

93 Электромагнитный момент асинхронного двигателя

Из энергетической диаграммы следует, что

$$P_{\text{эм}} - P_{\text{мех}} = \Delta P_{\text{эл2}}$$

Учитывая, что $P_{\text{эм}} = M\omega_1$, $P_{\text{мех}} = M\omega_2$, а $\Delta P_{\text{эл2}} = 3I_2'^2 r_2'$ имеем

$$M(\omega_1 - \omega_2) = I_2'^2 r_2'$$

где M – электромагнитный момент асинхронного двигателя;

ω_1 – угловая частота вращения магнитного поля статора;

ω_2 – угловая частота вращения ротора.

Умножив числитель и знаменатель левой части на ω_1 , получим

$$M\omega_1 \left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1} \right) = 3I_2'^2 r_2'.$$

Из выражения определяем момент:

$$M = \frac{3I_2'^2 \frac{r_2'}{s}}{\omega_1}.$$

В формулу подставляем ток I_2' из Г-образной схемы замещения. Окончательно уравнение электромагнитного момента получаем в следующем виде:

$$M = \frac{3U_1^2 \frac{r_2'}{s}}{\omega_1 \left[\left(r_1 + \frac{r_2'}{s} \right)^2 + (x_1 + x_2')^2 \right]},$$

где U_1 – фазное напряжение обмотки статора; $\omega_1 = 2\pi f_1/p$.

Из выражения можно сделать основной вывод, что электромагнитный момент асинхронного двигателя пропорционален квадрату напряжения сети, подводимого к статорной обмотке: $M \propto U_1^2$, т. е. асинхронные двигатели чувствительны к колебаниям напряжения в сети, что является их недостатком.

Если принять, что параметры машины являются постоянными, то момент, определяемый по формуле, при $U_1 = \text{const}$ является функцией только скольжения s . Поэтому эта формула применяется для построения механической характеристики машины $M = f(s)$.

Выявим характер изменения данной зависимости при изменении скольжения. Анализ выражения показывает, что при $s = 0$ $M = 0$, при $s = \pm\infty$ $M = 0$. Следовательно, функция имеет максимум, для определения которого принимаем

$$dM / ds = 0.$$

Из условия определяется критическое скольжение $s_{кр}$, при котором момент будет максимальным M_{max} .

Критическое скольжение

$$s_{кр} = \pm \frac{r_2'}{x_1 + x_2'},$$

максимальный момент

$$M_{max} = \pm \frac{3U_1^2}{2\omega_1(x_1 + x_2')},$$

где знак «+» соответствует работе машины в двигательном или тормозном режиме, а знак «-» – в режиме генератора.

Из формулы следует, что максимальный момент M_{max} не зависит от активного сопротивления обмотки ротора r_2' , однако, согласно выражению, это сопротивление оказывает влияние на скольжение $s_{кр}$, при котором асинхронная машина развивает максимальный момент.

Анализ формулы также показывает, что при малых скольжениях ($s \ll 1$) можно пренебречь в знаменателе всеми слагаемыми, кроме $(r_2' / s)^2$. Тогда получим:

$$M \approx \frac{3U_1^2}{\omega_1 r_2'} s,$$

т. е. момент пропорционален скольжению и зависимость $M = f(s)$ имеет линейный характер. При скольжениях, близких к единице или больше единицы, можно пренебречь активными сопротивлениями обмоток r_1 и r_2' по сравнению с их индуктивными сопротивлениями x_1 и x_2' . Тогда

$$M \approx \frac{3U_1^2 r_2'}{\omega_1 (x_1 + x_2')^2} \frac{1}{s}.$$