

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УНИВЕРСАЛЬНОЙ РАСКРОЙНОЙ МАШИНЫ*

А.А. МАКАРОВ, А.В. ЧЕРВЯКОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина)

Получена математическая модель электромеханической системы универсальной раскройной машины в непрерывной форме (1):

$$\begin{cases} \dot{x} = A_c x + B_c u + f_c M_c, \\ y = c_c x. \end{cases} \quad (1)$$

Произведем расчет параметров системы:

$$J_j = \frac{mgbT^2}{4\pi^2}. \quad (2)$$

Результаты экспериментов, связанных с изменением моментов инерции маховиков, рассчитаны с применением лабораторного стенда [1] и занесены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

m, кг	b, м	T1, с	T2, с	T3, с	T, с	Jj, кг·м ²
2,625	1	40,5	41,2	40,9	2,04	2,71

В табл. 1 обозначены: m – масса маховика; b – расстояние от центра тяжести до оси подвеса; g – ускорение свободного па-

дения; T1 – время первых двадцати полных колебаний; T2 – время вторых двадцати полных колебаний; T3 – время третьих двадцати полных колебаний; T – время одного полного колебания (определяют как среднее из трех измерений); Jj – момент инерции маховика относительно оси подвеса.

Исходные значения параметров для двигателя (c=0,71; R=1,85 Ом; J_{дв}=0,0046 кг·м²; B = 0,83; K_{дв}=1) – взяты из справочника [2] для данного вида машины; валов (k₃=0,91, k₅=1) – предоставлены производителем ленточных ножей; маховиков (B₄=1,0; J₄=3,71 кг·м²; B₆=1; J₆=2,71 кг·м²) – рассчитанные по формуле (2).

Для построения модели ЭМС универсальной в дискретной форме раскройной машины применим пакет MatLab с расширением Control System Toolbox [3], воспользуемся оператором sysd=c2d(sys,0,1) с периодом дискретности 0,1 и получим систему уравнений вида:

$$\begin{cases} x[i+1] = Ax[i] + Bu[i] \\ y[i] = Cx[i] + Du[i] \end{cases} \quad (3)$$

* Окончание. Начало см. в №1 за 2006 г.

где

$$A = \begin{bmatrix} 0,96 & 0,1 & 0 & 0,01 & 0,005 & 0 \\ 0,04 & 0,89 & 0,002 & 0,09 & 0,09 & 0 \\ 0 & 0 & 0,99 & 0 & 0 & 0,09 \\ -0,4 & 0,002 & 0,002 & 0,09 & 0,01 & 0 \\ 0,4 & 1,04 & 0,03 & 0,87 & 0,86 & 0,002 \\ 0 & -1,07 & -0,07 & 0,001 & 0,002 & 0,96 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0,04 \\ 0 \\ 0 \\ -0,02 \\ 0,02 \\ 0 \end{bmatrix},$$

$$c = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1], \quad D = 0.$$

Используя исходные значения параметров и полученную систему уравнений (3), произведем моделирование процесса. Моделирование показывает, что в системе необходимо применение управляющего устройства.

В этом качестве можно использовать оптимальный регулятор для получения результата с оптимальным быстродействием и уменьшением затрат на управление [4], [5], минимизирующий функционал вида:

$$J = \sum_{i=0}^{\infty} [x^T[i]Qx[i] + ru^2[i]], \quad (4)$$

где Q – весовая матрица состояния системы, представляющая собой единичную диагональную матрицу размерностью (6×6) ; r – весовой коэффициент для входного воздействия, принимающей различные значения, например, $r = 1$.

Закон управления, реализуемый с помощью оптимального регулятора, имеет вид:

$$u[i] = -Kx[i], \quad (5)$$

где вектор K размерностью (1×6) определяется выражением (6):

$$K = r + B^T P B^{-1} B^T P A, \quad (6)$$

где P – положительно определенная матрица размерностью (6×6) , удовлетворяющая дискретному уравнению Риккати [3].

В результате применения функции `dlqr` пакета `CST` [3] вектор K для периода дискретности 0,1 секунды примет вид:

$$K = [0,72 \ 0,38 \ 0,13 \ 0,72 \ 0,72 \ 0,28]$$

Для построения структурной схемы модели ЭМС воспользуемся пакетом `MatLab` с расширением `Simulink`. Результаты построения представлены на рис. 1 (результаты моделирования `Control system toolbox`).

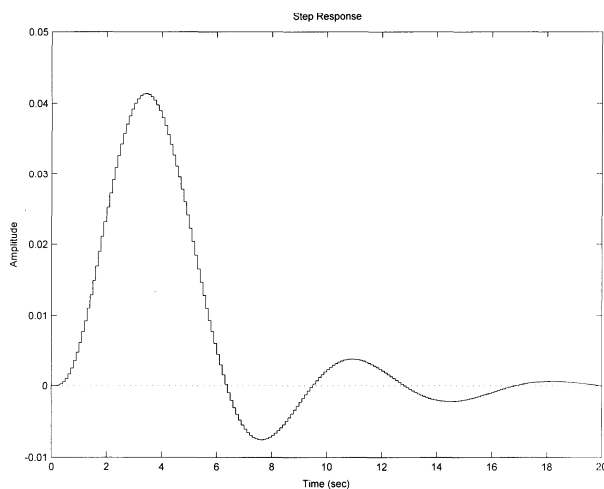


Рис. 1

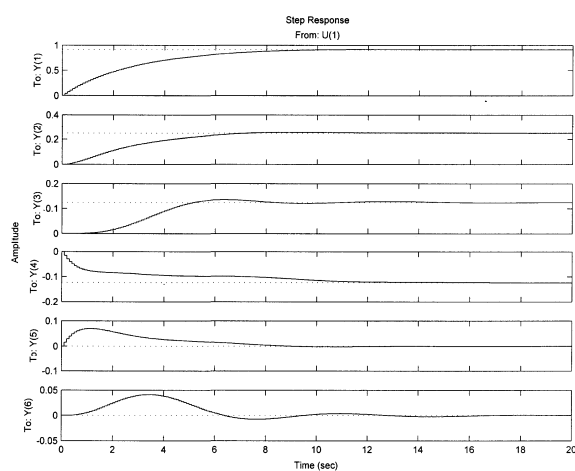


Рис. 2

В результате моделирования получим систему, приходящую в установившееся положение (рис. 2 – результат моделирования Simulink) с учетом применения в ней оптимального регулятора с вектором настроек K в дискретной форме.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрено построение математической модели электромеханической системы универсальной раскройной машины в дискретной форме.

2. Произведено моделирование ЭМС универсальной раскройной машины в дискретной форме с использованием оптимального регулятора.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамов В.Ф.* Лабораторный практикум по теории машин и механизмов. – М.: РИО МГУДТ, 2002.
2. Паспорт на раскройную ленточную машину Р-12. 1998.
3. *Медведев В.С., Потемкин В.Г.* Control System Toolbox. – М.: Диалог МИФИ, 1999.
4. *Мита Ц., Хара С., Кондо Р.* Введение в цифровое управление / Пер. с яп. – М.: Мир, 1994.
5. *Сигорский В.П.* Математический аппарат инженера. – Киев: Техника, 1977.

Рекомендована кафедрой автоматизации и промышленной электроники. Поступила 29.11.05.