

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО СПОСОБА ФОРМИРОВАНИЯ ТКАЦКОГО НАВОЯ

А.Ю. КУТЬИН, Ю.К. КУТЬИН, В.Л. МАХОВЕР

(Ивановская государственная текстильная академия)

В работе [1] наглядно показано, что точно отмеренная длина пряжи в сновании и разматывание паковок с одинаковой вытяжкой не обеспечивают ликвидации отходов при доработке шлихтовальной партии. Существующий способ формирования длинномерных материалов в рулон сопровождается сжатием наматываемого материала. По этой причине длина пряжи, измеренная на открытой поверхности, не равна ее длине в сформированном рулоне.

Изменение длины зависит от величины смещения витков в процессе наматывания материала, то есть от напряженной структуры намотки. А поскольку в рулон формируется длинномерный материал со случайно распределенными параметрами, то и напряженная структура намотки является случайной.

Измеренная длина нитей на открытой поверхности изменяется в дальнейшем за счет сжатия формируемого рулона, величина которого определяется упругими свойствами наматываемого материала. В связи с этим тратить средства на разработку высокоточных измерителей длины, не отслеживая напряженную структуру рулона, не имеет смысла.

Длина нитей, измеренная на открытой поверхности, и фактическая их длина в ру-

лоне могут быть равны лишь при отсутствии смещения витков в процессе формирования намотки, то есть когда плотность намотки постоянна.

Каким образом обеспечить постоянную плотность намотки формируемого рулона и какие параметры должны при этом контролироваться, – подробно изложено в [2].

Рассмотрим преимущества новой технологии [3] формирования ткацкого навоя. В соответствии с математической моделью [1]:

$$a = \frac{b}{2\gamma_H} + \chi\theta, \quad (1)$$

$$\rho = \frac{b}{2\gamma_H}\theta + \frac{\chi}{2}\theta^2 + \rho_0, \quad (2)$$

$$L = \theta \left(\frac{b}{4\gamma_H}\theta + \frac{\chi}{6}\theta^2 + \rho_0 \right), \quad (3)$$

$$\gamma = \frac{bL}{\rho^2 - \rho_0^2} \quad (4)$$

было сформировано восемь сновальных паковок со следующими характеристиками: линейная плотность пряжи $T = 28,82 \cdot 10^{-6}$ кг/м; количество нитей в заправке $M = 465$; длина снования $L = 11000$ м; средняя плотность намотки

$\gamma_{\text{ср}} = 470 \text{ кг/м}^3$; фиксированный радиус намотки $\rho_{\text{ф}} = 0,355 \text{ м}$; $b = \text{МТ}/(\pi\text{Н}) = 3,047 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{рад})$; радиус ствола сновального вала $\rho_0 = 0,12 \text{ м}$; начальная плотность намотки $\gamma_{\text{н}} = 484,54 \text{ кг/м}^3$; фиксированное количество оборотов $n_{\text{ф}} = 11532$; рассадка фланцев $\text{Н} = 1,4 \text{ м}$; $\chi = d^2\rho/d\theta^2 = 2,685492 \cdot 10^{-12} \text{ м/рад}^2$.

При конечном угле поворота паковки $\theta_{\text{к}} = 2\pi n_{\text{к}} = 8521 \cdot 2\pi = 53539 \text{ рад}$ длина снования, вычисленная по формуле (3), и радиус намотки, определенный по формуле (2), соответственно равны 10999,7 и 0,2922 м.

Формирование всех сновальных паковок завершалось при конечном количестве оборотов 8521. По окончании намотки контроллер выдавал на цифровое табло конечные значения фактических радиусов намотки, величина которых составила

0,2922; 0,2919; 0,2924; 0,2921; 0,2923; 0,2922; 0,2922 и 0,2923 м.

При проведении эксперимента контроллер с помощью накладного роликового датчика каждый раз подсчитывал длину намотанной пряжи, конечное значение которой также высвечивалось на цифровом табло. Конечная длина намотки составила 10999, 10993, 11005, 10997, 11003, 10999, 10999 и 11003 м.

Отклонение конечных радиусов и длины намотки от расчетных значений связано с изменениями скорости (1) перемещения точки наматывания, радиусов стволков и рассадки фланцев сновальных валов. Действительно, если изменяется коэффициент b вследствие изменения рассадки фланцев, то изменяются величины $n_{\text{ф}}$, χ , $L_{\text{к}}$ и $\rho_{\text{к}}$ при сохранении других характеристик неизменными, что наглядно показано в табл. 1.

Таблица 1

$b, 10^{-3} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{рад})$	$n_{\text{ф}}, \text{ обороты}$	$10^{-12} \chi, \text{ м/рад}^2$	$L_{\text{к}}, \text{ м}$	$\rho_{\text{к}}, \text{ м}$
3,0470	11532	2,6854920	10999,7	0,2922
3,0424	11555	2,6760764	10993,0	0,2919
3,0512	11522	2,6915438	11006,0	0,2924
3,0449	11546	2,6804673	10996,4	0,2921
3,0491	11530	2,6878147	11002,9	0,2923

Все представленные в табл. 1 величины связаны с коэффициентом b посредством соотношений (6), (5), (3) и (2) работы [1].

Рассмотрим вариант разматывания сновальных паковок на стойке шлихтовальной машины с равной угловой скоростью. Для этого случая в [4] приведена формула:

$$\hat{A}_{\text{max}} = \left[\frac{\rho_{\text{max}}}{\rho_{\text{min}}} (1 + 0,01V_{\text{min}}) - 1 \right] \cdot 100, \% \quad (5)$$

где V_{max} , V_{min} – максимальная и минимальная вытяжки нитей при сматывании валов, имеющих в заправке максимальный ρ_{max} и минимальный ρ_{min} радиусы намотки.

Там же, в [4], доказано, что в процессе разматывания сновальных паковок с равной угловой скоростью минимальная вы-

тяжка стремится к максимальной. Вследствие этого вал с минимальным радиусом намотки при последовательной заправке нитей устанавливается последним относительно ткацкого навоя и на нем поддерживается максимально допустимая вытяжка. Остальные валы расставляются по мере увеличения радиусов намотки.

Задаем минимальную вытяжку 1,4%, тогда максимальная вытяжка для валов табл. 1, вычисленная по формуле (5), в начале размотки составит 1,57%.

В [1] приведена формула (9) для расчета текущего радиуса размотки в зависимости от угла поворота сновальной паковки на стойке шлихтовальной машины. С учетом указанной формулы для любых двух валов можно записать:

$$\rho_{\text{р1}} = \rho_{\text{кmax}} - \frac{b_{\text{max}}}{2\gamma_{\text{н}}} \varphi - \frac{\chi_{\text{max}}}{2} \varphi^2, \quad (6)$$

$$\rho_{p_2} = \rho_{k \min} - \frac{b_{\min}}{2\gamma_H} \varphi - \frac{\chi_{\min}}{2} \varphi^2. \quad (7)$$

Вычитая из (6) уравнение (7), получим:

$$\lambda \varphi^2 + \mu \varphi + c = 0, \quad (8)$$

где $\lambda = (\chi_{\max} - \chi_{\min})/2$; $\mu = (b_{\max} - b_{\min})/(2\gamma_H)$;
 $c = \rho_{k \min} - \rho_{k \max} + \Delta\rho$; $\Delta\rho = \rho_{p_1} - \rho_{p_2}$.

Решение квадратного уравнения (8) по-

зволяет определить угол φ поворота паковки, при котором размах между радиусами будет равен заданной величине $\Delta\rho$:

$$\varphi = \frac{\sqrt{\mu^2 - 4\lambda c} - \mu}{2\lambda}. \quad (9)$$

Результаты расчетов по формулам (5), (9), (6) (или (7)) для валов табл. 1 приведены в табл. 2.

Таблица 2

$\Delta\rho, 10^{-4} \text{ м}$	$n=\varphi/2\pi$	$\rho_1, \text{ м}$	$\rho_2, \text{ м}$	$\rho_3, \text{ м}$	$\rho_4, \text{ м}$	$\rho_5, \text{ м}$	$B_{\min}, \%$
5	0	0,2919	0,2921	0,2922	0,2923	0,2924	1,400
4	1736	0,2575	0,2577	0,2577	0,2578	0,2579	1,412
3	3442	0,2234	0,2235	0,2236	0,2236	0,2237	1,443
2	5118	0,1896	0,1897	0,1897	0,1897	0,1898	1,484
1	6766	0,1560	0,1559	0,1561	0,1561	0,1561	1,505
0	8387	0,1227	0,1228	0,1228	0,1228	0,1227	1,570
0	8521	0,1199	0,1200	0,1200	0,1199	0,1199	1,570

Из приведенных расчетов видно, что разматывание идентичных сновальных паковок с равной угловой скоростью обеспечивает выравнивание радиусов по мере увеличения угла φ , а вытяжка стремится к максимально допустимому значению.

Итоговая вытяжка в партии сновальных валов на стойке шлихтовальной машины определяется ее средним значением B_{cp} , которое вычисляется из следующих соотношений:

$$\omega = \frac{v_{\max}}{\rho_{\max}} = \frac{v_H}{[0,01B_{\min} + 1]\rho_{\max}},$$

$$B_{cp} = \frac{v_H - \omega\rho_{cp}}{\omega\rho_{cp}}, \quad (10)$$

где v_H – линейная скорость ткацкого наволя; $v_{H\max}$ – линейная скорость сноваль-

ной паковки с максимальным ρ_{\max} радиусом намотки; ω – угловая скорость размотки сновальных валов.

При формировании ткацких навоев с линейной скоростью $v_H = 60$ м/мин (1 м/с) средняя вытяжка в начале разматывания валов $B_{cp} = 1,47\%$. Относительное отклонение максимальной и минимальной вытяжки от ее среднего значения не будет превышать $\pm 6,5\%$. По мере убывания радиусов этот разброс будет стремиться к нулю.

С учетом вытяжки в процессе разматывания сновальных паковок конечные длины смотанной пряжи для минимального и максимального радиусов намотки валов шлихтовальной партии соответственно будут:

$$L_{p \min} = \varphi_k \left(\rho_{k \min} - \frac{b_{\min}}{4\gamma_H} \varphi_k - \frac{\chi_{\min}}{6} \varphi_k^2 \right) (1 + 0,01B_{\max}) =$$

$$= 11060 + 173,6 = 11233,6 \text{ м},$$

$$L_{p \max} = \varphi_k \left(\rho_{k \max} - \frac{b_{\max}}{4\gamma_H} \varphi_k - \frac{\chi_{\max}}{6} \varphi_k^2 \right) (1 + 0,01B_{cp \min}) =$$

$$= 11073 + 162,8 = 11235,8 \text{ м}. \quad (11)$$

ВЫВОДЫ

Практика разматывания идентичных сновальных паковок на модернизированной стойке шлихтовальной машины с равной угловой скоростью полностью подтвердила выдвинутые теоретические положения. Величина отходов мягкой пряжи при завершении шлихтовальной партии не превышала 0,1...0,2 кг.

Для обеспечения безотходного сматывания сновальных паковок необходимо в процессе их формирования фиксировать минимальный и максимальный радиусы намотки, которые используются для расчета максимально допустимой вытяжки при сматывании. Вал с минимальным значением радиуса намотки устанавливается на сновальную стойку последним по отношению к ткацкому навою. Вытяжка на этом валу должна быть максимально допустимой. Остальные валы устанавливаются по мере увеличения радиусов намотки.

Для повышения качественных характеристик ткацкого навоя необходимо обеспечить минимальную величину размаха между максимальным и минимальным радиусами намотки. В этом случае минимизируется вытяжка со всех сновальных валов.

При создании нового оборудования следует минимизировать допуски на рассадку фланцев и радиус ствола сновального вала, так как они влияют на расчет параметров намотки в соответствии с математической моделью (1)...(4).

1. Традиционная технология формирования материалов в рулон не обеспечивает одинакового напряженного состояния намотки. В результате точное отмеривание длины в процессе формирования рулона длинномерного материала при разной напряженной структуре намотки не является гарантией равенства между измеренной длиной и фактической длиной в сформированной паковке.

2. Рассмотренная новая технология [3] формирования ткацкого навоя обладает явными преимуществами перед существующей, так как позволяет проектировать и формировать сновальные паковки с заданной напряженной структурой и определяет необходимые и достаточные условия для эффективного сматывания их на стойке шлихтовальной машины, обеспечивая ликвидацию мягких отходов пряжи и минимальную и одинаковую вытяжку нитей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутьин А.Ю., Кутьин Ю.К., Маховер В.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 6. С.40...43.
2. Кутьин А.Ю., Кутьин Ю.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 1. С. 49...53.
3. Патент на изобретение № 2178023. Способ формирования ткацких навоев / Кутьин Ю.К., Кутьин А.Ю., Маховер В.Л., Коробов Н.А. – Оpubл. 2000.
4. Кутьин А.Ю., Кутьин Ю.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, № 3. С.57...60.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 11.01.06.