

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НИТЕЙ ОСНОВЫ СО СКАЛОМ ПРИ ЕГО СЛОЖНОМ ДВИЖЕНИИ

Д.Е. ЕФРЕМОВ, С.Н. СПЕРАНСКИЙ, И.Н. ПАХОТИНА

(Ивановская государственная текстильная академия)

В [1, с.117] приведено описание основного регулятора со сложным движением скала (рис.1), в котором компенсация на-

тяжения основных нитей должна осуществляться при перемещении скала по направляющим.

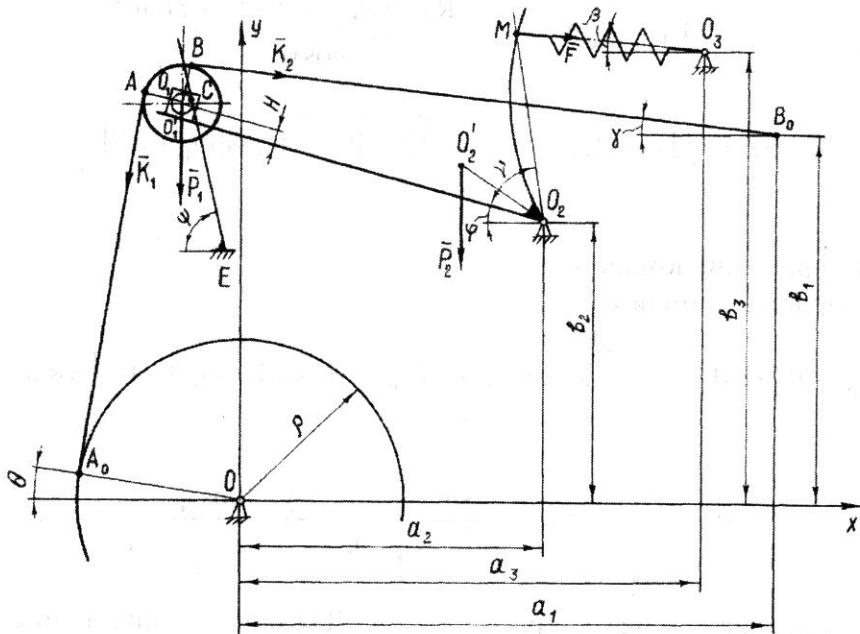


Рис. 1

Рассмотрим задачу определения геометрических характеристик заправочной линии основы при прямолинейной направляющей скала и определим условия, необходимые для поддержания на постоянном уровне статической составляющей натяжения основы по мере срабатывания навоя.

Введем обозначения (рис.1):  $O$  – точка на оси навоя, совпадающая с началом координат;  $A_0$  – точка на линии схода основы с навоя с радиусом намотки  $\varrho = OA_0$ ;  $\cap AB$  – дуга охвата скала нитями основы;  $r = O_1A$  – радиус скала;  $O_2(a_2; b_2)$  – точка на оси кронштейнов скала;  $R_1 = O_2O'_1$  – текущее положение ползушки относительно оси кронштейнов скала;  $\varphi = \angle O'_1O_2(-x)$  – переменный угол на-

клона кронштейнов скала;  $H = O_1O'_1$  – расстояние от оси скала до кронштейнов;  $EC$  – профилированная поверхность (в нашем случае прямолинейная) направляющих;  $\psi = \angle CE(-x)$  – угол наклона направляющей поверхности;  $h = EC$  – текущее расстояние от начала направляющей до точки контакта с шипами скала;  $r_0$  – радиус шипов скала;  $B_0(a_1; b_1)$  – точка на линии, проходящей через центр основонаблюдателя;  $\gamma = \angle BB_0(-x)$  – угол наклона нитей основы на участке скало – основонаблюдатель.

Спроектировав на оси координат ломаную  $OA_0AO_1O'_1O_2$ , после преобразований получим

$$[b_2 + R'_1 \sin(\varphi + \varphi')] \sin \theta - [a_2 - R'_1 \cos(\varphi + \varphi')] \cos \theta = \varrho - r, \quad (1)$$

где

Из (1) имеем

$$R'_1 = O_2 O_1 = \sqrt{R_1^2 + H^2},$$

$$\varphi' = \angle O_1 O_2 O'_1 = \arctg(H/R_1).$$

$$\theta = \arcsin \frac{\varrho - r}{\mu_1} + \arcsin \frac{a_2 - R'_1 \cos(\varphi + \varphi')}{\mu_1} \quad (2)$$

и

$$L_1 = A_o A = \frac{b_2 + R'_1 \sin(\varphi + \varphi') - (\varrho - r) \sin \theta}{\cos \theta}, \quad (3)$$

где

$$\mu_1 = \sqrt{[a_2 - R'_1 \cos(\varphi + \varphi')]^2 + [b_2 + R'_1 \sin(\varphi + \varphi')]^2}.$$

Аналогично из проекций ломаной  $EC O_1 O_2$  на оси координат запишем

$$[x_E + R'_1 \cos(\varphi + \varphi') - a_2] \sin \psi + [y_E - R'_1 \sin(\varphi + \varphi') - b_2] \cos \psi = r_o.$$

Отсюда

$$R'_1 = \frac{r_o + (a_2 - x_E) \sin \psi + (b_2 - y_E) \cos \psi}{\sin(\psi - \varphi - \varphi')}, \quad (4)$$

где  $E(x_E; y_E)$  – начальная точка направляющей ЕС.

Расстояние  $h = EC$  будет определяться выражением

$$h = [x_E - a_2 + R'_1 \cos(\varphi + \varphi') - r_o \sin \psi] / \cos \psi. \quad (5)$$

Для определения длины  $BB_o = L_2$  основы в зоне скало – основонаблюдатель спроектируем на оси координат ломаную  $O_2 O_1 BB_o$ . Тогда

$$[a_1 - a_2 + R'_1 \cos(\varphi + \varphi')] \cos \gamma + [b_1 - b_2 - R'_1 \sin(\varphi + \varphi')] \cos \gamma = r$$

и окончательно

$$\gamma = \arcsin \frac{r}{\mu_2} - \arcsin \frac{b_1 - b_2 - R'_1 \sin(\varphi + \varphi')}{\mu_2}, \quad (6)$$

$$L_2 = [a_1 - a_2 + R'_1 \cos(\varphi + \varphi') - r \sin \gamma] / \cos \gamma, \quad (7)$$

где

$$\mu_2 = \sqrt{[a_1 - a_2 + R'_1 \cos(\varphi + \varphi')]^2 + [b_1 - b_2 - R'_1 \sin(\varphi + \varphi')]^2}.$$

Длина нити на скале

$$L_c = r \gamma_c = r (0,5\pi - \theta + \gamma). \quad (8)$$

Из полученных выражений видно, что геометрические характеристики заправочной линии основы на участке навой – основонаблюдатель зависят от конструктивных параметров (угол  $\psi$ ; расстояние  $H$ , координаты точки  $B_0$ , координаты точки  $E$ ), а также переменных  $\varrho$  намотки основы, угла  $\varphi$  наклона кронштейнов скала, координат точки  $C$  контакта скала с направляющими.

Для получения дополнительных уравнений, позволяющих определить неизвестные  $\varphi$ ,  $R_1$  и  $h$ , рассмотрим условия силового взаимодействия скала с основой.

Введем обозначения (рис.1):  $K_1$  и  $K_2$  – натяжение основы до и после скала соответственно;  $O_3M$  – пружины кронштейнов скала;  $\beta = \angle MO_3(-x)$  – угол наклона оси пружины кронштейнов скала к горизонтали;  $l_n$  – рабочая длина пружины;  $\nu = \angle O'_1O_2M$  – конструктивный угол;  $P_1$  – сила тяжести скала с подшипниками;  $P_2$  –

$$\begin{cases} -K \sin \theta + K \cos \gamma - N_1 \sin \psi + N_2 \sin \varphi - fN_1 \cos \psi - fN_2 \cos \varphi = 0, \\ -K \cos \theta - K \sin \gamma - N_1 \cos \psi + N_2 \cos \varphi + fN_1 \sin \psi + fN_2 \sin \varphi - P_1 = 0, \\ Kr - Kr + fN_2H - fN_1r_0 = 0. \end{cases} \quad (9)$$

Решив систему (9) относительно  $K$ , после преобразований получим

$$K = \frac{AP_1}{B(\cos \gamma - \sin \theta) - A(\sin \gamma + \cos \theta)}, \quad (10)$$

где  $Q_X$  и  $Q_Y$  – составляющие общей реакции в подшипниках кронштейнов скала;

$$\begin{aligned} h_k &= r_1 \cos(\nu' + \varphi), & r_1 &= O'_2O_2, \\ \nu' &= \angle O'_2O_2O'_1, & h_n &= l_n \sin(\varphi + \nu - \beta). \end{aligned}$$

сила тяжести кронштейнов скала с фигурными рычагами  $O_2M$ , с точкой приложения  $O'_2$ .

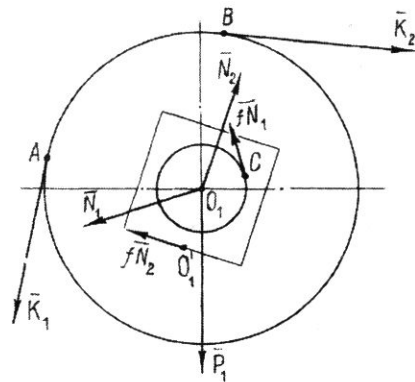


Рис. 2

Рассмотрим (рис.2) условия равновесия скала. Трением в подшипниках пренебрегаем, поэтому  $K_1 = K_2 = K$ . Коэффициенты трения шипов скала о направляющие и ползушек о кронштейны скала примем равными  $f$ :

где

$$\begin{aligned} A &= H(\sin \psi - f \cos \psi) - r_0(\sin \varphi - f \cos \varphi), \\ B &= r_0(\cos \varphi + f \sin \varphi) - H(\cos \psi - f \sin \psi). \end{aligned}$$

Из условий равновесия кронштейнов скала

$$\begin{cases} -N_2 \sin \varphi + fN_2 \cos \varphi + F \cos \beta + Q_X = 0, \\ -N_2 \cos \varphi - fN_2 \sin \varphi - F \sin \beta - P_2 + Q_Y = 0, \\ N_2 R_1 + P_2 h_k - F h_n = 0. \end{cases} \quad (11)$$

Из третьего уравнения системы (9) имеем  $N_1 = N_2 H / r_0$ . Подставив это выражение в первое уравнение системы (9), получим

$$N_2 = \frac{K(\sin \theta - \cos \gamma) r_0}{r_0 (\sin \varphi - f \cos \varphi) - H(\sin \psi + f \cos \psi)}$$

Подставив это выражение в третье уравнение системы (11), будем иметь

$$R_1 = \frac{(Fh_{\text{п}} - Ph_{\text{к}})[r_0 (\sin \varphi - f \cos \varphi) - H(\sin \psi + f \cos \psi)]}{Kr_0 (\sin \theta - \cos \gamma)} \quad (12)$$

Полученные уравнения (4), (5), (10) и (12) образуют систему с четырьмя неизвестными величинами  $R_1$ ,  $h$ ,  $\varphi$  и  $K$ . Система после подстановки необходимых данных имеет решение.

### ВЫВОДЫ

1. Получены выражения для геометрических характеристик заправочной линии основы при использовании основного регулятора с дополнительными направляющими скала.

2. При рассмотрении взаимодействия скала с основой найдены выражения, позволяющие в статических условиях определить натяжение основы, положение скала и угол наклона кронштейнов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Быкадоров Р.В.* Регулирование качества ткани на ткацких станках. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой текстильного дизайна. Поступила 06.06.03.