

Электромагнитный момент и механические характеристики АД

Электромагнитный момент АД

Электромагнитный момент АД создается взаимодействием тока в обмотке ротора с вращающимся магнитным полем.

$$M = P_{эм} / \omega_1 \quad (13.11)$$

$$\text{где } \omega_1 = 2\pi n_1 / 60 = 2\pi f_1 \quad (13.12)$$

$$M = P_{э2} / (\omega_1 s) = m_1 I_2'^2 r_2' / (\omega_1 s)$$

т.е. электромагнитный момент асинхронного двигателя пропорционален мощности электрических потерь в обмотке ротора.

Формула электромагнитного момента

Формула электромагнитного момента
(параграф 13.2 стр. 166)

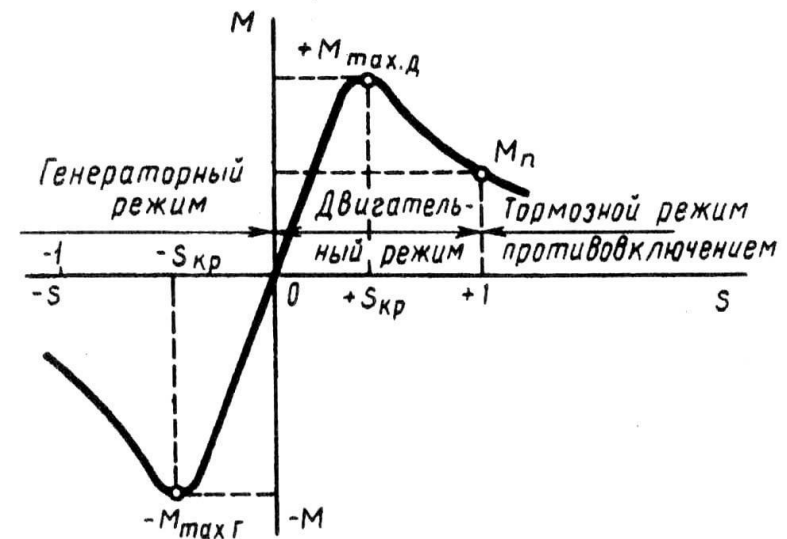
$$M = \quad (13.14)$$

Параметры схемы замещения асинхронной машины r_1, r_2', x_1 и x_2' , входящие в выражение (13.14), являются **постоянными**, так как их значения при изменениях нагрузки машины остаются практически неизменными. Также постоянными можно считать напряжение на обмотке фазы статора U_1 и частоту f_1 .

В выражении момента M единственная **переменная** величина — **скольжение** s , которое для различных режимов работы асинхронной машины может принимать разные значения в диапазоне от $+\infty$ до $-\infty$

Механическая характеристика

Механическая характеристика - зависимость момента от скольжения $M = f(s)$ при $U_1 = \text{const}$, $f_1 = \text{const}$ и постоянных параметрах схемы замещения.



при $s = 0$ и $s = \infty$
электромагнитный момент
 $M = 0$.

Механическая характеристика

Максимальный момент и соответствующая ему величина критического скольжения: см. формулы 13.15 и 13.16

Упрощенные выражения критического скольжения

$$S_{кр} \approx \pm r'_2 / (x_1 + x'_2) \quad (13.17)$$

и максимального момента (Н м)

$$M_{max} = \pm \quad (13.18)$$

Зависимость режимов от скольжения

Из (13.16) следует:

$$M_{\max \text{ г}} > M_{\max \text{ д}}$$

двигательный режим ($0 < s \leq 1$), когда электромагнитный момент M является вращающим;

генераторный режим ($-\infty < s < 0$);

тормозной режим противовключением ($1 < s < +\infty$), когда электромагнитный момент M является тормозящим.

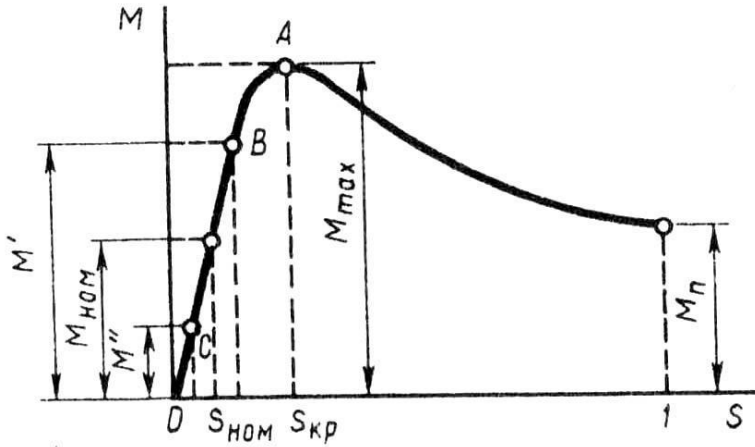
Зависимость M от U_1

Из (13.14) следует: $M \propto U_1^2$.

Что отражается на эксплуатационных свойствах двигателя: **даже небольшое снижение напряжения сети вызывает заметное уменьшение вращающего момента асинхронного двигателя.**

Например, при уменьшении напряжения на 10% относительно номинального ($U_1 = 0,9U_{\text{ном}}$) электромагнитный момент двигателя уменьшается на 19%: $M' = 0,9^2 M$, где M — момент при номинальном напряжении сети, а M' — момент при пониженном напряжении.

Пусковой момент АД



С дальнейшим нарастанием частоты вращения n (уменьшением S) момент M начинает убывать, пока не достигнет установившегося значения, равного сумме противодействующих моментов, приложенных к ротору двигателя: момента х.х. M_0 и полезного нагрузочного момента (момента на валу двигателя) M_2 , т. е.

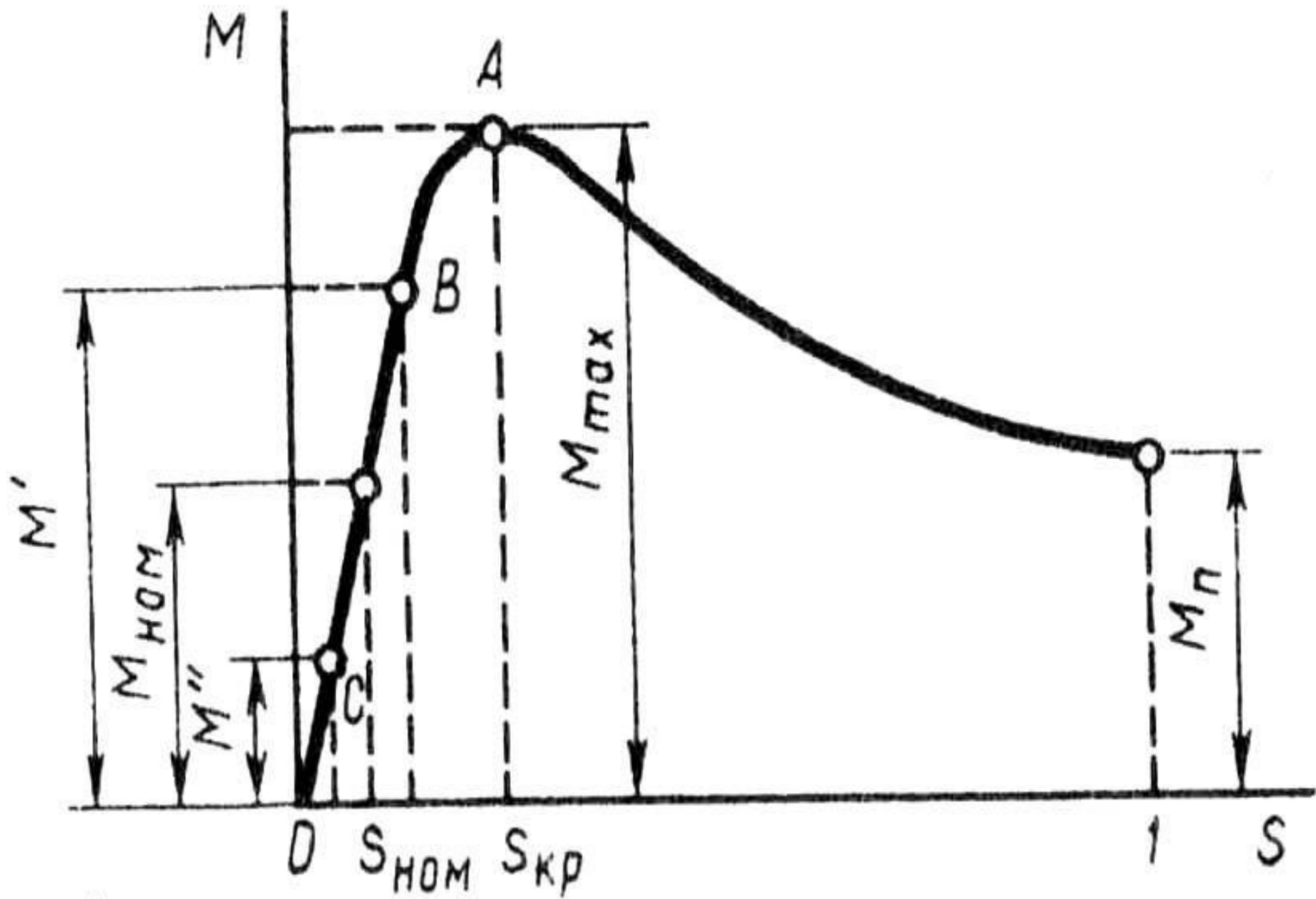
$$M = M_0 + M_2 = M_{cm} \quad (13.20)$$

Пусковой момент АД (Н м):

$$M_p = \quad (13.19)$$

Под действием M_p начинается вращение ротора АД, при этом скольжение уменьшается, а вращающий момент возрастает в соответствии с характеристикой $M = f(s)$.

При $s_{кр}$ момент достигает максимального значения M_{max} .



Установившийся режим АД

Статический момент $M_{ст}$ равен сумме противодействующих моментов при равномерном вращении ротора ($n_2 = \text{const}$).

Установившийся режим работы двигателя определится точкой на механической характеристике с координатами $M = M_{ном}$ и $s = s_{ном}$, где $M_{ном}$ и $s_{ном}$ — номинальные значения электромагнитного момента и скольжения.

Устойчивая работа АД

Устойчивая работа асинхронного двигателя возможна при скольжениях меньше критического ($s < s_{кр}$), т. е. на участке ОА механической характеристики.

если двигатель работал в номинальном режиме ($M_{ном}; s_{ном}$), то имело место равенство моментов: $M_{ном} = M_0 + M'_2$. Если произошло увеличение нагрузочного момента M_2 до значения M'_2 , то равенство моментов нарушится, т. е. $M_{ном} < M_0 + M'_2$, и частота вращения ротора начнет убывать (скольжение будет увеличиваться). Это приведет к росту электромагнитного момента до значения $M' = M_0 + M'_2$ (точка В), после чего режим работы двигателя вновь станет установившимся.

Если же при работе двигателя в номинальном режиме произойдет уменьшение нагрузочного момента до значения M''_2 , то равенство моментов вновь нарушится, по теперь вращающий момент окажется больше суммы противодействующих: $M_{\text{ном}} > M_0 + M''_2$. Частота вращения ротора начнет возрастать (скольжение будет уменьшаться), и это приведет к уменьшению электромагнитного момента M до значения $M'' = M_0 + M''_2$ (точка С); устойчивый режим работы будет вновь восстановлен, но уже при других значениях M и s .

Предел устойчивой работы АД.

Работа асинхронного двигателя становится неустойчивой при скольжениях $s \geq s_{кр}$.

Если электромагнитный момент двигателя $M = M_{max}$, а скольжение $s = s_{кр}$, то даже незначительное увеличение нагрузочного момента M_2 , вызвав увеличение скольжения s ,

приведет к уменьшению электромагнитного момента M . За этим следует дальнейшее увеличение скольжения и т. д., пока скольжение не достигнет значения $s = 1$, т. е. пока ротор двигателя не остановится.

При достижении электромагнитным моментом максимального значения наступает предел устойчивой работы АД.