

УДК 677.052

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА МИНИМАЛЬНОГО ДОПУСТИМОГО ВРЕМЕНИ ПУСКА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ С ПИТАНИЕМ РОВНИЦЕЙ

В. Г. ВЫСКВАРКО, Н. И. ФИЛАТОВА, Г. К. КУЗНЕЦОВ, А. А. ТЕЛИЦЫН

(Костромской государственной технологической университет)

Скорость выпуска пряжи на современных прядильных машинах (например, самокруточных) может достигать 200 м/мин. Скорость подачи ровницы с питающей катушки в вытяжной прибор при этом составляет 3...20 м/мин, что значительно выше, чем на кольцепрядильных машинах (0,27...1,2 м/мин) [1].

Разгон питающей ровницы до рабочей скорости происходит за короткий промежуток времени (время пуска)  $t_{п}$ . Возникающее при этом значительное ускорение обуславливает большую по величине силу натяжения ровницы, что может привести к ее ложной вытяжке.

В данной статье приводится методика определения минимального допустимого времени пуска прядильной машины  $[t_{п}]$ , при которой не будет наблюдаться ложной вытяжки ровницы.

На рис. 1 представлена расчетная схема, где ровница 1 сматывается с катушки 2, установленной на двух опорах с целью вращения вокруг оси  $OZ$ , и, огибая направляющие прутки 3 и 4, поступает в питающую пару 5 вытяжного прибора. Катушка с ровницей имеет диаметр  $D_k$ , массу  $m_k$  и момент инерции  $J_k$  относительно вертикальной оси  $OZ$ .

Угол  $\alpha$  наклона к горизонту ровницы, сходящей с катушки, меняется в пределах от  $\alpha'$  до  $\alpha''$ . Угол охвата ровницей направляющего прутка 3 по мере сматывания ровницы с катушки изменяется от  $\varphi_1'$  до  $\varphi_1''$ . Угол  $\varphi_2$  охвата ровницей направляющего прутка 4 постоянен и равен  $90^\circ$ . Катушка с ровницей притормаживается тормозом 6.

Считая в первом приближении движение ровницы в период пуска машины равноускоренным, определяем минимальное допустимое время пуска

$$[t_{п}] = v/[a], \quad (1)$$

где  $v$  — скорость ровницы в рабочем режиме машины, м/с;

$[a]$  — максимальное допустимое ускорение ровницы, при котором ложная вытяжка еще не происходит, м/с.

Воспользуемся принципом Даламбера для твердого тела, вращающегося вокруг оси  $OZ$ , чтобы определить максимальное допустимое ускорение ровницы. Уравнение для катушки с ровницей:

$$J_{к\epsilon} + M_{тр} + M_{торм} - F_1 D_k \cos \alpha / 2 = 0, \quad (2)$$

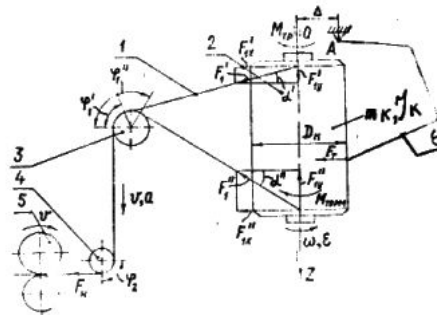


Рис. 1.

где  $\varepsilon$  — угловое ускорение катушки с ровницей в период пуска машины при увеличении скорости ровницы от 0 до рабочей скорости,  $\text{с}^{-2}$ ;

$M_{\text{тр}}$  — момент трения в опорах катушки, Н·м;

$M_{\text{торм}}$  — момент трения, создаваемый тормозком, Н·м;

$F_1$  — сила натяжения ровницы, сходящей с катушки, Н.

С учетом сил трения о направляющие прутки 3 и 4 сила натяжения ровницы на входе в вытяжной прибор составит

$$F_{\text{н}} = F_1 \exp[(\varphi_1 + \varphi_2)f], \quad (3)$$

где  $f$  — коэффициент трения ровницы о стальной прутки (фрикционные свойства прутков 3 и 4 одинаковы).

Полагаем, что сила натяжения ровницы должна быть меньше или равна максимально допустимой силе  $[F_{\text{н}}]$ , при которой начинается относительное перемещение волокон ( $[F_{\text{н}}]$  определяется на приборе «Устер»):

$$F_{\text{н}} \leq [F_{\text{н}}]. \quad (4)$$

Учитывая выражения (3) и (4), а также  $a = \varepsilon D_{\text{к}}/2$ , получаем выражение для определения максимального допустимого ускорения ровницы

$$[a] = [D_{\text{к}}\{[F_{\text{н}}]D_{\text{к}}\cos \alpha/2\exp[(\varphi_1 + \varphi_2)f] - M_{\text{тр}} - M_{\text{торм}}\}]/2J_{\text{к}}. \quad (5)$$

Выразим момент инерции катушки с ровницей через наружный диаметр катушки  $D_{\text{к}}$  и диаметр патрона  $d_{\text{п}}$ . Паковка ровницы состоит из цилиндрической части диаметром  $D_{\text{к}}$  и двух усеченных конусов с углом при вершине конуса  $90^\circ$ . Внутри паковки имеется цилиндрическое отверстие с диаметром, равным диаметру патрона (рис. 2).

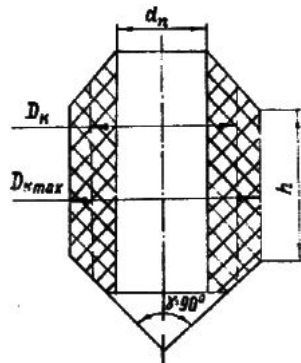


Рис. 2.

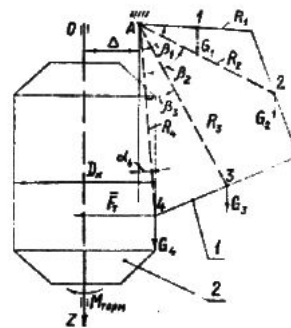


Рис. 3.

Считаем, что момент инерции катушки равен моменту инерции паковки ровницы, массой патрона, вследствие ее малости, пренебрегаем. После некоторых преобразований имеем

$$J_{\text{к}} = (\pi\rho_{\text{п}}/32) [D_{\text{к}}^4(B - 0,7D_{\text{к}} - C/D_{\text{к}}^4)], \quad (6)$$

где  $B$  и  $C$  — постоянные;

$$B = h + D_{\text{кmax}};$$

$$C = (h + D_{\text{кmax}} - 0,7d_{\text{п}})d_{\text{п}}^4;$$

$h$  — высота цилиндрической части паковки ровницы при полной намотке, м (рис. 2);

$D_{\text{кmax}}$  — диаметр паковки при полной намотке, м (рис. 2);

$d_{\text{п}}$  — диаметр патрона, на который наматывается ровница, м;

$\rho_{\text{н}}$  — плотность намотки ровницы в паковке, кг/м<sup>3</sup>.

На рис. 3 показана конструкция тормозка 1, действующего на катушку с ровницей 2. Тормозок изготовлен из стального прутка, состоит из четырех участков, центры тяжести которых обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, и может вращаться вокруг оси подвеса (т. А).

С помощью схемы на рис. 3 установим зависимость момента  $M_{\text{торм}}$  от  $D_{\text{к}}$ :

$$M_{\text{торм}} = \frac{D_{\text{к}} f_{\text{т}} [G_1 R_1 \sin(\alpha_4 + \beta_1) + G_2 R_2 \sin(\alpha_4 + \beta_2) + G_3 R_3 \sin(\alpha_4 + \beta_3) + G_4 (D_{\text{к}}/2 - \Delta)]}{2 R_4 \cos \alpha_4}, \quad (7)$$

где

$f_{\text{т}}$  — коэффициент трения тормозка о паковку с ровницей;

$G_1, G_2, G_3, G_4$  — масса участков тормозка, Н (рис. 3);

$R_1, R_2, R_3, R_4$  — расстояние от точки подвеса тормозка (т. А) до центров тяжести его участков (т. 1, 2, 3, 4), м (рис. 3);

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$  — углы между радиусом  $R_4$ , соединяющим точку подвеса тормозка и центр тяжести участка 4 тормозка, и соответственно радиусами  $R_1, R_2, R_3$ , соединяющими точку подвеса и центры тяжести других участков тормозка, град (рис. 3);

$\Delta$  — расстояние между точкой А подвеса тормозка и осью вращения  $OZ$  катушки с ровницей, м (рис. 3);

$\alpha_4 = \arcsin[(D_{\text{к}} - 2\Delta)/2R_4]$  — угол между радиусом  $R_4$  и вертикальной линией, параллельной оси вращения катушки  $OZ$ , град (рис. 3).

Выразив момент трения  $M_{\text{тр}}$  в подшипнике подвески через диаметр катушки  $D_{\text{к}}$ , получим

$$M_{\text{тр}} = (\pi \rho_{\text{н}} q f_{\text{п}} d_{\text{ср}}/8) [D_{\text{к}}^2 (B - 0,5D_{\text{к}}) - K], \quad (8)$$

где  $f_{\text{п}}$  — коэффициент трения в подшипнике подвески катушки;

$d_{\text{ср}}$  — средний диаметр подшипника подвески, м;

$K = d^2 (h + D_{\text{кmax}} - 0,5d_{\text{п}}) = \text{const}$ .

Подставив (6) в формулу (5), будем иметь

$$[a] = \frac{16 \{ [F_{\text{н}}] \cos \alpha / 2 \exp [(\varphi_1 + \varphi_2) f] - (M_{\text{тр}} + M_{\text{торм}}) / D_{\text{к}} \}}{\pi \rho_{\text{н}} D_{\text{н}}^2 (B - 0,7D_{\text{к}} - C/D_{\text{к}}^4)}. \quad (9)$$

Определив из (9) максимальное допустимое ускорение ровницы, по формуле (1) найдем минимальное допустимое время пуска машины, при котором ложной вытяжки ровницы наблюдаться не будет.

## ВЫВОДЫ

1. Получена математическая зависимость максимального допустимого ускорения питающей ровницы от разрывной нагрузки ровницы, параметров питающей линии прядильной машины и параметров тормозка.

2. Предлагаемая методика позволяет определить минимальное допустимое время пуска прядильной машины в зависимости от вида перерабатываемой ровницы.

3. Материалы данной работы могут быть использованы при проектировании приводов прядильных машин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Мовшович П. М.* Самокруточное прядение. — М.: Легпромбытиздат, 1985.

Рекомендована кафедрой детали машин и подъемно-транспортных устройств.  
Поступила 26.05.97.

---