

К ПРОБЛЕМЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Петраш С. П., студент

(Ухтинский государственный технический университет, КОМИ, г. Ухта, Россия)

В связи с широким внедрением частотно регулируемого электропривода переменного тока, а также повсеместным использованием асинхронных двигателей и разработкой современных методов управления электроприводом (синергетическая теория управления) является актуальным вопрос математического моделирования процессов электромеханического преобразования энергии в асинхронном двигателе (АД).

На основании уравнений обобщенной электрической машины были записаны уравнения АД в системе координат, вращающейся со скоростью ω_0 , (действительная ось системы координат совмещена с вектором напряжения статора). При этом были введены следующие обозначения:

$$\begin{aligned} x_1 = \omega_r = x_{1\dot{A}} x_1^*; x_2 = i_{sx} = x_{2\dot{A}} x_2^*; x_3 = i_{sy} = x_{3\dot{A}} x_3^*; x_4 = i_{rx} = x_{4\dot{A}} x_4^*; \\ x_5 = i_{ry} = x_{5\dot{A}} x_5^*; t = t_{\dot{A}} t^*. \end{aligned}$$

Уравнения асинхронного двигателя при этом выглядят так:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1^*}{dt^*} &= x_3^* x_4^* - x_2^* x_5^* - \frac{m_{\dot{n}} p (L_s L_r - L_m^2)}{L_m^2 x_{1\dot{A}}^2 J}; \\ \frac{dx_2^*}{dt^*} &= -\frac{r_s L_r}{L_m^2 x_{1\dot{A}}} x_2^* + x_3^* x_1^* + \frac{r_s r_r}{L_m^2 x_{1\dot{A}}^2} x_4^* + \frac{r_s L_r}{L_m^2 x_{1\dot{A}}} x_5^* x_1^* + \frac{L_r}{L_m^2 x_{1\dot{A}} x_{2\dot{A}}} U_s + \\ &+ \frac{L_s L_r - L_m^2}{L_m^2 x_{1\dot{A}}} \omega_0 x_3^*; \\ \frac{dx_3^*}{dt^*} &= -\frac{r_s L_r}{L_m^2 x_{1\dot{A}}} x_3^* - x_2^* x_1^* + \frac{r_s r_r}{L_m^2 x_{1\dot{A}}^2} x_5^* - \frac{r_s L_r}{L_m^2 x_{1\dot{A}}} x_4^* x_1^* - \frac{L_s L_r - L_m^2}{L_m^2 x_{1\dot{A}}} \omega_0 x_2^*; \\ \frac{dx_4^*}{dt^*} &= x_2^* - \frac{L_s x_{1\dot{A}}}{r_s} x_3^* x_1^* - \frac{r_r L_s}{L_m^2 x_{1\dot{A}}} x_4^* - \frac{L_r L_s}{L_m^2} x_5^* x_1^* - \frac{1}{r_s x_{2\dot{A}}} U_s + \frac{L_s L_r - L_m^2}{L_m^2 x_{1\dot{A}}} \omega_0 x_5^*; \\ \frac{dx_5^*}{dt^*} &= x_3^* + \frac{L_s x_{1\dot{A}}}{r_s} x_2^* x_1^* - \frac{r_r L_s}{L_m^2 x_{1\dot{A}}} x_5^* + \frac{L_r L_s}{L_m^2} x_4^* x_1^* - \frac{L_s L_r - L_m^2}{L_m^2 x_{1\dot{A}}} \omega_0 x_4^* \end{aligned}$$

где r_s , – активное сопротивление статора, r_r - приведённое сопротивление ротора, L_s, L_r, L_m – соответственно собственные индуктивности обмоток статора, ротора и их взаимная индуктивность, J – момент инерции ротора, ω_r -электрическая частота вращения вала АД, i_{sx}, i_{sy} - проекции тока статора на ось x и y вращающейся системы координат соответственно, i_{rx}, i_{ry} - проекции тока ротора на ось x и y вращающейся системы координат соответственно, p – число пар полюсов. Управляющие воздействия: U_s – амплитуда напряжение статора, приведенная к двухполюсному электродвигателю, ω_0 – угловая частота напряжения статора.

Переход от относительных единиц к размерным осуществляется с помощью выражений базовых величин:

$$x_{1a} = \omega_0; x_{2a} = \sqrt{\frac{2L_m^2 x_{1a}^3 J}{3p^2 r_s (L_s L_r - L_m^2)}}; x_{3a} = x_{2a}; x_{4a} = \frac{r_s x_{2a}}{L_m x_{1a}}; x_{5a} = \frac{r_s x_{2a}}{L_m x_{1a}};$$

$$t_a = \frac{L_s L_r - L_m^2}{L_m^2 x_{1a}}.$$

По данным уравнениям АД была составлена имитационная схема моделирования в пакете MatLab. Результаты имитационного моделирования представлены следующим графиком, показанным на рисунке 1.



Рисунок 1 - Динамическая механическая характеристика
 По выше приведенным результатам можно сделать следующий вывод: получена адекватная модель АД, пригодная, для синтеза нелинейных законов управления электроприводом переменного тока.