

УДК 621.313.33

В.Г. Каширских, А.В. Нестеровский

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОБМОТКИ СТАТОРА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПО ОПЫТУ ПУСКА

Знание величины активного сопротивления обмотки статора асинхронного двигателя (АД) позволяет при измеренных фазных токах и напряжениях получить оценку потокосцепления статора, а затем и электромагнитного момента [1]. Несмотря на то, что активное сопротивление обмотки статора R_s доступно для прямого измерения, в производственных условиях это во многих случаях нецелесообразно или недопустимо из-за необходимости отключения обмотки статора от сети и использования измерительной аппаратуры.

Существующие методы косвенного определения величины R_s , основанные, например, на получении оценки с использованием фильтра Калмана [2], требуют специальной настройки вычислительного процесса. Это является препятствием для создания автоматических идентификаторов состояния АД.

Для этих целей предлагается другой способ определения величины R_s , в котором используется информация о фазных токах и напряжениях АД, полученная из опыта пуска.

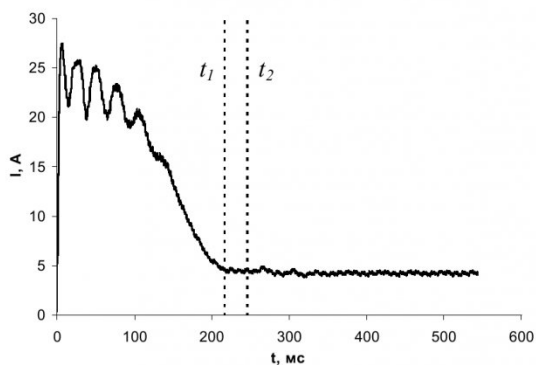
Для модели АД в системе координат, приведенной к статору, справедлива следующая зависимость [3]:

$$\frac{d\psi_{s\alpha}}{dt} = u_{s\alpha} - R_s i_{s\alpha},$$

которая при нулевых начальных условиях (перед пуском машину можно считать размагниченной), может быть представлена в виде:

$$\psi_{s\alpha}(t) = \int_0^t (u_{s\alpha}(t) - R_s i_{s\alpha}(t)) dt. \quad (1)$$

Здесь $\psi_{s\alpha}, u_{s\alpha}, i_{s\alpha}$ - соответственно потокосцепление, напряжение и ток фазы α .



Изменение тока статора при пуске АД

Будем исходить из предположения, что в установившемся режиме работы АД постоянная составляющая потокосцепления $\psi_{s\alpha 0}$ отсутствует, тогда

$$\psi_{s\alpha 0} = \psi_{s\alpha}(t_1) + \psi_{s\alpha}(t_2) = 0, \quad (2)$$

где t_1, t_2 - моменты времени, сдвинутые на 180° . Подставив (1) в (2), получим:

$$R_s = \frac{\int_0^{t_1} u_{s\alpha}(t) dt + \int_0^{t_2} u_{s\alpha}(t) dt}{\int_0^{t_1} i_{s\alpha}(t) dt + \int_0^{t_2} i_{s\alpha}(t) dt}. \quad (3)$$

Выражение (3) является основой вычислительного процесса для определения величины R_s . Нами разработаны программные средства, в автоматическом режиме реализующие указанный способ. Момент времени t_1 (см. рисунок), соответствующий выходу АД на статический режим работы, определяется при анализе модуля вектора тока статора. Будем считать режим установившимся, если значение вектора тока не отклоняется от среднего более чем на 15% в течение 2-3 периодов сетевого напряжения.

Поскольку в измеренных фазных напряжениях и токах присутствует некоторая постоянная составляющая погрешности, вызванная процессами в измерительной системе, то при интегрировании токов и напряжений возможно проявление эффекта «постоянного смещения», что приведет к уменьшению точности определения величины R_s . Для устранения постоянной составляющей погрешности, в установившемся режиме вычисляются средние значения токов и напряжений за период, которые затем вычитаются из измеренных данных.

Компьютерное моделирование показало, что для получения наиболее достоверного значения R_s по выражению (3), из двух фаз α и β следует выбирать ту, для которой величина

$$\left[\int_0^{t_1} i_{s\alpha}(t) dt + \int_0^{t_2} i_{s\alpha}(t) dt \right],$$

либо

$$\left[\int_0^{t_1} i_{s\beta}(t) dt + \int_0^{t_2} i_{s\beta}(t) dt \right],$$

будет большей по модулю. Из (1) и (2) следует, что если в какой-то фазе эта величина окажется относительно малой, то постоянная составляющая вычисленного потокосцепления этой фазы будет меньше зависеть от R_s и, соответственно, погрешность вычисления сопротивления по данной фазе будет большей.

Экспериментальная проверка описанного способа проводилась на универсальном испытательном стенде [4] с двигателем 4АМ80А4. При измененном значении – 7,5 Ом, полученное путем вычисления значение сопротивления составило 7,48 Ом, что подтверждает возможность применения данного способа для идентификации АД.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hurst, K.D., Habetler, T.G., Griva, G, Profumo.F., "Zero Speed tachless IM Torque Control: Simply a matter of Stator Voltage Integration", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 34, No. 4, July/August 1998, pp. 790-795.

2. Каширских В.Г., Завьялов В.М. Идентификация параметров обмотки статора и цепи намагничивания асинхронного двигателя с помощью расширенного фильтра Калмана // Вестн. КузГТУ, 2002, – №3. – С. 17-21.

3. Копылов И.П. Электромеханические преобразователи энергии. – М.: Энергия, 1973. – 400 с.

4. Каширских В.Г., Завьялов В.М., Нестеровский А.В., Переверзев С.С. Универсальный компьютеризированный испытательный стенд // Автоматизированный электропривод и промышленная электроника в металлургической и горно-топливной отраслях: Труды Второй Всероссийской науч.-практ. конф. «АЭПЭ'2004» / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк, 2004. – С. 90-93.

□ Авторы статьи:

Каширских
Вениамин Георгиевич
- кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой электропривода и автоматизации

Нестеровский
Александр Владимирович
- аспирант кафедры электропривода и автоматизации