

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПОЛЯ СИЛ ТРЕНИЯ В ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЗОНЕ ВЫТЯГИВАНИЯ*

В.И. РОНЬЖИН, В.А. АВРЕЛЬКИН, В.Г. ЛАПШИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Поля сил трения между вытяжными парами в вытяжных приборах являются одними из наиболее важных параметров [1], от которых зависит качество выпускаемой продукции. От характера изменения напряжения поля сил трения и его величины в различных сечениях поля вытягивания зависят движение волокон в вытяжном приборе и неровнота продукта, возникающая от вытягивания.

Определим тенденцию изменения напряжения поля сил трения в зависимости от варьирования значения крутки в статических условиях. За объект исследования брали ровницу $T = 333$ текс, состоящую из 35% волокон шерсти и 65% полиэфирных волокон. За характеристику поля сил трения в различных сечениях поля вытягивания задней зоны здесь нами принята плотность мычки.

На участке поля вытягивания с линейной траекторией движения в процессе вытягивания продукт подвергается натяжению и при этом образуется поперечное напряжение сопротивлению сжатия, способствующее образованию напряжения поля сил трения между волокнами.

Уравнение для определения поперечного напряжения на участке продукта длиной 1 мм выглядит так [2]:

$$\sigma = a\gamma^b, \quad (1)$$

где a и b – некоторые эмпирические коэффициенты, зависящие от природы волокна; γ – плотность продукта.

Образование поперечного напряжения σ определяет напряжение поля сил трения в вытягиваемом продукте, которое сдер-

живает переход волокон на скорость средней пары:

$$q = \frac{(\sigma\mu + h)\ell_b}{n}, \quad (2)$$

где μ – коэффициент трения между волокнами; $\ell_b = 2\pi r$ – длина поверхности волокна; r – радиус волокна; h – цепкость волокон; n – число волокон в исследуемом сечении.

Из формулы (2) видно, что напряжение поля сил трения зависит от плотности мычки и числа волокон. Некоторые исследователи [2...4] также пришли к мнению, что плотность продукта в вытяжном приборе может характеризовать поле сил трения.

Плотность мычки в исследуемом сечении определяется следующим образом:

$$\gamma = \frac{m}{V}, \quad (3)$$

где m – масса отрезка, г; $V = S_1 H_c$ – объем исследуемого сечения; S_1 – площадь поперечного сечения отрезка; H_c – высота сечения.

Значения массы исследуемых отрезков брали по полученным результатам кривой утонения.

Изучение изменения напряжения поля сил трения в сечении поля вытягивания, связанных с изменением числа кручений ровницы, является важной задачей при исследовании силы трения между волокнами, которая определяет прочность продукта. С увеличением крутки увеличивается плотность продукта, а следовательно, и

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Г.И.Чистобородова.

поперечное напряжение между волокнами.

Выше приведена формула (3) для определения плотности мычки в исследуемом сечении продукта, которая зависит от площади его поперечного сечения.

При вытягивании в прямом поле продукт имеет форму окружности, поэтому площадь сечения мычки определяется с помощью выражения

$$S_1 = \pi \frac{D^2}{4}, \quad (4)$$

где D – диаметр продукта.

Диаметр продукта замеряли с помощью микроскопа МБП-2, имеющего измерительную шкалу с ценой деления, равной 0,05 мм. Первое измерение диаметра ровницы проводили со значением фабричной крутки и далее через шаг 5 кр/м (30, 35, ..., 75, 80). Для более полного представления о плотности мычки, а также для то-

го, чтобы исключить ошибку измерения вследствие возможной неточности работы вытяжного прибора замеры осуществлялись через каждые 20 см. Ровница нарабатывалась на десяти машинах.

Необходимо учесть, что данное исследование проводится в статических условиях, поэтому число волокон в сечении продукта постоянно. Количество замеров составляет 50 при каждом значении крутки. Из полученных замеров подсчитывали среднее значение.

Далее по формуле (1) определяли поперечное напряжение, которое испытывает волокно при различных значениях крутки. В свою очередь, поперечное напряжение, полученное в результате крутки, определяет напряжение поля сил трения, рассчитываемое по формуле (2).

Полученные данные представлены в табл.1.

Таблица 1

Число К кручений, кр/м	Диаметр D продукта, мм	Плотность γ продукта, мг/мм ³	Поперечное напряжение σ , мг/мм ²	Напряжение q поля сил трения, мг/мм
30	2,85	0,097	56,8	2,7
35	2,7	0,1	72,1	3,1
40	2,65	0,105	83,7	3,5
45	2,4	0,12	120,1	4,4
50	2,3	0,13	151,2	5,2
55	2,2	0,14	198,4	6,7
60	2,05	0,15	244,1	7,9
65	1,9	0,17	397,2	12,4
70	1,8	0,19	496,1	15,1
75	1,7	0,22	774,3	22,9
80	1,6	0,23	880,1	25,9

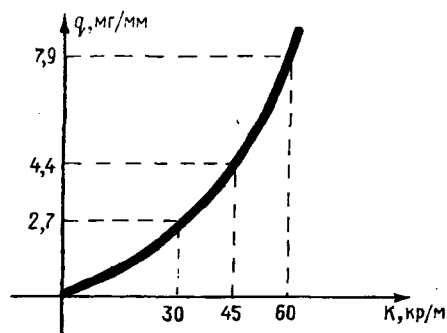


Рис. 1

Влияние крутки на напряжение поля сил трения изображено на рис.1, откуда видно, что при увеличении числа кручений напряжение поля сил трения увеличивается. В реальных условиях кривая характе-

ризуется двумя фазами: первая – это некоторый подъем вверх до предельной точки – критическая крутка и вторая фаза – это последующее падение напряжения. Отсутствие второй фазы объясняется тем, что при исследовании мы не получили критической крутки, после которой происходит резкое уменьшение как напряжения, так и прочности продукта.

Как сказано выше, напряжение поля сил трения определяет прочность продукта. Рассчитаем для первых четырех полученных значений напряжения поля сил трения прочность продукта [4]:

$$P = \frac{\ell_{\text{ср}} q n}{4}, \quad (5)$$

где q – напряжение поля сил трения; $\ell_{\text{ср}}$ – средняя длина волокна; n – число волокон:

$$n = \frac{T_{\text{пр}}}{T_{\text{в}}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{пр}}$ – линейная плотность продукта; $T_{\text{в}}$ – линейная плотность волокна.

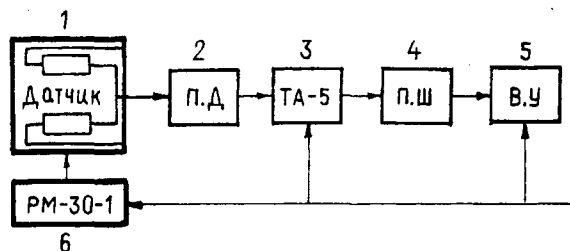


Рис. 2

Для подтверждения расчетных данных экспериментально, с помощью модернизированной разрывной машины РМ-30-1 (рис.2), в качестве верхнего держателя ко-

торой используется зажим с прикрепленными к нему тензометрическими датчиками, подключенными по схеме полумоста, определим прочность продукта при соответствующих значениях крутки. Скорость движения нижнего зажима 100 мм/мин.

Схема устройства, представленная на рис.2, включает: 1 – датчик на круглой балочке; 2 – переходник датчиков (П.Д.); 3 – усилитель тензометрический (ТА-5); 4 – переходник шлейфов-каналов усилителя (П.Ш.); 5 – вольтметр универсальный цифровой В7-23 (В.У); 6 – разрывная машина РМ-30-1.

Произведено 50 испытаний на разрыв отрезков длиной, превышающей максимальную длину волокна на 5 мм, для каждого значения крутки. По полученным значениям подсчитано среднее значение, а результаты сведены в табл.2.

Таблица 2

Значения крутки, кр/м	Экспериментальные данные, г	Расчетные данные, г
30	152	158,8
35	177	184,9
40	198	207,8
45	250	258,3

При сравнении расчетных результатов, полученных при различных значениях крутки, с экспериментальными установлено, что они практически сходятся, а расхождение в показаниях не превышает 5%:

$$P_{\text{расч}} = 1,05 P_{\text{экс}} .$$

На основании проведенных исследований подтверждается правильность определения прочности продукта, зависящей от напряжения поля сил трения, выраженного через плотность продукта.

Таким образом, нами определена зависимость изменения поля сил трения от изменения крутки в статических условиях. Полученные результаты соответствуют максимальному значению напряжения поля сил трения в промежуточной зоне вытягивания.

Реальный интерес представляет также изменение напряжения поля сил трения в процессе вытягивания в любом сечении

продукта. Для получения данной зависимости аналогичным образом определим напряжение поля сил трения в динамических условиях. Как сказано ранее, напряжение поля сил трения характеризуется плотностью мычки. Установим размер мычки в поле вытягивания.

На ОАО "Ивановский камвольный комбинат" на прядильной машине П-76-ШГ2 с первой частной вытяжкой, равной 2, и разводкой 75 мм проведены исследования по определению размеров диаметра вытягиваемого продукта. Диаметр продукта замеряли в динамических условиях при наблюдении через лупу Бригнеля, имеющую измерительную шкалу с ценой деления 0,05 мм. По 50 проведенным замерам подсчитывали среднее значение.

Плотность продукта в исследуемых сечениях определяли по формуле (3). Далее осуществляли аналогичный расчет с целью определения напряжения поля сил трения,

а полученные результаты записывали в табл.3. Напряжение поля сил трения находили по формуле (2), где число волокон в

сечении изменяется согласно кривой утонения продукта.

Таблица 3

Расстояние от зажима питающей пары, мм	Диаметр D продукта, мм	Поперечное напряжение σ , мг/мм ²	Напряжение q поля сил трения, мг/мм
20	2,65	55,8	2,7
35	2,50	48,7	2,57
60	2,25	39,7	2,31

По данным табл.3 построена графическая зависимость изменения напряжения поля сил трения при удалении от линии зажима питающей пары (рис.3).

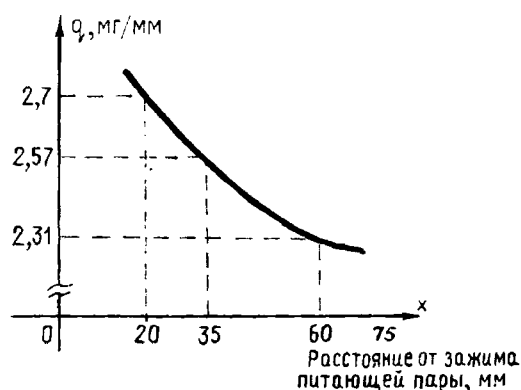


Рис. 3

В связи с тем, что важной характеристикой работы вытяжного прибора является напряжение поля сил трения между вытяжными парами, необходимо знать хотя бы относительные характеристики полей сил трения, по которым можно судить о протекании процесса вытягивания, а также движении волокон в поле вытягивания.

ВЫВОДЫ

1. Полученные результаты дают возможность определять и оптимизировать значение напряжения поля сил трения волокон крученого продукта различной линейной плотности в целях снижения неровноты последнего.

2. Значения напряжения поля сил трения между вытяжными парами разрешают определять необходимую силу вытягивания волокна из исследуемого продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов С.С. // Текстильная промышленность. – 1962, №3.
2. Капитанов А.Ф., Моревич В.В., Мошечков В.Б. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, №6.
3. 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.
4. Балясов П.Д. Применение уплотнителей мычки на ровничных и прядильных машинах. – М.: Гизлегпром, 1951.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 28.03.02.