

УДК 677.024

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОКЛАДЫВАНИЯ  
НА СТАНКЕ АТПР НИТЕЙ ИЗ СТЕКЛА И ХЛОПКА\***

*О.С. СТЕПАНОВ, Н.Н. СОКОЛОВ, В.Н. ГРАЧЁВ*

**(Ивановская государственная текстильная академия,  
Ивановский государственный университет)**

Для технических целей была разработана и получена ткань, где в качестве основы использовались хлопчатобумажные нити 18,5 текс, а в качестве утка – комплексные стеклонити 15 текса. В отделочном производстве ткань подвергалась пропитке.

В первоначальном варианте планировалось получение этой ткани на станке СТБ, но от этого пришлось отказаться: в момент захвата уточины стальными губками прокладчика стеклонить разрушалась и происходил ее обрыв. Прокладывание стеклонити на пневматическом станке также не привело к желаемым результатам: наблюдалось большое количество недолетов утка. В окончательном варианте был выбран ткацкий станок АТПР-100-4.

Прокладывание стеклонити на станке АТПР потребовало проведения дополнительных исследований. Это связано с тем, что длина нити непрерывно возрастает и, следовательно, увеличивается ее масса.

Здесь мы имеем задачу Мещерского,

решение которой определяется следующим уравнением [1]:

$$m \frac{d\bar{V}}{dt} = \bar{F} + \bar{\Phi}, \quad (1)$$

где  $m$  – мгновенная масса (в нашем случае нити);  $\bar{V}$  – скорость движения нити;  $\bar{F}$  – главный вектор активных сил, действующих на нить;  $\bar{\Phi}$  – реактивная сила.

Значение  $\bar{\Phi}$  найдем по формуле [1]:

$$\bar{\Phi} = \frac{dm}{dt} (\bar{U} - \bar{V}) = \frac{dm}{dt} \bar{V}_2, \quad (2)$$

где  $\bar{U}$  – абсолютная скорость движения присоединяющихся к нити или отсоединяющихся от нее частиц;  $\bar{V}_2$  – относительная скорость движения частиц;  $\frac{dm}{dt}$  – секундное изменение массы.

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Г.В. Степанова.

Выражение (1) можно записать иначе:

$$m \frac{dV}{dt} = F + \frac{dm_1}{dt} (V_0 - V) - \frac{dm_2}{dt} (V_1 - V), \quad (3)$$

где  $F$  – равнодействующая активных сил, приложенных к нити;  $\frac{dm_1}{dt}$  – секундный расход массы присоединяющихся частиц;  $\frac{dm_2}{dt}$  – секундный расход массы отделяющихся частиц;  $V_0$  – скорость частиц до присоединения;  $V_1$  – скорость частиц после отделения.

Учитывая, что в нашем случае отделение частиц от нити не происходит, уравнение (3) примет вид

$$m \frac{dV}{dt} = F + \frac{dm}{dt} (V_0 - V). \quad (4)$$

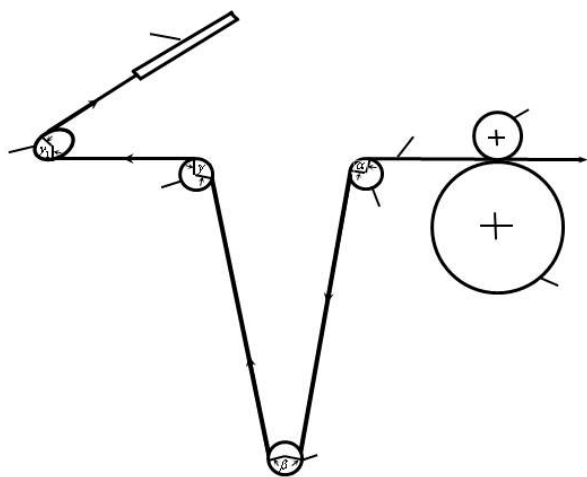


Рис. 1

Присоединение к нити ее частиц происходит в зоне отмеривающей пары 1...2, рис. 1 (схема заправки утка), с постоянной линейной скоростью  $V_0$ . Поэтому выражение (4) запишем так:

$$m \frac{dV}{dt} = F + \frac{dm_1}{dt} V_0. \quad (5)$$

Определим значение массы нити. Эта масса состоит из начальной массы отрезка нити, находящегося в рапире, и массы ни-

ти длиной от точной вилочки до отмеривающей пары. Кроме того, в период прокладывания нити в зеве ее масса непрерывно возрастает.

Имеем

$$m = \mu(\ell_0 + V_0 t), \quad (6)$$

где  $\ell_0$  – начальная длина отрезка нити;  $\mu$  – масса единицы длины нити.

Используя (3) и (6), находим:

$$\frac{dm_1}{dt} = \frac{d}{dt} (\ell_0 + V_0 t) \mu = \mu V_0. \quad (7)$$

Подставляем (6) и (7) в (5):

$$\frac{dV}{dt} (\ell_0 + V_0 t) \mu = F + \mu V_0^2. \quad (8)$$

Чтобы найти равнодействующую силу  $F$ , рассмотрим рис. 1. Имеем

$$F = F_n + F_n - R - F_1 - F_2 - F_3 - F_4 \quad (9)$$

где  $F_n$  – сила тяги нити подающей (правой) рапирой;  $F_n$  – сила тяги нити приемной (левой) рапирой;  $R$  – реакция натяжения нити 3 при выходе из отмеривающей пары;  $F_1, F_2, F_3$  – натяжение нити на участках: нитепроводник 4 – компенсатор 5, компенсатор 5 – нитепроводник 6; нитепроводник 6 – уточная вилочка 7;  $F_4$  – натяжение нити в зоне вилочка 7 – рапира 8;  $\alpha, \beta, \gamma, \gamma_1$  – начальные углы огибания нитью соответствующих нитепроводников.

Используя рис. 1, запишем:

$$F_1 = R e^{f(\alpha - \omega_4 t)}, \quad (10)$$

$$F_2 = F_1 e^{f(\beta - \omega_5 t)}, \quad (11)$$

$$F_3 = F_2 e^{f(\gamma - \omega_6 t)}, \quad (12)$$

$$F_4 = F_3 e^{\frac{f\pi}{2}}, \quad (13)$$

где  $f$  – коэффициент трения нити о нитепроводник;  $\omega_i$  – средние угловые скорости изменения углов охвата нитью нитепроводников в период перемещения глазка 5 из нижнего в верхнее положение.

Учитывая (10)...(13), равенство (9) примет вид

$$F = F_{\Pi} + F_{\text{JI}} - R(1 + e^{f\theta}), \quad (14)$$

$$\theta = \alpha + \beta + \gamma + \gamma_1 - (\omega_4 + \omega_5 + \omega_6)t. \quad (15)$$

Подставляем (14) в (8) и находим  $R$ :

$$R = \frac{F_{\Pi} + F_{\text{JI}} + \mu V_0^2 - \mu(\ell_0 + V_0 t)W}{1 + e^{f\theta}}, \quad (16)$$

где  $W = \frac{dV}{dt}$ .

В (18) все значения известны кроме ускорения нити. Для нахождения этой величины имеем

$$R = \frac{1}{1 + e^{f\theta}} \left[ F_{\Pi} + F_{\text{JI}} + \mu V_0^2 - 2\mu r \omega^2 \frac{\ell}{\ell_1} (\ell_0 + V_0 t) \left( \cos \omega t + \frac{r}{L} \cos 2\omega t \right) \right]. \quad (19)$$

В отличие от [2] равенство (19) учитывает не только динамику процесса, но и реактивную составляющую и силы трения, препятствующие скольжению нити по направляющим.

Для вычисления натяжения нити в соответствующей зоне (рис. 1) используются формулы (10)...(13)

Тягу нити рапирой находят по известной формуле [3]

$$F_x = \frac{1}{2} \pi d \rho \ell_x C_x V_x^2, \quad (20)$$

где  $d$  – диаметр нити;  $\rho$  – плотность воздуха;  $\ell_x$  – длина нити, обдуваемая потоком воздуха;  $V_x$  – скорость потока воздуха от-

$$W = \frac{dV}{dt} = \frac{d}{dt}(V_0 + V_K) = \frac{dV_K}{dt}, \quad (17)$$

где  $V_K$  – скорость подачи нити компенсатором.

Компенсатор представляет собой пространственный четырехзвенник. Однако перемещения его звеньев можно рассматривать в одной плоскости. Тогда ускорение нити определим, используя формулу:

$$W = \frac{2\ell}{\ell_1} r \omega^2 \left( \cos \omega t + \frac{r}{L} \cos 2\omega t \right), \quad (18)$$

где  $\ell$  – длина рычага компенсатора;  $\ell_1$  – расстояние от рычага компенсатора до его соединения с шатуном;  $r$  – радиус кривошипа компенсатора;  $\omega$  – угловая скорость главного вала станка;  $L$  – длина шатуна.

Подставляя (18) в (16), находим выражение для определения реакции натяжения нити в зоне ее выпуска отмеривающей парой:

носителю нити;  $C_x$  – коэффициент лобового сопротивления.

$$C_x = \frac{2,1}{V_x + 3} + 0,065. \quad (21)$$

Скорость  $V_x$  находим, используя равенства

$$\begin{aligned} V_x &= V_p + V_B - V, \\ V_p &= 2R_1 \omega_1 \sin \omega_1 t, \end{aligned} \quad (22)$$

где  $V_p$  – скорость движения рапиры;  $V_B$  – скорость движения потока воздуха в канале рапиры;  $R_1$  – длина водила;  $\omega_1$  – угловая скорость движения водила;  $t$  – время.

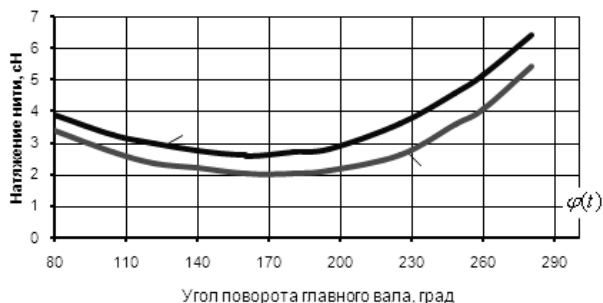


Рис. 2

На рис. 2 приводится график изменения натяжения уточной нити применительно к наиболее напряженной зоне: выходе нити из уточной вилочки. Наибольшее натяжение нити наблюдается при повороте главного вала станка примерно на  $260...270^\circ$ , то есть на момент завершения подачи нити компенсатором. Здесь натяжение нити зависит не только от действия рапир и реактивной силы, но проявляется еще динамическая составляющая инерции нити. Расчет натяжения сделан для комплексной стеклонити и нити из хлопка (на графике соответственно 1 и 2). Линейные плотности нитей – 15 текс. Из анализа графика следует: натяжение каждой нити имеет переменный характер, но не является критическим и не может быть причиной обрыва нити.

## ВЫВОДЫ

1. Получены расчетные соотношения для определения натяжения уточной нити

из стекла, прокладываемой в зеве на станке АТПР. Соотношения учитывают динамику процесса, реактивную составляющую присоединения к нити ее частиц, силы трения нити о ее направляющие.

2. Сделан сравнительный расчет натяжения нитей

из  $\text{////////////////////}$  стекла и хлопка. Натяжения нитей несущественно отличаются между собой, носят переменный характер и не могут быть причиной обрывности утка. Для повышения надежности прокладывания стеклонити и получения качественной ткани следует несколько увеличить давление воздуха в магистралях станка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бать М.Ю. и др. Теоретическая механика в примерах и задачах. – т. III. – М.: Наука, 1973.
2. Букаев П.Т., Власов П.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1969, №2.
3. Степанов Г.В. Станки АТПР: устройство и расчет параметров. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 14.05.08.