

УДК 674.053.23

**ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАСКЛАДКИ
НА ТОРЦЕВЫХ УЧАСТКАХ КАНАВКИ
МОТАЛЬНОГО БАРАБАНЧИКА**

И. А. ЯКУБИЦКАЯ, В. В. ЧУГИН, В. Ю. ЩЕРБАНЬ

(Херсонский индустриальный институт, Государственная академия легкой промышленности Украины)

Исследования площадок контакта при взаимодействии нити с внутренней поверхностью канавки мотального барабанчика [1] позволили выдвинуть гипотезу о том, что условия раскладки нити на торцевых участках не являются стабильными. В результате этой нестабильности могут образовываться дефекты намотки (в частности, слеты), приводящие к осложнениям при последующей переработке бобин.

Для выявления причин нарушения динамического равновесия нити при раскладке на торцевых участках канавки мотального барабанчика рассмотрим силы, действующие на элемент нити dS массой dm (рис. 1),

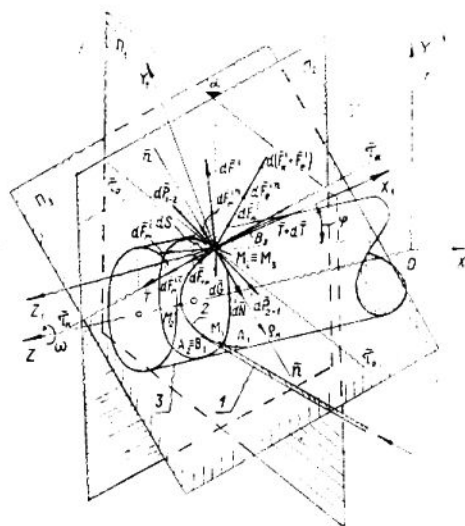


Рис. 1.

предварительно определив кинематические характеристики процесса раскладки на этом участке.

Известно, [2, 3], что нить в процессе раскладки участвует в сложном движении: вращательном вокруг оси мотального барабанчика и возвратно-поступательном по винтовой линии канавки мотального барабанчика. Для решения задачи по определению кинематических характеристик точки раскладки M_i на торцевых участках выберем две системы координат: неподвижную $XOYZ$ — чтобы ось OZ совпала с осью мотального барабанчика и подвижную — $X_1M_1Y_1Z_1$. Начало координат

поместим в точку M_i по ходу движения нити по линии торцевого участка канавки и направим ось $M_i Z_1$ параллельно оси OZ . Угол φ характеризует положение подвижной системы координат относительно неподвижной. Тогда относительным движением точки раскладки M_i считаем равнопеременное возвратно-поступательное движение вдоль оси мотального барабанчика по винтовой линии канавки со скоростью v_r , а переносным — вращательное движение вокруг оси мотального барабанчика со скоростью v_e . Угловую скорость вращения мотального барабанчика примем величиной постоянной.

По ходу движения нити на соответствующих торцевых участках винтовой линии канавки $A_1 B_1$, $A_2 B_2$, $A_3 B_3$ отметим три характерные точки: M_1 , M_2 , M_3 . Данные участки выбираем исходя из фактической формы отшлифованных пятен контакта нити с внутренней поверхностью стенок канавки [1, рис. 1]. Точку M_i последовательно совместим с точками M_1 , M_2 и M_3 и определим скорости и ускорения в этих точках, а также силы, действующие на элементарный участок нити dS для частного случая — раскладки нити винтовой канавкой мотального барабанчика на торцевых участках (далее приводятся схемы только для точки раскладки M_3).

Проведем касательные $\overline{\tau_0}$ и $\overline{\tau_k}$ к траектории переносного и относительного движений точки M_3 , а через них плоскости: P_1 — плоскость, проходящую через касательную $\overline{\tau_0}$ и перпендикулярную оси мотального барабанчика; P_2 — плоскость, проходящую через касательную $\overline{\tau_k}$, положение которой определяется углом α — углом наклона линии канавки к плоскости P_1 ; P_3 — плоскость, параллельную оси мотального барабанчика и соприкасающуюся с его внешней цилиндрической поверхностью.

Приращение скорости относительного движения точки раскладки M_3

$$dv_r = \pm dhn, \quad (1)$$

где dh — приращение перемещения точки контакта нити с дном канавки, м;

n — число оборотов мотального барабанчика, c^{-1} .

Приращение скорости переносного движения точки раскладки M_3

$$dv_e = dR_k \omega, \quad (2)$$

где dR_k — приращение переменного радиуса вращения точки M_3 на уровне дна канавки, м;

ω — угловая скорость вращения мотального барабанчика, c^{-1} .

Вектор скорости \overline{v}_r направлен по касательной $\overline{\tau_k}$ в направлении раскладки; вектор скорости \overline{v}_e по касательной $\overline{\tau_0}$ в сторону вращения мотального барабанчика; вектор абсолютной скорости \overline{v}_a равен векторной сумме относительной и переносной скорости точки [4].

Участвуя в сложном движении, точка раскладки M_3 в общем случае имеет пять видов ускорений: относительное вращательное и центростремительное a^r , a^n_r ; переносное вращательное и центростремительное a^e , a^n_e и корнолисово a_k , величина и направление которых определяются согласно [4].

В частном решении, применительно к поставленной задаче, в точках M_1 и M_3 $a^e = 0$, а в точке M_2 $a^e = 0$ и $a^r = 0$.

Определив в общем виде кинематические характеристики точки

раскладки на торцевых участках, переходим к определению сил, действующих на элементарный участок нити dS в точке M_3 .

T — начальное натяжение элемента нити dS , определяемое начальными условиями перематывания.

$T+dT$ — конечное натяжение элемента нити dS , определяемое по формуле Эйлера.

$dF_{тр}$ — сила трения элемента нити о внутреннюю стенку канавки мотального барабанчика.

Векторы сил \bar{T} , $\bar{T}+d\bar{T}$, $d\bar{F}_{тр}$ направлены по касательной $\bar{\tau}_k$, $\bar{T}+d\bar{T}$ — в сторону движения нити, а \bar{T} и $d\bar{F}_{тр}$ — в противоположную сторону.

dN — сила нормального давления элемента нити на контактную площадку. Вектор силы $d\bar{N}$ направлен по нормали \bar{n} .

dG — сила тяжести элемента нити dS массой dm .

dP_{1-2} — сила удара элемента нити 1 о стенку канавки 2 мотального барабанчика. Принимаем, что вектор силы $d\bar{P}_{1-2}$ направлен по вектору абсолютной скорости \bar{v}_a , а вектор силы $d\bar{P}_{2-1}$ — противоположно вектору $d\bar{P}_{1-2}$.

Положение вектора абсолютной скорости \bar{v}_a в плоскости Π_3 определится углом β :

$$\beta = (v_r \sin \alpha) / v_a. \quad (3)$$

dF^i — суммарная сила инерции элемента нити, в общем случае равная векторной сумме

$$d\bar{F}^i = d\bar{F}_{e^{in}} + d\bar{F}_{e^{it}} + d\bar{F}_{r^{in}} + d\bar{F}_{r^{it}} + d\bar{F}_k^i \quad (4)$$

и состоящая из центробежной $F_{e^{in}}$ и вращательной $F_{e^{it}}$ сил инерции в переносном движении, центробежной $F_{r^{in}}$ и вращательной $F_{r^{it}}$ сил инерции в относительном движении и кориолисовой силе инерции F_k^i . Названные силы направлены по движению нити противоположно соответствующим ускорениям.

В частном случае для точек M_1 и M_3 $F_{e^{it}}=0$, а для точки M_2 $F_{e^{it}}=0$ и $F_{r^{it}}=0$.

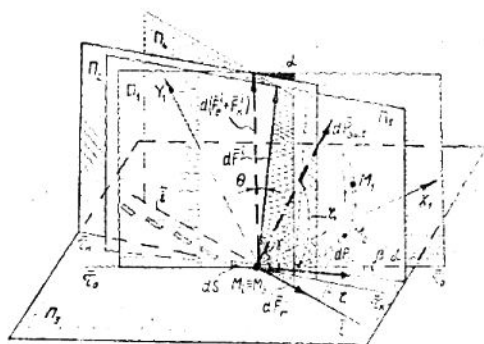


Рис. 2.

На рис. 2 показана схема действия на элемент нити dS в точке M_3 суммарной силы инерции dF^i , силы удара канавки мотального барабанчика о нить dP_{2-1} и силы выброса нити из канавки мотального бара-

банчика $dP_{\text{выб}}$. Вектор силы выброса определяется как векторная сумма составляющих суммарной силы инерции и силы удара

$$d\bar{P}_{\text{выб}} = d\bar{F}^i + d\bar{P}_{2-1}. \quad (5)$$

Суммарная сила инерции действует в плоскости Π_4 , положение которой в пространстве определяется углом ξ :

$$\xi = \arctg(F_r^{in}/F_r^{it}). \quad (6)$$

Положение вектора \bar{F}^i в плоскости Π_4 определится углом γ :

$$\gamma = \arctg[(F_e^i + F_k^i)/F_r^i]. \quad (7)$$

Положение плоскости Π_5 (плоскости действия силы выброса) определится углом Θ — углом наклона плоскости Π_5 к плоскости Π_1 :

$$\Theta = \arctg[F_r^i/(F_e^i + F_k^i)]. \quad (8)$$

Плоскость Π_5 проходит через вектор суммарной силы инерции и вектор силы удара канавки мотального барабанчика о нить. Положение вектора силы выброса в плоскости Π_5 определится углом ξ :

$$\xi = \arctg(F^i/P_{2-1}). \quad (9)$$

Вопросу определения силы выброса нити из канавки будут посвящены дальнейшие исследования.

ВЫВОДЫ

Проведен кинематический и силовой анализ точки раскладки M_i в положении M_3 на торцевом участке витка канавки мотального барабанчика и определены в общем виде величина и направление скоростей, ускорений, активных сил и сил инерции, действующих на нить в точке M_i .

ЛИТЕРАТУРА

1. Якубицкая И. А., Чугин В. В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1997, № 4.
2. Гордеев В. А., Волков П. В. Ткачество. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. Ефремов Е. Д., Ефремов Б. Д. Основы теории наматывания нити на паковку. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
4. Никитин Н. Н. Курс теоретической механики. — М.: Высшая школа, 1990.

Рекомендована кафедрой ткачества ХИИ. Поступила 04.12.96.