

УДК 677.052.94

**НАТЯЖЕНИЕ ВОЛОКОН В ПРОЦЕССЕ ВЫТЯГИВАНИЯ\****В.И. РОНЬЖИН, В.А. АВРЕЛЬКИН, И.Г. ЧИСТОБОРОДОВ, В.Г. ЛАПШИН***(Ивановская государственная текстильная академия)**

Прохождение волокнами поля вытягивания сопровождается натяжением последних. Непостоянное напряжение поля сил трения, распределенное вдоль оси ОХ, неодинаково, следовательно, величина сил, действующих на волокно в сечениях, различная, поэтому и силы натяжения в разных сечениях не равны друг другу [1].

Натяжение волокон в процессе вытягивания зависит от многих факторов. Наибольшее же влияние оказывают такие, как место положения волокна в поле вытягивания; эпюра напряжения поля сил трения продукта.

Для изучения поведения волокон в процессе вытягивания необходимо знать, какое натяжение они испытывают. Целью настоящей работы являлось определение функциональной зависимости натяжения волокна при вытягивании от вышеизложенных факторов.

Исследуем основную зону вытягивания вытяжного прибора прядильной машины П-76-ШГ2. Эпюру напряжения поля сил трения в ремешковом зажиме рассчитаем

по методике [2]. Изменение поля сил трения в зажиме выпускной пары определим, используя данные из [3].

Объектом исследования служила ровница  $T_p = 333$  текс гребенной системы прядения, состоящая из волокон шерсти  $64^k$ , I и II длины.

Величину нормального давления в зажиме ремешковой пары определим следующим образом:

$$\sigma_{N1} = \sigma_N(y) + \sigma_{Np}(x) + \sigma_{Ni}(x), \quad (1)$$

где  $\sigma_N(y)$  – давление верхнего ремешка на нижний;  $\sigma_{Np}(x)$  – давление на мычку от растяжения ремешка в поперечном направлении;  $\sigma_{Ni}(x)$  – давление верхнего ремешка на мычку от его изгиба.

С помощью ЭВМ рассчитаем величину нормального давления в различных зонах ремешкового зажима вытяжного прибора, а результаты представим в табл.1.

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

Программа: "Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники".  
Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Г.И.Чистобородова.

$x_i$ , мм	0	1,3	2,5	3,7	5	10	20
$\sigma_{Ni}$ , сН/см <sup>2</sup>	112,7	104,9	89,3	74,5	67,6	61,8	54,1
$x_i$ , мм	30	40	50	60	70	80	90
$\sigma_{Ni}$ , сН/см <sup>2</sup>	48,9	46,4	41,3	36,9	30,1	28,7	26,4

Зная величину нормального давления в ремешковом зажиме вытяжного прибора, определим изменение напряжения поля сил трения продукта.

Найдем элементарную нормальную силу, действующую на продукт со стороны верхнего ремешка (валика выпускной пары):

$$dF = \sigma_{Ni} dS, \quad (2)$$

где  $dS$  – элементарная площадь продукта в зажиме исследуемой пары:

$$dS = dlb, \quad (3)$$

где  $dl$  – элементарная длина мычки в зажиме исследуемых пар;  $b$  – ширина мычки, равная 4 мм.

$$F = b \int_{x_1}^{x_2} \sigma_{Ni} \sqrt{1 + ((\sqrt{Q^2 - (x - v)^2} + o)')^2} dx, \quad (6)$$

где  $x_1$  и  $x_2$  – пределы интегрирования, равные соответственно 0; 90.

Выражение для определения силы трения между волокнами мычки выглядит:

$$F_{\text{тр}i} = F\mu, \quad (7)$$

где  $\mu$  – средневзвешенный коэффициент трения [5].

Для ремешкового зажима

$$\mu = \frac{n}{n_0} (\mu_p - \mu_{\text{вол}}) + \mu_{\text{вол}}, \quad (8)$$

где  $\mu_p$  – коэффициент трения между волокнами и полихлорвиниловым ремешком, равный 0,89;  $\mu_{\text{вол}}$  – коэффициент трения между волокнами, равный 0,36;  $n_0$  – общее число волокон мычки в зажиме пары (согласно кривой утонения);  $n$  – число воло-

Длина мычки, расположенной в ремешковом зажиме, [4]:

$$dl = \sqrt{1 + (f(x)')^2} dx, \quad (4)$$

где  $f(x)$  – функция, описывающая форму кривой поверхности планки, расположенной под нижним ремешком (в данном случае это окружность):

$$f(x) = \sqrt{Q^2 - (x - v)^2} + o. \quad (5)$$

Здесь  $v$  и  $o$  – координаты центра окружности.

Выражение для определения усилия в ремешковом зажиме имеет вид:

кон, соприкасающихся с валиком (цилиндром, ремешком), в горизонтальном слое:

$$n = \frac{b}{\delta}, \quad (9)$$

где  $\delta$  – диаметр волокна, равный 0,028 мм.

Выражение для определения силы трения в зажиме выпускной пары выглядит так [3]:

$$F_{\text{тр}2} = \frac{P_{\text{уд}} \mu_1}{2c} \left( x - \frac{c}{\pi} \sin \frac{\pi}{c} x \right) + \frac{A}{2c} x, \quad (10)$$

где  $P_{\text{уд}}$  – удельная нагрузка на валик выпускной пары;  $2c$  – ширина площадки контакта между валиком и цилиндром;  $x$  – текущая координата;  $A$  – сила сцепления волокон в зажиме выпускной пары;  $\mu_1$  – приведенный коэффициент трения.

Ширина площадки контакта:

$$2c = 1,4 \sqrt{\frac{2P_{уд} D_1 D_2}{E(D_1 + D_2)}}, \quad (11)$$

где  $D_1, D_2$  – диаметр валика и цилиндра;  $E$  – модуль упругости эластичного материала.

По формуле (11) вычислим ширину площадки контакта  $2c = 4,3$  мм при следующих данных:  $E = 2,6$  кг/мм<sup>2</sup>;  $D_1 = 50$  мм;  $D_2 = 40$  мм.

В процессе вытягивания перемещение волокон, их распрямление и натяжение определяются соотношением двух полей сил трения [6]: 1 – поля сил трения увлечения или поля сил трения, создаваемого органами вытягивания – вытяжной парой и волокнами, движущимися с ее скоростью, и 2 – поля торможения, то есть поля сил трения, создаваемого органами питания и волокнами, движущимися со скоростью питания.

Предполагаем, что процесс вытягивания сопровождается первым видом движения волокон, то есть волокно переходит на скорость выпускной пары с момента, когда его передний конец достиг линии зажима выпускной пары.

При определении напряжения поля сил трения необходимо знать изменение числа медленно и быстро двигающихся волокон. Для этого необходимо построить кривую утонения. Нами для построения кривой утонения использовался табличный метод, разработанный Зотиковым В.Е. [1].

Определим число медленно двигающихся со скоростью питающей пары волокон по формуле

$$n_1 = n_0 \frac{x_1}{l}, \quad (12)$$

где  $n_0$  – число волокон длиной  $l$  в сечении входящего продукта, %;  $l$  – длина исследуемого волокна, мм;  $x_1$  – расстояние от зажима выпускной пары, мм:

$$0 < x_1 < l.$$

Число волокон  $n_2$  длиной  $l$ , двигающихся со скоростью выпускной пары,

вычислим по формуле

$$n_2 = \frac{n_0}{Z} \left( 1 - \frac{x_1}{l} \right), \quad (13)$$

где  $Z$  – вытяжка в исследуемой зоне вытяжного прибора.

Найдем поле торможения движения волокон, то есть напряжённость поля сил трения продукта, создаваемое органами питания (ремешковым зажимом) и волокнами, движущимися со скоростью питания.

Для определения напряжения поля сил трения продукта необходимо продифференцировать выражение (7):

$$q_1 = \frac{1}{n_1} \frac{dF_{тр1}}{d\ell}. \quad (14)$$

Величину напряжения поля сил трения продукта, расположенного между устьем ремешков и выпускной парой, вычислим по методике [5] через коэффициент заполнения сечения мычки (по плотности мычки):

$$q_2 = (hK_3 + \mu\sigma) \cdot 2\delta, \quad (15)$$

где  $K_3$  – коэффициент заполнения сечения мычки;  $\sigma$  – удельное давление волокна на волокно;  $h$  – цепкость волокон.

Поле сил трения увлечения или напряжение поля сил трения, создаваемое органами вытягивания – вытяжной парой и волокнами, движущимися с ее скоростью, определяется по формулам:

а) в зажиме ремешковой пары:

$$q_3 = \frac{1}{n_2} \frac{dF_{тр2}}{d\ell}. \quad (16)$$

б) в зажиме выпускной пары [5]:

$$q_4 = \frac{F_{тр2}}{n_2 c} \cos^2 \frac{\pi}{2c} x. \quad (17)$$

Для определения величины поля сил торможения и увлечения движения волокон продукта в поле вытягивания вос-

пользуемся ЭВМ с прикладной программой MathCAD, а результаты представим в табл. 2 (напряжение поля сил торможения

волокон продукта) и 3 (напряжение поля сил увлечения волокон продукта) и отобразим графически (рис.1).

Таблица 2

$x_i$ , мм	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70
$q_i$ , г/мм	0,36	0,28	0,21	0,169	0,135	0,097	0,063	0,059	0,048	0,041
$x_i$ , мм	80	90	100	107,7	108,7	109,2	110	110,7	111,2	112,3
$q_i$ , г/мм	0,037	0,033	0,018	0,015	0,01	0,003	0	0	0	0

Таблица 3

$x_i$ , мм	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70
$q_i$ , г/мм	0	0,002	0,003	0,005	0,006	0,006	0,007	0,008	0,01	0,012
$x_i$ , мм	80	90	100	107,7	108,7	109,2	110	110,7	111,2	112,3
$q_i$ , г/мм	0,013	0,016	0,019	0,033	0,22	0,553	0,92	0,57	0,23	0,03

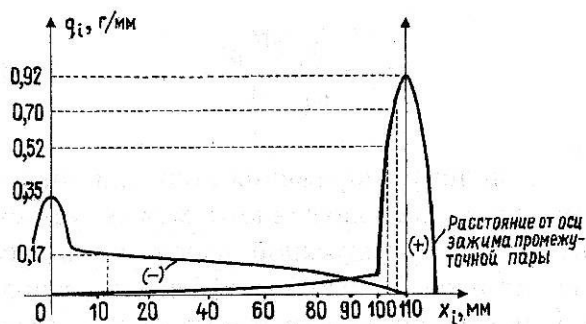


Рис. 1

В результате воздействия различно направленных и переменных по величине сил трения волокна должны четко осуществлять движение в поле вытягивания, распрямляться и переходить на скорость выпускной пары.

На рис.1 построен график изменения напряжения поля сил трения увлечения (+) и поля сил трения торможения (-) в основной зоне вытяжного прибора.

## ВЫВОДЫ

Получена эпюра напряжения поля сил трения продукта в основной зоне вытяги-

вания вытяжного прибора кольцепрядильной машины П-76-ШГ2.

Результаты исследований могут быть использованы при проектировании конструкции вытяжных приборов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зотиков В.Е., Будников И.В. Основы прядения волокнистых материалов. – М.: Гизлегпром, 1959.
2. Капитанов А.Ф. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №2. С.17...21.
3. Стерин В.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1968, №2. С.57.
4. Воднев В.Т. и др. Основные математические формулы. – Мн.: Вышэйшая школа, 1988.
5. Белов М.Ф. Трение хлопковых волокон в зажиме вытяжной пары и исследование задней зоны с изогнутым полем вытяжного прибора прядильной машины: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1964.
6. Комаров В.Г. и др. Прядение лубяных и химических волокон и производство крученых изделий. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 15.10.02.