

УДК 677.31.02.173+677.31.021.18

## НАТЯЖЕНИЕ ВОЛОКОН В СИСТЕМЕ ИГЛ КРУГЛОГО ГРЕБНЯ ГРЕБНЕЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

А. Ф. КАПИТАНОВ

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

В [1] оценена сила натяжения волокна при его взаимодействии с цилиндрическими иглами круглого сечения, расположенными в шахматном порядке при угле чесания в  $90^\circ$  и без учета влияния волокон, находящихся в межигольном пространстве.

Взаимодействие волокна  $J$  с иглами круглого гребня гребнечесальной машины периодического действия характеризуется более сложными условиями: волокно имеет случайную конфигурацию [2], что влияет (при заданном наборе игл на поверхности рабочего органа) на углы (дуги) обхвата игл волокном и силу натяжения; взаимное положение типичного волокна бородки и игл в пространстве обуславливает взаимодействие их по дугам эллиптических сечений игл [3]; круглые иглы не являются цилиндрическими, что ведет к необходимости учета углов геодезического отклонения [4]; пространство между рядами и иглами круглого гребня заполнено волокнами бородки, взаимодействующими с волокном  $J$ .

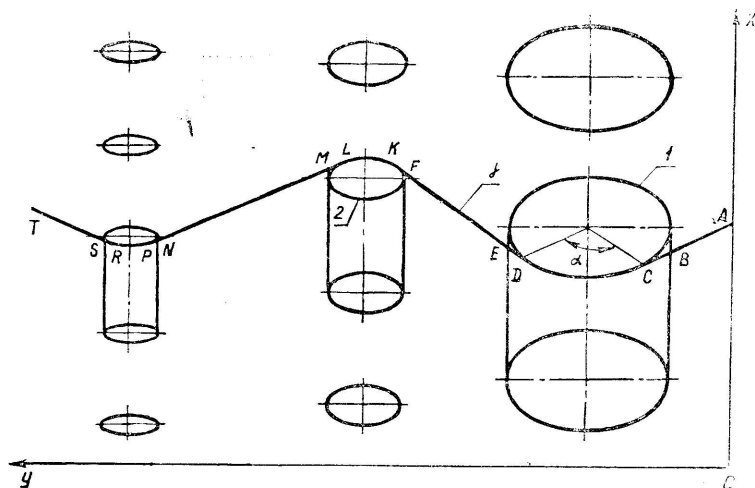


Рис. 1.

На рис. 1 показана схема расположения волокна  $J$  случайной конфигурации, огибающего эллиптические сечения игл, причем точка  $A$  соответствует переднему кончику бородки, а точка  $T$  — зажиму губок тисков.

По признаку различия в формировании силового поля вдоль волокна можно выделить по четыре участка, располагающихся вблизи каждой иглы (табл. 1): I — расположен в межрядном пространстве

системы игл; II, III — расположены в межигольном пространстве и соответственно не контактирует (II) и контактирует (III) с иглами; IV — расположен между иглой 3 и зажимом тисков.

На основании характеристик участков волокна  $J$  заключаем, что участок I взаимодействует с волокнами бородки, которая в поперечном направлении не сжата иглами; участок II взаимодействует с волокнами бородки, сжатой в межигольном пространстве; участок III огибает иглу и волокна бородки прижимают его к игле, увеличивая трение волокна  $J$  об иглу и его натяжение; одновременно волокно  $J$  контактирует с соседними волокнами бородки в межигольном пространстве, что уменьшает натяжение волокна; участок IV аналогичен I.

В соответствии с классификацией участков силового поля определим на каждом из них силы натяжения.

Сила начального натяжения волокна у первой иглы (в точке  $C$ )

$$T_{01} = S_{AB} + S_{BC}, \quad (1)$$

где силы  $S_{AB}$  и  $S_{BC}$  — силы трения волокна  $J$  на участках  $AB$  и  $BC$  о соседние волокна бородки, определяемые по формуле Б. Линкольна [5];

$$S_{AB, BC} = \sum_0^i \Delta m_K(y) a [\sigma_N(y) / m_K(y)]^n; \quad (2)$$

$i$  — число участков длиной  $\Delta$ , на которые разбиваются участки  $AB$  и  $BC$ ;

$m_K(y)$  — число контактов с соседними волокнами на единицу длины волокна;

$\sigma_N(y)$  — напряжение внутреннего давления между волокнами бородки;

$a, n$  — эмпирические коэффициенты.

По аналогичной формуле определяется сила трения участков  $CD$  и  $DE$  волокна  $J$  о волокна в межигольном пространстве:  $S_{CD}$  и  $S_{DE}$ .

Для определения силы трения об иглу участка  $CD$  волокна разобьем угол обхвата  $\alpha$  на одинаковые углы  $\delta_i$ , каждому из которых будет соответствовать дуга обхвата  $l_i$  и радиус кривизны  $\rho_i$ . В пределах дуги  $CD$  на волокно действует сила трения вследствие давления  $\sigma_N(y)$  на этот участок волокна соседних волокон, равная  $\mu \sigma_N(y) l_i$  ( $\mu$  — коэффициент трения волокна по игле).

Сила натяжения волокна на конце дуги  $l_1$  [4, 6]:

$$T_1 = T_{01} \exp(\delta M \cos \Theta) + [(B/2(\rho_1 - d/2)^2) - mv^2] \times \\ \times [\exp(\delta M \cos \Theta) - 1] + \mu \sigma_N(y) l_1, \quad (3)$$

где  $\Theta$  — угол геодезического отклонения;

$$M = \sqrt{\mu^2 - \text{tg}^2 \Theta};$$

$B$  — изгибная жесткость волокна;

$\rho_1$  — радиус кривизны участка  $l_1$ ;

$d$  — диаметр волокна;

$m$  — масса единицы длины волокна;

$v$  — скорость круглого гребня.

Аналогично для последующих  $l_i$  участков дуги  $CD$  имеем силу натяжения в точке  $D$ :

$$\begin{aligned}
F_1 = & T_{01} \exp(\alpha M \cos \Theta) + [\exp(\delta M \cos \Theta) - 1] \times \\
& \times \sum_{i'=1}^{n'} \left[ \frac{B}{2(\rho_{i'} + d/2)^2} - m v^2 \right] \exp[(n' - i')(\delta M \cos \Theta)] + \\
& + \mu \sum_{i'=1}^{n'} \delta_N(y) \ln_{i'} \exp[(n' - i')\delta M \cos \Theta], \quad (4)
\end{aligned}$$

где  $n'$  — число участков, на которые разбивается дуга  $CD$ ,  $i'$  — номер участка.

Тогда натяжение в точке  $E$

$$P_E = F_1 - S_{CD} - S_{DE}. \quad (5)$$

Подобным образом определяется натяжение на остальных участках волокна  $J$ . Для использования полученных зависимостей в практических целях определим координаты границ участков волокна, которые, например, для участка  $DK$ , найдем из системы четырех уравнений:

уравнения эллипса 1 (рис. 1)

$$x_1 = -(a_1/b_1) \sqrt{b_1^2 - (y_1 - y_{01})^2} + x_{01}; \quad (6)$$

уравнения эллипса 2 (рис. 1)

$$x_2 = (a_2/b_2) \sqrt{b_2^2 - (y_2 - y_{02})^2} + x_{02}; \quad (7)$$

уравнения, основанного на равенстве производных уравнений эллипсов в точках  $D$  и  $K$ ,

$$\begin{aligned}
& (a_2/b_2) (y_{02} - y_2) / \sqrt{b_2^2 - (y_2 - y_{02})^2} = \\
& = (a_1/b_1) (y_{01} - y_1) / \sqrt{b_1^2 - (y_1 - y_{01})^2}; \quad (8)
\end{aligned}$$

уравнения, основанного на равенстве тангенса угла наклона прямой производной уравнения эллипса в точке касания,

$$(x_1 - x_2) / (y_1 - y_2) = (a_1/b_1) (y_{01} - y_1) / \sqrt{b_1^2 - (y_1 - y_{01})^2}, \quad (9)$$

где  $x_1, x_2, y_1, y_2$  — искомые координаты точек  $D$  и  $K$ ;

$a_1, b_1, a_2, b_2$  — величины полуосей эллиптических сечений игл;

$x_{01}, x_{02}, y_{01}, y_{02}$  — координаты центров эллиптических сечений.

Далее определим координаты точек  $E$  и  $F$ . Угловой коэффициент прямой  $DK$

$$A = (x_2 - x_1) / (y_2 - y_1) \quad (10)$$

и свободный член

$$B = -y_1(x_2 - x_1) / (y_2 - y_1) + x_1. \quad (11)$$

$y$ -координаты точек  $E$  и  $F$  устанавливаются из условий

$$y_E = y_{01} + b_1 \text{ и } y_F = y_{02} - b_2, \quad (12)$$

а  $x$ -координаты из условий

$$x_E = Ay_E + B \text{ и } x_F = Ay_F + B. \quad (13)$$

Таблица 1

№ участка	Условные номера игл		
	1	2	3
I	AB	EF	MN
II	BC, DE	FK, LM	NP, RS
III	CD	KL	PR
IV			ST

Таблица 2

Участок волокна	1-я (ближайшая к концу бородки)	
	Натяжение, сН	
Игла 1		
AB	0,003...0,045	
BC	0,095...1,042	
CD	1,043...1,161	
DE	1,148...1,092	
Игла 2		
EF	1,015...0,685	
FK	0,684...0,556	
KL	0,545...0,943	
LM	0,542...0,538	
Игла 3		
MN	0,516...0,362	
NP	0,359...0,302	
PR	0,302	
RS	0,301...0,283	

Данный метод применим для участка LP волокна, а с соответствующей корректировкой и для участков AC и RT.

Натяжение волокна рассчитывалось на ЭВМ с использованием пакета программ CARD, включающего подпрограммы для определения параметров, входящих в (2) и (4), в том числе среднего числа контактов между волокнами бородки на единицу длины волокна, напряжения сжатия волокнистой бородки в системе игл и др. Подпрограммы пакета CARD взаимоувязаны по исходным данным и результатам расчетов; язык программирования Бейсик К, версия 1.1.

Пример результатов расчетов натяжения типичного волокна приведен в табл. 2. Моделирование на ЭВМ осуществлялось при условиях, что лента III перехода ленточной машины приготовлена по технологии Фрянской камвольно-прядельной фабрики (состав — шерсть меринос 64K1-II длины — 100 %), машина фирмы «Текстима» модели 1603.

Из табл. 2 следует, что натяжение волокна увеличивается достаточно резко до точки касания первой иглы и в пределах участка CD волокна, что объясняется спутанностью волокон в передней части бородки, а также расположением волокон бородки в зоне с наибольшей степенью сжатия. На остальной части волокна натяжение уменьшается, оставаясь почти неизменным в зонах действия игл 2 и 3 вследствие трения волокна о соседние волокна бородки и постепенного уменьшения степени ее сжатия иглами.

### ВЫВОДЫ

1. Натяжение волокна при взаимодействии с иглами круглого гребня гребнечесальной машины периодического действия имеет максимальное значение у первой по направлению вращения гребня игле и в направлении к зажиму тисков уменьшается.

2. В процессе обработки продукта наблюдается перераспределение сил натяжения взаимодействующих с иглами волокон между волокнами бородки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Панин П. М., Падегимас В.-С. Б. Замасливание и увлажнение волокон в шерстопрядении. — М.: Легпромбытиздат, 1986.  
 2. Капитанов А. Ф. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1994, № 6. С. 28...31.

3. *Капитанов А. Ф.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1996, № 2. С. 42...46.
4. *Щедров В. С.* Основы механики гибкой нити. — М.: Машгиз, 1961.
5. *Мортон В. Е., Херл Д. В. С.* Механические свойства текстильных волокон. — М.: Легкая индустрия, 1971.
6. *Мигушов И. И.* Механика текстильной нити и ткани. — М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти. Поступила 24.06.96.

---