

УДК 677.05

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОФИЛЯ ПОСЛОЙНОГО КУЛАЧКА

К.Э. РАЗУМЕЕВ, П.М. МОВШОВИЧ

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

Применение регулирования скорости на кольцепрядильных машинах – важный резерв повышения производительности в прядении. В то же время, на практике, возможности для полной реализации этого технического ресурса часто остаются недоиспользованными в связи с инерционностью прядильной машины. В силу этих причин практическая задача, состоящая в поисках повышения эффективности регуляторов прядения, остается актуальной [1], [2].

Ниже приводится методика расчета профиля послойного кулачка, обеспечивающего компенсацию инерционности прядильной машины с приводом.

Пусть функция

$$n = n^c(d_n) \tag{1}$$

представляет собой оптимальный закон изменения скорости вращения веретен n в функции диаметра d_n намотки.

Аналитическое выражение для (1) приведено в [1], [2] и получено из оптимального соотношения между производительностью и обрывностью из условия максимальной производительности прядильной машины.

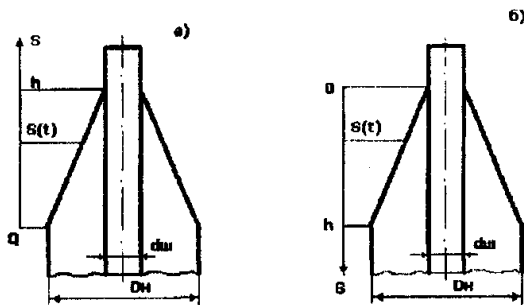


Рис. 1

На рис. 1 представлены расчетные схемы для стадий наработки слоя и прослойка.

Пренебрегая толщиной нити, можно записать уравнение конической намотки в виде:

$$d_n (\partial d / \partial t) = gn, \tag{2}$$

где $g = -g_1$ – постоянная для слоя; $g = +g_2$ – постоянная для прослойка.

Из решения дифференциального уравнения (2) при $n = n_c$ и условия прохождения полученной кривой через заданные начальную и конечную точки следует, что

$$g_1 = (D_n^2 - D_b^2) / 2n_c t_c;$$

$$g_2 = (D_n^2 - D_b^2) / 2n_c t_n.$$

где t_c, t_n – соответственно время наработки слоя и прослойка при некоторой постоянной скорости вращения веретен; D_n – наружный диаметр початка; D_b – внутренний диаметр початка, равный диаметру шпули.

Решая совместно уравнения (1) и (2), получаем оптимальный закон для скорости вращения веретен в функции времени.

Этот закон должен быть реализован регулируемым приводом. Поставленная задача состоит в определении профиля послойного кулачка, обеспечивающего функцию (1).

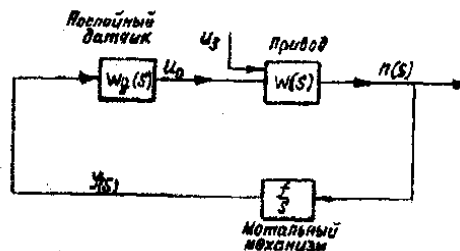


Рис. 2

Структурная схема устройства для послойного регулирования скорости показана на рис. 2.

Пусть:

φ – угол поворота послойного кулачка, отсчитываемый от некоторого начального положения, например, от точки, соответствующей минимальному радиусу кулачка; r – радиус послойного кулачка; U_n – сигнал послойного датчика; U_3 – задающий сигнал, соответствующий одному из экстремальных значений $n(t)$, например, n_{\min} ; f – передаточное отношение мотального механизма от числа оборотов веретен к скорости вращения послойного кулачка; $W_g(S)$ – передаточная функция послойного датчика; $W(S)$ – передаточная функция привода от сигнала датчика к скорости вращения веретен; s – оператор Лапласа.

Искомый профиль послойного кулачка определяется из следующих уравнений:

$$r(S) = r_{\min}/S + 1/W_g(S)W(S)[n^0(S) - n_{\min}/S] = 1/W_g(S) [n^0(S)/W(S) - U_3/S] + r_{\min}/S, \quad (3)$$

$$\varphi(S) = fn^0(S)/S, \quad (4)$$

где $[n^0(S) - n_{\min}/S]$ – изображения по Лапласу соответственно $n(t)$ и n_{\min} .

Уравнения (3) и (4) дают решение поставленной задачи в общем виде в параметрической форме (параметр S).

Проиллюстрируем полученное решение на конкретном примере.

Пусть

$$n^0(d_n)n_1 + K_n d_n, \quad (5)$$

где n_1 , K_n – константы, определяемые из формул:

$$n_1 = (D_n n_{\min} - D_B n_{\max}) / (D_n - D_B),$$

$$K_n = (n_{\max} - n_{\min}) / (D_n - D_B).$$

Подставляя d_n из уравнения (5) в уравнение (2) и решая полученное дифференциальное уравнение, найдем:

$$n_{\max} = n^0(t) - n_1 \ln(n_{\max}/n^0(t)) - g_1 K_n^2 t + 0 \text{ – для слоя (6)}$$

и

$$n^0(t) - n_{\min} - n_1 \ln(n^0(t)/n_{\min}) - g_2 K_n^2 t = 0 \text{ – для прослойка, (7)}$$

причем максимальная скорость n_{\max} соответствует максимальному диаметру намотки D_n , а n_{\min} – минимальному диаметру намотки D_B .

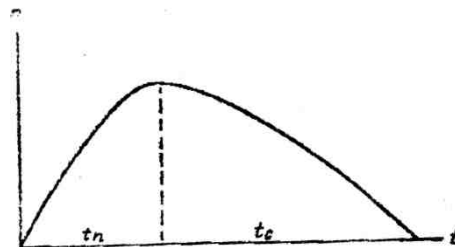


Рис. 3

На рис. 3 показаны кривые изменения скорости вращения веретен при наработке прослойка и слоя, построенные по уравнениям (6) и (7). Ввиду сложности кривых, задаваемых этими уравнениями, затруднительно найти непосредственно из них изображение $n_0(S)$ и, следовательно, трудно использовать уравнения (3) и (4).

Для решения этих уравнений используем разложение в гармонический ряд Фурье:

$$n^0(t) = C_0/2 + \sum_{i=1}^m C_i \sin(i\omega t + \varphi), \quad (8)$$

где $C_0 = a_0$; $C_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2}$; $\varphi = \arctg(b_i/a_i)$; a_i , b_i – коэффициенты ряда Фурье i -й гармоники, определяемые на отрезке $t_n + t_c$.

Передаточная функция регулируемого привода прядильной машины может быть аппроксимирована апериодическим звеном 1-го порядка плюс звено с чистым запаздыванием:

$$W(S) = K \exp(-St) / (TS + 1). \quad (9)$$

Используя аппарат прямого и обратного преобразования Лапласа и методику из [1], получим в полярных координатах оптимальную форму послойного кулачка $r(t)$, $\varphi(t)$, которая обеспечивает полную компенсацию инерционности прядильной ма-

шины с приводом. Учет этих изменений должен производиться путем соответствующего усреднения коэффициентов.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти
МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 29.05.07.
