

**Иванов Д.М., ст. преподаватель,
Нефедов С.С., ст. преподаватель**
**УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь**
**НЕЗАВИСИМЫЙ СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МОМЕНТА
И ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЯ АСИНХРОННОГО
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ**

На основании теории обобщенной электрической машины можно получить следующие выражения для описания электромагнитного момента асинхронного электродвигателя (АД):

$$\begin{aligned} \vec{M} &= p_{\Pi} \cdot L_{12} \cdot (\vec{i}_2 \cdot \vec{i}_1), \quad \vec{M} = p_{\Pi} \cdot (\vec{\Psi}_1 \cdot \vec{i}_1), \quad \vec{M} = p_{\Pi} \cdot (\vec{\Psi}_2 \cdot \vec{i}_2), \\ \vec{M} &= p_{\Pi} \cdot k_r (\vec{\Psi}_2 \cdot \vec{i}_1), \quad \vec{M} = p_{\Pi} \cdot k_s (\vec{i}_2 \cdot \vec{\Psi}_2), \quad \vec{M} = \frac{p_{\Pi} \cdot k_s}{L_2 \cdot \sigma} (\vec{\Psi}_2 \cdot \vec{\Psi}_1), \\ \vec{M} &= p_{\Pi} \cdot (\vec{i}_2 \cdot \vec{\Psi}_{12}), \quad \vec{M} = p_{\Pi} \cdot (\vec{\Psi}_{12} \cdot \vec{i}_1), \end{aligned}$$

где $\vec{\Psi}_1, \vec{\Psi}_2, \vec{\Psi}_{12}$ – пространственные векторы потокосцеплений статора, ротора и взаимоиндукции;

\vec{i}_1, \vec{i}_2 – пространственные векторы тока статора и ротора;

\vec{M} – вектор электромагнитного момента;

k_r, k_s – коэффициент магнитной связи ротора и статора;

p_{Π} – число пар полюсов двигателя;

L_{12} – наибольшее значение взаимной индуктивности между статором и ротором;

L_2 – полная индуктивность ротора;

σ – коэффициент рассеяния.

Из приведенных выше выражений видны три вектора потокосцепления: статора $\vec{\Psi}_1$, взаимоиндукции $\vec{\Psi}_{12}$ и ротора $\vec{\Psi}_2$, которые в осях х-у неподвижны. Каждый из этих векторов потокосцепления можно использовать для формирования электромагнитного момента [1]. Из этих возможных способов формирования электромагнитного момента целесообразно выбрать наиболее просто реализуе-

мый с точки зрения измеряемых величин. Для этого построим векторную диаграмму токов АД:

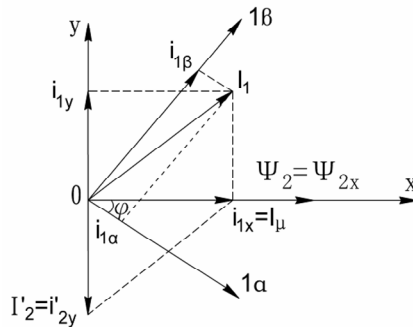


Рисунок 1 – Векторная диаграмма токов АД

При рассмотрении векторной диаграммы следует учитывать, что электромагнитный момент АД получает максимальное значение тогда, когда векторы, участвующие в создании момента, сдвинуты на 90 электрических градусов. Анализируя векторную диаграмму можно сделать вывод, что в установившемся режиме работы АД векторы синусоидального приведенного тока ротора \vec{I}'_2 и синусоидального потокосцепления ротора $\vec{\Psi}_2$, перпендикулярны друг другу в комплексной плоскости и их целесообразно брать в качестве управляющих векторов.

Для обеспечения возможности независимого регулирования потокосцепления $\vec{\Psi}_2$ и момента M необходимо исключить взаимозависимость между векторами тока \vec{i}'_{1x} и \vec{i}'_{1y} . Данная взаимосвязь исключается за счет компенсации ЭДС вращения e_{1x} и e_{1y} . Эти выражения определяются на основе модели эквивалентного двухфазного АД [2]. Приведем уже преобразованную систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned}
 u_{1x} &= i_{1x} \cdot R_1 + L_{1\sigma} \frac{di_{1x}}{dt} - \omega_1 \cdot \sigma \cdot L_1 \cdot i_{1y}; \\
 u_{1y} &= i_{1y} \cdot R_1 + \sigma L_1 \frac{di_{1y}}{dt} + \omega_1 (\Psi_{2x} + L_{1\sigma} \cdot i_{1x}); \\
 \Psi_{2x} + T_2 \frac{d\Psi_{2x}}{dt} &= L_{12} \cdot i_{1x}; \\
 M &= \frac{3}{2} p_n \cdot K_r \cdot i_{1y} \cdot \Psi_{2x}; \\
 \Delta \omega_{\text{эл}} &= \frac{1}{T_2} \frac{i_{1y}}{i_{1x}},
 \end{aligned} \right\}$$

В системе уравнений имеем ЭДС вращения:

$$e_{1x} = -\omega_1 \cdot \sigma \cdot L_1 \cdot i_{1y}, \quad e_{1y} = \omega_1 \cdot (\Psi_{2x} + L_{1\sigma} \cdot i_{1x})$$

Получим «развязанные» составляющие напряжения статора:

$$\left. \begin{aligned}
 u'_{1X} &= u_{1X} + u_{KX} = R_1 \cdot \left(i_{1X} + T_{1X} \cdot \frac{di_{1X}}{dt} \right) \\
 u'_{1Y} &= u_{1Y} + u_{KY} = R_1 \cdot \left(i_{1Y} + T_{1Y} \cdot \frac{di_{1Y}}{dt} \right)
 \end{aligned} \right\}$$

С помощью «развязанных» напряжения статора можно независимо задавать намагничивающую \vec{i}'_{1x} и моментную \vec{i}'_{1y} составляющие вектора тока статора \vec{i}'_1 . При этом уравнение для независимого регулирования момента и потокосцепления ротора:

$$M = \frac{3}{2} p_{II} \cdot k_r \cdot \Psi_{2x} \cdot i_{1Y}, \quad \Psi_{2x} = L_{12} \cdot i_{1X}$$

Список использованных источников

1. Иванов, Д.М. Векторное управление как наиболее прогрессивный метод управления потокосцеплением и электромагнитным моментом асинхронного двигателя / Д.М. Иванов, С.С. Нефедов // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК : материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 19–20 декабря 2019 г. – Минск : БГАТУ, 2019. – С. 154–157.
2. Фираго, Б.И. Векторные системы управления электроприводами: учеб. пособие / Б.И. Фираго, Д.С. Васильев. – Минск: Высшая школа, 2016. – 159 с.