

97 Рабочие характеристики асинхронного двигателя

При изменении нагрузки двигателя происходит изменение как тока I_1 и мощности P_1 , так и частоты вращения ротора n_2 , скольжения s , КПД η и $\cos\phi_1$.

Нагрузкой для двигателя служит нагрузочный момент M_2 , приложенный к его валу. При увеличении нагрузочного момента соответственно увеличивается электромагнитный момент, создаваемый двигателем:

$$M = M_0 + M_2$$

где M_0 – момент, обусловленный механическими и добавочными потерями в двигателе; M_2 – механический момент на валу двигателя, определяющий мощность P_2 , снимаемую с вала двигателя, так как

$$P_2 = M_2 \omega_2$$

Момент M_0 относительно мал, поэтому можно принять, что $M \approx M_2$.

Зависимости n_2 , s , M_2 , I_1 , $\cos\phi_1$, η и P_1 от P_2 при $U_1 = \text{const}$ и $f_1 = \text{const}$ называются рабочими характеристиками асинхронного двигателя. Их примерный вид показан на рисунке 1.

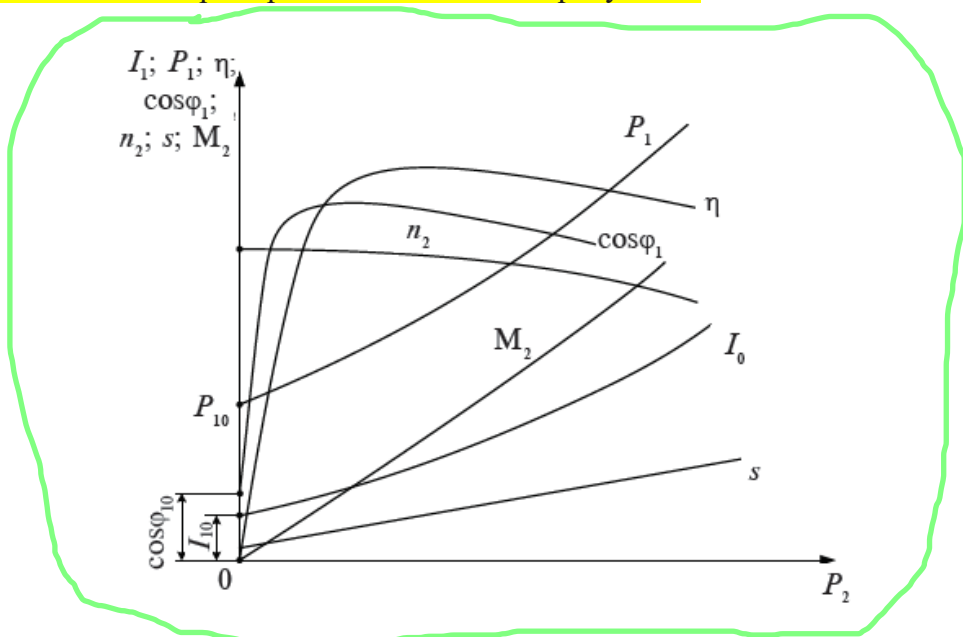


Рис. 1 – Примеры рабочих характеристик асинхронного двигателя

При холостом ходе, когда $P_2 = 0$ и $M_2 = 0$, ток I_1 равен току холостого хода I_0 . Как и у трансформатора, этот ток фактически является намагничивающим и создает основное магнитное поле. Однако из-за наличия воздушного зазора между статором и ротором он значительно больше, чем у трансформатора, и составляет 20–50 % номинального тока статора.

Мощность P_{10} , потребляемая двигателем из сети при холостом ходе, расходуется на потери внутри машины: механические потери $\Delta P_{\text{мех}}$, магнитные потери в стали статора $\Delta P_{\text{м1}}$, электрические потери в обмотке статора от тока I_0 .

Увеличение момента M_2 сопровождается увеличением тока ротора I_2 , что связано с увеличением ЭДС E_{2s} вследствие снижения частоты вращения n_2 и увеличения s . Поэтому зависимость $n_2 = f(P_2)$ имеет падающий характер: $n_2 = n_1 (1 - s)$. Однако у большинства асинхронных двигателей изменение n_2 незначительно и характеристика $n_2 = f(P_2)$ является достаточно жесткой. Зависимость $s = f(P_2)$ имеет возрастающий характер.

Из выражения имеем $M_2 = P_2 / \omega_2$, а так как ω_2 с увеличением нагрузки изменяется незначительно, то зависимость $M_2 = f(P_2)$ имеет практически линейный характер.

Зависимость $\eta = f(P_2)$ имеет максимум при нагрузке, когда постоянные потери в двигателе равны переменным, пропорциональным квадрату тока.

Зависимость $\cos\varphi_1 = f(P_2)$. В связи с тем что ток статора I_1 имеет реактивную (индуктивную) составляющую, необходимую для создания магнитного поля в статоре, коэффициент мощности асинхронных двигателей меньше единицы. Наименьшее значение коэффициента мощности соответствует режиму холостого хода. Коэффициент мощности при холостом ходе невелик (0,1–0,2). Объясняется это тем, что ток холостого хода I_0 при любой нагрузке остается практически неизменным. Поэтому при малых нагрузках двигателя ток статора невелик и в значительной части является реактивным ($I_1 \approx I_0$). По мере увеличения нагрузки он возрастает, достигая наибольшего значения при нагрузке, близкой к номинальной. В целях повышения коэффициента мощности важно,

чтобы АД работал значительную часть времени с нагрузкой, близкой к номинальной.

Рабочие характеристики асинхронного двигателя могут быть получены экспериментально на специальных тормозных стендах либо расчетным путем по схеме замещения. Кроме того, для построения рабочих характеристик может быть использована круговая диаграмма.