

УДК 677.057.122

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАНИЙ ВАЛОВ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МОДУЛЯ**

*А.В. ПИСАРЕВ, Ю.Г. ФОМИН, Л.УДВАЛ*

**(Ивановская государственная текстильная академия, Монгольский государственный университет науки и технологии)**

Интенсификация технологических процессов в валковых модулях двух и трехвалковых каландров достигается применением механизмов и видов покрытий валов, обеспечивающих получение удельной нагрузки на обрабатываемую ткань до 50 МПа, и систем обогрева металлических валов модулей с температурой их наружной поверхности 210...250°С при неравномерности по длине вала не выше ± 0,5°С [1]. Это оборудование относится к универсальному оборудованию, так как позволяет получить различные виды заключительной отделки тканей (матовую, глянцевую, серебристо-шелковистую, тиснильную и др.) на его базовых модулях – двух и трехвалковых машинах (рис. 1-а, б).

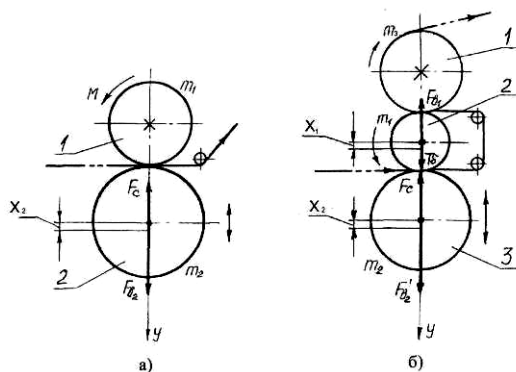


Рис. 1

Рассмотрим обобщенную динамическую модель валковых модулей при условии динамического равновесия подвижных масс. Составим дифференциальное уравнение движения рассматриваемой системы валов, воспользовавшись уравнением Лагранжа II рода:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} = Q_i, \quad (1)$$

где T и Π – кинетическая и потенциальная энергии системы;  $q_i = x_i$  – независимые обобщенные координаты;  $\dot{q}_i$  – обобщенные скорости;  $Q_i$  – обобщенная возмущающая сила; i – номер вала модуля (1,2,3).

Уравнение движения вала  $m_i$  (рис. 1) в соответствии с выражением (1) [2]:

$$m_i \ddot{x}_i + c_{i-1,i} (x_i - x_{i-1}) + \eta_i \dot{x}_i - c_{i,i+1} (x_{i+1} - x_i) = F_H, \quad (2)$$

где  $m_i$  – масса i-го вала системы;  $c_{i,i+1}$  – жесткость системы на участках между валами;  $\eta_i$  – коэффициент вязкого трения, характеризующий демпфирование.

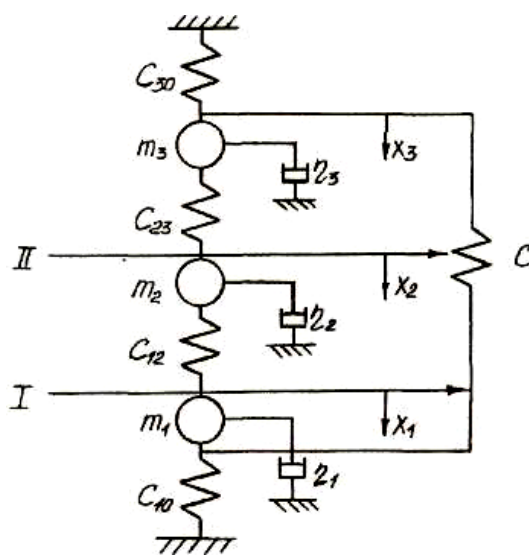


Рис. 2

Обобщенная динамическая модель трехвального модуля (рис. 2) при условии отсутствия возмущающих сил и вязкого трения может быть представлена уравнениями свободных колебаний:

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 + c_{10} x_1 - c_{12}(x_2 - x_1) - c(x_3 - x_1) &= 0, \\ m_2 \ddot{x}_2 - c_{12}(x_1 - x_2) - c_{23}(x_3 - x_2) &= 0, \\ m_3 \ddot{x}_3 + c_{23}(x_2 - x_3) + c_{30} x_3 - c(x_1 - x_3) &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Приведем подобные члены и введем обозначения:

$$\begin{aligned} a_{11} &= \frac{c_{10} + c_{12} + c}{m_1}; \quad a_{12} = -\frac{c_{12}}{m_1}; \quad a_{13} = -\frac{c}{m_1}; \\ a_{21} &= -\frac{c_{12}}{m_2}; \quad a_{22} = \frac{c_{12} + c_{23}}{m_2}; \quad a_{23} = -\frac{c_{23}}{m_2}; \\ a_{31} &= -\frac{c}{m_3}; \quad a_{32} = -\frac{c_{23}}{m_3}; \quad a_{33} = \frac{c + c_{23} + c_{30}}{m_3}. \end{aligned}$$

Тогда получим:

$$\begin{aligned} \ddot{x}_1 + a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 &= 0, \\ \ddot{x}_2 + a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 &= 0, \\ \ddot{x}_3 + a_{31} x_1 + a_{32} x_2 + a_{33} x_3 &= 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Взяв частное решение в виде

$$\begin{aligned} x_1 &= A \cos(\omega t + \alpha), \\ x_2 &= B \cos(\omega t + \alpha), \\ x_3 &= C \cos(\omega t + \alpha). \end{aligned} \quad (5)$$

найдем собственные частоты  $\omega_i$  свободных колебаний.

Для периода действия возбуждающей силы  $F_b$  имеем:

$$\begin{aligned} \ddot{x}_1 + n_1 \dot{x}_1 + a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 &= F_{b_1}(t), \\ \ddot{x}_2 + n_2 \dot{x}_2 + a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 &= F_{b_2}(t), \\ \ddot{x}_3 + n_3 \dot{x}_3 + a_{31} x_1 + a_{32} x_2 + a_{33} x_3 &= F_{b_3}(t), \end{aligned} \quad (6)$$

где  $n_i = \frac{\eta_i}{m_i}$  и  $F_{b_i} = \frac{c_{i,i+1}}{m_i} h_H(t)$ . Здесь  $h_H(t)$

– высота неровности материала.

Решая систему уравнений (6) при нулевых начальных условиях ( $x_i = 0$ ;  $\dot{x}_i = 0$ ;  $\ddot{x}_i = 0$ ), получаем перемещения валов и динамические нагрузки:

$$\begin{aligned} F_{D_0} &= c_{10} x_1, \\ F_{D_1} &= c_{12} [h_H(t) + x_2 - x_1], \\ F_{D_2} &= c_{23} [h_H(t) + x_3 - x_2], \\ F_{D_3} &= c_{30} x_3. \end{aligned} \quad (7)$$

Таким образом, используя для силового анализа обобщенную динамическую модель валковых модулей и дифференциальные уравнения их колебаний в условиях без и при наличии возбуждающей силы, определяем перемещения валов, параметры  $\omega_i$ ,  $\eta_i$  и динамические нагрузки.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана динамическая модель трехвального модуля и получены дифференциальные уравнения свободных колебаний валов.

2. Определены параметры и перемещения валов, динамические нагрузки от действия возбуждающей внешней силы при пропуске неровностей тканей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бельцов В.М. Оборудование текстильных отделочных предприятий. – СПб: СПГУТД, 2001.
2. Фомин Ю.Г. Основы теории, конструкция и расчет валковых машин. – Ч. 2. – Иваново, 1999.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильного отделочного оборудования. Поступила 01.06.07.