

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ СЖАТИЯ ПРОДУКТА В АКТИВНЫХ РАБОЧИХ ЗОНАХ МАШИН

Н.Е. ЛЮСОВА, А.Ф. КАПИТАНОВ

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

Разработан новый способ определения напряжения сжатия продукта в активных рабочих зонах машин (АРЗМ) через число контактов волокон продукта с поверхностями соответствующих рабочих органов [1]. На специальной установке предварительно определяется зависимость между числом контактов  $n$  на единицу площади плоской поверхности и напряжением сжатия  $\sigma$  продукта; в АРЗМ определяются числа контактов волокон продукта на единицу площади с поверхностью рабочего органа с площадью, например, дактилоскопической пленки; по установленной зависимости  $n = f(\sigma)$  находят напряжение сжатия в АРЗМ.

Достоинством метода является экспериментальное определение числа контактов в АРЗМ, которое необходимо как само по себе, так и для определения напряжения сжатия обрабатываемого продукта.

Предварительное определение указанной зависимости представляет самостоя-

тельную задачу, без решения которой определить эти важнейшие параметры frictionных процессов прядильного производства невозможно.

Объектом исследования служила лента с III-го перехода ленточных машин, выработанная из шерсти мериносовой 64-70<sup>k</sup>, I-II длины, сорно-пожелтевшей по технологии ЗАО "Фряновская фабрика".

Образцы лент общей массой 7,0; 10,0; 13,0; 16,0; 19,0 г (варианты 1...5) помещали в устройство [2], в которое было внесено изменение: нижняя платформа, на которую помещается образец, выполнена с возможностью перемещения по вертикали и подпружинена. Каждый образец подвергали сжатию с силами 4,94; 10,05; 15,35; 19,95; 25,15 Н. По деформации пружин определяли напряжение сжатия и число контактов волокон с чувствительным слоем [2]. Полученные на предметных стенках контакты исследовали при увеличении 26<sup>x</sup>.

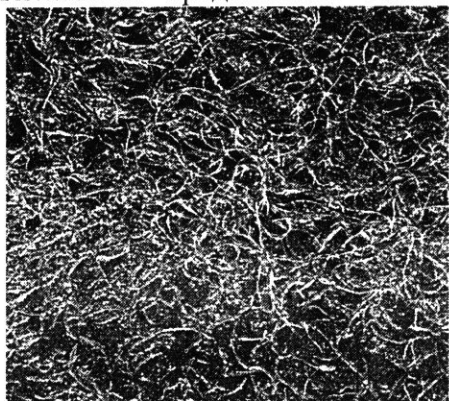


Рис. 1

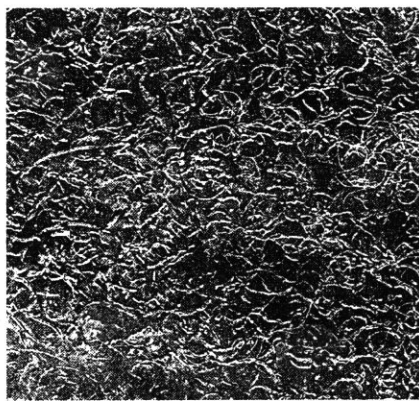


Рис. 2

Число определений количества контактов осуществляли по результатам 20 испытаний при определенной массе и варианте сжимающей нагрузки, что обеспечивало статистическую ошибку среднего в пределах 4,2% при доверительной вероятности 0,95. Фотографии контактов приведены на рис.1 и 2 (рис. 1: отпечатки контактов при

$m = 1,9$  мг и  $P = 4,94$  Н; рис. 2: отпечатки контактов при  $m = 1,9$  мг и  $P = 25,15$  Н).

В табл. 1 представлены результаты определения чисел контактов в плоскости  $\alpha\alpha$  контакта образца с нижней платформой.

Таблица 1

Сжимающая сила P, Н	Вариант	Число контактов n на 1 мм <sup>2</sup>	Сила сжатия на образец Q, Н	Напряжения сжатия на образец в плоскости $\alpha\alpha$ $\sigma$ , м·Н/мм <sup>2</sup>
4,94	1	1,94	4,33	1,17
	2	2,19	3,39	0,92
	3	2,44	2,92	0,79
	4	2,75	2,45	0,66
	5	3,06	1,51	0,41
10,05	1	2,13	9,04	2,44
	2	2,38	8,10	2,19
	3	2,69	7,63	2,06
	4	3,31	7,16	1,93
	5	3,50	6,69	1,81
15,35	1	2,25	14,69	3,97
	2	2,94	14,69	3,97
	3	3,06	14,22	3,84
	4	3,44	13,75	3,72
	5	3,56	12,81	3,46
19,95	1	2,44	18,46	4,99
	2	2,94	17,99	4,86
	3	3,25	16,57	4,48
	4	3,50	15,63	4,22
	5	3,81	15,16	4,10
25,15	1	2,69	24,97	6,75
	2	3,06	24,58	6,64
	3	3,50	22,22	6,01
	4	3,56	21,75	5,88
	5	4,00	23,16	6,26

Зависимости чисел контактов от напряжений сжатия и массы образцов показаны на рис.3.

Зависимость между числом контактов n и напряжением сжатия  $\sigma$  описывается выражением

$$n = a\sigma^b \quad (1)$$

Величины a и b изменяются следующим образом (табл.2):

Таблица 2

Масса образца $m_0$ на 1мм <sup>2</sup> сжимающей поверхности, мг	a	b
1,9	1,8481	0,1727
2,7	2,1621	0,1728
3,5	2,4755	0,1754
4,3	2,9455	0,1184
5,1	3,3056	0,0928

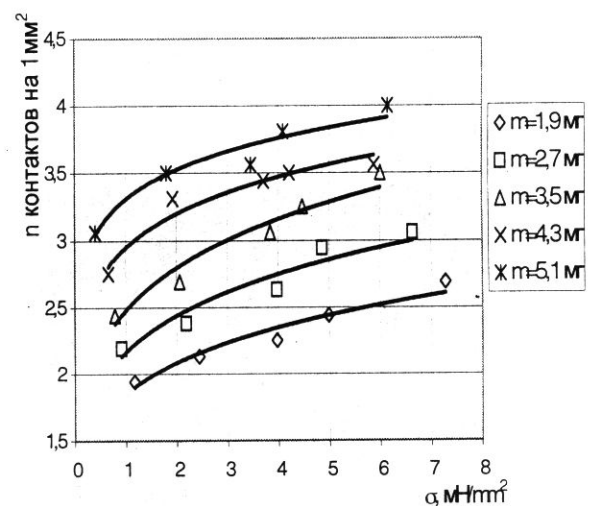


Рис. 3

По данным табл. 2 получены уравнения, описывающие зависимости между массой образца, приходящейся на  $1\text{мм}^2$  сжимающей поверхности, и величинами  $a$  и  $b$ :

$$a = 0,1233m + 0,9447, \quad (2)$$

$$b = -0,0071m + 0,2392. \quad (3)$$

Полученные экспериментальные зависимости могут быть экстраполированы на реальные, имеющие место в АРЗМ, числа контактов, напряжения сжатия и массы продукта: холстика, мычки и др.

Как видно из полученных результатов, увеличение массы образца ведет к увеличению числа контактов на  $1\text{мм}^2$  и уменьшению напряжения сжатия.

С увеличением массы образца возрастает сила трения о боковые стенки устройства, что подтверждается сопоставле-

нием величины сжимающей нагрузки, действующей в плоскости  $\alpha\alpha$ , и нагрузки в плоскости  $\gamma\gamma$  контакта боковой стенки устройства с образцом. Часть сжимающей нагрузки расходуется на поддержание волокон сжимаемого образца в состоянии напряжения из-за деформаций изгиба и кручения криволинейных элементов волокон, имеющих пространственную конфигурацию.

Вместе с тем увеличение массы  $m$  приводит к уменьшению длины контактов. Их средняя длина при разных значениях  $m$  определена экспериментально в плоскостях  $\alpha\alpha$  и  $\gamma\gamma$ , причем в последнем случае числа контактов определялись обычным способом, но предметное стекло устанавливалось в специальном проеме стенки устройства (табл.3).

Таблица 3

Плоскость, в которой осуществляется фиксация контактов	Вариант	Средняя длина контактов, мм	Суммарная длина контактов на площади в $1\text{мм}^2$	Число контактов на $1\text{мм}^2$
$\alpha\alpha$	1	1,88	3,65	1,94
	2	1,62	3,54	2,19
	3	1,08	2,62	2,44
	4	0,73	2,00	2,75
	5	0,42	1,31	3,06
$\gamma\gamma$	1	1,54	2,79	1,81
	5	0,46	1,21	2,63

Примечание. Эксперимент проводился при сжимающей нагрузке на образец, равной  $P=4,94\text{Н}$ .

Полученные результаты показывают:

– средняя и суммарная длины контактов на обе исследуемые плоскости уменьшаются с увеличением массы образца;

– суммарная и средняя длины контактов, фиксируемых на плоскости  $\gamma\gamma$ , меньше, чем фиксируемых на плоскости  $\alpha\alpha$ , что объясняется неодинаковым распределением сжимающих усилий в продукте в разных направлениях (при одноосном сжатии продукта).

Представленные на рис. 4 зависимости свидетельствуют, что с увеличением массы образца напряжение сжатия, приходящееся на единицу длины одного волокна, уменьшается, что объясняется увеличением числа контактов между волокнами образца и

перераспределением сжимающей нагрузки между этими контактами.

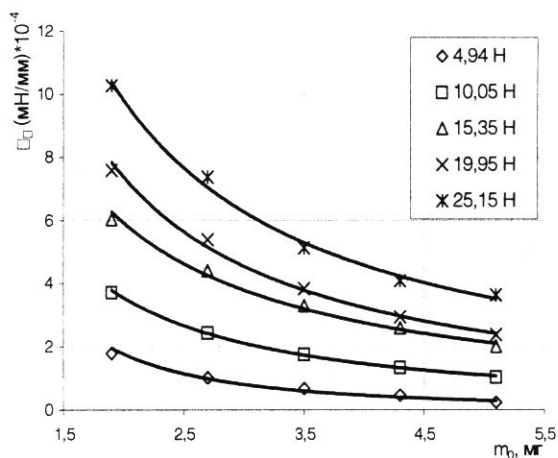


Рис. 4

Полученные результаты описываются зависимостями вида

$$\sigma = a_1 m^{b_1}, \quad (4)$$

где величины  $a_1$  и  $b_1$  в зависимости от массы, приходящейся на единицу длины образца и напряжения сжатия на продукт, изменяются следующим образом (табл.4):

Таблица 4

Сжимающая сила Р, Н	$a_1$	$b_1$
4,94	6,7535	-1,9362
10,05	8,5558	-1,2766
15,35	12,794	-1,1103
19,95	16,875	-1,1940
25,15	21,006	-1,0997

По данным табл. 4 получены уравнения, описывающие зависимости между сжимающей силой и величинами  $a_1$  и  $b_1$ :

$$a_1 = 0,7308P + 2,1706, \quad (5)$$

$$b_1 = 0,0352P - 1,8546. \quad (6)$$

Для расчета сил, действующих на волокно в АРЗМ, необходимо знание напряжения сжатия, приходящегося на единицу

его длины. Выше получено напряжение сжатия на единицу площади сжимающей продукт поверхности.

Расчет величины напряжения, действующего на 1мм длины волокна, осуществляется следующим путем.

Найдем число волокон в образце:

$$n_B = \frac{T_L n_L}{T_B}, \quad (7)$$

где  $T_L$  – линейная плотность ленты;  $n_L$  – число лент;  $T_B$  – линейная плотность волокна.

Определим силу сопротивления деформации единицы длины одного волокна  $\sigma_1$ , которая численно равна напряжению сжатия, действующего на 1мм длины волокна:

$$\sigma_1 = \frac{P\eta}{n_B L}, \quad (8)$$

где  $\eta$  – коэффициент распрямленности волокна (принять  $\eta=0,75$ ); длина образца  $L=100$  мм.

Результаты расчетов по этой методике приведены в табл. 5.

Таблица 5

Сжимающая сила Р, Н		Масса образца на 1мм <sup>2</sup> сжимающей поверхности $m_0$ , мг				
		1,9	2,7	3,5	4,3	5,1
4,94	$\sigma_1 \cdot 10^{-4}$ , м·Н/мм	1,78	1,01	0,67	0,46	0,24
10,05		3,71	2,43	1,76	1,34	1,05
15,35		6,04	4,41	3,28	2,58	2,00
19,95		7,58	5,40	3,82	2,93	2,37
25,15		10,26	7,37	5,13	4,08	3,62

## ВЫВОДЫ

1. Получены результаты, позволяющие оценить напряжение сжатия на единицу площади одного волокна в зависимости от числа контактов в АРЗМ.

2. Поперечные зависимости позволяют оценить напряжение сжатия в активных рабочих зонах машин через число контактов в соответствии с методом [1].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент на изобретение №2176691, приоритетом от 05.04.2001. Способ определения напряжения сжатия в эластичном зажиме вытяжного прибора / Капитанов А.Ф., Люсова Н.Е., Лайков А.П.

2. Капитанов А.Ф., Брагина В.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1994. №4. С.21...24.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти.  
Поступила 27.05.03.