

# АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ В СИСТЕМЕ ЧАСТОТНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

УДК 621.313.13

## ТИЩЕНКО Иван Александрович

кандидат технических наук, доцент кафедры Электрических машин и аппаратов  
ПВНЗ НКПИ, зав кафедрой Электрических машин и аппаратов ПВНЗ НКПИ.

**Научные интересы:** вопросы общей теории электрических машин, технология производства электрических машин, расчеты и конструирование электрических машин

## ЗЕЛЕНЬ Николай Иванович

старший преподаватель кафедры Электрических машин и аппаратов ПВНЗ НКПИ

**Научные интересы:** вопросы общей теории электрических машин, технология производства электрических машин, расчеты и конструирование электрических машин

При частотном управлении асинхронными двигателями наиболее часто используются следующие законы: поддержание постоянства потокосцепления статора ( $\Psi_1 = \text{const}$ ), поддержание постоянства главного потока машины ( $\Psi_0 = \text{const}$ ), поддержание постоянства потокосцепления ротора ( $\Psi_2 = \text{const}$ ), и регулирование величины потокосцепления в зависимости от величины нагрузочного момента  $(\Psi_1, \Psi_0, \Psi_2) = f(M)$ .

Первый закон реализуется при поддержании постоянного отношения ЭДС статора к угловой частоте поля. Основным недостатком такого закона является пониженная перегрузочная способность двигателя при работе на высоких частотах, что обусловлено увеличением индуктивного сопротивления статора и, следовательно, снижением потокосцепления в воздушном зазоре между статором и ротором при увеличении нагрузки.

Поддержание постоянства главного потока повышает перегрузочную способность двигателя, но усложняет аппаратную реализацию системы управления и требует либо изменений конструкции машины, либо наличия специальных датчиков.

При поддержании постоянного потокосцепления ротора момент двигателя не имеет максимума, однако при увеличении нагрузки увеличивается главный маг-

нитный поток, приводящий к насыщению магнитных цепей и, следовательно, к невозможности поддержания постоянства потокосцепления ротора.

Общим недостатком законов с поддержанием постоянства потокосцепления являются: низкая надежность, обусловленная наличием датчиков, встраиваемых в двигатель, и потери в стали при работе двигателя с нагрузочным моментом меньше номинального.

Эти потери вызваны необходимостью поддержания постоянного номинального потокосцепления в различных режимах работы.

Существенно повысить КПД двигателя можно путем регулирования магнитного потока статора (ротора) в зависимости от величины нагрузочного момента (скольжения). Недостатками такого управления являются низкие динамические характеристики привода, обусловленные большой величиной постоянной времени ротора, из-за чего магнитный поток машины восстанавливается с некоторой задержкой и сложность технической реализации системы управления.

На практике группа законов с постоянством магнитного потока получила распространение для динамичных электроприводов, работающих с постоянным моментом сопротивления на валу и с частыми ударными изменениями нагрузки. А группа законов с регули-



асинхронного двигателя и в ускоренном масштабе времени, когда вращение вектора тока  $I_1$  определяется в модели выбранным шагом временного интервала и быстродействием микропроцессорной системы. Второй вариант измерения углов более предпочтителен, так как позволяет осуществить больше измерений. По измеренным значениям фазных токов двигателя определяем величину вектора тока  $I_1$  и совмещаем его в модели с действительной осью  $Ra$ , а затем переводим (в произвольный момент времени  $t_1$ ) вектор тока  $I_1$  в неподвижную, относительно статора, систему координат, то есть начинает выполняться программа, согласно которой вектор тока  $I_1$  поворачивается против часовой стрелки со скоростью, определяемой быстродействием микропроцессорной системы и выбранным шагом временного интервала. Из Т-образной схемы замещения (рис. 2) видно, что  $\vec{I}_2 \cdot r_2 = j\omega_0 \vec{\Psi}_2$ , то есть векторы тока и потокосцепления ротора взаимно перпендикулярны. В процессе поворота угол между векторами  $I_0$  и  $\Psi_2$   $\gamma(t)$  будет изменяться согласно выражения:

$$\gamma(t) = \arctg \frac{I_1 \cdot \cos \alpha - I_0}{I_1 \cdot \sin \alpha} \quad (1)$$

где  $\alpha = \omega_0 t$  - текущий угол между вектором тока статора и действительной осью  $Ra$ .

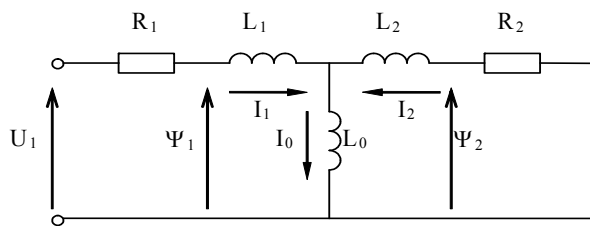


Рисунок 2

В момент времени  $t_2$  вектор тока статора  $I_1$  займет положение  $OC$ , при котором векторы тока ротора  $I_2$  и потокосцепления ротора  $\Psi_2$  взаимно перпендикулярны, то есть  $\gamma(t_2) = \gamma$ . Из рис. 1 видно, что при  $\gamma(t_2) = \gamma$  выполняется соотношение:

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. К.П.Ковач, I.Rac. Perekhodnye processy v mashinakh peremennogo toka. М. - Л.: Gosehnergoizdat, 1963, 744 str.
2. Ehpсhtejjn I. I. Avtomatizirovannyj ehлектропривод peremennogo toka. - М.: Ehnergoizdat, 1982 - 192 с., il.
3. Asinkhronnye dvigateli serii 4A: Spravochnik / A. Eh. Kravchik, M. M. Shlaf, V. I. Afonin, E. A. Sobolen-skaja. - М.: Ehnergoizdat, 1982. - 504 с., il.

$$I_1 \cdot \sin \beta = BC = AC + AB.$$

Величина отрезка  $AB$  определяется из подобия треугольников  $OBA$  и  $OED$

$$AB = \frac{OA \cdot DE}{OD} = \frac{I_0 \cdot I_2 \cdot L_2}{I_0 \cdot L_0} = I_2 \cdot \frac{X_2}{X_0}$$

Так как  $AC = I_2$  (из векторной диаграммы), то

$$BC = I_2 + I_2 \cdot \frac{X_2}{X_0} = AC \cdot \left( 1 + \frac{X_2}{X_0} \right).$$

Величина отрезка  $AC$  определяется из треугольника  $AFC$ :

$$AC = \sqrt{(I_1 \cdot \cos \alpha - I_0)^2 + (I_1 \cdot \sin \alpha)^2} \quad (2).$$

Таким образом, изменяющийся во времени угол  $\gamma(t)$  будет равен углу между векторами тока намагничивания  $I_0$  и потокосцепления ротора  $\Psi_2$  асинхронного двигателя в момент выполнения равенства:

$$BC = I_1 \cdot \sin \alpha = \sqrt{(I_1 \cdot \cos \alpha - I_0)^2 + (I_1 \cdot \sin \alpha)^2} \cdot \left( 1 + \frac{X_2}{X_0} \right) \quad (3)$$

Из векторной диаграммы (рис. 1) видно, что искомый угол  $\beta$  между векторами тока статора  $I_1$  и потокосцепления ротора  $\Psi_2$  будет определяться как:

$$\beta = \alpha(t_2) + \gamma(t_2) = \omega_0 \cdot t + \gamma.$$

#### ВЫВОДЫ

Предложенная методика определения угла между током статора и потокосцеплением ротора асинхронного электродвигателя упрощает систему управления, исключает ошибки в работе системы, повышает быстродействие.