

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),

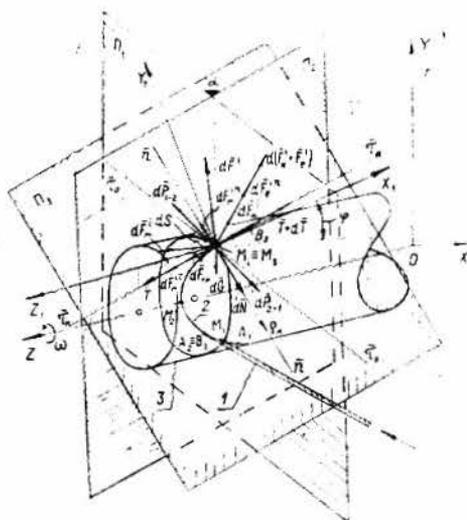


Рис. 1.

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 —  $X_1M_iY_1Z_1$ . Начало координат

поместим в точку  $M_i$  по ходу движения нити по линии торцевого участка канавки и направим ось  $M_i Z_i$  параллельно оси  $OZ$ . Угол  $\varphi$  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:  $\Pi_1$  — плоскость, проходящую через касательную  $\overline{\tau_0}$  и перпендикулярную оси мотального барабанчика;  $\Pi_2$  — плоскость, проходящую через касательную  $\overline{\tau_k}$ , положение которой определяется углом  $\alpha$  — углом наклона линии канавки к плоскости  $\Pi_1$ ;  $\Pi_3$  — плоскость, параллельную оси мотального барабанчика и соприкасающуюся с его внешней цилиндрической поверхностью.

Приращение скорости относительного движения точки раскладки  $M_3$

$$dv_r = \pm dh n, \quad (1)$$

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;

$\omega$  — 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  $a^{\tau_r}$ ,  $a^{n_r}$ ; переносное вращательное и центростремительное  $a^{\tau_e}$ ,  $a^{n_e}$  и кориолисово  $a_k$ , величина и направление которых определяются согласно [4].

В частном решении, применительно к поставленной задаче, в точках  $M_1$  и  $M_3$   $a^{\tau_e} = 0$ , а в точке  $M_2$   $a^{\tau_e} = 0$  и  $a^{\tau_r} = 0$ .

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  $\Pi_3$  определится углом  $\beta$ :

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

$dF^i$  — 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  $F_{r^{it}}=0$ .

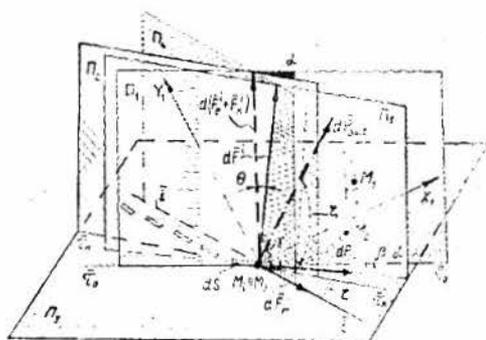


Рис. 2.

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  $\Pi_4$ , положение которой в пространстве определяется углом  $\xi$ :

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

Положение вектора  $\bar{F}^i$  в плоскости  $\Pi_4$  определится углом  $\gamma$ :

$$\gamma = \text{arctg}[(F_e^i + F_R^i)/F_r^i]. \quad (7)$$

Положение плоскости  $\Pi_5$  (плоскости действия силы выброса) определится углом  $\Theta$  — углом наклона плоскости  $\Pi_5$  к плоскости  $\Pi_1$ :

$$\Theta = \text{arctg}[F_r^i/(F_e^i + F_R^i)]. \quad (8)$$

Плоскость  $\Pi_5$  проходит через вектор суммарной силы инерции и вектор силы удара канавки мотального барабанчика о нить. Положение вектора силы выброса в плоскости  $\Pi_5$  определится углом  $\xi$ :

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

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.