

## РАСЧЕТ НАТЯЖЕНИЯ ПРОВОЛОК ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НАВОЙНОГО ВАЛА НА УСТАНОВКЕ НС-100-М

В.Л. МАХОВЕР, Т.Б. ВОРОБЬЕВА, С.В. СЕЛЕЗНЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Продолжая изучение [1...3] стационарного процесса формирования навойного вала на установке НС-100-М [4], получим методику расчета натяжения проволок 1 по ходу их движения от разделительного валика  $E_4$  (рис. 1) до навойного вала 2 (рис. 2).

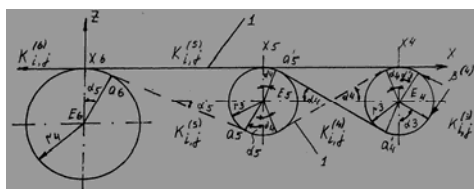
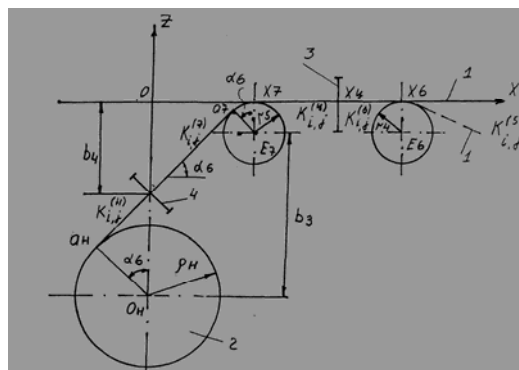
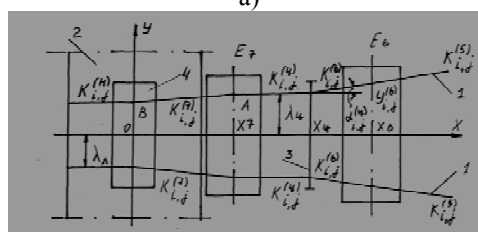


Рис. 1



а)



б)

Рис. 2

Исходим из того, что перед разделительным валиком  $E_4$  натяжения  $K_{i,j}^{(3)}$  проволок, сматывающихся с катушек тороидального шпулярника [1], известны (расчитаны по методике [1...3]). Здесь, как и ранее [1],  $i=1,2,\dots,n$ ;  $j=1,2,\dots,m$  – координаты катушек в шпулярнике.

Нити-проволоки последовательно проходят разделительные валки  $E_4$  и  $E_5$

$$K_{i,j}^{(5)} = \begin{cases} \frac{K_{i,j}^{(3)}}{\cos \beta'_{i,j}} \exp[f_b(\alpha'_3 + 2\alpha_4 + \alpha_5)], & i=1, 2, \dots, n; j=2k'-1; k'=1, 2, \dots, m/2; \\ \frac{K_{i,j}^{(3)}}{\cos \beta'_{i,j}} \exp[f_b(\alpha_3 + 2\alpha_4)], & i=1, 2, \dots, n; j=2k'; k'=1, 2, \dots, m/2, \end{cases} \quad (1)$$

где  $f_b$  – коэффициент трения проволок о поверхность валиков; угол  $\beta'_{i,j}$  рассчитывается по формуле [2 (14)], а  $\alpha_3$  и  $\alpha'_3$  – по формулам [3 (25) и (26)].

Входящие в эти формулы неизвестные углы  $\alpha_4$  и  $\alpha_5$  можно найти проектированием соответствующих замкнутых ломаных линий  $X_5E_5a'_5a'_4E_4X_4$  и  $X_6E_6a_6a_5E_5X_5$  (рис. 1) на оси координат.

Из полученных таким образом уравнений

Следовательно:

$$K_{i,j}^{(6)} = K_{i,j}^{(5)}; \quad i=1, 2, \dots, n; \quad j=2k'; \quad k'=1, 2, \dots, m/2. \quad (4)$$

Поскольку незаторможенный валик  $E_6$  вращается нитями в цапфах свободно, а масса валика и угол  $\alpha_5$  его охвата невелики, принимаем равенства (4) справедливыми и в данном случае, то есть при  $i=1,2,\dots,n$ ;  $j=2k'-1$ ;  $k'=1,2,\dots,m/2$ .

Угол перегиба нитей-проволок в ценовом рядке

$$\alpha_{i,j}^{(u)} = \arctg\left[\frac{Y_{i,j}^{(6)} - Y_{i,j}^{(u)}}{X_6 - X_u}\right], \quad (5)$$

где величина  $Y_{i,j}^{(u)}$  рассчитывается по формуле [1 (5)], а  $Y_{i,j}^{(6)}$  – по формуле [1 (7)] при  $k=6$ .

(рис. 1) и поступают на валки  $E_6, E_7$  (рис. 2). При своем движении проволоки идут через ценовый рядок 3 и разделительное бердо 4.

Валки  $E_4$  и  $E_5$  (рис. 1) невращающиеся. Вследствие этого натяжения проволок после них определяются с применением формулы Л. Эйлера, например:

$$\alpha_4 = \arcsin[2r_3/(X_4 - X_5)], \quad (2)$$

$$\alpha_5 = \arcsin\left[\frac{(r_3 + r_4)/\sqrt{(X_5 - X_6)^2 + (r_4 - r_3)^2}}{X_5 - X_6}\right] - \arctg[(r_4 - r_3)/(X_5 - X_6)]. \quad (3)$$

Проволоки, сматывающиеся с катушек шпулярника, имеющих четные индексы  $j$  в каждом вертикальном ряду, лишь касаются поверхности валика  $E_6$  (рис.1,2).

Следовательно, натяжение проволок после ценового рядка (рис. 2) до валика  $E_7$  будет:

$$K_{i,j}^{(u)} = K_{i,j}^{(6)} \exp(f_u \alpha_{i,j}^{(u)}), \quad (6)$$

где  $f_u$  – коэффициент трения проволок о зубья ценового рядка.

Для переходного валика с абсциссой  $X_7$  (рис. 2-а) равнодействующие сил натяжений, перпендикулярных его оси, будут:

$$K_{\Sigma}^{(u)} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_{i,j}^{(u)}, \quad (7)$$

$$K_{\Sigma}^{(7)} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_{i,j}^{(7)} \cos \beta_{i,j}^{(7)},$$

где  $\beta_{i,j}^{(7)}$  – угол отклонения проволок от плоскости XOZ после переходного валика  $E_7$ :

$$\cos \beta_{i,j}^{(7)} = \sqrt{X_7^2 + b_4^2} / \sqrt{(Y_{i,j}^{(u)} - Y_{i,j}^{(p)})^2 + X_7^2 + b_4^2}. \quad (8)$$

Здесь ординаты  $Y_{i,j}^{(u)}$  нитей в ценовом ряду 3 (рис. 2) рассчитываются по формуле [1 (5)], а ординаты  $Y_{i,j}^{(p)}$  в распределительном ряду – по аналогичной формуле:

$$Y_{i,j}^{(p)} = \lambda_n - \frac{2\lambda_n}{mn-1} [(i-1)m + (j-1)], \quad (9)$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$ ;  $2\lambda_n$  – ширина ленты (рис. 2-б).

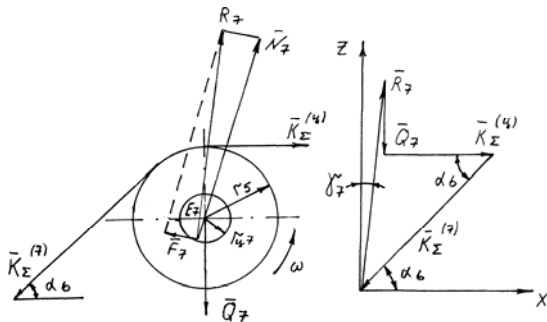


Рис. 3

Для переходного валика  $E_7$  (рис. 2) схема действия сил и силовой многоугольник (рис. 3) будут такими же, как и для валика  $E_2$  [3], поэтому по аналогии с [3 (10), (9)] записываем:

$$K_{i,j}^{(7)} = (K_{i,j}^{(u)} + 2f_{o_7} R_7 / mn) / \cos \beta_{i,j}^{(7)}, \quad (10)$$

где

$$f_{o_7} = f_7 r_{ц7} / (r_5 \sqrt{1 + f_7^2}), \quad (11)$$

$f_7$  – коэффициент трения в опорах;  $r_{ц7}$ ,  $r_5$  – радиус цапфы и радиус переходного валика  $E_7$ .

Аналогично формулам [3 (18)... (22)] будем иметь:

$$R_7 = (K_{\Sigma}^{(u)} \sin \alpha_6 + Q_7 \cos \alpha_6) / \cos \gamma_7^*, \quad (12)$$

где

$$\gamma_7^* = \gamma_7 + \alpha_6 \quad (\text{рис. 3}), \quad (13)$$

$$\cos \gamma_7^* = (A_1 \sqrt{A_1^2 + B_1^2 - C_1^2} - B_1 C_1) / (A_1^2 + B_1^2), \quad (14)$$

$$A_1 = K_{\Sigma}^{(u)} \sin \alpha_6 + Q_7 \cos \alpha_6, \quad (15)$$

$$B_1 = K_{\Sigma}^{(u)} (1 - \cos \alpha_6) + Q_7 \sin \alpha_6, \quad (16)$$

$$C_1 = f_{o_7} (Q_7 \cos \alpha_6 + K_{\Sigma}^{(u)} \sin \alpha_6), \quad (17)$$

$Q_7$  – вес переходного валика  $E_7$ .

Необходимый для расчета угол  $\alpha_6$  определяется проектированием линии  $O_n a_n a_7 E_7$  (рис. 2-а) на оси координат XOZ:

$$\begin{cases} -(\rho_n - r_5) \sin \alpha_6 + a_n a_7 \cos \alpha_6 = X_7, \\ (\rho_n - r_5) \cos \alpha_6 + a_n a_7 \sin \alpha_6 = b_3, \end{cases} \quad (18)$$

где  $\rho_n$  – радиус намотки навоинного вала.

Из (18) находим:

$$\alpha_6 = \arccos \frac{\rho_n - r_5}{\sqrt{b_3^2 + X_7^2}} - \arctg \frac{X_7}{b_3}. \quad (19)$$

Полагая приближенно плоскость нитей  $a_n a_7$  (рис. 2-а) совпадающей с плоскостью  $a_n X_7$ , угол перегиба проволок в распределительном ряду будет:

$$\alpha_{i,j}^{(p)} = \arctg \left[ (Y_{i,j}^{(u)} - Y_{i,j}^{(p)}) / \sqrt{X_7^2 + b_4^2} \right], \quad (20)$$

где ординаты  $Y_{i,j}^{(u)}$  и  $Y_{i,j}^{(p)}$  рассчитываются по формулам [1 (5)] и (9).

В итоге натяжение проволок, наматывающихся на ткацкий навоинный вал, будет:

$$K_{i,j}^{(n)} = K_{i,j}^{(7)} \exp(f_p \alpha_{i,j}^{(p)}), \quad (21)$$

где  $f_p$  – коэффициент трения проволок о зубья распределительного рядка.

По предложенной методике на компьютере рассчитаны натяжения 380 проволок диаметром 0,055 мм из сплава Л-80 (полутампак: 80 % меди и 20 % цинка) применительно к металлотацкому производству, г. Кольчугино Владимирской обл. (станки СТР-100).

В табл. 1 приведены выборочные результаты расчета для проволок крайних и

средних катушек шпулярика. В расчетах кроме исходных данных [1...3] принято:  $X_5 = 755$  мм;  $X_6 = 609$  мм;  $X_7 = 8$  мм;  $X_{\text{ц}} = 405$  мм;  $r_4 = 10$  мм;  $r_5 = 15$  мм;  $r_{\text{ц}} = 10$  мм;  $b_3 = 510$  мм;  $b_4 = 145$  мм;  $\lambda_{\text{ц}} = 36$  мм;  $\lambda_{\text{л}} = 25,5$  мм;  $\rho_{\text{н}} = 262,5$  мм;  $f_{\text{ц}} = f_p = 0,22$  [5];  $f_7 = 0,20$ ;  $Q_7 = 1500$  сН.

Сформированные ткацкие навои (навойные валы) используются в ткачестве металлических сеток в основном для целлюлозно-бумажной промышленности.

Т а б л и ц а 1

Порядковые номера $i$ вертикальных рядов катушек	Порядковые номера $j$ горизонтальных рядов катушек							
	1		18		21		38	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Натяжение $K_{i,j}^{(5)} = K_{i,j}^{(6)}$ проволок (сН) после валика $E_6$ (рис. 2)								
1	11,7	25,3	11,5	24,7	10,9	23,8	11,3	24,4
4	10,9	23,9	11,0	23,7	10,4	22,8	10,6	22,7
7	10,9	23,9	11,0	23,7	10,4	22,8	10,5	22,7
10	11,8	25,8	11,5	24,8	10,9	23,8	11,3	24,4
Натяжение $K_{i,j}^{(u)}$ проволок (сН) после ценового рядка (рис. 2)								
1	12,6	27,5	12,3	26,4	11,6	25,5	12,2	26,2
4	11,1	24,4	11,2	24,2	10,6	23,3	10,8	23,3
7	10,7	23,4	10,8	23,2	10,2	22,3	10,3	22,2
10	11,0	24,1	10,7	23,2	10,2	22,3	10,6	22,8
Натяжение $K_{i,j}^{(7)}$ проволок (сН) после валика $E_7$ (рис. 2)								
1	13,8	29,6	13,5	28,6	12,8	27,5	13,4	28,3
4	12,4	26,5	12,5	26,3	11,8	25,4	12,1	25,4
7	11,9	25,4	12,0	25,3	11,4	24,4	11,6	24,3
10	12,2	26,2	12,0	25,3	11,4	24,4	11,8	24,9
Натяжение $K_{i,j}^{(n)}$ проволок (сН), наматывающихся на навойный вал (рис. 3)								
1	14,0	30,1	13,7	29,0	13,9	28,0	13,6	28,7
4	12,5	26,7	12,6	26,5	11,9	25,5	12,1	25,5
7	11,8	25,4	11,9	25,2	11,3	24,2	11,5	24,2
10	12,1	25,8	11,8	24,9	11,2	24,0	11,6	24,5

П р и м е ч а н и е. I –  $M=0$  (катушки тормозятся от собственного веса); II –  $M=150$  сН·мм

## ВЫВОДЫ

Предложена методика расчета натяжения проволок при формировании навойного вала (ткацкого навоя) на навойной установке НС-100-М с тороидальным шпуляриком.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Маховер В.Л., Воробьева Т.Б., Тувин А.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, № 3. С.41...45.
2. Воробьева Т.Б., Маховер В.Л., Селезнев С.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, № 6, С.42...47.
3. Маховер В.Л., Селезнев С.В., Воробьева Т.Б. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 6. С.53...57.

4. Паспорт навойной станции марки НС-100-М. Шуйский машиностроительный завод им. М.В. Фрунзе, 1980.

5. *Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С.* Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1997.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 15.05.07.

---