

НАТЯЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ НИТЕЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТКАНИ С ПЕРЕМЕННЫМ НАПРАВЛЕНИЕМ ОСЕЙ НИТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ТКАЧЕСТВА

Т.Ю. КАРЕВА

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

В процессе формирования элемента ткани нити основы испытывают натяжение, зависящее от работы механизмов ткацкого станка. Для получения тканей новых структур могут быть использованы станки типа СТБ и АТПР, выравнивание натяжения основных нитей на которых осуществляется с помощью негативного основного регулятора с фрикционной передачей. На рис.1 изображена схема подвижной системы скала основного регулятора станка АТПР.

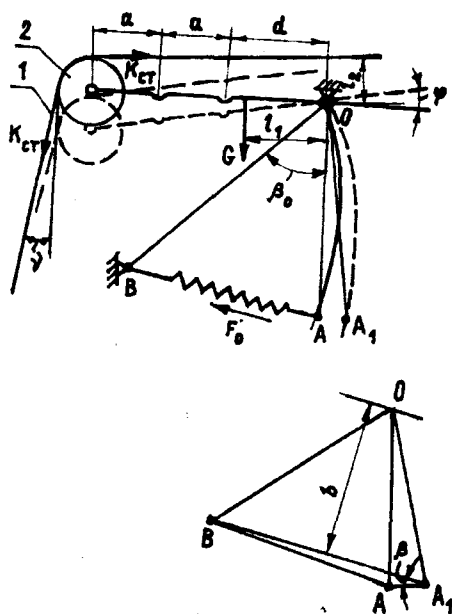


Рис. 1

В процессе ткачества нити основы 1, действуя на скало 2, выполняющее роль датчика основного регулятора, регулируют величину отпуска основы с ткацкого станка и посредством перемещения скала компенсируют натяжение основы от зевобразования. Для вывода уравнения общего натяжения основных нитей воспользуемся исследованием [1].

При срабатывании основы с ткацкого навоя натяжение основных нитей в статических условиях изменяется от $K_{ст}$ до $K_{ст} + \Delta K$, где $K_{ст}$ – статическое (заправочное) натяжение при полном ткацком навое; ΔK – приращение натяжения в процессе срабатывания ткацкого навоя.

Уравнение для определения натяжения в статических условиях при полном ткацком навое, пренебрегая трением в цапфе скала и оси подскарины, запишем следующим образом:

$$K_{ст} = \frac{2F_0 OA OB \sin \beta_0 - G l_1 AB}{AB((2a + d + r) \cos v - l_2)}, \quad (1)$$

где F_0 – затяжка пружины при полном ткацком навое, Н; OA , OB – стороны треугольника AOB , мм; G – суммарный вес подвижной системы, Н; AB – длина пружины при полном навое, мм; β_0 – угол между сторонами OA и OB треугольника

ОАВ, рад; ν – угол сматывания основы с ткацкого навоя, рад; r – радиус качающегося скала, мм.

Определим общее натяжение нитей основы на ткацком станке. Предположим, что при определенном радиусе сматывания основы с ткацкого навоя подскалина в процессе зевобразования повернулась на некоторый угол φ , преодолевая сопротивление момента инерции, силы трения и затяжки пружин. В этот момент общее натяжение можно записать так:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{ст}} + \frac{\varphi'' I_{\text{пр}} + 2\Delta F_1 b + M_{\text{тр}}}{((2a + d + r)\cos \nu - \ell_2)}, \quad (2)$$

где $I_{\text{пр}}$ – приведенный к оси подскалины суммарный момент инерции подвижной системы регулятора, Н·мм·с²; φ'' – угловое ускорение подскалины, 1/с²; $M_{\text{тр}}$ – момент трения, возникающий при повороте подскалины, Н·мм; ΔF_1 – затяжка пружины при отклонении системы на угол φ , Н:

$$\Delta F_1 = C_1 \varphi O A_1 \cos \beta,$$

где C_1 – коэффициент жесткости пружины, Н/мм.

В то же время общее натяжение нитей основы в этот момент времени можно записать и таким образом:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{ст}} + K_3 - C\varphi(2a + d + r)\cos \nu, \quad (3)$$

$$A_n = \sqrt{\left(N \int_0^{2/N} \lambda(t) \cos(n\pi t N) dt \right)^2 + \left(N \int_0^{2/N} \lambda(t) \sin(n\pi t N) dt \right)^2};$$

$n=1, 2, 3, \dots$; ω_1 – частота первой гармоники: $\omega_1 = 2\pi/T = \pi N$, 1/с; ψ_n – фаза n -й гармоники: $\psi_n = -\arctg(b_n/a_n)$.

Произведя необходимые замеры зева и подставив в подынтегральные выражения формулы зависимости деформации от вре-

где K_3 – натяжение основы от зевобразования, Н; C – коэффициент жесткости упругой системы заправки, Н/мм.

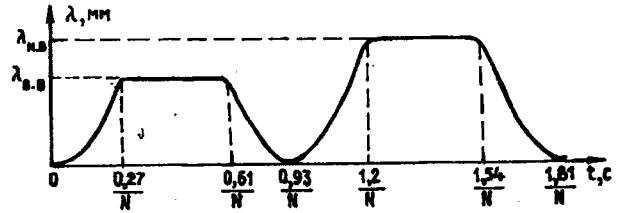


Рис. 2

Натяжение основы от зевобразования – величина переменная, зависящая от высоты подъема ремиз и параметров зева. На рис.2, где представлена диаграмма изменения деформации основных нитей при выработке ткани с переменным направлением осей в процессе ткачества, видно, что деформация нитей основы от зевобразования периодически изменяется с периодом $T=2/N$ (N – частота вращения главного вала станка) в условиях разнонатянутого зева и может быть разложена в ряды Фурье [2]. Для удобства разложения за 0° оборота главного вала станка принят угол поворота, при котором деформация λ от зевобразования равна нулю.

Таким образом:

$$\lambda(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\omega_1 t + \psi_n), \quad (4)$$

$$\text{где } A_0 = \frac{N}{2} \int_0^{2/N} \lambda(t) dt;$$

мени, получим уравнения для определения коэффициентов ряда Фурье:

$$a_0 = 2,31 \text{ мм};$$

$$\begin{aligned}
a_n &= \frac{1,383}{n^3} \sin 0,872n + \frac{0,907}{n^2} \cos 0,872n + \left(\frac{1,383}{n^3} - \frac{0,0016}{n} \right) \sin 2,269n + \\
&+ \left(\frac{0,005}{n} - \frac{1,383}{n^3} \right) \sin 4,014n + \left(\frac{1,383}{n^3} - \frac{0,025}{n} \right) \sin 5,41n + \frac{1,508}{n^2} \cos 4,014n + \\
&\quad + \frac{0,905}{n^2} \cos 2,269n + \frac{1,5}{n^2} \cos 5,41n + \frac{0,004}{n^2} ; \\
b_n &= \frac{0,907}{n^2} \sin 0,872n + \frac{1,508}{n^2} \sin 4,014n + \frac{0,905}{n^2} \sin 2,269n + \frac{1,5}{n^2} \sin 5,41n + \\
&+ \frac{1,383}{n^3} \cos 0,872n - \left(\frac{1,383}{n^3} - \frac{0,0016}{n} \right) \cos 2,269n - \left(\frac{0,005}{n} - \frac{1,383}{n^3} \right) \cos 4,014n - \\
&\quad - \left(\frac{1,383}{n^3} - \frac{0,025}{n} \right) \cos 5,41n - \frac{0,027}{n} .
\end{aligned}$$

Приравняем (2) и (3):

$$\begin{aligned}
&\frac{\varphi' I_{\text{пр}} + 2\Delta F_1 b + M_{\text{тр}}}{((2a + d + r) \cos v - \ell_2)} = \\
&= CA_0 + C \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\omega_1 t + \psi_n) - \\
&- C\varphi(2a + d + r) \cos v.
\end{aligned}$$

Сделаем допущения. В связи с тем, что при формировании нескольких раппортов ткани по утку величина плеча b и угол β изменяются в пределах 5%, будем считать их постоянными величинами при данном радиусе намотки основы на навой.

Осуществив ряд преобразований и введя обозначения

$$\frac{2C_1 O A_1 \cos \beta b + C \left(((2a + d + r) \cos v)^2 - ((2a + d + r) \cos v - \ell_2) \right)}{I_{\text{пр}}} = D^2,$$

$$\frac{CA_0 ((2a + d + r) \cos v - \ell_2) - M_{\text{тр}}}{I_{\text{пр}}} = E,$$

$$\frac{CA_n ((2a + d + r) \cos v - \ell_2)}{I_{\text{пр}}} = F,$$

получим линейное неоднородное уравнение второго порядка:

$$\varphi'' + D^2 \varphi = E + \sum_{n=1}^{\infty} F \cos(n\omega_1 t + \psi_n),$$

решив которое будем иметь

$$\varphi = \frac{\sum_{n=1}^{\infty} F \cos(n\omega_1 t + \psi_n)}{D^2 - (n\omega_1)^2} + \frac{E}{D^2} +$$

$$C_1 = -\frac{E}{D^2} - \frac{\sum_{n=1}^{\infty} F \cos \psi_n}{D^2 - (n\omega_1)^2};$$

$$+ C_1 \cos Dt + C_2 \sin Dt, \quad (5)$$

где (согласно рис.2) из граничных условий

$$\varphi(0) = \varphi(0,93/N) = 0:$$

$$C_2 = \frac{\left(\frac{E}{D^2} + \frac{\sum_{n=1}^{\infty} F \cos \psi_n}{D^2 - (n\omega_1)^2} \right) \cos(D0,93/N) - \frac{E}{D^2} - \frac{\sum_{n=1}^{\infty} F \cos(n\pi 0,93 + \psi_n)}{D^2 - (n\omega_1)^2}}{\sin(D0,93/N)}.$$

Подставив выражения для F, E, D² в (5), получим

$$\varphi = \frac{C((2a+d+r)\cos v - \ell_2) \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\omega_1 t + \psi_n)}{2C_1 OA_1 \cos \beta b + C(((2a+d+r)\cos v)^2 - ((2a+d+r)\cos v \ell_2)) - I_{np} (n\omega_1)^2} +$$

$$+ \frac{CA_0((2a+d+r)\cos v - \ell_2) - M_{rp}}{2C_1 OA_1 \cos \beta b + C(((2a+d+r)\cos v)^2 - ((2a+d+r)\cos v \ell_2))} + C_1 \cos Dt + C_2 \sin Dt. \quad (6)$$

При подстановке (6) в (3) получим окончательную формулу для определения общего натяжения при формировании эле-

мента ткани с переменным направлением осей в процессе ткачества:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{ст}} + K_3 - C(2a+d+r)\cos v.$$

$$\left(\frac{C((2a+d+r)\cos v - \ell_2) \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\omega_1 t + \psi_n)}{2C_1 OA_1 \cos \beta b + C(((2a+d+r)\cos v)^2 - ((2a+d+r)\cos v \ell_2)) - I_{np} (n\omega_1)^2} + \frac{CA_0((2a+d+r)\cos v - \ell_2) - M_{rp}}{2C_1 OA_1 \cos \beta b + C(((2a+d+r)\cos v)^2 - ((2a+d+r)\cos v \ell_2))} + C_1 \cos Dt + C_2 \sin Dt \right)$$

ВЫВОДЫ

Выведена формула для определения общего натяжения нитей основы при формировании элемента ткани с переменным направлением осей в процессе ткачества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ерохин Ю.Ф.* Исследование и совершенствование процесса ткачества в хлопчатобумажном

производстве: Дис...докт. техн. наук. – Иваново, 1978.

2. Руководство к решению задач по высшей математике: Учебное пособие в 2-х ч. Ч.2 /Под общ. ред. Е.И. Гурского. – Минск: Высшая школа, 1990.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 04.04.01.
