

87 Асинхронный двигатель при неподвижном роторе

Электромагнитные процессы в асинхронном двигателе аналогичны процессам, происходящим в трансформаторе. Обмотку статора асинхронного двигателя можно рассматривать как первичную обмотку трансформатора, а обмотку ротора – как вторичную.

Если к обмотке статора двигателя подвести напряжение сети U_1 , а обмотку ротора разомкнуть, что можно сделать в двигателе с фазным ротором путем подъёма щеток, то вращающееся магнитное поле статора, пересекая неподвижные обмотки статора и ротора, будет индуцировать в них соответственно ЭДС E_1 и E_2 :

$$E_1 = 4,44 f_1 w_1 k_{01} \Phi_{\max};$$

$$E_2 = 4,44 f_1 w_2 k_{02} \Phi_{\max}$$

где E_1, E_2 – ЭДС обмоток фаз статора и ротора, В;

f_1 – частота тока сети, Гц;

w_1 и w_2 – числа витков обмоток фаз статора и ротора;

k_{01} и k_{02} – обмоточные коэффициенты обмоток статора и ротора;

$\Phi_{\max}$ – максимальное значение основного магнитного потока, Вб.

Отношение ЭДС

$$E_1 / E_2 = w_1 k_{01} / (w_2 k_{02}) = k_e$$

называют коэффициентом трансформации ЭДС. В отличие от коэффициента трансформации обычного трансформатора коэффициент k_e асинхронного двигателя зависит и от обмоточных коэффициентов, которые учитывают пространственное распределение обмоток.

Режим работы асинхронного двигателя без нагрузки называют режимом холостого хода. Этот режим аналогичен режиму холостого хода трансформатора, но ток холостого хода I_0 асинхронного двигателя из-за наличия воздушного зазора между ротором и статором значительно больше, чем в трансформаторе (20–40 % от номинального по сравнению с 2–5 % у трансформатора), вследствие чего здесь нельзя уже пренебрегать падениями напряжения $I_0 r_1$ и $j I_0 x_1$ и пользоваться приближенным уравнением

$$U_1 + E_1 = 0 ,$$

как это делают при построении векторной диаграммы трансформатора для режима холостого хода. Как и в трансформаторе активная составляющая тока холостого хода у асинхронного двигателя $I_{0A} \ll I_0$, поэтому $I_0 \approx I_\mu$, где I_μ – намагничивающий ток, создающий магнитный поток в двигателе.

Относительно большой ток холостого хода в АД является одним из главных недостатков, так как вызывает увеличение потерь в обмотке статора (особенно в небольших машинах) и уменьшение коэффициента мощности, особенно при малых нагрузках двигателя. Для уменьшения тока холостого хода заводы-изготовители стремятся выполнить в асинхронных двигателях минимально возможные по соображениям конструкции и технологии зазоры. Так, например, у двигателей мощностью 5 кВт и менее зазор между статором и ротором обычно равен 0,2–0,3 мм.

Для неподвижного (заторможенного) короткозамкнутого ротора номинальное напряжение и ЭДС вызывают большой ток, подобно короткому замыканию трансформатора. Этот режим называют коротким замыканием асинхронного двигателя.

При коротком замыкании обычно можно пренебречь током намагничивания, так как он относительно мал. В этом случае коэффициент трансформации токов

$$k_i = k_e m_1 / m_2$$

где m_1 и m_2 – число фаз обмоток статора и ротора.