

УДК 677.053.23

**ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ПЕРЕМАТЫВАНИЯ
НА НАТЯЖЕНИЕ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ**

А.Б. БРУТ-БРУЛЯКО, А.Н. СТУПНИКОВ, Ю.А. ПОПОВЕЦКАЯ

(Костромской государственной технологической университет)

Натяжение пряжи при перематывании обеспечивает получение необходимой плотности намотки в бобине, создание заданной формы намотки бобины и определяет уровень обрывности. Натяжение перематываемой пряжи зависит от натяжения ее в баллоне, от скорости перематывания, от величины заправочного расстояния входящей паковки до баллоноограничителя, трения о направляющие и трения в нитенатяжителе.

В последние десятилетия довольно часто используется пневмомеханическая хлопчатобумажная пряжа, которая поступает на ткацкую фабрику в солнечных или цилиндрических бобинах.

В работах [1...3] рассматривается формула Н.П. Исакова, которая позволяет оценить натяжение нити в вершине баллона с учетом скорости перематывания:

$$F = F_0 e^{f\psi} + mV^2 + 0,5mV^2 r^2, \quad (1)$$

где F_0 – величина сопротивления отделения нити от намотки, сН; f – коэффициент трения при скольжении нити по поверхности намотки; ψ – угол обхвата намотки отрезком нити при сматывании, рад; m – масса единицы длины нити, кг·с²/м; V – линейная скорость перематывания, м/с; r – радиус бобины в точке сматывания, м.

По данной формуле произведен расчет натяжения хлопчатобумажной пряжи 29

текс для трех скоростей перематывания 100, 500 и 900 м/мин. С целью расчетов примем экспериментальные исходные данные: $F_0 = 0,4$ сН; $f = 0,3$; $\psi = 45^\circ$; $r = 0,22$ м. После выполнения расчетов получаем, что при скорости перематывания 100 м/м натяжение в вершине баллона составляет 0,46 сН; при скорости 500 м/м натяжение равно 2,45 сН; при скорости 900 м/м натяжение равно 7,08 сН.

Для проверки влияния скорости перематывания на натяжение в вершине баллона на кафедре ткачества был спроектирован стенд, который состоял из натяжного устройства с мотальной машины М-2М. Натяжное устройство состоит из двух шайбовых тормозных зон. Транспортирующее устройство на базе двигателя постоянного тока с регулированием скорости движения нити имеет приводной шкив и прижимной обрезиненный ролик. Бобинодержатель устанавливался на расстоянии 275 мм от баллоноограничителя. Перед баллоноограничителем устанавливался тензодатчик для контроля натяжения нити. Контроль натяжения нити осуществлялся с помощью аппаратного комплекса "Тумаг", разработанного на кафедре ткачества КГТУ [4].

Результаты замера натяжения хлопчатобумажной пряжи 29 текс в вершине баллона в зависимости от скорости при перематывании на стенде приведены в табл. 1.

Скорость перематывания V, м/мин	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Натяжение F, сН	0,53	1,07	1,59	4,47	4,78	5,62	6,5	7,26	7,88
Среднее квадратическое отклонение σ , сН	0,06	0,14	0,29	0,84	0,94	0,91	1,26	1,36	1,38
Коэффициент вариации C, %	11,1	13,1	18,2	18,8	19,6	16,2	19,4	18,7	17,5

Результаты, приведенные в табл. 1, показывают, что при увеличении скорости перематывания в девять раз натяжение хлопчатобумажной пряжи 29 текс в вершине баллона увеличивается примерно в 15 раз. Среднее квадратическое отклонение увеличивается в 23 раза, а коэффициент вариации находится в диапазоне от 11 до 19,6 %. Сравнивая результаты аналитического расчета натяжения в вершине баллона и экспериментальные данные, можно отметить, что результаты расчета близки к экспериментальным данным. Следовательно, формула (1) позволяет с достаточной точностью прогнозировать натяжение в вершине баллона для хлопчатобумажной пряжи в зависимости от скорости перематывания.

В результате аппроксимации экспериментальных данных натяжения хлопчатобумажной пряжи 29 текс в вершине балло-

на в зависимости от скорости перематывания получено уравнение:

$$F = 0,0098V - 0,5, \quad (2)$$

где V – скорость перематывания, м/мин.

Относительная ошибка аппроксимации составляет 0,51 % при доверительной вероятности $P_d = 0,95$.

Натяжение пряжи в вершине баллона в зависимости от скорости перематывания увеличивается за счет инерционного сопротивления.

Натяжение в зоне наматывания пряжи зависит от трения ее о направляющие прутки и трения о грузовые тарелочки натяжного устройства. Оценивая взаимодействие направляющих элементов и работу натяжного устройства, была получена математическая модель натяжения нити после двухзонного натяжного прибора с учетом натяжения нити в баллоне [5]:

$$F = F_0 \exp[f_1(\alpha + \beta + \gamma)] \exp[f_2(\delta + \varphi)] + f_2 Q \exp[f_1(\beta + \gamma)] \exp[f_2(\delta + \varphi)] + 2f_2 Q \exp[f_1\gamma] \exp[f_2(\delta + \varphi)] + f_2 Q \exp[f_2(\delta + \varphi)], \quad (3)$$

где F_0 – натяжение нити в вершине баллона, сН; f_1 – коэффициент трения нити о стальной пруток; f_2 – коэффициент трения о стальную шайбу; $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varphi$ – углы огибания направляющих прутков и стояков грузовых зон, рад.; Q – масса шайбовой нагрузки в каждой тормозной зоне устройства, сН.

Из приведенного выражения видно, что только первый член уравнения изменяется в зависимости от скорости, однако его влияние очень существенно на выходной параметр.

По формуле (3) проведен расчет величины натяжения для скоростей перематывания 100, 500, 900 м/мин. Для расчета приняты следующие экспериментальные исходные данные: $f_1=0,22$; $f_2=0,2$; $\alpha=90^\circ$; $\beta=55^\circ$; $\gamma=20$; $\delta=30^\circ$; $\varphi=30^\circ$; Q=24 сН. После выполнения расчетов получили, что при скорости перематывания 100 м/мин натяжение после натяжного устройства составляет 27,45 сН; при скорости 500 м/мин натяжение равно 31,8 сН; при скорости 900 м/мин натяжение равно 43,4 сН.

На разработанном стенде после натяжного устройства устанавливался тензодатчик и с помощью аппаратного комплекса "Тумаг" записывалось натяжение перематываемой хлопчатобумажной пряжи 29

текс. Результаты замеров приведены в табл. 2 (натяжение хлопчатобумажной пряжи 29 текс после натяжного прибора в зависимости от скорости).

Таблица 2

Скорость перематывания V, м/мин	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Натяжение F, сН	22,6	25,2	28,9	31,4	34,1	36,8	39,9	43,0	45,2
Среднее квадратическое отклонение σ , сН	2,12	1,39	2,14	2,7	4,2	4,3	4,79	4,57	5,21
Коэффициент вариации C, %	9,4	5,5	7,38	8,6	12,3	11,7	12,0	10,6	11,5

Результаты, приведенные в табл. 2, показывают, что при увеличении скорости перематывания в девять раз натяжение хлопчатобумажной пряжи 29 текс увеличивается в 2 раза. Среднее квадратическое отклонение увеличивается в 2,45 раза, а коэффициент вариации находится в диапазоне от 5,5 до 12,3 %. Сравнивая результаты аналитического расчета натяжения по полученной формуле после натяжного прибора с экспериментальными данными, можно отметить, что результаты расчета достаточно близки к экспериментальным данным. Полученная формула (3) позволяет с хорошей точностью рассчитать натяжение пряжи после двухзонного натяжного прибора на мотальной машине М-2М.

В результате аппроксимации экспериментальных данных натяжения хлопчатобумажной пряжи 29 текс после натяжного прибора в зависимости от скорости перематывания получено уравнение:

$$F = 19,86 + 0,0285V, \quad (4)$$

где V – скорость перематывания, м/мин.

Относительная ошибка полученного уравнения составляет 0,29 % при доверительной вероятности $P_d = 0,95$.

График влияния скорости перематывания на натяжение хлопчатобумажной пряжи 29 текс после натяжного прибора представлен на рис. 1.

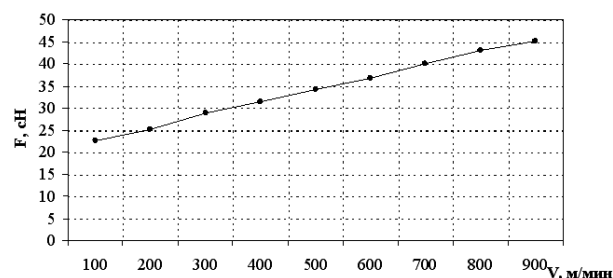


Рис. 1

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований можно заключить следующее.

1. Формулы (1), (3), предложенные для определения натяжения нити при перематывании, позволяют с хорошим приближением определять натяжение хлопчатобумажной пряжи.

Обязательным условием использования этих формул является необходимость экспериментального определения некоторых входящих параметров.

2. В результате проведенных экспериментов выявлено, что при увеличении скорости перематывания хлопчатобумажной пряжи 29 текс от 100 до 900 м/мин натяжение в вершине баллона увеличивается в 15 раз, а после натяжного прибора в 2 раза.

3. На увеличение натяжения пряжи в процессе перематывания в зависимости от скорости основное влияние оказывает инерционная составляющая натяжения.

4. Получены аналитические зависимости влияния скорости перематывания на натяжение хлопчатобумажной пряжи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хлопчаткачество: справочник / П.Т. Букаев, Э.А. Оников, Л.А. Мальков и др. – М.: Легпромбыгиздат, 1987.

2. *Гордеев В.А., Волков П.В.* Ткачество. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

3. *Николаев С.Д., Сумарукова Р.И., Юхин С.С., Власов П.В.* Теория процессов, технология и оборудование подготовительных операций ткачества. – М.: Легпромбыгиздат, 1993.

4. Патент № 2128326 РФ. Устройство для оперативной записи информации / В.Г. Кравченко,

А.Н. Ступников, А.Б. Брут-Бруляко. – Оpubл. 27.03.1999. Бюл. № 4.

5. *Брут-Бруляко А.Б., Поповецкая Ю.А.* Натяжение нити после двухзонного натяжного устройства на машине МЛМ-2 // Вестник КГТУ, №5. – Кострома, 2002. С. 44...46.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 30.06.08.
