УДК 677.052

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ НИТЕВОДИТЕЛЯ НА ЕГО КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

А.С.ЖДАНОВ, Б.Н.ВИНОГРАДОВ, И.А.САГАН

(Димитровградский институт технологии, управления и дизайна Ульяновского государственного технического университета)

Возвратно-поступательное движение с постоянной скоростью и с малым временем реверса, необходимое для раскладки нити, может быть обеспечено цепным раскладчиком нити [1]. Основными элементами этого механизма являются: стандартная двухрядная втулочно-роликовая цепь, ползушка с закрепленными на ней подвижной звездочкой и нитеводителем и направляющими.

В общем случае в системе нитеводитель–цепь возникают как крутильные колебания ведущего звена (подвижной звездочки), так и продольные колебания нитеводителя. Поэтому для определения истинных значений кинематических функций нитеводителя и нагрузок, действующих со стороны нитеводителя на цепь, необходимо решить совместно два уравнения, определяющих продольные и крутильные колебания системы.

Ранее на основании проведенных исследований показано, что влияние крутильных колебаний ведущего звена на параметры системы весьма незначительны, поэтому для упрощения последующих расчетов примем следующее допущение – крутильные колебания в системе отсутствуют, действуют только продольные.

Для составления дифференциального уравнения колебаний заменим заданный механизм (рис.1-а) его динамической моделью (рис.1-б).

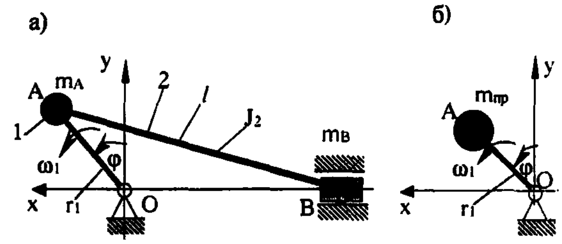

Рис.1

Приведенную $m_{пр}$ массу определим из условия равенства кинетических энергий исходной схемы (рис.1-а) и приведенной (рис.1-б). После проведения соответствующих преобразований получим

$$m_{пр} = m_A + I_2 \frac{\sin^2\varphi}{\lambda^2 r_1^2 (1 - \frac{1}{\lambda^2}\cos^2\varphi)} + m_B \cos^2\varphi (1 + \frac{1}{\lambda}\sin\varphi)^2, \qquad (1)$$

где m_A – масса, совершающая вращательное движение (масса звездочки); I_2 – момент инерции звена 2 (ползушки); ω_1 – угловая скорость вращения т. А (ведущей звездочки); φ – угол поворота ведущей звездочки; m_B – масса, совершающая поступательное движение (масса нитеводителя); r_1 – радиус вращения т. А (центра подвижной звездочки); $\lambda = r_1/\ell$ (ℓ=AB).

Составим дифференциальное уравнение продольных колебаний нитеводителя, учитывая при этом, что приведенная масса (1) является переменной величиной, $m_{пр} = f\ (\omega_1 t)$ – рис.2.

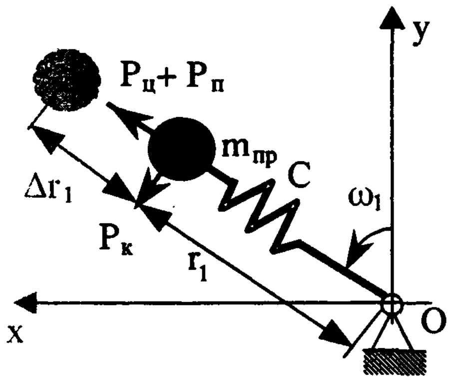

Рис.2.

Силы, действующие на приведенную массу:

1) центробежная сила

$$P_ц = m_{пр}(r_1+\Delta r_1)\,\omega_1^2, \qquad (2)$$

где Δr_1 – приращение радиуса.

2) силы инерции Кориолиса

$$P_к = -2m_{пр}\,\omega_1\,\Delta\dot{r}_1\ , \qquad (3)$$

где $\Delta\dot{r}_1$ – скорость изменения приращения радиуса.

3) дополнительная сила, приложенная к приведенной массе, возникающая вследствие того, что данная масса является переменной величиной ($m_{пр} = f\ (\omega_1 t)$) [2]:

$$P_п = \frac{1}{2}\dot{x}^2\,\frac{dm_{пр}}{dx}\ . \qquad (4)$$

Проектируя перечисленные силы на ось X, составим дифференциальное уравнение колебания массы $m_{пр}$ в направлении этой оси:

$$m_{пр}\ddot{x} + cx = m_{пр}\omega_1^2\,(X + x) - 2m_{пр}\omega_1\dot{x} + \frac{1}{2}\dot{x}^2\,\frac{dm_{пр}}{dx}, \qquad (5)$$

где $X = r_1 \sin\varphi$ – проекция радиуса r_1 на ось X; $x = \Delta r_1 \sin\varphi$ – проекция приращения радиуса Δr_1 на ось X.

Учитывая, что

$$\frac{dm_{пр}}{dx} = \frac{dm_{пр}}{d\varphi}\,\frac{1}{\dot{x}}\,\omega_1\,. \qquad (6)$$

после несложных преобразований получим дифференциальное уравнение колебаний переменной приведенной массы:

$$\ddot{x} + \left(2\omega_1 - \frac{1}{2m_{пр}}\,\frac{dm_{пр}}{d\varphi}\,\omega_1\right)\dot{x} + \left(\frac{c}{m_{пр}} - \omega_1^2\right)x = r_1\omega_1^2 \sin\varphi\,. \qquad (7)$$

Данное уравнение решалось численным методом на ЭВМ. Получены значения виброперемещения x, виброскорости $\dot{x}$ и виброускорения $\ddot{x}$.

Влияние продольных колебаний на кинематические характеристики нитеводителя определяются следующими соотношениями:

$$x_д = X + x; \quad x_д = \dot{X} + \dot{x}; \quad x_д = \ddot{X} + \ddot{x}\,, \quad (8)$$

где $X, \dot{X}, \ddot{X}$ – перемещение, скорость и ускорение глазка нитеводителя без учета упругости системы; $x_д, \dot{x}_д, \ddot{x}_д$ – действительные кинематические параметры глазка нитеводителя; $x, \dot{x}, \ddot{x}$ – виброперемещение, виброскорость и виброускорение нитеводителя.

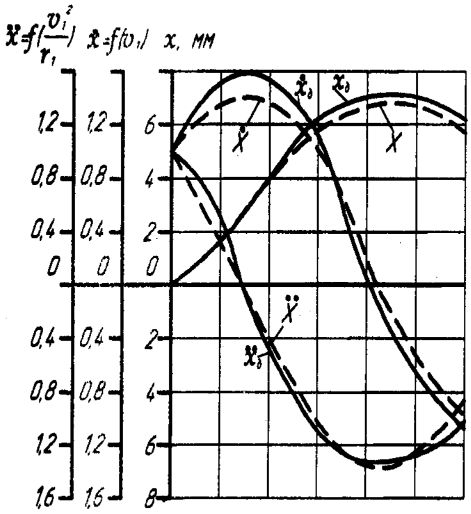

Рис. 3

Как видно из графиков (рис.3, где v_1 – скорость цепи; r_1 – радиус перемещения подвижной звездочки на переходном участке), влияние продольных колебаний нитеводителя на кинематические функции глазка нитеводителя сравнительно невелико: максимальное перемещение возрастает на 4%, максимальная скорость – на 8,5%, в то время как максимальное ускорение уменьшается приблизительно на 4% и, кроме того, изменение ускорения при учете упругости системы происходит более плавно, что благоприятно сказывается на намотке нити на бобину.

ВЫВОДЫ

1. Получено дифференциальное уравнение продольных колебаний нитеводителя переменной массы и вычислены значения их параметров.

2. Определено влияние продольных колебаний нитеводителя на кинематические функции глазка нитеводителя.

3. Данная методика расчета может быть применена к любому механизму аналогичной конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Регельман Х.З., Жданов А.С.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.– 1975. №4.

2. *Вульфсон И.И.* Динамические расчеты цикловых механизмов. – Л.: Машиностроение, 1976.

Рекомендована кафедрой машин и аппаратов. Поступила 07.12.01.