

Электромагнитный момент и механические характеристики трехфазного асинхронного двигателя.

Ранее рассмотренная формула для электромагнитного момента

$$M_{эм} = C_m \cdot \Phi \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 \quad (8.6)$$

позволяет связать величину момента с физическими явлениями, происходящими в двигателе. Однако, входящие в нее величины Φ , I_2 , $\cos \varphi_2$ не связаны явно с напряжением питающей сети и режимом работы машины. Поэтому целесообразно вывести формулу, позволяющую определить величину электромагнитного момента через напряжение сети, параметры обмоток и скольжение S машины.

Т.к. в любой электрической машине в установившемся режиме электромагнитный момент $M_{эм}$, развиваемый машиной, равен моменту нагрузки на валу машины M , то выражение для мощности потерь в меди ротора можно представить в виде

$$P_{M2} = M_{эм} \cdot \Omega_1 \cdot S,$$

откуда следует, что

$$M_{эм} = P_{M2} / (\Omega_1 \cdot S).$$

Поскольку $P_{M2} = m_2 I_2'^2 R_2'$, то используя полученное ранее выражение для тока в фазе ротора I_2' , можем найти выражение для электромагнитного момента машины в виде

$$M_{эм} \approx C_m U_1^2 \frac{s \cdot R_2}{R_2^2 + (s \cdot X_2)^2} \cdot (8.7)$$

Полученная формула показывает, что вращающий момент зависит от квадрата фазного напряжения двигателя U_1 , от активных и реактивных сопротивлений обмотки ротора R_2 , X_2 и от скольжения S .

Зависимость момента $M_{эм}$ от скольжения при неизменном напряжении и параметрах обмоток от скольжения иллюстрируется кривой 1 на рисунке 8.16. При малых скольжениях S момент $M_{эм}$ возрастает с ростом S , достигает максимума $M_{эм\max}$ при критическом скольжении $S_{кр}$ и затем уменьшается, достигая значения пускового момента $M_{п}$ при скольжении $S=1$. Физически это объясняется тем, что в формуле (8.6) при малых скольжениях преобладающее влияние имеет возрастание тока в фазе ротора I_2 . При $S > S_{кр}$ ток I_2 возрастает мало и преобладающее влияние оказывает уменьшение $\cos \Psi_2$, где

$$\Psi_2 = \arctg \frac{X_{2K} \cdot S}{R_2}.$$

Угол Ψ_2 возрастает с ростом частоты $f_2 = f_1 \cdot S$ изменения тока в фазе обмотки ротора.

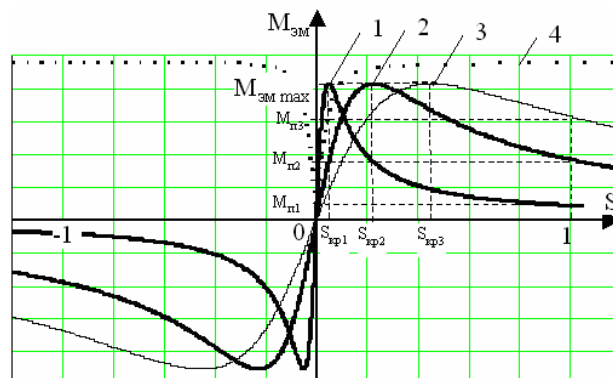


Рис.8.16

Следовательно, критическое скольжение зависит только от параметров фазных обмоток машины R_2 , X_{2K} .

$$S_{кр} \approx \pm \frac{R_2}{X_{2K}} \quad (8.8)$$

С ростом активного сопротивления фазы ротора максимум зависимости $M_{ЭМ}(S)$ смещается в стороны больших скольжений, т.е. значение $S_{кр}$ возрастает (кривая 2 на рисунке 8.16), при этом возрастает и значение пускового момента $M_{П}$ двигателя согласно (8.7).

Величина максимального электромагнитного момента сохраняется постоянной с увеличением R'_2 , т.к. $M_{ЭМ\max}$ не зависит от величины R_2 :

$$M_{ЭМ\max} \approx C_M \cdot U_1^2 \cdot \frac{1}{2X_{2К}} \quad (8.8)$$

Отношение $M_{ЭМ\max}/M_{ном}$ характеризует перегрузочную способность двигателя. (Для двигателей обычного исполнения это отношение составляет величину 1,7-2,5).

Отношение $M_{П}/M_{ном}$ характеризует пусковые свойства двигателя, обычно эта величина равна 1,2-2,5.

Зависимость скорости вращения ротора n_2 от величины момента нагрузки на валу двигателя при постоянном (в смысле действующего значения) фазном напряжении носит название механической характеристики двигателя. Поскольку скорость ротора однозначно связана со скольжением, т.е.

$$n_2 = n_1(1-S)$$

то задаваясь значениями S и зная зависимость $M_{ЭМ}(S)$, можно построить механическую характеристику двигателя в виде, представленном на рисунке 8.17.

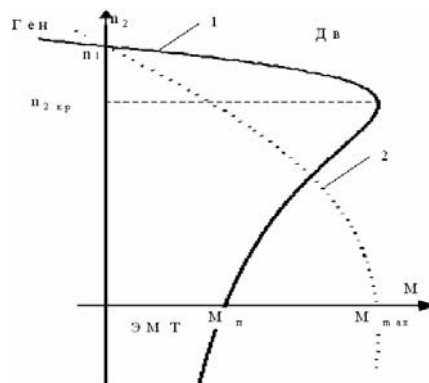


Рис.8.17.

Исследование механической характеристики показывает, что двигатель может работать устойчиво лишь на участке механической характеристики от $n_2 = n_1$ до $n_2 = n_{2кр} = n_1(1-S_{кр})$. Обычно $n_{2кр} \approx (0,8 \div 0,9)n_1$. Под устойчивостью здесь понимается способность двигателя восстанавливать установившуюся частоту вращения при кратковременных изменениях нагрузки, питающей сети и т.п. В диапазоне устойчивой работы двигатель обладает свойством саморегулирования, т.е. способностью развивать вращающий электромагнитный момент, равный моменту нагрузки на валу, т.е. $M_{ЭМ} = M$.

Условием устойчивой работы двигателя является условие

$$\frac{dM_{ЭМ}}{dS} > 0.$$

Для расширения диапазона устойчивой работы ($n_1 \div n_{2кр}$) увеличивают активное сопротивление фазы ротора, так чтобы $S_{кр} \geq 1$. Тогда двигатель будет работать устойчиво в диапазоне скоростей от 0 до n_1 (кривая 2, на рис. 8.17).