

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КЛОЧОК ВОЛОКОН НА ЗУБЕ ГАРНИТУРЫ ПРИЕМНОГО БАРАБАНА В ЗОНЕ ОТКРЫТОЙ ПОВЕРХНОСТИ

А.Г. ХОСРОВЯН

(Ивановская государственная текстильная академия)

На рис. 1 представлена схема, иллюстрирующая механическое состояние клочка волокон на зубе в зоне открытой поверхности приемного барабана.

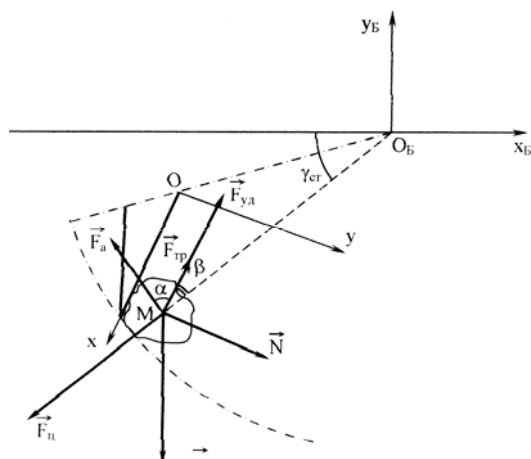


Рис. 1

Пусть  $O_B$  – центр окружности приемного барабана, а  $R_B$  – его радиус. Центр масс клочка обозначим через  $M$ . Угол при вершине зуба обозначим через  $\beta$ , угол наклона рабочей грани –  $\alpha$ . Пусть  $g$  – ускорение свободного падения.

Прямоугольная система координат  $O_Bx_By_B$  (рис. 1) связана с неподвижной

осью барабана, а система координат  $Oxy$  с центром  $O$  в основании рабочей грани зуба. Пусть высота зуба гарнитуры равна  $h$ , а угол при вершине зуба равен  $\beta$ . Тогда угол наклона рабочей грани зуба равен  $\alpha = \pi - \beta$ .

Угол между радиусом  $MO_B$  и отрицательным направлением оси  $Ox_B$  обозначим через  $\gamma_{ст}$ . Свяжем с рабочей гранью зуба ось  $Ox$ , а ось  $Oy$  направим перпендикулярно рабочей грани зуба.

На клочок волокон массы  $m$  действуют следующие силы (рис. 1) [1]:

$m\vec{g}$  – сила тяжести;

$\vec{F}_{ц}$  – центробежная сила;

$\vec{F}_{тр}$  – сила трения между клочком и рабочей гранью зуба;

$\vec{N}$  – сила нормального давления;

$\vec{F}_A$  – аэродинамическая сила.

Ранее [1] анализ механики клочка на зубе ограничивался изучением влияния только вышеперечисленных сил. Однако расчеты показывают [2], что учет только этих сил приводит к серьезным противоречиям с экспериментальными данными. В связи с этим в дальнейшем примем, что на клочок волокон действует некоторая до-

полнительная удерживающая сила  $\vec{F}_{уд}$  (рис. 1), направленная противоположно оси  $Ox$ .

Согласно второму закону Ньютона механическое состояние удерживающегося на зубе гарнитуры клочка волокон может быть описано векторным уравнением

$$m\vec{g} + \vec{F}_{ц} + \vec{F}_{тр} + \vec{N} + \vec{F}_A + \vec{F}_{уд} = 0. \quad (1)$$

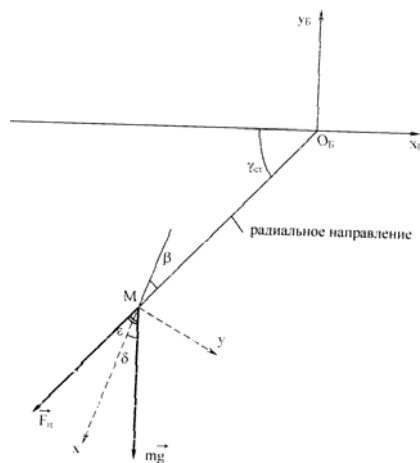


Рис. 2

Обратимся к рис. 2, где изображено расположение системы координат  $Oxy$  относительно системы координат  $OxBxBy$ .

$$mg \cos \delta + F_{ц} \cos \beta - F_A \cos \alpha - \mu(-mg \sin \delta + F_{ц} \sin \beta + F_A \sin \alpha) - F_{уд} = 0.$$

Следовательно,

$$F_{уд} = mg(\cos \delta - \mu \sin \delta) + F_{ц}(\cos \beta - \mu \sin \beta) - F_A(\cos \alpha - \mu \sin \alpha). \quad (6)$$

Обозначим через  $v_{вит}$  скорость витания частицы массой  $m$ . Тогда

$$F_a = \frac{mg(V_B - v_a)^2}{v_{вит}^2}, \quad (7)$$

где  $V_B = \pi n_B R_B / 30$  – окружная скорость приемного барабана;  $n_B$  – частота вращения приемного барабана;  $v_a$  – скорость воздушного потока, сопутствующего вращению барабана на уровне кончиков зубьев;  $R_B$  – радиус приемного барабана.

Обозначим угол между векторами  $m\vec{g}$  и  $\vec{F}_{ц}$  через  $\varepsilon$ . Очевидно, что  $\varepsilon = 0,5\pi - \gamma_{ст}$ .

Обозначим через  $\delta$  угол между вектором  $m\vec{g}$  и направлением оси  $Ox$ . Тогда  $\delta = \varepsilon - \beta$ .

Спроектируем уравнение (1) на ось  $Ox$ :

$$mg \cos \delta + F_{ц} \cos \beta - F_A \cos \alpha - F_{тр} - F_{уд} = 0 \quad (2)$$

и потом на ось  $Oy$ :

$$mg \sin \delta - F_{ц} \sin \beta - F_A \sin \alpha + N = 0. \quad (3)$$

Так как  $F_{тр} = \mu N$ , где  $\mu$  – коэффициент трения между клочком волокон и рабочей гранью зуба, то уравнение (2) преобразуется к виду

$$mg \cos \delta + F_{ц} \cos \beta - F_A \cos \alpha - \mu N - F_{уд} = 0. \quad (4)$$

Поскольку из (3):

$$N = -mg \sin \delta + F_{ц} \sin \beta + F_A \sin \alpha, \quad (5)$$

то (2) преобразуется к виду:

Как показывают экспериментальные и теоретические данные [3], [4], можно принять, что

$$v_a = 0,96V_B.$$

Следовательно, находим, что модуль аэродинамической силы, действующей на клочок волокон, определяется через массу клочка, его скорость витания и окружную скорость барабана:

$$F_a = \frac{mg(0,04)^2 V_B^2}{V_{\text{вит}}^2} = k_a \frac{mgV_B^2}{V_{\text{вит}}^2}, \quad (8)$$

где  $k_a = 0,0016$ .  
Поскольку

$$F_{\text{ц}} = m\omega_B^2 R_B = mV_B^2 / R_B, \quad (9)$$

где  $\omega_B = \pi n_B / 30$ , то, подставляя соотношения (8) и (9) в (6), получаем, что

$$F_{\text{уд}} = m \left[ g(\cos \delta - \mu \sin \delta) + \frac{V_B^2}{R_B} (\cos \beta - \mu \sin \beta) - k_a \frac{gV_B^2}{V_{\text{вит}}^2} (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) \right] =$$

$$= m \left\{ g(\cos \delta - \mu \sin \delta) + V_B^2 \left[ \frac{(\cos \beta - \mu \sin \beta)}{R_B} - \frac{k_a g}{V_{\text{вит}}^2} (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) \right] \right\}. \quad (10)$$

Таким образом, получена зависимость для дополнительной удерживающей силы, действующей на клочок волокон на зубе гарнитуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Борзунов И.Г. и др. Прядение хлопка и химических волокон. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
2. Красик Я.М. Исследование процесса очистки волокна приемным узлом шляпочной чесальной

машины: Дис...канд. техн. наук. – Иваново, ИВТИ, 1995.

3. Niitsu J. and an. Air Flow on a Card Equipment with Metallic Card Clothing. Journal of Textile Machinery Society of Japan. – 14, №153, 1961, P 319...328.

4. Красик Я.М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1982, №5.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 26.05.06.