

РАСЧЕТ ЛОКАЛЬНЫХ ПОТЕРЬ КРУТКИ НА ФРИКЦИОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОРОНКИ ПРЯЖЕВЫВОДНОЙ ТРУБКИ

А.Г. ХОСРОВЯН, А.В. САВРАСОВ, Я.М. КРАСИК, Г.А. ХОСРОВЯН

(Ивановская государственная текстильная академия)

При пневмомеханическом прядении скрученная пряжа, огибающая поверхность воронки и вращающаяся по ее поверхности, испытывает силу трения, затрудняющую проникновение крутки в желоб прядильного ротора. Оценка потерь крутки на фрикционной поверхности воронки в [1] была проведена для двух точек схода пряжи с поверхности воронки: для точки под глазком и точки, расположенной противоположно ей.

Крутка пряжи на входе на поверхность воронки, а следовательно, и потери крутки зависят от расположения точки входа нити на поверхность воронки. Получим аналитические зависимости потерь крутки в течение полного обращения прядильного ротора вокруг своей оси.

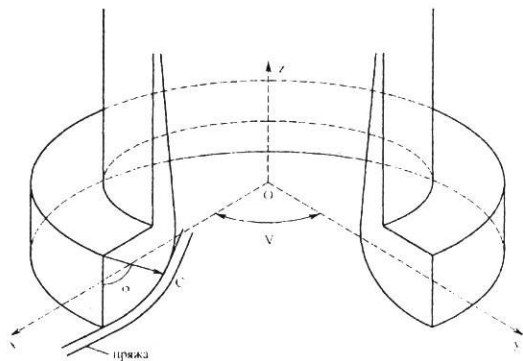


Рис. 1

На рис.1 представлена схема пряжевыводной воронки. В системе координат Охуz точка отсчета угла поворота ротора ν зависит от взаимного расположения точ-

ки съема и глазка. На рис. 1 через φ обозначен угол охвата пряжей фрикционной поверхности пряжевыводной воронки, а через С обозначена точка схода пряжи с воронки.

Крутка пряжи на входе на поверхность воронки К определяется по формуле [1]:

$$K = \omega \{ a_k [1 - \exp(k\varphi)] + 1 \} / (2\pi v_{\text{вып}}),$$

где $v_{\text{вып}}$ – скорость выпуска пряжи; ω – круговая частота вращения прядильного ротора; a_k – параметр, значения которого по зависимости, представленной в [1]; $k = 0,2$ – коэффициент тангенциального трения скольжения пряжи по поверхности воронки.

Величина φ зависит от азимутальной координаты ν (рис.1) расположения точки схода пряжи с поверхности воронки: $\varphi = \varphi(\nu)$. Расчеты, проведенные с использованием результатов [2], позволяют сделать вывод о том, что крутка пряжи на входе на фрикционную поверхность воронки увеличивается с ростом радиуса закругления воронки и радиуса отверстия в воронке, но уменьшается с возрастанием высоты расположения глазка в пряжевыводной трубке. Разумеется, сделанные выводы не касаются значений крутки при $\nu = \pi/2$.

С учетом полученной нами приближенной зависимости для $\varphi(\nu)$ [2] находим, что

$$K(\nu) = \omega \left\{ a_k \left[1 - \exp(k(0,5\pi - r_{\text{п}}(1 - \sin \nu) / (h_{\text{г}} - r_{\text{ф}}))) \right] + 1 \right\} / (2\pi v_{\text{вып}}). \quad (1)$$

Поскольку крутка пряжи, полученной при пневмомеханическом прядении, вычисляется по формуле

$$K_{\text{пр}} = \omega / (2\pi v_{\text{вып}}),$$

$$\Delta K(v) = K_{\text{пр}} - K(v) = \omega a_k \left\{ \exp \left[k(0,5\pi - r_{\text{п}}(1 - \sin v)) / (h_{\text{г}} - r_{\text{ф}}) \right] - 1 \right\} / (2\pi v_{\text{вып}}). \quad (2)$$

Упростим полученное соотношение. Имеем

$$\exp \left[k(0,5\pi - r_{\text{п}}(1 - \sin v)) / (h_{\text{г}} - r_{\text{ф}}) \right] / (2\pi v_{\text{вып}}) = \exp(0,5\pi k) \exp \left[-kr_{\text{п}}(1 - \sin v) / (h_{\text{г}} - r_{\text{ф}}) \right].$$

Разложим $\exp(0,5\pi k)$ по степеням $0,5\pi k$, так как величина $0,5\pi k$ меньше 1 ($0,5\pi k \approx 0,3$). Расчет показывает, что в разложении $\exp(0,5\pi k)$ по степеням $0,5\pi k$ необходимо оставить, по крайней мере, три члена, содержащие k , и воспользоваться следующей зависимостью:

$$\exp(0,5\pi k) \approx 1 + 0,5\pi k + \pi^2 k^2 / 8 + \pi^3 k^3 / 48. \quad (3)$$

Оценим величину

$$\delta = kr_{\text{п}}(1 - \sin v) / (h_{\text{г}} - r_{\text{ф}}).$$

Примем, что максимальное значение $r_{\text{п}} = 2$ мм. Очевидно, что наибольшее $(1 - \sin v)$ значение равно 2. Величину минимального $(h_{\text{г}} - r_{\text{ф}})$ примем равной 10 мм. Таким образом, максимальное значение δ , обозначаемое через δ_{max} , составляет:

$$\delta_{\text{max}} = 0,2 \cdot 2 \cdot 2 / 10 = 0,2 \cdot 0,4 = 0,08 \ll 1.$$

Следовательно, можно считать, что

$$kr_{\text{п}}(1 - \sin v) / (h_{\text{г}} - r_{\text{ф}}) \ll 1.$$

В результате с достаточно большой степенью точности функцию

$\exp \left[-kr_{\text{п}}(1 - \sin v) / (h_{\text{г}} - r_{\text{ф}}) \right]$ можно разложить в ряд Маклорена:

$$\begin{aligned} \exp \left[-kr_{\text{п}}(1 - \sin v) / (h_{\text{г}} - r_{\text{ф}}) \right] &\approx \\ &\approx \left[1 - kr_{\text{п}}(1 - \sin v) / (h_{\text{г}} - r_{\text{ф}}) \right]. \end{aligned}$$

Тогда, из (2) получим:

$$\Delta K(v) = \omega a_k \left\{ \left[\left(1 + 0,5\pi k + \pi^2 k^2 / 8 + \pi^3 k^3 / 48 \right) \left(1 - kr_{\text{п}}(1 - \sin v) / (h_{\text{г}} - r_{\text{ф}}) \right) \right] - 1 \right\} / (2\pi v_{\text{вып}}). \quad (4)$$

Перемножая множители и пренебрегая членами высокого порядка малости, находим:

$$\Delta K(v) = \omega a_k \left\{ 0,369 - 0,2r_{\text{п}}(1 - \sin v) / (h_{\text{г}} - r_{\text{ф}}) - \delta(0,2r_{\text{п}}(1 - \sin v)) / (h_{\text{г}} - r_{\text{ф}}) \right\} / (2\pi v_{\text{вып}}), \quad (5)$$

где $\delta = 0,5\pi k + \pi^2 k^2$ – константа, выбранная для максимально возможного приближения (5) к формуле (2).

$$\Delta K(v) = \omega a_k \left\{ 0,369 - 0,273 r_{\pi} (1 - \sin v) / (h_{\Gamma} - r_{\Phi}) \right\} / (2\pi v_{\text{вып}}). \quad (6)$$

Как показывают расчеты, исключение члена $\pi^3 k^3 / 48$ из разложения (4) приводит к значительному несовпадению результатов расчета по приближенной зависимости и формуле (2). Поэтому величина $\pi^3 k^3 / 48$ в разложении (4) должна быть учтена.

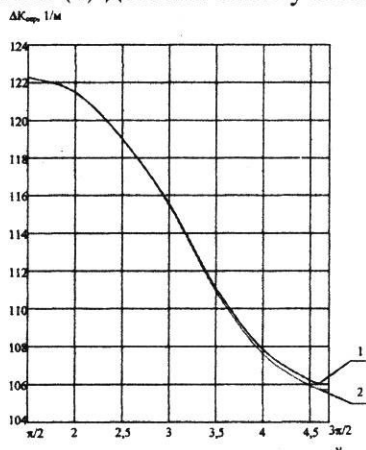


Рис. 2

$$K = \omega / (2\pi v_{\text{вып}}) - \Delta K(v) = \omega \left\{ 1 - a_k \left[0,369 - 0,273 r_{\pi} (1 - \sin v) / (h_{\Gamma} - r_{\Phi}) \right] \right\} / (2\pi v_{\text{вып}}). \quad (7)$$

ВЫВОДЫ

1. Разработана математическая модель для расчета потерь крутки пряжи на фрикционной поверхности пряжевыводной воронки пневмомеханических прядильных машин в течение периода вращения прядильного ротора.

2. Получена аналитическая зависимость для определения крутки пряжи в точке входа на фрикционной поверхности пряжевыводной воронки пневмомеханических прядильных машин в течение периода вращения прядильного ротора.

Собирая подобные члены в (5) приходим к следующей упрощенной формуле для вычисления локальных потерь крутки:

На рис. 2 изображен график (— 1 – расчет по (2); 2 – расчет по (6)) зависимости $\Delta K_{\text{сер}}(v)$, полученной исходя из данных, представленных в [1]. Как следует из графического материала на рис. 2, результаты расчетов по формуле (2) и (6) практически совпадают.

Упрощенная аналитическая зависимость для определения крутки пряжи $K_{\text{сер}}$ в точке входа ее на воронку пряжевыводного устройства пневмомеханических прядильных машин в течение периода вращения прядильного ротора, представляется следующим образом:

ЛИТЕРАТУРА

1. Мизушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.
2. Саврасов А.В., Красик Я.М., Хосровян Г.А. Расчет угла охвата нитью фрикционной поверхности воронки пряжевыводного узла пневмомеханического прядильного устройства // Изв. Ивановск. отд. Петровской акад. наук и искусств. Секция технических наук. – Иваново: ИГТА, 2003. С. 75.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных машин. Поступила 28.01.05.