

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Ջ. Մ. ԱԳԱԲԱՅԱՆ, Վ. Դ. ԿՈՇԱՐՅԱՆ, Ա. Տ. ՕՎԱԿԻՄՅԱՆ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИГАТЕЛЯ ТИПА ДСР
 ПРИ ПИТАНИИ ОТ ОДНОФАЗНОЙ СЕТИ

В несполнительных механизмах постоянной скорости все большее применение находят синхронные двигатели с электромагнитной редукцией частоты вращения типа ДСР. Это объясняется стремлением максимально приблизить несполнительный двигатель к рабочим органам и упростить кинематические цепи. Определение статических и динамических характеристик двигателей типа ДСР позволяет перейти к проектированию и созданию регулируемых тихоходных электроприводов малой мощности, обладающих высокой экономичностью и надежностью, быстродействием и малыми габаритами. С этой целью поставлена задача создания математической модели типа ДСР, позволяющая исследовать переходные и квазистационарные режимы при питании от однофазной сети.

Актуальность рассматриваемой темы обусловлена также тем, что двигатели данного типа серийно выпускаются в республике. Предлагается также выпуск регулируемых электроприводов на базе двигателей типа ДСР.

На рис. 1 приведена схема соединения обмоток двигателя ДСР к однофазной сети. Математическая модель составлена при следующих допущениях: магнитная система принимается ненасыщенной, т. е. индуктивности фаз являются функциями только углового положения ротора Θ ; высшие гармоники в кривых индуктивностей фаз не учитываются; величины коэффициентов взаимной индуктивности обмоток несоседних полюсов пренебрегаем; полюсы моделируются как идеальные катушки.

Потокосцепление j -той фазы равно:

$$\Psi_j = \sum_{i=1}^{j-1} L_{ji}(\Theta) I_i, \quad (1)$$

где L_{ji} — коэффициент собственной индуктивности j -той фазы, когда $j=i$, и коэффициенты взаимной индуктивностей соседних фаз, когда $j \neq i$. Каждая из величин L_{ji} экспериментально определена и аппроксимирована функциями вида:

$$L_{ji} = d_{ji} + a_{ji} \cos(\Theta).$$

Электромагнитный момент M можно определить с помощью известного соотношения [1]:

$$M = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^6 \left(I_j^2 \frac{dL_{jj}(\theta)}{d\theta} + 2I_j I_{j+1} \frac{dL_{j,j+1}(\theta)}{d\theta} \right). \quad (2)$$

Уравнение электрического равновесия j -той фазы запишется в следующем виде:

$$U_j = I_j (R_j + \alpha_j R_d) + \frac{d\psi_j}{dt}, \quad (3)$$

где U_j — напряжение, прикладываемое к j -той фазе; α_j — коэффициент, учитывающий введение добывочного сопротивления R_d и цепь фазы двигателя; $\alpha_j = 0$, когда диод соответствующей j -той фазы пропускает ток; $\alpha_j = 1$, когда диод j -той фазы не пропускает ток.

Согласно схеме, приведенной на рис. 1, левые части дифференциальных уравнений (3), соответственно, равны:

$$U_1 = U_2 = U; \quad U_3 = U_4 = U_c; \quad U_5 = U_6 = -U - U_c,$$

где U , U_c — напряжение однофазной сети и на конденсаторе с емкостью C .

Величину U_c можно определить из следующего уравнения:

$$\frac{dU_c}{dt} = \frac{I_c}{C} = \frac{I_5 + I_6 - I_3 - I_4}{C}, \quad (4)$$

где I_c — ток, проходящий по цепи конденсатора.

Уравнение движения записывается в виде:

$$M = M_c + J \frac{d\omega}{dt}; \quad \omega = \frac{d\theta}{dt}, \quad (5)$$

где M_c , J — приведенные момент сопротивления и момент инерции; ω — угловая скорость вращения ротора.

Математическая модель двигателя ДСР представляется системой шести алгебраических уравнений (1), уравнением (2), шестью дифференциальными уравнениями (3), уравнениями (4) и (5).

При однофазной схеме включения двигателей типа ДСР особый интерес представляет определение вращающегося результирующего вектора *м.д.с.* При условии равенства числа витков каждой фазы, можно перейти от результирующего вектора *м.д.с.* к результирующему вектору тока.

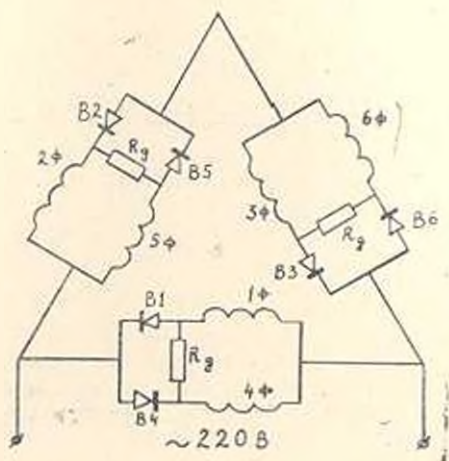


Рис. 1. Схема соединения обмоток двигателя к однофазной сети.

В данном случае при решении системы вышеперечисленных уравнений, токи фаз определяются в системе неподвижных координат a, b, c . Более удобен расчет результирующего вектора тока в ортогональной системе координат α, β , где ось α совпадает с осью d .

Модуль результирующего вектора тока:

$$I = \sqrt{I_\alpha^2 + I_\beta^2}, \quad (6)$$

где $I_\alpha = I_1 + I_2 - \frac{I_3 + I_4 + I_5 + I_6}{2}$, $I_\beta = \frac{1}{2} \sqrt{3} (I_3 + I_4 - I_5 - I_6)$.

Угол, образуемый вектором I с осью β :

$$\varphi = \arg \operatorname{tg} \frac{I_\alpha}{I_\beta}.$$

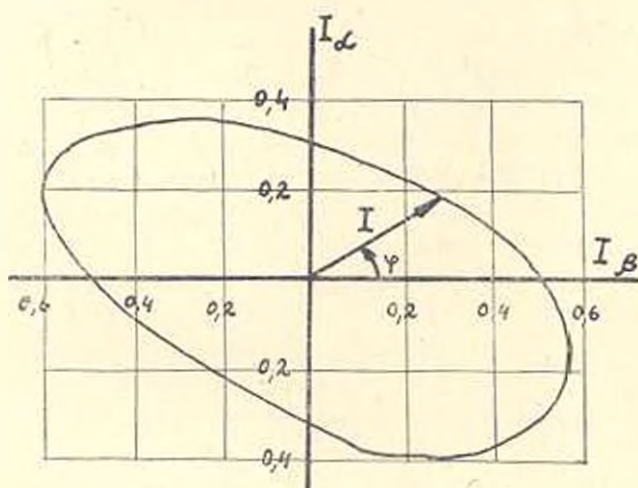


Рис. 2. Траектория вращения результирующего вектора тока при $M_c = 1.2$ Нм и $I = 0.01$ Нмс².

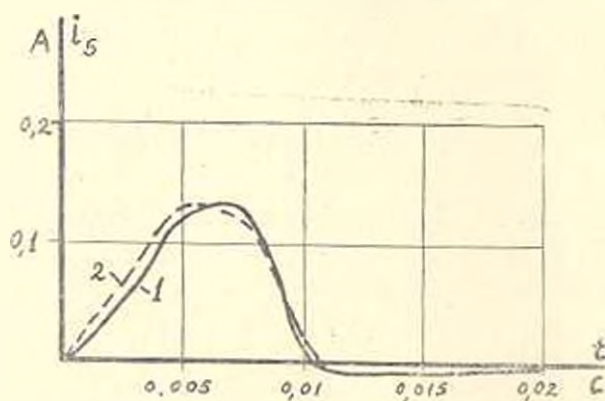


Рис. 3. Экспериментальный (1) и расчетный (2) графики тока в пятой фазе двигателя.

На основании всех вышеперечисленных соотношений составлены программы для расчета пуска двигателя под нагрузкой, а также опре-

деления траектории вращения результирующего вектора тока, когда двигатель работает в квазистационарном режиме. Расчеты проводились на ЕС1022.

На рис. 2 приведен годограф тока.

Адекватность предлагаемой модели проверена путем сравнения расчетов с экспериментально снятыми характеристиками. Результаты расчетов достаточно хорошо согласуются с экспериментальными данными, что иллюстрируется на рис. 3.

ЕрПИ им. К. Маркса

Поступило 20 X 1981

Л И Т Е Р А Т У Р А

Шмиц Н., Новотный М. Введение в электромеханику М., «Энергия», 1960.