

УДК 677.022.954

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ МЫЧКИ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДВИЖНОГО УПЛОТНИТЕЛЯ**

*Н.В. СТЕПНОВ, А.С. СМИРНОВ*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)

Натяжение нити на кольцевых прядильных машинах непосредственно влияет на качество пряжи, вызывая ее обрывность на слабых участках. Таким местом является зона выпуска. Внедрение нового подвижного уплотнителя [1], [2] в корне меняет картину формирования и движения нити, изменяя натяжение в зоне выпуска вытяжного прибора.

При определении натяжения в зоне выпуска вытяжного прибора вначале находим натяжение у бегунка по формуле, предложенной проф. В.А. Ворошиловым, [3]:

$$T_E = \frac{km_б R_k^2 \omega^2}{r \cdot 981}, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент трения бегунка о кольцо;  $m_б$  – масса бегунка;  $R_k$  – радиус кольца;  $\omega$  – угловая скорость веретен;  $r$  – радиус наматывания пряжи.

Коэффициент трения бегунка о кольцо  $k$  может быть рассчитан по формуле [4]:

$$k = 0,65 - 0,00004n_в, \quad (2)$$

где  $n_в$  – частота вращения веретен,  $\text{мин}^{-1}$ .

Натяжение нити за нитепроводником (в точке D) [3] определяется по формуле:

$$T_D = T_x + T_{пр} \omega^2 \frac{r_{\max}^2}{2}, \quad (3)$$

где  $T_{пр}$  – линейная плотность нити;  $r_{\max}$  – максимальный радиус баллона нити;  $\omega$  –

угловая скорость баллона;  $T_x$  – проекция натяжения на вертикальную ось, определяемая:

$$T_x = \frac{T}{Z} \cos \alpha_0, \quad (4)$$

$\alpha_0$  – угол между осью  $u$  и касательной к поверхности баллона в вершине;

$$Z = e^{k \left( \frac{\pi}{2} + \arctg \frac{R_k}{h} \right)}, \quad (5)$$

где  $h$  – высота баллона.

При расчете натяжения  $T$  движущейся нити по нитепроводнику и по поверхности подвижного уплотнителя считаем ее нерастяжимой и упругой.

В общем виде [5] дифференциальное уравнение динамики нити в векторной форме выглядит следующим образом:

$$\frac{\partial T}{\partial s} + f = T_{пр} w, \quad (6)$$

где  $f$  – вектор внешней распределенной нагрузки на единицу длины;  $T_{пр}$  – линейная плотность пряжи;  $w$  – ускорение нити.

Полное ускорение  $w$  нити складывается из относительного  $w_r$ , переносного  $w_e$  и кориолисова  $w_c$  ускорений:

$$w = w_r + w_e + w_c. \quad (7)$$

Вектор относительного ускорения определяется так:

$$\mathbf{w}_r = \dot{v}_r \mathbf{e}_1 + \frac{v_r^2}{\rho} \mathbf{e}_2. \quad (8)$$

Основное уравнение движения нити (6) с учетом равенств (7) и (8) в случае контурного движения нити принимают вид:

$$\frac{\partial \mathbf{T}}{\partial s} + \mathbf{f} = T_{\text{пр}} \dot{v}_r \mathbf{e}_1 + T_{\text{пр}} \frac{v_r^2}{\rho} \mathbf{e}_2 + T_{\text{пр}} \mathbf{w}_e + T_{\text{пр}} \mathbf{w}_c. \quad (9)$$

Принимая во внимание, что относительная скорость  $v_r(t)$  нерастяжимой нити не зависит от дуговой координаты, и

зная производную вектора натяжения  $\mathbf{T} = T\mathbf{e}_1$ , уравнение (9) примет форму уравнений статики:

$$\frac{\partial \left( T - T_{\text{пр}} \dot{v}_r^2 \right)}{\partial s} \mathbf{e}_1 + \left( T - T_{\text{пр}} \dot{v}_r^2 \right) \frac{\mathbf{e}_2}{\rho} + \mathbf{f} - T_{\text{пр}} \dot{v}_r \mathbf{e}_1 - T_{\text{пр}} \mathbf{w}_e - T_{\text{пр}} \mathbf{w}_c = 0. \quad (10)$$

По методу расчета проф. В.П.Щербакова [5] натяжение движущейся нити по сравнению со статическим натяжением увеличится на  $T_{\text{пр}} v^2$ :

$$T = T_{\text{ст}} + T_{\text{пр}} v^2. \quad (11)$$

где  $\varphi_2$  – угол обтекания нити нитепроводника, определяемый:

$$\varphi_2 = \frac{\pi}{2} - \varphi_1 + \alpha_0. \quad (13)$$

где  $T_{\text{пр}}$  – линейная плотность пряжи;  $v$  – скорость движущейся нити.

При выводе уравнений равновесия упругой нити на поверхности примем следующие допущения: поперечные сечения нити, плоские до деформации, остаются плоскими и после деформации (гипотеза Бернулли); поперечное сечение нити принимается малым по сравнению с длиной нити; осевая линия нити, то есть линия, соединяющая центры тяжести площадей поперечных сечений, считается нерастяжимой.

Для определения натяжения нити можно использовать расчетную схему выпуска вытяжного прибора, представленную на рис.1.

Натяжение нити в статике на участке CD будет:

$$T_{D_{\text{ст}}} = T_{C_{\text{ст}}} e^{k\varphi_2}, \quad (12)$$

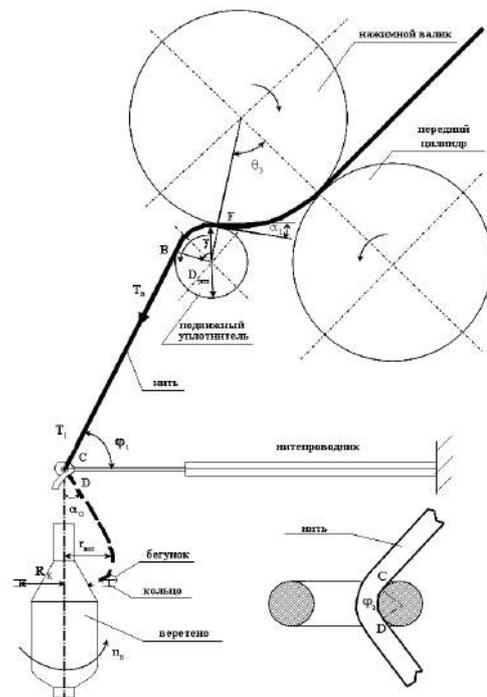


Рис. 1

С учетом формулы (11) выражение (12) преобразуется так:

$$T_C = \frac{T_D - T_{\text{пр}} v^2}{e^{k\varphi_1}} + T_{\text{пр}} v^2, \quad (14)$$

где  $v$  – скорость нити по нитепроводнику, определяемая:

$$v = \omega_{\text{упл}} \frac{D_{\text{упл}}}{2} = \frac{n_B}{K}. \quad (15)$$

Здесь  $D_{\text{упл}}$  – диаметр подвижного уплот-

нителя;  $\omega_{\text{упл}}$  – угловая скорость подвижного уплотнителя;  $K$  – крутка пряжи.

Натяжение в точке В равно натяжению в точке С:

$$T_B = T_C = \frac{T_D - T_{\text{пр}} v^2}{e^{k\varphi_1}} + T_{\text{пр}} v^2. \quad (16)$$

В точке F натяжение будет определяться следующим образом:

$$T_F = \frac{T_B - T_{\text{пр}} v^2}{e^{k_1\gamma}} + T_{\text{пр}} v^2 = \frac{T_D - T_{\text{пр}} v^2}{e^{(k_1\gamma + k\varphi_2)}} + T_{\text{пр}} v^2. \quad (17)$$

где  $k_1$  – коэффициент трения мычки о поверхность подвижного уплотнителя;  $\gamma$  – угол обтекания мычкой поверхности подвижного уплотнителя.

## ВЫВОДЫ

1. Предлагается новая методика расчета натяжения пряжи в зоне выпуска вытяжного прибора при использовании подвижного уплотнителя.

2. Для увеличения эффективности работы кольцевой прядильной машины рекомендуется использовать подвижный уплотнитель меньшего диаметра.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ №68513. Устройство для выпуска мычки / А.С. Смирнов, Н.В. Степнов – Оpubл. 27.11.07.
2. Патент RU №73343. Устройство для выпуска мычки / Н.В. Степнов, А.С. Смирнов – Оpubл. 20.05.08.
3. *Ворошилов В.А.* Динамика бегунка и натяжение нити на кольцевом ватере // Известия хлопчатобумажной промышленности. – 1931, №9.
4. *Широков В.П., Владимиров Б.М., Полякова Д.А.* Справочник по хлопкопрядению. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1985.
5. *Шербаков В.П.* Прикладная механика нити. – М.: РИО МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001.

Рекомендована кафедрой прядения хлопка. Поступила 24.04.09.