

# 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.

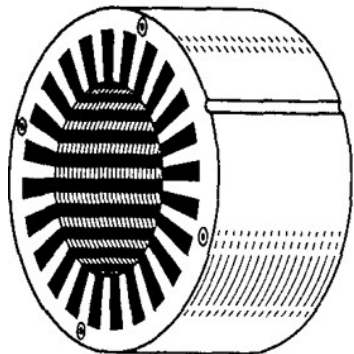


95% приводов производственных механизмов имеют в своем составе асинхронный двигатель (подъемно-транспортные системы; устройства электропривода станков; медицинское оборудование и бытовые приборы)



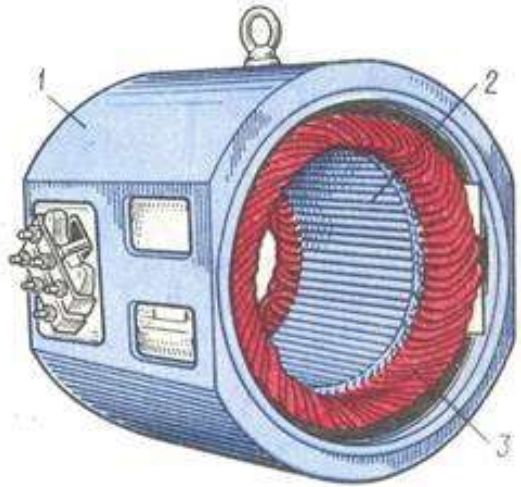
# Устройство АМ

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;

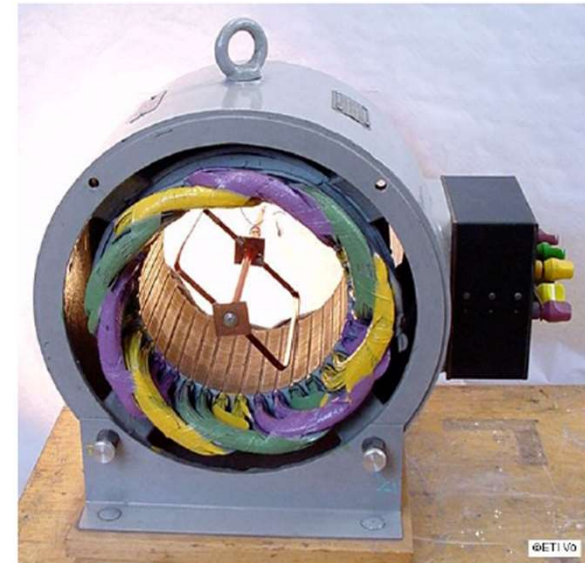
2 – внутренняя поверхность листов;

3 – трехфазная обмотка

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

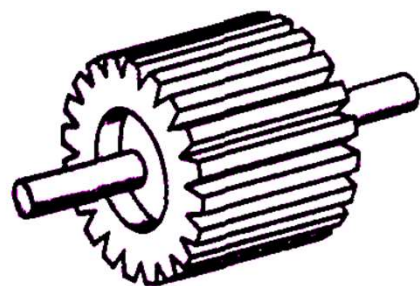
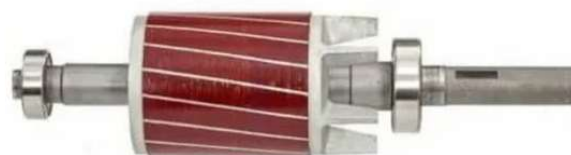
На щитке, 660/380, Y/Δ.

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.



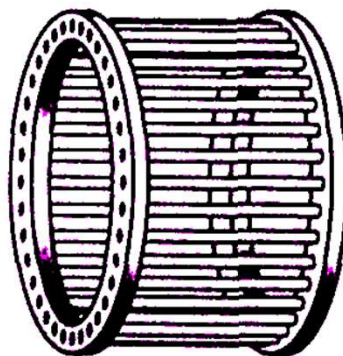
**Ротор** – цилиндрический сердечник, собранный из листов электротехнической стали. Сердечник насажен на вал, закрепленный в подшипниках. В пазах расположена обмотка.

Листы магнитопровода статора и ротора асинхронного двигателя



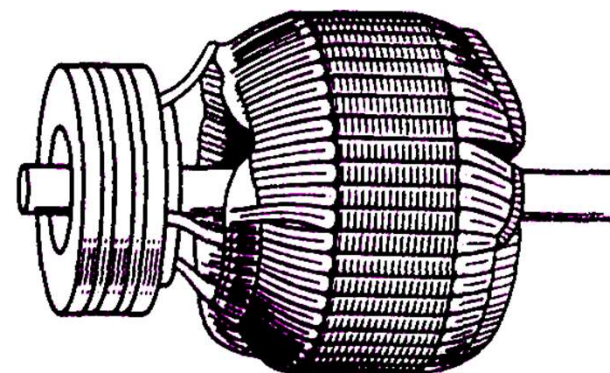
*а*

сердечник



*б*

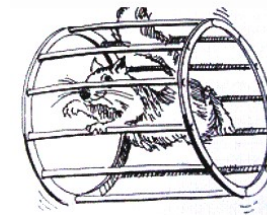
короткозамкнутый  
ротор



*в*

фазный ротор

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

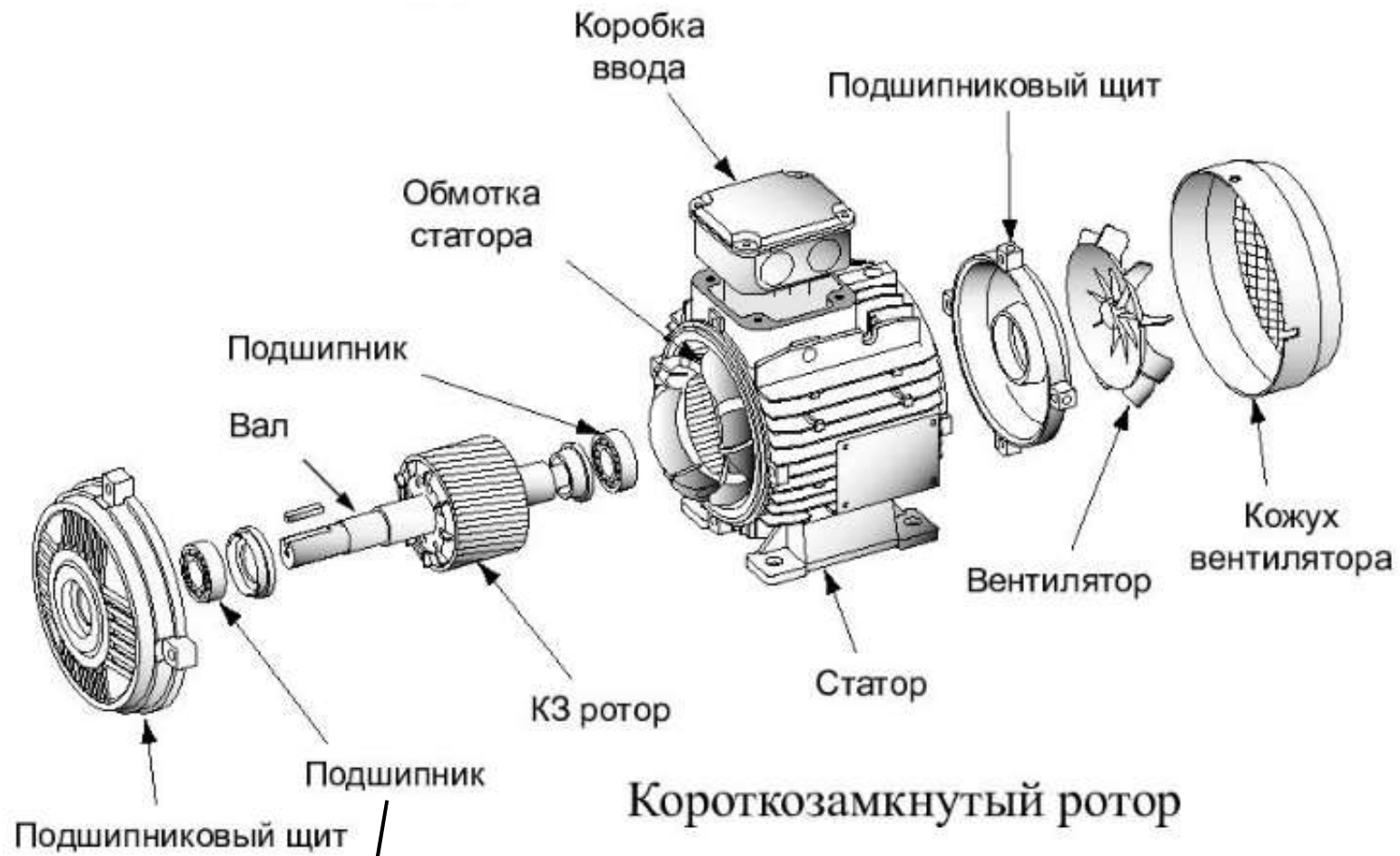


#### Наклон стержней

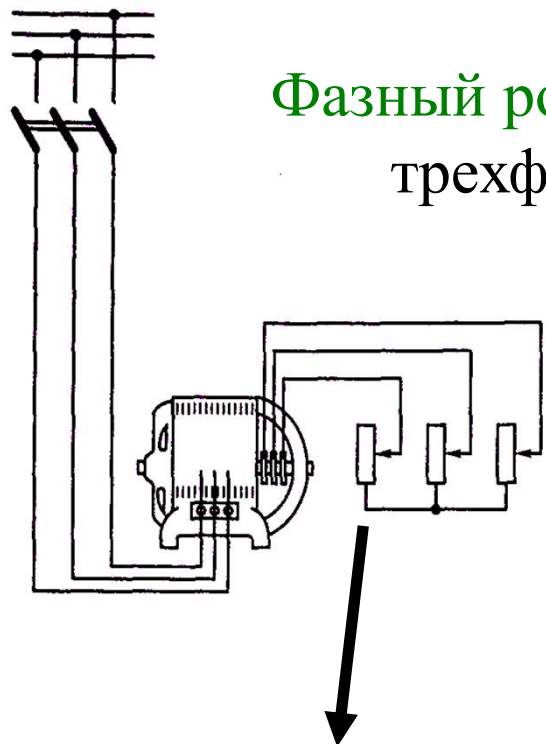
- для поддержания момента вращения постоянным и без пульсаций;
- позволяет снизить действие высших гармоник, индуцируемых в стержнях ЭДС.



Торцевые концы стержней замыкаются накоротко кольцами из того же материала.



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

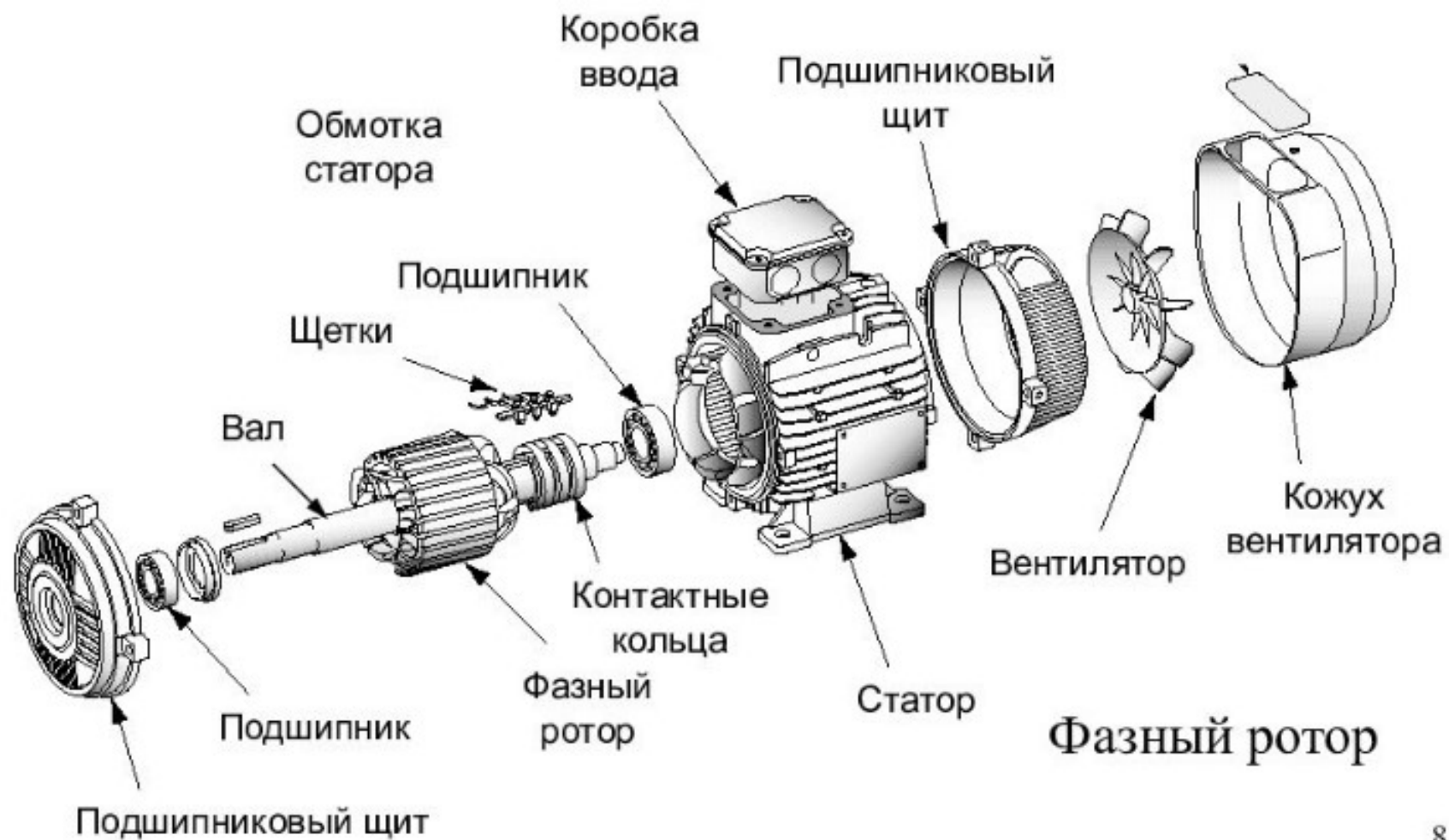


Концы обмоток через кольца и щетки подключаются к трехфазному реостату, который может использоваться при пуске (ограничение тока) и для регулирования частоты вращения.

Фазный ротор мощного АД







8

9

## 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  $120^\circ$  и сдвиг фаз у токов статора на  $120^\circ$ .**

## Частоты вращения магнитного поля

<b>p</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>n<sub>1</sub></b>	<b>3000</b>	<b>1500</b>	<b>1000</b>	<b>750</b>	<b>600</b>



**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  $s < 0$**

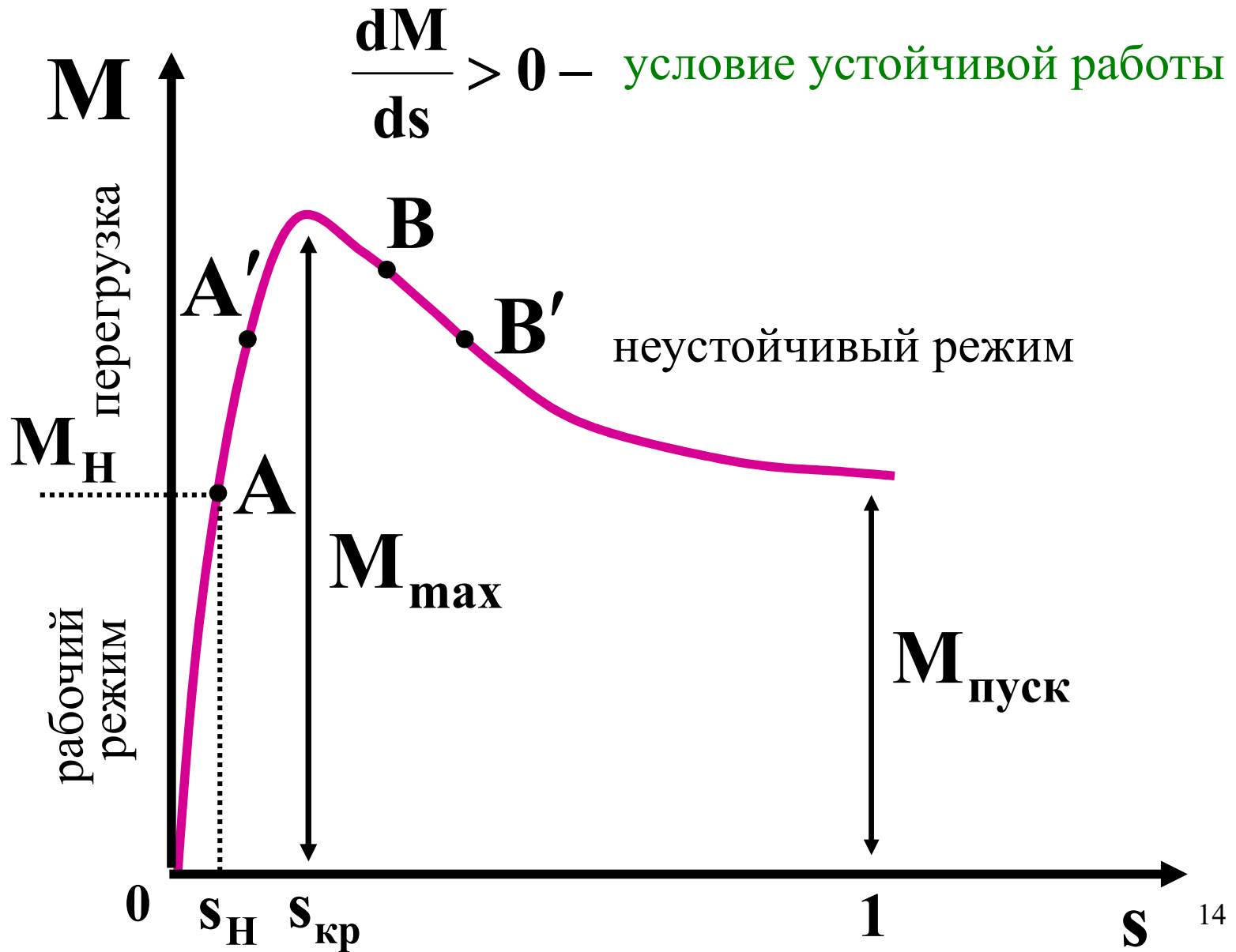


АГ потребляет из сети реактивную мощность, а отдает – активную. Для автономной работы необходимо подключить к обмотке статора **конденсаторы**.

**Особенностью АМ является наличие скольжения.**

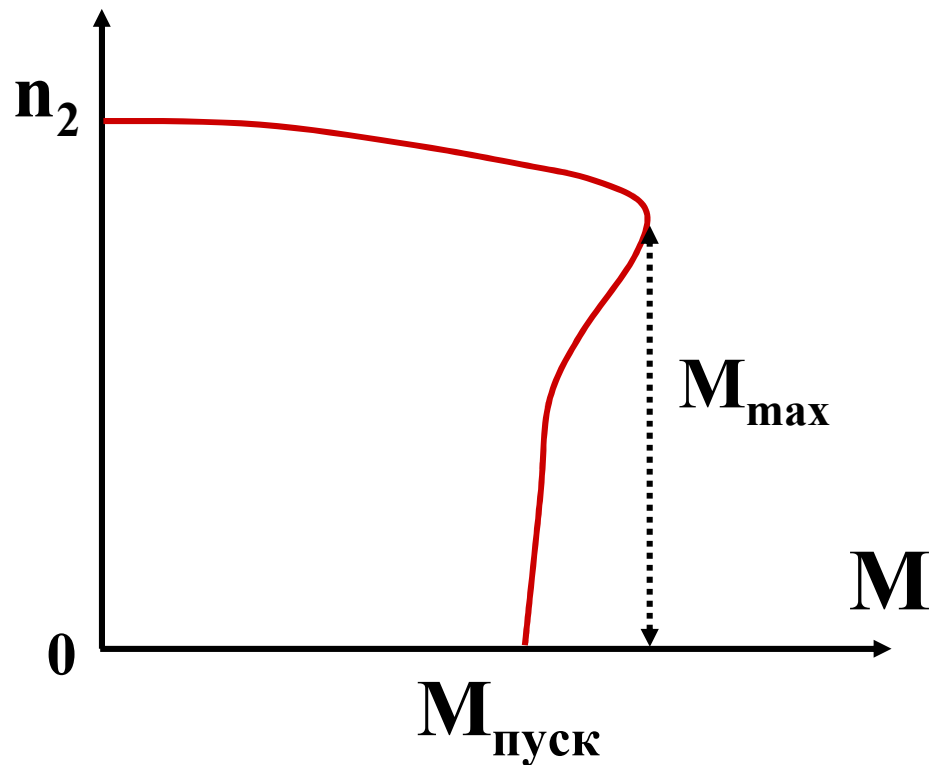
**Только при этом условии в проводниках ротора индуцируется ЭДС и возникает момент.**

# Механическая характеристика



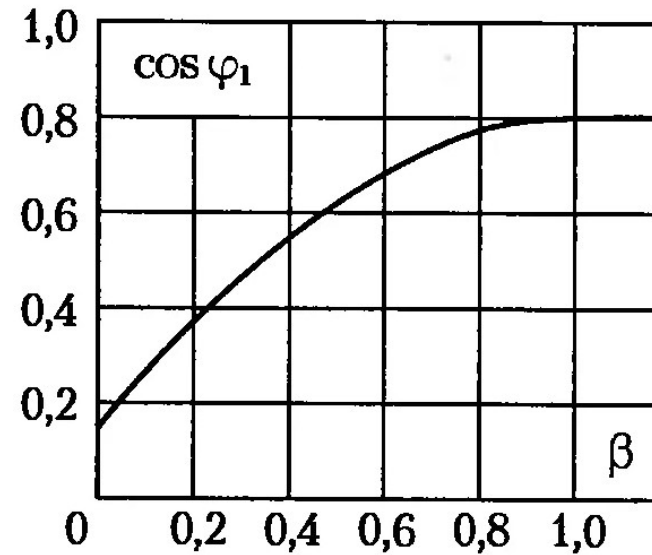
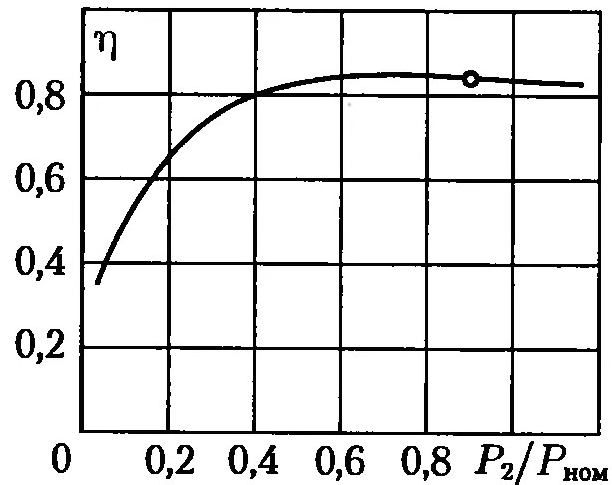
Равновесие моментов автоматически восстанавливается при увеличении  $s$  пока  $M_T < M_{\max}$ .

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).

