

УДК 677.02

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЖЕСТКОСТИ НА ИЗГИБ ВОЛОКОН ШЕРСТИ

Ю. С. ШУСТОВ, М. А. МАЙОРОВ, А. Б. ЩИПИЛИН

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

Фрикционные свойства текстильных материалов существенно влияют на технологический процесс. К таким свойствам относятся коэффициент трения и жесткость волокон на изгиб.

Из всех действующих на волокно сил в процессе переработки наиболее опасными являются силы чесания, под действием которых происходит растаскивание и прочесывание волокон. Величина этих сил, приходящихся на единичное волокно, часто превосходит его абсолютную прочность, в результате чего волокно обрывается, существенно уменьшая свою среднюю длину и увеличивая процент очеса, что резко

снижает эффективность использования дорогостоящего сырья, особенно в камвольном производстве.

Оценим влияние величины усилия натяжения шерстяного волокна при его скольжении по иглам гарнитуры чесальной машины.

Рассмотрим плоскую модель, согласно которой волокно огибает ряд игл, расположенных в шахматном порядке (рис. 1). Для упрощения задачи полагаем, что ось волокна нерастяжима, а само волокно до деформации было прямым. Влиянием сил инерции пренебрегаем ввиду их малости. Для определения силы N прижима волокна к игле участок волокна между иглами 1 и 2 можно представить в виде консоли, свободный конец которой нагружен силой, равной по величине силе N , но противоположной ей по знаку. Разобьем кривую, по которой располагается волокно, взаимодействующее с иглами, на три участка: 1 — набегающая ветвь, 2 — дуга обхвата, 3 — сбегающая ветвь.

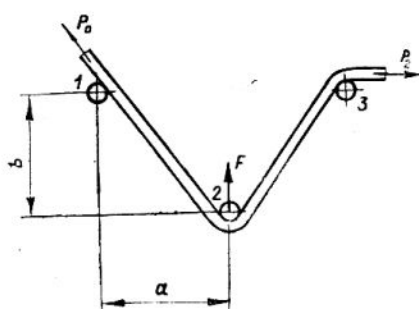


Рис. 1.

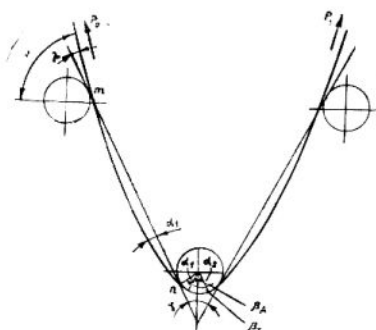


Рис. 2.

На рис. 2 показаны формы оси абсолютно гибкого волокна (кривая 1) и реального с определенной жесткостью волокна (кривая 2). Назовем теоретическим углом β_T обхвата иглы гибким волокном, а угол β_d обхвата реальным волокном — действительным.

Тогда

$$\beta_T = \beta_d + \alpha_1 + \alpha_2, \quad (1)$$

где α_1, α_2 — углы отклонения точки соответственно входа на поверхность и выхода с поверхности иглы реального волокна от точки входа и выхода идеального волокна;

α — углы жесткости, поскольку набегающая и сбегающая ветви идеального волокна имеют форму прямой и располагаются по общим касательным к соответствующим иглам;

$$\beta_d = \pi - (\gamma + \alpha_1 + \alpha_2); \quad (2)$$

$$\operatorname{tg}(\gamma/2) = a/b. \quad (3)$$

Установлено, что плоскость нормального сечения набегающей ветви волокна в точке n (рис. 2) повернута относительно аналогичного сечения в точке m на угол $\alpha_1 + \lambda$. Отсюда

$$\lambda = \nu + \gamma/2 - 90, \quad (4)$$

$$\alpha_2 = \arccos [1 - H/2 PR^2], \quad (5)$$

где R — радиус иглы.

Сила N прижима волокна к игле

$$N = 2 \cos v / F, \quad (6)$$

жесткость волокна на изгиб

$$H = NL^2 / \beta^2. \quad (7)$$

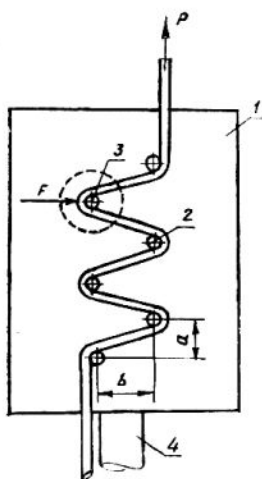


Рис. 3.

Для эксперимента создана приставка, имитирующая игольчатую garnитуру чесальной машины (рис. 3). При ее разработке учитывались требования: по возможности более точного моделирования поведения волокна на иглах garnитуры, жесткости конструкции и возможности снятия показаний усилия, создаваемого волокном на иглы garnитуры.

На пластинке 1 под углом 90° к ее плоскости (рис. 3) жестко закреплены шесть отрезков проволоки 2 диаметром 0,4 мм. Отрезки расположены в шахматном порядке, причем второй отрезок установлен на тензометрическом датчике 3, где фиксируется значение силы N прижима волокна к игле. Расстояние между иглами $a = 1,7$ мм и $b = 2,1$ мм соответствует расстоянию между иглами garnитуры № 18.

Поскольку при испытании использовалась приставка с данными параметрами, все значения углов (кроме угла жесткости) являются константами, что значительно упрощает расчет. Приставка крепится в механический нижний зажим 4 универсальной испытательной машины «Инстрон». В приставке использован промышленный мостовой тензометрический датчик С-0,5, выбранный из соображений малого перемещения чувствительного элемента.

На основании полученных результатов построен тарифовочный график для определения силы F .

Для испытаний отобраны образцы волокон шерсти известного качества (58^н/56 11), прошедшие только первичную обработку в условиях Токмакской (образцы 1, 2) и Невинномысской (образец 3) ПОШ. Показатели качества образцов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Образец	P_p , сН	Минеральные примеси, %	W, %	Жиры, %	Щелочность, %
1	23,4	4,84	9,4	0,55	0,14
2	29,5	6,48	14,2	0,89	0,12
3	26,4	4,64	18,1	0,53	0,16

Расчеты проводились при диаметре иглы $\varnothing = 0,4$ мм, $v = 80^\circ$, $\beta = 1,76^\circ$, $L = 3,02$ мм и $\beta_T/2 = 90^\circ - \gamma/2$, так как волокно, огибающее иглу 2, касается ее в точке.

Согласно вышесказанному

$$P_n = T_n / [(\cos 90 - \gamma/2) - \mu \sin(90 - \gamma/2)], \quad (8)$$

$$T_n = P'_0 + P''_0 + F, \quad (9)$$

$$P'_0 = P_0 \cos \nu, \quad (10)$$

$$P''_0 = \mu P_0 \sin \nu, \quad (11)$$

$$F' = \mu F. \quad (12)$$

Расчет коэффициента трения осуществляется методом подстановки. Для определения сил, жесткости на изгиб, коэффициента трения и углов жесткости составлена программа обработки первичных данных. Полученные результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика	Образцы		
	1	2	3
Коэффициент трения μ	0,28	0,29	0,26
Углы жесткости			
α_1	10,85	11,08	10,63
α_2	26,53	25,89	27,23
Усилие протягивания волокна			
F , сН·10 ⁻⁴	3,29	4,33	2,13
N , сН·10 ⁻⁴	50,99	67,12	33,02
Жесткость волокна на изгиб, сН·мм·10 ⁻⁴	44,28	58,27	28,66
	22,89	30,14	14,83

Оценка исследуемых образцов шерстяного волокна выявила из них наилучший, которым является третий образец, так как он имеет наименьшие жесткость на изгиб и коэффициент трения, медленнее других достигает разрывной нагрузки при увеличении количества огибаемых игл гарнитуры, то есть при прочих равных условиях переработки в этом случае процент очеса будет минимальным. На жесткость волокна при изгибе и коэффициент трения наиболее влияют его влажность и содержание жира.

Предлагаемая методика позволяет оценить жесткость исходного сырья и контролировать этот показатель на протяжении всего технологического процесса.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика оценки жесткости различных волокон с использованием разрывной машины, сопряженной с персональной ЭВМ.

2. Оценены жесткость на изгиб, коэффициент трения и углы жесткости образцов шерстяного волокна одинакового качества, полученного от различных поставщиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панин П. М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1979, № 6.
2. Попов Е. П. Нелинейные задачи статики тонких стержней. — М.: Энергоиздат, 1975.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 20.11.96.
