

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИБРАЦИИ ВЕРЕТЕН КОЛЬЦЕПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ПРЯЖИ

*В работе выведено уравнение для определения влияния вибрации веретена кольцепрядильной машины на натяжение нити, проходящей от нитепроводника до безунка. Теоретически обосновано, что колебания шпинделя веретена на больших скоростях приводят к повышению обрывности нити.*

*In the work there has been deduced the equation for determination of the vibration influence of the ring spinner spindle over the thread tension, running from thread-conductor to the traveler. Theoretically grounded, that the spindle vibrations at the high velocities cause the increase of the thread rupture.*

Для современных прядильных веретен с насадками или крутильных веретен тяжелого типа, имеющих большие паквки и повышенные частоты вращения, знание только критических угловых скоростей является недостаточным. Высокая надежность в работе веретен с насадками обеспечивается только в том случае, когда в зоне рабочих скоростей шпиндели имеют малые амплитуды колебания, а возникающие при этом реакции в опорах имеют небольшую величину [1]. Определение амплитуд колебаний шпинделя и реакций в опорах веретена связано с исследованием его вынужденных колебаний.

На рис. 1 изображена упрощенная схема шпинделя веретена с насадкой (хвост  $AB$  и свободная консольная часть шпинделя  $BC$ ). Такой шпиндель принято называть полужестким. Ввиду небольшой длины свободной консольной части шпинделя будем считать ее цилиндрической.

Общее перемещение центра тяжести  $S$  вращающейся системы [1]:

$$y_s = y_1 + k\varphi_1 \pm e, \quad (1)$$

где  $y_1$  – перемещение точки 1 шпинделя (рис. 1);

$k$  – расстояние от центра тяжести  $S$  до точки 1;

$\varphi_1$  – угол поворота шпинделя в месте закрепления на нем блочка (точка 1);

$e$  – эксцентриситет центра тяжести вращающейся системы (знак «+» берется при  $\omega < \omega_{кр}$ , знак «-» при  $\omega > \omega_{кр}$ ).

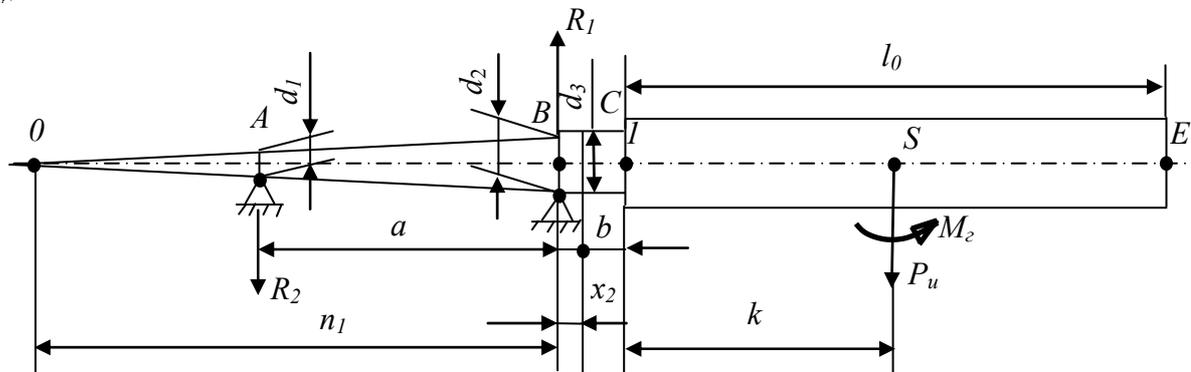


Рис. 1. Упрощенная схема шпинделя веретена с металлической насадкой

В свою очередь нить в процессе прядения на машине, проходя от нитепроводника до бегунка, принимает форму кривой под влиянием сил, действующих на нее, и образует так называемый баллон. Проходя на участке от бегунка до шпули, нить располагается по направлению касательной к початку [2].

Теорию натяжения нити на кольцевой прядильной машине разработали русские ученые П.Ф.Ерченко, А.П.Минаков и др.

Рассмотрим силы, действующие на бегунок и на нить в баллоне с учетом колебаний веретена.

Для определения натяжения нити на участке от шпули до бегунка составим уравнения равновесия бегунка на кольце, применив метод кинестатики.

Будем считать бегунок находящимся в равновесии под действием следующих сил: центробежной, натяжения нити на участке от бегунка до шпули, натяжения баллона у бегунка, силы тяжести бегунка.

Рассмотрим эти силы (рис. 2).

Центробежная сила инерции

$$C = M(R \pm y_s)\omega^2, \quad (2)$$

где  $M$  – масса бегунка, кг;

$R$  – радиус кольца, м;

$y_s$  – общее перемещение центра тяжести вращающейся системы, м (знак «+» перед  $y_s$  – при отдалении центра тяжести веретена от бегунка, знак «-» – при приближении);

$\omega$  – угловая скорость вращения,  $c^{-1}$ .

Величина этой силы изменяет свои размеры в зависимости от величины перемещения центра тяжести системы (амплитуды колебаний). Центробежная сила направлена по радиусу кольца от оси вращения.

Сила натяжения нити на участке от бегунка до шпули, которую обозначим через  $P$ , раскладывается на две составляющие – радиальную и тангенциальную.

$$P_t = P \sin \gamma;$$

$$P_r = P \cos \gamma,$$

где  $\gamma$  – угол между направлением нити и радиусом кольца.

$$\sin \gamma = \frac{r}{R},$$

где  $r$  – радиус намотки;

$R$  – радиус кольца.

Натяжение нити баллона  $T_0$  считаем направленным по касательной к нити баллона у бегунка, которая с направлением оси  $OZ$  составляет угол  $\alpha$ .

Бегунок касается кольца в двух точках, поэтому нормальные реакции кольца будут  $N_x$  и  $N_z$ , а силы трения в этих двух точках соответственно  $fN_x$  и  $fN_z$ ,  $f$  – коэффициент трения бегунка о кольцо.

Обе силы трения направлены по касательной к кольцу в сторону, противоположную движению бегунка, и поэтому могут быть сложены алгебраически, т.е.

$$F = fN_x + fN_z.$$

Соппротивление воздуха движению бегунка и сила тяжести бегунка малы по сравнению со всеми другими силами, и поэтому ими можно пренебречь.

Составим уравнения равновесия бегунка на кольце:

$$\sum Y_i = fN_x + fN_z - P \sin \gamma = 0; \quad (3)$$

$$\sum X_i = -C - T_0 \sin \alpha + P \cos \alpha + N_x = 0; \quad (4)$$

$$\sum Z_i = -T_0 \cos \alpha + N_z = 0. \quad (5)$$

Из уравнений (4) и (5) имеем

$$N_z = T_0 \cos \alpha, \quad (6)$$

$$N_x = C + T_0 \sin \alpha - P \cos \gamma. \quad (7)$$

Но между натяжением нити  $P$  и натяжением нити в баллоне у бегунка  $T_0$  существует следующая

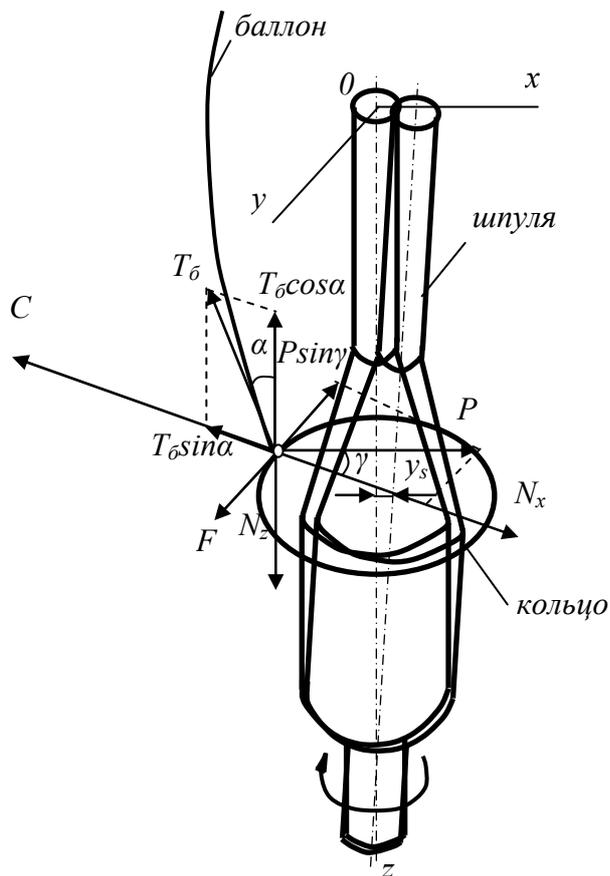


Рис. 2. Схема сил, действующих на бегунок

зависимость:

$$P = T_{\delta} e^{\mu\varphi},$$

где  $\mu$  – коэффициент трения о бегунок;  
 $\varphi$  – угол обхвата бегунка нитью (величина переменная).  
Тогда

$$P = KT_{\delta}, \quad (8)$$

где  $K = e^{\mu\varphi}$  – коэффициент, который определяется экспериментальным путем,  $K = 1,8 - 2,2$ .

После преобразований и допущения, что баллон у бегунка имеет вертикальную касательную ( $\alpha = 0$ ), получим зависимость силы натяжения нити в нижней точке баллона от амплитуды колебаний веретена, т.е. от вибрации системы:

$$T_{\delta} = \frac{M(R \pm y_s)\omega^2}{K\left(\cos \gamma + \frac{\sin \gamma}{f}\right) - 1}. \quad (9)$$

Из этой формулы видно, что натяжение нити изменяется прямо пропорционально массе бегунка, радиусу кольца и квадрату угловой скорости вращения веретен. Кроме того, натяжение нити зависит от величины и направления колебаний веретена (при отдалении центра тяжести веретена от бегунка натяжение возрастает, при приближении – уменьшается). При отклонении оси веретена от вертикали в период его вращения на высоких скоростях (т. е. при его вибрациях) возникают рывки нити, что приводит к повышению обрывности.

Таким образом, вибрация влияет на скачки натяжения нити, а, следовательно, на процесс формирования пряжи. Стабилизация натяжения нити путем снижения вибрации способствует уменьшению обрывности и улучшению физико-механических свойств пряжи.

### Литература

1. Расчет и конструирование машин прядильного производства: Учебник для вузов / А.И. Макаров, В.В. Крылов, В.Б. Николаев и др.; Под общ. ред А.И. Макарова – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1981. – 464 с.
2. Труевцев Н.И. и др. Технология и оборудование текстильного производства: Учеб. для студ. вузов текст. пром. – М.: «Легкая индустрия», 1975, – 640 с., ил.

Надійшла 6.12.2008 р.