

Министерство образования
Российской Федерации

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 6 (258)
2000**

Издание Ивановской государственной текстильной академии

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *В.В. ЗРЮКИН.*

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

Члены редколлегии: *Х.А. АЛИМОВА, Н.М. АШНИН, В.Н. БЛИНИЧЕВ, Р.З. БУРНАШЕВ, 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, А.В. СЕНАХОВ, В.И. ТЕРЕНТЬЕВ, Н.Н. ТРУЕВЦЕВ, В.А. УГЛОВ, В.Д. ФРОЛОВ, И.Г. ЦИТОВИЧ, Л.П. ШЕРШНЕВА, В.П. ЩЕРБАКОВ, Ф.Н. ЯСИНСКИЙ.*

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ.*

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

Тел.: (0932) 35-78-87. Факс: (0932) 415088.

E-mail: root@igta.asinet.ivanovo.su

http://education.ivanovo.ru/IGTA

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.12.00. Подписано в печать 03.01.2001. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 10,5 усл.-печ. л.; 10,625 усл. кр.-отт.; 15,435 уч.-изд. л. Заказ 3554.

Тираж 450 экз.

Ивановская областная типография Министерства Российской Федерации
по делам печати, радиовещания и средств массовых коммуникаций.
153008, г. Иваново, ул. Типографская, 6.

© «Известия вузов. Технология текстильной промышленности», 2001

УДК 677.021.16/022:658.511

**ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

С.В. ПАВЛОВ, Н.В. БУТОРИНА, Б.Н. ГУСЕВ

**(Ивановская государственная текстильная академия,
ЗАО ФПК “Чайковский текстильный дом”)**

Конкретным объектом исследования служил технологический процесс кардочесания хлопковых волокон. С учетом анализа сущности данного процесса [1] в табл.1 приведен перечень основных пер-

вичных свойств сырьевого потока и их наиболее информативные количественные показатели с учетом известных прямых и косвенных методов измерения.

Т а б л и ц а 1

Первичные свойства	Наименование показателя
Продукта	
Засоренность	Содержание волокнистых пороков и сорных примесей U , %
Плотность	Линейная плотность T , ктекс
Неравномерность по толщине	Коэффициент вариации по линейной плотности C_T , %
Волокна	
Соединенность	Содержание неразработанных комплексов волокон f , кол/г
Разориентированность	Угол ориентации β°
Изогнутость	Абсолютная распрямленность L^* , мм
Протяженность	Штапельная массодлина $L_{шт}$, мм
Прочность	Удельная разрывная нагрузка P_y , сН/текс
Электризация	Поверхностная плотность заряда σ , Кл/см ²

В ходе дальнейшего анализа осуществляли переход от первичных свойств продукта к его вторичным свойствам (табл.2). При этом отмечали, что с учетом введенных понятий [2] вторичные свойства отражают дополнительную особенность материала и характеризуются изменением во времени своего первоначального состояния под воздействием различных факторов.

В процессе кардочесания волокнистый продукт подвергается механическому воздействию и его отдельные вторичные свойства могут иметь как позитивную, так и негативную направленность. Например, наряду с позитивным свойством очищаемости волокнистый продукт имеет негативное свойство – укорачиваемость волокна, связанное с повреждением последнего при механической обработке.

Вторичные свойства	Показатель Δx_i	Коэффициент весоности α_i	Значение показателя	
			измеренное Δx_i	нормативное $\ \Delta x_i\ $
Позитивные				
Разъединяемость	Δf	0,180	60,0	70,0
Очищаемость	ΔU	0,180	2,0	2,5
Ориентируемость	$\Delta \beta$	0,120	20,0	25,0
Утоняемость	ΔT	0,267	376,4	376,4
Распрямляемость	ΔL^*	0,140	8,4	10,0
Выравниваемость	ΔC_T	0,067	2,0	3,0
Негативные				
Укорачиваемость	$\Delta L_{\text{ш}}$	0,015	2,0	3,0
Ослабляемость	ΔP_y	0,026	2,4	1,5
Электризуемость	$\Delta \sigma$	0,003	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,1 \cdot 10^{-12}$

Коэффициент весоности для ранжирования показателей вторичных свойств формируемого волокнистого продукта находили аналитическим путем с помощью формулы

$$\alpha_i = \delta X_i / \sum_{i=1}^n \delta X_i, \quad (1)$$

где $\delta X = [(X_{\text{вых}})_i - (X_{\text{вх}})_i / (X_{\text{вх}})_i; (X_{\text{вх}})_i]$, $(X_{\text{вых}})_i$ – единичный показатель i -го вторичного свойства соответственно входного и выходного продукта.

Корректность использования выражения (1) обоснована тем, что время измерения оцениваемых свойств в процессе кардочесания постоянно. Следовательно, величина относительного изменения показателя отдельного вторичного свойства является мерой его весоности. Результаты расчета коэффициентов весоности для позитивных и негативных свойств процесса кардочесания представлены в табл.2.

Комплексный показатель эффективности (для позитивных (n) свойств процесса) и неэффективности (для негативных (n) свойств процесса) строили с учетом арифметического способа усреднения на основании выражений

$$\mathcal{E}_n = \sum_{i=1}^k (\Delta X_i / \|\Delta X_i\|) \alpha_i, \quad (2)$$

$$\mathcal{E}_n = \sum_{i=1}^m (\|\Delta X_i\| / \Delta X_i) \alpha_i, \quad (3)$$

где $\mathcal{E}_n + \mathcal{E}_n = 1$ при $\Delta X_i = \|\Delta X_i\|$; $k + m = n$; k, m – число соответственно позитивных и негативных свойств.

Уровень абсолютной эффективности технологического процесса кардочесания определяли из условия

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_n - \mathcal{E}_h = 0,824 - 0,046 = 0,778.$$

Таким образом, комплексный показатель абсолютной технологической эффективности позволяет объективно оценивать реальную эффективность любого технологического процесса.

ВЫВОДЫ

Предложена и обоснована методика построения комплексного показателя эффек-

тивности технологического процесса на основе учета изменения показателей вторичных свойств сырьевого потока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прядение хлопка и химических волокон (проектирование смесей, приготовление холстов, чесальной и гребенной ленты) / И.Г. Борзунов и др. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
2. Гусев Б.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №2. С.9...11.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения ИГТА. Поступила 08.09.00.

УДК 535.42

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАУНГОФЕРОВОЙ ДИФРАКЦИИ НА ДВИЖУЩЕЙСЯ КРУЧЕНОЙ НИТИ ИЗ ЧЕТНОГО ЧИСЛА СТРЕНГ

П.Г. ШЛЯХТЕНКО

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Ранее в [1] описана зависимость вида дифракционной картины от скрученности нити, полученной при исследовании малоугловой фраунгоферовой дифракции света гелий-неонового лазера. В [2] предложен новый оптический метод (более перспективный по сравнению с методом [4]), позволяющий по измеренным значениям параметров дифракционной картины одновременно проводить измерения таких параметров свойств нити, как крутка, четность числа стренг в скрученной нити, диаметр поперечного сечения и линейную скорость нити.

В [3] было высказано предположение, что различие в симметрии дифракционных картин, наблюдаемых для четного и нечетного числа стренг, обусловлено двумя типами симметрии профилей нити в рассматриваемых случаях. В [4] выполнен расчет дифракционных картин от двух наблюдаемых профилей нити при аппроксимации границ профилей соответствующими наборами точечных когерентных источников света, а в [5] осуществлен расчет фраунгоферовой дифракции от крученой нити для четного и нечетного числа стренг в приближении аппроксимации границ ее профиля отрезками прямых линий.

В настоящей работе приводится попытка теоретического обоснования предложенного в [2] метода измерения линейной скорости движения нити по измерению частоты основной гармоники повторения характеристик дифракционной картины. Это могут быть либо колебания, связанные с измерением интенсивности света в дифракционном максимуме, либо колебания,

связанные с периодическими изменениями в положении конкретного максимума.

Будем считать, что пучок когерентного света освещает N непрозрачных геометрических периодов нити, скрученной из четного числа стренг, перпендикулярно ее образующей, причем интенсивность света в пучке одинакова, а колебания в его поперечном сечении синфазны.

В соответствии с принципом Бабинне [6] дифракционная картина, наблюдаемая от непрозрачного экрана вне области прямого лазерного пучка, должна быть тождественна дифракционной картине, наблюдаемой для «дополнительного экрана», то есть экрана, отверстие в котором полностью геометрически соответствует непрозрачному экрану. Поэтому в расчете будем рассматривать дифракцию от плоского волнового фронта, ограниченного только площадью проекции нити – дифракцию от дополнительного к профилю исследуемой нити экрана.

В этом случае, как и в [5], пренебрежем вкладом в дифракцию отраженного от поверхности нити излучения и будем аппроксимировать синусоидальные границы реальной нити линейными зависимостями.

В соответствии с теорией Френеля-Кирхгофа [6] для любой светопропускающей структуры, периодической в направлении оси y с периодом T , интенсивность света в любой точке экрана $I(x, y)$ может быть рассчитана по формуле

$$I = I^1(x, y) [\sin(NY) / \sin Y]^2, \quad (1)$$

где N – число освещенных периодических структур; $Y = \pi T y / \lambda L$; L – расстояние от нити до экрана; I^1 – интенсивность света в рассматриваемой точке на экране, создаваемая одним периодическим звеном, зависящая от геометрии этого звена.

При движении нити в направлении образующей нити со скоростью v число освещаемых периодов будет сохраняться, но геометрия одного периода, фиксируемого в одном месте светового пятна, например, находящегося в центре светового пятна, будет изменяться, повторяясь через время $\Delta t = T/v$.

Ограничим нашу задачу расчетом дифракционных картин, наблюдаемых на экране от движущейся нити, в моменты времени: $t_1 = 0$ и $t_3 = T/(2v)$.

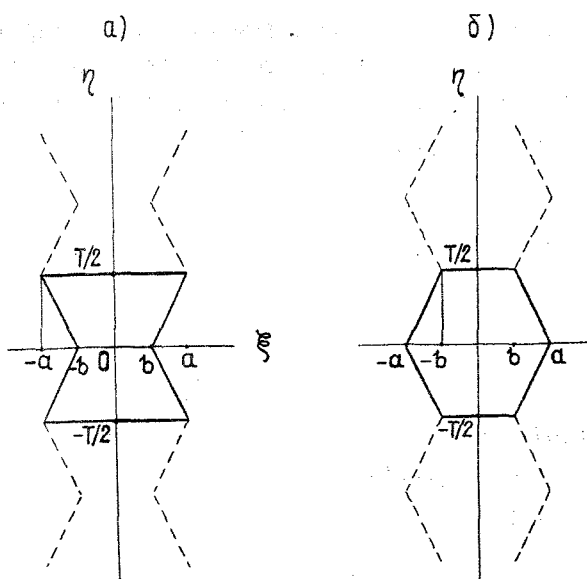


Рис. 1

На рис. 1-а, б изображены соответствующие этим моментам времени

$$U_1^1 = C \left[\int_0^{T/2} \exp(-ikq\eta) d\eta \int_{-2(a-b)\eta/T+a}^{-2(a-b)\eta/T+a} \exp(-ikp\xi) d\xi + \int_{-T/2}^0 \exp(-ikq\eta) d\eta \int_{-2(a-b)\eta/T-a}^{2(a-b)\eta/T+a} \exp(-ikp\xi) d\xi \right]. \quad (4)$$

$a - t_1$; $b - t_2$ профили одного периодического звена движущейся сверху вниз нити, скрученной из четного числа стренг (они выделены сплошной линией и находятся в центре светового пятна).

Интенсивности дифракционных картин, соответствующих указанным моментам времени, рассчитаем по формуле (1), с учетом, что

$$I^1 = U^1 (U^1)^*, \quad (2)$$

где U^1 и $(U^1)^*$ – соответственно комплексная амплитуда световой волны в рассматриваемой точке на экране с координатами (x, y) от одного освещенного периодического звена и комплексно сопряженная ей величина.

Известно, что дифракция от отверстия на экране, размеры которого много больше длины волны λ , описывается интегралом Френеля-Кирхгофа, который для случая дифракции Фраунгофера имеет вид [6]:

$$U^1 = C \iint \exp[-ik(p\xi + q\eta)] d\xi d\eta, \quad (3)$$

где для рассматриваемого случая дифракции: C – константа; i – мнимая единица; $k = 2\pi/\lambda$; $p = x/L$; $q = y/L$; ξ и η – координаты точек отверстия звена, а интегрирование ведется по всей поверхности отверстия звена.

Для случая аппроксимации (рис. 1-а) (3) запишем в виде

Решение (4) для амплитуды U_1^1 дает выражение

$$U_1^1 = 2CT/(kp) \{ \sin(0,5k[qT/2 - p(a - b)]) \sin(0,5k[qT/2 + p(a + b)]) / k[qT/2 - p(a - b)] + \sin(0,5k[qT/2 + p(a - b)]) \sin(0,5k[qT/2 - p(a + b)]) / (k[qT/2 + p(a - b)]) \}. \quad (5)$$

Подставив (5) в (2), после тригонометрических преобразований с использованием

формулы Эйлера для интенсивности I_1^1 получим выражение

$$I_1^1 = I_0 [(X(1 + b/a))^2 \{ \sin(0,5[Y - X(1 - b/a)]) \sin(0,5[Y + X(1 + b/a)]) / [Y - X(1 - b/a)] + \sin(0,5[Y + X(1 - b/a)]) \sin(0,5[Y - X(1 + b/a)]) / [Y + X(1 - b/a)] \}]^2, \quad (6)$$

где $X = 2\pi a x / (\lambda L)$; $Y = \pi T y / (\lambda L)$; I_0 — интенсивность света в центре дифракционной картины на экране (в точке с координатами $x_0 = 0$, $y_0 = 0$), создаваемая одним освещенным звеном.

В момент времени t_2 в центре светового пятна будет находиться период, аппроксимация которого представлена на рис. 1-б. В этом случае из (3) для амплитуды U_2^1 запишем

Подставив (6) в (1), для интенсивности света в дифракционной картине при освещении N периодов (рис. 1-а) в момент времени t_1 будем иметь

$$I_1 = I_1^1(X, Y) [\sin(NY) / \sin Y]^2. \quad (7)$$

$$U_2^1 = C \int_0^{T/2} \exp(-ikq\eta) d\eta \int_{-2(a-b)\eta/T-b}^{2(a-b)\eta/T+b} \exp(-ikp\xi) d\xi + \int_{-T/2}^0 \exp(-ikq\eta) d\eta \int_{2(a-b)\eta/T-b}^{-2(a-b)\eta/T+b} \exp(-ikp\xi) d\xi. \quad (8)$$

Решение (8) для U_2^1 дает выражение

$$U_2^1 = 2CT/(kp) \{ \sin(0,5k[qT/2 - p(a - b)]) \sin(0,5k[qT/2 - p(a + b)]) / k[qT/2 - p(a - b)] - \sin(0,5k[qT/2 + p(a + b)]) \sin(0,5k[qT/2 + p(a - b)]) / (k[qT/2 + p(a - b)]) \}. \quad (9)$$

При подстановке (9) в (2) для I_2^1 в момент времени t_2 получаем

$$I_2^1 = I_0[(X(1+b/a))^2 \{\sin(0,5[Y - X(1-b/a)])\sin(0,5[Y - X(1+b/a)])/[Y - X(1-b/a)] + \sin(0,5[Y + X(1+b/a)])\sin(0,5[Y + X(1-b/a)])/[Y + X(1-b/a)]\}^2. \quad (10)$$

После подстановки (10) в (1) найдем выражение для I_2 в этот момент времени:

$$I_2 = I_2^1(X, Y)[\sin(NY)/\sin Y]^2. \quad (11)$$

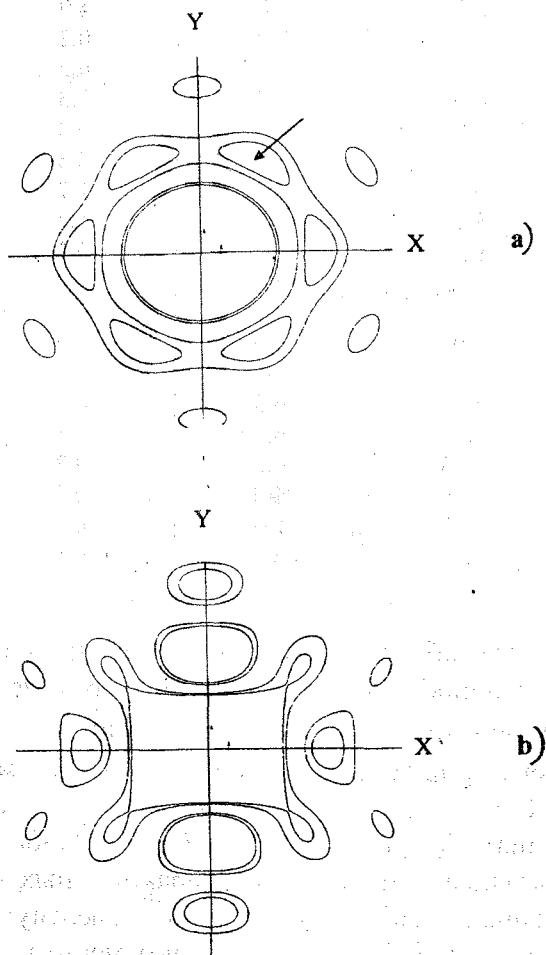


Рис. 2

На рис. 2-а и б представлены компьютерные сечения зависимостей (I_1^1 - а; I_2^1 - б; X; Y), построенные соответственно по формулам (6) и (10) на уровнях 1/3 и 2/3 от значения максимума, показанного на рис. 2-а стрелкой. Вводимые в формулу значения параметров соответствовали значениям параметров нити, скрученной из двух стренг ($b/a=0,5$).

Из рис. 2 видно, что сечения симметричны относительно осей X и Y, но при

движении нити происходит существенное изменение в угловой диаграмме распределения максимумов в функции I^1 , которая определяет (как видно из (7) и (11)) точное положение и амплитуду максимумов в дифракционной картине.

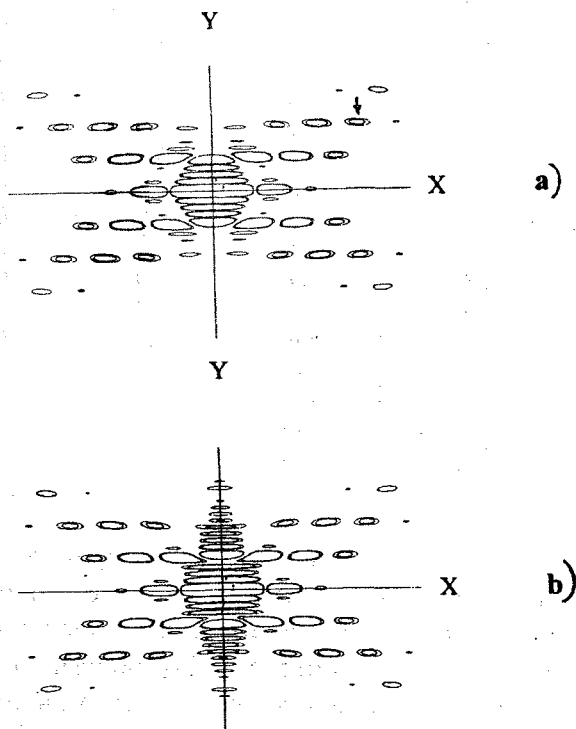


Рис. 3

На рис. 3-а и б изображены сечения (I_1 - а; I_2 - б), построенные соответственно по формулам (7) и (11) при $N=5$ на уровнях 1/3 и 2/3 от величины максимума, отмеченного на рис. 3-а стрелкой. Из сравнения этих сечений видно, что симметричный характер в расположении максимумов относительно осей X и Y остается прежним, но их форма несколько отличается на рис. 3-а и б, особенно в области около центра сечений. Однако далее от центра картина расположения основных максимумов в горизонтальных рядах существенно не меняется.

В [5] показано, что расположение основных максимумов в подобных сечениях хорошо коррелирует с экспериментальными дифракционными картинками, позволяющими по измеренным расстояниям между горизонтальными рядами основных

максимумов судить о величине крутки нити, а по измерению среднего расстояния между соседними минимумами (максимумами) в горизонтальном ряду судить о величине поперечного сечения нити [3].

Таблица 1

N_{\max}	X_1	Y_1	I_1	X_2	Y_2	I_2
(-1, 0)	-5,7	0,0	4,9	-5,7	0,0	4,9
(0, 0)	0,0	0,0	225,0	0,0	0,0	225,0
(1, 0)	5,7	0,0	4,9	5,7	0,0	4,9
(-2, 0)	-9,7	0,0	0,2	-9,7	0,0	0,2
(2, 0)	9,7	0,0	0,2	9,7	0,0	0,2
(-1, 1)	-4,1	3,2	3,4	-4,1	3,2	3,3
(0, 1)	0,0	2,9	6,3	0,0	3,3	6,3
(1, 1)	4,1	3,2	3,4	4,1	3,2	3,3
(-2, 1)	-8,2	3,2	1,7	-8,2	3,2	1,7
(2, 1)	8,2	3,2	1,7	8,2	3,2	1,7
(-3, 1)	-12,2	3,2	0,5	-12,2	3,2	0,5
(3, 1)	12,2	3,2	0,5	12,2	3,2	0,5
(-1, 2)	-2,4	6,0	0,2	-	-	-
(0, 2)	-	-	-	0,0	6,0	0,5
(1, 2)	2,4	6,0	0,2	-	-	-
(-2, 2)	-6,6	6,2	0,5	-6,5	6,3	0,5
(2, 2)	6,6	6,2	0,5	-6,5	6,3	0,5
(-3, 2)	-10,5	6,3	0,7	-10,5	6,3	0,7
(3, 2)	10,5	6,3	0,7	10,5	6,3	0,7
(-4, 2)	-14,5	6,3	0,5	-14,5	6,3	0,5
(4, 2)	14,5	6,3	0,5	14,5	6,3	0,5

В табл. 1 приведены координаты основных максимумов в сечениях (рис. 3-а, б) и величина их интенсивности в относительных единицах. Для облегчения идентификации основных максимумов их нумерация в первой графе приведена в цифровой форме. Например, максимум под № (-3, 2) — это третий максимум, расположенный слева от нуля оси X во втором горизонтальном ряду максимумов, лежащих выше оси X. В соответствии с этой классификацией максимум под № (0, 0) находится в центре дифракционной картины. Масштаб по X и Y одинаков, значения координат даны в масштабных единицах. Систематическая абсолютная погрешность использованной при расчете программы для всех рассмотренных случаев была с доверительной вероятностью $P=0,95$ не хуже 0,04. Поэтому все данные, приведенные в табл. 1 округлялись до десятого знака.

Из табл. 1 следует, что изменения в интенсивности максимумов при переходе от момента времени t_1 к t_2 незначительны и регистрируются только для максимумов (-1, 1) и (1, 1). Значительно меняется координата Y для максимума (0, 1). Наиболее сильные изменения в дифракционных сечениях наблюдаются для максимумов (-1, 2) и (1, 2), которые имеют место в момент времени t_1 (рис. 1-а и рис. 3-а), но их нет в момент времени t_2 (рис. 1-б и рис. 3-б). Вместо этих максимумов в сечении (рис. 3-б) есть максимум (0, 2), который отсутствует в сечении на рис. 3-а.

ВЫВОДЫ

Теоретически доказана возможность контроля линейной скорости движения нити, скрученной из четного числа стренг, по кинетике изменения параметров ее фраунгоферовой дифракционной картины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шляхтенко П.Г., Ветрова Ю.Н. // Текстильная промышленность. – 1997, № 3. С. 25...27.

2. Патент РФ № 2138588, МКИ 6 G01 N 21/00; D01N13/00. Способ контроля физических параметров движущейся нити / П.Г. Шляхтенко, Г.П. Мещерякова, Н.Н.Труевцев, В.В. Лучинкина. Оpubл. 1999. Бюл. № 27.

3. Шляхтенко П.Г., Мещерякова Г.П. // Текстильная промышленность. – 1997, № 4. С. 33...34.

4. Мещерякова Г.П. и др. // Оптика и спектроскопия. – 1999, № 5, т. 86. С. 820...824.

5. Шляхтенко П.Г. // Оптика и спектроскопия. – 1999, № 5, т. 86. С. 815...819.

6. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973. С. 345...380.

Рекомендована кафедрой физики. Поступила 11.04.00.

УДК 677.024.001.5

ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ШЕРСТЯНЫХ ВОЛОКОН ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ И ТЕПЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Д.С. ЛЫЧНИКОВ, Ю.В. ЗЕЛЕНЕВ, А.И. САПОЖНИКОВА

(Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова,
Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности,
Московская государственная академия
ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина)

Неоднородность химического состава природных полимерных материалов свидетельствует о существовании у них сложной многоуровневой системы межмолекулярных связей различной природы [1,2].

Для изучения системы связей в биополимерах используют метод последовательного разрушения материалов. Такое разрушение позволяет как бы послойно, томографически с помощью термодформационного метода [3] снимать “энергетические срезы” с изучаемых материалов, исследуя не только их конструкцию, но и те

связи, которые ответственны за прочность этой конструкции.

Опыты проводили с использованием шерстяных волокон на экспериментальной установке для изучения термодформации в жидких средах, описанной в [4]. С целью получения наиболее тесного теплового контакта исследуемых образцов с источником тепловой энергии в качестве рабочей среды использовали глицерин как жидкость с высокой температурой кипения ($T_{\text{кип}} \cong 190^\circ\text{C}$). Скорость нагрева составляла $1,5 \pm 0,5$ град/мин.

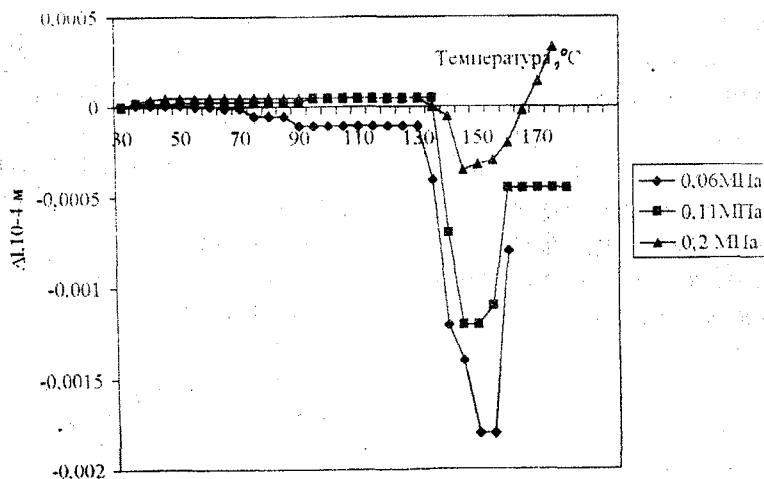


Рис. 1

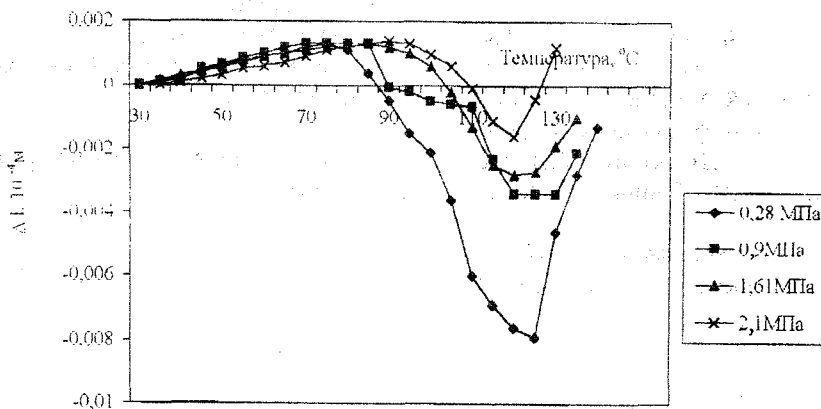


Рис. 2

На рис.1 и 2 изображены температурные зависимости деформации образцов шерстяных волокон очеса тонкорунных овец (образец 1) и коллагена (образец 2) при различных значениях внешнего механического напряжения.

Из графиков на рис.1 и 2 следует, что с увеличением температуры среды все исследуемые образцы сначала незначительно удлиняются: вероятнее всего, это происходит за счет упорядочения и продольной ориентации структурных элементов в результате напряжения межмолекулярных связей в аморфных зонах фибрилл исследуемых материалов.

Последующее медленное повышение температуры среды, в которой происходит нагревание образца, приводит к интенсификации теплового движения сегментов макромолекул белковых структур. По достижении температуры, называемой температурой ($T_{нгс}$) начала гидротермического сокращения, начинается процесс ослабления межмолекулярного взаимодействия и необратимого разрушения межмолекулярных связей, в результате чего длина образца сокращается, так как белок из фибриллярного состояния стремится перейти в глобулярное. Такое изменение фазового состояния образцов обусловлено разрушением кристаллических зон в структуре фибриллярных систем.

Процесс одновременного напряжения и разрыва межмолекулярных связей в образце, ведущий к его сокращению, продолжается до достижения температуры (T_T) те-

кучести. Затем образцы вновь начинают удлиняться, вероятно, за счет напряжения и последующего разрыва более прочных, продольно ориентированных ковалентных связей. Не исключено, что при температуре более высокой, чем температура текучести, происходит разрыв внутриспиральных связей.

Несмотря на высокую степень аналогии, указывающую на единую природу происхождения фибриллярных структур, термодформационные кривые (ТДК) несут на себе отпечаток индивидуальных особенностей каждого исследуемого образца. Так, эндотермический максимум на сериях кривых ТДК, соответствующий началу гидротермического сокращения, для шерстяного волокна находится в интервале температур при 60...130 $^{\circ}\text{C}$, для коллагена — при 70...90 $^{\circ}\text{C}$. Экзотермический же минимум ТДК находится соответственно в интервалах температур 150...155 $^{\circ}\text{C}$ и 123...127 $^{\circ}\text{C}$.

Различия, наблюдаемые при сравнении ТДК, относящихся к различным видам исследуемых материалов, обусловлены, видимо, именно соотношением кристаллических и аморфных областей в отдельных фибриллярных структурах, а также степенью их "скрепления" за счет разного числа поперечных межмолекулярных связей различной природы. Чем больше доля кристаллических областей и степень структурирования аморфных зон, тем более высокие значения имеют $T_{нгс}$ и T_T .

Таблица 1

Исследуемый образец, №	Основной белковый компонент	Внешнее напряжение σ , МПа	Температура начала гидротермического сокращения $T_{нгс}$, °С	Работа А тепловой деформации при $T \leq T_{нгс}$, кДж/моль	Усредненное количество условно напряженных связей n , моль ⁻¹	Температура текучести T_T , °С	Работа А тепловой деформации при $T > T_{нгс}$, кДж/моль	Усредненное количество условно разорванных связей n^* , моль ⁻¹
1	кератин	0,06	60	0,5	0,2	150	1,09	5
		0,11	130	5	0,7	150	8,3	24
		0,20	130	13	4,0	150	10	43,0
		0,28	70	62	2,2	125	540	160
2	коллаген	0,9	75	65	22	125	600	182
		1,61	85	130	45	125	650	190
		2,1	90	190	64	125	690	260

Как свидетельствуют результаты экспериментов (табл.1, где представлены энергетические параметры структурной стабильности биополимерных материа-

лов), в основном происходит разрыв водородных связей различной степени прочности.

Таблица 2

Исследуемый образец, №	Основной белковый компонент	Энергия вязкотекучего перехода ΔH , кДж/моль	Температура начала гидротермического сокращения при нулевом напряжении $T_{нгс}$, °С	Температурные пределы изменения фазового состояния, °С $\Delta T = T_T - T_{нгс}$	Молярная теплоемкость $C = \frac{\Delta H}{\Delta T}$, Дж/моль · град	Теплоемкость сегмента $C^{(v)} = \frac{C}{n}$, Дж/моль · град
1	кератин	210	45	105	2400	5R
2	коллаген	190	56,5	56,5	3363	1,5R

В табл.2 приведены результаты расчетов величин энергии, необходимой для перевода образцов в вязкотекучее состояние, а также значения теплоемкостей, зависящих от изменения состояния системы. Из табл.2 видно, что значения величин энергии ΔH каждого из типов биополимерных систем обусловлены их структурными особенностями. Так, энергия процесса перехода в вязкотекучее состояние для образца 2 меньше, чем для кератин-белкового комплекса (образец 1). Очевидно, для разрыва межмолекулярных попе-

речных связей в образце 2 требуется затратить гораздо больше энергии.

При расчете теплоемкости исследуемых материалов необходимо знание температурных пределов изменения их фазовых состояний, а именно разницу между T_T и $T_{нгс}$. В связи с тем, что нагрузка противодействует термической усадке образцов, целесообразно использовать в последующих опытах значения $T_{нгс}$ при нулевом напряжении.

Значения теплоемкости сегмента (звена) $C^{(v)}$ были рассчитаны при условии, что

$C^{(V)} = R$ [3-5]. Это оправдано тем, что величина энергии единичной связи совпадает с энергией броуновского движения, которая сообщается исследуемому образцу через теплоноситель. Исходя из предположения, что количество разорванных межмолекулярных связей в результате фазового перехода должно быть максимальным, а это возможно лишь при наибольших нагрузках, при расчете теплоемкостей использовали именно такие значения n^* (табл.1).

Как видно из результатов, показанных в табл.2, для образца 1 эта величина отличается от R в пять раз, то есть с момента начала гидротермического сокращения до вязкотекучего перехода энергия изменяется в пять раз быстрее, чем тепловая энергия теплоносителя, а для образца 2 – в 1,5 раза. Все вышесказанное дает возможность уточнить энергетический интервал изменений при термодетформациях различных биополимерных материалов.

ВЫВОДЫ

1. С помощью метода термодетформации исследована энергетическая структура пространственной системы связей в био-

полимерных материалах: шерстяных волокон и коллагене.

2. Показано, что температурные зависимости изменения линейных размеров при равных нагрузках для белковых систем различной природы (кератина шерстяных волокон и коллагена) имеют много общего, хотя отличаются числом поперечных связей и их энергией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильямс В., Вильямс Х. Физическая химия для биологов. – М.: Мир, 1976.
2. Лычников Д.С., Зеленец Ю.В., Макаров-Землянский Я.Я. // Пластические массы. – 1998, № 4. С.37...40.
3. Лычников Д.С. и др. // Теоретический журнал: Хранение и переработка сельхозсырья. – РАСХН, 1995, №5. С.22...24.
4. Лычников Д.С., Михайлов А.Н. // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1983, №3. С.73...77.
5. Френкель С.Я., Гинзбург Б.М. Структурная механика ориентированных полимерных систем. // В кн.: Проблемы физико-химической механики волокнистых и пористых дисперсных систем. – Рига: Изд-во Зинатне, 1967. С.45...80.

Рекомендована кафедрой материаловедения РосЗИТЛП. Поступила 05.05.00.

УДК 677.2

**СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХЛОПКА-СЫРЦА
В ПРОЦЕССЕ ПНЕВОТРАНСПОРТИРОВАНИЯ**

Р. МУРАДОВ

(Наманганский инженерно-экономический институт)

На хлопкоочистительных заводах для перемещения хлопка-сырца от бунтовых площадок к сушильно-очистительному цеху как правило используют пневматический транспорт, основные преимущества которого заключаются в маневренности, минимальных потерях материала при транспортировке, а также в простоте и удобстве обслуживания.

Переход на новые условия приемки хлопка-сырца, когда комплектование последнего на хранение осуществляется не только по разновидности и сорту, но и индивидуально по каждому из поставщиков, потребовал расширения зон хранения в условиях завода и, как следствие, привел к увеличению нагрузки на систему заводского транспортирования.

Анализ работы пневмотранспортных систем показал, что в процессе пневмотранспортирования имеет место ухудшение качественных показателей как хлопкового волокна, так и его семян.

Проведенные исследования выявили основные причины ухудшения качества хлопка-сырца в процессе транспортировки: это удары транспортируемого материала о стенки отводов трубопровода в коленах, камерах камнеуловителя, сепараторах и т.д.

Установлено, что при транспортировании хлопка-сырца со скоростью 24...26 м/с с влажностью 9% и засоренностью 1,2% наблюдается рост поврежденности семян на 1,2...1,4%. При этом содержание пороков и сорных примесей в волокне возрастает на 0,3...0,4%.

В процессе отделения хлопка-сырца от транспортирующего его воздуха рост поврежденности семян достигает 0,3%, а образование и уход свободного волокна составляет 0,3...1,5 кг/ч.

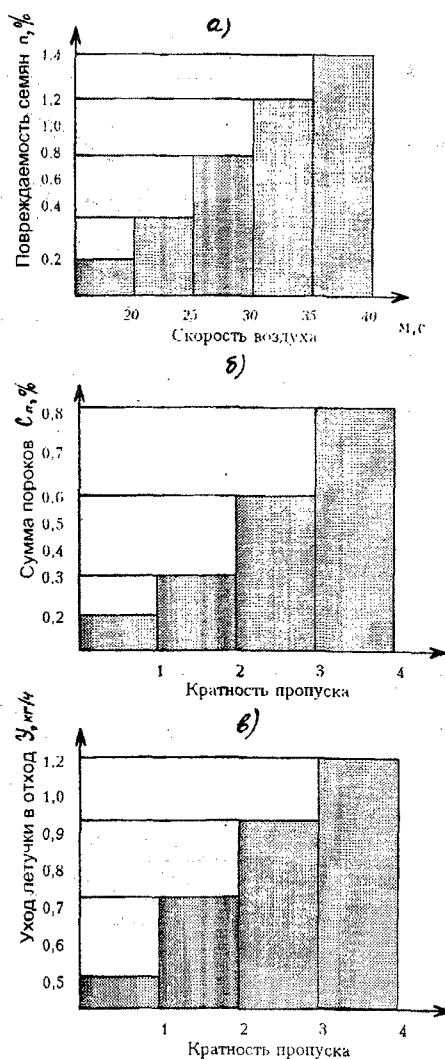


Рис. 1

Из гистограмм на рис. 1 видно, что в процессе пневмотранспортирования наблюдается определенное ухудшение качества хлопка-сырца и имеет место уход летучек в отходы.

С целью устранения рассмотренных недостатков нами проведен ряд теоретических и экспериментальных исследований, которые показали, что основной причиной взаимодействия и удара хлопка-сырца о стенки трубопровода в процессе пневмотранспортирования является неравномерность подачи материала в трубопровод.

На основании полученных результатов нами разработана схема пневмотранспортной установки для хлопка-сырца, включающая ряд новых элементов: питатель, камнеуловитель и сепаратор для хлопка-сырца.

На рис. 2 представлены зависимости повреждаемости семян от скорости воздушного потока для пневмотранспортных установок с существующими (а) и новыми (б) элементами (влажность хлопка-сырца, %, при этом соответственно: кривая 1 – 3,2; кривая 2 – 12,6; 3 – 16,8; 4 – 21,4). Анализ полученных зависимостей показывает, что использование пневмотранспортной установки с новыми рабочими элементами позволяет сохранить и улучшить качество семян хлопка-сырца. Например, при транспортировке хлопка-сырца с влажностью 8,2% при скорости воздушного потока 25...30 м/с поврежденность семян составляет 1,2...1,6% для существующей (рис. 2-а) и 0,4...0,8% для новой схемы (рис. 2-б), то есть обеспечивается снижение повреждаемости семян в 2...3 раза.

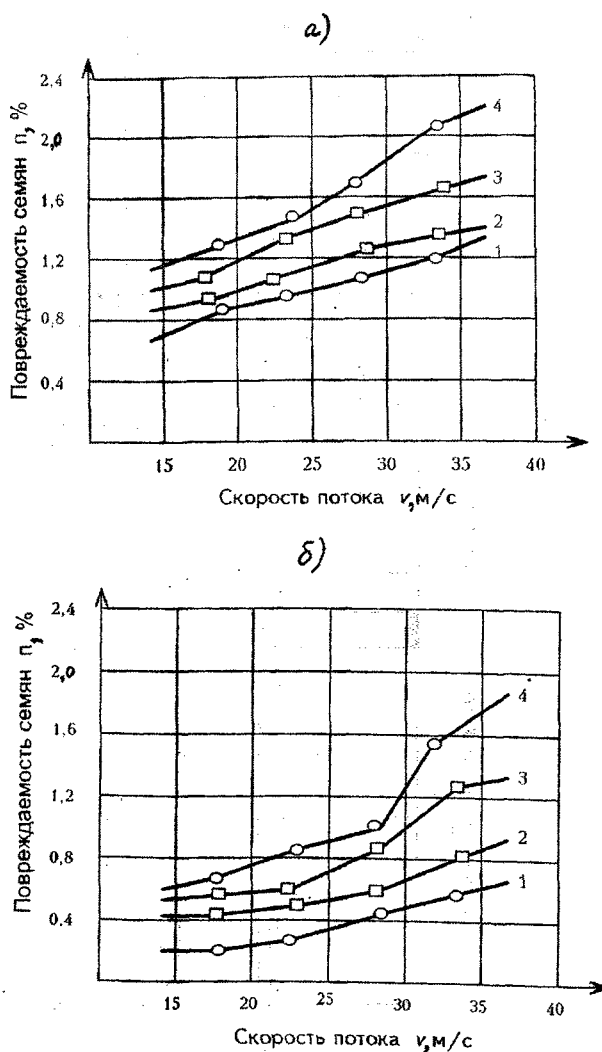


Рис. 2

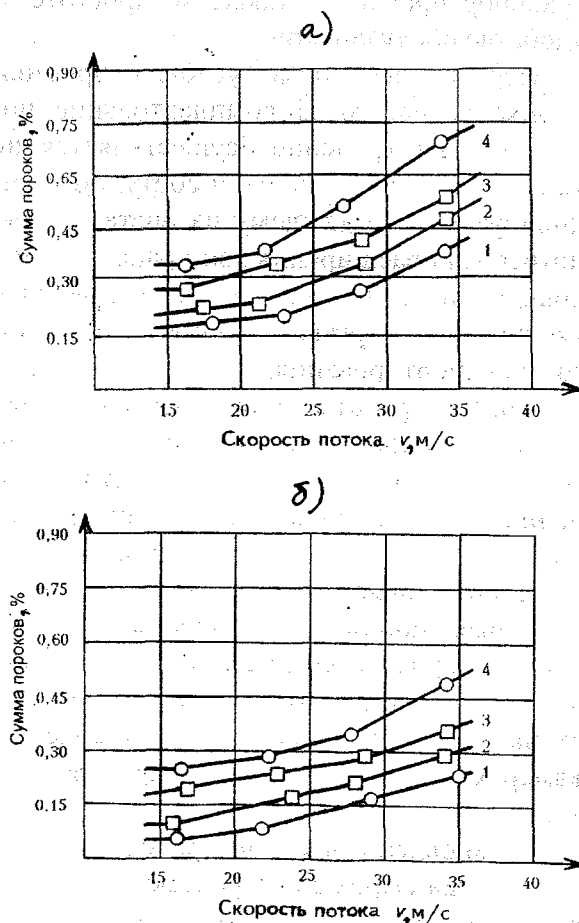


Рис. 3

На рис. 3 изображены зависимости влияния пневмотранспортных установок с существующими (а) и новыми (б) элементами на содержание пороков в волокне (влажность хлопка-сырца, %, при этом соответственно: кривая 1 – 8,2; кривая 2 – 12,6; 3 – 16,8; 4 – 21,4).

Из данных зависимостей следует, что использование новой схемы пневмотранспорта также позволяет уменьшить образование пороков в волокне при условиях, аналогичных принятым в предыдущем примере: содержание пороков в волокне снижается с 0,55 до 0,25% – более чем в 2 раза.

Таким образом, доказано, что применение разработанной нами пневмотранспортной установки улучшает условия транспортирования хлопка-сырца за счет обеспечения равномерной подачи продукта в трубопровод с помощью питателя новой конструкции и вследствие применения сепаратора новой конструкции, уменьшающего взаимодействие сепарируемого материала с сетчатыми перегородками и скребком.

Рекомендована кафедрой текстильных машин.
Поступила 14.02.00.

УДК 677.021

**ПОДЖАТИЕ ВОЛОКНОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОЛУФАБРИКАТА ПРЯДЕНИЯ**

Ф. Р. КАХРАМАНОВ, И. В. ФРОЛОВА, Н. Г. ЧИСТОБОРОВОДА

(Ивановская государственная текстильная академия,
Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Рабочие органы текстильных машин, по которым движется продукт в процессе его переработки, часто имеют форму короткого канала. Рассмотрим изменение скорости течения и давления волоконвоздушной смеси как вдоль короткого канала, так и поперек в радиальном направлении.

Основным допущением для этого технологического процесса является то, что все характеристики волоконвоздушной

смеси (в том числе и коэффициент вязкости) остаются для всех точек канала постоянными в связи с тем, что градиенты давления воздушного потока значительно меньше, чем волоконистой смеси.

При сделанных допущениях воспользуемся уравнениями движения для любой однородной деформируемой среды в компонентах напряжений:

$$\left. \begin{aligned} \omega_x &= F_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} \right), \\ \omega_y &= F_y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} \right), \\ \omega_z &= F_z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} \right), \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где содержится 6 неизвестных компонент напряжения и 3 компоненты ускорения. Чтобы сделать систему полной, необходимо обратиться к рассмотрению физических свойств изучаемой среды и исходя из них установить связь между компонентами напряжений и величинами, характеризующими деформацию среды.

Установив зависимость компонент напряжений скоростей, можно получить уравнения движения в компонентах скоро-

сти. Подставим для этого в (1) значения компонент напряжений в виде

$$\begin{aligned} \tau_{xx} &= 2\mu \frac{\partial v_x}{\partial x}, \\ \tau_{xy} &= 2\mu \varepsilon_{xy} = \mu \left(\frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x} \right). \end{aligned} \quad (2)$$

Аналогично найдем $\tau_{yy}, \tau_{yz}, \tau_{zz}, \tau_{zx}$. Считая плотность среды $\rho = \text{const}$ и принимая во внимание

$$v = \frac{\mu}{\rho},$$

$$\left. \begin{aligned} \omega_x &= F_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + 2 \frac{\partial}{\partial x} v \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} v \left(\frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} v \left(\frac{\partial v_x}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial x} \right), \\ \omega_y &= F_y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} v \left(\frac{\partial v_y}{\partial x} + \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) + 2 \frac{\partial}{\partial y} v \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} v \left(\frac{\partial v_y}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial y} \right), \\ \omega_z &= F_z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} v \left(\frac{\partial v_z}{\partial x} + \frac{\partial v_x}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial y} v \left(\frac{\partial v_z}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) + 2 \frac{\partial}{\partial z} v \frac{\partial v_z}{\partial z}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

При сделанном допущении коэффициент вязкости $\mu = \text{const}$. В случае ненагреваемой среды будем иметь $v = \text{const}$, и тогда, подставляя левые части системы уравнений (3) в виде

$$\omega = \frac{\partial v}{\partial t} + v_x \frac{\partial v}{\partial x} + v_y \frac{\partial v}{\partial y} + v_z \frac{\partial v}{\partial z}$$

и используя уравнение неразрывности

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0,$$

после преобразований получим

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial v_x}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} &= F_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + v \left(\frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} \right), \\ \frac{\partial v_y}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_y}{\partial z} &= F_y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + v \left(\frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial z^2} \right), \\ \frac{\partial v_z}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_z}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_z}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} &= F_z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + v \left(\frac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \right), \\ \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Вместе с последним уравнением неразрывности – это полная система уравнений

относительно неизвестных v_x, v_y, v_z, P , которые определяются как функции координат

нат x, y, z и времени $t = t_0$, так как при установившемся движении волоконвоздушной смеси необходимость начальных условий отпадает.

Пренебрегая действием массовых сил и принимая во внимание симметрию круглого сечения, имеем

$$F = 0, \quad v_r = v_\varphi = 0, \quad v_z = v(r, z). \quad (5)$$

При этих условиях уравнения движения в цилиндрических координатах запишутся в виде

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial z} &= \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial v}{\partial r} \right), \\ \frac{\partial P}{\partial r} &= 0, \quad \frac{\partial P}{\partial \varphi} = 0, \quad \frac{\partial v}{\partial z} = 0. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Последнее уравнение системы (6) вместе с условиями (5) дает значения $v = v(r)$.

Тогда в первом уравнении системы (6) левая часть является функцией z , а правая — только r , откуда согласно

$$\frac{\partial P}{\partial z} = - \frac{P_0 - P_1}{l}$$

следует

$$\frac{\partial P}{\partial z} = \text{const} = - \frac{P_0 - P_1}{l}, \quad (7)$$

где P_0 и P_1 — давления в двух поперечных сечениях на расстоянии l друг от друга.

В результате первое уравнение системы (6) превращается в обыкновенное дифференциальное уравнение

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{dv}{dr} \right) = \frac{1}{\mu} \frac{\partial P}{\partial z}, \quad (8)$$

общее решение которого при условии (7) имеет вид

$$v = \frac{1}{4\mu} \frac{\partial P}{\partial z} r^2 + C_1 \ln r + C_2. \quad (9)$$

Таким образом, при ограниченной скорости на оси канала $C_1 = 0$. Определив C_2 с учетом граничных условий $v = 0$ при $r = R$, найдем

$$v = \frac{1}{4\mu} \frac{\partial P}{\partial z} (R^2 - r^2). \quad (10)$$

Тогда профиль скоростей воздушного потока в любом сечении канала оказывается параболическим. Поэтому

$$v_z = 2v \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right). \quad (11)$$

Дальнейшее решение сводится к определению закона распределения давлений по сечению канала. Для этого используем уравнение притока воздушного потока в смесь в цилиндрических координатах:

$$\begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial t} + v_r \frac{\partial P}{\partial r} + \frac{v_\varphi \partial P}{r \partial \varphi} + \\ + v_z \frac{\partial P}{\partial z} = \frac{E}{\rho C_p J} + \end{aligned}$$

$$+ a \left[- \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial P}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 P}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial z^2} \right], \quad (12)$$

где E — функция рассеяния механической энергии в тепловую.

Отбросим в (12) члены, содержащие производные по $t, \varphi, \partial^2 P / \partial z^2$ и E , в связи с установившимся технологическим процессом, полагая при этом, что в радиальном направлении давление изменяется значительно сильнее, чем в направлении оси канала. В результате (12) с учетом (11) примет вид

$$\frac{\partial^2 P}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial P}{\partial r} = \frac{2v}{a} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \frac{\partial P}{\partial z}. \quad (13)$$

Считаем, что во входном сечении канала воздушно-волоконистая смесь имеет одинаковое давление P_0 , а давление на стенках канала P_c . Тогда безразмерные переменные имеют значения

$$v = \frac{P - P_c}{P_0 - P_c}, \quad r_1 = \frac{r}{R}, \quad z_1 = \frac{z}{R}. \quad (14)$$

Выражение (13) запишем в виде

$$\frac{\partial^2 v}{\partial r_1^2} + \frac{1}{r_1} \frac{\partial v}{\partial r_1} = \frac{1}{a_1} \left(1 - r_1^2 \right) \frac{\partial v}{\partial z_1}, \quad (15)$$

где $a_1 = a / 2vR$.

С учетом граничных условий, когда по линии раздела у стенок канала давление среды совпадает с давлением на стенке:

$$\text{при } r_1 = 1 \quad (z_1 > 0) \quad v = 0 \quad (16)$$

и

$$\text{при } z = 0 \quad (r_1 < 1) \quad v = 1, \quad (17)$$

частное решение уравнения (15) можно представить в виде

$$v = \chi(r_1) e^{-\beta^2 a_1 z_1}, \quad (18)$$

где β – постоянный параметр.

После подстановки (18) в (15) получим

$$\frac{d^2 \chi}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\chi}{dr} + \beta^2 \left(1 - r^2 \right) \chi = 0.$$

Решение последнего уравнения зависит от ряда особенностей канала. В нашем случае при $r_1 = 0$ имеем значения

$$\chi(r_1, \beta) = 1 - \frac{\beta^2}{4} r_1^2 +$$

$$+ \frac{3}{2 \cdot 4} \left(\beta^2 + \frac{\beta^4}{4} \right) r_1^4 + \dots \quad (19)$$

При граничном условии $r_1 = 1$ (16) необходимо, чтобы правая часть ряда обратилась в нуль, что приводит к определенной ряду различных численных значений β . При этом каждому корню соответствует свое значение функции $\chi(r_1, \beta_n)$ или $\chi(r_1)$, а общее решение уравнения (15) будет иметь вид [1]:

$$v = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \chi_n(r_1) e^{-\beta_n^2 a_1 z_1}, \quad (20)$$

где A_n – постоянная интегрирования с граничными условиями (17).

ВЫВОДЫ

Найдена зависимость безразмерного давления v от координат r_1 и z_1 , выраженная пространственной диаграммой согласно численным значениям a_1 , z_1 , r_1 и v . При этом картина распределения давления в определенной степени будет аналогична картине распределения скоростей воздушного потока в канале.

ЛИТЕРАТУРА

1. Graetz L, // Ann d. Physik – Т.18, 1983, С.79.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 01.02.00.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ СВОЙСТВАМИ ТКАНИ, ВЫРАБОТАННОЙ ИЗ ХЛОПКОЛАВСАНОВОЙ ПРЯЖИ, В УТКЕ И ДОЛЕЙ КОМПОНЕНТОВ В СМЕСКЕ

С.Ю. ВАВИЛКИН, А.Г. СЕВОСТЬЯНОВ

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

В настоящее время текстильной промышленностью выпускается большое количество тканей из смеси хлопка с химическими волокнами, имеющих хорошие потребительские свойства. Пряжа, выработанная из смеси хлопка с лавсаном, служит для производства сорочечных и плащевых тканей. Лавсан делает ткань более прочной, износостойчивой, снижает ее усадку. Ткань становится более стойкой к смятию.

С целью изучения физико-механических свойств тканей из хлопколавсановой пряжи в утке выработывались образцы тканей из пряжи с различным соотношением хлопка и лавсана в утке и из чистого хлопка в основе. В утке ткани использовали лавсановые и хлопковые волокна линейной плотности 0,178 текс. Хлопок селекции 108-Ф, 2-й сорт, 5-й тип кардного прочеса. Процесс смешивания хлопковых и лавсановых волокон осуществляли на ленточной машине первого перехода.

Было выработано 7 образцов ткани из хлопковой пряжи в основе линейной плотности 25 текс и хлопколавсановой пряжи в утке линейной плотности 50 текс с различными соотношениями долей хлопка и лавсана. Соотношение долей хлопка и лавсана в уточной пряже для каждого из 7 вариантов ткани составляло соответственно: 100...0%; 83...17%; 67...33%; 50...50%; 33...67%; 17...83%; 0...100%.

Основными характеристиками ткани, выработанной с использованием утка из смеси хлопка и лавсана, в исследовании приняты разрывная нагрузка ткани по утку, удлинение ткани вдоль утка и устойчивость ткани к истиранию по поверхности.

Разрывная нагрузка и разрывное удлинение вдоль основы подробно не рассматривались, так как основная пряжа во всех 7 образцах одинакова, а уток из смеси хлопка и лавсана не оказывает определяющего влияния на названные характеристики ткани.

Ткани выработывали на станке АТПР-100, переплетение саржа 2/2.

Заправочный расчет выработки ткани приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Показатели	Образцы ткани 1...7
Линейная плотность пряжи, текс	
по основе	25
по утку	50
Плотность на 10см	
по основе	210
по утку	150
Номер берда	98
Число нитей в зубе берда	2
Число нитей основы	1890
Переплетение	саржа 2/2
Число ремиз	4
Ширина по берду, см	97

Для определения разрывной нагрузки и разрывного удлинения каждого образца использовали разрывную машину ФР 100/1. Каждый образец имел вид полоски размером 50x200 мм (ГОСТ 3813-72) и испытывался 10 раз.

В целях определения устойчивости ткани к истиранию по ГОСТ 18976-73 применяли прибор ДИТ-М 00.000ПС, для чего готовили образцы диаметром 27±1 мм. В качестве абразива брали серошинельное сукно арт. 6405 (ГОСТ 6621-72).

Стойкость ткани к истиранию определяли с помощью среднего количества циклов, выдержанных тканью до начала разрушения. Каждый образец ткани подвергали 10 испытаниям. Частота вращения истирающих головок составляла 100 об/мин. давление между трущимися поверхностями 1 кг/см².

В результате обработки данных эксперимента определены средние значения разрывной нагрузки, разрывного удлинения ткани по утку, а также число циклов до разрушения для каждого варианта ткани.

Для математико-статистического описания взаимосвязи разрывной нагрузки, разрывного удлинения, а также устойчивости тканей к истиранию и долей участия компонентов в смеси утка использовали метод Чебышева [1].

Математическая модель, описывающая изменение разрывной нагрузки ткани по утку в зависимости от % содержания лавсана в утке, имеет вид

$$Y_p = -0,000000583x^3 + 0,000126x^2 - 0,0021x + 0,4454. \quad (1)$$

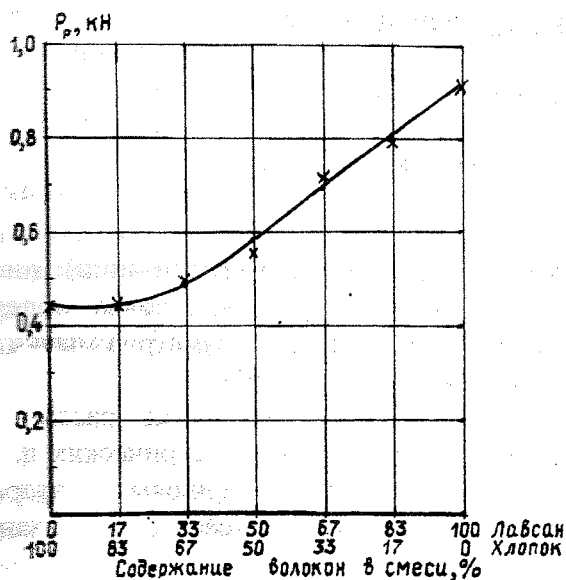


Рис. 1

Математическая модель, описывающая изменение разрывного удлинения ткани по утку в зависимости от % содержания лавсана в утке, следующая:

$$Y_\varepsilon = -0,0000469x^3 + 0,00545x^2 - 0,1276x + 23,387. \quad (2)$$

Математическая модель, описывающая изменение устойчивости к истиранию по поверхности ткани в зависимости от % содержания лавсана в утке, выглядит так:

$$Y_u = -0,1944x^2 + 33,23x + 534,17. \quad (3)$$

По уравнениям (1...3) построены графики зависимости соответственно разрывной нагрузки по утку, разрывного удлинения по утку и устойчивости к истиранию по поверхности ткани от % лавсана в утке, изображенные на рис. 1...3. Экспериментальные значения на кривых показаны знаком «х».

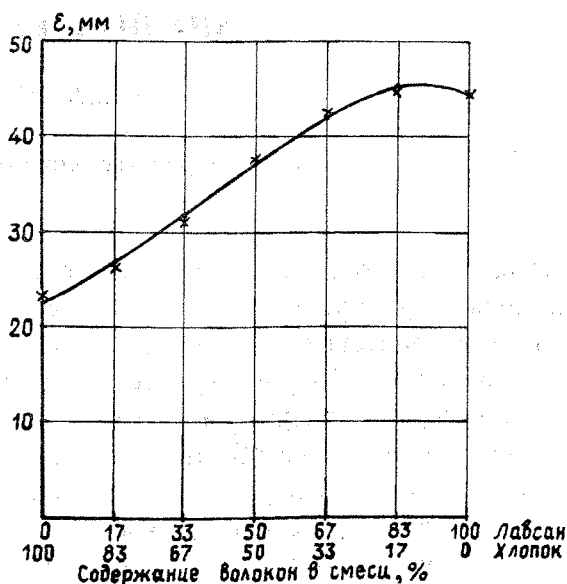


Рис. 2

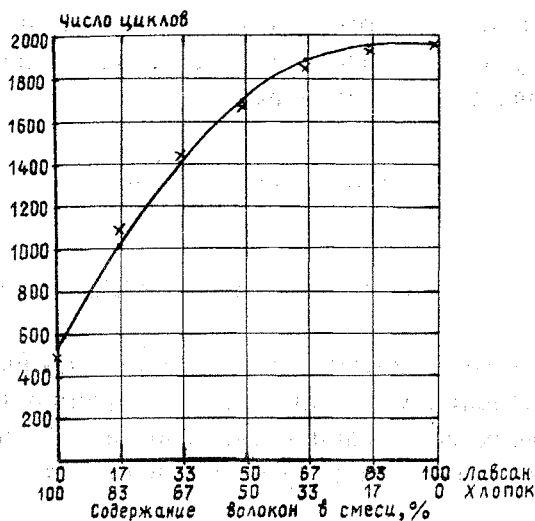


Рис. 3

Из рис. 1 следует, что разрывная нагрузка ткани с содержанием лавсана в утке 0...17% практически неизменна, а с повышением лавсана в утке от 17 до 100% характеризуется монотонно возрастающей функцией.

На основании рис. 2 можно заключить, что взаимосвязь между удлинением ткани вдоль утка и долей участия лавсановых волокон в смеси утка имеет сложный S-

образный вид. Зависимости, представленные на рис. 1 и 2, описываются полиномом 3-го порядка.

С помощью рис. 3 показано, что устойчивость ткани к истиранию повышается с увеличением доли лавсана в утке и описывается полиномом 2-го порядка.

ВЫВОДЫ

В результате обработки данных получены математические модели, описывающие изменение разрывной нагрузки вдоль утка, разрывного удлинения вдоль утка и устойчивости ткани к истиранию по поверхности в зависимости от % содержания лавсановых волокон в утке исследуемых тканей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. —М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 05.10.00.

УДК 677.11.022.35

АНАЛИЗ ТРЕУГОЛЬНИКА КРУЧЕНИЯ

Г.Э. КОПЕНКИН, С.Е. ПРОТАЛИНСКИЙ

(Костромской государственной технологической академии)

Известно, что на процесс формирования пряжи существенное влияние оказывают геометрические параметры треугольника кручения. Так, в [1] исследовано влияние геометрических параметров треугольника кручения на обрывность. Однако в связи с развитием бескольцевых способов прядения (особенно выюрковых) встала задача силового анализа треугольника кручения, поскольку возникла необ-

ходимость выбора (оптимизации) пневмовьюрковых устройств, а также определения рациональных параметров мычки на выходе вытяжного прибора.

В настоящей работе нами рассматриваются зависимости геометрических параметров треугольника и силовых факторов, участвующих в процессе формирования пряжи.

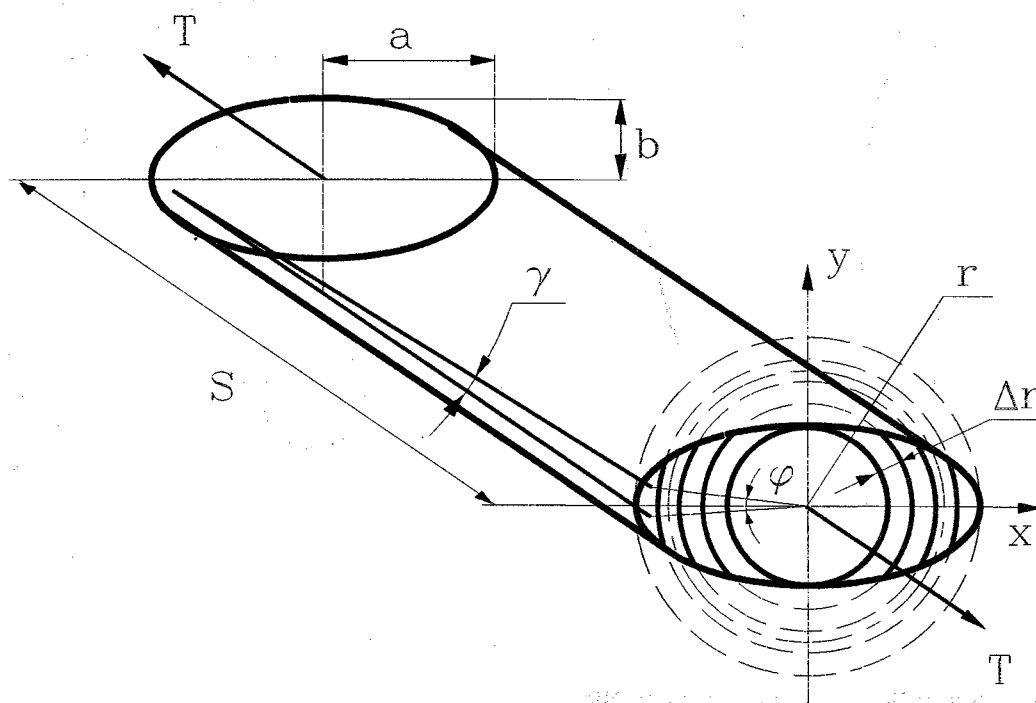


Рис. 1

На выходе из выпускной пары мычка имеет вид плоской ленточки, сечение которой можно представить в виде эллипса с полуосями a и b (рис 1, сечение 1). Для получения пряжи это сечение необходимо трансформировать в круглое диаметром d_H , то есть произвести процесс закручивания мычки, при котором происходит изменение геометрических размеров сечения мычки по мере удаления от выпускной пары, что и образует треугольник кручения.

Момент, необходимый для закручивания мычки в треугольнике крутки, определяется как сумма моментов от упругой деформации закручивания пряжи и сопротивления кручению от натяжения:

$$M = M_K + M_T, \quad (1)$$

где M_K – момент кручения пряжи, M_T – момент, возникающий в результате натяжения пряжи.

Найдем момент кручения пряжи, преодолевающий упругую деформацию мычки в треугольнике, по зависимости из [2]:

$$M_K = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\pi^2 G d_H^6 \cdot a_i^2}{4L (6a_i^4 - d_H^4)} \right], \quad (2)$$

где G – модуль жесткости на кручение; d_H – диаметр пряжи; a_i – ширина выходящей мычки, L – длина треугольника кручения.

На мычку, выходящую из выпускной пары, действует растягивающая сила, создаваемая прядильным устройством. Хотя процесс ложной крутки происходит при нагоне нити, то есть при скорости выпуска пряжи, большей скорости наматывания, ее укрутка создает натяжение мычки и, следовательно, требует от вьюркового устройства дополнительного крутящего момента для формирования пряжи.

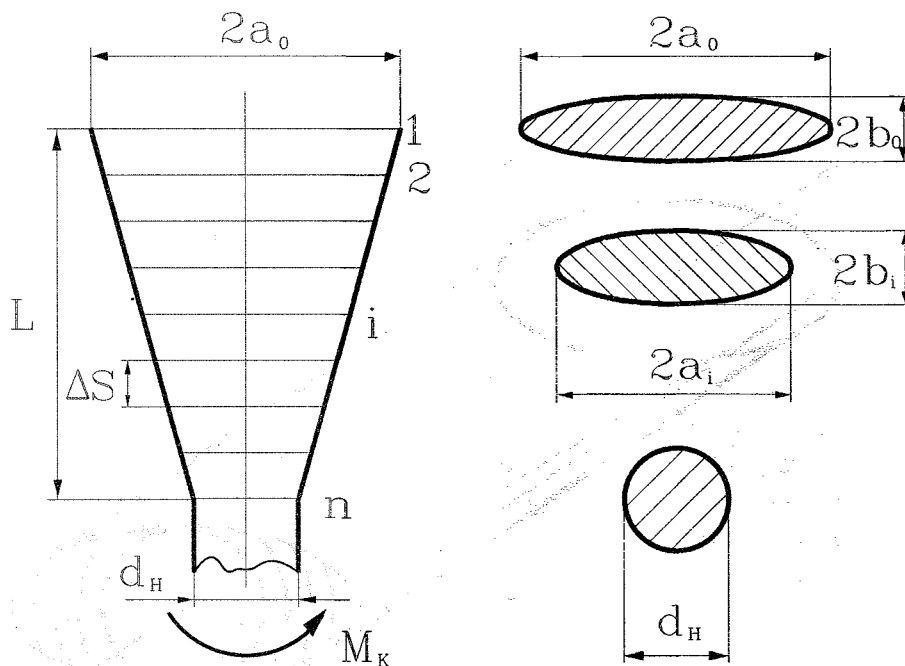


Рис. 2

Для определения этого крутящего момента воспользуемся дискретной моделью. Разобьем треугольник крутки на n плоских сечений (рис 2). При этом будем допускать, что сечения остаются плоскими и поворачиваются без искажения одно относительно другого в пределах упругой деформации, на угол $\Delta\varphi$.

С целью определения момента сопротивления кручению i -го элемента от натяжения пряжи воспользуемся методом дискретизации поперечного сечения в соответствии с [3]. Каждый эллиптический элемент разобьем на p элементарных трубок и определим часть длины окружности среднего радиуса выделенной трубки, вписывающейся в эллиптическое сечение. Причем в дальнейшем эту дугу будем называть активной частью, так как только те волокна, которые помещаются в этой части окружности, будут влиять на момент сопротивления кручению.

Представим, что стенка трубки состоит из модельных дискретных волокон, прижатых друг к другу. Из этой модели следует, что толщина стенки дискретной трубки Δr равна диаметру волокна:

$$\Delta r_i = \frac{a_i}{p}, \quad 1 < i < n, \quad (3)$$

где p – целое число трубок в сечении эллипса.

Тогда в активной части площади сечения j -й трубки имеем количество волокон, определяемых выражением

$$m_{ij} = \frac{2\pi r_{\text{ср}ij}}{\Delta r_i}, \quad 0 < r_{\text{ср}ij} < b_i, \quad 1 < j < p, \quad (4)$$

$$m_{ij} = \frac{l_{ij}}{\Delta r_i}, \quad b_i < r_{\text{ср}ij} < a_i, \quad 1 < j < p. \quad (5)$$

Здесь $r_{\text{ср}ij}$ – средний радиус j -й элементарной трубки:

$$r_{\text{ср}ij} = \Delta r_i (j - 0.5),$$

где l_{ij} – длина дуги окружности средней линии j -й элементарной трубки, активной части эллиптического элемента.

Значение определяется из совместного решения уравнений окружности и эллипса относительно центральных осей координат.

$$l_{ij} = \frac{\pi r_{cpij}}{180} \arccos\left(\frac{2r_{cpij}^2 + 4y_{ij}^2}{2r_{cpij}^2}\right), \quad (6)$$

где y_{ij} – длина проекции дуги окружности средней линии j -й элементарной трубки, активной части эллиптического элемента:

$$y_{ij} = b_i \sqrt{\frac{a_i^2 - r_{ij}^2}{a_i^2 - b_i^2}}. \quad (7)$$

Натяжение каждого дискретного волокна при условии, что осевая сила T действует на них равномерно, найдем из соотношения

$$\Delta T = \frac{T}{\sum_{j=1}^p m_j} = \frac{T}{m}. \quad (8)$$

Из условия равенства площадей эллиптических сечений считаем, что количество дискретных элементов во всех сечениях одинаково. Тогда крутящий момент, необходимый для преодоления сопротивления кручению, под действием натяжения T в j -й трубке i -го элемента

$$M_{Tij} = (\Delta T \sin \gamma_i) r_{cpij} m_{ij}, \quad (9)$$

а крутящий момент, необходимый для закручивания i -го дискретного элемента на угол $\varphi = \pi/n$

$$M_{Ti} = \sum_{j=1}^p M_{Tij}. \quad (10)$$

Следовательно, общий момент, необходимый для формирования пряжи при натяжении T :

$$M = M_K + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p M_{Tij}. \quad (11)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Ю.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1965, №4. С. 56...61.
2. Проталинский С.Е., Копёнкин Г.Э. Дискретная модель кручения мычки // Сб. науч. тр. КГТУ. – Кострома, 1997. С. 109.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 15.10.00.

УДК 677.021

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИЙ ВОЛОКОН В КЛОЧКАХ ШЕРСТИ

Н.В. НИФТУЛИНА, Е.В. ПАВЛЮЧЕНКО, А.Ф. КАПИТАНОВ

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

Конфигурация волокон в ленте изучалась ранее в [1, 2], однако для волокон в клочках шерсти такие исследования не проводились.

В опытах использовали клочки гребенной шерсти 64^к, I и II длины. Место отбора проб – самовес чесальной машины. Исследования конфигурации волокон осуществляли известным методом [1].

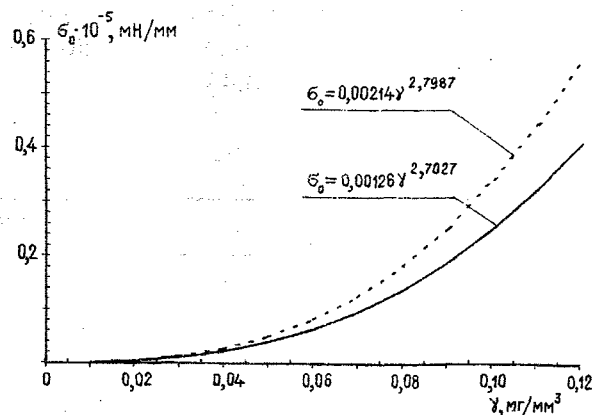


Рис. 1

Распределения проекций элементов волокна на ось X (направлена вдоль наибольшего размера клочка) и на ось Y (направленную перпендикулярно оси X), а также результаты длин этих элементов l и углов β наклона их к оси X представлены гистограммами (рис. 1, где дана зависи-

мость удельного напряжения сжатия σ_0 от плотности γ ленты; — лента неэмульсированная; — эмульсированная). Значения статистических характеристик элементов волокна приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры	\bar{m}	$m_{абс}$	σ
X, мм	0,364	0,021	0,163
Y, мм	0,180	0,022	0,137
l , мм	0,436	0,024	0,144
β , мм	27,876	3,480	21,300

Примечание. \bar{m} — среднее значение характеристики; σ — среднее квадратическое отклонение; $m_{абс}$ — абсолютная ошибка среднего.

Полученные данные показывают следующее:

— элементы волокон имеют различные величины проекций на оси X и Y; величины проекций на ось X варьируют от 0,1 до 0,8 мм (модальное значение 0,35 мм), а проекции на ось Y — от 0,1 до 0,5 мм; при этом примерно 60% всех значений проекций на ось Y имеют длину меньше, чем 0,2 мм (модальная длина — 0,1 мм). Таким образом, $Y < X$, что свидетельствует о преимущественной ориентации волокон вдоль наибольшего размера клочка;

— длины элементарных отрезков, использовавшихся для построения конфигурации волокна, варьируются от 0,1 до 0,9 мм (модальное значение 0,45 мм);

— угол ориентации элементов варьируют от -80° до $+80^\circ$ относительно оси X. В этом случае примерно 70% всех результатов измерений сосредоточено в интервале от -40° до $+40^\circ$ (знак + соответствует положению элемента над осью X, - под осью X).

Взаимосвязи между длиной l элементарного отрезка и величиной угла β ориентации, а также величинами проекций X и Y характеризуются данными, приведенными в табл. 2.

Таблица 2

Параметры	Коэффициент корреляции	Корреляционное отношение
X и Y	0,86	0,65
l и β	0,49	0,66

Полученные результаты показывают, что большим значениям X соответствуют большие значения Y . Аналогично: чем больше l , тем под большим углом β расположен этот отрезок к оси X .

Для построения конфигурации пары значений l_i и β_i нумеровали и с помощью таблицы случайных чисел определяли место каждого i -го элемента в последовательности этих элементов. Затем графическим путем строили конфигурацию волокна, совмещая начало каждого последующего элемента с концом предыдущего. Известные характеристики l и β каждого элемента позволяли определить положение на плоскости конца этого элемента. По-

вторя эту операцию для последующих элементов, получали конфигурацию волокна. Случайные последовательности элементов варьировали, что позволило из одного и того же набора элементов получить ряд конфигураций.

Для оценки хаотичности колебаний Y -координат конфигурации использовали метод фрактальных размерностей [3], согласно которому длину L волокон определяли по конфигурациям, измеряя ее отрезками длиной a_i ($i=1, 2, 4, 8, 16, 32$). Примеры результатов измерений $L = f(a)$ показаны в табл. 3.

Таблица 3

Длина волокон в разных конфигурациях*	a_i , мм					
	0,27	0,54	0,11	0,22	0,43	0,86
L	0,27	0,54	0,11	0,22	0,43	0,86
L_1	61	58	55	52	52	52
L_2	62	57	53	53	52	51
L_3	61	58	54	54	54	53

Примечание.* Конфигурации изучались при увеличении их графических изображений в 100 раз.

Полученные зависимости описываются уравнениями вида

$$L = c + ba^D. \quad (1)$$

Для конфигурации 1:

$$L = 51,00 + 66,748a^{-0,693}, \quad (2)$$

для конфигурации 2:

$$L = 51,50 + 62,508a^{-1,186}, \quad (3)$$

для конфигурации 3:

$$L = 52,50 + 66,570a^{-0,677}. \quad (4)$$

Очевидно, чем хаотичнее конфигурация волокна, тем темп изменения длины $L(a)$ волокна, аппроксимируемой отрезками a_i , будет более резкий. В аналитической зависимости этот факт отражается величиной параметра D : чем больше его абсолютное значение, тем меньше L , тем хаотичнее изменяются Y -координаты конфигурации, а волокна менее распрямлены и в большей степени перепутаны.

Между значениями $L(a)$ различных конфигураций при $a_i = \text{const}$ найден размах $R(a)$. Эта функция в условиях данного опыта описывается уравнением

$$R = 0,207(1 - e^{-0,011a}), \text{ мм}. \quad (5)$$

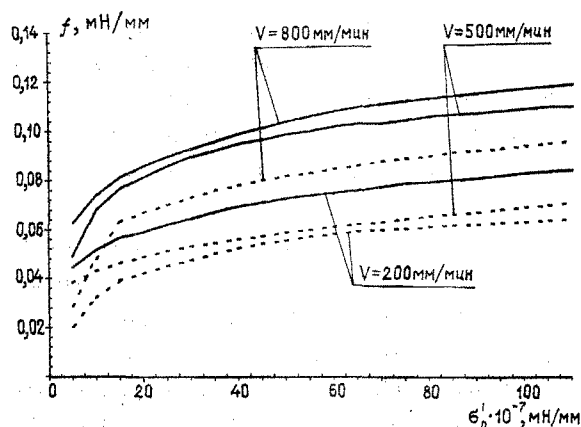


Рис. 2

На рис. 2 (зависимость удельной силы f трения от удельного напряжения σ_0^1 сжатия; — лента неэмульсированная; — эмульсированная) изображены зависимости $R(a)$, которые показывают, что наибольший разброс значений функций $L(a)$ разных конфигураций наблюдается при $a > (0,3 \dots 0,5)$ мм, а при изменении размаха последний замедляется.

Следовательно, размах, вычисленный для набора зависимостей $L(a)$, характеризующих волокна одной и той же пробы, позволяет судить о вариабельности конфигураций волокон в клочках.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что несмотря на перепутанность волокон в клочке шерсти су-

УДК 677.521.022.798 (043.3)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ СВОЙСТВ ТЕКСТУРИРОВАННЫХ СТЕКЛЯННЫХ НИТЕЙ

Х.А. ГАСАНХАНОВА, К.Н. УШАКОВА

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

Объектом исследований служила комплексная стеклянная нить 250 текс, состоящая из 108 текс $\times 2$ с нулевой круткой и (17 текс $\times 1 \times 2$). Работы по изучению про-

ществует определенная упорядоченность его структуры, о чем свидетельствуют количественные характеристики элементов конфигураций составляющих его волокон и статистические связи между ними.

2. Показано, что для оценки хаотичности изменений ординат конфигурации можно применять метод фрактальной размерности. Параметр $|D|$ полученных зависимостей $L = f(a)$ рекомендуется использовать как меру хаотичности изменений ординат конфигураций волокна, а вариабельность конфигураций можно оценивать величиной размаха $R(a)$ значений $L(a)$, которые характеризуют разные конфигурации волокон одного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катитанов А.Ф. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1994, № 6. С. 28...31.
2. Данилова С.А. Разработка технологии эмульсирования химического жгута на штапелирующей машине: Дис... канд. тех. наук. — М, 1998.
3. Берже П., Помо И., Видаль К. Порядок в хаосе. — М.: Мир, 1991.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти.
Поступила 31.05.00.

водили в условиях АОЗ «Стеклотекс» на воздушнотекстурирующей машине ELTEX и в лаборатории кафедры переработки хи-

мических волокон МГТУ им. А.Н. Косыгина.

В качестве факторов, влияющих на показатели свойств пневмотекстурированных стеклянных нитей на машине ELTEX, выбраны следующие технологические параметры: X_1 — скорость текстурирования, м/мин; X_2 — давление сжатого воздуха в АУ, атм.

Изучалась стеклянная нить 250 текс, состоящая из комплексной стеклянной нити марки БС12-108x2 и БС6-17x1x2.

Для планирования и обработки экспериментальных исследований использованы методы [1]. В результате выбрана матрица Коно — матрица второго порядка для 2-х факторов, близкая к Д-оптимальной.

При обработке экспериментальных данных получены уравнения регрессии в виде полиномов второго порядка:

для удельной разрывной нагрузки

$$Y_p = 32,73 + 5,7X_1 + 1,9X_2 -$$

$$- 0,54X_1X_2 - 7,44X_1^2 - 2,29X_2^2,$$

для разрывного удлинения

$$Y_e = 3,01 - 0,49X_1 + 0,46X_2 -$$

$$- 0,36X_1X_2 - 0,2X_1^2 - 0,06X_2^2,$$

— для линейной плотности

$$Y_T = 282,2 - 1,97X_1 + 1,03X_2 +$$

$$+ 0,25X_1X_2 + 3,03X_1^2 - 0,37X_2^2.$$

В результате обработки эксперимента получены математические зависимости показателей свойств пневмотекстурированных стеклянных нитей (ПСН) от скорости текстурирования, а также давления АУ (аэродинамическое устройство). Для анализа полученных математических моделей построены двухмерные сечения поверхностей отклика (рис. 1...3).

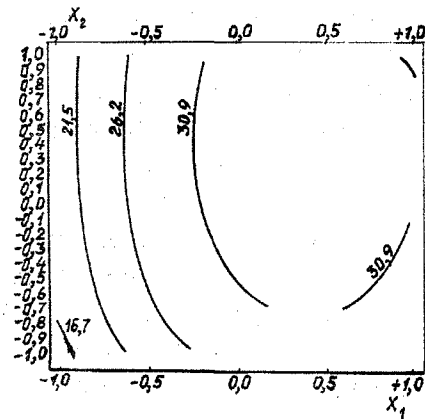


Рис. 1

Анализ двухмерных сечений поверхностей отклика зависимости относительной разрывной нагрузки ПСН от исследуемых параметров процесса пневмотекстурирования (рис. 1) позволяет заключить следующее.

1. Удельная разрывная нагрузка ПСН изменяется в пределах 16,74...35,73 сН/текс.

2. ПСН имеют указанную удельную разрывную нагрузку при заправочных параметрах машины: максимальную — скорость текстурирования 170 м/мин; давление в АУ 5,5 атм; минимальную — скорость текстурирования 100 м/мин; давление в АУ 2,5 атм.

Математическая зависимость удельной разрывной нагрузки ПСН от исследуемых факторов имеет вид

$$Y_p = 32,73 + 5,7X_1 + 1,9X_2 - 7,44X_1^2 - 2,29X_2^2.$$

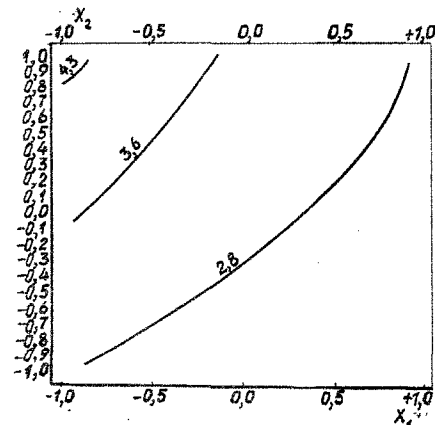


Рис. 2

На рис. 2 представлены данные об удлинении при разрыве ПСН.

1. Удлинение при разрыве ПСН изменяется в пределах 2,11...5,03%.

2. ПСН имеют данный диапазон изменения разрывного удлинения при заправочных параметрах машины: максимальное – скорость текстурирования 100 м/мин; давление в АУ 5,5 атм; минимальное – скорость текстурирования 240 м/мин; давление в АУ 2,5 атм.

Математическая зависимость удлинения при разрыве ПСН от исследуемых факторов имеет вид

$$Y_{\varepsilon} = 3,01 - 0,49X_1 + 0,46X_2 - 0,36X_1X_2 + 0,2X_1^2.$$

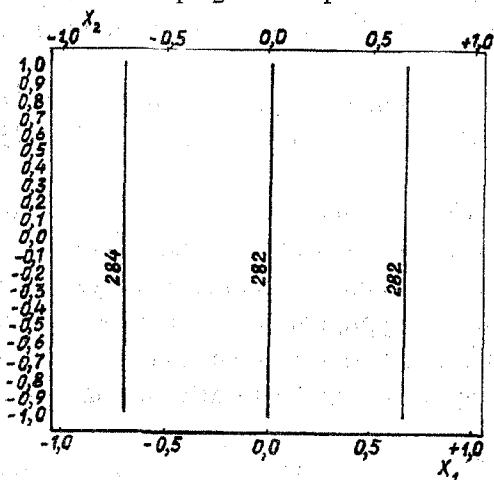


Рис. 3

Анализ изменения линейной плотности ПСН показывает (рис. 3).

1. Линейная плотность ПСН изменяется в пределах 279,5...290,4.

2. ПСН имеют линейную плотность при заправочных параметрах машины: максимальную – скорость текстурирования 100 м/мин; давление в АУ 5,5 атм; минимальную – скорость текстурирования 170 м/мин; давление в АУ 5,5 атм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. М.: – Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой переработки химических волокон. Поступила 09.06.2000.

УДК 677.024.001.18

**УСТАНОВЛЕНИЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ
МЕЖДУ СВОЙСТВАМИ НИТЕЙ
И ИХ ОБРЫВНОСТЬЮ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ
НА ОСНОВЕ БИНАРНОЙ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННОЙ
ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ**

С.Д.НИКОЛАЕВ, С.С.ЮХИН, Н.А.АВИЛОЧКИНА

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

В [1] изложена методика установления причинно-следственных связей в ткачестве. Выявим влияние свойств нитей основы на обрывность и установим причинно-

следственную связь между этими факторами.

Эксперимент проводился для 10 образцов тканей, характеристика которых представлена в табл. 1.

Таблица 1

№№ п/п	Номер артикула	Сырье		Линейная плотность, текс		Плотность ткани, нитей/м	
		основа	уток	основы	утка	по основе	по утку
1	142	х/б	х/б	29	29	228	211
2	образец	х/б	лен	25×2	20	270	140
3	1098	х/б	х/б	15,4×2	29	212	180
4	1250	х/б	х/б	15,4×2	29	248	210
5	1254	х/б	х/б	15,4×2	29	235	190
6	966	х/б	х/б	14	16,5	440	267
7	23776	шерсть	шерсть	25	84	254	210
8	Н-3456	шерсть	шерсть	22×2	22×2	293	236
9	25122	шерсть	шерсть	31×2	22×2	274	173
10	Н-3454	шерсть	шерсть	31×2	22×2	310	245

Продолжение табл.1

№№ п/п	Уработка, %		Число нитей	Ширина ткани, см	Поверхностная плотность, г/м ²	Переплетение
	основы	утка				
1	5,5	8,9	2088	90,5	142	полотняное
2	5,8	6,3	2430	90	202	саржа 1/3
3	7,0	6,2	2416	114	125	комбинированное
4	7,0	6,2	2512	101,3	149	полотняное
5	6,9	6,1	1824	76,8	158	комбинированное
6	8,0	4,7	3388	91	116	комбинированное
7	9,6	6,2	3822	150	233	комбинированное
8	9,0	6,9	4336	149	254	саржа
9	8,6	12,3	4530	160	395	саржа
10	9,0	6,5	4580	149	270	сложное

Рассмотрим результаты расчета для образца ткани №2 с использованием в утке котонированного льна. Ткань выработана на станке АТПР-100-4 с частотой вращения главного вала 360 об/мин. Статистику данных брали из 50 проведенных опытов.

В качестве исследуемых факторов выбраны X_1 – разрывная нагрузка основы; X_2 – среднее квадратическое отклонение по разрывной нагрузке; X_3 – разрывное удлинение основы; X_4 – среднее квадратическое отклонение по разрывному удлинению; X_5 – число циклов основы на многократное растяжение; X_6 – среднее квадратическое отклонение по числу циклов на многократное растяжение; X_7 – стойкость ткани к истиранию; X_8 – среднее квадратическое отклонение по стойкости ткани к истиранию; X_9 – функция релаксации нити

за 1 мин ($X_9 = \int_0^1 \Gamma(x) dx$), в качестве функции релаксации использовано ядро Ржаницына А.Р.;

$X_{10} = X_1 \cdot X_3$ – коэффициент жесткости нити основы; X_{11} – энергия активации при разрушении; X_{12} – структурный коэффициент качества нити [2]; X_{13} – среднее квадратическое отклонение по линейной плотности; X_{14} – обрывность основных нитей на ткацком станке.

Результаты расчета энтропии следующие:

$$N_1=2,53; \quad N_2=2,26; \quad N_3=3,17;$$

$$N_4=2,02; \quad N_5=2,58; \quad N_6=1,86;$$

$$N_7=2,25; \quad N_8=1,99; \quad N_9=2,01;$$

$$N_{10}=2,45; \quad N_{11}=2,12; \quad N_{12}=1,79;$$

$$N_{13}=2,17; \quad N_{14}=1,30.$$

Решать граф с 14 неизвестными практически невозможно, поэтому в дальнейшем будем оперировать с 6 факторами, оказывающими наибольшее влияние на обрывность. Такой граф изображен на рис. 1.

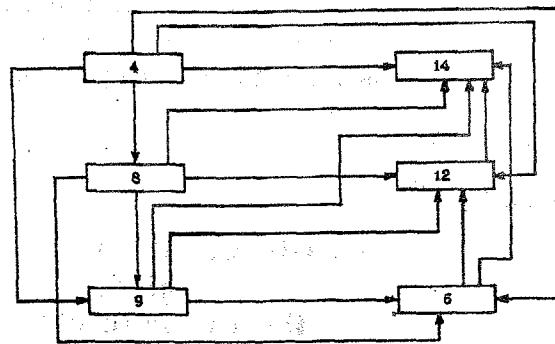


Рис. 1

По окончании расчета получены коэффициенты Γ_{ij} :

$$\Gamma_{64} = 0,59:2,02 = 0,29; \quad \Gamma_{84} = 0,57:2,02 = 0,28;$$

$$\Gamma_{94} = 0,52:2,02 = 0,26; \quad \Gamma_{144} = 0,65:2,02 = 0,32;$$

$$\Gamma_{124} = 0,64:2,02 = 0,32; \quad \Gamma_{89} = 0,59:2,01 = 0,29;$$

$$\Gamma_{69} = 0,61:2,01 = 0,30; \quad \Gamma_{149} = 0,70:2,01 = 0,35;$$

$$\Gamma_{129} = 0,67:2,01 = 0,33; \quad \Gamma_{128} = 0,69:1,99 = 0,35;$$

$$\Gamma_{68} = 0,64:1,99 = 0,32; \quad \Gamma_{126} = 0,82:1,86 = 0,44;$$

$$\Gamma_{148} = 0,72:1,99 = 0,36; \quad \Gamma_{1412} = 1,10:1,79 = 0,61;$$

$$\Gamma_{146} = 0,94:1,86 = 0,51.$$

Для нахождения коэффициентов g_{ij} необходимо составить систему из 15 нелинейных относительно g_{ij} уравнений и решить ее:

$$\Gamma_{1412} = g_{1412};$$

$$\Gamma_{146} = g_{146} + g_{126}g_{1412};$$

$$\Gamma_{126} = g_{126};$$

$$\Gamma_{148} = g_{148} + g_{68}g_{126}g_{1412} + g_{68}g_{146} + g_{128}g_{1412};$$

$$\Gamma_{128} = g_{128} + g_{68}g_{126};$$

$$\Gamma_{68} = g_{68};$$

$$\Gamma_{810} = g_{810};$$

$$\Gamma_{69} = g_{69} + g_{89}g_{68};$$

$$\Gamma_{129} = g_{129} + g_{89}g_{68}g_{126} + g_{89}g_{128} + g_{69}g_{126};$$

$$\Gamma_{149} = g_{149} + g_{810}g_{148} + g_{69}g_{146} + g_{129}g_{1412} +$$

$$+ g_{89}g_{68}g_{146} + g_{89}g_{128}g_{1412} + g_{69}g_{126}g_{1412};$$

$$\Gamma_{94} = g_{94};$$

$$\Gamma_{84} = g_{84} + g_{94}g_{89};$$

$$\Gamma_{64} = g_{64} + g_{94}g_{89}g_{68} + g_{94}g_{69} + g_{84}g_{68};$$

$$\Gamma_{124} = g_{124} + g_{94}g_{129} + g_{89}g_{128} + g_{64}g_{126} +$$

$$+ g_{94}g_{89}g_{128} + g_{94}g_{69}g_{126} + g_{84}g_{68}g_{126};$$

$$\Gamma_{144} = g_{144} + g_{94}g_{149} + g_{84}g_{148} + g_{64}g_{146} +$$

$$+ g_{124}g_{1412} + g_{94}g_{89}g_{148} + g_{94}g_{69}g_{146} +$$

$$+ g_{94}g_{129}g_{1412} + g_{84}g_{146}g_{68} + g_{84}g_{128}g_{1412} +$$

$$+ g_{64}g_{126}g_{1412}.$$

Решение уравнений дает следующие результаты:

$$\begin{array}{lll} g_{1412} = 0,61; & g_{146} = 0,24; & g_{68} = 0,33; \\ g_{126} = 0,44; & g_{128} = 0,21; & g_{148} = 0,06; \\ g_{89} = 0,29; & g_{69} = 0,21; & g_{129} = 0,14; \\ g_{149} = 0,08; & g_{94} = 0,26; & g_{84} = 0,20; \\ g_{64} = 0,16; & g_{124} = 0,09; & g_{144} = 0,06. \end{array}$$

Значения коэффициентов Γ_{ij} и g_{ij} приведены в табл. 2.

Таблица 2

Направление связи	Γ_{ij}	g_{ij}	$\Gamma_{ij} - g_{ij}$
4→14	0,32	0,08	0,24
9→14	0,35	0,08	0,27
8→14	0,36	0,06	0,30
6→14	0,51	0,24	0,27
12→14	0,61	0,61	0
4→12	0,32	0,09	0,23
9→12	0,33	0,14	0,19
8→12	0,35	0,21	0,14
6→12	0,44	0,44	0
4→6	0,29	0,16	0,13
9→6	0,30	0,21	0,09
8→6	0,32	0,32	0
4→8	0,28	0,28	0
9→8	0,29	0,29	0
4→9	0,26	0,26	0

Анализ табл. 2 позволяет сделать вывод о том, что максимальное воздействие на обрывность нитей основы оказывает структурный коэффициент качества кинетической теории прочности твердых тел. Хотя общее влияние на обрывность нитей всех рассматриваемых факторов ощутимо, непосредственное максимальное влияние оказывает структурный коэффициент качества и многоциклового нагружения на растяжение.

Коэффициент качества кинетической теории прочности твердых тел в наиболь-

шей степени зависит от многоциклового нагружения на растяжение ($g_{126} = 0,44$), многоциклового нагружения на истирание ($g_{128} = 0,21$) и релаксационных свойств нитей ($g_{129} = 0,14$). Существует довольно тесная связь между многоцикловыми нагрузками на растяжение и истирание ($g_{68} = 0,32$). Причем на ткацком станке многоциклового характеристики на истирание будут являться причиной ухудшения многоциклового характеристик на растяжение. Разрывное удлинение будет в наибольшей степе-

ни влиять на функцию релаксации ($g_{94}=0,26$).

Анализ данных свидетельствует о том, что в наибольшей степени разрушение нити вызывает наличие неравномерности ее свойств. Результаты табл.2 показывают,

что, зная показатели свойств по ГОСТу, нельзя прогнозировать обрывность нитей.

Значения коэффициентов Γ_{ij} и g_{ij} для других образцов тканей даны в табл.3.

Таблица 3

Направление связи	Γ_{ij}	g_{ij}	$\Gamma_{ij} - g_{ij}$
4→14	0,24-0,34	0,06-0,09	0,18-0,25
9→14	0,28-0,37	0,06-0,08	0,22-0,31
8→14	0,31-0,36	0,04-0,07	0,27-0,32
6→14	0,49-0,52	0,20-0,27	0,25-0,31
12→14	0,55-0,65	0,55-0,65	0
4→12	0,30-0,36	0,07-0,10	0,23-0,26
9→12	0,31-0,39	0,11-0,16	0,17-0,25
8→12	0,34-0,40	0,15-0,24	0,12-0,20
6→12	0,40-0,50	0,40-0,50	0
4→6	0,19-0,31	0,12-0,17	0,11-0,18
9→6	0,26-0,36	0,18-0,22	0,07-0,15
8→6	0,28-0,38	0,28-0,38	0
4→8	0,23-0,29	0,22-0,29	0
9→8	0,21-0,31	0,21-0,31	0
4→9	0,19-0,28	0,19-0,28	0

ВЫВОДЫ

1. На основе бинарной причинно-следственной теории информации установлены связи между свойствами основных нитей и их обрывностью на ткацком станке.

2. Установлено, что обрывность основы на ткацком станке зависит от свойств используемых нитей; хорошую корреляцию с обрывностью дает структурный коэффициент качества кинетической теории прочности твердых тел акад. С.Н. Журкова, который определяется характеристиками многократного растяжения и многократного истирания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 2. С.43...46.
2. Регель В.Р., Слуцкер А.Н., Томашевский Э.Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. – М.: Наука, 1974.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 16.03.00.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИБРАЦИИ*

С.С. ЮХИН

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

Порядок проектирования конструкционного материала с виброзащитными свойствами включает два этапа: расчет вибропоглощающего материала и проектирование ткани для создания конструкционного материала с виброзащитными свойствами.

Цель первого этапа проектирования состоит в определении параметров вибропоглощающего материала, которые являются исходными при проектировании ткани: это масса m виброинструмента; частота f возмущающей силы; величина F_a возмущающей силы; коэффициент K_F передачи силы.

Методика расчета вибропоглощающего материала заключается в следующем.

1. Используя табл. 1 [1], выбираем исходный вибропоглощающий материал.

2. Принимаем толщину h (вертикальные размеры) вибропоглощающего материала.

3. Определяем коэффициент жесткости вибропоглощающего материала:

$$C = \frac{F_a}{X_{st}}, \quad (1)$$

где F_a – максимальное усилие, Н; X_{st} – допустимое значение статической осадки, мм.

4. Уточняем коэффициент передачи силы с учетом соотношения частоты f возмущающей силы и собственной частоты f_0 системы:

$$K = \frac{F_a'}{F_a} = \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}. \quad (2)$$

Собственную частоту системы находим по формуле:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{Pg}{X_{st}P}} \cong \frac{0,5}{\sqrt{X_{st}}}. \quad (3)$$

5. Определяем площадь S_a поверхности виброизолятора:

$$S_a = \frac{10^3 F_a}{\sigma}, \quad (4)$$

где σ – нормальное напряжение в виброизоляторе.

На основе данной методики проводим расчеты параметров различного вибропоглощающего материала, результаты которых представлены в табл. 1.

Далее приступаем ко второму этапу проектирования: проектированию ткани для создания конструкционного материала с виброзащитными свойствами.

В качестве базовой используем двухслойную ткань с соединением слоев по контуру заданного узора, отличительная особенность которой состоит в том, что она имеет n -ое количество полей продольных ячеек (в дальнейшем в них вставляются виброзащитные элементы).

Метод проектирования такой ткани заключается в определении параметров ее строения по заданной величине ячейки.

* Окончание. Начало см. в № 6 за 1999 г.

Виброизолирующий материал, вставляемый в ткань, имеет определенные размеры, которые в зависимости от требований потребителя, могут изменяться. Поэтому при проектировании ткани необходимо учитывать поперечный размер $d_{тр}$ вибропоглощающего элемента и зазор b для его сво-

бодного прохождения в полость ячейки ткани, причем величина соотношения $d_{тр}$ и b должна удовлетворять условию

$$2,1 < \frac{d_{тр}}{b} < 2,2. \quad (5)$$

Таблица 1

№ п/п	h , мм	X_{st} , мм	C , Н/мм	K_f , %	f_0 , Гц	f , Гц	$\frac{f}{f_0}$	S_a , см ³
1	8	0,08	2500	16,0	55,93	150	2,69	68,03
2	8	0,128	1563	9,5	44,21	150	3,39	25,51
3	8	0,160	1250	7,4	39,52	150	3,80	22,91
4	8	0,124	1613	9,8	44,88	150	3,34	6,35
5	8	0,096	2083	13,08	51,07	150	2,94	85,48
6	8	0,124	1613	9,85	44,88	150	3,34	14,46
7	8	0,400	500	2,85	25,00	150	6,00	11,90

При большей величине соотношения вибропоглощающий элемент не входит в

полость ткани, а при меньшей — он самопроизвольно выпадает из нее.

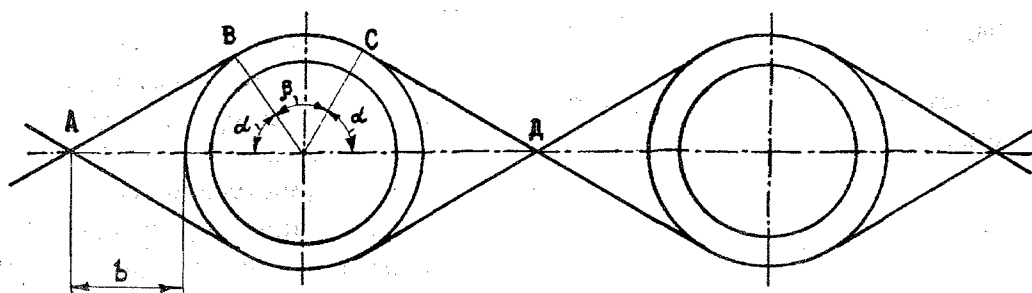


Рис. 1

Из рис. 1, на котором изображен поперечный разрез ткани с расположенными в ней вибропоглощающими элементами, следует, что ширину продольных полос можно определить по формуле

$$H_T = |AB| + \cup BC + |CD|. \quad (6)$$

Как видно из рис. 1, $\triangle ABO$ и $\triangle COD$ являются равными и прямоугольными, поэтому $|AB| = |CD|$:

$$|AB| = \sqrt{\left(b + \frac{d_{тр}}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_{тр}}{2}\right)^2}. \quad (7)$$

Определим длину $\cup BC$:

$$\cup BC = \frac{d_{\text{тр}}}{2} \beta, \quad (8)$$

где

$$\beta = (\pi - 2\alpha \frac{2\pi}{360}).$$

Тогда

$$\begin{aligned} \cup BC &= \frac{d_{\text{тр}}}{2} (\pi - 2\alpha \frac{2\pi}{360}) = \\ &= d_{\text{тр}} \pi (0,5 - \frac{\alpha}{180}). \end{aligned} \quad (9)$$

Угол α найдем из $\triangle ABO$:

$$\alpha = \arccos \frac{d_{\text{тр}}}{d_{\text{тр}} + 2v}. \quad (10)$$

Подставляя значения (7) и (9) в (6), получаем

$$H_{\Gamma} = 2\sqrt{v^2 + vd_{\text{тр}}} + \pi d_{\text{тр}} (0,5 - \frac{\alpha}{180}). \quad (11)$$

Определив размеры ячейки, рассчитаем двухслойную ткань с соединением слоев по контуру заданного узора [2].

ВЫВОДЫ

Предложена ткань для создания конструкционного материала с виброзащитными свойствами и разработан метод ее проектирования с учетом размеров вибропоглощающих элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юхин С.С. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 6. С. 125...128.
2. Мартынова А.А., Черникина Л.А. Лабораторный практикум по строению и проектированию тканей. – М.: Легкая индустрия, 1976.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 14.01.99.

УДК 541.64:541.69

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА БИФЕРМЕНТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Т.Н.ЮДАНОВА, И.Ф.СКОКОВА, О.С.ТАЛАЛЕНКОВА, Л.С.ГАЛЬБРАЙХ

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

Одним из перспективных способов получения полимерных материалов медицинского назначения, обладающих ферментативным действием, является иммобилизация биологически активных веществ в структуре полиэлектролитных комплексов (ПЭК) [1]. В [2, 3] показано, что включение ферментов в структуру ПЭК позволяет существенно повысить стабильность ферментов и создать многокомпонентные полимерные композиции, которые могут быть использованы для получения эффективных волокнистых и пленочных материалов медицинского назначения. При этом важным является определение условий получения ПЭК, при которых сохраняется кинетическая устойчивость полимерных композиций и высокий уровень активности и стабильности фермента.

В настоящей работе изучены условия получения многокомпонентной полимерной композиции, содержащей протеолитический фермент протеазу С (ПР), бактериолитический фермент лизоцим (ЛИЗ) и полисахарид альгинат натрия (АЛГ). В рассматриваемой системе все компоненты являются полиэлектролитами: АЛГ – поликислота (рК 6,5), ферменты – полиамфолиты (ЛИЗ рI 10,5-11, препарат ПР состоит из пяти белковых составляющих, рI которых лежат в интервале от 4,0 до 10,0). Таким образом, водные полимерные компо-

зиции, состоящие из ЛИЗ, ПР и АЛГ, содержат макромолекулы, обладающие противоположными по знаку зарядами. Предварительно изучены свойства бикомпонентных систем: водных растворов ПР-ЛИЗ, ПР-АЛГ, ЛИЗ-АЛГ.

При смешении растворов компонентов изменялись мутность, а в ряде случаев, и вязкость, что позволило для изучения интерполимерных реакций (ИПР) использовать методы нефелометрии и вискозиметрии. Интенсивность светового потока, рассеянного при прохождении через раствор полимерной композиции, регистрировалась на спектрофотометре Specol (Karl Zeiss, Германия) с использованием приставки для измерения мутности.

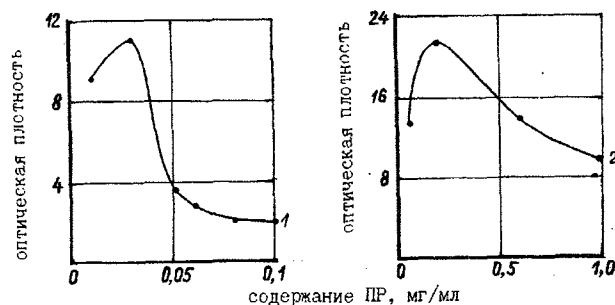


Рис. 1

Согласно полученным данным (рис.1) при изучении растворов, содержащих ЛИЗ и ПР (содержание ЛИЗ в полимерной компо-

позиции: кривая 1 – 0,05 мг/мл; 2 – 0,5 мг/мл), зависимость интенсивности рассеянного светового потока от состава раствора имела экстремальный характер. В аналогичных зависимостях, описывающих взаимодействие белков с синтетическими полиэлектролитами, пик соответствовал образованию нерастворимого стехиометричного ПЭК [4], что и наблюдалось нами при изучении ИПР протеазы С с поликатионом полигексаметиленгуанидин гидрохлоридом [5].

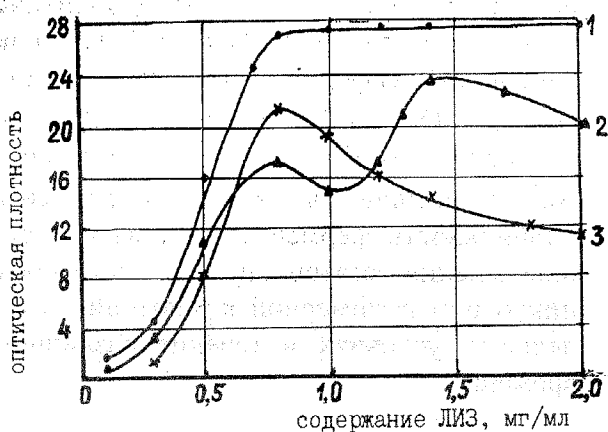


Рис. 2

Однако для биферментной водной композиции ЛИЗ–ПР в рассматриваемых концентрационных пределах (рис.1) раствор оставался гомогенным. Фазовое разделе-

ние не происходило и при увеличении концентрации ЛИЗ до значений, указанных на рис.2, где содержание ПР в полимерной композиции: кривая 1 – 0,5 мг/мл; 2 – 1,0 мг/мл; 3 – 2,5 мг/мл. Можно предположить, что наблюдаемый факт обусловлен особенностями протекания ИПР с участием двух глобулярных белков, один из которых (ПР) – это комплекс противоположно заряженных составляющих. По-видимому, взаимодействие между ЛИЗ и ПР представляет собой ИПР замещения [6].

Установлено, что образование растворимых комплексов ЛИЗ–ПР происходит при содержании компонентов в растворе не более 2,0 и 2,5 мг/мл соответственно. Увеличение концентрации одного из компонентов приводит к образованию осадка. Очевидно, в более концентрированных растворах возрастает вероятность ассоциации частиц ПЭК [7].

В табл.1, показывающей влияние состава полимерной композиции на растворимость ПЭК ЛИЗ–ПР, представлены результаты, доказывающие, что при приблизительно одинаковом соотношении белковых компонентов в полимерной композиции растворимость комплекса определяется их абсолютным содержанием.

Таблица 1

Содержание в полимерной композиции, мг/мл		Соотношение (масс.) компонентов ПР:ЛИЗ	Растворимость комплекса
ПР	ЛИЗ		
1,0	2,0	1:2,0	растворим
2,0	3,6	1:1,8	не растворим
2,5	2,0	1:0,8	растворим
5,0	3,6	1:0,7	не растворим

Из рис.3, где изображена зависимость интенсивности рассеянного светового потока от состава полимерной композиции ЛИЗ–АЛГ; содержание АЛГ в полимерной композиции: кривая 1 – 0,1%, 2 – 0,2%,

следует, что в водном растворе, содержащем ЛИЗ и АЛГ, с концентрацией АЛГ 1 или 2 мг/мл, нерастворимый комплекс образуется при достижении концентрации ЛИЗ 1,2 или 1,5 мг/мл соответственно.

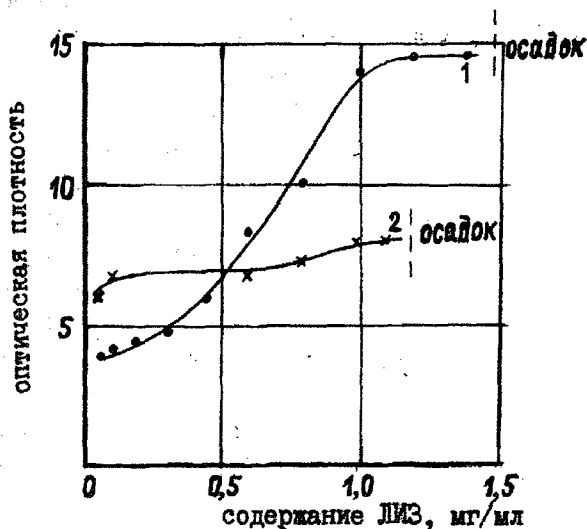


Рис. 3

При смешении водных растворов ПР и АЛГ величина интенсивности рассеянного светового потока незначительно снижалась с увеличением концентрации фермента. При этом происходило уменьшение вязкости раствора (аналогичное явление было установлено нами при изучении системы фермент коллитин-АЛГ [8]). Как показывают результаты изучения растворов ПЭК

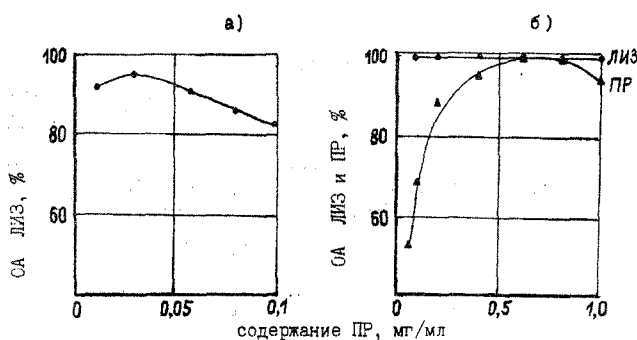


Рис. 4

Как следует из данных, представленных на рис.4, где содержание ЛИЗ в полимерной композиции: а) 0,05 мг/мл; б) 0,5 мг/мл, зависимость протеолитической активности ПР от состава бикомпонентной композиции, содержащей ЛИЗ и ПР, имеет

методом нефелометрии (рис.1...3), молекулярные характеристики частиц зависят от состава реакционной смеси, который определяет состав и строение ПЭК [6].

Для оценки влияния комплексообразования на свойства ПР и ЛИЗ определяли протеолитическую активность ПР, бактериолитическую активность ЛИЗ в полимерных композициях, а также стабильность ферментов, входящих в состав полимерных композиций, в модельных условиях (37°C, физиологический раствор).

Протеолитическую активность устанавливали по методу [9], бактериолитическую – по методу [10]. Относительную активность (ОА) ферментов рассчитывали по формуле $ОА = (A/A_{нат}) \cdot 100\%$, где A – активность иммобилизованного фермента; $A_{нат}$ – активность нативного фермента. Стабильность фермента оценивали путем определения остаточной активности после инкубации полимерной композиции в модельных условиях в течение различного времени.

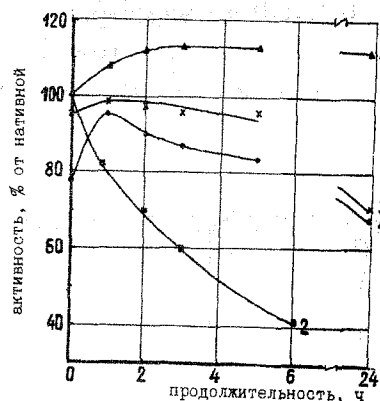


Рис. 5

ярко выраженный эстремальный характер. Бактериолитическая активность ЛИЗ в большей степени определяется абсолютной концентрацией ферментов в растворе.

Кинетические кривые инактивации ферментов в полимерной композиции

ЛИЗ-ПР (рис.5: кривая 1 – нативный ЛИЗ, 2 – нативная ПР, 3 – ЛИЗ в композиции ЛИЗ-ПР, 4 – ПР в композиции ЛИЗ-ПР; содержание ЛИЗ и ПР в полимерной композиции 1,0 и 2,5 мг/мл соответственно) свидетельствуют о том, что стабильность ЛИЗ снижается, а ПР – значительно повышается по сравнению с нативными ферментами.

В композиции с АЛГ характер кинетики инактивации ферментов изменяется (рис. 6: стабильность ПР (2) падает, а ЛИЗ (1) возрастает; содержание в полимерной композиции: кривая 1 – 1 мг/мл ЛИЗ, 1 мг/мл АЛГ; 2 – 2,5 мг/мл ПР, 2,5 мг/мл АЛГ). Комплексообразование ПР с ЛИЗ

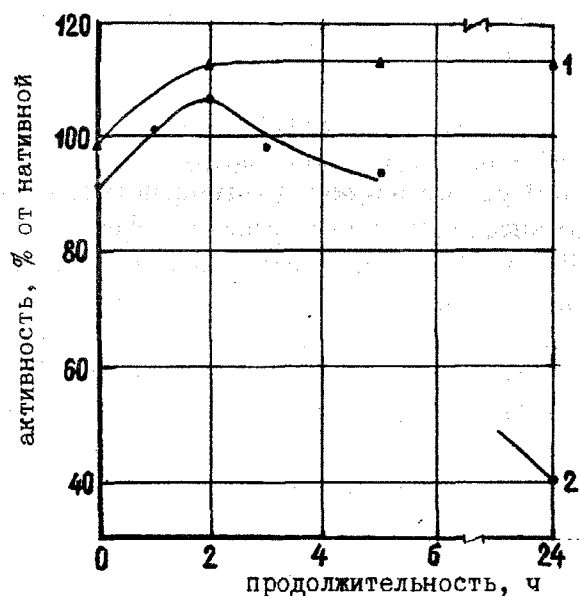


Рис. 6

сопровождается повышением стабильности протеолитического фермента в большей степени, чем ПР с АЛГ. Высокий уровень активности ЛИЗ в комплексе ЛИЗ-АЛГ объясняется несколькими причинами. Во-первых, ЛИЗ обладает очень стабильной конформацией в кислых растворах и в комплексе с АЛГ сохраняет свою нативную структуру [11]. Наблюдаемое увеличение активности как нативного, так и иммобилизованного в структуре комплекса с полисахаридом ЛИЗ может быть вызвано разрушением гидратного

слоя фермента. Аналогичный эффект активации ЛИЗ в результате его модифицирования наблюдали в [12].

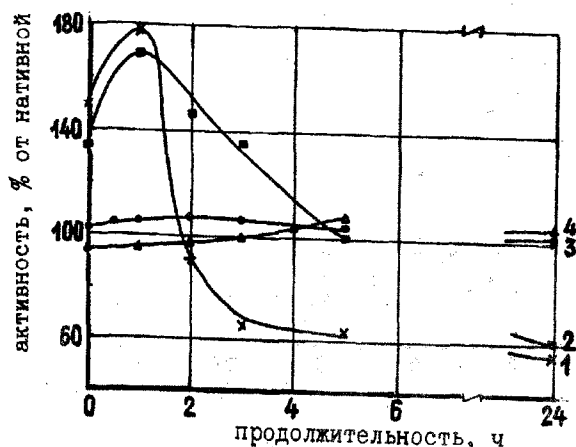


Рис. 7

При получении трехкомпонентных композиций изучалось влияние последовательности введения компонентов в раствор на активность и стабильность ферментов. Анализ полученных результатов (рис.7, где показана кинетика инактивации ПР (кривые 1 и 2) и ЛИЗ (кривые 3 и 4) в полимерной композиции, содержащей ферменты и АЛГ. Последовательность введения компонентов: кривые 1 и 3 – ПР, АЛГ, ЛИЗ; 2, 4 – ПР, ЛИЗ, АЛГ. Содержание в полимерной композиции, мг/мл: ПР, АЛГ, ЛИЗ 2,5; 2,5; 1,0) свидетельствует, что условия комплексообразования влияют на свойства иммобилизованных ПР и ЛИЗ. Так, лучшие результаты для иммобилизованной ПР получены при последовательности введения компонентов в реакционную систему ПР, ЛИЗ, АЛГ, а для иммобилизованного ЛИЗ – ПР, АЛГ, ЛИЗ, то есть полученные комплексы являются неравновесными интерполимерными системами [6]. Однако через 24 ч иммобилизованные в ПЭК ферменты проявляют практически одинаковую активность. Можно предположить, что непрерывно происходящие реакции взаимного обмена, характерные для реакционных смесей полиэлектролитов [6], приводят к образованию равновесных ПЭК.

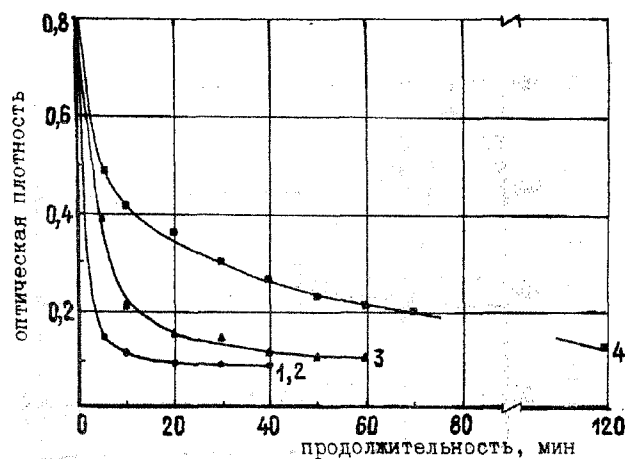


Рис. 8

При изучении активности ЛИЗ, входящего в состав полимерной композиции, установлен интересный факт, проиллюстрированный рис.8 (зависимость изменения мутности клеточной суспензии от состава полимерной композиции, содержащей ЛИЗ; кривая 1 — нативный ЛИЗ; 2 — ЛИЗ-АЛГ (1-1 мг/мл); 3 — ПР — АЛГ — ЛИЗ (2,5-2,5-1,0 мг/мл); 4 — ПР — ЛИЗ (2,5-1,0 мг/мл); композиции 2 — 4 выдержаны 24 ч в модельных условиях). Инактивация ЛИЗ в результате включения в полимерную композицию частично является кажущейся. Для стандартизации условий определения активности ЛИЗ мутность клеточной суспензии определяется через 30 мин, однако, как видно из рис.7, лизис субстрата в некоторых случаях происходит в течение более длительного времени (до 120 мин). Наблюдаемый эффект можно назвать пролонгированием действия иммобилизованного ЛИЗ.

Анализ кинетических уравнений лизиса клеточных стенок показал, что в начальный период, характеризующийся максимальной скоростью реакции гидролиза субстрата (например, $\tau=1$ мин), скорость изменения мутности клеточной суспензии при использовании для катализа полимерной композиции ЛИЗ-ПР в 28 раз, а ПР-АЛГ-ЛИЗ в 3 раза меньше, чем при использовании нативного ЛИЗ или ЛИЗ-

АЛГ. Снижение скорости лизиса субстрата, возможно, объясняется экранированием активного центра ЛИЗ макромолекулами полиэлектролитов [12]. Однако уже через 5 мин скорость гидролиза, катализируемого ЛИЗ и ЛИЗ-АЛГ, снижается в 75 раз, в то время как ПР-АЛГ-ЛИЗ — в 35 раз, а ЛИЗ-ПР — в 10 раз; через 10 мин скорость гидролиза снижается в 1000, 109 и 27 раз соответственно. Из данных на рис.8 видно, что через 24 ч выдерживания в модельных условиях истинная активность ЛИЗ в полимерной композиции ЛИЗ-ПР составляет не 70% (рис.5, кривая 3), а 95% от нативной, в композиции ПР-АЛГ-ЛИЗ — не 94% (рис.7, кривая 3), а 98,6%. Совпадение кинетических кривых гидролиза субстрата нативным ЛИЗ и ЛИЗ-АЛГ подтверждает, что в комплексе с АЛГ фермент сохраняет свою нативную конформацию.

ВЫВОДЫ

В работе изучено взаимодействие биологически активных веществ (ферментов ЛИЗ и ПР) и полисахарида АЛГ, являющихся полиэлектролитами. Показано влияние состава полимерных композиций на свойства иммобилизованных ферментов. Определены условия получения кинетически устойчивых трехкомпонентных полимерных композиций с высоким уровнем ферментативной активности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dautzenberg H., Lukanoff B. // Ber. Dunsenges. Phys. Chem. — 1996. V.100, N 6. P.1045...1053.
2. Вурник А.Д. и др. // Текстильная химия. — 1994, №1. С. 5...20.
3. Скокова И.Ф. и др. // Химические волокна. — 1999, №4. С...32...38.
4. Изумрудов В.А. // Ber. Dunsenges. Phys. Chem. — 1996. V.100, N 6. P.1017...1023.
5. Юданова Т.Н. и др. // Химические волокна. — 1999, №2. С.8...11.
6. Изумрудов В.А., Зезин А.Б., Кабанов В.А. // Успехи химии. — 1991. №7, т. 60. С.1570...1595.
7. Харенко О.А. и др. // Высокомолекулярные соединения. — 1980. 22 А. №1. С.218...223.
8. Скокова И.Ф. и др. // Текстильная химия. — 1998, №1(13). С.96...102.
9. Каверзнева Е.Д. // Прикладная биохимия и микробиология. — 1971. №2. С.225...227.

10. Кравченко Н.А. Химическое и энзимологическое изучение лизоцима. – М.: Химия, 1976.

11. Вайнерман Е.С. Исследование взаимодействия некоторых белков и кислых полисахаридов в водной среде: Дис....канд. хим. наук. – М., 1973.

12. Чистякова Л.А., Кравченко Н.А. // Биохимия. – 1972, №6, т. 37. С.1126...1132.

Рекомендована кафедрой технологии химических волокон. Поступила 18.05.00.

УДК 677.021.577.152

НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ

А.В. ЧЕШКОВА, С.Л. МИХАЙЛОВА, И.М. ЗАХАРОВА, Г.А. КУЗНЕЦОВА

(Ивановский государственный химико-технологический университет,
ЗАО «Большая костромская мануфактура»)

Ранее показано, что использование в качестве катализатора процесса деструкции пектиновых веществ и гемицеллюлоз ферментативного комплекса пектинолитических ферментов способствует преобразованию комплексного льняного волокна, повышению его гибкости и капиллярности [1, 2]. Применение ферментативных катализаторов предпочтительнее в связи с их низкой температурной активностью. Так, при температуре 37°C в течение 60 мин происходит конверсия пектиновых веществ льна более чем на 50%, гемицеллюлоз – на 55%, что сравнимо с результатами высокотемпературной щелочной отварки.

В настоящей статье поставлена задача – выяснить, каким образом обработка ферментами влияет на прочностные свойства льняного волокна в ровнице в мокром состоянии, поскольку этот показатель является наиболее важной характеристикой ее прядомых свойств.

Нами определялись разрывные характеристики льняной ровницы, подвергнутой ферментативной обработке в различных условиях. Суровая ровница из стланцевого волокна средней мягкости имела линейную плотность 998...1000 текс и предназначалась для выработки пряжи 46 текс. Образцы испытывали на разрывной машине ZM-40 Frits Neckert с записью диаграммы растяжения. Перед испытанием образцы погружали в воду, отжимали до относительной влажности 60%, моделируя тем

самым условия смачивания ровницы перед прядением. Измерение показателей прочности ровницы к разрыву в мокром состоянии позволило определить изменение прядильных свойств ровницы как функцию обработок, вызывающих диссоциацию комплексного льняного волокна.

Особенность структуры комплексного льняного волокна заключается в том, что отдельные элементарные волокна мигрируют из одного пучка в другой и в разных сечениях одно и то же волокно может входить в состав разных комплексных волокон. Примем, что при выбранной зажимной длине (17 мм) в растяжении участвуют одновременно все элементарные волокна и изменение разрывных характеристик комплексного волокна, подвергнутого химической или ферментативной обработке, будет определяться изменением прочности элементарных волокон и состоянием клеящего комплекса.

На рис. 1 изображены деформационные диаграммы одноосного растяжения льняной ровницы после ферментативной обработки комплексом пектиназ и гемицеллюлаз при различных температурах в течение 60 мин (кривая 1 – необработанная ровница; 2 – едким натром при 100°C; 3 – пектофоептидином при 60°C; 4 – при 50; 5 – при 40 и 6 – при 40°C; образцы 2...5 – продолжительность обработки 1 ч; 6 – 2 ч.). Сравнение проводили с результатами

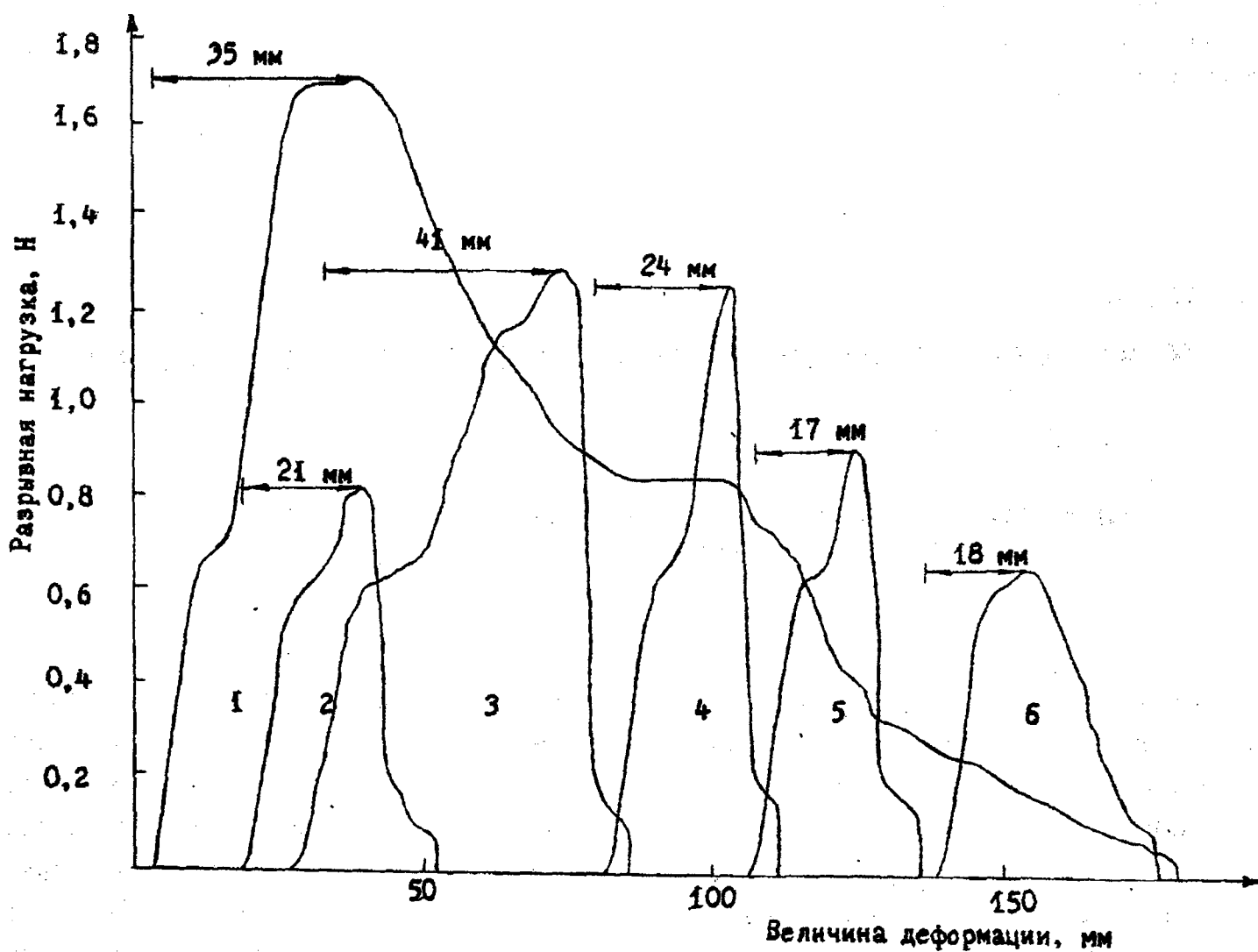


Рис. 1

по ровнице, подвергнутой щелочной отварке в течение 60 мин при температуре 100°C (кривая 2). Концентрация едкого натра в варочном растворе составляла 8,5 г/л. Из диаграмм видно, что необработанная ровница отличается высокими значениями разрывной нагрузки, что характеризует высокую прочность конструкции ком-

плексного льняного волокна и связей между волокнами. Прочность при растяжении, определяемая по максимуму кривой растяжения, составляет 1,64 Н, что более чем в 2 раза выше показателей по ровнице, подвергнутой щелочной отварке (кривая 2).

Таблица 1

Способ обработки ровницы № 1,25	Разрушающее напряжение, Н/текс·10 ⁻⁵		Относительное удлинение, %	
	сухая	мокрая	сухая	мокрая
Без обработки	1,99	1,63	8,72	13,23
Пектиназой	2,32	1,48	12,35	8,50
Пектиназой и целлюлазой (отечественные препараты)	2,68	0,97	9,85	6,76
Пектиназой и целлюлазой (импортные препараты)	-	0,731	-	5,99
Щелочная отварка	2,86	1,10	10,95	8,52

По данным деформационных диаграмм рассчитаны значения предельно возможного разрушающего напряжения волокна и предельно возможного разрывного удлинения, представленные в табл. 1. Сравнительно высокие значения показателя модуля упругости и относительного удлинения при разрыве свидетельствуют о низкой способности суровой ровницы к вытягиванию в мокром состоянии. При разрывной нагрузке выше допустимого значения и высоком удлинении, что характерно для суровой ровницы в мокром состоянии, происходит нарушение процесса вытягивания ровницы, перенапряжение продукта в вытяжном поле. В связи с этим в процессе пряжеобразования могут формироваться отдельные, не целиком вытянутые участки ровницы из вытяжного прибора, что нарушает технологический процесс и повышает обрывность на прядильной машине.

Разрывная нагрузка образцов, обработанных пектолитическим ферментом при 60°C, в сравнении с показателем суровой ровницы снижается незначительно, что обусловлено недостаточной модификацией клеящего комплекса и объясняется частичной температурной дезактивацией фермента (рис. 1, кривая 3). При ферментативной обработке более 2 ч при температуре 37°C вследствие глубокой конверсии пектиновых веществ происходит значительная структурная модификация комплексного льняного волокна – котонизация (рис. 1, кривая 6). Вытягивание ровницы такого качества потребует корректировки параметров вытяжки на прядильных машинах.

Из результатов табл. 1 следует, что после обработок разрушающее напряжение и относительное удлинение ровницы в сухом состоянии возрастают. Этот эффект обусловлен, по-видимому, удалением части примесей, придающих волокну хрупкость и снижающих его гибкость и эластичность. При анализе физико-механических характеристик ровницы в мокром состоянии можно отметить снижение как разрушающего напряжения, так и относительного удлинения. Приобретаемые обработанной

ровницей свойства обеспечивают равномерное вытягивание в процессе пряжеобразования.

Методом математической полисплайн-аппроксимации произведена оптимизация температурно-концентрационных параметров процесса ферментативной обработки льняной ровницы. Значимыми откликами выбраны разрывная нагрузка в сухом и мокром состоянии, капиллярность, гибкость. Граничными условиями считали результаты качества ровницы, подвергнутой щелочной отварке. В результате выявлена область оптимальных условий обработки: температура 37...47°C, концентрация фермента пектолитической активности 50 ед/г белка 3...4,5 г/л при длительности процесса 60...100 мин (рис. 2: кривая 1 – область оптимальных температурных условий проведения биообработки и концентрационные пределы; 2 – капиллярность, более 40 мм; 2 – разрывная нагрузка в мокром состоянии, от 0,75 до 1,2 Н; 3 – гибкость, более 66 мм; 4 – разрывная нагрузка в сухом состоянии, более 1,5Н).

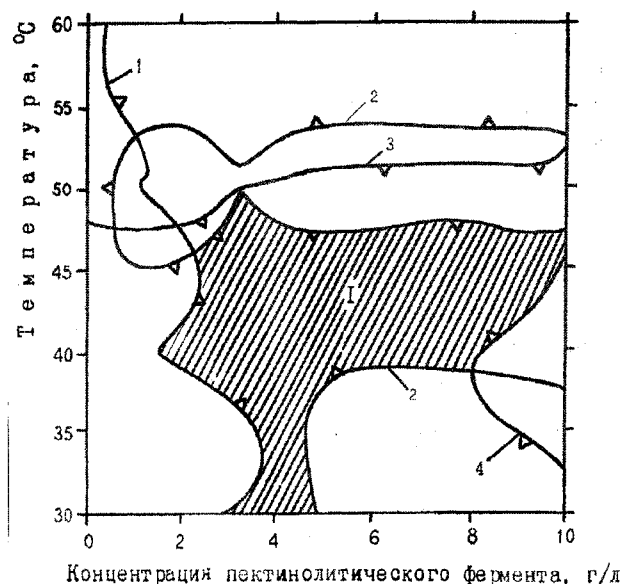


Рис. 2



Рис. 3

Исследования, проведенные с помощью электронного растрового микроскопа BS-300 (увеличение 1:5000), дали возможность различать состояния поверхности волокон после ферментативной обработки и щелочной отварки. Видно (рис. 3): поверхность волокон, подвергнутых ферментативной обработке (б) – гладкая, в то время как поверхность волокон после

обработки едким натром (а) имеет выпуклые извитые складки, сдвиги и надломы. По-видимому, изменения структуры поверхности льняного волокна после обработки едким натром происходят в результате возникающего внутреннего перенапряжения в процессе высокотемпературной обработки.

Таблица 2

Способ обработки ровницы	Линейная плотность пряжи, текс	Разрывная нагрузка, Н	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	Относительное удлинение, %
Биообработка пектиназой	120,5	1,33	21,03	16,1
Биообработка пектиназой и целлюлазой	117,7	1,10	27,1	14,1
Щелочная отварка	113,9	1,16	22,90	15,0

Опыт использования ферментов пектолитической активности в условиях производства (табл. 2) показал, что обработка пектиназами не обеспечивает требуемого качества пряжи по цветовым характери-

стикам. Вследствие этого были апробированы ферментативные препараты, способные в тех же температурных и временных условиях обеспечить биополировку поверхности льняных волокон. Для этих це-

лей выбрали ферменты тополитической активности, то есть способные воздействовать на поверхность субстрата без существенных нарушений его прочности и структуры.

При обработке ровницы композицией ферментов пектиназ и целлюлаз наблюдается улучшение цветовых характеристик льняного волокна. Волокно приобретает блеск, характерный для ровницы, подвергнутой щелочной отварке. В данном случае нарушаются не только связи пектин-лигнинно-гемицеллюлазного комплекса, но и связи лигнинного компонента с целлюлозой, что обеспечивает удаление лигнина не только срединных пластинок, но и химически связанного с целлюлозой. Показано, что степень удаления лигнина при обработке композицией ферментов на 5...8 % выше, чем при обработке моносоставом. Это позволяет в условиях ферментативной обработки добиться оттенка цвета серого льна, в точности соответствующего цвету отваренной ровницы. Разрушающее напряжение и относительное удлинение незначительно ниже, чем у ровницы, обработанной моносоставом и отваренной ровницы.

В условиях ЗАО «Большая костромская мануфактура» сформирована льняная

пряжа № 46. Технические характеристики пряжи, выработанной на ПМ-88-Л5 из биообработанной ровницы, в сравнении с пряжей, полученной из отваренной ровницы, представлены в табл. 2.

ВЫВОДЫ

Предложен комплекс ферментов, способствующий решению задач, связанных с сокращением энергозатрат процессов подготовки льняной ровницы к мокрому прядению, повышением качества последней и экологической безопасностью производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чешкова А.В. и др. // Текстильная химия. – 1996, №2(9). С. 63...69.
2. Biotechnologie in textiles Prozessen // Textiltechnik. – 1986, Bd 94, № 12. P. 696...697.
3. Коновалова Л.Д. // Текстильная промышленность. – М., 1981, вып. 1. С. 5.
4. Василенко В.А. Многомерная сплайн-интерполяция. – М.: Наука, 1983. С. 215.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 10.06.00.

УДК 677.026.41035

**МОДЕЛЬ ЗАВИСИМОСТИ ПРОЧНОСТИ
ИГЛОПРОБИВНОГО МАТЕРИАЛА
ОТ ПЛОТНОСТИ ПРОКАЛЫВАНИЯ**

В.А. СЕМЕНОВ, Н.Н. ТРУЕВЦЕВ, Т.Е. АЛЕКСЕЕВА

(Военно-морской инженерный институт,
Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

В [1, 2] проведен анализ упрочнения иглопробивного материала при иглопрокалывании и получена формула критической плотности $\Pi_{кр}$ прокалывания:

$$\Pi_{кр} = \frac{\ln 2}{\pi R^2}, \quad (1)$$

где R – радиус окружности, описанной около поперечника иглы, характеризующей область действия прокола.

Вся площадь иглопробивного нетканого материала в [1, 2] делилась на площадь, занятую проколами, и свободную. Считалось, что попадание нового прокола в занятую площадь ведет к уменьшению числа активных проколов, а в свободную – к увеличению числа проколов на единицу. В результате установили: при больших плотностях прокалывания число активных проколов – отрицательное, что противоречит здравому смыслу.

В [3] использован более детальный анализ процесса иглопрокалывания, показывающий, что занятая площадь состоит из двух существенно различающихся частей: с одной стороны, это площадь, занятая активными проколами, с другой – площадь, занятая проколами не упрочняющими, а повреждающими холст. Последние составляют проколы, расстояние между центрами которых менее R . Попадание нового прокола в поврежденную проколами

площадь, хотя и не изменяет число активных проколов, но может привести к увеличению самой поврежденной площади.

Приближенно считаем, что вся площадь иглопробивного материала состоит из трех частей: свободной от проколов площади $S_{св.п.}$, площади $S_{а.п.}$, занятой активными проколами, и площади $S_{повр.п.}$, занимаемой проколами, повреждающими холст (индекс n указывает на состояние иглопробивного материала, получившего n проколов).

Исходя из сделанных предположений при совершении следующего $(n+1)$ -го прокола возможны три попарно несовместных события: 1) событие $A_{св.п.}$ попадания прокола в свободную площадь $S_{св.п.}$; 2) событие $A_{а.п.}$ попадания прокола в площадь активных проколов $S_{а.п.}$ и 3) событие $A_{повр.п.}$ попадания прокола в поврежденную площадь $S_{повр.п.}$.

Данные события образуют полную группу событий, на которой естественно задать функцию вероятности по формулам

$$P_{св.п.} = \frac{S_{св.п.}}{S}, \quad (2)$$

$$P_{а.п.} = \frac{S_{а.п.}}{S}, \quad (3)$$

$$P_{\text{повр.}n} = \frac{S_{\text{повр}n}}{S} \quad (4)$$

Формулы (2...4) справедливы в предположении независимости вероятности попадания нового прокола в некоторую область от ее положения на иглопробивном материале. Это условие будет считаться выполненным в рамках нашего рассмотрения.

Условие нормировки вероятности представим соотношением

$$P_{a,n} + P_{св,n} + P_{\text{повр.}n} = 1. \quad (5)$$

Определим характер изменения каждой из трех площадей при совершении каждого из трех событий. Пусть при совершении (n+1)-го прокола произойдет событие $A_{св,n}$. Тогда считаем, что свободная площадь уменьшится на величину πR^2 и составит

$$S_{св,n+1} = S_{св,n} - \pi R^2, \quad (6)$$

площадь, занятая активными проколами, увеличится на πR^2 :

$$S_{a,n+1} - S_{a,n} = \pi R^2, \quad (7)$$

поврежденная площадь не изменится:

$$S_{\text{повр}n+1} = S_{\text{повр}n}, \quad (8)$$

а число M_n активных проколов увеличится на 1:

$$M_{n+1} = M_n + 1. \quad (9)$$

Далее предположим, что при совершении (n+1)-го прокола произошло событие $A_{a,n}$. Тогда будем считать, что в среднем свободная площадь уменьшится на величину $(a-1)\pi R^2$ и составит

$$S_{св,n+1} = S_{св,n} - (a-1)\pi R^2, \quad (10)$$

где $a-1 \approx \frac{1}{2}$.

Площадь, занимаемая активными проколами, уменьшится на πR^2 :

$$S_{a,n+1} - S_{a,n} = -\pi R^2, \quad (11)$$

поврежденная площадь увеличится:

$$S_{\text{повр}n+1} = S_{\text{повр}n} + a\pi R^2, \quad (12)$$

а число M_n активных проколов уменьшится на 1:

$$M_{n+1} = M_n - 1. \quad (13)$$

Пусть, наконец, произойдет событие $A_{\text{повр.}n}$. Тогда предположим, что в среднем свободная площадь уменьшится и составит величину

$$S_{св,n+1} = S_{св,n} - b\pi R^2 P_{св,n}, \quad (14)$$

где $b \approx \frac{1}{4}$.

Площадь, занимаемая активными проколами, не изменится:

$$S_{a,n+1} = S_{a,n}, \quad (15)$$

поврежденная площадь увеличится:

$$S_{\text{повр}n+1} = S_{\text{повр}n} + b\pi R^2 P_{св,n}. \quad (16)$$

а число активных проколов не изменится:

$$M_{n+1} = M_n. \quad (17)$$

Формулы (6...17) позволяют выразить средние значения всех трех типов площадей для (n+1) проколов по известным значениям этих площадей для n проколов:

$$\begin{cases} P_{св.n+1} - P_{св.n} = -\frac{\pi R^2}{S} P_{св.n} + (1-a)\frac{\pi R^2}{S} P_{a.n} - b\frac{\pi R^2}{S} P_{св.n} P_{повр.n}, \\ P_{a.n+1} - P_{a.n} = \frac{\pi R^2}{S} P_{св.n} - \frac{\pi R^2}{S} P_{a.n}, \\ P_{повр.n+1} - P_{повр.n} = a\frac{\pi R^2}{S} P_{a.n} + b\frac{\pi R^2}{S} P_{повр.n} P_{св.n}, \\ M_{n+1} - M_n = P_{св.n} - P_{a.n}. \end{cases} \quad (18)$$

Систему уравнений (18) следует дополнить определением технологически важного параметра – плотности прокальвания, который определяется соотношением

$$\Pi_n = \frac{M_n}{S}. \quad (19)$$

Заметим, что в (18) переменные S и R^2 входят в виде отношения, поэтому целесообразно ввести новую переменную:

$$\beta \equiv \frac{\pi R^2}{S}. \quad (20)$$

С учетом (20) формулы (18) и (19) приобретают более простой вид:

$$\begin{cases} P_{св.n+1} = P_{св.n} - \beta P_{св.n} + (1-a)\beta P_{a.n} - b\beta P_{св.n} P_{повр.n}, \\ P_{a.n+1} = P_{a.n} + \beta P_{св.n} - \beta P_{a.n}, \\ P_{повр.n+1} = P_{повр.n} + a\beta P_{a.n} + b\beta P_{повр.n} P_{св.n}, \\ M_{n+1} = M_n + P_{св.n} - P_{a.n}, \\ \Pi_n = \frac{M_n}{\pi R^2} \beta. \end{cases} \quad (21)$$

Система уравнений (21) удобна для ее решения с помощью электронных таблиц. С этой целью в первую строку таблицы следует записать начальные значения вероятностей и переменных M и Π в виде

$$\begin{cases} P_{св.0} = 1, \\ P_{a.0} = P_{повр.0} = 0, \\ M_0 = \Pi_0 = 0 \end{cases} \quad (22)$$

Далее необходимо задать в рабочих ячейках значения параметров a , b , β , S и R , после чего записать формулы (21) во вторую строку таблицы и скопировать их в ряд ниже лежащих. После этого решения уравнений (21) получатся автоматически.

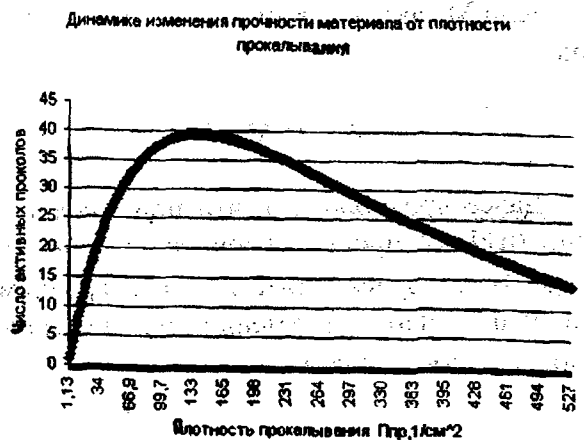


Рис. 1

На рис.1 представлена динамика изменения прочности иглопробивного материала от плотности прокалывания. В [1,2] при больших плотностях прокалывания число активных проколов (прочности материала) оказывалось отрицательным. В нашем случае при решении системы уравнений (21) число активных проколов растет с увеличением плотности прокалывания, затем начинает снижаться и значение ее величины достигает нуля, но не бывает отрицательным. Следовательно, проведенный нами анализ верен.

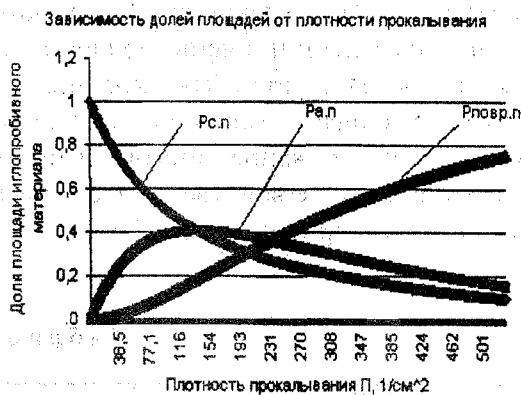


Рис. 2

На рис.2 изображена зависимость долей площадей, составляющих площадь иглопробивного материала при иглопрокалывании, от плотности прокалывания. Как видим, доля свободной площади уменьшается;

доля площади активных проколов сначала увеличивается, а затем начинает снижаться. Доля площади поврежденных проколов увеличивается, что соответствует представлению о воздействии рабочих игл иглопробивной машины на волокнистый холст и обрывности волокна в нем.

ВЫВОДЫ

Получена система уравнений, описывающая процесс иглопрокалывания, по которой можно проследить динамику изменения прочности материала от плотности прокалывания и позволяющая определять оптимальную плотность прокалывания при технологических расчетах по выработке проектируемых нетканых материалов на основе базальтового волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов В.А. // Текстильная промышленность. –1982, №1. С. 51...53.
2. Семенов В.А., Бершев Е.Н. Моделирование механических процессов производства нетканых материалов. – Л., Лен. университет, 1982.
3. Алексеева Т.Е., Труевцев Н.Н. Исследование возможности производства геотекстильного полотна на основе базальтового волокна // Сб. статей аспирантов и докторантов. – СПб., 1999. С.64.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 02.10.00.

УДК 677.026.04:661.718.5

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ВОЛОКОН ПОЛИОРГАНО(АЛКОКСИ)СИЛАЗАНАМИ НА СВОЙСТВА НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.М. ГОРЧАКОВА, О.А. ГАРЦУЕВА, Е.Н. БАХУРОВА, Б.А. ИЗМАЙЛОВ

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

Скрепление волокон в единую систему в нетканых материалах, полученных физико-химическим способом, осуществляется адгезионными (аутогезионными) связями,

возникающими на границе контакта волокно (субстрат) – связующее (адгезив) или волокно – волокно.

Химические волокна, используемые при производстве нетканых материалов (полиэфирные, полипропиленовые, поливинилхлоридные и др.), обладают низкой адгезией. С целью увеличения адгезии полимеров волокон применяются различные методы их модификации: окисление, обработка плазмой, кремнийорганическими соединениями и др. [1,2].

Настоящее исследование посвящено изучению влияния обработки поверхности химических волокон на стадии замасливания полиоргано(алкокси)силазанами на физико-механические свойства нетканых материалов при их аутогезионном скреплении (без использования обычных связующих веществ).

Нами разработан метод синтеза новых кремнийорганических модификаторов химических волокон – полиоргано(алкокси)силазанов: поливинилдиметилсилазана I, поливинилдиметил(изо-буток-

си)силазана II и поливинилдиметил[три(изо-бутокси)]силазана III. Поливинилдиметилсилазан I получали соаммолизом 3 молей винилтрихлорсилана с 1 молем диметилдихлорсилана в среде толуола при комнатной температуре, а поливинилдиметил(изо-бутокси)силазан II и поливинилдиметил[три(изо-бутокси)]силазан III – алкоголизом в среде толуола продукта I при 80°C 1 молем и 3 молями изо-бутилового спирта соответственно.

Продукт I – это смолообразное вещество, легко переходящее при нагревании в неплавкое и нерастворимое состояние, а продукты II и III – вязкие жидкости, которые при нагревании очень медленно отверждаются. Все продукты хорошо растворимы в алифатических углеводородах, бензоле, толуоле, эфире, ацетоне и не растворимы в воде. Свойства синтезированных продуктов приведены в табл. I.

Таблица I

№ продукта		I	II	III
d_4^{20}		1,12	0,94	0,81
n_D^{20}		-	1,5040-1,5100	1,4820-1,4860
Формула звена полимера		$C_6H_{12}Si_4N_6$	$C_{12}H_{29}Si_4N_5O_1$	$C_{26}H_{46}Si_4N_4O_3$
Число звеньев		10	6	3
Элементный состав, %	C	<u>28,35</u>	<u>38,95</u>	<u>46,83</u>
		28,01	38,77	47,76
	H	<u>6,15</u>	<u>7,53</u>	<u>9,43</u>
		6,46	7,86	9,22
Si	<u>32,95</u>	<u>31,30</u>	<u>22,68</u>	
	32,75	30,22	22,34	
N	<u>24,30</u>	<u>16,93</u>	<u>10,23</u>	
	24,49	18,83	11,13	
\bar{M} найдено		<u>3500</u>	<u>2340</u>	<u>1560</u>
вычислено		3429	2230	1508
Данные ИК-спектров $\nu, \text{см}^{-1}$	S_i-NH-S_i	3385, 3320 980-915	3385, 3320 980-915	3385, 3320 980-915
	S_i-NH_2	3500, 3400	-	-
	S_i-OC	-	1100-1050	1100-1050

Молекулярные массы продуктов определяли криоскопически в бензоле, ИК-спектры сняты на приборе UR-20 в тонком слое на призмах из KBr, NaCl и LiF в области $4000...400 \text{ см}^{-1}$ по методике [3].

В продукте I имеются химически активные при комнатной температуре $\equiv S_i-NH-S_i \equiv$ связи и концевые $\equiv S_i-NH_2$ группы, а в продуктах II, III – химически активные при комнатной температуре $\equiv S_i-NH-S_i \equiv$ связи и при повышенной температуре

(80...100°C) концевые изо- $C_4H_9O-Si\equiv$ группы. Оказалось, что продукты I–III при выдерживании на воздухе даже при комнатной температуре подвергаются гидролизу влагой воздуха с заменой 80...85% силазановых связей на силоксановые. Вследствие высокой газопроницаемости силоксановой пленки аммиак, выделяющийся при гидролизе, удаляется из системы без нарушения целостности пленки. Образующиеся при гидролизе продуктов I–III соответствующие полиоргано(изо-бутокси)силазоксаны, то есть полимеры, содержащие наряду со связями $\equiv Si-NH-Si\equiv$ также $\equiv Si-O-Si\equiv$, концевые $\equiv Si-OH$ и изо- $C_4H_9O-Si\equiv$ группы, стабильны, обладают высокими физико-

механическими показателями и хорошей адгезией к различным материалам.

Продукты I–III в количестве от 0,1 до 3% масс. наносили на отмытые от замасливателя волокна в виде 1%-ной водной эмульсии их спиртовых растворов. После нанесения модификатора волокно в термошкафу подвергали термообработке при 140°C в течение 10 мин. Из обработанных волокон на чесальной машине формировали холсты поверхностной плотности 70 г/м². Аутогезионное скрепление холстов осуществляли на прессе при температуре, близкой к температуре плавления волокна, под давлением 2 МПа в течение 2 мин.

Таблица 2

Продукт	Содержание продукта на волокне, % масс.	$R_{уд.}$, Нм/г		ε_p , %	
		1	2	1	2
I	0,25	8,30	2,05	10,0	7,0
II	0,25	4,90	1,25	7,0	5,0
III	0,25	10,70	2,70	6,0	5,0

Примечание. 1 – по длине, 2 – по ширине.

В табл.2 представлены физико-механические свойства нетканых материалов из обработанных полиэфирных волокон.

Из результатов табл.2 видно, что для полиэфирных волокон наиболее эффективным является продукт II. Вследствие этого в дальнейших исследованиях по обработке волокон различной природы использовали только его.

На рис.1 изображена зависимость удельной разрывной нагрузки нетканых материалов от содержания продукта II на волокне, где кривые 1...5 соответственно для волокон: полиамидного, смеси полипропиленового (20%) и вискозного (80%), полиэфирного, полипропиленового и смеси полиэфирного (90%) и вискозного (10%).

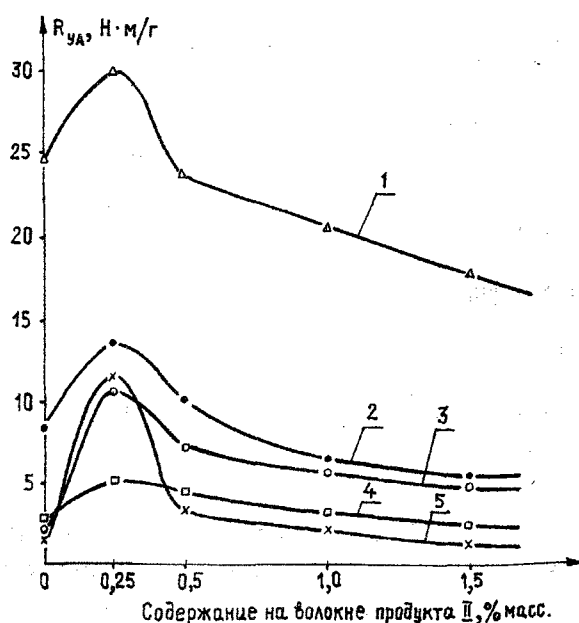


Рис.1

Зависимость на рис.1 носит экстремальный характер. Оптимальным является содержание продукта II на волокне 0,25% масс. Из рис.1 также следует, что прочность нетканых материалов из обработанных волокон выше по сравнению с необработанными. Так, прочность нетканых материалов увеличивается в 1,5 раза из полиамидных, в 3 раза из полипропиленовых и в 13,2 раза из полиэфирных волокон. Необходимо отметить, что прочность холста из смеси вискозных (80%) и полипропиленовых (20%) волокон и холста из смеси полиэфирных (90%) и вискозных (10%) волокон увеличивается в 3 и 15 раз соответственно.

Полагаем, что увеличение прочности нетканых материалов связано с образованием между соседними волокнами силоксановых связей. Незначительное падение прочности нетканых материалов при содержании продукта II на волокне более 0,25% масс. обусловлено, видимо, его пластифицирующим действием на полимеры волокон (на поверхности волокон проявляется эффект "перемасливания").

Установлено, что при обработке химических волокон на воздухе при комнатной температуре водными эмульсиями продук-

та II происходит, во-первых, гидролиз продукта II с превращением его в поливинилдиметил(изо-бутокси)силазоксан с концевыми силанольными и изо-бутоксисилильными группами; во-вторых, взаимодействие силазановых связей и силанольных групп образовавшегося силазоксана с функциональными карбонильными, карбоксильными, аминогруппами химических волокон, приводящее к образованию силоксановой пленки на поверхности волокон. При прессовании таких волокон в нетканых материалах при повышенных температурах происходит скрепление соседних волокон за счет образования этиленовых мостиков и силоксановых связей вследствие полимеризации винильных радикалов и взаимодействия силанольных и изо-бутоксисилильных концевых групп. Это приводит к образованию в нетканом материале циклопространственной силоксановой структуры.

Следует отметить, что силоксановая пленка на поверхности химических волокон оказывает на нетканый материал пластифицирующее действие. Это способствует некоторому снижению температуры плавления волокон.

Таблица 3

Волокно	Линейная плотность волокна, текс	Температура плавления волокна в холсте, °С	
		0,25% масс. продукта II на волокне	отсутствие продукта II на волокне
Полиэфирное	0,33	256	260
Полиэфирное	0,17	255	264
Полиамидное	0,40	215	220
Полипропиленовое	0,40	151	157

Из табл.3, где приводятся результаты изменения температур плавления волокон различной природы и линейной плотности в зависимости от наличия и отсутствия на волокне продукта II, видно, что температура плавления полиэфирных волокон линейной плотности 0,33 текс снижается на 4°С, а плотности 0,17 текс – на 9°С, поли-

амидного волокна линейной плотности 0,40 текс снижается на 5°С, а полипропиленового волокна такой же линейной плотности – на 6°С.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработан эффективный способ аутогезионного скрепления химических волокон в нетканых материа-

лах малым количеством (до 0,25% масс.) новых кремнийорганических модификаторов, исключающий использование 30...40% масс. традиционных связующих веществ.

ВЫВОДЫ

1. Предложен новый способ получения нетканых материалов повышенной в 3...13 раз прочности и пониженной на 4...9°C температурой термопрессования.

2. Разработан эффективный метод аутогезионного скрепления химических волокон в нетканых материалах малым количеством (до 0,25% масс.) новых кремнийорганических модификаторов, исключающих использование 30...40% масс. традиционных связующих веществ.

3. Синтезированы заданного строения с комплексом требуемых свойств новые кремнийорганические модификаторы хи-

мических волокон – полиорган(алокси)силазаны: поливинилдиметилсилазан I, поливинилдиметил(изо-бутокси)силазан II, поливинилдиметил[три(изо-бутокси)]силазан III и изучен механизм химического взаимодействия последних с полимерами химических волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вакула В.Л., Притыкин Л.М. Физическая химия адгезии полимеров. – М.: Химия, 1984. С.182.
2. Горчакова В.М и др.// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №5. С.74...78.
3. Абакумова Н.И. и др. Практикум по химии и физике полимеров. – М.: Химия, 1998. С.299.

Рекомендована кафедрой нетканых материалов.
Поступила 22.05.00.

УДК 677.025.5

РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛЮШЕВЫХ ПОЛОТЕН, ПОЛУЧАЕМЫХ НА ОСНОВОВЯЗАЛЬНЫХ МАШИНАХ С ПЛАТИНАМИ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ВОРСА

Е.А.ВОРОБЬЕВА, Л.А.КУДРЯВИН, А.Ф.АНДРЕЕВ

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

В настоящее время широкое распространение получил способ производства основовязаного плюшевого трикотажа на однофонтурных машинах типа KSP4, KSP4EL с пазовыми иглами, кроме обычных платин имеющих еще и ворсовые платины для создания дополнительной отбойной плоскости с целью формирования ворсовых петель [1]. Процесс проектирования основовязаного плюшевого трикотажа можно существенно рационализировать с помощью автоматизированных систем.

В существующих системах автоматизированного проектирования основовязаного трикотажа определение числа остовов и протяжек петель в раппорте переплетения

(узора) производится на основе анализа цифровой записи кладок нитей, при этом число различных протяжек петель выражается в единицах петельного шага трикотажа, а величина протяжки, выраженная в единицах петельного шага, определяется по формуле [2, 3]:

$$p_i = \sqrt{\Pi_i^2 + C^2}, \quad (1)$$

где C – коэффициент соотношения плотностей в трикотаже; Π_i – величина проекции протяжки в петельных шагах:

$$\Pi_i = (R_{bi} - 1) = \left[(h_i + h_{(i+1)}) - (h_{(i+k)} + h_{(i+k+1)}) \right] / 2g; \quad (2)$$

k – индекс, зависящий от тактности работы машины; R_{bi} – раппорт прокладывания нити в i -м ряду; i – номер петельного ряда; h_i – номер звена узорообразующей цепи (высота плашки); g – коэффициент, учитывающий тип основовязальной машины.

Очевидно, что данную формулу нельзя использовать для расчета длины нити в ворсовых протяжках.

Для разработки метода расчета длины ворсовых протяжек проанализированы

особенности их формирования. Было установлено, что если ворсовые платины делают сдвиг вдоль фронта игл, для образования ворсовых протяжек в i -м ряду гребенки с ворсовыми нитями должны или сдвигаться за иглами в направлении, противоположном сдвигу ворсовых платин, или выполнять переплетение, раппорт которого по ширине не равен сдвигу ворсовых платин. При использовании векторного обозначения сдвигов для гребенок и

бруса ворсовых платин эти случаи можно записать следующим образом:

$$1) \overset{\rightarrow}{3C_i}, \quad \overset{\leftarrow}{3\Pi_i}, \quad |3C_i| \geq 0, |3\Pi_i| \geq 1;$$

$$2) \overset{\rightarrow}{3C_i}, \quad \overset{\rightarrow}{3\Pi_i}, \quad |3\Pi_i| \neq \Pi_i,$$

$$n_{\Pi} = \left| \frac{(h_i + h_{(i+1)}) - (h_{(i+k)} + h_{(i+k+1)})}{2g} - \frac{h_i^{\text{пл}} - h_{(i+k)}^{\text{пл}}}{g} \right|, \quad (3)$$

где $h_i^{\text{пл}}$ – номер звена узорообразующей цепи бруса ворсовых платин.

Если при выработке трикотажа ворсовые платины сдвигов не делают, то максимально возможное число ворсовых платин, на которых может формироваться ворсовая протяжка, равно Π_i , иными словами, необходимым условием для получения ворсовой протяжки является неравенство: $\Pi_i \neq 0$. Однако выполнения этого условия недостаточно, поскольку при прокачке гребенок в положение перед иглами ворсовые платины движутся сверху вниз и перемещаются назад за спинки игл, при этом часть платин может пройти над ворсовыми нитями, а именно ворсовая нить при формировании ворсовой протяжки на этих платинах изгибаться не будет. Поэтому число платин, на которых будет формироваться ворсовая протяжка, зависит не только от переплетения, которым вяжет ворсовая гребенка в i -м ряду, то есть не только от Π_i , но и от взаимного расположения по высоте ушковых и ворсовых платин в момент, когда происходит взаимодействие данных платин с участками ворсовых нитей между петлями, находящимися на стержнях игл, и ушковинами. Для формирования ворсовой протяжки должно выполняться неравенство $n_{\Pi} \geq 1$. Установлено, что независимо от расположения ушковых и ворсовых платин это условие всегда выполняется при одинаковых направ-

где $\overset{\rightarrow}{3C_i}$ и $\overset{\rightarrow}{3\Pi_i}$ – сдвиги соответственно ворсовых гребенок за иглами и бруса ворсовых платин (стрелки показывают направления сдвигов), а $|3C_i|$ и $|3\Pi_i|$ – их абсолютные величины соответственно.

Число n_{Π} платин, на которых будет формироваться ворсовая протяжка, определим по формуле

лениях сдвигов гребенок за иглами и перед ними: $\overset{\rightarrow}{3C_i}, \overset{\rightarrow}{\Pi C_i}$.

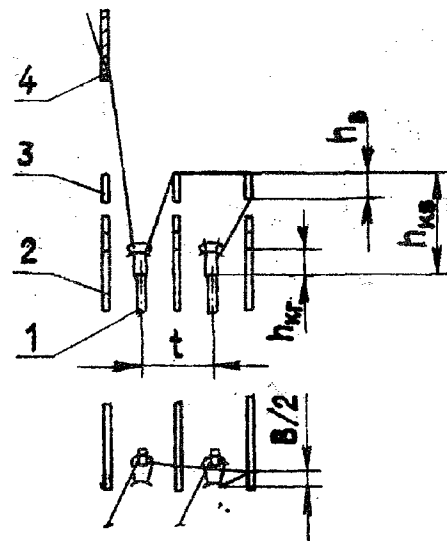


Рис. 1

На рис.1, где 1 – игла; 2 – платина; 3 – ворсовая платина; 4 – ушковая гребенка, изображена схема формирования ворсовой протяжки, соответствующая случаям:

$$1) \overset{\leftarrow}{3C_i}, \quad \overset{\rightarrow}{3\Pi_i}, \quad |3C_i| \geq 0, |3\Pi_i| \geq 1;$$

$$2) \Pi_i = 0, \quad |3\Pi_i| \geq 1.$$

Аппроксимируя отдельные участки нити отрезками прямых линий и пренебрегая толщиной ворсовых платин, рассчитаем

длину нити в ворсовой протяжке по приближенной формуле

$$\begin{aligned} \ell_{вi} = & \sqrt{t^2(|3\Pi_i| - 0,5)^2 + 0,25B^2 + (h_{кв} - h_{кг} - h_{в})^2} + h_{в} + \\ & + \frac{n_{\Pi} - 1}{n_{\Pi} - 0,5} \sqrt{t^2(n_{\Pi} - 0,5)^2 + 0,25B^2} + \\ & + \sqrt{(0,5/(n_{\Pi} - 0,5))^2 [t^2(n_{\Pi} - 0,5)^2 + 0,25B^2] + (h_{кв} - h_{кг})^2}, \end{aligned} \quad (4)$$

где t – игольный шаг машины; B – высота петельного ряда; $h_{кв}$ – глубина кулирования ворсовой нити; $h_{кг}$ – глубина кулирования грунтовой нити; $h_{в}$ – высота ворсовой платины; $|3\Pi_i| = |h_i^{пл} - h_{(i+k)}^{пл}|$ – величина сдвига ворсовой платины.

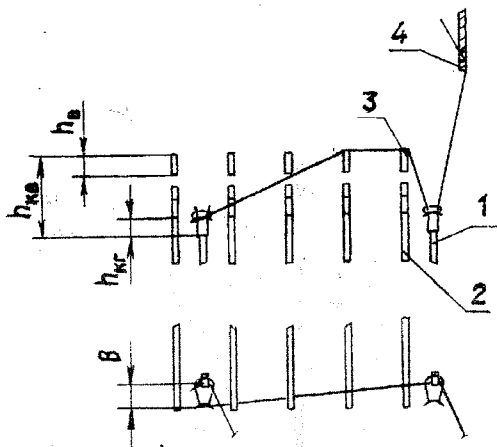


Рис. 2

На рис.2 представлена схема формирования ворсовой протяжки, соответствующая случаю: $3C_i, 3\Pi_i, |3\Pi_i| < \Pi_i$, а также случаю $|3\Pi_i| = 0$, при $\Pi_i \neq 0$ (варианту образования ворсовой протяжки без сдвига платин). Обозначения на рис.2 соответствуют обозначениям на рис.1. На основе допущений, принятых при выводе формулы (4), длину нити в ворсовой протяжке определим с помощью выражения

$$\begin{aligned} \ell_{вi} = & \sqrt{(\Pi_i - n_{\Pi} + 0,5)^2 [(t\Pi_i)^2 + B^2] / \Pi_i^2 + (h_{кв} - h_{кг})^2} + \\ & + \frac{n_{\Pi}}{\Pi_i} \sqrt{(t\Pi_i)^2 + B^2} + \sqrt{[(t\Pi_i)^2 + B^2] / (4\Pi_i^2) + (h_{кв} - h_{кг})^2}. \end{aligned} \quad (5)$$

С учетом перетяжки длина нити в ворсовой протяжке

$$\ell_{вpi} = \ell_{вi} K_{пер}, \quad (6)$$

где $K_{пер}$ – коэффициент перетяжки.

Длину нитей ворсовой гребенки в раппорте узора (высота Rh раппорта) определим по формуле

$$L_{в} = a \left(\sum_{i=1}^{Rh} \ell_{o} + \sum_{i=1}^{Rh} \ell_{вpi} \right), \quad (7)$$

где l_0 – длина нити в остове, мм; a – число пробранных нитей в раппорте проборки гребенки.

Для расчета длины ворсовой нити в остове, а также для длины грунтовых нитей можно использовать формулы и алгоритмы, представленные в [2, 3].

Зная длину нитей, заправленных в каждую гребенку, поверхностную плотность полотна можно рассчитать по алгоритму из [2, 3].

С использованием разработанного метода расчета длины ворсовых нитей создана программа для автоматизированного технологического проектирования плюшевых полотен, получаемых на основовязальных машинах с ворсовыми платинами, и произведен расчет ряда образцов по ней, свидетельствующий о приемлемости предлагаемого метода.

ВЫВОДЫ

1. Исследованы особенности процесса получения основовязаного плюшевого

трикотажа на основовязальных машинах типа KSP4, KSP4EL и проанализированы особенности формирования ворсовых протяжек.

2. Предложен метод определения длины ворсовых нитей, пригодный для автоматизированного проектирования рассмотренного вида основовязаного плюшевого трикотажа, а также создана и апробирована программа для технологического проектирования данного вида трикотажа.

ЛИТЕРАТУРА

1. KSP4EL-Kettenwirkautomat mit Poleinrichtung und elektronischer Legebarrensteuerung // Kettenwirkpraxis 2/91. – Obershausen. S.9...12.

2. Кудрявин Л.А. Автоматизированное проектирование основных параметров трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1992.

3. Шалов И.И., Кудрявин Л.А. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 16.06.00.

УДК 534.833: 621

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТАРЕЛЬЧАТЫХ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ
ДЛЯ ТКАЦКИХ СТАНКОВ**

О.С. КОЧЕТОВ

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

При размещении нового оборудования или модернизации существующего, связанной с увеличением рабочих скоростей, на старых производственных площадях приходится либо увеличивать жесткость межэтажного перекрытия, либо устанавливать оборудование на виброизолирующие системы [1,2]. Последнее зачастую более предпочтительно, поскольку не требует больших затрат на реконструкцию зданий.

На Московском производственном камвольном объединении (МПКО) «Октябрь» (1991г.) требовалось снизить динамические нагрузки в ткацком производстве на перекрытия над 2-м этажом в осях 3-5/А-В, так как было зафиксировано пре-

вышение допустимых динамических нагрузок [3] на данное перекрытие в 2 с лишним раза в полосах частот со среднегеометрическими частотами 8 и 16 Гц (табл.1 – среднеквадратичные значения вертикальной виброскорости ($m \cdot c^{-1} \cdot 10^{-2}$), измеренные на 3-м этаже ткацкого корпуса МПКО «Октябрь» в осях 3-5/А-В при установке 6 станков типа СТБ 2-175 с кареточным зевобразовательным механизмом СКН-14 жестко и на тарельчатые виброизоляторы; число оборотов главного вала 220 мин⁻¹).

Таблица 1

№	Условия эксперимента	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц					
		2,0	4,0	8,0	16	31,5	63
1	6 станков СТБ 2-175 с кареткой СКН-14 установлены жестко, точка замера: т. № 1	0,04	0,08	0,17	0,23	0,09	0,05
2	6 станков СТБ 2-175 установлены на тарельчатые виброизоляторы, т. № 1	0,04	0,11	0,07	0,09	0,05	0,04
3	6 станков СТБ 2-175 установлены жестко, точка замера: т. № 2	0,05	0,09	0,20	0,25	0,10	0,06
4	6 станков СТБ 2-175 установлены на тарельчатые виброизоляторы, т. № 2	0,05	0,12	0,09	0,08	0,06	0,03
5	ГОСТ 12.1.012 – 90	0,64	0,23	0,12	0,12	0,12	0,12

К проектируемой системе виброизоляции для станков СТБ 2-175 с кареткой СКН-14 (вес станка с навоем $Q = 2460$ кгс) сформулированы технические требования:

а) виброизоляторы должны вписываться в контур станка и не выходить за его

габаритные размеры (для сохранения технологических проездов и проходов);

б) виброизоляторы должны обеспечивать снижение динамических нагрузок на основание не менее чем в 2 раза;

в) виброизоляторы не должны повышать обрывность нитей и снижать надежность работы станка;

г) виброизоляторы должны быть долговечны, удобны в обслуживании и монтаже, а также иметь малую стоимость.

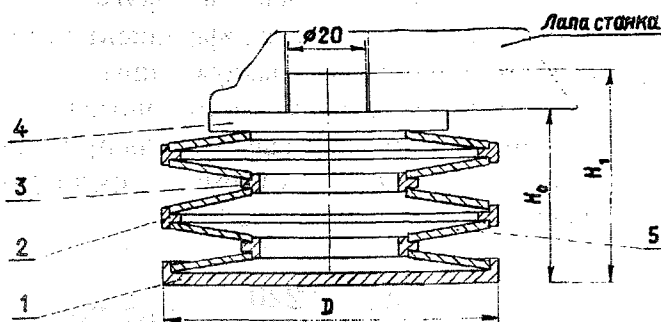


Рис. 1

Таковыми виброизоляторами являются виброизоляторы на базе тарельчатых пружин, оригинальная конструкция одного из которых [5], изображена на рис.1, где 1 – основание, являющееся опорной поверхностью тарельчатых пружин 5 по наружному диаметру; 4 – упор, фиксирующий тарельчатые пружины по внутреннему диаметру; между основанием 1 и упором 4 размещен набор тарельчатых пружин 5 с отверстиями по центру, которые фиксируются с помощью опорно-дистанционных колец 2 и 3. Между тарельчатыми пружинами 5 и опорно-дистанционными кольцами 2 и 3 расположен упруговязкий демпфер в виде резиновых колец, расположенных в канавках опорно-дистанционных колец и взаимодействующих с тарельчатыми пружинами (резиновые кольца на рис.1 не показаны).

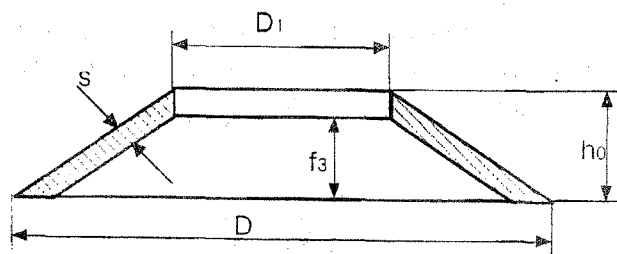


Рис. 2

Рассмотрим методику расчета представленного виброизолятора. По ГОСТу 3057–79 [4] выберем параметры тарельчатой пружины, расчетная схема которой изображена на рис.2, согласно опорным реакциям станка по максимально допустимой нагрузке P_3 , кгс. Возьмем тарельчатую пружину нормальной точности (рис.2), получаемую штамповкой без механической обработки поверхности обреза из стали марки 60С2А по ГОСТ14959–79, НРС 44...50. Геометрические параметры пружины: наружный диаметр $D=50$ мм; внутренний диаметр $D_1=25$ мм; статическая осадка под максимальной нагрузкой $f_3=1,45$ мм; толщина тарельчатой пружины $s=1,8$ мм; высота в свободном состоянии $h_0=3,25$ мм.

Определим вид упругой характеристики пружины по соотношению:

$$\frac{f_3}{s} < 0,6 \text{ – линейная характеристика;} \quad (1)$$

$$\frac{f_3}{s} \geq 0,6 \text{ – нелинейная характеристика.}$$

Для наших размеров $\frac{f_3}{s} = \frac{1,45}{1,8} = 0,8$ – характеристика нелинейная.

Далее определим жесткость пружины по формуле

$$k_z = \frac{4Es^3}{(1-\mu^2)YD^2} \left[\left(\frac{f_3}{s} \right)^2 - 3 \frac{f_3 f}{s^2} + \frac{3}{2} \left(\frac{f}{s} \right)^2 + 1 \right] =$$

$$= \frac{4 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 0,18^3}{(1-0,3^2) \cdot 0,687 \cdot 5^2} \left[(0,8)^2 - 3 \cdot 0,8 \left(\frac{0,116}{0,18} \right) + \frac{3}{2} \left(\frac{0,116}{0,18} \right)^2 + 1 \right] = 2225 \frac{\text{кгс}}{\text{см}}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости для стали, равный $2,1 \cdot 10^6$ кГс/см²; μ – коэффициент Пуассона для стали $\mu=0,3$;

$$Y = \frac{6}{\pi \ln A} \left[\frac{A-1}{A} \right]^2 = \frac{6}{3,14 \ln 2} \left(\frac{2-1}{2} \right)^2 = 0,687, \quad (3)$$

$$A = \frac{D}{D_1} = \frac{50}{25} = 2 - \text{отношение диаметров пружины.}$$

При последовательном соединении пружин в комплекте жесткость вычисляется по формуле

При последовательном соединении пружин в комплекте жесткость вычисляется по формуле

$$k_{z\text{общ}} = \frac{k_z}{n} = \frac{2225}{10} = 222,5 \frac{\text{кГс}}{\text{см}}, \quad (4)$$

где n – число пружин в комплекте.

Вычислим суммарную жесткость системы виброизоляции в вертикальном направлении:

$$C_z = 4k_{z\text{общ}} = 4 \cdot 222,5 = 890 \frac{\text{кГс}}{\text{см}}, \quad (5)$$

Определим собственную частоту колебаний системы «станок на виброизоляторах» в вертикальном направлении:

$$f_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_z g}{Q}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{890 \cdot 981}{2460}} = 3 \text{ Гц}. \quad (6)$$

Найдем эффективность виброизоляции для схемы установки станка на абсолютно жестком основании, причем следует отметить, что демпфирование в системе обусловлено внутренним поглощением энергии в материале резиновых колец виброизоляторов (коэффициент неупругого сопротивления $\gamma=0,037$). Коэффициент передачи силы на частоте вынужденных колебаний станка в вертикальном направлении при числе оборотов главного вала $n_1 = 220$ мин⁻¹ для первых трех гармоник будет равен

$$f_{B1} = \frac{n_1}{60} = \frac{220}{60} = 3,67 \text{ Гц};$$

$$f_{B2} = 7,33 \text{ Гц};$$

$$f_{B3} = 11,01 \text{ Гц};$$

$$\eta_z^1 = \sqrt{\frac{1 + \gamma^2}{\left(1 - \frac{f_{B1}^2}{f_z^2}\right)^2 + \gamma^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{1 + 0,037^2}{\left(1 - \frac{3,67^2}{3^2}\right)^2 + 0,037^2}} = 2. \quad (7)$$

Аналогично определяли коэффициенты виброизоляции для 2-й и 3-й гармоник:

$$\eta_z^2 = 0,21; \quad \eta_z^3 = 0,08.$$

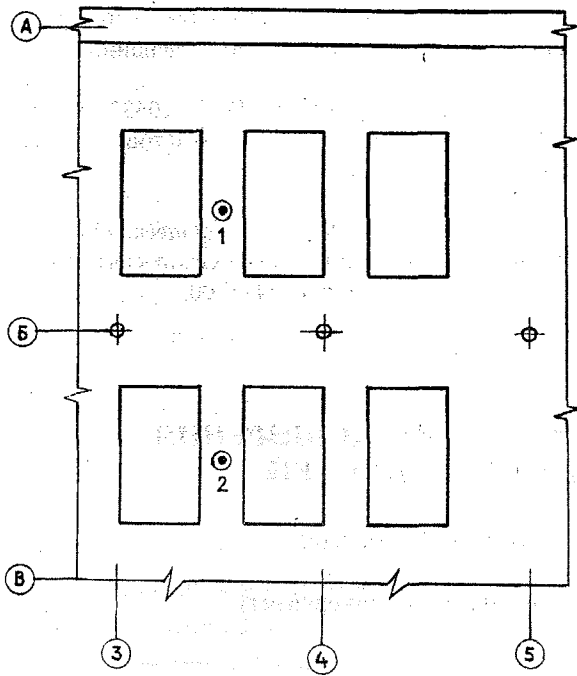


Рис. 3

С целью проведения экспериментальных исследований выбрали опытный участок на 3-м этаже ткацкого корпуса МПКО «Октябрь», расположенный в осях 3-5/А-В.

Среднеквадратичные значения (\odot – точки на рис.3) вертикальной виброскорости ($\text{м}\cdot\text{с}^{-1}\cdot 10^{-2}$), измеренные на 3-м этаже этого ткацкого корпуса (схема опытного участка показана на рис.3) в осях 3-5/А-В при установке 6 станков типа СТБ 2-175 с кареточным зевобразовательным механизмом СКН-14 жестко и на тарельчатые виброизоляторы (число оборотов главного вала 220 мин^{-1}), представлены на рис.4, где кривая 1 – нормативные значения по ГОСТ 12.1.012–90; 2 – 6 станков СТБ 2-175 установлены жестко, точка замера: т. № 2; 3 – 6 станков СТБ 2-175 с кареткой СКН-14 установлены жестко, точка замера: т. № 1; 4 – 6 станков СТБ 2-175 установлены на тарельчатые виброизоляторы, т. № 1; 5 – 6 станков СТБ 2-175 установлены на тарельчатые виброизоляторы, т. № 2.

Из представленных результатов следует, что прохождение резонансного режима работы станка на тарельчатых виброизоляторах на первой гармонике (3,67 Гц) прак-

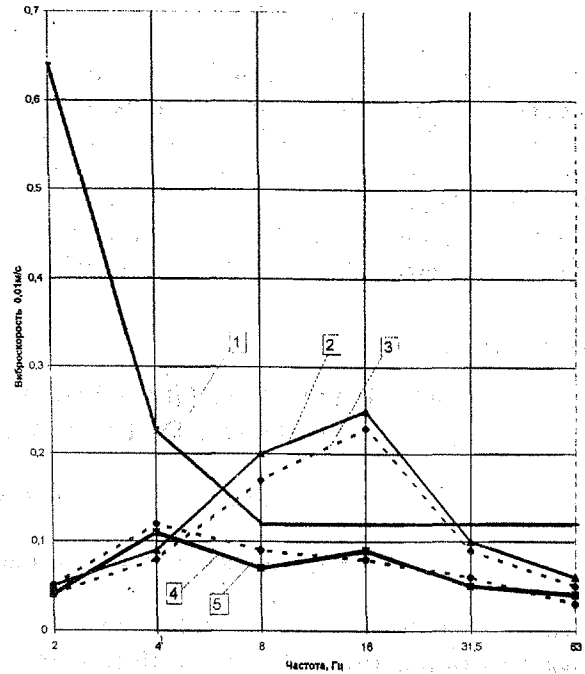


Рис. 4

тически не отразилось на его эффективности в требуемом диапазоне частот (8...16 Гц). В полосе частот со среднегеометрической частотой 4 Гц имеет место незначительное увеличение виброскорости ($\text{м}\cdot\text{с}^{-1}\cdot 10^{-2}$), например для точки №1 с 0,08 до 0,11; для точки № 2 – с 0,09 до 0,12 (при норме 0,23). Динамические нагрузки от станка на тарельчатых виброизоляторах на перекрытие в полосе частот 8...16 Гц уменьшаются в 2,5...3 раза, приводя их в соответствие с нормативными значениями по ГОСТ 12.1.012–90.

ВЫВОДЫ

Разработана методика расчета тарельчатых виброизоляторов для станков типа СТБ 2-175 с кареточным зевобразовательным механизмом СКН-14 с учетом предварительных замеров уровней виброскорости на межэтажных перекрытиях фабричных зданий, а также испытана созданная система виброизоляции для ткацких станков, включающая тарельчатые пружины. Предлагаемая система снижает динамические нагрузки на перекрытие в полосе частот 8...16 Гц в 2,5...3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочетов О.С. // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности.—1995, №1. С.88...92.

2. А.с. 1668773 СССР. Виброизолирующая система Кочетова для ткацких станков / О.С.Кочетов. — Оpubл. 1991. Бюл. № 29.

3. ГОСТ 12.1.012 – 90. ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности. — М.: Госстандарт, 1991.

4. Аурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.3. — М.: Машиностроение, 1980.

5. Свидетельство РФ на ПМ № 10433. Тарельчатый виброизолятор / О.С.Кочетов и др. — Оpubл. 1999. Бюл. № 7.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 04.05.00.

УДК 677.054.825.3

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНКА АТПР С ЦЕЛЬЮ РАСШИРЕНИЯ ЕГО АССОРТИМЕНТНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

В.Ю. СЕЛИВЕРСТОВ, В.А. ТЯГУНОВ, М.В. БОРИСОВА

(Костромской государственный технологический университет)

Для выпуска тканей напряженных структур станки типа СТБ и АТПР без модернизации отдельных узлов и механизмов использовать практически невозможно. В целях расширения ассортиментных возможностей станка АТПР-120-ЛМ по выпуску тканей повышенной плотности по утку предлагается применять вновь разработанный модуль товарного регулятора, схема которого представлена на рис. 1.

Модуль состоит из продольного вала 1, на котором смонтирован узел сцепления, состоящий из маховика 2 с собачкой 3 и свободно установленного зубчатого диска 4, на втулке которого закреплены храповики 5 и 6 и свободно посажены два двуплечих рычага 7 и 8. На одном плече рычага 7, связанного с пружиной 9, установлена подпружиненная собачка 10, находящаяся в зацеплении с храповиком 5, другом — ролик 11, контактирующий с кулачком 12, жестко закрепленным на поперечном валу 13 станка. На одном из плеч двуплечего рычага 8 установлена подпружиненная собачка 14, находящаяся в зацеплении с храповиком 6. Другое плечо рычага 8 может контактировать с ограничителем обратного поворота, состоящего из упора 16 и регулировочного болта 15. На продольном валу 1 регулятора жестко посажена шестерня 17, кинематически связанная через шестерни 18...23 с вальняном 24.

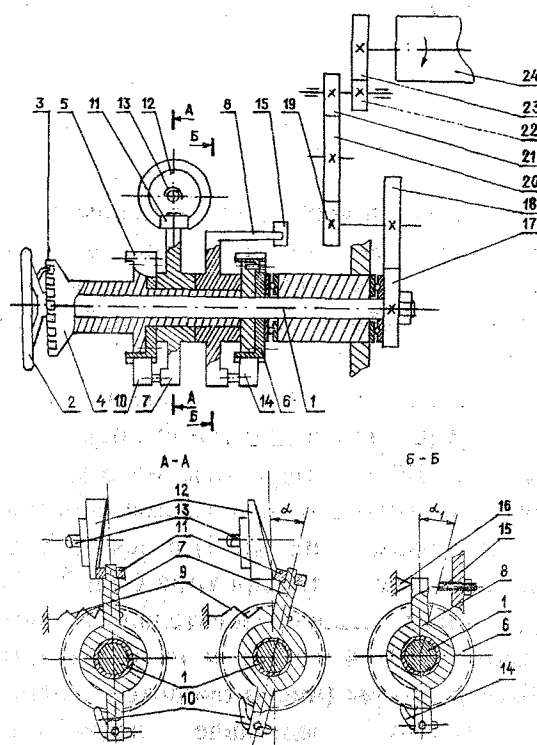


Рис. 1

Товарный регулятор работает следующим образом. От кулачка 12, получающего вращательное движение от вала 13 станка, через ролик 11 качательное движение получает рычаг 7. За начало движения принят момент, когда ролик 11 находится во впадине кулачка 12, а рычаг 7 занимает вертикальное положение. При вращении кулачка 12 ролик 11 перекачивается на его

горку, отклоняя рычаг 7 на угол γ . Собачка 10, установленная на другом его плече, нажимает на зуб храповика 5, закрепленного на втулке зубчатого диска 4, и поворачивает его. От зубчатого диска 4 за счет собачки 3 и маховика 2 вал 1 и закрепленная на нем шестерня 17 повернутся на тот же угол γ . Через шестерни 18...23 вращательное движение получит вальян 24, который отведет ткань из зоны формирования на величину большую, чем необходимо для получения заданной плотности. Одновременно второй двуплечий рычаг 8 за счет сил трения поворачивается в ту же сторону от упора 16 до регулировочного болта 15 на угол γ_1 , меньший γ . Собачка 14, установленная на втором плече рычага 8, при этом проскальзывает по храповику 6. При дальнейшем повороте кулачка 12 ролик 11 скользит с горки и рычаг 7 под воздействием пружины 9 поворачивается в обратную сторону, а собачка 10 проскальзывает по зубьям храповика 5. Под воздействием натяжения ткани, передаваемого через вальян 24, зубчатые передачи 23...17, продольный вал 1 поворачивается в обратную сторону, вызывая поворот в эту же сторону храповика 6. Храповик 6 через собачку 14 поворачивает двуплечий рычаг 8 до момента встречи его с упором 16, что соответствует углу γ_1 , характеризующему величину обратной подачи ткани навстречу берду и, как следствие, увеличению силы прибора. Далее цикл работы регулятора повторяется. Изменяя угол γ_1 и значения зубьев сменной шестерни, можно в широких пределах варьировать плотность ткани по утку, получая ткани от разреженных до уплотненных структур без изменения параметров настройки станка.

Испытания серийного и модернизированного товарных регуляторов станка АТПР-120ЛМ по выработке ткани с максимальной плотностью по утку проводили в лаборатории ткачества КГТУ при выработке хлопчатобумажной ткани, в основе и утке которой использовалась крученая хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 25×2 текс и 50×2 текс соответственно.

В процессе испытаний с помощью системы ГУМАГ, основу которой составляет персональная ЭВМ, контролировали величину и характер изменения натяжения нитей основы. Ткани после наработки и отлежки подвергали анализу по физико-механическим показателям.

Как показали испытания существующего товарного регулятора, с его помощью из пряжи названных линейных плотностей основных и уточных нитей можно получать ткань с плотностью по утку не более 150 нитей/10 см ($E_y=59,3\%$). Выработка ткани с большей плотностью по утку становится невозможной вследствие набивания ткани и повышенной обрывности основных нитей. Далее, не меняя параметры настройки станка, устанавливали вновь разработанный модуль, с помощью которого также вырабатывали ткань. На основе исследований установлено, что использование нового модуля позволяет вырабатывать ткань с плотностью по утку 156 нитей/10 см без набивания ($E_y=61,7\%$), но с искусственно увеличенной приборной полоской.

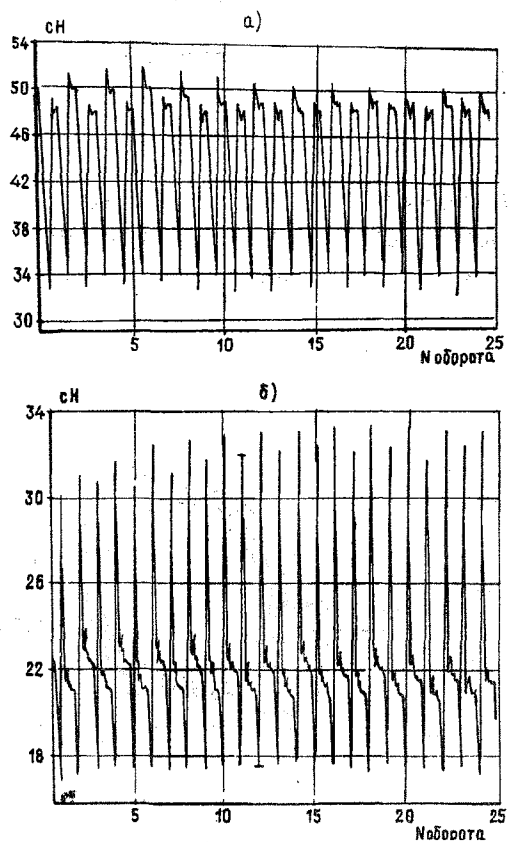


Рис. 2

Увеличение плотности ткани по утку, выработанной с помощью модернизированного товарного регулятора, объясняется различным характером натяжения основных нитей в цикле работы станка (рис.2, где натяжение основных нитей а) – с серийным; б) – с модернизированным товарным регулятором). Из анализа приведенных зависимостей следует, что использование модуля позволяет получать более плотную ткань с меньшим натяжением основных нитей, что положительно скажется на их работоспособности. Увеличение плотности ткани по утку при использовании модернизированного товарного регулятора достигается за счет значительно

большей разницы между натяжением от зевообразования и прибоа, которая получается в результате подачи ткани навстречу берду перед прибоом.

ВЫВОДЫ

Установлено, что применение разработанного модуля товарного регулятора позволяет получать ткани с большей плотностью по утку за счет изменения условий ее формирования.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 20.06.00.

УДК 677.051

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ Ч-С С МОДЕРНИЗИРОВАННЫМ ПРИЕМНЫМ БАРАБАНОМ

Ю.В.ПАВЛОВ, В.В.БОНОКИН, И.В.СМИРНОВА, В.В.СТЕПАНОВ, Л.В.СТЕПАНОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

В целях изучения и совершенствования процесса чесания нами разработано устройство с неподвижными пильчатыми

сегментами, которое установлено в приемном барабане чесальной машины нормального габарита Ч-С (Румыния).

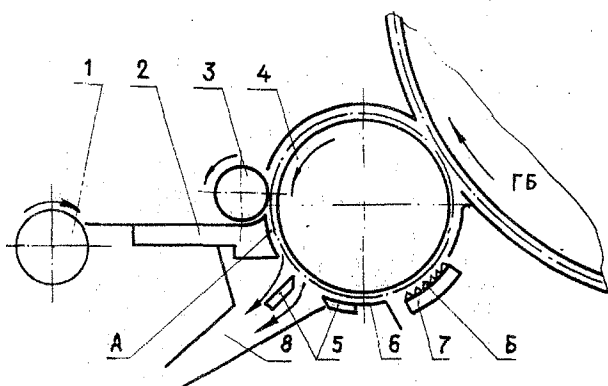


Рис. 1

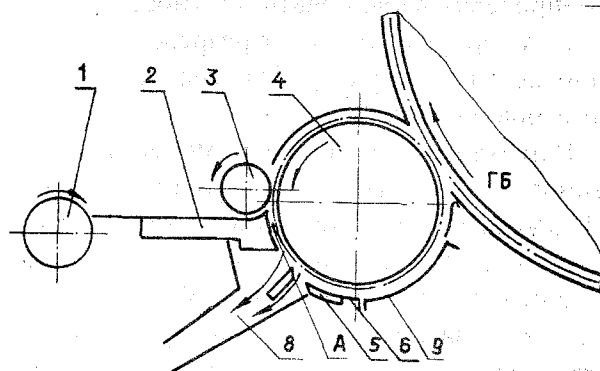


Рис. 2

Модернизированная конструкция приемного барабана машины Ч-С с неподвижно установленным под ним одним пильчатым сегментом изображена на рис. 1. Установка сегмента выполнена в условиях прядильно-ниточной фабрики № 1 ОАО «Глуховский текстиль».

Приемный барабан с неподвижным пильчатым сегментом содержит раскатывающий валик 1, питающий столик 2, питающий цилиндр 3, приемный барабан 4, сороотбойный нож 5, кожух 6, неподвижный пильчатый сегмент 7, пневматическую систему 8 удаления сорных примесей. Пильчатый сегмент закреплен с возможностью перемещения при помощи винтов, что позволяет установить разводку между сегментом и приемным барабаном.

Конструкция приемного барабана базовой модели машины Ч-С представлена на рис. 2. Отличие базовой конструкции от модернизированной состоит в том, что в базовой модели отсутствует неподвижный пильчатый сегмент, то есть вместо сегмента установлена колосниковая решетка 9 (рис. 2).

Установка под приемным барабаном неподвижных пильчатых сегментов увеличивает площадь чесания и эффективность обработки волокон всей машины.

Принцип работы приемного барабана с неподвижными пильчатыми сегментами заключается в следующем. Холст (настил) раскатывается холстовым валиком 1, по питающему столику 2 проходит под питающим цилиндром 3 и поступает в зону А обработки волокон гарнитурой приемного барабана 4. Затем волокнистая масса, захваченная гарнитурой приемного барабана, взаимодействует с сороотбойным ножом 5. Сорные примеси выпадают в угарную камеру и выводятся системой 8 в угарный ящик. Пройдя сороотбойные ножи 5, волокнистый материал встречает гарнитуру неподвижного пильчатого сегмента 7 – зона Б, где происходит интенсивная обработка волокон между гарнитурами быстровращающегося приемного барабана 4 и неподвижного пильчатого сегмента 7. Здесь осуществляется разработка клочков волокон, выравнивание волокни-

стой массы, отделение сорных примесей от волокон, параллелизация волокон. Затем продукт переходит на главный барабан чесальной машины.

Процессы обработки волокон в зонах А и Б различны. В зоне А чесание происходит в основном с помощью последовательного воздействия зубьев приемного барабана на массу в той или иной мере зажатого слоя волокон, а в зоне Б – путем растаскивания пучков волокон между двумя гарнитурами: быстровращающегося приемного барабана и неподвижного пильчатого сегмента. Вследствие этого степень чесания для зоны А и Б целесообразно определять отдельно.

Рассчитаем степень чесания (число зубьев на 1 г массы волокна) для базового и модернизированного вариантов для зоны А по методике [1]:

$$C_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{пр}} b \gamma_{\text{пр}}}{P_{\text{мин}}} K_D', \quad (1)$$

где $P_{\text{мин}}$ – производительность машины, г/мин; $V_{\text{пр}}$ – окружная скорость приемного барабана, м/мин; b – рабочая ширина машины, м; $\gamma_{\text{пр}}$ – количество зубцов на 1 м² поверхности приемного барабана (61500 зуб/м²); K_D – коэффициент, учитывающий наличие рабочих валиков или других расчесывающих органов в узле.

При этом для базового варианта коэффициент K_D необходимо принять равным единице, так как под приемным барабаном в этом случае нет расчесывающих органов.

Степень чесания волокон между гарнитурой приемного барабана и гарнитурой сегмента (зона Б) целесообразно определять [1] как количество зубьев пильчатых сегментов, приходящихся на единицу линейной плотности (ктекс) слоя волокна на приемном барабане под сегментом ($C_{\text{сегм}}$ есть отношение общего числа зубьев расчесывающего органа, одновременно участвующих в процессе чесания, и линейной плотности слоя волокон на приемном барабане под неподвижным сегментом).

Тогда степень чесания для зоны Б определится по формуле

$$C_{\text{сегм}} = \frac{n_c \alpha_c \beta_c b V_6 K_c}{P_{\text{мин}}}, \quad (2)$$

где n_c – число сегментов, участвующих в работе; α_c – ширина игольчатого или пильчатого покрова одного сегмента, м; β_c – число игл (зубцов) на единице площади расчесывающего покрова сегмента, игл/м²; V_6 – окружная скорость барабана, м/мин; $K_c=1$ – коэффициент перехода волокон на последующие органы машины.

Поскольку в модернизированном узле происходит последовательная обработка волокон в зоне А и затем в зоне Б, общая степень чесания модернизированного узла равна сумме степеней чесания этих зон и находится по формуле

$$C_{\text{пр.модерниз.вар.}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{сегм.}} \quad (3)$$

Коэффициент, учитывающий изменения степени чесания приемного барабана по модернизированному варианту по сравнению с базовым, вычисляется с помощью выражения

$$K_y = \frac{C_{\text{пр.модерниз.вар.}}}{C_{\text{пр.баз.вар.}}} \quad (4)$$

Теоретические расчеты показывают, что степень чесания в модернизированном узле приемного барабана увеличивается в 1,2 ... 1,4 раза в зависимости от ширины неподвижных пильчатых сегментов, установленных под приемным барабаном, а также от типа гарнитуры этих сегментов.

Известно [1], что увеличение степени чесания позволяет пропорционально увеличивать производительность чесальной машины при одинаковых условиях работы и одинаковом качестве обработки материала. Поэтому можно ожидать, что установка неподвижных пильчатых сегментов в приемном барабане позволит повысить производительность чесальной машины в 1,2 ... 1,4 раза.

Для проверки теоретических расчетов нами в условиях ПНФ № 1 ОАО «Глуховский текстиль» на машине Ч-С с одним пильчатым сегментом в приемном барабане проведены экспериментальные исследования.

Таблица 1

Тип хлопка	Сорт	Процентное содержание
VI 108 Ф	I	19,6
V 175 Ф	1	6,54
V 652 Ч	2	13,08
VT-6	2	13,1
V 175 Ф	I	6,52
A ₃ -33	I	6,52
V 149 Ф	I	6,54
V 301 Ф	2	6,58
Очес	-	8,49
Рвань холста	-	6,54
Рвань ленты	-	6,54
	ИТОГО:	100 %

Рабочая ширина установленного сегмента, оснащенного ЦМПЛ/КЦ26, равнялась 75 мм ($\alpha_c = 0,75$ м). Диаметр приемного барабана, обтянутого гарнитурой 210Т, составлял 240 мм. Частота вращения приемного барабана 800 мин⁻¹. Рабочая ширина машины 1 м.

Перерабатывали сортировку 6-1. Состав сортировки представлен в табл. 1. Плановый номер чесальной ленты по 6-1 сорти-

ровке 0,26. Производительность машины Ч-С при проведении эксперимента 24 кг/ч.

Результаты исследования работы машины Ч-С с неподвижным пильчатым сегментом (модернизированным) и базовым приведены в табл. 2. Анализ полученных результатов показывает, что при установке сегментов наблюдается улучшение качества ленты и последующее снижение обрывности на прядильных машинах.

Таблица 2

№ п/п	Наименование показателей	Качество работы машины Ч-С	
		базовая модель	модернизированная модель
1	Качество прочеса (порочные единицы)	160	112
2	Выход угаров:		
	шляпочный очес, %	2,3	1,2
3	угары из-под приемного барабана, %	2,0	0,6
	Всего угаров, %	4,3	1,8
4	Коэффициент вариации чесальной ленты, % (неровнота по прибору Устер)	5,5	3,8

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показывают, что неподвижные пильчатые сегменты целесообразно устанавливать на чесальной машине с целью улучшения качества ленты и последующего снижения обрывности на прядильных машинах за счет уменьше-

ния количества порочных единиц в чесальной машине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Задерий Г.Н. // Текстильная промышленность. – 1982, № 9. С. 41...42.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 05.10.00.

УДК 677.054.842.3

ПРОДОЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ГИБКОЙ ЛЕНТЫ МЕХАНИЗМА ПРИВОДА РАПИР

В.А. СУРОВ, И.С. БАТАЛИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

В ткацких станках ведущих зарубежных фирм широко используется прокладка уточных нитей с помощью гибких рапир. При проектировании механизмов, осуществляющих такую прокладку, требуется

решить задачу выбора профиля и материала гибкой ленты, так как от этих характеристик зависит устойчивость ее движения и качество исполнения технологических функций.

Вопрос об устойчивости движения ленты рассматривается на базе анализа возникающих в ней упругих продольных и поперечных колебаний. При этом динамическую модель системы лента – головка иначе как стержень с распределительной массой и соответствующими краевыми условиями представить невозможно. Подобные задачи, как правило, решаются при использовании классической теории колебаний стержней с распределенной массой, однако в данном случае мы имеем дело со стержнем переменной длины, то есть с переменными граничными (краевыми) условиями, что существенно усложняет решение.

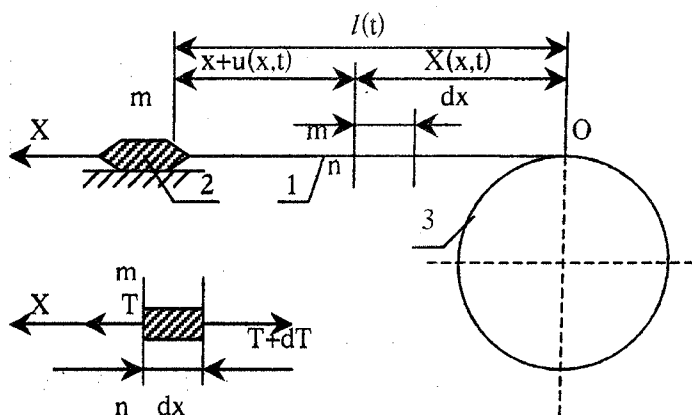


Рис. 1

Рассмотрим задачу продольных колебаний ленты применительно к рапирному механизму [1]. Перфорированная лента 1 (рис. 1), несущая захватчик 2 уточной нити, приводится в движение звездочкой 3, получающей возвратно-вращательное движение посредством передаточного механизма. Для описания абсолютного продольного движения элемента ленты dx введем неподвижную систему координат Ox с началом в точке O схода ленты со звездочки. Обозначим x – координата произвольного поперечного сечения m ленты относительно нитезахватчика; $u(x,t)$ – продольное относительное перемещение обозначенного сечения при колебаниях; $l(t)$ – кинематическое перемещение нитезахватчика (головки рапиры); m – масса головки; E – модуль упругости материала ленты; γ – плотность материала ленты; F – приведенная площадь поперечного сечения ленты;

$X(x,t)$ – координата сечения m ленты в выбранной неподвижной системе Ox .

Положение произвольного элемента ленты dx в выбранной системе координат при продольном движении ленты определится как

$$X(x,t) = l(t) - x - u(x,t). \quad (1)$$

Абсолютное ускорение сечения m ленты найдем, дважды продифференцировав равенство (1):

$$\frac{\partial^2 X(x,t)}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 l(t)}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2}. \quad (2)$$

Переносное ускорение $\partial^2 l(t)/\partial t^2$, используя [1, 2] будем считать известным. На основании теории продольных колебаний стержней получим уравнение движения ленты:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{1}{a^2} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 l}{\partial t^2} \right), \quad (3)$$

где $a^2 = E/\gamma$.

Выражение (3) должно интегрироваться в переменной во времени области $0 \leq x \leq l(t)$. Предположим известными функции

$$u(x, t = 0), \quad \frac{\partial u(x, t = 0)}{\partial t},$$

то есть начальные значения искомой функции (для существующей циклограммы работы исследуемого механизма эти значения нулевые).

Граничные условия в рассматриваемом случае будут следующими. В точке крепления ленты с головкой (при $x=0$) растягивающее усилие в ленте равно силе инерции головки:

$$EF \frac{\partial u(x=0, t)}{\partial x} = m \left(\frac{\partial^2 u(x=0, t)}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 l}{\partial t^2} \right). \quad (4)$$

Ввиду того, что лента перфорированная и приводится в движение звездочкой (зубчатым шкивом), проскальзывание ленты относительно шкива отсутствует. В этом случае в точке схода ленты со звездочки (при $x=l(t)$) будем иметь

$$u(x=l(t), t)=0. \quad (5)$$

Преобразуем уравнение (3) в интегрально-дифференциальное, интегрируя его по x первоначально в пределах от 0 до x , повторно в пределах от x до $l(t)$ и применяя краевые условия (4), (5). В результате после преобразований

$$u(x, t) = \int_0^{l(t)} K(x, s, l) \rho(s) \left[\frac{\partial^2 u(s, t)}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 l}{\partial t^2} \right] ds, \quad (6)$$

где $\rho(s) = \gamma F + 2m\delta(s)$; $\delta(s)$ – символическая дельта-функция Дирака [3];

$$K(x, s, l) = \begin{cases} \frac{x-l(t)}{EF} & \text{при } 0 \leq s \leq x, \\ \frac{s-l(t)}{EF} & \text{при } x \leq s \leq l(t). \end{cases}$$

Уравнение (6), представляющее собой неоднородное интегрально-дифференциальное уравнение с симметричным ядром $K(x, s, l)$, причем ядро и пределы интегрирования являются функциями времени, есть уравнение движения объекта переменной длины с интегрируемыми граничными условиями. Как показано в [4], форма решения этого уравнения близка к форме решения уравнения движения объекта с фиксированной длиной. При этом относительное изменение единицы длины объекта за естественную единицу времени, измеряемую основной частотой собственного колебания объекта, есть малая величина (обозначим ее через ε). Будем считать, что во всех случаях, когда $\varepsilon \ll 1$, имеет место медленное изменение длины объекта. За параметр ε примем отношение

$$\varepsilon = v/(l p_1),$$

где для рассматриваемой задачи v – скорость изменения длины ленты (кинематическая скорость движения головки рапиры); l – вылет ленты; p_1 – частота колебаний основного тона – первая частота продольных колебаний ленты.

Полагая $l = \text{const}$, на основании (3) записываем уравнение собственных продольных колебаний ленты:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{1}{a^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}.$$

Частное решение этого уравнения представим в виде произведения двух функций: функции $X(x)$ формы и функции $T(t)$ времени:

$$u = X(x)T(t),$$

причем

$$X(x) = A \sin \frac{qx}{a} + B \cos \frac{qx}{a},$$

$$T(t) = \sin(qt + \alpha).$$

При фиксированной длине ленты граничные условия (4), (5) принимают вид

$$EF \frac{\partial u(0, t)}{\partial x} = m \frac{\partial^2 u(0, t)}{\partial t^2}, \quad u(l, t) = 0.$$

Раскрыв эти условия, придем к частотному уравнению

$$\mu \sin \mu - k \cos \mu = 0, \quad (7)$$

где $\mu = ql/a$, $k = F\gamma/m$.

Уравнение (7) решается численными методами. В [5] в качестве первого приближения для низших корней этого уравнения даются следующие зависимости, полученные методом итераций:

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{3k}{3+k}}, \quad \mu_2 = \pi + \frac{k}{\pi},$$

$$\mu_3 = 2\pi + \frac{k}{2\pi} \dots$$

Тогда

$$p_1 = \frac{1}{l} \sqrt{\frac{E}{\gamma} \frac{3F\gamma l/m}{3+F\gamma l/m}},$$

$$\varepsilon = v \sqrt{\frac{E}{\gamma} \frac{3F\gamma l/m}{3+F\gamma l/m}}. \quad (8)$$

Для рассматриваемой конструкции имеем $F=30 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$; $m=0,07 \text{ кг}$; $E=1,0 \text{ ГПа}$; $\gamma=1300 \text{ кг/м}^3$. В этом случае при ходе рапиры 2 м и частоте вращения главного вала $n=100 \text{ мин}^{-1}$ на основании кинематического расчета получаем $0 \leq \varepsilon \leq 0,0425$, то есть условие $\varepsilon \ll 1$ выполняется. Следовательно, считая функцию $l(t)$ в рассматриваемой задаче медленно изменяющейся во времени, при решении (6) воспользуемся методами [4]. В отличие от квазистатического это решение будет иметь сопровож-

дающую составляющую, зависящую от кинематической скорости ленты.

ВЫВОДЫ

Получено уравнение продольных колебаний ленты механизма прокладывания утка в интегрально-дифференциальной форме, решение которого строится на базе теории динамических процессов в одномерных объектах с медленно изменяющейся во времени длиной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суров В.А., Баталин И.С., Буравлев А.С. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 4. С. 134...135.
2. Тувин А.А., Смирнов А.Н., Андриянов В.М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1984, № 4. С. 94...99.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. – М.: Наука, 1970.
4. Горошко О.А., Савин Г.Н. Введение в механику деформируемых тел переменной длины. – Киев: Наукова думка, 1971.
5. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Дифференциальные уравнения математической физики. – М.: Физматгиз, 1962.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 02.06.00.

**ИДЕНТИФИКАТОР АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ
В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Б. С. КУРНЫШЕВ, С. П. ДАНИЛОВ

(Ивановский государственный энергетический университет)

В настоящее время в текстильной промышленности существует тенденция перехода от регулируемого электропривода постоянного тока к регулируемому асинхронному электроприводу (АЭП) на основе двигателей с короткозамкнутым ротором. Двигатели такого типа обладают более высокими массогабаритными, надежными и экономическими показателями, в то же время к ним сохраняются сравнительно высокие требования [1].

Выполнение всей совокупности существующих требований к электроприводам текстильной промышленности при переходе к регулируемому АЭП возможно на основе более совершенных математических моделей АЭП по сравнению с известными [2].

В связи с вышесказанным разработка математических моделей электромагнитных процессов в АЭП, реализуемых на современных микроконтроллерах, является актуальной задачей.

Нами предлагается математическая модель асинхронного двигателя, предназначенная для разработки микропроцессорных вариантов систем управления АЭП, обеспечивающая высококачественное восстановление координат электропривода в реальном масштабе времени.

Исходное описание процессов в асинхронном двигателе основано на допущениях из [3, с. 453], но исходная система уравнений принята тензорной:

$$L_1 \frac{D\vec{l}_s}{dt} + L_m \frac{D\vec{l}_R}{dt} + R_1 \vec{l}_s = \vec{U}_s, \quad (1)$$

$$L_2 \frac{D\vec{l}_R}{dt} + L_m \frac{D\vec{l}_s}{dt} + R_2 \vec{l}_R = 0, \quad (2)$$

где \vec{l}_s , \vec{l}_R , \vec{U}_s – результирующие пространственные векторы соответственно токов статора, ротора и напряжения статора; D – оператор абсолютного дифференцирования; R_1 , R_2 – активные сопротивления обмоток статора и ротора; L_1 , L_2 – собственные индуктивности обмоток статора и ротора; L_m – индуктивность намагничивающего контура.

Методика преобразования системы (1) и (2) основана на следующих уравнениях и соотношениях:

$$\frac{D\vec{l}_s}{dt} = \frac{d\vec{l}_s}{dt} \vec{i}_1 + l_s \frac{d\vec{i}_1}{dt},$$

$$\frac{D\vec{l}_R}{dt} = \frac{d\vec{l}_R}{dt} \vec{i}_2 + l_R \frac{d\vec{i}_2}{dt}, \quad (3)$$

$$\frac{d\vec{i}_1}{dt} = \bar{\omega}_{l_s} \vec{i}_1 = \omega_{l_s} \operatorname{ctg}\theta \vec{i}_1 - \omega_{l_s} \frac{1}{\sin\theta} \vec{i}_2, \quad (4)$$

$$\frac{d\vec{i}_2}{dt} = \bar{\omega}_{l_R} \vec{i}_2 = \omega_{l_R} \frac{1}{\sin\theta} \vec{i}_1 - \omega_{l_R} \operatorname{ctg}\theta \vec{i}_2, \quad (5)$$

$$U_{s1} = |\vec{U}_s| \frac{\sin(\theta + \gamma)}{\sin\theta},$$

$$U_{s2} = -|\vec{U}_s| \frac{\sin\gamma}{\sin\theta}, \quad (6)$$

где l_s, l_R – длины пространственных векторов токов; θ – угол между векторами токов статора и ротора; γ – угол между векторами тока и напряжения статора; \vec{i}_1 – единичный вектор в направлении вектора тока статора; \vec{i}_2 – единичный вектор, ориентированный по вектору тока ротора; U_{s1}, U_{s2} – косоугольные проекции вектора напряжения статора на направления соответственно векторов токов статора и ротора; $\omega_{l_s}, \omega_{l_R}$ – скольжения векторов токов статора и ротора относительно неподвижного статора и вращающегося ротора.

При преобразовании уравнения электрического равновесия неподвижной электромагнитной подсистемы статора (1) с учетом (4 ... 7) следует считать

$$\omega_{l_s} = \Omega_0 - d\gamma/dt, \quad (7)$$

$$\omega_{l_R} = \Omega_0 - d(\theta + \gamma)/dt, \quad (8)$$

где Ω_0 – угловая частота вращения вектора напряжения статора, который выполняет функцию основания системы отсчета углов.

При преобразовании уравнения электрического равновесия вращающейся электромагнитной подсистемы ротора (2) с учетом (4 ... 6) следует считать

$$\omega_{l_s} = \Omega_0 - p_{\Pi}\Omega - d\gamma/dt, \quad (9)$$

$$\omega_{l_R} = \Omega_0 - p_{\Pi}\Omega - d(\theta + \gamma)/dt, \quad (10)$$

где Ω – угловая скорость вращения вала двигателя; p_{Π} – число пар полюсов.

Исходные векторные уравнения (1) и (2) в базисе \vec{i}_1, \vec{i}_2 распадаются на следующие четыре скалярные уравнения, записанные в форме Коши:

$$\begin{aligned} \frac{dl_s}{dt} = & \frac{1}{L_1^*} |\bar{U}_s| \cos\gamma - \\ & - \frac{L_m}{L_1} p_{\Pi} \Omega l_R \sin\theta + \\ & + \frac{R_2}{L_m} l_R \cos\theta - \frac{R_1}{L_1} l_s, \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \frac{dl_R}{dt} = & - \frac{1}{L_m^*} |\bar{U}_s| \cos(\theta + \gamma) - \\ & - \frac{L_1}{L_m^*} p_{\Pi} \Omega l_s \sin\theta + \frac{R_1}{L_m^*} l_s \cos\theta - \frac{R_2}{L_2} l_R, \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \frac{d\gamma}{dt} = & - \frac{1}{L_1^*} \frac{|\bar{U}_s|}{I_s} \sin\gamma + \Omega_0 + \\ & + \frac{L_m}{L_m^*} p_{\Pi} \Omega + \frac{L_m}{L_1^*} p_{\Pi} \Omega \frac{l_R}{l_s} \cos\theta + \\ & + \frac{R_2}{L_m^*} \frac{l_R}{l_s} \sin\theta, \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \frac{d(\theta + \gamma)}{dt} = & \frac{1}{L_m^*} \frac{|\bar{U}_s|}{l_R} \sin(\theta + \gamma) + \\ & + \Omega_0 - \frac{L_1}{L_1^*} p_{\Pi} \Omega - \frac{L_1}{L_m^*} p_{\Pi} \Omega \frac{l_s}{l_R} \cos\theta - \\ & - \frac{R_1}{L_m^*} \frac{l_s}{l_R} \sin\theta, \end{aligned} \quad (14)$$

где L_1^*, L_2^*, L_m^* – переходные индуктивности соответственно статора, ротора и контура намагничивания;

$$L_1^* = \frac{L_1 L_2 - L_m^2}{L_2}, \quad L_2^* = \frac{L_1 L_2 - L_m^2}{L_1},$$

$$L_m^* = \frac{L_1 L_2 - L_m^2}{L_m}.$$

Данные уравнения дополнены уравнением движения электропривода, и полученная система проверена для двигателя 4A112МА6У3 мощностью 3 кВт путем моделирования в среде MATHCAD. Резуль-

таты расчета переходных процессов изменения скорости и электромагнитного момента в режимах пуска и наброса момента статического сопротивления представлены на рис.1. Эти процессы точно совпадают с результатами расчета по уравнениям из [2, с.453 ... 455], что подтверждает корректность разработанной методики преобразования тензорных уравнений.

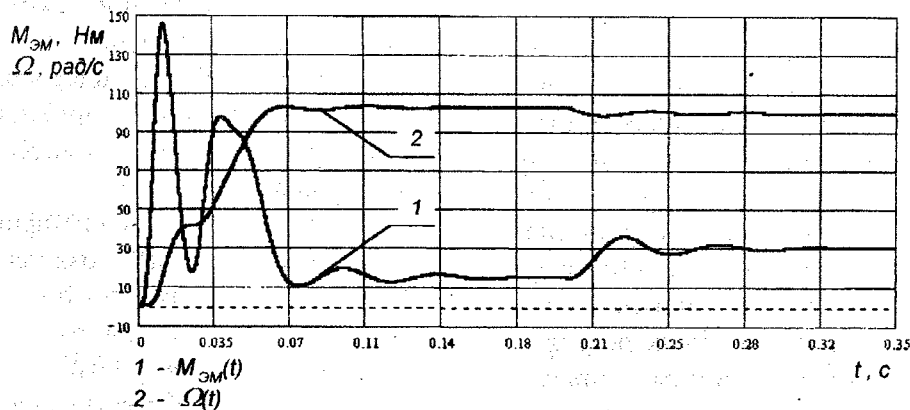


Рис. 1

На основе полученной математической модели электромагнитных процессов в двигателе построен идентификатор тока ротора, функционирующий на основе входной информации о векторах напряжения и тока статора, а также на основе информации с датчика скорости. Необходимость установки датчика скорости на валу диктуется тем, что для текстильных механизмов характерно непостоянство величин момента инерции вращающихся масс и момента статического сопротивления. В таких условиях высококачественное восстановление косвенными методами информации о скорости в большом диапазоне ее регулирования затруднительно.

На рис.2 изображена функциональная схема предложенного идентификатора. Блок А1 – координатный преобразователь, осуществляющий переход к полярному представлению вектора тока статора. На вход А1 дополнительно подан сигнал синхронной скорости вращения, поскольку угловая координата должна измеряться относительно вектора напряжения статора. Блок А2 вычисляет компоненты вектора

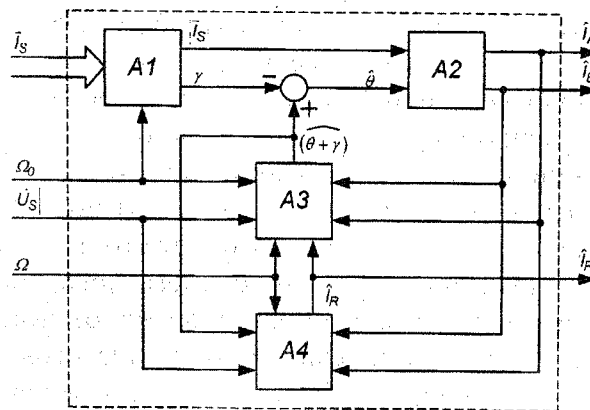


Рис. 2

тока статора в ортогональной системе координат А, В, ориентированной по вектору тока ротора, согласно уравнениям:

$$\hat{i}_A = |\hat{i}_s| \cos \theta, \quad \hat{i}_B = |\hat{i}_s| \sin \theta. \quad (15)$$

Обозначение вида \hat{X} относится к оценочному значению величины X , вычисляемому в идентификаторе. Математиче-

ская структура блоков А3 и А4 описывается уравнениями (14) и (12) соответственно.

Важным преимуществом предложенного идентификатора с точки зрения микропроцессорной реализации является тот факт, что все переменные, над которыми осуществляются математические операции, являются знакопостоянными величинами (сигналами постоянного тока). Сигналы на выходе идентификатора могут быть использованы для реализации алгоритма векторного управления с ориентацией по вектору тока ротора.

В самом идентификаторе, представляющем динамическую модель объекта регулирования, не вводится никаких ограничений переменных. Ограничения по скорости и моменту, связанные с увеличением динамических нагрузок по причинам технологического характера (эллипс в накате), вводятся за счет применения соответствующих типов нелинейных регуляторов этих переменных в системе управления АЭП.

Относительную сложность математической структуры систем векторного управления АЭП с идентификаторами состояния можно отнести к их недостатку. Однако данный недостаток не является слишком существенным при их реализации на базе современных микроконтроллеров. Микропроцессорный АЭП по сравнению с комплектными текстильными электроприводами постоянного тока, выпускаемыми в настоящее время отечественной промышленностью на аналоговой элементной базе, будет обладать более высокими массогабаритными и надежностными показателями не только в отношении используемого электродвигателя, но и применительно к блоку управления. К преимуществу микропроцессорной реализации АЭП и идентификатора в его составе по сравнению с непрограммируемыми системами, применяемыми в настоящее время в текстильной промышленности, можно отнести возможности реализовать процедуру автоматической самонастройки параметров системы управления и идентификатора на параметры двигателя и существ-

венно расширить функции диагностики за счет реализации различных тестовых режимов без каких либо дополнений в составе аппаратных средств [4]. Разрабатываемый электропривод не должен уступать и по своим регулировочным характеристикам.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика преобразования тензорных уравнений электромагнитных и электромеханических процессов в двигателе для получения систем скалярных уравнений, не содержащих периодических переменных и ориентированных на применение в микропроцессорных системах управления АЭП.

2. Разработан идентификатор асинхронного двигателя, позволяющий восстанавливать по информации о скорости, напряжении и токе статора координаты регулируемого АЭП, в частности, электромагнитный момент и ток ротора. Идентификатор предназначен для микропроцессорных систем управления АЭП, применяемых в текстильной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быстров А. М., Глазунов В. Ф. Многодвигательные автоматизированные электроприводы поточных линий текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1977.
2. Изосимов Д. Б. Много связанный нелинейный идентификатор состояния асинхронного двигателя на скользящих режимах // В кн.: Проблемы управления многосвязными системами. – М.: Наука, 1983. С.133 ... 139.
3. Основы автоматизированного электропривода / Чиликин М. Г., Соколов М. М., Терехов В. М., Шинянский А. В. – М.: Энергия, 1974.
4. Виноградов А.Б., Монов Д.А., Колодин И.Ю. Автоматизация настройки параметров в асинхронном электроприводе с микропроцессорным управлением // Тез. докл. Междунар. научн.-техн. конф.: Состояние и перспективы развития электротехнологии (IX Бенардосовские чтения). – Иваново, ИГЭУ, 1999. С. 197.

Рекомендована кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок. Поступила 12.09.00.

УДК 697.622

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА СНИЖЕНИЯ ШУМА ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЕМ
В УСЛОВИЯХ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Б.С. САЖИН, О.С. КОЧЕТОВ, П.О. ЗУБОВ

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

В текстильной промышленности борьба с шумом осуществляется конструктивными, технологическими, акустическими и строительно-планировочными методами. Среди акустических широко используются методы звукоизоляции и звукопоглощения [1...3].

Нами разработана методика расчета эффективности снижения шума звукопоглощающими конструкциями, включающими облицовки, штучные звукопоглотители, экраны, основанная на новом принципе – обеспечения в цехе максимально возможного (для каждого конкретного цеха) звукопоглощения с последовательным вводом в расчет облицовок, штучных звукопоглотителей, экранов и средств индивидуальной защиты (СИЗ) операторов.

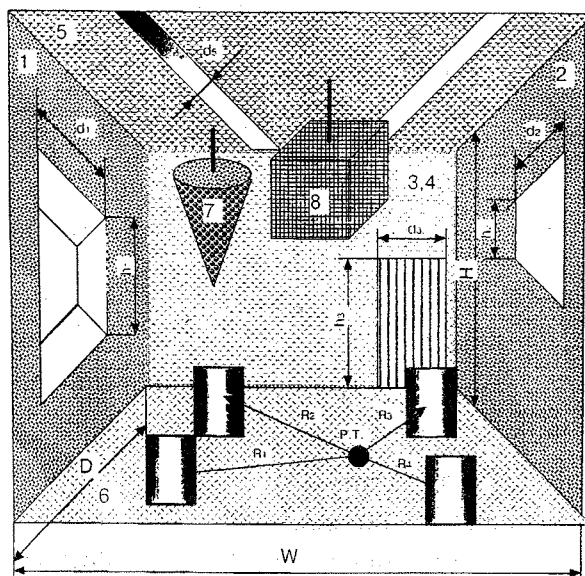


Рис. 1

Рассмотрим предлагаемую методику на примере расчета эффективности снижения шума звукопоглощающими конструкциями в резинооплеточном цехе АО “Чулочно-носочная фабрика им. Н.Э. Баумана” с размерами $D \times W \times H$; количеством n работающих в нем однотипных машин типа ОРН-1 (скорость вращения веретен 6000 об/мин), причем габаритные размеры станка известны (l_{max}, l, h_{max} , рис.1, где 1...6 – облицовка стен и потолка; 7, 8 – штучные поглотители). Будем считать, что все станки имеют одинаковые уровни L_{p0} , дБ звуковой мощности. Расчет выполним с учетом основных положений методики [4].

Октавные уровни звукового давления (УЗД) L_1 , дБ до установки звукопоглощающих конструкций в цехе на рабочих местах определяли с помощью методики из [1...3].

Октавные уровни звукового давления в зоне прямого звука $L_{2-j(pp)}$, дБ при наличии в цехе звукопоглощающих конструкций с учетом максимально возможного звукопоглощения составляют

$$L_{2-jpp} = L_{p0} + 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\chi_i \Phi_i}{S_i} + \frac{4\psi_{1-j} n}{B_{1-j}} \right), \quad (1)$$

где S_i – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы,

окружающей i -й источник шума и проходящей через расчетную точку.

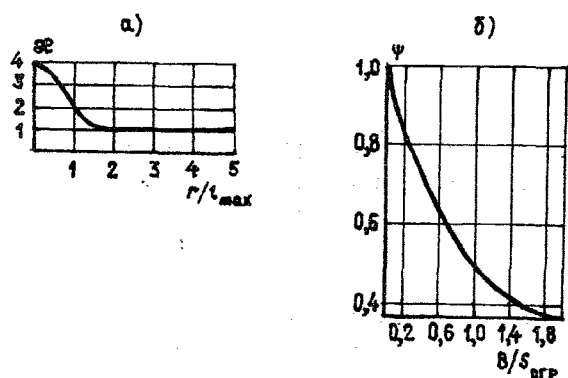


Рис. 2

Если расстояние r от расчетной точки (Р.Т.) до акустического центра (А.Ц.) станка определяется зависимостью $r < 2\ell_{\max}$, то для прямоугольного параллелепипеда S_i найдем по формуле

$$S_i = 2(\ell_{\max} + 2a)h + 2(\ell + 2a)h + (\ell_{\max} + 2a)(\ell + 2a), \quad (2)$$

где m – количество источников шума, ближайших к расчетной точке; n – общее количество источников шума в помещении с учетом среднего коэффициента одновременности работы оборудования; χ_i – коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля, принимаемый по графику на рис.2-а в зависимости от отношения r/ℓ_{\max} ; Φ_i – фактор направленности i -го источника шума, безразмерный (для ИШ с равномерным полем звука следует принимать $\Phi_i = 1,0$); Ψ_{1-j} – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении, принимаемый по графику на рис.2-б в зависимости от отношения $V_{1-j}/S_{\text{огр}}$ (здесь $S_{\text{огр}} = 2[DW + (D + W)H]$ – общая площадь ограждающих поверхностей помещения, м^2 ; V_{1-j} – постоянная помещения после его акустической обработки, м^2), которая определяется по формуле

$$V_{1-j} = \frac{A_1 + \Delta A_j}{(1 - \alpha_{1-j})}, \quad (3)$$

где $A_1 = \alpha(S_{\text{огр}} - S_{\text{обл}})$ – эквивалентная площадь звукопоглощения поверхностями, не занятыми звукопоглощающей облицовкой; $\alpha = V/(V + S_{\text{огр}})$ – средний коэффициент звукопоглощения в помещении до его акустической обработки; V – постоянная помещения до его акустической обработки, м^2 [1...3]; α_{1-j} – средний коэффициент звукопоглощения акустически обработанного помещения, определяемый соотношением

$$\alpha_{1-j} = \frac{A_1 + \Delta A_j}{S_{\text{огр}}}. \quad (4)$$

Здесь ΔA_j – величина максимально достаточного добавочного звукопоглощения, вносимого конструкцией звукопоглощающей облицовки, штучными звукопоглотителями или экранами ($j=1,2,3,4$ – число последовательных приближений к выбору максимально достаточной площади ΔA_j дополнительного звукопоглощения в цехе), которая находится с помощью формул

$$\Delta A_1 = \alpha_{\text{обл}} S_{\text{обл}}, \quad (5)$$

$$\Delta A_2 = \alpha_{\text{обл}} S_{\text{обл}} + A_{\text{шт}} N_{\text{шт}}, \quad (6)$$

$$\Delta A_3 = \alpha_{\text{обл}} S_{\text{обл. max}} + A_{\text{шт}} N_{\text{шт. max}}, \quad (7)$$

$$\Delta A_4 = \Delta A_3 + \Delta A_{\text{экр}}, \quad (8)$$

где $\alpha_{\text{обл}}$ – коэффициент звукопоглощения облицовки стен и потолка [табл.42, 3]; $S_{\text{обл}} = S_{\text{огр}} - S_{\text{опр}} - DW$ – площадь звукопоглощающей облицовки стен и потолка, м^2 ; $S_{\text{опр}}$ – площадь оконных и дверных проемов в цехе, м^2 ; $A_{\text{шт}}$ – эквивалентная

площадь звукопоглощения штучных звукопоглотителей, м^2 [3]; $N_{\text{шт}} = 1,5DW/B_{\text{шт}}^2$ количество штучных звукопоглотителей в цехе; $S_{\text{обл.мах}}$ – максимально допустимая площадь звукопоглощающей облицовки с учетом оконных и дверных проемов, а также технологических проходов и колонн, м^2 ; $N_{\text{шт.мах}}$ – максимально допустимое количество штучных звукопоглотителей (с учетом оптимального расстояния между ними $B_{\text{шт}}$); $\Delta A_{\text{экр}}$ – величина дополнительного звукопоглощения акустическими экранами, м^2 , устанавливаемыми в цехе:

$$\Delta A_{\text{экр}} = \alpha_{\text{обл.экр}} \sum_{i=1}^k S_{i\text{экр}}, \quad (9)$$

$$\alpha_{1-4} = (A_1 + \Delta A_4)/S_{\text{огр}} = \left[A_1 + (\alpha_{\text{обл}} S_{\text{обл.мах}} + A_{\text{шт}} N_{\text{шт.мах}} + \Delta A_{\text{экр}}) \right] / S_{\text{огр}}.$$

Вычислим эффективность звукопоглощающей облицовки в зоне прямого звука на рабочих местах в расчетных точках помещений:

$$\Delta L_{\text{пр-j}} = L_1 - L_{2-j}. \quad (10)$$

Определим эффективность снижения уровней звукового давления в расчетных точках, расположенных в зоне постоянного пребывания персонала, не связанного с работой оборудования (в зоне отраженного звука) с учетом максимально возможного звукопоглощения:

$$\Delta L_{\text{от-j}} = 10 \lg \frac{B_{1-j} \Psi}{B \Psi_{1-j}}, \quad (11)$$

$$L_{2-j(\text{от})} = L_1 - \Delta L_{\text{от-j}}. \quad (12)$$

Сравним полученную эффективность $\Delta L_{\text{пр-j}}$ снижения шума в зоне прямого звука и эффективность $\Delta L_{\text{от-j}}$ только в зоне отраженного звука с требуемой величиной снижения шума в цехе

где $\alpha_{\text{обл.экр}}$ – коэффициент звукопоглощения облицовки экрана [табл.42, 3]; $S_{i\text{экр}}$ – площадь i -го экрана, м^2 (при двухсторонней облицовке экрана ее следует увеличить в 1,5 раза); k – общее количество экранов, установленных в цехе.

Например, для третьего и четвертого приближений средний коэффициент звукопоглощения α_{1-j} запишется в следующем виде:

$$\alpha_{1-3} = (A_1 + \Delta A_3)/S_{\text{огр}} = \left[A_1 + (\alpha_{\text{обл}} S_{\text{обл.мах}} + A_{\text{шт}} N_{\text{шт.мах}}) \right] / S_{\text{огр}};$$

$\Delta L_{\text{тр}} = L_1 - L_{\text{доп}}$ ($L_{\text{доп}}$ – допустимые УЗД на рабочих местах в цехах текстильных предприятий по нормам [5]).

Если

$$\Delta L_{\text{пр-j}} \geq \Delta L_{\text{тр}}, \quad (13)$$

$$\Delta L_{\text{от-j}} \geq \Delta L_{\text{тр}}, \quad (14)$$

то расчет заканчивается.

Если по технологическим соображениям нет возможности разместить в цехе экраны, то с целью выполнения условий (13...14) необходимо подобрать для операторов средства индивидуальной защиты от шума – СИЗ. При этом необходимо реализовать условия

$$L_1 - \Delta L_{\text{пр-j}} - \Delta L_{\text{сиз}} \leq \Delta L_{\text{доп}}, \quad (15)$$

$$L_1 - \Delta L_{\text{от-j}} - \Delta L_{\text{сиз}} \leq \Delta L_{\text{доп}}, \quad (16)$$

где $\Delta L_{\text{сиз}} = L_{zi} - \Delta L_i$; L_{zi} – эффективность СИЗ от шума в i -й октавной полосе частот по нормативно технической доку-

ментации (по техническому паспорту данного СИЗ или по табл.1), дБ; ΔL_i – поправка на надежность защиты от шума,

принимаемая в зависимости от частоты звука по табл.2.

Таблица 1

Марка, тип СИЗ от шума	Эффективность, дБ (при частоте, Гц)						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Наушники:							
ВЦНИИОТ-2М	7	11	14	22	35	45	38
ВЦНИИОТ-4А	2	4	5	16	25	36	28
ВЦНИИОТ-А1	10	14	16	17	36	36	34
ВЦНИИОТ-1	3	4	7	13	23	36	33
ВЦНИИОТ-7И	10	16	18	22	36	40	32
ПШ-00	4	8	10	15	20	20	27
Шумозащитное оголовье ШЗО-1	12	18	30	31	34	38	34
Противошумовая каска ВЦНИИОТ-2	7	11	14	22	35	45	38
Противошумные наушники с креплением							
На защитную каску Салво	5	7	15	19	25	33	22
Вкладыши: Антифоны	10	10	10	13	24	29	25
Беруши	15	18	18	24	26	26	31
Грибок и Лепесток	10	17	18	25	26	31	30

Таблица 2

Частота, Гц	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL_i , дБ	-5	-5	-5	-10	-10	-10	-10

Выбор характеристик звукопоглощающей облицовки и штучных звукопоглотителей производится с учетом излучаемого станком спектра звуковой мощности, размеров цеха, количества станков в нем и себестоимости работ по снижению шума.

На ПЭВМ проведен расчет по вышеизложенной методике для резинооплеточного цеха АО "Чулочно-носочная фабрика им. Н.Э. Баумана". Параметры цеха: размеры, м: длина $D=11,75$; ширина $W=5,75$; высота $H=2,7$. Площадь оконных и дверных проемов: $S_{\text{опр}} = 12 \text{ м}^2$. Станок – машина резинооплеточная марки ОРН-1; скорость 6000об/мин. Параметры станка: габаритные размеры, м: $l_{\text{max}} = 4,2$; $l = 0,6$; $h_{\text{max}} = 1,8$. Число станков в цехе $n=3$.

В качестве звукопоглощающей облицовки выбраны маты из супертонкого базальтового волокна (РСТ УССР 5013 –76) плотностью 20 кг/м^3 , толщиной 50 мм и с установкой их без воздушного промежутка от стен с оболочкой из декоративной стеклоткани типа ТСД (ТУ 6-11-54 –74), $\alpha_{\text{обл}}$ [табл.42, 3]. Штучные звукопоглотители: размер $400 \times 400 \times 400$ мм; просечно-вытяжной лист толщиной 2 мм; перфорация 74% (ГОСТ 8706 – 78); стеклоткань типа ЭЗ-100 (ГОСТ 19907 –74); звукопоглотитель – супертонкое стекловолокно (ТУ 21-РСФСР-224 –75). Расстояния между центрами $B_{\text{шт}} = 2,5$ м; от потолка $H_{\text{шт}} = 0,25$ м [$A_{\text{шт}}$, м^2 в табл.43, 3].

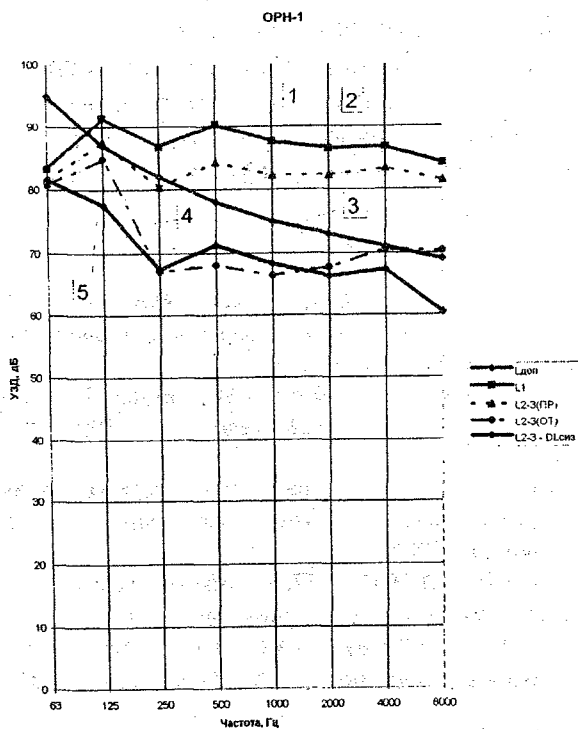


Рис. 3

На рис.3 представлены графики УЗД, иллюстрирующие выполненный расчет. Кривая 1 отражает УЗД (L_1 , дБ) до установки звукопоглощающих конструкций в цехе на рабочих местах; 2 – УЗД в зоне

прямого звука ($L_{2-3(пр)}$, дБ) при наличии в цехе максимально возможного звукопоглощения; 3 – допустимые УЗД на рабочих местах ($L_{доп}$) в цехах текстильных предприятий по санитарно-гигиеническим нормам; 4 – УЗД в зоне отраженного звука ($L_{2-3(от)}$, дБ) при наличии в цехе максимально возможного звукопоглощения; 5 – УЗД, воздействующие на оператора с учетом эффективности подобранных для данного случая СИЗ ($L_{2-3} - \Delta L_{СИЗ}$). На основании полученных результатов можно сделать вывод, что для рассмотренного цеха применение звукопоглощающих конструкций с максимально возможным звукопоглощением, которое ограничилось выбором максимально достаточной площади дополнительного звукопоглощения ΔA_3 ($j=1,2,3$ – так как размещение экранов в цехе невозможно по технологическим соображениям), не позволило снизить УЗД до нормативных значений и поэтому рекомендуются противошумные вкладыши (беруши), с использованием которых операторы будут находиться в зоне УЗД, ниже допустимых.

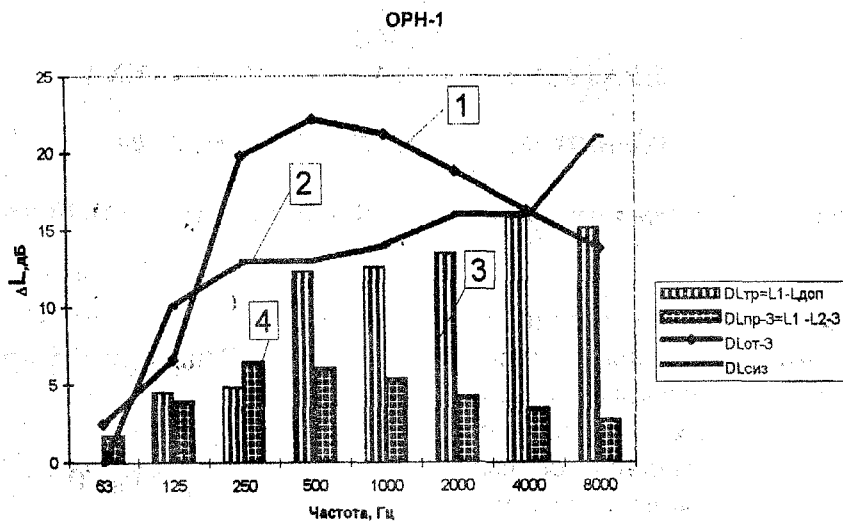


Рис. 4

На рис.4 изображены графики расчетных значений эффективности снижения

шума в зоне отраженного звука $\Delta L_{от-3}$ (кривая 1); эффективности СИЗ типа беруши

руши $\Delta L_{\text{сиз}}$ (кривая 2); величины требуемого снижения шума $\Delta L_{\text{тр}} = L_1 - L_{\text{доп}}$ (гистограмма 3) и расчетных значений эффективности снижения шума в зоне прямого звука $\Delta L_{\text{пр-3}}$ (гистограмма 4). Анализируя полученные результаты можно заключить, что для рассмотренного цеха применение звукопоглощающих конструкций с максимально возможным звукопоглощением, позволило снизить УЗД на рабочих местах операторов в зоне отраженного звука практически до нормативных значений.

ВЫВОДЫ

Расчет, выполненный по вышеизложенной методике для резинооплеточного цеха АО "Чулочно-носочная фабрика им. Н.Э. Баумана", показал, что применение звукопоглощающих конструкций с максимально возможным звукопоглощением, которое в силу технологических возможностей ограничилось выбором максимально достаточной площади дополни-

тельного звукопоглощения ΔA_3 , не позволило снизить УЗД до нормативных значений без применения противошумных вкладышей беруши. Однако для операторов, работающих в зоне отраженного звука, УЗД на рабочих местах снизились практически до нормативных значений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сажин Б.С., Кочетов О.С., Никонов С.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №4. С.123...128.
2. Щербаков В.И. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996, №2. С.100...103.
3. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения в промышленных зданиях. – М.: Стройиздат, 1982.
4. СН и П II-12 – 77. Нормы проектирования. Защита от шума. – М.: Стройиздат, 1977.
5. ГОСТ 12.1.003 – 83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Госстандарт, 1984.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 14.02.00.

УДК 677.017.632:536.423.15

УРАВНЕНИЯ СОРБЦИОННОГО РАВНОВЕСИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

И.П. КОРНЮХИН, Л.И. ЖМАКИН, Л.И. КОЗЫРЕВА

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

В [1] на основе одного из принципов термодинамического равновесия – минимума изобарно-изотермического потенциала (энергии Гиббса) для системы сорбент – сорбат получено уравнение, описывающее сорбцию для широкого класса материалов, включая капиллярно-пористые и коллоидные капиллярно-пористые (к последним относится и большинство текстильных материалов). Полученное уравнение имеет вид

$$RT \ln \phi = (p - p_s) / \rho + (p_k - p_p + p_n) / \rho - \frac{RT n \mu}{W} - \frac{N n^2 \mu^2}{2W^2} \beta(p, T), \quad (1)$$

где R – индивидуальная газовая постоянная сорбата; T – температура по абсолютной шкале, φ – относительное давление паров сорбата (относительная влажность); p – общее давление в системе (барометрическое давление); p_s – давление насыщенного пара сорбата; p_k – капиллярное давление; p_p – расклинивающее давление [2]; p_n – давление набухания; ρ – плотность сорбата в конденсированной фазе, принимаемая равной плотности жидкости; n – число активных центров сорбента; μ – молярная масса сорбата; W – масса сорбата в единице массы твердого тела (для случая сорбции водяных паров – влагосодержание); N – число Авогадро; $\beta(p, T)$ – вириальный коэффициент.

Анализ этого уравнения и сопоставление с опытными данными показали, что влияние капиллярного и расклинивающего давлений существенно в основном для капиллярно-пористых тел, в которых сорбция проявляется в форме адсорбции. Для коллоидных капиллярно-пористых материалов и, в частности, текстильных материалов, поглощение сорбата рассматривалось как процесс абсорбции, поглощения объемом материала. Известно, например [3], где доказывается, что поглощение водяных паров происходит в аморфных областях волокнообразующих полимеров и сопровождается набуханием волокон. В этом случае поглощение сорбата рассматривается как процесс абсорбции и в правой части уравнения (1) существенными оказываются два последних члена и член, характеризующий давление набухания.

Влияние капиллярного давления должно было бы проявляться при наличии капиллярной, конденсированной влаги. Имеются доказательства, заключающиеся в том, что в широком диапазоне изменения относительной влажности воздуха капиллярная влага в пространстве между волокнами отсутствует. Так, в [4] показано, что при значениях $\varphi \leq 0,94$ влагосодержание в шерстяных ленте и пряже одинаково. Аналогичные результаты получены в [5] и [6] для других типов волокон. Кроме того, в

проведенной нами серии опытов на хлопчатобумажной ткани, пряже, извлеченной из этой ткани, и ватке, полученной из пряжи, различия в сорбционной способности этих образцов при относительной влажности воздуха $\varphi = 0,97$ не обнаружено. И поскольку проявление капиллярной влаги наиболее вероятно при высоких значениях φ , в дальнейшем будем полагать, что межволоконная влага при значениях относительной влажности воздуха $\varphi \leq 0,97$ отсутствует. Отметим, что предложенный в [7] метод расчета влагосодержания смесок неявно исходит из подобного же предположения.

Капиллярная конденсация на поверхности волокон также маловероятна в широком диапазоне изменения относительной влажности воздуха в гигроскопической области. Результаты экспериментов [8] показывают, что при $\varphi \leq 0,97$ поглощение хлопковыми волокнами определенного объема воды сопровождается практически эквивалентным (в пределах погрешности эксперимента) увеличением объема волокон. Подобные результаты наблюдались в [3] и для нейлоновых волокон.

Основываясь на полученных результатах, можно заключить, что поглощение водяных паров текстильными коллоидными капиллярно-пористыми полимерными материалами, волокнами (определение в соответствии с классификацией [9]) следует рассматривать как процесс абсорбции, поглощения объемом материала, но не поверхностью. Можно пренебречь при описании абсорбции водяных паров при $\varphi \leq 0,95$ существенными лишь для процессов адсорбции членами уравнения (1), описывающими капиллярное и расклинивающее давления. Также представляется достаточно формальным подход [10] к описанию поглощения влаги текстильными материалами методами полимолекулярной адсорбции. По-видимому, недостаточная физическая корректность принятой в [10] модели приводит к тому, что для описания одной лишь изотермы сорбции при фиксированной температуре требуется 5 эмпирических констант, а с учетом тем-

пературной зависимости 8 констант. Как известно, большое количество эмпирических констант не относится к достоинствам той или иной теории.

Первое слагаемое в скобках в правой части уравнения (1) фактически определяет влияние на сорбцию давления практически не сорбирующегося при положительных (по Цельсию) значениях температур компонента смеси – сухого воздуха. Сопоставление уравнения (1) с опытными данными показывает, что при давлении в системе, равном атмосферному, величина рассматриваемого слагаемого не превышает долей процента от слагаемого, учитывающего давление набухания. Это позволяет пренебречь величиной рассматриваемого слагаемого.

В результате проведения обоснованных выше упрощений (1) можно представить в форме

$$RT \ln \varphi = p_n / \rho - \frac{RTn\mu}{W} - \frac{Nn^2\mu^2}{2W^2} \beta(p, T). \quad (2)$$

Обычно члены с вириальными коэффициентами (в данном случае последнее слагаемое в правой части уравнения) дают поправку на отклонение от идеальных свойств, учитывают взаимодействие молекул (например [11]), причем знак этого коэффициента может быть и положительным, и отрицательным, в зависимости от того, какие силы межмолекулярного взаимодействия преобладают – притяжения или отталкивания. Ранее в [1] и [12] этот член с вириальным коэффициентом не учитывался. Было установлено, что в такой форме уравнение описывает сорбцию паров азота вблизи точки его кипения [1] и сорбцию водяных паров широким кругом текстильных материалов при различных температурах [3] в диапазоне изменения $\varphi = 0,25 \dots 0,85$.

Известно, что влияние членов с вириальными коэффициентами наиболее существенно в области больших концентраций

(в данном случае n/W), то есть при малых значениях влагосодержания W . Настоящая работа предполагает учет члена с вириальным коэффициентом. Приведенные выше уравнения учитывают род сорбируемого вещества, но поскольку в данном случае рассматривается только сорбция водяных паров, константы, учитывающие природу сорбата, а также универсальные константы можно опустить, включив их значения в эмпирические постоянные. Учет температурной зависимости сорбции производится как и в [13]. После указанных преобразований (2) принимает вид

$$\ln \varphi = \frac{p_n}{\rho RT} - \left(\frac{v}{W} - \frac{\rho \gamma}{W^2} \right) \exp\left(\frac{\alpha}{T} \right), \quad (3)$$

где α, v, γ – эмпирические константы, учитывающие соответственно: 1 – температурную зависимость сорбции (энергетическая константа); 2 – число активных центров; 3 – число активных центров и вириальный коэффициент.

При сопоставлении с результатами экспериментов было обнаружено, что вириальный коэффициент $\beta(p, T)$ отрицателен (этот факт учтен в (3)) и что давление набухания зависит от температуры, уменьшаясь с ее увеличением по закону T^{-1} . С точки зрения физики этот факт объясняется известным явлением ослабления межмолекулярных связей (в нашем случае – связей в кристаллических областях волокнообразующих полимеров) с ростом температуры. Таким образом, уравнение изотермы сорбции можно записать следующим образом:

$$\ln \varphi = \frac{\zeta}{\rho T^2} - \left(\frac{v}{W} - \frac{\rho \gamma}{W^2} \right) \exp\left(\frac{\alpha}{T} \right), \quad (4)$$

где ζ – коэффициент, учитывающий температурную зависимость давления набухания и включающий константу R .

С целью сопоставления с экспериментом и определения констант в (4) использовали опытные данные из [12] как достаточно надежные и охватывающие широкий

круг текстильных материалов. В [12] же фиксировалась предельная изотерма десорбции за счет того, что исходным служило высоковлажное состояние (иссле-

дуемый образец предварительно выдерживался в жидкости), что важно для описания процессов сушки.

Таблица 1

Тип волокна	Сорбция				Десорбция		
	α , К	$\zeta \cdot 10^{-7}$, Па · К	$\nu \cdot 10^3$	$\gamma \cdot 10^9$, м ³ /кг	$\zeta \cdot 10^{-7}$, Па · К	$\nu \cdot 10^3$	$\gamma \cdot 10^9$, м ³ /кг
Хлопок-сырец	1050	4,29	2,37	5,46	4,29	3,07	7,41
Хлопок очищенный	1050	4,29	2,29	7,00	4,29	3,00	9,56
Хлопок мерсеризованный	1050	4,29	2,73	7,88	4,29	3,58	12,20
Шелк-сырец	1230	6,28	2,27	2,48	6,28	2,78	5,36
Шелк обесклеенный	1230	5,24	1,81	7,60	5,24	2,18	5,54
Шерсть тонкая	1080	5,15	4,14	1,75	6,67	5,91	1,75
Шерсть грубая	1080	5,15	4,24	1,75	6,67	5,23	1,75
Вискозное	740	4,74	13,7	55,8	4,74	10,5	17,3
Ацетатное	640	2,42	5,32	7,60	2,42	7,45	21,1
Медно-аммиачное	960	5,07	5,52	20,3	5,07	6,88	27,6

Значения этих констант представлены в табл.1. Заметим, что необходимое для описания изотерм сорбции и десорбции одного и того же материала число констант равно 7, в то время как в [10] только для описания изотермы сорбции используется 8 различных констант. Следует также обратить внимание, что для материалов одного и того же вида – хлопка-сырца, очищенного и мерсеризованного хлопка; шелка-сырца и обесклеенного шелка; шерсти тонкой и грубой различного происхождения значения энергетических констант α одинаковы. Кроме того, константа ζ , характеризующая давление набухания, также обладает определенной общностью. Ее значения повторяются во многих случаях при сорбции и десорбции у некоторых разновидностей одного и того же материала. С учетом этой общности можно считать, что эффективное число констант меньше указанного выше.

Для сопоставления результатов расчета с экспериментальными данными [12] уравнение (4) было преобразовано к виду

$$y = x, x = \frac{\nu}{W} - \frac{\rho\gamma}{W^2},$$

$$y = \left(\frac{\zeta}{\rho T^2} - \ln \varphi \right) \exp \left(-\frac{\alpha}{T} \right).$$

На рис.1 проведено сопоставление для случая сорбции водяных паров на очищенном хлопке-сырце при трех значениях температуры (кривая 1– 35; 2– 70; 3– 100°C), а на рис.2 – для случая десорбции на медно-аммиачных волокнах, обесклеенном шелке при 6 значениях температуры (кривая 1– 35; 2– 45; 3– 58; 4– 74; 5– 90; 6– 104°C). Заметим, что определение относительной влажности легко обобщается и на значения температур, превышающих температуру кипения: для идеального газа величина $\varphi = p_{п} / p_{s}(t)$, причем парциальное давление $p_{п}$ не превышает атмосферного, а давление насыщенных паров $p_{s}(t)$ – выше атмосферного.

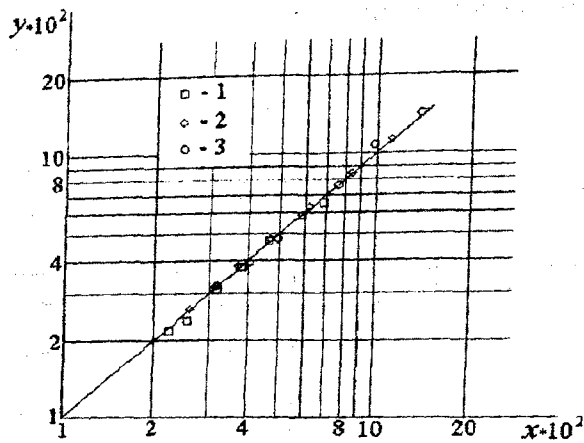


Рис. 1

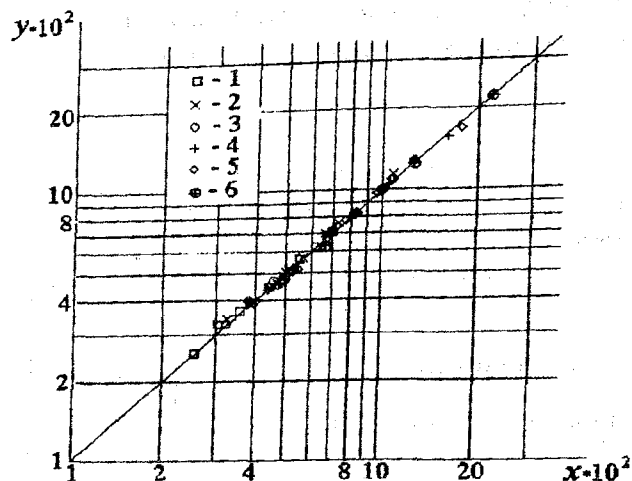


Рис. 2

Сопоставление с опытными данными для других материалов и температур показало, что область применимости полученного уравнения с вириальным членом расширилась не только в область низких влагосодержаний, как ожидалось, но и в область высоких влагосодержаний. Это позволило рекомендовать полученное уравнение в диапазоне изменения ϕ от 0,07 до 0,95...0,97. Без большой ошибки это уравнение можно экстраполировать и до максимальных гигроскопических влагосодержаний

(при $\phi = 1$) как при сорбции, так и при десорбции.

Уравнение (4) используется для определения равновесной относительной влажности при заданных температуре и влагосодержании материала. Однако в ряде случаев возникает необходимость определения равновесного влагосодержания по заданным значениям температуры и относительной влажности воздуха. В этом случае (4) преобразуется к виду

$$W = \frac{2\rho\gamma}{v - \sqrt{v^2 - 4\rho\gamma \left(\frac{\zeta}{\rho T^2} - \ln \phi \right) \exp \left(-\frac{\alpha}{T} \right)}} \quad (5)$$

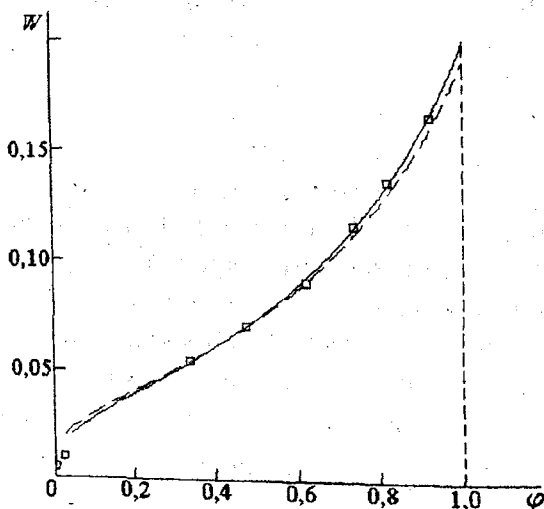


Рис. 3

На рис.3, где изображены изотермы сорбции на хлопке-сырце при 70 °С, с данными эксперимента сопоставлены кривые, построенные по уравнению (4) с учетом вириального члена и по соответствующему уравнению из [13] без учета влияния этого члена. Очевидно, что учет члена с вириальным коэффициентом обеспечивает лучшее согласование с результатами опыта.

При расчете процессов сушки либо термообработки предварительно увлажненного материала при высоких температурах может оказаться необходимым определение равновесных параметров при

десорбции в области малых значений относительной влажности (при $\varphi \leq 0,07$ – нижнем пределе применимости уравнений (4) и (5)). Аналогичная ситуация может возникнуть и при расчете процессов увлажнения. В этом случае потребуется определение равновесных параметров уже для процесса сорбции в области малых φ . Заметим, что (4) и (5) не дают ожидаемого предельного перехода $W \rightarrow 0$ при $\varphi \rightarrow 0$. Причина в том, что при малых влагосодержаниях сорбированную влагу, по видимому, уже нельзя рассматривать как непрерывную среду и, следовательно, термодинамический подход, использованный при выводе указанных уравнений, в этой области не применим и целесообразнее обратиться к молекулярно-физическому анализу.

В этом плане полезным оказывается подход, используемый при выводе уравнения сорбции Ленгмюра [14]. Оно описывает локализованную адсорбцию, при которой связь молекул сорбата с молекулами сорбента достаточно сильная, так что первые не могут свободно перемещаться вдоль поверхности. При сорбции водяных паров текстильными материалами наблюдаются водородные связи, относящиеся по своей природе к сильным. Однако в отличие от адсорбции на поверхности, описываемой изотермой Ленгмюра, в полимерном текстильном материале образуется связь между сорбируемой молекулой и активным центром в полимере. Вывод [14] уравнения изотермы Ленгмюра базируется

на условии равновесия квазихимической реакции:



где МГ – молекула газа (пара); СМПА – свободное место на поверхности адсорбента; ЛАК – локализованный адсорбционный комплекс.

Аналогичная реакция может быть записана и для случая сорбции в полимерах:



где АЦП – активный центр полимера; ЛСК – локализованный сорбционный комплекс.

Формально обе реакции аналогичны, что позволяет представить для рассматриваемого случая формальный аналог изотермы Ленгмюра [14] в виде

$$\varphi = \frac{aW}{b - W}, \quad (6)$$

где a и b – константы.

Константы уравнения (6) определяются таким образом, чтобы на нижней границе применимости уравнений (4) и (5), то есть при $\varphi = \varphi_0 = 0,07$, значения влагосодержаний и производных $\partial \ln \varphi / \partial W$, рассчитанных по (4...6), совпадали. Реализовав эти условия, запишем указанные константы в форме

$$a = \frac{b - W_0}{W_0} \exp \left[\frac{\zeta}{\rho T^2} - \left(\frac{v}{W_0} - \frac{\rho \gamma}{W_0^2} \right) \exp \left(\frac{\alpha}{T} \right) \right], \quad (7)$$

где W_0 – значение влагосодержания на нижней границе применимости уравнений (4) и (5) и рассчитывается по уравнению (5) при значении $\varphi = \varphi_0$.

При описании явлений сорбции и десорбции в области малых влагосодержаний при помощи (6) в формулах (7) и (8) используются соответствующие константы

$$b = W_0 \left[1 - \frac{1}{1 - \left(\frac{v}{W_0} - \frac{2\rho\gamma}{W_0^2} \right) \exp \left(\frac{\alpha}{T} \right)} \right], \quad (8)$$

для материалов, представленные в табл.1. Уравнение (6) легко преобразуется к форме, удобной для определения влагосодержаний по известным значениям относительной влажности воздуха и температуре:

$$W = \frac{b\varphi}{a + \varphi} \quad (9)$$

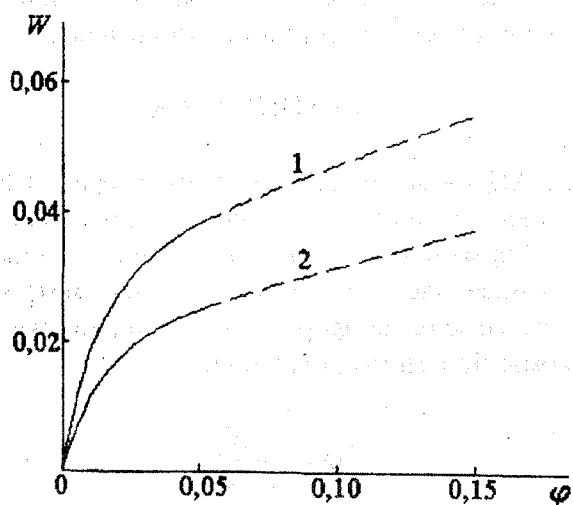


Рис. 4

На рис.4 показан пример сопряжения изотерм десорбции для шерстяных (кривая 1) и вискозных волокон (кривая 2) при 70°C; сплошной линией показана кривая, построенная по уравнению (9), а штриховой – по (5). Уравнения (6) и (9) для области малых влагосодержаний дают корректные предельные переходы: при $\varphi \rightarrow 0$ величина $W \rightarrow 0$. В целом система уравнений (5) и (9) описывает равновесие при сорбции и десорбции практически во всей гигроскопической области при изменении

относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 до 1.

ВЫВОДЫ

Получено уравнение, описывающее изотермы сорбции и десорбции для большого круга текстильных материалов в широком диапазоне изменения температур и относительных влажностей воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнюхин И.П. //Инженерно-физический журнал. – 1979, №3, т.37.
2. Дерягин Б.В. //Коллоидный журнал. – 1955, №3, т.17.
3. Abbot N.J., Gooddings A.C. //Journal of the Textile Institute. – V.40, №4, 1949.
4. Shorter S.A., Hall W.J. //Journal of the Textile Institute. – V.15, №6, 1924.
5. Beevers D.K., Valentine L. //Journal of the Textile Institute. – V.49, №2, 1958.
6. Peirce F.T., Lord E. // Journal of the Textile Institute. – V.30, №3, 1939.
7. Соловьев А.Н. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –1976, №2.
8. Collins G.E. // Journal of the Textile Institute. – V.21, №7, 1930.
9. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968.
10. Le C.V., Lu N.G. //Textile Research Journal. – V.62, №11, 1992.
11. Новиков И.И. Термодинамика. – М.: Машиностроение, 1984.
12. Wiegink J.G. // Journal of Research NBS. – V.24, №6, 1940.
13. Корнюхин И.П., Алексенко С.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1982, №1.
14. Курс физической химии /Под ред. Я.И. Герасимова. Т.1.– М.: Химия, 1966.

Рекомендована кафедрой промышленной теплоэнергетики. Поступила 02.06.00.

УДК 631.372

**ТОПОЛОГИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЦЕПИ
ВАЛКОВОЕ УСТРОЙСТВО – ТЕКСТИЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ**

Е.Н. КАЛИНИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Анализ пространственно-одномерных механических цепей целесообразно проводить, основываясь на теории линейных графов цепей, содержащих информацию о сопряжении динамических элементов цепи и о взаимосвязи ее переменных. Это дает возможность исследовать многомассовую колебательную систему, решая систему уравнений движения исходя непосредственно из топологии рассматриваемой механической цепи, применяя аппарат теории графов при формализованном и систематическом подходе к их изучению.

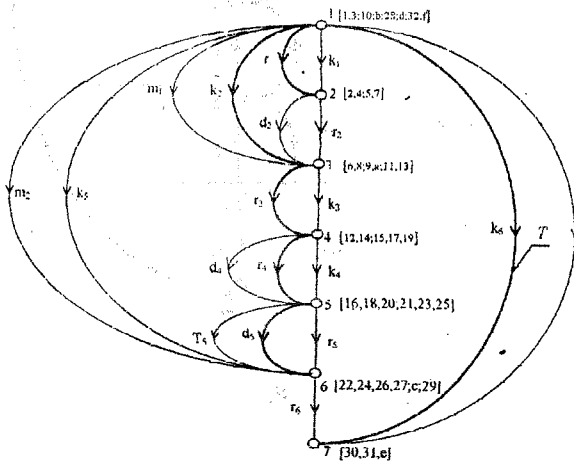


Рис. 1

Каждое ребро исходного ориентированного графа (рис.1) динамической системы соответствует одному двухполюснику механической цепи [1] и имеет аналогичное обозначение, а ориентация ребер совпадает с ассоциированными направлениями двухполюсников цепи. Вершины

графа для удобства пользования обозначены вновь (обозначения полюсов соответствующих двухполюсников механической цепи, сходящихся в общем узле графа, приведены в скобках). Таким образом, имеем линейный связный ориентированный непланарный граф, содержащий число ребер $e = 19$ и число вершин $v = 7$.

Из множества возможных рассмотрим опорное дерево T (рис.1), имеющее число ветвей [2,3] $b=v-1=7-1=6$ и число хорд $l=e-b=19-6=13$.

Математическим описанием топологии ориентированного графа являются матрицы инциденций, основных контуров и основных сечений. Матрица инциденций ориентированного графа $A=a_{ij}$, имеющая размер $v \times e$, составлена в упорядоченной последовательности индексов хорд и ветвей:

$$A = [A_{11} | A_{12}]$$

Матрица A , составленная для всех вершин опорного дерева и представляющая собой матрицу коэффициентов a_r уравнений воспринимаемых сил F_r двухполюсников, записанных в соответствии с законом Кирхгофа для сил $\sum_r a_r F_r = 0$, позволяет

создать метод узлового анализа системы.

Гарантией получения совместной системы независимых уравнений кинематических величин, а следовательно, и их разрешимости, является использование технологии построения основных контуров относительно опорного дерева T . Их число

соответствует числу хорд и составляет часть от числа всех возможных контуров.

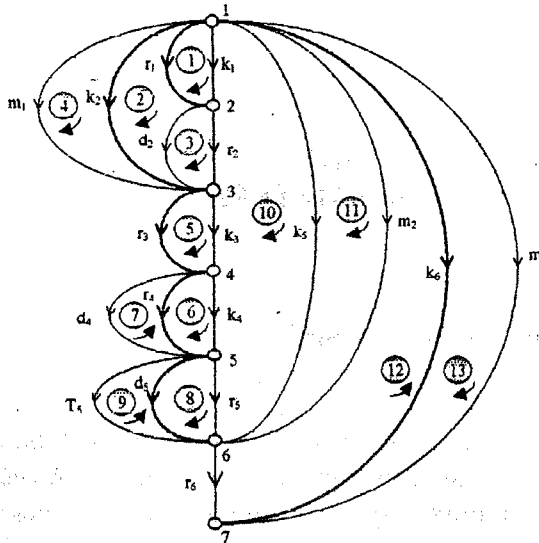


Рис. 2

На рис.2 изображены основные контуры с ассоциированными направлениями, а сочетания вершин и ребер соответствующего основного контура представлены в табл.1.

Таблица 1

№ основного контура	Сочетания вершин и ребер контура
1	1-k ₁ -2-r ₁ -1
2	1-r ₁ -2-r ₂ -3-k ₂ -1
3	1-r ₁ -2-d ₂ -3-k ₂ -1
4	1-m ₁ -3-k ₂ -1
5	3-k ₃ -4-r ₃ -3
6	4-k ₄ -5-r ₄ -4
7	4-r ₄ -5-d ₄ -4
8	5-r ₅ -6-d ₅ -5
9	5-d ₅ -6-T ₅ -5
10	1-k ₂ -3-r ₃ -4-r ₄ -5-d ₅ -6-k ₅ -1
11	1-k ₂ -3-r ₃ -4-r ₄ -5-d ₅ -6-m ₂ -1
12	1-k ₂ -3-r ₃ -4-r ₄ -5-d ₅ -6-r ₆ -7-k ₆ -1
13	1-k ₆ -7-m ₃ -1

Матрица основных контуров составляется в соответствии с принятой последовательностью индексов хорд и ветвей дерева T с последовательностью строк, соответствующих порядку следования порождающих их хорд:

$$B_f = [E \mid B_{f12}]$$

где E – единичная матрица, определяющая ранг матрицы B_f и относящаяся к хордам.

Матрица B_f является матрицей коэффициентов b_r уравнений Кирхгофа для кинематических переменных K_r двухполюсников исследуемой цепи:

$$\sum_{r} b_r K_r = 0.$$

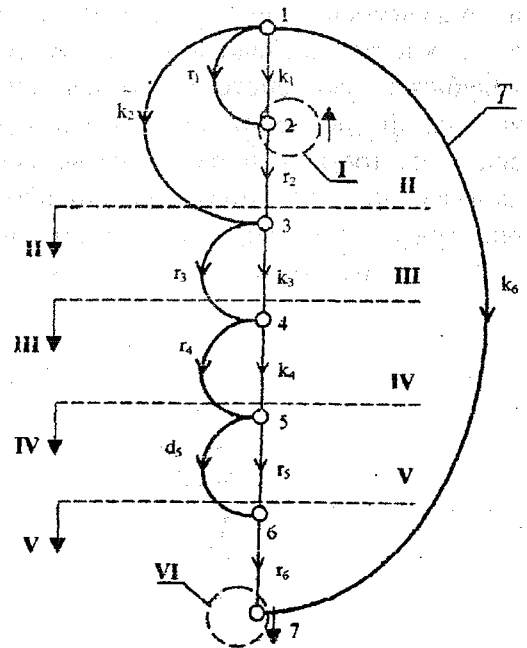


Рис. 3

Матрица Q_f основных сечений составлена в соответствии с упорядоченной последовательностью индексов хорд и ветвей и в порядке следования порождающих их ветвей при совпадении направлений основного сечения и порождающей его ветви опорного дерева T (рис.3, где → – хорды; → – ветви дерева).

$$Q_f = [Q_{f11} \mid E],$$

где E – единичная матрица, определяющая ранг ($v-1=6$ – число основных сечений) матрицы Q_f и относящаяся к ветвям.

Таким образом, существуют 6 независимых уравнений для воспринимаемых сил двухполюсников механической цепи системы, то есть имеет место взаимно однозначное соответствие между неособенными квадратными подматрицами матрицы Q сечений и деревьями исследуемого графа.

ВЫВОДЫ

1. Решена задача топологии механической цепи исследуемой динамической системы.

2. Получен инструмент анализа динамической системы в форме матричных выражений с целью определения полных и частных комплексных параметров механической цепи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин Е.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 5.
2. Карни Ш. Теория цепей. Анализ и синтез / Пер. с англ. Под ред. С.Е. Лондона. – М.: Связь, 1973.
3. Сецу С., Балабанян Н. Анализ линейных цепей / Пер. с англ. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963.

Рекомендована кафедрой теплотехники. Поступила 02.10.00.

УДК 677.017

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ПО ДЛИНЕ
КОКОННЫХ НИТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ГИБРИДОВ**

Х.А. АЛИМОВА, И.З. БУРНАШЕВ, А.Э. ГУЛАМОВ, Р.А. САИДОВА

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности)

При оценке новых пород и гибридов тутового шелкопряда необходимо учитывать показатели толщины коконной нити – линейную плотность и ее неравномерность по длине нити, что даст возможность прогнозировать высокое качество готовой продукции.

Для некоторых пород и гибридов неровнота по линейной плотности коконной нити изучалась проф. Кукиным Г.Н., а также проф. Рубиновым Э.Б. [1], установившим параболический характер ее изменения по длине нити. И хотя прошло несколько породосмен и свойства коконных нитей изменились, в целом сохранился общий характер неравномерности толщины, присущий и современным породам, и гибридам.

При селекции новых пород и гибридов основной задачей является получение более длинной, тонкой и равномерной по толщине коконной нити с минимальным коэффициентом утонения, что обеспечивает возможность выработки более равномерного шелка-сырца любой линейной плотности.

Цель настоящей работы заключалась в изучении изменения толщины образцов коконных нитей современных местных и зарубежных пород и гибридов шелкопряда.

Исследования проводили в лабораторных условиях методом одиночной размотки коконов местной (гибрид С-9 с Таваксайского шелкоплемсовхоза) и зарубежной селекции (Японской и Корейской), выращенных соответственно в условиях Узбекистана, и образцов коконов, привезенных из Бразилии. Изучали следующие показатели: общую длину нити; текущую, минимальную и максимальную линейные плотности коконной нити.

По массе отдельных 50-метровых отрезков выявлялась закономерность изменения линейной плотности по длине нити; с 50-кратной повторностью рассчитывался коэффициент вариации по линейной плотности (табл.1) и определялся вид функции изменения линейной плотности по длине нити.

Т а б л и ц а 1

Образцы коконов	Показатели коконной нити			
	Общая длина коконной нити L, м	Длина непрерывно разматываемой нити $l_{н.р.}$, м	Линейная плотность T, текс	Коэффициент вариации C, %
Бразильские	1200...1500	900...1000	0,09...0,25	7,6...11,5
Японские	1000...1300	800...1100	0,11...0,38	7,0...9,7
Корейские	800...1300	600...1200	0,08...0,17	8...10,5
Местные С-9	1000...1400	700...1000	0,10...0,15	6,7...9,0

В результате экспериментов установлено, что наибольшую общую длину нити $L=1200\text{--}1500$ м) имеют бразильские коконы. Этот показатель несколько ниже для коконов местной селекции гибрида С-9 $L=1000\text{--}1400$ м), а наихудший – у корейских коконов ($L=800\text{--}1300$ м). Однако, хотя у корейских пород коконов общая длина нити меньше, чем у других образцов, при разматке они имеют меньшую обрывность, что и обеспечивает более высокое значе-

ние длины непрерывно разматываемой нити.

Наибольшая линейная плотность оказалась у нитей коконов Японской селекции ($T=0,11\text{--}0,38$ текс), а наименьшей – из коконов Корейской грены.

По показателю неравномерности наилучшие данные имеют нити, полученные из коконов местной селекции ($C=6,7\text{--}9,0\%$), а наихудшие – из бразильских коконов ($C=7,6\text{--}11,5\%$).

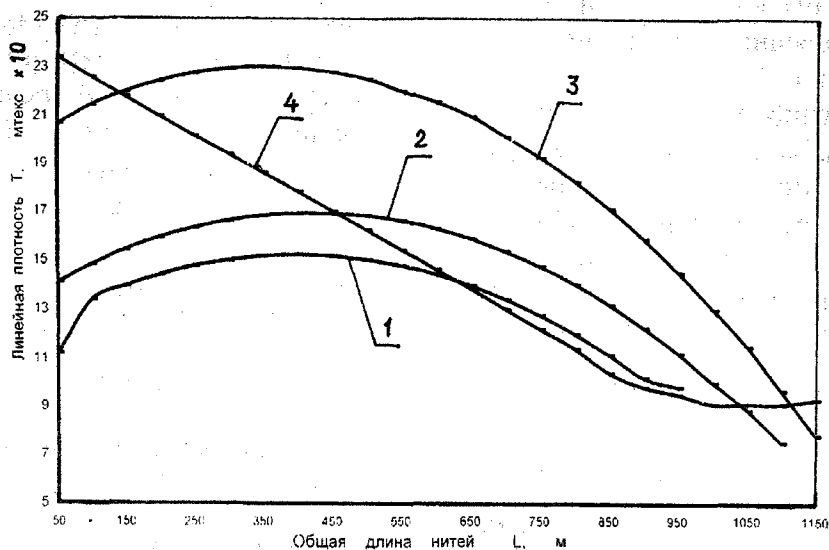


Рис. 1

В общем виде изменение линейной плотности коконной нити (рис.1, где кривая 1 – местные коконы гибрида С-9; 2 – корейские коконные нити; 3 – японские коконные нити; 4 – бразильские коконные нити) для коконов Бразильской селекции хорошо описывается гиперболической зависимостью

$$T = \frac{b}{l-c} + a,$$

а для других пород – параболой

$$T = a + bl + cl^2.$$

Расчетные значения коэффициентов уравнений для исследованных образцов коконов представлены в табл.2.

Таблица 2

Породы коконов	Значения коэффициентов		
	a	b	c
Бразильские	2,3	25	0,03
Японские	2,1	0,4	-0,021
Корейские	1,7	0,22	-0,018
Местные (гибрид С-9)	1,2	0,09	-0,005

Характер изменения линейной плотности по длине коконной нити показывает, что для большинства образцов (кроме бразильских) происходит незначительное первоначальное утолщение нити до максимальной величины с последующим утонением. Пик толщины для коконов Японской и Корейской селекции и гибрида С-9 приходится на интервал длин от 350 до 550 м. Для бразильских коконов явно выраженный пик максимума не наблюдался, однако хорошо прослеживался пик минимальной толщины, приходящийся на длину 950 м от начала размотки.

Общий коэффициент утонения коконной нити, определяемый отношением максимальной и минимальной линейных плотностей, для исследованных образцов коконов находится в диапазоне от 1,45 до 3, причем наилучшим показателем обладают коконы гибрида С-9 ($K_y = 1,45$), а наихудшим – коконы Японской селекции ($K_y = 3$).

Изменение коэффициента K_y утонения происходит следующим образом: у коконов, имеющих более тонкую нить, наблюдается плавное изменение по длине нити, а у коконов с более толстой нитью коэффициент утонения меняется скачкообразно. Следует отметить, что динамика изменения K_y для коконов различна. Учитывая, что приращение линейной плотности на длине 50-метровых отрезков наиболее интенсивное на концах коконной нити, заключаем, что отрезок наиболее равномерной нити приходится на длину 150...800 м для породы С-9; 50...950 м для коконов Корейской селекции и 200...900 м для коконов Японской селекции, где коэффициент утонения не превышает 1,5. Для образцов бразильских коконов характерно стабильное падение линейной плотности коконной нити до длины 900 м и последующее плавное уменьшение изменения линейной плотности.

ВЫВОДЫ

Результаты сравнения свойств исследованных образцов коконов с требованиями, предъявляемыми к современным гибридам, рекомендующими нить средней линейной плотности не более 272...294 мтекс, $l_{н.р.}$ 750...800 м, K_y – более 1,5, показывают, что ни один из изученных образцов полностью им не соответствует. А именно: коконы местной селекции С-9 не удовлетворяют требованиям по толщине нити, коконы из Японской гряды – по неравномерности толщины ($C > 7,5$) и коэффициенту утонения, коконы из Корейской гряды – по толщине и длине непрерывно разматываемой нити, а образцы бразильских коконов – по неравномерности толщины ($C > 9$) и коэффициенту утонения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубинов Э.Б. Кокномотальный автомат. – Ташкент: Фан. 1962.

Рекомендована кафедрой технологии шелка.
Поступила 05.05.00.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ

Я.М. КЛЕБАНОВ, С.П. АЛЕКСАНДРОВ, А.Н. ДАВЫДОВ, А.Н. ЛУКЬЯНОВА

(Самарский филиал Московского государственного университета сервиса,
Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

Основная цель настоящей статьи – создание методов компьютерного моделирования механического поведения деталей обуви и разработка теории и методов анализа процесса ее приформовываемости.

В начале исследования рассмотрено воздействие большого пальца стопы на систему низа, состоящую из основной стельки и подошвы.

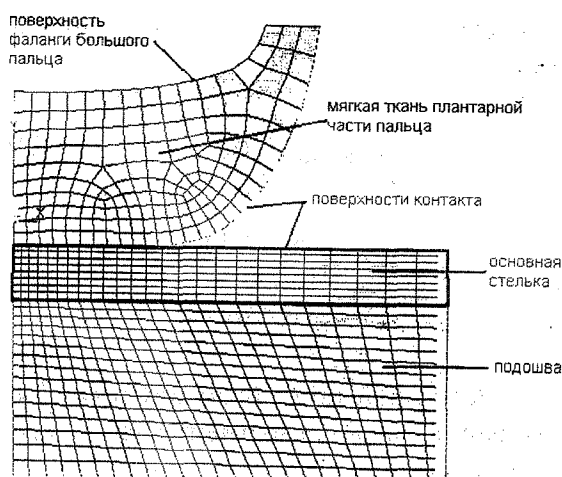


Рис. 1

Для отладки программы на первых этапах ее решения объемные трехмерные модели адекватно заменены двумерными осесимметричными (рис.1). Характеристики конечно-элементных моделей представлены в табл.1. Более подробно рассматривается основная стелька, подверженная наибольшим напряжениям (при нагрузке сжатия 500Н интенсивность напряжений составляет 4,9МПа). Нагрузка сжатия действует со стороны поверхности фаланги большого пальца стопы на систему низа:

Таблица 1

Наименование модели	Материал модели	Модуль упругости, МПа	Коэффициент Пуассона	Характеристика элемента
Большой палец ноги	Подобен микропористой резине	1,9	0,49	Гиперупругий элемент, использующий функцию упругого потенциала Муни-Ривлина
Основная стелька	Кожа для низа обуви	80	0,48	Изопараметрическое тело
Подошва	Микропористая резина	2	0,49	Гиперупругий элемент

При решении нелинейной задачи полная нагрузка 500Н реализуется в виде последовательных приращений с использованием итераций равновесия Ньютона-

Рафсона. Задается десять шагов нагружения, нагрузка на каждом шагу меняется по линейному закону. Между пальцем и стелькой происходит контакт поверхность-

в-поверхность. Условия контакта моделируются заданием специальных элементов.

В соответствии со статической теоремой приспособляемости Мелана [1] конструкция приспособится к повторным нагрузениям, то есть ее поведение после некоторого числа первых циклов станет чисто упругим, если можно найти такое, не зависящее от времени распределение остаточных напряжений σ_r , что их сумма с упругими напряжениями σ_e в каждой точке тела образует безопасное напряженное состояние σ_s :

$$|\sigma_r|_{\max} \leq \sigma_y; |\sigma_s|_{\max} = |\sigma_r + \sigma_e|_{\max} \leq \sigma_y, \quad (1)$$

где σ_y – предел упругости для материала.

Такое поле напряжений может быть получено с помощью итерационной процедуры, в которой на каждой итерации модули упругости высоконагруженных конечных элементов систематически уменьшаются, а слабонагруженных элементов – увеличиваются. Этот метод, названный методом упругих компенсаций, использовался в работах Д.Мариотта [2], а также Д.Бойля и Д.Маккензи [3]. В нашем исследовании этот метод модифицирован для определения предельной нагрузки приспособляемости в случае контактного взаимодействия тел.

Алгоритм вычислительной процедуры, основанный на вышеизложенном подходе, включает следующие основные этапы.

1. Решается упругая контактная задача с помощью шагов по нагрузке. На каждом шагу нагружения эквивалентное напряжение σ_e каждого конечного элемента записывается в массив параметров для дальнейшего использования при вычислении остаточных напряжений.

2. Для шага нагружения, на котором нагрузка составляет примерно 1,2 от нагрузки, соответствующей пределу упругости, выполняется пересчет модуля упругости каждого конечного элемента в соответствии со следующей зависимостью:

$$E = E_0 \frac{\sigma_n}{(\sigma)}, \quad (2)$$

где E_0 – модуль упругости материала, МПа; σ_n – номинальное напряжение, равное половине или двум третям от предела упругости, МПа; σ – максимальное (неосредненное) узловое эквивалентное напряжение в конечном элементе, МПа.

3. Выполняется заданное число итераций, на которых решается контактная задача с новыми модулями упругости шагами по нагрузке. На каждом шагу вычисляются максимальное эквивалентное напряжение $|\sigma_s|_{\max}$ и остаточное напряжение:

$$|\sigma_{ri}|_{\max} = |\sigma_{si} - \sigma_e|_{\max}, \quad (3)$$

где индекс i соответствует номеру итерации.

4. Определяется нагрузка P_{1i} , при которой

$$|\sigma_s|_{\max} \geq \sigma_y, \quad (4)$$

и нагрузка P_{2i} , при которой

$$|\sigma_r|_{\max} \geq \sigma_y. \quad (5)$$

5. Нагрузкой приспособляемости для i -й итерации является наименьшая из нагрузок P_{1i} и P_{2i} :

$$P_{si} = \min(P_{1i}, P_{2i}). \quad (6)$$

6. Если еще не выполнено заданное число итераций, то делается пересчет модуля упругости каждого конечного элемента в соответствии с зависимостью (2). В качестве E_0 и σ берутся модуль упругости и эквивалентное напряжение на текущей итерации. Затем происходит возврат на этап 3 для выполнения следующей итерации.

7. После завершения последней из итераций предельная нагрузка приспособляемости определяется как наибольшая из нагрузок P_{si} :

$$P_s = \max(P_{si}). \quad (7)$$

Задача решалась с использованием программного комплекса инженерного анализа ANSYS. Приведенный выше алгоритм

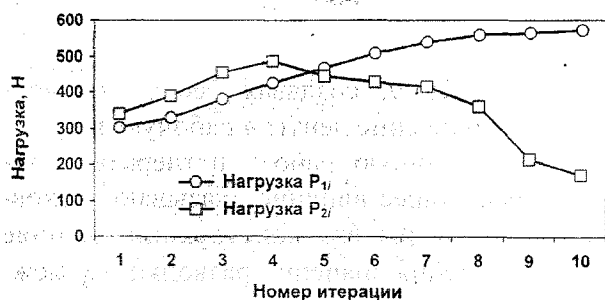


Рис. 2

Из рис.2, где изображена зависимость нагрузок P_{1i} и P_{2i} от числа итераций видно, что предельная нагрузка приспособляемости основной стельки соответствует 5-й итерации и равна $P_s = 445\text{Н}$. Отметим, что для данной модели стельки (толщина 2,5мм) с заданными свойствами материала нагрузка, при которой максимальное эквивалентное напряжение достигает предела упругости, составила $P_{\text{упр}} = 200\text{Н}$. Таким образом, предельная нагрузка приспособляемости выше нагрузки чисто упругого поведения системы низа в 2,2 раза. На рис.3 показаны области равного уровня эквивалентных упругих напряжений при нагрузке $P_{\text{упр}} = 200\text{Н}$.

Анализ полученных результатов позволил произвести отладку, реализацию, тестирование и верификацию процедур компьютерного моделирования НДС объекта исследования методом конечного элемента.

ВЫВОДЫ

1. Создана методика компьютерного расчета приформовываемости на основе

вычислительной процедуры реализован с использованием языка программирования ANSYS Parametric Design Language (APDL).

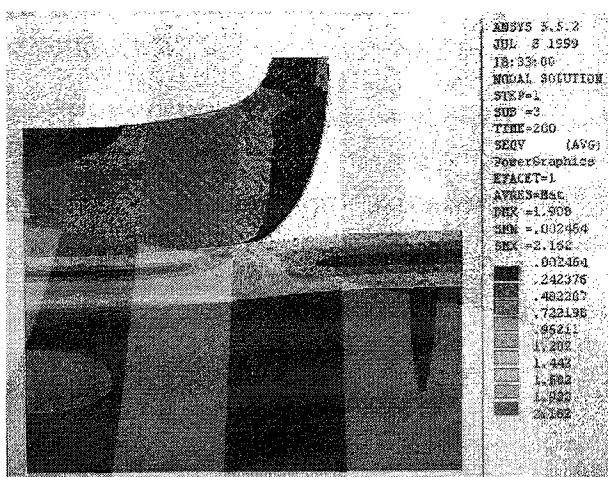


Рис. 3

рассмотренного напряженно-деформированного состояния основной стельки.

2. Разработана процедура компьютерного моделирования процесса приспособляемости деталей обуви, ориентированная на применение метода конечного элемента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гохфельд Д. А., Чернявский О. Ф. Несущая способность конструкций при повторных нагрузках. – М.: Машиностроение, 1979.
2. Marriot D. L. Evaluation of Deformation or load control of stresses under inelastic condition using elastic finite element stress analysis // Proc. ASME PVP Conf. – Pittsburgh. Vol.136, 1988.
3. Mackenzie D., Boyle J. An iterative elastic analysis procedure for estimating lower bound limit loads // Proc/ ASME PVP. – New Orleans, 1992.

Рекомендована кафедрой материаловедения.
Поступила 07.06.00.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕТЛЕРАЗЪЕДИНИТЕЛЯ ПИТАЮЩЕЙ ЛЕНТЫ ПНЕВМОПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН

К.Ю. ПАВЛОВ, М.М. АСТАШОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Эффективность применения предложенного петлеразъединителя питающей ленты [1] пневмомеханических прядильных машин подтверждена на практике.

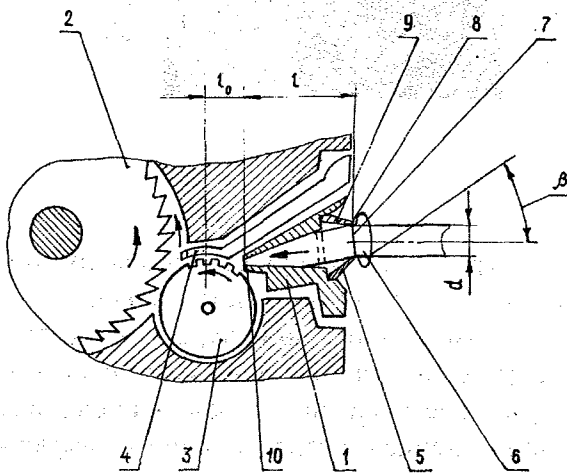


Рис. 1

Данный механизм состоит из двух частей (рис.1): стандартного уплотнителя 1, установленного в узле дискретизирующего барабаника 2 перед зажимом питающего цилиндра 3, и столика 4. На уплотнителе 1 в пункте входа закреплена коническая воронка 5. Питающая лента 6 входит в уплотнитель через отверстие 7 воронки. Петля, образованная на ленте, отделяется от нее ребром 8 и наползает на коническую

поверхность 9, создавая беспрепятственное продвижение ленты в рабочую зону.

На успешную работу петлеразъединителя решающее влияние оказывают основные параметры его конструкции. Приняв без изменения значение разводки l_0 между питающим зажимом и выходной щелью уплотнителя, а также ширину выходной щели, решим поставленную задачу, заключающуюся в изучении влияния на работу уплотнителя таких параметров, как общая длина l уплотнителя; диаметр d входного отверстия конической части уплотнителя, конусность (угол β) входной грани уплотнителя.

Работу уплотнителя оценивали следующими показателями: усилие F протаскивания ленты через уплотнитель; скрытая вытяжка ℓ в ленте; распрямленность η волокон в ленте; коэффициент вариации по отрезкам длины C_1 1 м и C_2 30 мм.

Протаскивание ленты через петлеразъединитель осуществляли на специальной установке с маятниковой транспортирующей парой. При этом усилия в ленте при движении ее через петлеразъединитель измеряли с использованием тензометрии.

Результаты, полученные в ходе эксперимента, изображены на графиках, представленных на рис.2...5.

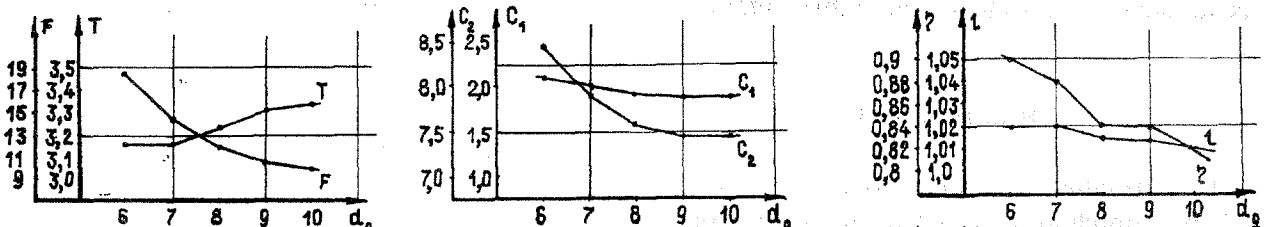


Рис. 2

На рис.2 показаны исследуемые характеристики в зависимости от входного диаметра d в уплотнитель. Из графиков видно, что с уменьшением диаметра усилие F протаскивания возрастает, причем интенсивный рост начинается при значении $d=8$ мм. С уменьшением диаметра несколько снижается линейная плотность ленты. Скрытая вытяжка с уменьшением диаметра растет, причем резкий рост скрытой вытяжки наступает при значении $d=8$ мм.

Аналогичная картина наблюдается в случае C_1 на длинных и C_2 на коротких отрезках. Резкий рост этих показателей заме-

чен при уменьшении диаметра входного отверстия менее 8 мм. Распрямленность волокон η с уменьшением диаметра d несколько возрастает.

Проведенный анализ позволяет заключить, что диаметр входного отверстия менее 8 мм является нецелесообразным, поскольку при таком малом диаметре создаются большие силы торможения, отрицательно сказывающиеся на транспортировании ленты через петлеразъединитель. Таким образом, оптимальный размер d входного отверстия следует принять равным 8 мм.

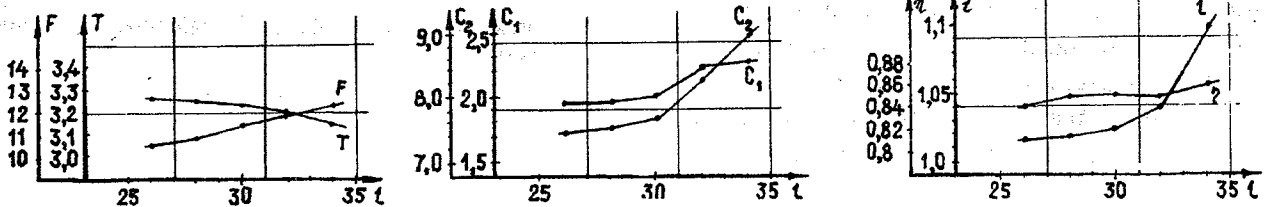


Рис. 3

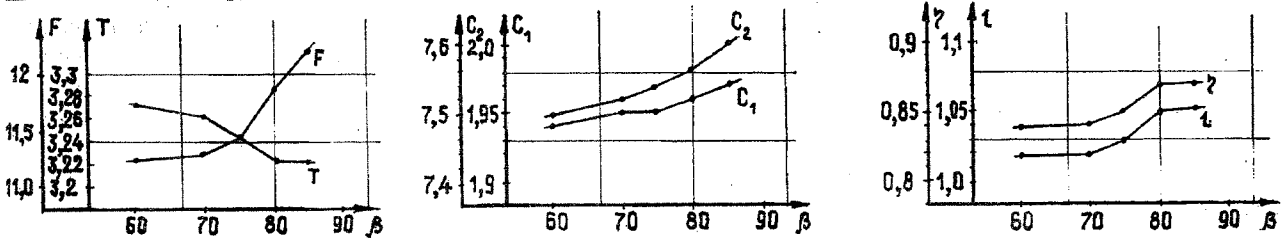


Рис. 4

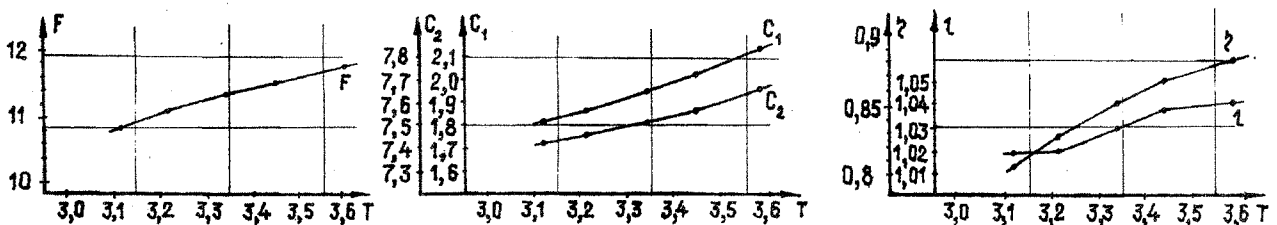


Рис. 5

Из графиков на рис.3 видно влияние длины l уплотнителя на исследуемые показатели: усилие протаскивания, скрытая вытяжка, распрямленность волокон; C_1 и C_2 несколько возрастают с увеличением длины. Интенсивность роста изменения

линейной плотности и скрытой вытяжки увеличивается при длине уплотнителя, равной 30 мм. Следовательно, оптимальной длиной уплотнителя следует считать длину в 30 мм.

На рис. 4 показано влияние угла β конусности рабочей поверхности петлеразъединителя. Из графиков следует, что интенсивность роста всех показателей резко возрастает при угле β , равном $70...75^\circ$. Видимо, это следует объяснить тем, что такой угол соответствует углу трения рабочей конической поверхности и дальнейшее его повышение не обеспечивает разъединения петли. Вследствие этого будем считать, что β должен быть не более $70...75^\circ$.

Наконец, результаты, представленные на рис.5, дают зависимость исследуемых показателей от линейной плотности ленты. Анализ этих зависимостей показывает, что в исследуемом диапазоне линейных плотностей ленты последняя оказывает незначительное влияние на изучаемые параметры. Следовательно, оптимальные значения параметров, выбранные для петлеразъединителя, можно считать применимыми для

диапазона значений линейных плотностей ленты, которые используются в промышленности.

ВЫВОДЫ

Экспериментально установлены оптимальные значения параметров петлеразъединителя питающей ленты на пневмопрядильных машинах.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 1283264 СССР. Устройство для питания текстильной машины волокнистой лентой / В.П. Иванов, А.М. Иванов, Ю.В. Павлов, Е.Г. Круглов, М.М. Асташов. – Оpubл. 1987. Бюл. №2.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 27.03.00.

Список статей, опубликованных
в 1...6 номерах журнала за 2000 год

Романов В.Е. Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна №2

Экономика и организация производства

Чулкова Л.В., Бусько Т.М. Учет возможности перевыполнения нормы выработки рабочих при формировании исходных данных для оптимизации производственной программы предприятия. №3

Бусько Т.М. Учет возможности совмещения профессий рабочих при формировании исходных данных для оптимизации производственной программы предприятия. №4

Даваасурэн Б., Оюунцэцэг Л. Некоторые результаты исследования и анализа производительности в легкой промышленности Монголии. №5

Иващенко Н.С., Кочарьянц Э.О. Маркетинговый аудит на предприятиях текстильной промышленности. №5

Павлов С.В., Буторина Н.В., Гусев Б.Н. Построение комплексного показателя эффективности технологического процесса. №6

Текстильное материаловедение

Романова А.А., Рымкевич П.П., Сталевич А.М. Кинетическое описание релаксации механического напряжения в синтетических нитях №1

Фурычева М.С. Вывод двухпараметрических ядер наследственности для описания деформационных свойств текстильных материалов. №1

Гусева Н.Н., Давыдов А.Ф. Определение номенклатуры и исследование значений показателей качества трикотажной пряжи. №1

Кашацын И.В., Скворцов С.Н., Ушакова К.Н. Определение показателей скрученности оксалонных швейных ниток №1

Гусев Б.Н. Новые направления систематизации свойств текстильных материалов и изделий №2

Макаров А.Г. Контроль параметров нелинейно-наследственных ядер релаксации и запаздывания синтетических нитей №2

Жуков В.И. Исследование вязкости волокнистого материала в массе при деформации сжатия. №2

Гашененкова В.Н., Косарева Л.П., Белкина С.Б., Гриднева Т.М. Исследование изменения свойств декоративной ткани при воздействии на нее стирок. №2

Матрохин А.Ю., Коробов Н.А., Гусев Б.Н. Нахождение передаточной функции для различных распределений длины волокон. №3

Сталевич А.М., Макаров А.Г. Определение спектра наследственно-вязкоупругой релаксации синтетических нитей. №3

Шляхтенко П.Г. Исследование Фраунгоферовой дифракции монохроматического света на крученой нити. №3

Палочкин С.В. Определение взаимосвязи параметров штопорности льняной ровницы с условиями ее формирования. №3

Калинин Е.Н., Герасимов М.Н., Налетов В.В. Экспериментальное определение обратимой деформации ткани. №3

Родионов В.А., Сидак В.В., Артемьева А.Б., Паленова И.В. Определение оптимальных значений параметров при получении полиэфирных швейных ниток. №3

Палочкин С.В. Исследование свойств льняной пряжи мокрого прядения, полученной из бескруточной льняной ровницы. №4

Наумова Н.В., Усенко В.А. Оптимизация технологических параметров выработки полиэфирных швейных ниток на тростильно-крутильных машинах. №4

<i>Сталевич А.М., Подрезова Т.А.</i> Прогнозирование процесса релаксации напряжения в условиях переменной температуры.	№4
<i>Неклюдова С.А., Перепелкин К.Е., Смирнова Н.А.</i> Анизотропия сминаемости льняных и льно-полиэфирных тканей.	№4
<i>Ефимова О.Г., Виноградова Н.В., Виноградова С.А., Гусев Б.Н.</i> Анализ нормативных документов на систему показателей качества текстильных материалов и изделий.	№4
<i>Радченко О.В., Веселов В.В.</i> Исследование структурных и качественных показателей трикотажной пряжи.	№5
<i>Маланьина О.Б., Петрова Л.Н., Труевцев Н.Н.</i> Выбор оптимального волокнистого состава смешанной льносодержащей пряжи для производства трикотажа по результатам механических испытаний.	№5
<i>Сталевич А.М.</i> Каноническое уравнение нелинейно-наследственной вязкоупругости нитей и других синтетических материалов.	№5
<i>Шляхтенко П.Г.</i> Исследование Фраунгоферовой дифракции на движущейся крученой нити из четного числа стренг.	№6
<i>Лычников Д.С., Зеленев Ю.В., Сапожникова А.И.</i> Изменения свойств шерстяных волокон при механическом и тепловом воздействиях.	№6

Первичная обработка. Сырье

<i>Латшин А.Б., Пашин Е.Л., Верижникова Н.М., Асафов П.А.</i> Влияние параметров слоя и валковой мьяльной пары на пригодность стеблей льна к трепанию.	№1
<i>Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Казарина А.В., Исмаилов А.А.</i> Взаимодействие прядки волокна с колосником в пыльных волоконноочистителях.	№1
<i>Бурнашев Р.З., Таджисбаев А.Т., Тиллаев М.Т., Таджисбаева Ф.А.</i> Условия съема волокна с зубьев пыльного цилиндра.	№1
<i>Ахмедходжаев Х.Т.</i> К расчету движения семян по сетчатой поверхности с отверстиями, соизмеримыми с их размерами.	№2
<i>Мурадов Р.</i> Изучение влияния сепаратора на качественные показатели хлопка-сырца.	№2
<i>Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.</i> Об одной проблеме выделения крупных сорных примесей из волокнистого материала.	№3
<i>Янушевский Д.А., Суханов Р.Ю., Белушкова М.Ю.</i> Обоснование ширины планки била многобильного барабана льнотрепальной машины двустороннего действия.	№3
<i>Новиков Э.В.</i> Исследование процесса трепания льна в малогабаритной установке.	№4
<i>Латшин А.Б., Пашин Е.Л.</i> Приращение угла обхвата рабочей кромки слоем сырца за счет вылета бильной планки.	№4
<i>Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.</i> Об одной проблеме выделения сорных примесей из волокна при его разрежении.	№4
<i>Новиков Э.В., Смирнов Б.И.</i> Обоснование технологических параметров нового процесса трепания льна.	№5
<i>Латшин А.Б., Пашин Е.Л.</i> Интегральный показатель эффектов захлестывания прядей льняного сырца в процессе трепания.	№5
<i>Мурадов Р.</i> Сохранение качественных показателей хлопка-сырца в процессе пневмотранспортирования.	№6

Прядение

<i>Ашнин Н.М., Мартынова О.В., Чайкин В.А.</i> К теории нитей с винтовой симметрией.	№1
<i>Щербаков В.П., Фролова И.В.</i> Расчет прочности и проектирование пряжи с регенерированными волокнами.	№1
<i>Чистобородов И.Г., Никифорова Е.Н., Максимовская Т.Ю.</i> Теоретическое определение крутки нити на поверхности пряжевыводной воронки.	№1
<i>Бадалов К.И.</i> Оценка интенсивности чесания в зоне барабан – шляпки.	№1
<i>Родионов В.А., Толмачёв А.В.</i> Рациональная технология получения швейных ниток из полипропиленовых волокон.	№1
<i>Белов Е.Б., Ломов С.В., Труевцев Н.Н., Харвуд Р.Г.</i> Математическое моделирование процесса формирования петливой пряжи.	№2
<i>Ашнин Н.М., Мартынова О.В., Чайкин В.А.</i> К теории нитей с винтовой симметрией.	№2

<i>Севостьянов А.Г., Вавилкин С.Ю.</i> Взаимосвязь между свойствами хлопколавсановой пряжи и долей компонентов в смеси	№2
<i>Хосровян Г.А., Лебедев В.С., Любимов А.И., Пузанова Н.В., Красик Я.М.</i> Математическое моделирование процесса обеспыливания полуфабриката в капсулирующем формирующем устройстве . . .	№2
<i>Грачев А.В., Бадапов К.И.</i> Многовариантная оптимизация работы технологического оборудования на примере гребнечесальной машины.	№3
<i>Добринская Т.А., Севостьянов П.А.</i> Сравнение эффективности смешивания смешивающими и дозирующими устройствами.	№3
<i>Простокишин А.Л., Ступников А.Н., Федоров Ю.Б.</i> Фасонная пряжа с переменной круткой: применение, получение и основные свойства.	№3
<i>Асташов М.М., Павлов К.Ю.</i> Определение угла наклона конуса петлеразъединителя.	№3
<i>Белов Е.Б., Ломов С.В., Труевцев Н.Н., Бредшау М.С., Харвуд Р.Г.</i> Оценка применимости теоретических критериев образования сукрутин.	№4
<i>Кахраманов Ф.Р., Фролова И.В., Крайнова А.Е.</i> Условия формирования полуфабрикатов прядения с использованием конфузорных уплотнителей	№4
<i>Капитанов А.Ф., Матвеева И.В.</i> Силы, действующие на волокна в системах игл гребня питания и прямого гребня на гребнечесальной машине	№4
<i>Анисимов А.П., Шапошников А.Б.</i> Влияние положения уплотнителя на распрямленность волокон в ленте.	№4
<i>Сухов В.А., Павлов К.Ю., Красик Я.М., Хосровян А.Г.</i> Математическое моделирование процесса бункерного питания.	№4
<i>Простокишин А.Л.</i> Расчет параметров двухкомпонентной фасонной пряжи переменной крутки для оформления трикотажных полотен и изделий	№5
<i>Кахраманов Ф.Р., Фролова И.В., Чистобородова Н.Г.</i> Технологически оптимальный профиль рабочей поверхности воронки для формирования волокнистой ленты	№5
<i>Гончаров В.Г., Ковалев В.В.</i> Оптимизация крутки на пневмомеханической прядильной машине БД-200 RN и на машине двойного кручения «Янтра»	№5
<i>Павлов К.Ю.</i> Расчет показателя вероятности обрыва	№5
<i>Кахраманов Ф.Р., Фролова И.В., Чистобородова Н.Г.</i> Поджатие волоконвоздушной смеси при формировании полуфабриката прядения.	№6
<i>Вавилкин С.Ю., Севостьянов А.Г.</i> Взаимосвязь между свойствами ткани, выработанной из хлопколавсановой пряжи, в утке и долей компонентов в смеси.	№6
<i>Копёнкин Г.Э., Проталинский С.Е.</i> Анализ треугольника кручения.	№6
<i>Нифтулина Н.В., Павлюченко Е.В., Капитанов А.Ф.</i> Исследование конфигураций волокон в клочках шерсти.	№6
<i>Гасанханова Х.А., Ушакова К.Н.</i> Исследование влияния технологических параметров процесса пневмотекстурирования на показатели свойств текстурированных стеклянных нитей.	№6

Ткачество

<i>Шапошникова И.В., Лустгартен Н.В.</i> Исследование процесса прокладывания утка на станке АТПР с использованием имитационной статистической модели прогнозирования числа недолетов . .	№1
<i>Маховер В.Л., Микаелян В.Б.</i> Влияние распределения обрывности нитей по длине шпуляричника и других факторов на производительность ленточной сновальной машины	№1
<i>Степанов С.Г., Евлевская А.Б., Степанов Г.В.</i> Равновесие нити в тканях саржевого переплетения	№1
<i>Углов А.В., Оников Э.А.</i> Исследование натяжения утка на станке АТПР	№1
<i>Николаев С.Д.</i> Использование бинарной причинно-следственной теории информации для исследования технологических процессов в ткачестве.	№2
<i>Карева Т.Ю., Плюханова Т.Ю.</i> Деформация нитей основы при формировании ткани перевивочного переплетения.	№2
<i>Каргина С.И., Фурьчева М.С., Садовская О.Б., Ступников А.Н.</i> Выравнивание натяжения основных нитей при выработке многослойных тканых лент технического назначения	№2
<i>Брут-Бруляко А.Б., Сулова Н.Н., Барунова Т.Ю., Старинец Е.Ю.</i> Технологическая оценка работы двухзонного натяжного прибора.	№2
<i>Шапошникова И.В., Лустгартен Н.В.</i> Исследование процесса прокладывания утка на станке АТПР с использованием имитационной статистической модели прогнозирования числа недолетов . .	№2
<i>Кулида Н.А.</i> Влияние мерильного валика партионной сновальной машины на натяжение нитей. . .	№3

<i>Якубицкая И.А.</i> Определение закона приращения свободного участка нити на плоскость поперечного сечения паковки при безынерционном способе раскладки нити.	№3
<i>Николаев С.Д., Юхин С.С., Авилочкина Н.А.</i> Анализ причинно-следственных связей между технологическими параметрами, структурой паковки и свойствами нитей при шлихтовании.	№3
<i>Карева Т.Ю., Плеханова Т.Ю.</i> Влияние натяжения нитей основы на формирование ткани перевивочного переплетения.	№3
<i>Николаев С.Д., Юхин С.С., Авилочкина Н.А.</i> Анализ причинно-следственных связей между технологическими параметрами ткачества на основе бинарной причинно-следственной теории информации.	№4
<i>Якубицкая И.А.</i> Прогнозирование условий перематывания нити при безынерционном способе ее раскладки.	№4
<i>Брут-Бруляко А.Б., Ступников А.Н., Старинец Е.Ю., Тульская Л.А.</i> Влияние диаметра бобины на натяжение нитей при сновании.	№4
<i>Степанов С.Г., Салихова А.Х., Степанов Г.В.</i> Равновесие нити в ткани.	№4
<i>Николаев С.Д.</i> Использование бинарной причинно-следственной теории информации для определения наиболее опасного периода тканеформирования.	№5
<i>Плаксин Е.Б., Тягунов В.А., Ступников А.Н.</i> Установка для исследования смещения опушки ткани на ткацком станке.	№5
<i>Назаров Д.И., Козлов В.А., Виноградов Б.Н., Панин И.Н.</i> Определение пористости намоток в трубчатых текстильных фильтрах.	№5
<i>Степанов С.Г., Салихова А.Х., Степанов Г.В.</i> Уработка нитей в сатинах.	№5
<i>Николаев С.Д., Юхин С.С., Авилочкина Н.А.</i> Установление причинно-следственных связей между свойствами нитей и их обрывностью на ткацком станке на основе бинарной причинно-следственной теории информации.	№6
<i>Юхин С.С.</i> Разработка метода проектирования конструкционного материала для защиты человека от воздействия вибрации.	№6

Отделка

<i>Леорова Н.А., Мельников Б.Н., Смирнова О.К.</i> Новые отделочные композиции для малосминаемой отделки льносодержащих тканей.	№1
<i>Быкова Л.Н., Новиков А.В., Бешевли С.В.</i> Определение содержания хлорида аммония в ваннах для несминаемой отделки тканей.	№1
<i>Леорова Н.А., Мельников Б.Н., Шкробышева В.И., Никифорова Т.Ю.</i> Разработка технологии применения форленов для малосминаемой отделки льносодержащих материалов.	№2
<i>Сафонов В.В., Сидоров О.В., Венчугова О.Н.</i> Методика оценки изменения крашиваемости и структуры капронового волокна при крашении с окислительно-восстановительными добавками.	№2
<i>Волков В.А., Данюшин Г.В., Шатохина Л.Г.</i> Комплексообразование в растворах катионноактивного полимера и ПАВ и его влияние на очистку сточной воды отделочного производства текстильного предприятия.	№2
<i>Шибашова С.Ю., Надтока И.Б., Чешкова А.В.</i> Беление биокотонина льна для получения материалов медицинского назначения.	№3
<i>Журавлева С.М., Петухова Л.Ю., Садова С.Ф.</i> Исследование влияния процессов подготовки шерсти на сорбцию кислотного красителя.	№3
<i>Волков В.А., Данюшин Г.В., Толкачева Н.В.</i> Использование очищенной сточной воды для облагораживания хлопчатобумажной ткани и крашения.	№3
<i>Кольцова Ю.А., Журавлева Н.В., Измайлов Б.А., Булушева Н.Е.</i> Исследование гидрофобизирующих свойств олиго(алкокси)-силоксанов.	№4
<i>Панов В.П., Панов Л.В.</i> Исследование влияния технологических факторов на обесцвечивание растворов кислотного коричневого красителя фотохимическим методом.	№4
<i>Комарова Н.Р., Мельников Б.Н., Леднева И.А., Смирнова С.В.</i> Изучение влияния ТВВ на состояние в растворе кислотных и металлосодержащих красителей и крашение ими шерстяного волокна.	№4
<i>Павлов Н.Н., Павлова В.В., Родионова Э.А., Коробко Л.В.</i> Исследование возможностей способа щелочной очистки сточных вод отделочных предприятий от ионов хрома (Ш).	№5
<i>Панкова М.В., Чешкова А.В., Мельников Б.Н.</i> Изучение кинетики процесса ферментативной промывки набивных тканей.	№5
<i>Юданова Т.Н., Скокова И.Ф., Талаленкова О.С., Гальбрайт Л.С.</i> Получение и свойства биферментных полимерных композиций.	№6
<i>Чешкова А.В., Михайлова С.Л., Захарова И.М., Кузнецова Г.А.</i> Новое в технологии подготовки льняной ровницы.	№6

Технология нетканых материалов

<i>Горенек О.А., Сергеев А.П.</i> Анализ влияния вида волокон холста на длину петли прошивной нити в холстопрошивном полотне.	№1
<i>Ларионова М.Д., Фролов В.Д.</i> Технологические условия регенерации волокон из лоскута	№1
<i>Фролова И.В., Андреев А.Ю., Кахраманов Ф.Р.</i> Технологические условия очистки волокнистых смесей цилиндрическими колками.	№2
<i>Семенов В.А.</i> Зависимость прочности иглопробивного материала от плотности прокалывания.	№2
<i>Фролова И.В., Андреев А.Ю., Кахраманов Ф.Р., Максимовская Т.Ю.</i> Очистка волокнистых смесей цилиндрическими колками.	№3
<i>Сергеев А.П.</i> Проектирование нитепрошивных полотен с заданными показателями разрывной нагрузки в продольном направлении.	№3
<i>Сергеев А.П.</i> Проектирование нитепрошивных полотен с заданными прочностными показателями в поперечном направлении.	№4
<i>Котлярова Е.Ф., Конохова С.В., Горчакова В.М.</i> Нетканые полотна для обезвоживания топлива.	№4
<i>Котлярова Е.Ф., Овчинникова С.А., Волков В.А., Горчакова В.М.</i> Влияние технологических параметров термообработки на капиллярно-пористую структуру и свойства нетканых фильтровальных материалов.	№5
<i>Балаев Э.Ф., Полякова Е.В., Ясинский Ф.Н.</i> О выравнивании воздушного потока по поверхности конденсора с помощью системы телескопических вставок.	№5
<i>Семенов В.А., Труевцев Н.Н., Алексеева Т.Е.</i> Модель зависимости прочности иглопробивного материала от плотности прокалывания.	№6
<i>Горчакова В.М., Гарцуева О.А., Бахурова Е.Н., Измайлов Б.А.</i> Влияние обработки поверхности волокон полиорган(алкокси)силанами на свойства нетканых материалов.	№6

Трикотажное производство

<i>Гольшиева О.П., Кудрявин Л.А., Андреев А.Ф.</i> Разработка метода автоматизированного проектирования трикотажа комбинированных кулирных переплетений	№1
<i>Строганов Б.Б.</i> Квазимногослойный кулирный трикотаж	№1
<i>Коваль А.А., Нейман В.П.</i> Теоретическое исследование движения иглы по каналу игольного замка, аппроксимированному дугой окружности	№2
<i>Строганов Б.Б.</i> Проектирование основных параметров квазимногослойного трикотажа	№2
<i>Бронз Г.А., Рыбина В.С., Пискунов М.М.</i> Автоматизация этапа технологической подготовки трикотажного производства.	№2
<i>Харламова О.Н., Баранов А.Ю.</i> Создание трехмерного образа петельной структуры кулирного трикотажа.	№3
<i>Колесникова Е.Н., Спорыхина В.И., Смирнова А.В., Муракаева Т.В.</i> Операция прослеживания матриц и ее применение для проектирования процессов петлеобразования.	№3
<i>Крутикова В.Р., Борисова Е.А., Копылова Н.Н.</i> Сравнительный анализ расчета длины нити в петле по моделям геометрического подобия структуры трикотажа.	№4
<i>Бройко А.Н., Харламова О.Н., Баранов А.Ю.</i> Анализ структуры трикотажа и исследование процессов переноса тепла в трикотажной структуре.	№4
<i>Зиновьева В.А., Анохина Ю.Э.</i> Комплексный показатель вязальной способности нитей.	№4
<i>Коваль А.А.</i> Определение радиуса кривизны верхнего направляющего клина, аппроксимированного дугой окружности	№5
<i>Крутикова В.Р., Борисова Е.А., Копылова Н.Н.</i> Сравнительный анализ расчета длины нити в петле по моделям геометрического подобия структуры трикотажа.	№5
<i>Воробьева Е.А., Кудрявин Л.А., Андреев А.Ф.</i> Разработка метода автоматизированного проектирования плоских полотен, получаемых на основовязальных машинах с платинами для выработки ворса.	№6

Швейное производство

<i>Старосвитский О.И., Светлов Ю.В.</i> Создание и результаты испытаний защитного спецкостюма из ткани, дублированной полиэтиленовой пленкой	№1
<i>Сухов Г.С., Цыкунов К.А.</i> О механизме работы дозатора термоадгезионной установки для производства клеевых прокладочных материалов	№2

<i>Колотилова Г.В., Веселов В.В., Герасимова Н.А., Жарова Ю.С.</i> Повышение прочности клеевых соединений при локальной деполимеризации антистатических отделок.	№3
<i>Бахтина Е.Ю., Сурженко Е.Я.</i> Эргономические исследования и совершенствование конструкций специальной одежды для женщин.	№3
<i>Корнилова Н.Л., Колотиллов С.И., Куликов Б.П., Удальцов В.Е.</i> Разработка методики проектирования конструкций ортопедических корсетов для коррекции осанки.	№5

Текстильные машины и аппараты

<i>Кузнецов Г.К.</i> О моделировании взаимодействий рабочих органов и волокнистых материалов.	№1
<i>Усенко В.Т., Дугаев Д.В.</i> О выборе схемы передачи движения катушкам и веретенам в ровничных машинах для хлопка.	№1
<i>Макаров Ю.Ф., Можин Н.А., Зрюкин В.В., Знаиди А.</i> Оптимизация состава смазочных композиций для узлов трения качения текстильного оборудования.	№1
<i>Жданов А.С., Виноградов Б.Н.</i> Исследование крутильных колебаний, возникающих в цепном нитераскладчике.	№1
<i>Проталинский С.Е., Герасимова С.Ф.</i> Влияние параметров работы механизма раскладки бескруточной прядильной машины на удлинение пряжи в зоне ложного кручения.	№2
<i>Жариков В.Е.</i> Регрессионная модель процесса текстурирования нитей.	№2
<i>Иванов Ю.В., Иванов М.Ю.</i> Исследование взаимосвязи отдельных параметров серийного регулятора ленты.	№2
<i>Шмелев В.А., Михайлова Н.В.</i> К вопросу кинематики рычажно-стержневого батанного механизма ткацкого станка.	№2
<i>Калинин Е.Н.</i> Концептуальная модель процесса взаимодействия валкового устройства с текстильным материалом.	№2
<i>Прошков А.Ф., Сорокина И.И.</i> Исследование и проектирование рассеивающего устройства дифференциального типа.	№3
<i>Лушников С.В., Бычков К.С.</i> Оптимизационный синтез шестизвенных рычажных механизмов с приближенным выстоем выходного звена.	№3
<i>Семенов А.Д., Волков В.В.</i> Математическая модель взаимодействия рабочих органов текстильных машин разрыхлительно-трепального агрегата с обрабатываемой средой.	№3
<i>Кочетов О.С.</i> Расчет резиновых виброизоляторов для пневматических ткацких станков.	№3
<i>Иванов Ю.В., Иванов М.Ю.</i> Определение высоты сжатой ленты, движущейся между пазовыми роликами регулятора.	№3
<i>Жариков В.Е.</i> Взаимодействие нитей с текстурирующим устройством.	№4
<i>Краснов А.А.</i> Качественное исследование движения ролика при взаимодействии с гибкой шероховатой нитью, движущейся с переменной скоростью.	№4
<i>Шмелев В.А., Михайлова Н.В.</i> Аналитическая кинематика рычажно-стержневого батанного механизма. Задача о расположении векторов скоростей и ускорений.	№4
<i>Ярлыкова Н.А., Иванов С.М., Зарубин В.М.</i> Анализ взаимодействия верхней тарелки лентоукладчика с укладываемой лентой.	№4
<i>Белов С.В., Фомин Ю.Г.</i> Анализ влияния технологических факторов на удельное давление в жале валкового модуля.	№4
<i>Филимонова А.В.</i> Теоретическое определение плотности укладки волокнистой ленты в тазы текстильных машин.	№5
<i>Баталин В.Ю., Волков В.В., Семенов А.Д.</i> Оптимизация режимов работы кипного питателя с верхним отбором волокна.	№5
<i>Соркин А.П.</i> К вопросу влияния силы прижима лопатки лапки рогульки к намотке на величину намоточного натяжения ровницы.	№5
<i>Кочетов О.С., Сажин Б.С.</i> Расчет системы виброизоляции для ткацких станков.	№5
<i>Кочетов О.С.</i> Методика расчета тарельчатых виброизоляторов для ткацких станков.	№6
<i>Селиверстов В.Ю., Тягунов В.А., Борисова М.В.</i> Модернизация станка АТПР с целью расширения ассортиментных возможностей.	№6
<i>Павлов Ю.В., Бонокин В.В., Смирнова И.В., Степанов В.В., Степанова Л.В.</i> Исследование работы чесальной машины Ч-С с модернизированным приемным барабаном.	№6
<i>Суров В.А., Баталин И.С.</i> Продольные колебания гибкой ленты механизма привода рапир.	№6

Автоматизация технологических процессов

<i>Рывкин С.Е.</i> Нереверсивный электропривод постоянного тока на основе скользящих режимов для красильно-отделочного оборудования	№1
<i>Поляков К.А., Поляков А.Е.</i> Исследование динамики вспомогательного электропривода регуличатой ровничной машины	№1
<i>Глазунов А.В.</i> Анализ влияния трения в цапфах роликов на натяжение ткани в зоне обработки.	№2
<i>Козлов А.Б., Касмынин А.И., Милендьев Д.С.</i> Особенности проектирования инфракрасных оптоэлектронных преобразователей плотности волокнистой массы.	№2
<i>Петров А.В., Расторгуев А.К.</i> Исследование динамики механизма пропуска шва ткани.	№3
<i>Соловьев В.А.</i> Электромеханический регулятор натяжения основы с двухканальной системой управления двигателем постоянного тока.	№4
<i>Соловьева В.В.</i> Индивидуальный электропривод мотальной головки	№5
<i>Курнышев Б.С., Данилов С.П.</i> Идентификатор асинхронного двигателя в электроприводе для текстильной промышленности.	№6

Экология и промтеплоэнергетика

<i>Сажин Б.С., Кочетов О.С., Пирогова Н.В., Петухова И.В.</i> Расчет динамических характеристик подвески сиденья для текстильных машин	№1
<i>Козлов В.В., Проникина Т.В., Герасимов М.Н.</i> О влиянии физико-химических параметров мембранного разделения на селективные свойства трубчатых ультрафильтров.	№1
<i>Реутский В.А., Щеголев А.А.</i> Инженерный метод расчета процесса промывки хлопчатобумажных тканей в башенных промывных машинах	№1
<i>Сажин Б.С., Кочетов О.С., Булаев В.А., Пирогова Н.В., Маркова Ю.А.</i> Исследование эффективности звукоизоляции ограждающих конструкций чулочно-носочных автоматов.	№2
<i>Давидзон М.И.</i> Определение кинетического коэффициента массопереноса – постоянной равновесия при промывке текстильных материалов	№2
<i>Надмид Г.</i> К вопросу разработки мягкой технологии при отделке трикотажных изделий из пуховых волокон	№2
<i>Корнюхин И.П., Жмакин Л.И., Козырева Л.И.</i> Оценка распределения присосов воздуха по длине сушильной камеры.	№3
<i>Кудратов А., Бурнашев Р.З., Таджибаев А., Жуманиязов К.</i> Расчетные параметры пылевых выбросов при разборке бунта хлопка-сырца.	№3
<i>Сажин Б.С., Кочетов О.С., Павлов Д.А., Самсонов А.А.</i> Расчет на ПЭВМ акустических параметров вентиляционных систем предприятий текстильной промышленности.	№4
<i>Мезина Е.Е., Герасимов М.Н., Козырин А.П., Логинов С.В.</i> Экспериментальное и аналитическое определение коэффициентов переноса влаги в текстильном материале при капиллярном впитывании	№5
<i>Сажин Б.С., Кочетов О.С., Зубов П.О.</i> Методика расчета снижения шума звукопоглощением в условиях текстильного производства.	№6
<i>Корнюхин И.П., Жмакин Л.И., Козырева Л.И.</i> Уравнения сорбционного равновесия текстильных материалов в широком диапазоне изменения температуры и влажности воздуха.	№6

Информационные технологии

<i>Калинин Е.Н.</i> Описание валкового устройства как информационно-энергетической системы с использованием принципов системного подхода.	№1
<i>Сидоров С.Г., Ясинский Ф.Н.</i> О повышении эффективности нейросетей в системах моделирования и управления технологическими процессами	№1
<i>Гусева Г.Н., Потапов Е.Д., Четверушкин Б.Н.</i> Применение неявной кинетически согласованной разностной схемы к решению задачи о заполнении объема материалом в процессах пневмотранспорта текстильного сырья	№2
<i>Подъячев А.В., Мартышенко В.А.</i> Подсистема автоматизированного проектирования валковых машин текстильного отделочного оборудования.	№4
<i>Сидоров С.Г., Жуков В.П., Ясинский Ф.Н.</i> Использование нейронных систем для оценки состояния металла рабочих органов текстильных машин	№5
<i>Садыкова Д.М.</i> О фундаментальности высшего технического образования: компьютеризация обучения	№5
<i>Калинин Е.Н.</i> Представление динамической системы валковое устройство – текстильный материал в форме механической цепи	№5

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Васильев В.В., Прияткин Г.М., Ополовников В.Р., Кольчугин А.В., Зимин Д.И.</i> Оптимизация процесса электрохимической нейтрализации высококонцентрированных отходов хромирования	№1
<i>Титова У.Ю., Белов Ю.В.</i> Исследование процесса вытягивания льняной ровницы на графических моделях.	№1
<i>Павлов К.Ю., Павлов Ю.В.</i> Показатель вероятности обрыва нити	№1
<i>Стельмашенко В.И., Тюменев Ю.Я., Перепелкин К.Е., Гусев Б.Н.</i> Международная научно-практическая конференция по проблемам материаловедения	№1
<i>Перепелкин К.Е., Куличенко А.В.</i> Об учебнике "Химизация технологических процессов швейных предприятий"	№1
Памяти ректора	№1
Евгений Никитич Бершев.	№1
<i>Кузнецов Г.К.</i> О силах реальных и фиктивных по А.П.Мальцеву.	№2
Петелин Д.П., Румянцев Ю.Д., Макаров А.А. Современные направления автоматизации процессов текстильной промышленности	№2
<i>Дьячков В.А., Латшин А.Б.</i> Определение углов охвата при взаимодействии пряди с несколькими билами трепальных барабанов.	№2
<i>Латшин В.В., Боровикова Л.Ю.</i> Особенности проведения экспериментальных исследований по влиянию массы ламелей на натяжение основных нитей при работе ткацкого станка.	№2
<i>Гиричев Е.Г., Захаров А.В., Гиричев Г.В., Базанов М.И.</i> Автоматизация физико-химического эксперимента: фотометрические и вольтамперметрические измерения	№2
<i>Павлова И.А.</i> Оптимизация работы вытяжного прибора ВР-3-45 П при выработке центрифугальной пряжи.	№2
Ашнин Николай Михайлович.	№2
<i>Алексеева Т.Е., Труевцев Н.Н.</i> Исследование коэффициента трения волокон.	№3
<i>Белов Ю.В.</i> Оптимизация распределения допусков на размеры деталей рабочих органов текстильных машин.	№3
Петелин Д.П., Макаров А.А. Прогнозирование развития систем управления в XXI веке.	№3
<i>Пантелеев Е.Р., Беллев Р.Ю.</i> Автоматизация проектирования расписания учебных занятий.	№3
Махкамов Руфат Гулямович (к 70-летию со дня рождения).	№3
Черников Александр Николаевич (к 60-летию со дня рождения).	№3
<i>Радченко О.В., Веселов В.В.</i> Совершенствование технологии подготовки пряжи к вязанию.	№4
<i>Борзунов Г.И., Севостьянов П.А., Федотова Е.А.</i> Разработка электронных учебных пособий и их применение в системах дистанционного обучения.	№4
<i>Асташов М.М.</i> Петлеразъединитель питающей ленты пневмопрядильной машины.	№4
<i>Суров В.А., Баталин И.С., Буравлев А.С.</i> О направлениях модернизации металлткацких станков типа СТР.	№4
<i>Бонюкин В.В., Смирнова И.В.</i> Об интенсивности чесания приемного барабана с пальчатыми сегментами.	№5
<i>Лунькова С.В., Егоров К.В., Буторина Н.В., Гусев Б.Н.</i> Совершенствование системы оценки качества хлопкового волокна	№5
<i>Кузнецов Г.К., Титов С.Н.</i> Свойства волокнистого материала и вибрации в механизмах	№5
<i>Алимова Х.А., Бурнашев И.З., Гуламов А.Э., Саидова Р.А.</i> Анализ изменения линейной плотности по длине коконных нитей современных гибридов.	№6
<i>Клебанов Я.М., Александров С.П., Давыдов А.Н., Лукьянова А.Н.</i> Исследование механических свойств деталей обуви.	№6
<i>Павлов К.Ю., Асташов М.М.</i> Экспериментальные исследования параметров петлеразъединителя питающей ленты пневмопрядильных машин.	№6

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

- Павлов С.В., Буторина Н.В., Гусев Б.Н.* Построение комплексного показателя эффективности технологического процесса. 3

Текстильное материаловедение

- Шляхтенко П.Г.* Исследование Фраунгоферовой дифракции на движущейся крученой нити из четного числа стренг. 6
- Лычников Д.С., Зеленов Ю.В., Сапожникова А.И.* Изменения свойств шерстяных волокон при механическом и тепловом воздействиях. 11

Первичная обработка. Сырье

- Мурадов Р.* Сохранение качественных показателей хлопка-сырца в процессе пневмотранспортирования. 15

Прядение

- Кахраманов Ф.Р., И.В. Фролова, Чистобородова Н.Г.* Поджатие волокновоздушной смеси при формировании полуфабриката прядения. 18
- Вавилкин С.Ю., Севостьянов А.Г.* Взаимосвязь между свойствами ткани, выработанной из хлопколавсановой пряжи, в утке и долей компонентов в смеси. 22
- Копёнкин Г.Э., Проталинский С.Е.* Анализ треугольника кручения. 24
- Нифтулина Н.В., Павлюченко Е.В., Капитанов А.Ф.* Исследование конфигураций волокон в клочках шерсти. 27
- Гасанханова Х.А., Ушакова К.Н.* Исследование влияния технологических параметров процесса пневмотекстурирования на показатели свойств текстурированных стеклянных нитей. 30

Ткачество

- Николаев С.Д., Юхин С.С., Авилочкина Н.А.* Установление причинно-следственных связей между свойствами нитей и их обрывностью на ткацком станке на основе бинарной причинно-следственной теории информации. 33
- Юхин С.С.* Разработка метода проектирования конструкционного материала для защиты человека от воздействия вибрации. 37

Отделка

- Юданова Т.Н., Скокова И.Ф., Талаленкова О.С., Гальбрайт Л.С.* Получение и свойства биферментных полимерных композиций. 40
- Чешкова А.В., Михайлова С.Л., Захарова И.М., Кузнецова Г.А.* Новое в технологии подготовки льняной ровницы. 45

Технология нетканых материалов

- Семенов В.А., Труевцев Н.Н., Алексеева Т.Е.* Модель зависимости прочности иглопробивного материала от плотности прокалывания. 50

<i>Горчакова В.М., Гармуева О.А., Бахурова Е.Н., Измайлов Б.А.</i> Влияние обработки поверхности волокон полиорганосилизанами на свойства нетканых материалов.	53
--	----

Трикотажное производство

<i>Воробьева Е.А., Кудрявин Л.А., Андреев А.Ф.</i> Разработка метода автоматизированного проектирования плоских полотен, получаемых на основязальных машинах с платинами для выработки ворса.	58
---	----

Текстильные машины и аппараты

<i>Кочетов О.С.</i> Методика расчета тарельчатых виброизоляторов для ткацких станков.	62
<i>Селиверстов В.Ю., Тягунов В.А., Борисова М.В.</i> Модернизация станка АТПР с целью расширения ассортимента возможностей.	66
<i>Павлов Ю.В., Бонокин В.В., Смирнова И.В., Степанов В.В., Степанова Л.В.</i> Исследование работы чесальной машины Ч-С с модернизированным приемным барабаном.	68
<i>Суров В.А., Баталин И.С.</i> Продольные колебания гибкой ленты механизма привода рапир.	71

Автоматизация технологических процессов

<i>Курнышев Б.С., Данилов С.П.</i> Идентификатор асинхронного двигателя в электроприводе для текстильной промышленности.	75
--	----

Экология и промтеплоэнергетика

<i>Сажин Б.С., Кочетов О.С., Зубов П.О.</i> Методика расчета снижения шума звукопоглощением в условиях текстильного производства.	79
<i>Корнюхин И.П., Жмакин Л.И., Козырева Л.И.</i> Уравнения сорбционного равновесия текстильных материалов в широком диапазоне изменения температуры и влажности воздуха.	84

Информационные технологии

<i>Калинин Е.Н.</i> Топология механической цепи валковое устройство – текстильный материал.	91
---	----

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Алимова Х.А., Бурнашев И.З., Гуламов А.Э., Саидова Р.А.</i> Анализ изменения линейной плотности по длине коконных нитей современных гибридов.	94
<i>Клебанов Я.М., Александров С.П., Давыдов А.Н., Лукьянова А.Н.</i> Исследование механических свойств деталей обуви.	97
<i>Павлов К.Ю., Астахов М.М.</i> Экспериментальные исследования параметров петлеразъединителя питающей ленты пневмопрядильных машин.	100
Список статей, опубликованных в 1...6 номерах журнала за 2000 год	103

CONTENTS

Economics and Production Planning

<i>Pavlov S.V., Butorina N.V., Gusev B.N.</i> Construction of the Complex Index Efficiency of the Technological Process.	3
--	---

Textile Materials

<i>Shlyakhtenko P.G.</i> Investigation of Fraunhofer Diffraction of the Moving Twisted Thread Having Even Number of Strands.	6
<i>Lychnikov D.S., Zelenev Yu.V., Sapozhnikova A.I.</i> Changes of Woollen Fibres Properties under Mechanical and Thermal Influence.	11