготовления верхних трикотажных изделий с использованием математических методов | 103 |
|---|-----|

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

| | |
|--|-----|
| <i>Смирнова Н.А., Денисова О.И.</i> Прогнозирование формовочной способности льняных тканей для одежды | 107 |
| <i>Побединский В.С., Телегин Ф.Ю.</i> Моделирование цвета при крашении хлопчатобумажных тканей кубозолями по фотохимическому способу | 108 |
| <i>Курач С.И., Кабанов С.М.</i> Теоретическое обоснование аэродинамики фазового сороочистителя для текстильных машин | 113 |
| <i>Темнова Н.К.</i> Понятие "потенциал" как организационно-экономическая категория | 116 |
| <i>Ульянова О.Б.</i> Концепция рыночной стратегии управления производственной мощностью текстильного предприятия | 118 |
| Список статей, опубликованных в 1...6 номерах журнала за 2002 год | 120 |