

таким образом, чтобы выполнялось уравнение диффузии (1), в котором коэффициент теплопроводности является функцией влажности.

Это уравнение может быть линеаризовано относительно малой поправки $\delta\omega(x,t)$ к функции $\omega(x,t)$ с помощью итерационного метода Ньютона. Полученное линейное уравнение можно решать численно на прямоугольной сетке с координатами (x,t) . Матрица системы линейных алгебраических уравнений на этой сетке является блочно-трехдиагональной, поэтому следует применять метод прогонки.

В качестве начального приближения к методу Ньютона может быть принято полученное в работе [1] численное решение уравнения (1) с граничными условиями (2)-(4) и коэффициентом $\beta(\omega)$, подобранным вручную таким образом, чтобы как можно более точно выполнялось соотношение (5).

Полученное таким путем решение уравнения (11) с условиями (12)-(15) следует подставить в соотношение (10) и вычислить искомый коэффициент теплопроводности $\beta(\omega)$.

Литература. 1. Афонин А.В., Никитин В.И., Шабанов Д.Н. Оценка параметров теплопроводности строительных материалов для теплотехнических расчетов // Вестник Брестского государственного технического университета. №2(20), 2003. Серия "Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология". – Брест, 2003. – 104 с. – С. 98-100.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕЗРЕДУКТОРНЫХ И РЕДУКТОРНЫХ ПРИВОДОВ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Бескровный А.В., Туренкова А.В., ГГТУ, г. Гомель

В работе [1] была получена наиболее полная математическая модель анализа электропотребления безредукторных электромеханических преобразователей периодического движения, в том числе и с пружинной нагрузкой на валу. Для полного анализа целесообразности применения безредукторных колебательных приводов необходимо провести их сравнение с редукторными приводами. Для этого необходимо создать математическое и программное обеспечение для анализа всех типов приводов, желательно на одной программной базе.

Поэтому было принято решение доработать математическую модель и программное обеспечение для анализа и синтеза редукторных приводов периодического движения при испытании трех типовых режимов работы пружины в реальных условиях: сжатие – растяжение пружины; сжатие пружины; растяжение пружины. Покажем, как это делается, на примере привода с кривошипно – шатунным механизмом для испытания пружин в режиме сжатия – растяжения.

При наличии кривошипно – шатунного механизма на валу двигателя в уравнении движения появляется еще одна составляющая: $\frac{w^2}{2} \cdot \frac{dJ(\varphi)}{d\varphi}$, которая связана с тем, что момент инерции на валу двигателя меняется в зависимости от его угла поворота [2]. Общий вид уравнения движения будет иметь при этом следующий вид

$$M - M_{np}(\varphi) = J_{\Sigma}(\varphi) \cdot \frac{dw}{dt} + \frac{w^2}{2} \cdot \frac{dJ_{\Sigma}(\varphi)}{d\varphi}, \quad (1)$$

где M – момент двигателя; M_{np} – момент нагрузки, приведенный к валу двигателя; J_{Σ} – суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя; w , φ – скорость и угол поворота вала двигателя.

В случае «сжатие – растяжение» перемещение пружины равно

$$x = R_K \cdot \cos(\varphi), \quad (2)$$

где x – линейная координата пружины; R_K – радиус кривошипа.

Линейная скорость рабочего органа

$$v = \frac{dx}{dt}. \quad (3)$$

Угловая скорость вала двигателя

$$w = \frac{d\varphi}{dt}. \quad (4)$$

Приведенный момент инерции

$$J_{np} = m \cdot \frac{v^2}{w^2}, \quad (5)$$

где m – масса нагрузки.

Подставляя в формулу (5) формулы (2-4), получим

$$J_{np} = m \cdot R_K^2 \cdot \sin^2(\varphi) . \quad (6)$$

Суммарный момент инерции

$$J_{\Sigma} = J_{д} + J_{np} , \quad (7)$$

где $J_{д}$ – момент инерции двигателя.

Приведенный момент к валу двигателя

$$M_{пр} = F \cdot \frac{v}{w} , \quad (8)$$

где F – усилие, создаваемое нагрузкой и равное

$$F = (F_{тр} + c \cdot x) , \quad (9)$$

где $F_{тр}$ – сила трения; c – коэффициент жесткости пружины.

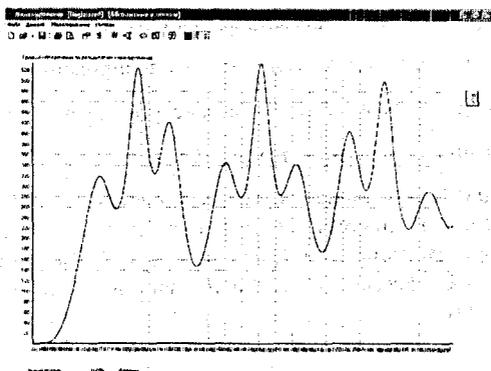
Подставляя в формулу (8) формулы (2-4,9), получим

$$M_{пр} = -R_K \cdot \sin(\varphi) \cdot (F_{тр} + c \cdot x) . \quad (10)$$

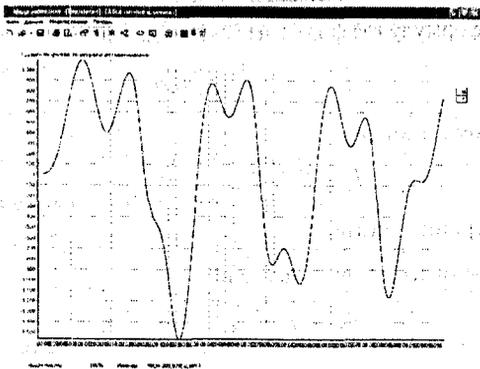
После подстановки в (1) формулы (6,7,10) и преобразований получим

$$\frac{dw}{dt} = \frac{M + R_K \cdot \sin(\varphi) \cdot (F_{тр} + c \cdot x) + \frac{w^2}{2} \cdot (m \cdot R_K^2 \cdot (2 \cdot \cos(\varphi) \cdot \sin(\varphi)))}{(J_{д} + m \cdot R_K^2 \cdot \sin^2(\varphi))} . \quad (11)$$

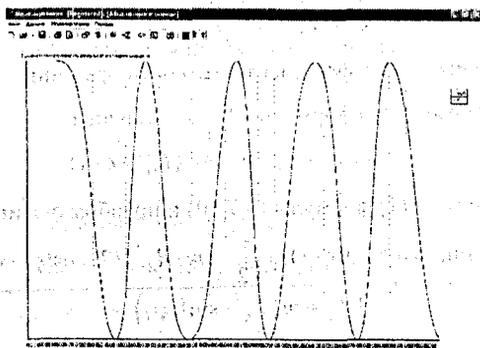
Полученное выражение является уравнением движения для случая сжатия – растяжения пружины. Для остальных двух случаев вывод уравнений движения аналогичен.



a)



б)



в)

Рис.1 Временные зависимости координаты положения ползуна (а), угловой скорости (б) и электромагнитного момента (в) электропривода.

На рис.1 представлены временные зависимости, полученные по уравнению (11) при следующих условиях моделирования: двигатель типа 4Ф90LВ8У3, радиус кривошипа 0.2 м, масса нагрузки 1 кг, коэффициент жесткости пружины 0.001, сила трения 0.01.

Литература. 1. Луковников В.И., Бескровный А.В., Спорик А.Е. Математическая модель анализа электропотребления электромеханических преобразователей. -Вестник ГГТУ, 3/2000 с 3-9. **2.** Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.С. Теория автоматизированного электропривода. - М.: Энергия, 1979.- 616с.