

Асинхронные машины

Асинхронная машина – это машина, в которой при работе возбуждается вращающееся магнитное поле (ВМП), но ротор которой вращается асинхронно, т.е. со скоростью, отличной от скорости поля.

Достоинства:

- простота конструкции, надежность;
- низкая себестоимость;
- высокий срок службы;
- высокий пусковой момент и перегрузочная способность.



Мощность АД от десятков мегаватт до долей ватт.

Предложена русским изобретателем
М.О. Доливо-Добровольским в 1888г.

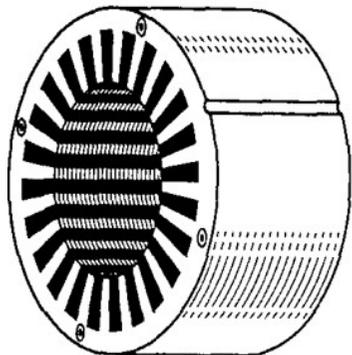


95% приводов производственных механизмов
имеют в своем составе асинхронный двигатель
(подъемно-транспортные системы; устройства
электропривода станков; медицинское
оборудование и бытовые приборы)



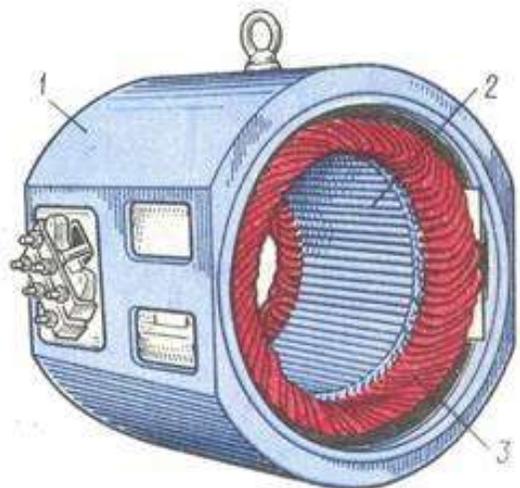
Устройство АМ

Состоит из неподвижного статора и вращающегося ротора.



Сердечник статора – полый цилиндр, собранный из колец электротехнической стали (0,5 мм), который закреплен в **станину**. В пазах размещаются три фазные обмотки, каждая состоит из нескольких последовательно включенных катушек.





1 – станина;

2 – внутренняя поверхность листов;

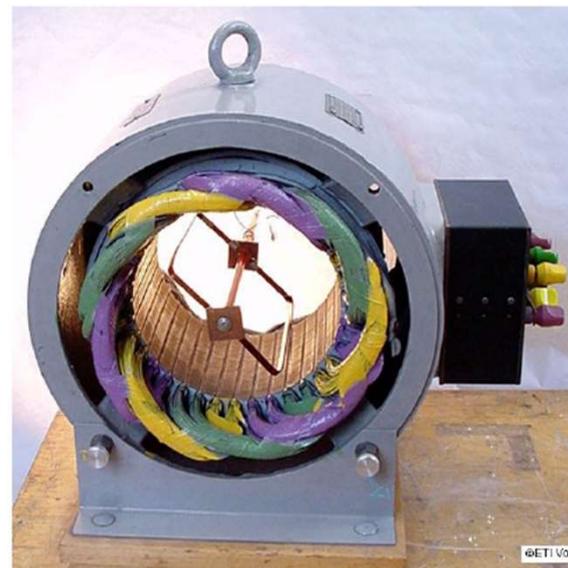
3 – трехфазная обмотка

Начала и концы фаз выведены на щиток, закреплённый на станине.

На щитке, 660/380, Y/Δ.

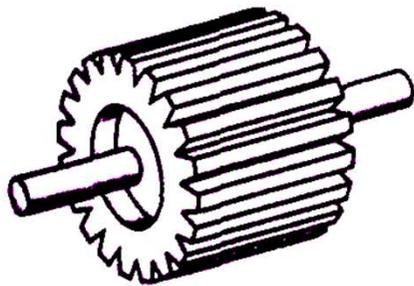
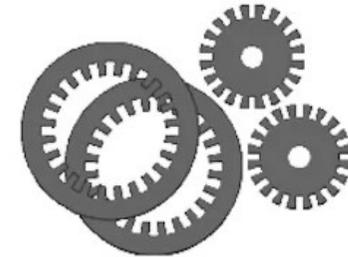
Двигатель включать в сеть с $U_{\text{л}} = 660\text{В}$ по схеме Y

или в сеть с $U_{\text{л}} = 380\text{В}$ – по схеме Δ.



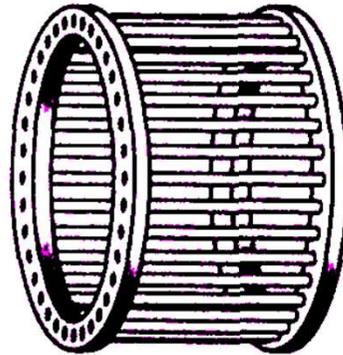
Ротор – цилиндрический сердечник, собранный из листов электротехнической стали. Сердечник насажен на вал, закрепленный в подшипниках. В пазах расположена обмотка.

Листы магнитопровода статора и ротора асинхронного двигателя



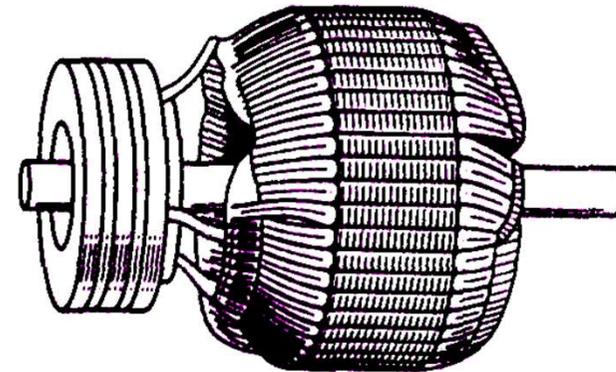
а

сердечник



б

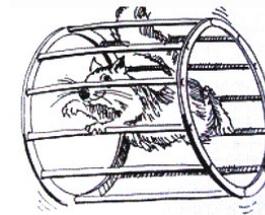
короткозамкнутый
ротор



в

фазный ротор

В большинстве двигателей применяется короткозамкнутый ротор – в пазы сердечника заливается алюминий (дешевле, обслуживание проще, надежен).

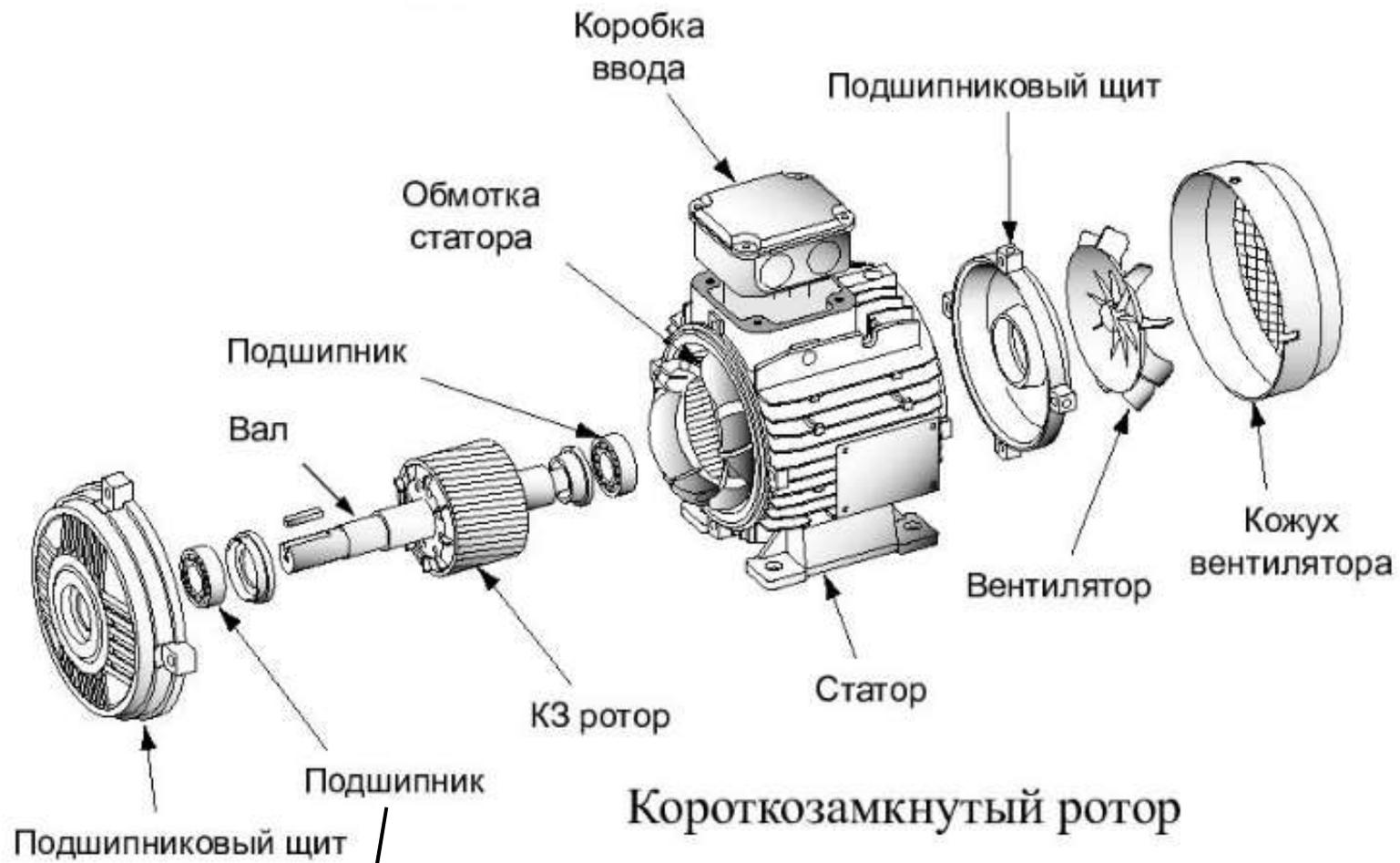


Наклон стержней

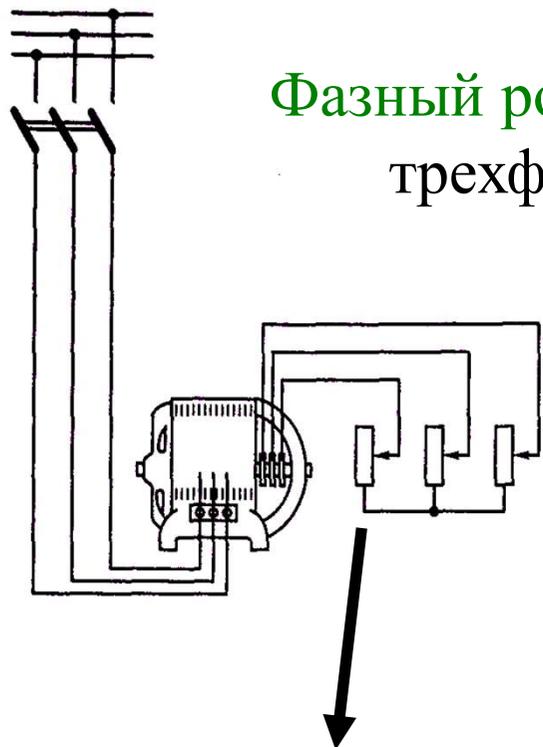
- для поддержания момента вращения постоянным и без пульсаций;
- позволяет снизить действие высших гармоник, индуцируемых в стержнях ЭДС.



Торцевые концы стержней замыкаются накоротко кольцами из того же материала.



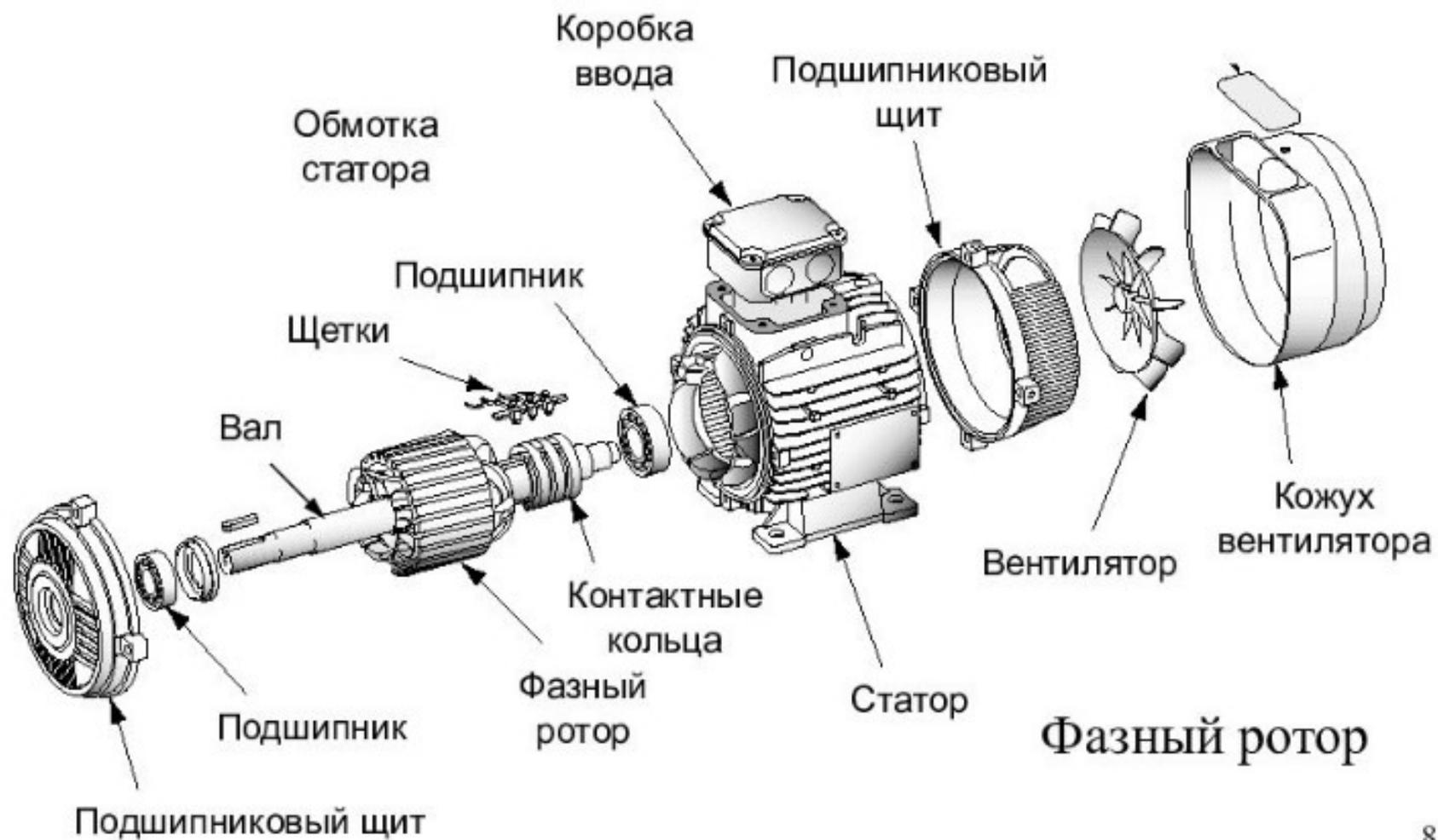
Фазный ротор имеет пазы, в которых размещается трехфазная обмотка (соединена в звезду).



Концы обмоток через кольца и щетки подключаются к трехфазному реостату, который может использоваться при пуске (ограничение тока) и для регулирования частоты вращения.

Фазный ротор мощного АД





Режимы работы АМ

Режим двигателя: на обмотку статора подается симметричная система токов и в машине создается вращающееся магнитное поле (ВМП) с частотой вращения n_1 .

$$n_1 = \frac{60f}{p}, \text{ об / мин}$$

p – число пар полюсов (зависит от числа катушек в обмотке статора.)

Силовые линии поля пересекают обмотку ротора, в ней наводится ЭДС и по обмотке протекает ток i_2 .



Взаимодействие ВМП и токов ротора создает вращающий момент $M_{\text{ВР}}$. Ротор приходит во вращение и его установившаяся частота вращения n_2 соответствует условию $M_{\text{ВР}} = M_{\text{Т}}$, где $M_{\text{Т}}$ – момент нагрузки и сил трения. При этом $n_1 > n_2$

Скольжение:
$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

В режиме двигателя $0 < s < 1$

Двигатель преобразует электрическую энергию в механическую.

Основное условие создания ВМП – сдвиг обмоток статора в пространстве на 120° и сдвиг фаз у токов статора на 120° .

Частоты вращения магнитного поля

p	1	2	3	4	5
n₁	3000	1500	1000	750	600



Режим генератора: если на работающем двигателе ротор разогнать (двигателем) до частоты $> n_1$ в том же направлении, то машина перейдет в режим генератора, и избыток механической мощности преобразуется в электрическую.

В режиме генератора $s < 0$

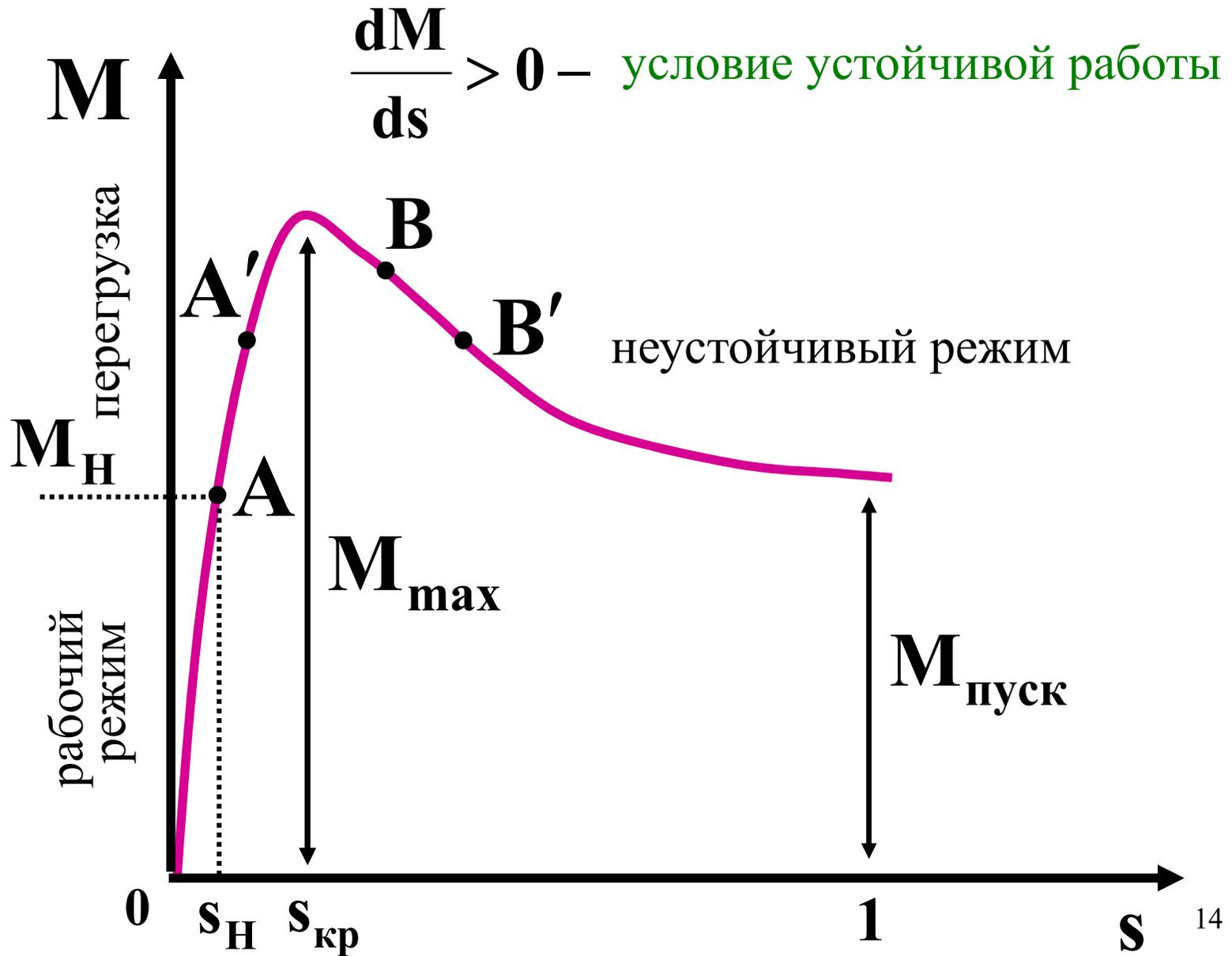


АГ потребляет из сети реактивную мощность, а отдает – активную. Для автономной работы необходимо подключить к обмотке статора **конденсаторы**.

Особенностью АМ является наличие скольжения.

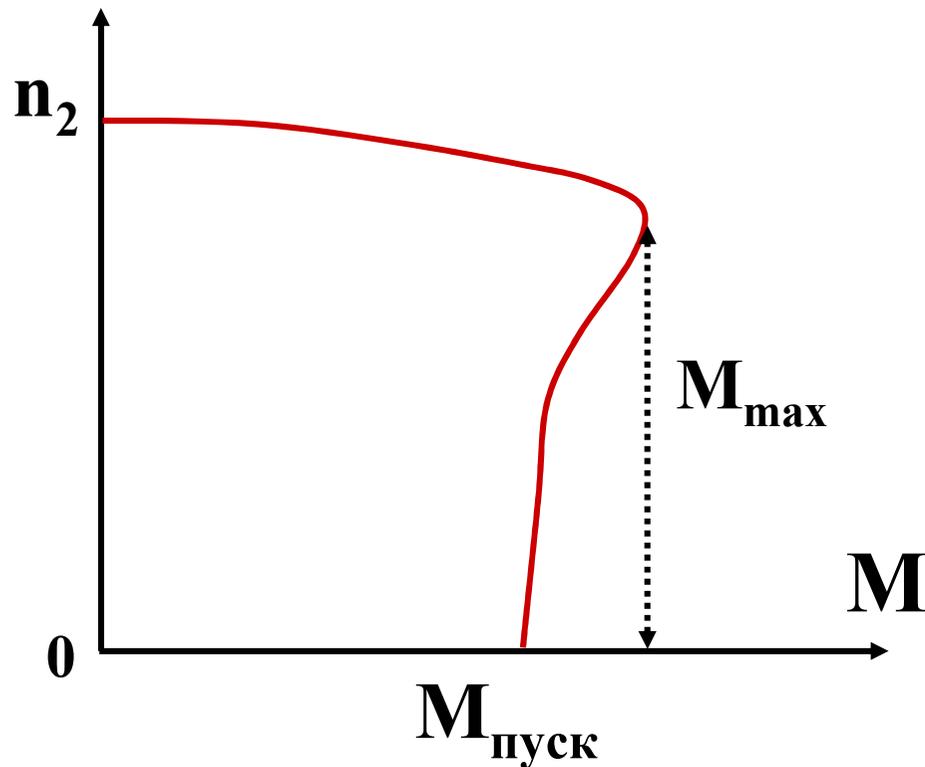
Только при этом условии в проводниках ротора индуцируется ЭДС и возникает момент.

Механическая характеристика



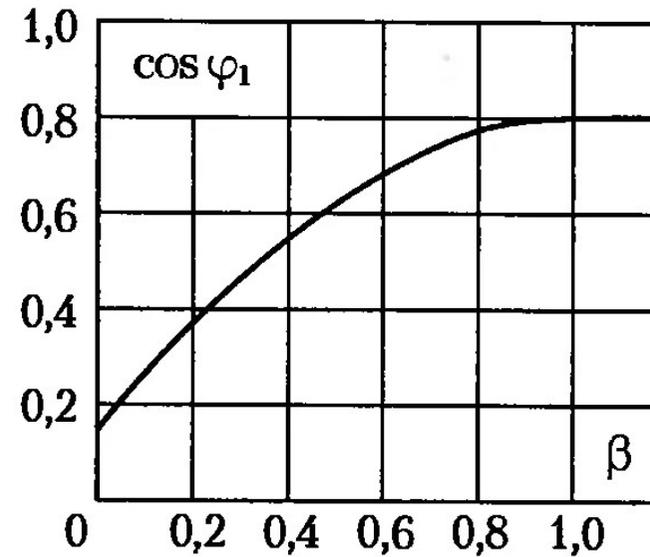
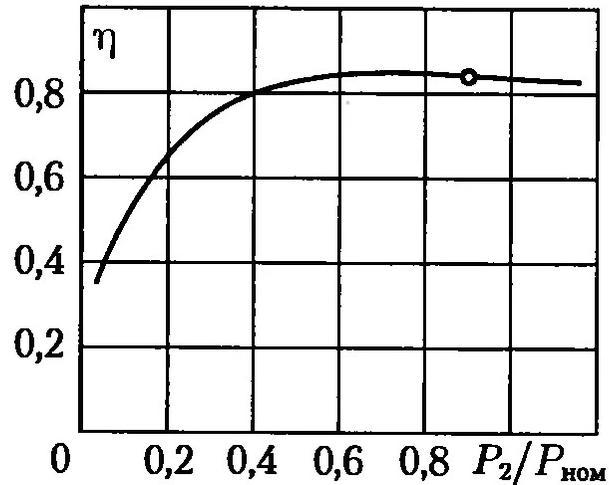
Равновесие моментов автоматически восстанавливается при увеличении s пока $M_T < M_{\max}$.

Механическая характеристика АД в пределах от $s=0$ до $s_{\text{кр}}$ является **жесткой** (падает не более чем на 10%).



$$\frac{M_{\max}}{M_{\text{H}}} = 2 \div 2,5$$

$$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{H}}} = 1,6 \div 1,7$$



$$P_1 = P_2 + P_{\text{пот}} \quad \eta = \frac{P_2}{P_1}$$

Постоянные потери – это потери в стали сердечника статора от гистерезиса и вихревых токов и механические потери.

Переменные потери – это потери на нагрев проводников статора и ротора.

КПД **максимален**, когда переменные потери **равны** постоянным.

Методы регулирования частоты вращения АД

$$n_2 = \frac{60f}{p}(1 - s)$$

1. Метод частотного регулирования (с помощью преобразователей частоты меняем f).
2. Метод регулирования изменением числа пар полюсов (две трехфазные обмотки на статоре с разными p)

$$n_1 = \frac{60f}{p} \quad n'_1 = \frac{60f}{p'} \quad \frac{n_1}{n'_1} = \frac{p'}{p}$$

3. Реостатное регулирование (частота меняется изменением сопротивления реостата фазного ротора).

