Электромагнитный момент и механические характеристики АД

Электромагнитный момент АД

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

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

где $\omega_1 = 2 \pi n_1 / 60 = 2 \pi f_1 \qquad (13.12)$

$$M = P_{э2} / (\omega_1 s) = m_1 I'^2_2 r'_2 / (\omega_1 s)$$

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

Формула электромагнитного момента

Формула электромагнитного момента (параграф 13.2 стр. 166)

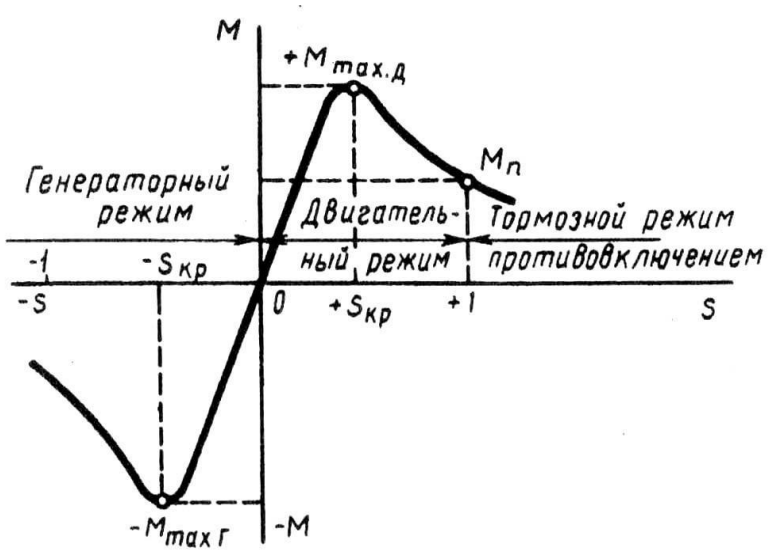
M = ***(13.14)***

Параметры схемы замещения асинхронной машины $\mathbf{r_1}$, $\mathbf{r'_2}$, $\mathbf{x_1}$ и $\mathbf{x'_2}$, входящие в выражение (13.14), являются **постоянными**, так как их значения при изменениях нагрузки машины остается 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 + ∞ до - ∞

Механическая характеристика

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



при s = 0 и s = ∞ 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

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

и максимального момента (Н м)

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

Зависимость режимов от скольжения

Из (13.16) следует:

$\mathbf{M_{max\ г} > M_{max\ д}}$

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.

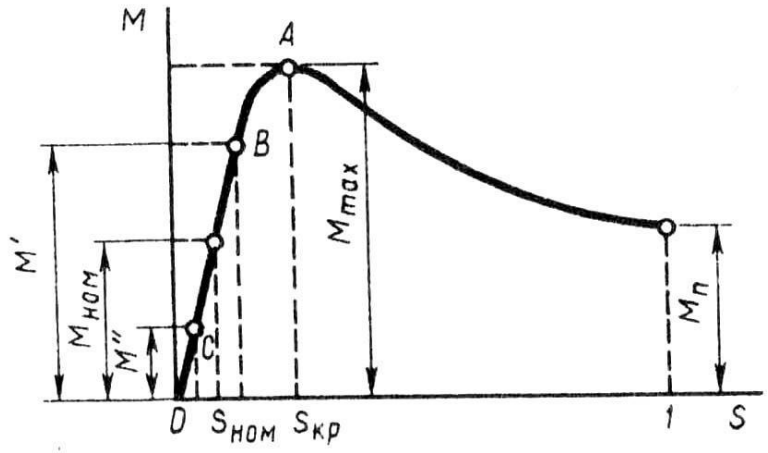
Зависимость M от U_1

Из (13.14) следует: $\mathbf{M \equiv U_1^2}$.

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 ($U_1 = 0{,}9U_{ном}$) 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 М 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.

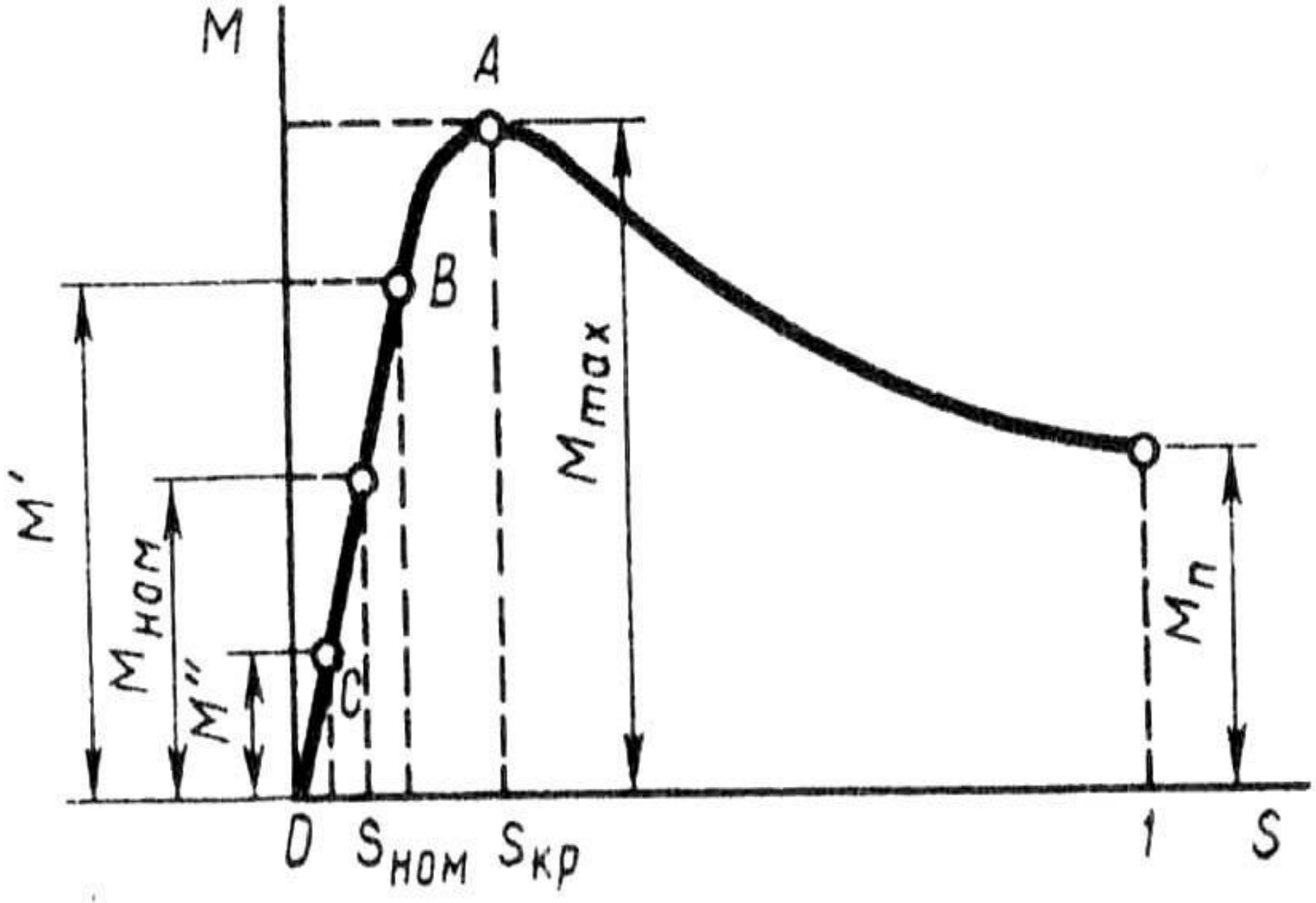
$$M = M_0 + M_2 = M_{ст} \quad (13.20)$$

Пусковой момент АД (Н м):

$M_п =$ (13.19)

Под действием $M_п$ 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}.


M
A
B
C
M'
M ном
M''
M max
M п
0
S ном
S кр
1
S

Установившийся режим АД

Статический момент $M_{ст}$ равен сумме противодействующих моментов при равномерном вращении ротора (n_2 = 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 рехиме ($M_{ном}$; $s_{ном}$), 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: $M_{ном} > M_0 + M''_2$. Частота вращения ротора начнет возрастать (скольжение будет уменьшаться), и это приведет к уменьшению электромагнитного момента M до значения $M'' = M_0 + M''_2$ (точка C); 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 М. 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.