УДК 62—52

М. А. ЛЮБЧИК, д-р техн. наук, *С. Н. ГРИЦЮТА*

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Возросшие требования к решению задач автоматизации производственных процессов определили необходимость повышения динамических характеристик исполнительных электромагнитных механизмов, работающих в устройствах регуляторов, магнитных подвесов и др.

В ряде случаев при анализе динамических характеристик указанных механизмов удобно их магнитную систему представлять в виде структурной схемы автоматического регулирования и использовать аппарат исследования передаточных функций $W(S)$*.

Рассмотрим электромагнитную систему, состояние которой описывается двумя обобщенными координатами: силой тока i на входе намагничивающей катушки и перемещением x на выходе ее подвижных звеньев под воздействием силы P.

В этом случае справедлива система дифференциальных связей, описывающих ее состояние

$$U = iR + \frac{d}{dt}(iL); \quad m\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{1}{2}i^2\frac{dL}{dx} - P_{\text{пр}}(x, \dot{x}), \tag{1}$$

где U — напряжение катушки; R — сопротивление; L — индуктивность; m — масса; x — перемещение подвижных звеньев.

Малые отклонения Δx от устойчивого положения (x_0, i_0) при работе электромагнитного механизма в системе автоматического регулирования дают возможность линеаризовать исходную систему уравнений (1)

$$\Delta U = R\Delta i + L(x_0)\frac{di}{dt} + i_0 L'_x x_0 \frac{d\Delta x}{dt};$$

$$m\frac{d^2\Delta x}{dt^2} = i_0 L'_x(x_0)\Delta i + \frac{1}{2}i_0^2 L''_x(x_0)\Delta x. \tag{2}$$

Здесь $\Delta x = x - x_0$, $\Delta i = i - i_0$. Оценивая противодействующие сил $P_{\text{пр}}$, пренебрегаем изменением при малых отклонениях упругих сил и сил трения.

Обозначив постоянные

$$k_1 = 1/R; \; k_2 = i_0 L'_x(x_0); \; k_3 = L(x_0);$$

$$k_4 = \frac{1}{2}i_0^2 L''_x(x_0); \; k_5 = 1/m$$

* *Танатар А. И.* Элементы промышленной автоматики и их динамические свойства. — К.: Техніка, 1975. — 225 с.

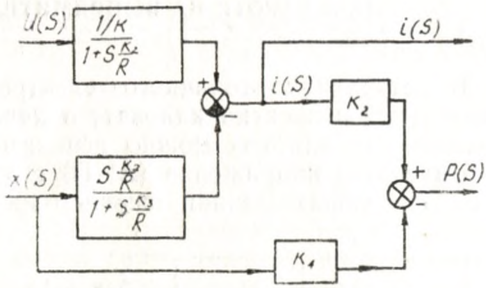
и введя новые переменные

$$\tilde{x} = \Delta x, \;\; \tilde{i} = \Delta i, \;\; \tilde{V} = \frac{d\tilde{x}}{dt}, \;\; \tilde{U} = \Delta U,$$

представим систему (2) в виде

$$\frac{d\tilde{x}}{dt} = \tilde{V}; \quad \frac{d\tilde{i}}{dt} = -\frac{1}{k_1 k_3}\tilde{i} - \frac{k_2}{k_3}\tilde{V} + \frac{1}{k_3}\tilde{U}; \qquad (3)$$

$$\frac{d\tilde{V}}{dt} = k_4 k_5 \tilde{x} + k_2 k_5 \tilde{i}$$



или в матричном виде

$$\begin{vmatrix} \dfrac{d\tilde{x}}{dt} \\ \dfrac{d\tilde{i}}{dt} \\ \dfrac{d\tilde{V}}{dt} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & -\dfrac{1}{k_1 k_3} & -\dfrac{k_2}{k_3} \\ k_4 k_5 & k_2 k_5 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \tilde{x} \\ \tilde{i} \\ \tilde{V} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 \\ \dfrac{1}{k_3} \\ 0 \end{vmatrix} \tilde{U}.$$

Отсюда передаточную функцию определим следующим образом:

$$W(S) = \frac{x(S)}{U(S)} = (1, 0, 0) \begin{bmatrix} S & 0 & -1 \\ 0 & S + \dfrac{1}{k_3 k_5} & \dfrac{k_2}{k_3} \\ -k_4 k_5 & -k_2 k_5 & S \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \dfrac{1}{k_3} \\ 0 \end{bmatrix},$$

или

$$W(S) = \frac{k_2 k_4 k_5 / k_3}{S\,[S\,(S + 1/k_3 k_5) + k_2^2 k_5 / k_3] - k_4 k_5 \,(S - 1/k_1 k_3)}.$$

Простые преобразования дают возможность определить

$$W(S) = \frac{k_1 k_2}{(T_1 S + 1)\,(T_2 S + 1)\,(T_2 S - 1) + k_1 k_2^2 / k_4},$$

где $$T_1 = k_1 k_3; \quad T_2 = \frac{1}{\sqrt{k_1 k_4}},$$

и представить исследуемую систему в виде структурной схемы (рисунок).

Поступила в редколлегию 25.12.85