

УДК 677.053.75:677.024.82

ИЗМЕНЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ПО ЛИНИИ ИХ ЗАПРАВКИ В ВЫПУСКНОЙ ЗОНЕ ШЛИХТОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

И.С. БОБЫЛЬКОВА, В.Л. МАХОВЕР, А.В. БУЛЫГИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

В выпускной зоне современных отечественных шлихтовальных машин [1] нити основы 1 (рис.1) огибают мерильный вал 2, обрезиненный выпускной вал 3, ролик-датчик 4, рассеивающий (реглажный) вал 5 и наматываются на ткацкий навой 6.

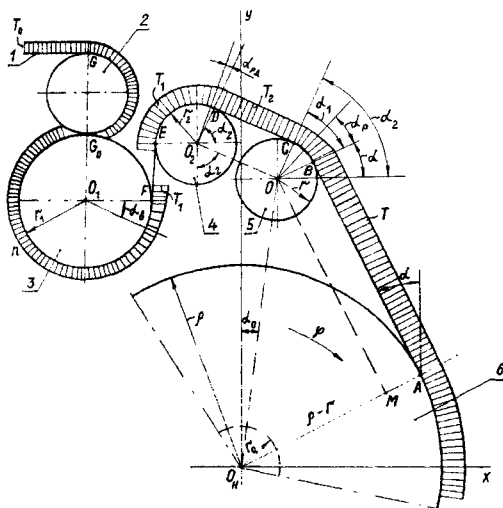


Рис. 1

Вследствие наличия моментов сопротивления вращению ролика-датчика 4 и рассеивающего вала 5 натяжение нитей по ходу их движения будет возрастать.

Рассмотрим методику аналитического определения натяжения нитей на различных участках их заправки в установившемся режиме работы шлихтовальной машины.

На рис. 1 показана эпюра изменения натяжения нитей в зоне формирования ткацкого навоя. В условиях отсутствия полного скольжения по ролику-датчику 4 и рассеивающему валу 5 со стороны набегающих на них ветвей нитей располагают-

ся дуги покоя, а со стороны сбегающих ветвей – дуги упругого проскальзывания [2]. Дуга покоя располагается и на поверхности намотки ткацкого навоя.

При наматывании навоя нити испытывают дополнительные деформации на дугах скольжения, характеризующихся углами α_{pd} и α_p , и на свободных участках АВ, CD и EF (рис. 1). Если на входе в зону наматывания (в точке G) суммарное натяжение нитей составляет T_0 , то на участках EF, CD и АВ оно соответственно будет T_1 , T_2 и T . Поскольку $T_1 > T_0$, на выпускном валу 3 тоже располагается дуга скольжения (с углом α_v), на которой нити также получают дополнительную деформацию.

Натяжение T_0 устанавливается уравнительным механизмом, а натяжение наматывания T – задатчиком натяжения на пульте управления шлихтовальной машины. В [1] натяжение T_0 до выпускного вала рекомендуется принимать равным 75% от натяжения T в зоне наматывания на ткацкий навой. По рекомендации [3] натяжение в зоне сушильных барабанов – ценовое поле должно составлять 8...10%, а в зоне выпускной вал – ткацкий навой 18...20% от разрывной прочности пряжи. Исходя из этих рекомендаций отношение T_0/T составляет 0,4...0,75.

Считая суммарное натяжение T нитей заданным, а отношение $T_0/T = \delta$, определим натяжения T_2 и T_1 , а также углы скольжения нитей (α_p , α_{pd} и α_v) по соответствующим валам без учета работы реглажного механизма.

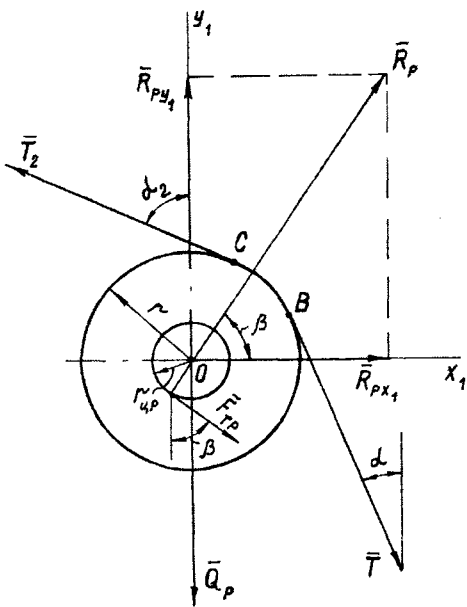


Рис. 2

На освобожденный от связей рассеивающий вал (рис. 2) кроме натяжений действуют силы: Q_p – вес вала; \bar{R}_p – общая сила реакции опор; $\bar{F}_{тр}$ – сила трения в подшипниках.

Составим условия статического равновесия рассеивающего вала в системе координат X_1OY_1 :

$$\begin{cases} R_{px1} + f_{цп} R_{py1} = T_2 \sin \alpha_2 - T \sin \alpha, \\ f_{цп} R_{px1} - R_{py1} = T_2 \cos \alpha_2 - T \cos \alpha - Q_p \end{cases}, \quad (1)$$

$$(T - T_2)r = f_{цп} R_p r_{цп}, \quad (2)$$

где $f_{цп}, r_{цп}$ – коэффициент трения в цапфах рассеивающего вала и радиус цапфы.

При составлении уравнений (1) и (2) учитывалось, что $F_{тр} = f_{цп} R_p$, $F_{тр} \sin \beta = f_{цп} R_p \sin \beta = f_{цп} R_{py1}$, $F_{тр} \cos \beta = f_{цп} R_p \cos \beta = f_{цп} R_{px1}$.

Решив систему уравнений (1) относительно R_{px1} и R_{py1} и имея в виду, что

$$R_p = \sqrt{R_{px1}^2 + R_{py1}^2}, \text{ находим}$$

$$R_p = \sqrt{\frac{1}{(1 + f_{цп}^2)} [T^2 + T_2^2 + Q_p^2 - 2TT_2 \cos(\alpha_2 - \alpha) + 2Q_p (T \cos \alpha - T_2 \cos \alpha_2)]}. \quad (3)$$

После подстановки этого выражения в (2) и несложных преобразований приходим к квадратному уравнению относительно натяжения T_2 :

$$\xi T_2^2 - 2\eta T_2 + \zeta = 0, \quad (4)$$

$$\eta = T - (1 - \xi)[T \cos(\alpha_2 - \alpha) + Q_p \cos \alpha_2], \quad (6)$$

$$\zeta = \xi T^2 - (1 - \xi)Q_p (Q_p + 2T \cos \alpha). \quad (7)$$

Рассматривая аналогичным образом условия статического равновесия ролика датчика 4 (рис.1), получаем

$$R_{p\partial} = \sqrt{\frac{1}{(1 + f_{ц\partial}^2)} [T_2^2 + 2T_2 (T_1 + Q_{\partial}) \cos \alpha_2 + (T_1 + Q_{\partial})^2]}, \quad (8)$$

$$\xi_1 T_1^2 - 2\eta_1 T_1 + \zeta_1 = 0, \quad (9)$$

где

$$\xi_1 = 1 - \frac{f_{\text{цд}}^2 r_{\text{цд}}^2}{(1 + f_{\text{цд}}^2) r_2^2}, \quad (10)$$

$$\eta_1 = T_2 + (1 - \xi_1)(T_2 \cos \alpha_2 + Q_\partial), \quad (11)$$

$$\zeta_1 = \xi_1 T_2^2 - (1 - \xi_1) Q_\partial (Q_\partial + 2T_2 \cos \alpha_2), \quad (12)$$

$R_{\text{р}\partial}$, Q_∂ , $r_{\text{цд}}$, $f_{\text{цд}}$ – соответственно общая реакция опор, вес, радиус цапфы и коэффициент трения в подшипниках ролика-датчика.

При заданном натяжении T нитей, наматывающихся на ткацкий навой, из (4) и (9) последовательно найдем натяжения T_2 и T_1 :

$$T_2 = (\eta_1 - \sqrt{\eta_1^2 - \xi_1 \zeta_1}) / \xi_1, \quad T_1 = (\eta_1 - \sqrt{\eta_1^2 - \xi_1 \zeta_1}) / \xi_1. \quad (13)$$

Для расчета по этим формулам необходимо знать конструктивно постоянный угол α_2 и изменяющийся с увеличением радиуса ρ намотки навоя угол α . Переменной в процессе наматывания будет и длина l участка АВ (рис.1).

Для определения указанных и других геометрических параметров применим метод координат.

Пусть $O_H(0,0)$, $O(a,b)$, $O_2(-a_2, b_2)$ и $O_1[-(a_2 + r_2 + r_1), b_1]$ – координаты центров вращения навоя и соответствующих валов.

Спроектировав на оси координат замкнутую ломаную линию $O_H A B O O_H$ (рис.1), получим

$$\begin{cases} (Q - r) \cos \alpha - l \sin \alpha = a, \\ (Q - r) \sin \alpha + l \cos \alpha = b. \end{cases} \quad (14)$$

Отсюда

$$a \cos \alpha + b \sin \alpha = Q - r. \quad (15)$$

Из (15) методом дополнительного угла находим

$$\alpha = \arcsin \frac{\rho - r}{\sqrt{a^2 + b^2}} - \alpha_0, \quad (16)$$

где постоянный конструктивный угол

$$\alpha_0 = \arctg(a / b). \quad (17)$$

Амплитуда возвратно-поступательного осевого перемещения рассеивающего вала в зависимости от настройки регулируемого механизма составляет 4,3...17,3 мм [4], что является пренебрежимо малой величиной по сравнению с длиной l нитей на участке АВ.

Вследствие этого из прямоугольного $\Delta O_H O M$

$$l = \sqrt{a^2 + b^2 - (Q - r)^2}. \quad (18)$$

На современных отечественных шлицевальных машинах принято $r_2 = r$. Поэтому угол α_2 и длину $l_2 = CD = O O_2$ (рис. 1) можно найти из соотношений

$$\begin{cases} l_2 \cos \alpha_2 = b_2 - b, \\ l_2 \sin \alpha_2 = a + a_2. \end{cases} \quad (19)$$

Откуда

$$\alpha_2 = \arctg[(a + a_2) / (b_2 - b)], \quad (20)$$

$$l_2 = \sqrt{(a + a_2)^2 + (b_2 - b)^2}. \quad (21)$$

Углы охвата нитями рассеивающего вала, ролика-датчика и выпускного вала (рис.1) соответственно будут:

$$\alpha_1 = \alpha_2 - \alpha, \quad \alpha_3 = \angle DO_2E = \pi - \alpha_2, \quad \alpha_4 = \angle FnG_0 = 3\pi/2, \quad (22)$$

а свободная длина

$$\ell_3 = EF = b_2 - b_1. \quad (23)$$

$$\alpha_p = \frac{1}{f} \ln(T/T_2), \quad \alpha_{p\delta} = \frac{1}{f} \ln(T_2/T_1), \quad \alpha_b = \frac{1}{f_b} \ln(T_1/T_0), \quad (24)$$

где f , f_b – коэффициенты трения нитей о металлические валы 4,5 и об обрешиненный выпускной вал 3.

По изложенной методике проведены расчеты при подготовке основы для ткани марля арт. 6472 (с числом нитей 1089 и линейной плотностью 18,5 текс) на шлихтовальной машине ШБ-11/140 в условиях ОАО "Зиновьевская мануфактура" (г. Иваново).

На основании экспериментальных измерений в расчетах принято: $a=60$, $b=505$, $B_1=470$, $a_2=77$, $b_2=570$ мм; $r_2=r=65$, $r_1=125$ мм; $r_{цр}=25$, $r_{ц\delta}=22,5$ мм;

После определения по изложенной методике натяжений T_2 и T_1 (при заданных T_0 и T) углы упругого проскальзывания нитей на соответствующих валах (рис. 1) рассчитываются по формулам

$Q_p=351,2$, $Q_\delta=295$ Н; коэффициент трения скольжения с учетом работы режущего механизма $f_{цр}=0,12$. Из справочной литературы $f_{ц\delta}=0,02$, $f=0,16$ и $f_b=0,61$. По формулам (17), (20), (21) и (23) $\alpha_0=0,118$ рад ($6,8^\circ$), $\alpha_2=1,128$ рад ($64,6^\circ$); $\ell_2=152$ и $\ell_3=100$ мм. Нити наматывались на навой пневматического ткацкого станка, поэтому $75 \leq Q \leq 350$ мм.

Результаты расчетов приведены в табл.1.

Таблица 1

Q, м	T ₁ , сН/нить	T ₂ , сН/нить	α ₁ , рад	α _p , рад	α _{pδ} , рад	α _b , рад	ℓ, м
T ₀ =18 сН/нить, T=25 сН/нить, δ= T ₀ /T=0,72							
0,075	22,150	22,580	1,226	0,634	0,121	0,340	0,508
0,175	22,240	22,670	1,028	0,610	0,120	0,347	0,496
0,250	22,320	22,760	0,874	0,586	0,120	0,353	0,474
0,350	22,470	22,910	0,651	0,545	0,120	0,364	0,421
T ₀ =22 сН/нить, T=30 сН/нить, δ= T ₀ /T=0,73							
0,075	26,880	27,360	1,226	0,574	0,112	0,328	0,508
0,175	27,000	27,480	1,028	0,547	0,112	0,336	0,496
0,250	27,100	27,600	0,874	0,522	0,112	0,342	0,474
0,350	27,290	27,780	0,651	0,480	0,111	0,353	0,421
T ₀ =26 сН/нить, T=35 сН/нить, δ= T ₀ /T=0,74							
0,075	31,600	32,140	1,226	0,533	0,106	0,320	0,508
0,175	31,750	32,290	1,028	0,503	0,106	0,328	0,496
0,250	31,880	32,420	0,874	0,477	0,106	0,334	0,474
0,350	32,110	32,660	0,651	0,433	0,106	0,346	0,421
T ₀ =30 сН/нить, T=40 сН/нить, δ= T ₀ /T=0,75							
0,075	36,310	36,900	1,226	0,503	0,101	0,313	0,508
0,175	36,490	37,090	1,028	0,472	0,101	0,321	0,496
0,250	36,660	37,260	0,874	0,444	0,101	0,329	0,474
0,350	36,920	37,520	0,651	0,399	0,101	0,340	0,421

Выборочные измерения натяжения группы крайних нитей полотна основы на шлихтовальной машине с помощью бол-

гарского прибора Pond дали значения, близкие к расчетным.

ВЫВОДЫ

Предложена методика расчета натяжения нитей по линии их заправки в выпускной зоне шлихтовальной машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брут-Бруляко А.Б., Живетин В.В. Современная техника и технология льноткацкого производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1984.

2. Маховер В.Л. Натяжение нитей основы на стойках шлихтовальных машин. – Ярославль: Верхне-Волжское кн. изд-во, 1977.

3. Шурупов В.И. // Текстильная промышленность. – 1980, № 4. С. 38...40.

4. Маховер В.Л. // Текстильная промышленность. – 1982, № 11. С. 57...59.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 13.06.02.
