

ПОЗИЦИОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД С УПРАВЛЯЮЩЕЙ МОДЕЛЮ, ФОРМИРУЮЩЕЙ ПРЕДЕЛЬНУЮ ДИАГРАММУ ДВИЖЕНИЯ

Затруднения, возникающие при попытке осуществить предельную диаграмму движения с помощью непосредственного применения регуляторов промежуточных координат, в значительной степени устраняются при формировании диаграммы движения, близкой к предельной, с помощью модели.

Структурная схема позиционного электропривода, реализующего этот принцип, показана на рис. 1. Основные элементы модели M_1, M_2, M_3, M_n соответствуют основным элементам объекта управления (ОУ) $K_{Д1}, K_{Д2}, K_{Д3}, K_n$. Для формирования участков диаграммы движения с постоянными значениями тока, производной тока, и скорости модель снабжена соответствующими регуляторами РТ, РПТ и РС. Регуляторы выполнены по схеме с отсечками (задержанными обратными связями ЗОС).

Вид предельной диаграммы зависит от величины статического тока (возмущения F). Поэтому к суммирующему узлу 1 модели подводится сигнал F_1 , полученный при измерении возмущения на объекте управления с помощью схемы, состоящей из реального дифференцирующего звена $K_{Д0}$ и узла сравнения 2.

Для получения высокой точности обработки заданного сигнала необходимо, чтобы установившееся значение выходного сигнала модели Y_1 не зависело от возмущения. Это достигается с помощью регулятора по возмущению модели $PВ_M$.

В цепи рассогласования модели δ_M имеется насыщающийся элемент (НЭ), настройка которого выполняется так, что он насыщается при $\delta_M \geq y_1 T_{max}$, т.е. когда рассогласование больше или равно максимальному тормозному пути.

Все параметры модели выбираются из условия формирования предельной диаграммы движения. Передаточные функции (коэффициенты) согласующих звеньев определяются из условия точного воспроизведения объектом сформированного моделью сигнала Y_1 .

На основании структурной схемы, просуммировав действие обратных связей, можно записать значение управляющего сигнала для объекта управления:

$$U = y_1 \sigma_1 - x_1 \gamma_1 + y_2 \sigma_2 - x_2 \gamma_2 + y_3 \sigma_3 - x_3 \gamma_3 + y_4 \sigma_4 - x_4 \gamma_4 + y_5 \sigma_5. \quad (1)$$

Подставляя в уравнение (1) значение промежуточных координат модели и объекта управления, выраженные через выходные координаты x_1 и y_1 и передаточные функции звеньев, получим

$$U = y_1 M - x_1 N, \quad (2)$$

где

$$N = \gamma_1 + \gamma_2 T_u p + \gamma_3 \theta T_u p^2 + \gamma_4 (\theta T_u T_p^3 + T_u \theta p^2 + T_u p);$$

$$M = \sigma_1 + \sigma_2 A_3 p + \sigma_3 A_2 A_3 p^2 + \sigma_4 (A_1 A_2 A_3 p^3 + A_2 A_3 p^2 + A_3 p) + \sigma_5 (A_n p + 1) (A_1 A_2 A_3 p^3 + A_2 A_3 p^2 + A_3 p).$$

Значение управляющего воздействия выразим через передаточную функцию объекта управления:

$$\left. \begin{aligned} W &= \frac{\beta}{PDT_u p} = \frac{\beta}{(T_n p + 1)(\theta T_p^2 + \theta p + 1)T_u p}, \\ U &= x_1 : W. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Подставляя значение U в уравнение (2), найдем

$$x_1 \left(\frac{1}{W} + N \right) = y_1 M.$$

Из уравнения (3), приравнявая выходные координаты, получаем условие точного воспроизведения объектом заданного моделью сигнала:

$$\frac{1}{W} + N = M \quad (4)$$

или

$$PDT_u p + \beta N = \beta M.$$

Раскрывая значения W , N , M в уравнении (4) и приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях p , находим значения передаточных функций согласующих звеньев:

$$\gamma_1 = \sigma_1; \quad \gamma_2 + \gamma_4 = (\sigma_2 + \sigma_4 + \sigma_5) \frac{A_3}{T_u} - \frac{1}{\beta},$$

$$\gamma_3 + \gamma_4 = (\sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5) \frac{A_2 A_3}{\theta T_u} + \sigma_5 \frac{A_n A_3}{\theta T_u} - \frac{T_n + \theta}{\beta \theta},$$

$$\gamma_4 = (\sigma_4 + \sigma_5) \frac{A_1 A_2 A_3}{\theta T_u T} + \sigma_5 \frac{A_n A_2 A_3}{\theta T_u T} - \frac{T_n + T}{\beta T},$$

$$\sigma_5 = \frac{T_n \theta T T_u}{\beta A_n A_1 A_2 A_3}.$$

Таблица 1

Коэффициент передачи объекта управления	Коэффициент передачи модели		β_{\max}
	$\beta \rightarrow \infty$	$\beta = 1$	
$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \gamma_4 = 1$	$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 =$ $= \sigma_4 = 1$ $\sigma_5 = 0$	$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 =$ $= \sigma_4 = \sigma_5 = 1$	∞
$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 1$ $\gamma_4 = 0$	$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 =$ $= 1$ $\sigma_4 = \sigma_5 = 0$	$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 =$ $= \sigma_5 = 1$ $\sigma_4 = 0$	∞
$\gamma_1 = \gamma_2 = 1$ $\gamma_3 = \gamma_4 = 0$	система неустойчива	$\sigma_1 = \sigma_2 =$ $= \sigma_5 = 1$ $\sigma_3 = \sigma_4 = 0$	31
$\gamma_1 = \gamma_3 = 1$ $\gamma_2 = \gamma_4 = 0$	система неустойчива	$\sigma_1 = \sigma_3 = \sigma_5 =$ $= 1$ $\sigma_2 = \sigma_4 = 0$	>100
$\gamma_1 = 1$ $\gamma_2 = \gamma_3 = \gamma_4 = 0$	система неустойчива	$\sigma_1 = \sigma_5 = 1$ $\sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_4 =$ $= 0$	9,5

В частном случае можно создать эталонную модель, в которой постоянные времени динамических звеньев равны постоянным времени объекта управления:

$$A_1 = T; \quad A_2 = \theta; \quad A_3 = T_u; \quad A = T_n.$$

Тогда передаточные функции согласующих звеньев определяются из следующих уравнений:

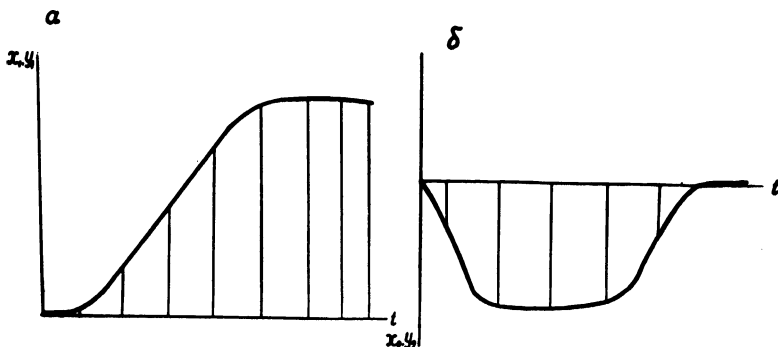


Рис. 2. Осциллограммы выходных координат:
а—позиция y_1 и x_1 ; б—скорость y_2 и x_2 .

$$\gamma_1 = \sigma_1; \quad \gamma_2 + \gamma_4 = \sigma_2 + \sigma_4, \quad \gamma_3 + \gamma_4 = \sigma_3 + \sigma_4;$$

$$\gamma_4 = \sigma_4, \quad \sigma_5 = \frac{1}{\beta}.$$

В табл. 1 указаны значения коэффициентов передачи согласующих звеньев в зависимости от числа обратных связей объекта управления при разных значениях коэффициента усиления и величины максимальных коэффициентов усиления, полученные экспериментально.

Выделение старших производных выходной координаты объекта управления сложная и не всегда технически реализуемая задача. Поэтому желательно сократить их число, не ухудшая при этом качества системы.

На рис. 2 приведены осциллограммы выходных координат набранной на АВМ модели системы (структурная схема показана на рис. 1), снятые при следующих данных модели и объекта управления: $A_n = T_n = 0,05$; $A_1 = T = 0,05$; $A_2 = \theta = 0,4$; $A_3 = T_u = 0,65$; $U_3 = 30 \text{ В}$.

Осциллограммы выходных координат, сформированных моделью и обрабатываемых объектом при любом числе обратных связей, если система остается устойчивой, совпадают. Из осциллограмм видно, что хорошее качество переходного процесса может быть получено как при полном, так и при уменьшенном числе обратных связей.

Применение моделей, формирующих предельные диаграммы САУ, позволяет по-новому подойти к проблеме получения требуемых свойств САУ..