

УДК 677.052.94

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ ВОЛОКНИСТОГО ПРОДУКТА НА ГЕОМЕТРИЮ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ ПЛАНКИ ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА* **

В.Г. ЛАПШИН, В.А. АВРЕЛЬКИН, Н.Г. ЖАРОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Ранее в [1] выдвигалась концепция о варьировании кривизны планки, установленной в зонах вытяжного прибора, при изменении линейной плотности продукта.

В настоящей работе предлагается определить тенденцию влияния линейной плотности продукта, различного сырьевого состава волокнистого продукта, а также длины перерабатываемых волокон, составляющих полуфабрикат, на геометрию криволинейных планок.

Зависимость сил динамического трения от вышеперечисленных факторов исследовалась нами с помощью модели, имити-

рующей вытяжной прибор прядильной машины и позволяющей оценить силу извлечения групп волокон в процессе их вытягивания.

Известно [2], что в процессе вытягивания перемещение волокон, их распрямление и натяжение определяются соотношением двух полей сил трения: 1 – поля сил трения увлечения или поля сил трения, создаваемого органами вытягивания – вытяжной парой и волокнами, движущимися с ее скоростью, и 2 – поля торможения, то есть поля сил трения, создаваемого органами питания и волокнами, движущимися

* Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для поддержки молодых ученых 2006-2007 гг.

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

со скоростью питания. В зависимости от длины волокна влияние описанных сил трения различное.

Исследование влияния взаимодействия продукта с различным сырьевым составом с ремешками вытяжного прибора приведены в [3]. В данной работе приведены испытания для задней зоны вытяжного прибора.

Объектами исследования служили: а) хлопковая ровница из смеси 70% хлопка 2-го сорта и 30 % лавсана; б) хлопковая ровница из смеси 100% хлопка 2-го сорта.

В процессе эксперимента ровница заправлялась в модель вытяжного прибора; при этом радиус кривизны планки (устройства), установленной в зоне вытягивания, варьировали, так как это позволяло регулировать обозначенные выше поля сил трения.

Кроме того, в ходе испытаний изменялась линейная плотность продукта в пределах $T_p=250\div300$ текс с круткой 30 кр/м, а также штапельная длина волокон, составляющих ровницу. По первому варианту – за счет добавления искусственных волокон большей длины, по второму – путем изменения типа волокон.

Нагрузка на нажимные валики устанавливалась постоянной и составляла для питающей пары $Q_1 = 3400$ сН, а для вытягивающей пары $Q_2 = 5200$ сН. Оцениваемыми показателями эффективности (критерии) эксперимента являлись сила трения и коэффициент вариации силы трения.

Число испытаний для предложенных вариантов равнялось 50, что при доверительной вероятности 0,954 обеспечивало относительные ошибки средних значений в пределах 1,2÷4,8 %. Влажность воздуха составляла 70%, температура 20÷23 °С.

Полученные продукты в условиях производства ООО "Ивановский меланжевый комбинат - Возрождение" с заданными составом и геометрией волокон пропускали через вытяжной прибор, после чего проводили измерения силы трения.

Основной особенностью модели вытяжного прибора является то, что вытяж-

ная пара выполнена по принципу маятника и соединена с подвижной балочкой.

Колебания данной пары, вызванные движением проходящего через нее продукта с различными геометрическими и структурными характеристиками, преобразуются и направляются на самопишущий прибор, воспроизводящий запись колебаний балочки, пропорциональных изменениям сил, образующихся в процессе взаимодействия полуфабриката с поверхностью криволинейной планки.

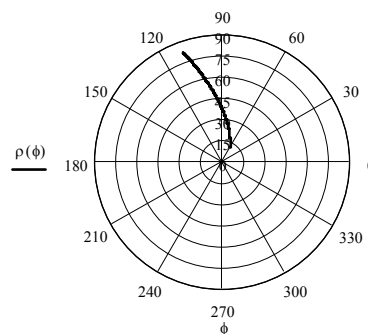


Рис. 1

Профиль планки представляет собой логарифмическую спираль (рис. 1), причем планка является полой с возможностью подачи в ее полость давления.

Логарифмическая спираль – кривая, определяемая в полярной системе координат уравнением:

$$\rho = a^{\varphi}, \quad (1)$$

$$(a > 0) .$$

При $\varphi = 0$ радиус-вектор $\rho = 1$, а $\varphi \rightarrow +\infty$, ρ неограниченно возрастает и спираль развертывается против хода часовой стрелки.

Ниже, в табл. 1, 2, приведены значения изменения радиуса кривизны планки с параметрами $(a, \varphi_1, \varphi_2)$, образующими ее, а также подаваемое в ее полость давление P , которое обеспечивает соответствующее изменение ее кривизны. Под действием давления P в теле планки возникает продольно растягивающее напряжение, которое позволяет увеличить радиус кривизны.

Подаваемое в полость давление изменяется согласно следующей зависимости в

обозначениях [1]:

$$\rho_2(\varphi) = \frac{\rho(\varphi)}{1 - \rho(\varphi) \int_0^{\theta} P \frac{1-\mu^2}{E} \frac{\alpha}{bh} \left(1 - \frac{b^2}{a^2}\right) \frac{\rho(\varphi)^2}{\beta + \left(\frac{\rho(\varphi)h}{a^2}\right)^2} d\varphi}, \quad (2)$$

Таблица 1

$\rho(a, \varphi_1, \varphi_2)$	5,110,140	5,100,137	5,90,134	5,80,132	5,70,130	5,60,128	5,40,125	5,20,120
P, МПа	8,9	8,5	7,8	7,1	6,4	5,6	4,8	0
Хлопковая ровница, T=250 текс, $\ell_{шт} = 28$ мм								
F _{ТР} , сН	14,7	16,1	21,4	24,8	31,1	36,9	42,6	48,2
C _{ФТР} , %	7,6	6,9	6,5	6,3	5,9	5,4	4,6	4,4
Смесовая ровница, T=250 текс, $\ell_{шт} = 28$ мм								
F _{ТР} , сН	7,1	8,2	8,9	10,1	12,4	15,3	18,9	24,3
C _{ФТР} , %	5,9	5,8	5,4	5,3	5,1	4,4	4,1	3,2
Хлопковая ровница, T=250 текс, $\ell_{шт} = 30$ мм								
F _{ТР} , сН	15,1	16,3	21,8	25,2	31,9	37,4	43,1	49,1
C _{ФТР} , %	7,3	6,8	6,3	6,1	5,9	5,2	4,5	4,3
Смесовая ровница, T=250 текс, $\ell_{шт} = 30$ мм								
F _{ТР} , сН	7,2	8,4	9,3	10,5	12,5	15,6	19,2	24,3
C _{ФТР} , %	5,7	5,5	5,4	5,2	4,9	4,5	4,1	3,3
Хлопковая ровница, T=250 текс, $\ell_{шт} = 32$ мм								
F _{ТР} , сН	15,2	16,9	22,3	25,8	32,5	37,4	43,9	49,2
C _{ФТР} , %	7,1	6,7	6,1	5,7	5,3	5,1	4,4	4,2
Смесовая ровница, T=250 текс, $\ell_{шт} = 32$ мм								
F _{ТР} , сН	7,4	8,2	8,9	10,1	12,4	15,3	18,9	24,3
C _{ФТР} , %	5,6	5,4	5,1	4,8	4,5	4,1	3,8	3,2

Таблица 2

Хлопковая ровница, T=300 текс, $\ell_{шт} = 28$ мм								
$\rho(a, \varphi_1, \varphi_2)$	5,110,140	5,100,137	5,90,134	5,80,132	5,70,130	5,60,128	5,40,125	5,20,120
F _{ТР} , сН	15,7	17,2	23,1	26,1	33,7	38,9	44,6	51,1
C _{ФТР} , %	7,8	7,4	6,8	6,5	6,3	5,4	4,8	4,7
Смесовая ровница, T=300 текс, $\ell_{шт} = 28$ мм								
F _{ТР} , сН	8,3	9,4	9,8	12,3	14,6	18,3	19,2	25,3
C _{ФТР} , %	7,1	6,9	6,5	6,3	5,9	4,8	4,1	3,7
Хлопковая ровница, T=300 текс, $\ell_{шт} = 30$ мм								
F _{ТР} , сН	16,1	17,8	23,4	26,8	34,4	39,5	45,6	52,2
C _{ФТР} , %	7,2	6,8	6,1	6,1	5,8	5,1	4,7	4,2
Смесовая ровница, T=300 текс, $\ell_{шт} = 30$ мм								
F _{ТР} , сН	8,4	9,8	10,3	13,1	15,3	19,2	20,4	25,7
C _{ФТР} , %	6,7	6,4	6,1	5,8	5,2	4,6	4,1	3,5
Хлопковая ровница, T=300 текс, $\ell_{шт} = 32$ мм								
F _{ТР} , сН	16,7	18,3	24,2	27,1	35,6	41,9	46,2	53,7
C _{ФТР} , %	7,6	7,4	6,5	6,2	5,9	5,4	4,7	4,3
Смесовая ровница, T=300 текс, $\ell_{шт} = 32$ мм								
F _{ТР} , сН	8,9	10,2	11,4	14,1	16,3	20,5	21,9	26,2
C _{ФТР} , %	6,4	6,2	5,8	5,8	5,6	4,5	3,9	3,4

Результаты статистической обработки, полученные в процессе исследования, приведены в табл.1 и 2 и графически на рис. 2

и 3, где 1 – значения для хлопковой ровницы; 2 – для смесовой.

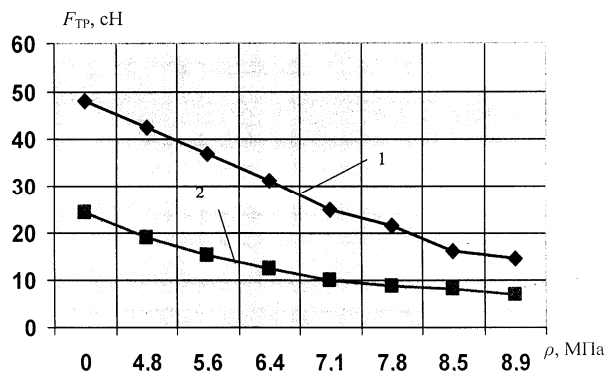


Рис. 2

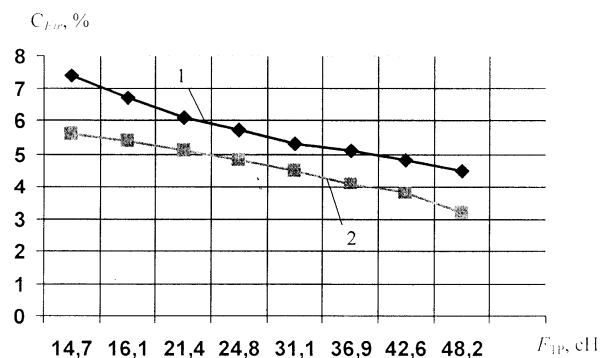


Рис. 3

По полученным результатам можно сделать вывод, что с увеличением радиуса кривизны планки динамическая сила трения уменьшается для обоих испытуемых вариантов; при этом ее значения для хлопковой ровницы выше, чем для смесовой.

Данные эксперимента в качественном отношении подтверждают известные ранее результаты [4], полученные для полуфабрикатов различных линейных плотностей, взаимодействующих с контролирующими органами, образующими изогнутое поле вытягивания, при различном сочетании взаимодействия по длине поля вытягивания и его геометрии.

Коэффициент вариации силы трения в обоих вариантах снижается с увеличением длины волокна, однако для хлопковой ровницы значения критерия выше, чем для смесовой. Уменьшение коэффициента вариации при увеличении силы трения говорит о надежном контроле волокон в зоне вытягивания, которое образуется в результате взаимодействия волокнистого продукта с криволинейной планкой определенной геометрии.

Так образуется поле сил трения, которое способно удержать плавающие волокна от преждевременного перехода на скорость вытягивающей пары. Кроме того, снижение коэффициента вариации силы трения для исследуемых вариантов при увеличении длины волокна также объясняется уменьшением числа неконтролируемых волокон.

При увеличении линейной плотности, а также длины волокон, составляющих продукт, динамическая сила трения возрастает;

при этом значения силы трения и ее коэффициента вариации для хлопковой ровницы выше, чем для смесовой.

Разница в значениях силы трения, а также ее коэффициента вариации между хлопковой и смесовой ровницами заключается в различии свойств поверхностей волокон, составляющих продукты, и, как следствие, различии фрикционных свойств.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты исследования могут быть использованы при выборе геометрии криволинейной планки, обеспечивающей поле сил трения, способствующих сдерживанию волокон от преждевременного перехода на скорость вытягивающей пары.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чистобородов Г.И., Аврелькин В.А., Чистобородов И.Г. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №6.
2. Комаров В.Г. и др. Прядение лубяных и химических волокон и производство крученых изделий. – М.: Легкая индустрия, 1980.
3. Капитанов А.Ф., Ульяновцев А.С., Медведев Е.О. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №2.
4. 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.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 03.09.06.