

УДК 677.021

## ИССЛЕДОВАНИЕ УДЕЛЬНЫХ СИЛ ТРЕНИЯ И ПОПЕРЕЧНОГО СЖАТИЯ ВОЛОКОН В ЛЕНТЕ

*Н.И. ЗУБАРЕВА, Н.Е. ЛЮСОВА, А.Ф. КАПИТАНОВ*

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

Зависимость сил статического трения  $f$  от сил сжатия  $\sigma_0$ , приходящихся на единицу длины волокна (удельных сил), изучена ранее [1]. Однако для прогнозирования результатов силового воздействия на волокна необходима база данных, учитывающая многообразие различных изначально и меняющихся при обработке структуры и свойств волокон и продукта.

Объектом исследования являлась лента (IV переход ленточных машин ровничного ассортимента)  $T=5$ ктекст состава: шерсть мериносовая  $64^k - 70^k$  I – II длины, сорнопожелтевшая 59,41%; лавсановое волокно 34,95%; обраты полшерстяные 3,95%; концы ленты чистошерстяные 1,35%; концы лавсана 0,34%, выработанная по технологии АОЗТ «Краснохолмский камвольный комбинат». Часть образцов ленты обрабатывалась 0,2%-ной водной эмульсией коприна (процент нанесения эмульсии к массе волокна составил 3%).

На первом этапе эксперимента для нахождения удельной силы поперечного сжатия  $\sigma_0$  использовали метод [2], позволяющий определить эту характеристику от плотности полуфабриката  $\gamma$  при различной степени его сжатия. Образцы ленты дли-

ной  $L=100$ мм закладывались в П-образный паз с прозрачными стенками и подвергались сжатию с помощью грузов различной массы  $G$ . Каждый опыт сопровождался измерениями высоты  $h$  сжатого образца ленты и его массы  $M$ .

Объем образца ленты в сжатом состоянии определяли по формуле

$$V=L h K, \quad (1)$$

где  $K$  – расстояние между боковыми стенками паза, а его плотность – по формуле

$$\gamma=M/V. \quad (2)$$

Напряжение сжатия находили из соотношения

$$\sigma = G/S, \quad (3)$$

где  $S$  – площадь соприкосновения образца ленты со сжимающей его грузовой пластиной ( $S=K L$ ).

Полученные результаты эксперимента и расчетов приведены в табл. 1.

Вариант	Масса образца, мг	Измеренные и расчетные параметры	G, мг				
			40 700	55 700	105 700	155 700	205 700
			$\sigma$ , мН/мм <sup>2</sup>				
			0,148	0,202	0,384	0,566	0,747
1	15 920	h, мм	125,6	112,8	89,6	76,4	69,6
		$V \cdot 10^3$ , мм <sup>3</sup>	339,12	304,56	241,92	206,28	187,92
		$\gamma$ , мг/мм <sup>3</sup>	0,047	0,052	0,066	0,077	0,085
2	16 444	h, мм	141,2	127,4	101,6	88,0	78,6
		$V \cdot 10^3$ , мм <sup>3</sup>	381,24	343,98	274,32	237,60	212,22
		$\gamma$ , мг/мм <sup>3</sup>	0,043	0,048	0,060	0,069	0,077

Примечание. Условный номер варианта: 1 и 2 – образцы ленты соответственно неэмульсированные и эмульсированные.

Напряжение поперечного сжатия образцов ленты количественно равно сумме сил сопротивления этой деформации волокон, содержащихся в объеме прямоугольного параллелепипеда с основанием, например,  $1\text{мм}^2$  и высотой  $h$ . Пусть число волокон в этом объеме  $n$ , а коэффициент распрямленности  $\eta$ . Тогда на  $1\text{мм}$  длины волокна приходится удельная сила сжатия  $\sigma_0$ :

$$\sigma_0 = \frac{\sigma \eta}{n \cdot l} \quad (4)$$

где  $l/\eta$  – длина волокна (мм) на участке образца ленты длиной в  $1\text{мм}$ .

В условиях проведения эксперимента зависимости между  $\gamma$  и  $\sigma_0$  имели форму

$$\sigma_0 = a \gamma^b, \text{ мН/мм.} \quad (5)$$

Значения эмпирических коэффициентов, рассчитанных при коэффициенте распрямленности волокон ленты  $\eta=0,85$ , следующие:

	a	b
вариант 1	0,00126	2,7027;
вариант 2	0,00214	2,7987.

Полученные зависимости изображены на рис.1, где представлены гистограммы распределения характеристик элементов конфигураций волокон:  $X$ ,  $Y$ ,  $l$ ,  $\beta$ .

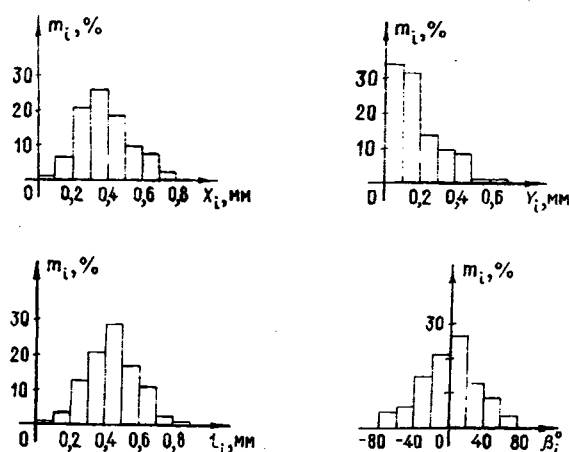


Рис. 1

На втором этапе эксперимента определяли удельную статическую силу  $f$  трения (на  $1\text{мм}$  длины волокна). Для этой цели использовали разрывную машину типа РМ-30, снабженную специальными зажимами. Известно [3], что

$$f = \frac{P}{0,25n'l} \quad (6)$$

где  $P$  – абсолютная разрывная нагрузка ленты (определялась при зажимной длине образца 275мм);  $n'$  – число волокон в ее поперечном сечении ( $n' = T_{л} / T_{в}$ , где  $T_{л}$ ,  $T_{в}$  – соответственно линейная плотность ленты и волокна);  $\bar{l}$  – средняя длина волокон в ленте.

Для определения по формуле (5) удельной силы  $\sigma'_0$  поперечного сжатия волокна в ленте находили плотность  $\gamma_{л}$  последней при различных величинах крутки  $K_p$ :

$$\gamma_{л} = \gamma_{в} K_3, \quad (7)$$

где  $\gamma_{в}$  – плотность волокон, составляющих ленту ( $\gamma_{в} = 1,34 \text{ мг/мм}^3$ );  $K_3$  – коэффициент заполнения поперечного сечения ленты:

$$K_3 = \frac{n' d_{в}^2}{D_{л}^2}, \quad (8)$$

где  $d_{в}$  – средний диаметр волокон в ленте;  $D_{л}$  – средний диаметр ленты.

Экспериментальные данные\* ( $K_p$ ,  $D_{л}$ ,  $P$ ) и расчетные ( $f$ ,  $K_3$ ,  $\gamma_{л}$ ,  $\sigma'_0$ ) представлены в табл.2.

Таблица 2

Вариант	$K_p$	$D_{л}$ , мм	$P$ , Н	$f$ , мН/мм	$K_3$	$\gamma_{л}$ , мг/мм <sup>3</sup>	$\sigma'_0 \cdot 10^{-7}$ , мН/мм
1	2	15,4	5,39	0,0208	0,0217	0,0291	0,89
	4	11,5	12,06	0,0464	0,0389	0,0522	4,31
	6	9,5	19,12	0,0736	0,0570	0,0764	12,10
	8	7,6	24,71	0,0952	0,0891	0,1194	40,30
	10	6,3	28,34	0,1092	0,1297	0,1738	111,00
2	2	12,0	9,61	0,0370	0,0358	0,0479	4,34
	4	9,6	11,96	0,0460	0,0559	0,0749	15,20
	6	8,1	14,42	0,0556	0,0785	0,1051	39,10
	8	6,5	19,22	0,0740	0,1218	0,1633	134,00
	10	5,0	28,15	0,1084	0,2059	0,2759	582,00

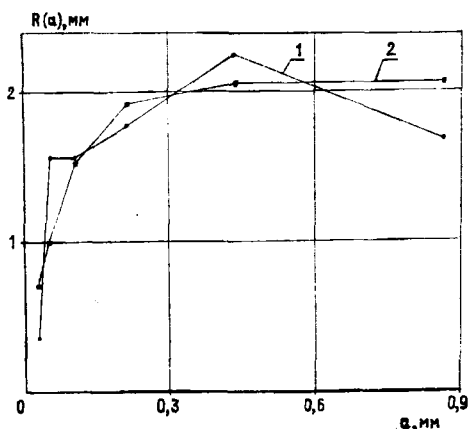


Рис. 2

На рис.2 приведены зависимости  $f = \varphi(\sigma'_0)$  при скоростях 200, 500 и 800мм/мин (зависимость размаха  $R(a) = L_{\max}(a) - L_{\min}(a)$ ).

Полученные результаты показывают: эмульсирование как способ изменения свойств волокон, составляющих продукт, может вызывать повышение сопротивляемости сжатию при одноосной деформации (первый этап исследования); понижение сопротивляемости сжатию при уплотнении продукта с помощью крутки (второй этап исследования). В первом случае  $\gamma_1 > \gamma_2$ , во

\* Скорость приложения растягивающего усилия 500 мм/мин.

втором  $\gamma_{л1} < \gamma_{л2}$ , однако  $f_1 > f_2$ , что связано с особенностями воздействия эмульсии на свойства волокон (прежде всего жесткости на изгиб и кручение).

## ВЫВОДЫ

1. На основе моделирования поперечного сжатия ленты получены зависимости между плотностью продукта и удельной силой поперечного сжатия, которые позволяют через величины плотности продукта в рабочих зонах машин определять удельную силу поперечного сжатия в этих зонах.

2. Выявлено, что эмульсирование продукта уменьшает или увеличивает его сопротивляемость поперечному сжатию и соответственно параметры фрикционного

процесса  $\sigma'_0$  и  $f$  в зависимости от способа поперечного сжатия.

3. Установлено, что с увеличением скорости приложения, растягивающей образец нагрузки, удельная статическая сила трения увеличивается.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Данилова С.А.* Разработка технологии эмульсирования химического жгута на штапелирующих машинах. Дис. ... канд.техн.наук.,-М.: МГТА, 1998.
2. *Капитанов А.Ф., Моревич В.В., Мошечков В.Б.* //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, №6. С.28 ... 31.
3. *Протасова В.А. и др.* Прядение шерсти и химических волокон. – М.: Легпромбытиздат. – 1988.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти.  
Поступила 31.05.00.