

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЕКЦИЙ ТОКА НА ОСИ А И В В ВЕКТОРНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ ПРИ ОРИЕНТАЦИИ ОСИ А ПО ВЕКТОРУ ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЯ РОТОРА

В нашей стране около 60% всей вырабатываемой энергии потребляется всеми видами электропривода. В начале 1980-х гг. асинхронные двигатели (АД) потребляли порядка 40% всей вырабатываемой электроэнергии. Наиболее распространены асинхронные двигатели на рабочее напряжение до 1000 В. Из них АД мощностью от 0,75 до 100 кВт потребляли порядка 90% электроэнергии от общего ее потребления всеми видами асинхронных двигателей. В последнее время удельный вес электроприводов (ЭП) на базе асинхронных двигателей неуклонно растет в связи с широким распространением частотно-регулируемого привода, а значит, растет и значимость вопроса совершенствования и удешевления данного привода, поскольку он в значительной мере позволяет оптимизировать энергопотребление, улучшить его рабочие характеристики, срок службы, повысить надежность.

На практике часто встают вопросы, связанные с заменой приводов постоянного тока на приводы с преобразователями частоты с векторным управлением (ПЧВУ) или замены существующего нерегулируемого асинхронного ЭП на регулируемый ЭП с ПЧВУ.

Для того чтобы такая замена была произведена корректно, необходимо предварительно произвести моделирование такой технической системы с новым видом электропривода.

Основная сложность при моделировании векторной системы управления при ориентации вектора потокосцепления ротора по оси α – это определение базисных величин, необходимых для работы модели.

При определении базисных величин основной задачей является определение амплитудных значений проекций тока статора $I_{1\alpha}$ и $I_{1\beta}$ на оси α и β , а также модуль потокосцепления ротора $|\Psi_2|$.

При ориентации потокосцепления ротора по оси α , проекция тока статора $I_{1\alpha}$ будет равна току идеального холостого хода I_0 .

Исходными уравнениями для расчета являются основное уравнение асинхронной машины:

$$\dot{E}_1 = \dot{I}_1 \cdot (R_1 + jX_1) - \dot{U}_1$$

и уравнение ЭДС при холостом ходе АД:

$$\dot{E}_1 = -(R_m + jX_m) \cdot \dot{I}_0$$

Зная коэффициент мощности ($\cos\varphi$) можно записать ток статора в комплексном виде:

$$\dot{I}_1 = I_1 \cdot \cos\varphi - jI_1 \cdot \sin\varphi$$

После ряда преобразований получим уравнения проекций токов на оси:

$$I_{1\alpha} = \sqrt{2} \cdot I_1 \cdot \sqrt{\left(\frac{-R_1 \cdot \sin\varphi - X_1 \cdot \cos\varphi}{X_m}\right)^2 + \left(\frac{X_1 \cdot \sin\varphi + R_1 \cdot \cos\varphi - \frac{U_1}{I_1}}{X_m}\right)^2}$$

$$I_{1\beta} = \sqrt{2} \cdot I_1 \cdot \sqrt{\left(\cos\varphi - \frac{-R_1 \cdot \sin\varphi - X_1 \cdot \cos\varphi}{X_m}\right)^2 + \left(\sin\varphi - \frac{X_1 \cdot \sin\varphi + R_1 \cdot \cos\varphi - \frac{U_1}{I_1}}{X_m}\right)^2}$$

Модуль потокосцепления ротора:

$$\Psi_2 = L_m \cdot I_{1\alpha}$$

Расчет электромагнитного момента АД производился по формуле:

$$M_{\text{э.расч.}} = \frac{3}{2} \cdot p_{\text{П}} \cdot k_2 \cdot \Psi_2 \cdot I_{1\beta}$$

где $p_{\text{П}}$ – число пар полюсов;

k_2 – коэффициент электромагнитной связи ротора;

Ψ_2 – модуль потокосцепления ротора, Вб;

$I_{1\beta}$ – проекция тока статора на ось y , А.

Точное значение электромагнитного момента определялось по формуле

$$M_{\varepsilon} = \frac{P_{\text{н}}}{\omega_p},$$

где ω_p – частота вращения ротора, с^{-1} ;

$P_{\text{н}}$ – номинальная мощность на валу двигателя, Вт.

Результаты расчета сведены в таблицу.

Результаты расчета

Тип электродвигателя	Мощность на валу $P_{\text{н}}$, кВт	Число пар полюсов $p_{\text{п}}$	Момент M_{ε} , Нм	Базисные величины				Ошибка расчета M_{ε} , %
				I_{1x}	I_{1y}	Ψ_2	$M_{\varepsilon, \text{расч.}}$	
A132M2	11	1	36.63	12.51	27.69	0.92	37.41	-2.14
A132M4	11	2	72.95	13.13	28.12	0.92	75.10	-2.95
AHP160S6	11	3	108.29	17.46	28.70	0.91	111.95	-3.38
A280S2	110	1	354.87	51.89	264.55	0.95	369.22	-4.04
A280S4	110	2	714.57	86.47	258.49	0.95	714.88	-0.04
A315S6	110	3	1064.26	68.90	260.09	0.94	1073.36	-0.86
A315M2	200	1	641.32	160.64	464.06	0.95	643.67	-0.37
A315M4	200	2	1286.97	366.97	478.65	0.95	1280.47	0.51
A355SMB6	200	3	1923.32	179.82	480.31	0.93	1913.48	0.51

Проделанное сравнение позволяет сделать вывод о возможности применения предлагаемого метода расчета для построения математических моделей векторных систем управления ЭП с приемлемой для инженерных расчетов точностью получения электромагнитного момента АД (не хуже 4,04% в рассмотренном примере).

А. В. Козлова

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В МЕТОДИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

На сегодняшний день одним из преимущественных способов повышения эффективности любых видов деятельности является внедрение информационных систем. Под информационными системами будем пони-