

# Лекция №1

## Рекомендуемая литература

1. Юферов: «Электрические машины автоматических устройств»
2. Хрущёв: «Электрические машины автоматических устройств»

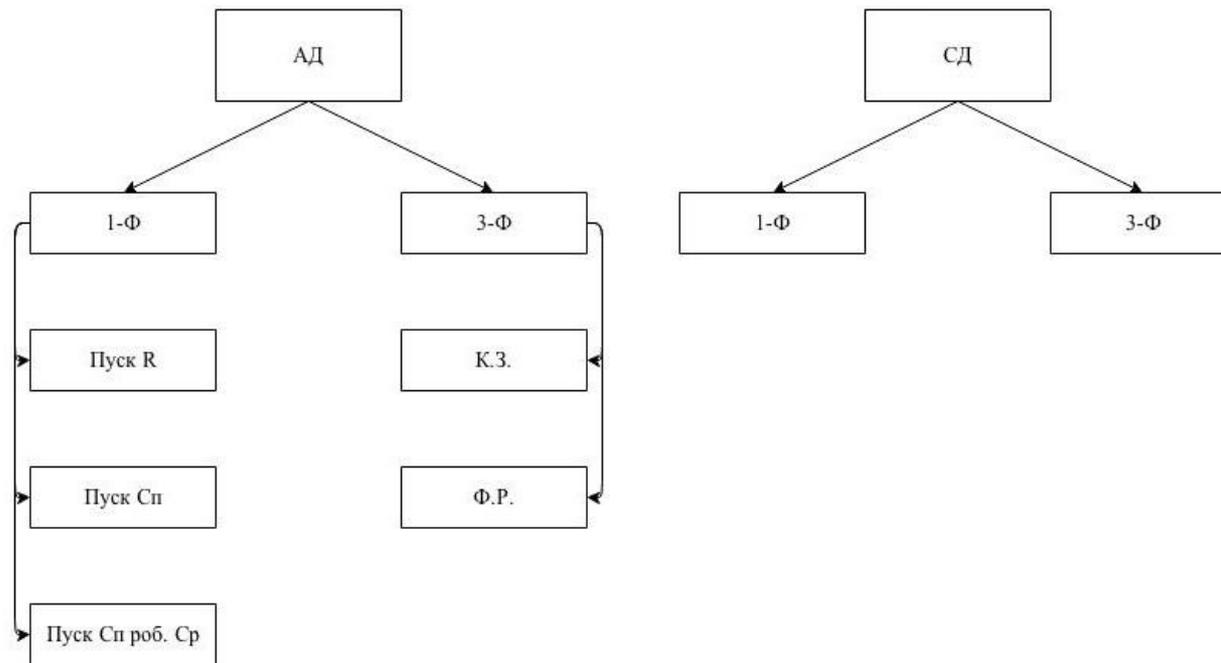
# Классификация электрических микромашин

Условно электрическими микромашинами называют машины мощностью до 600 Вт.

## По назначению

1. ЭММ общепромышленного применения (ЭММОП);
2. ЭММ автоматических устройств (ЭММАУ);
3. ЭММ героскопических приборов (ЭММГП);
4. ЭММ преобразователи.

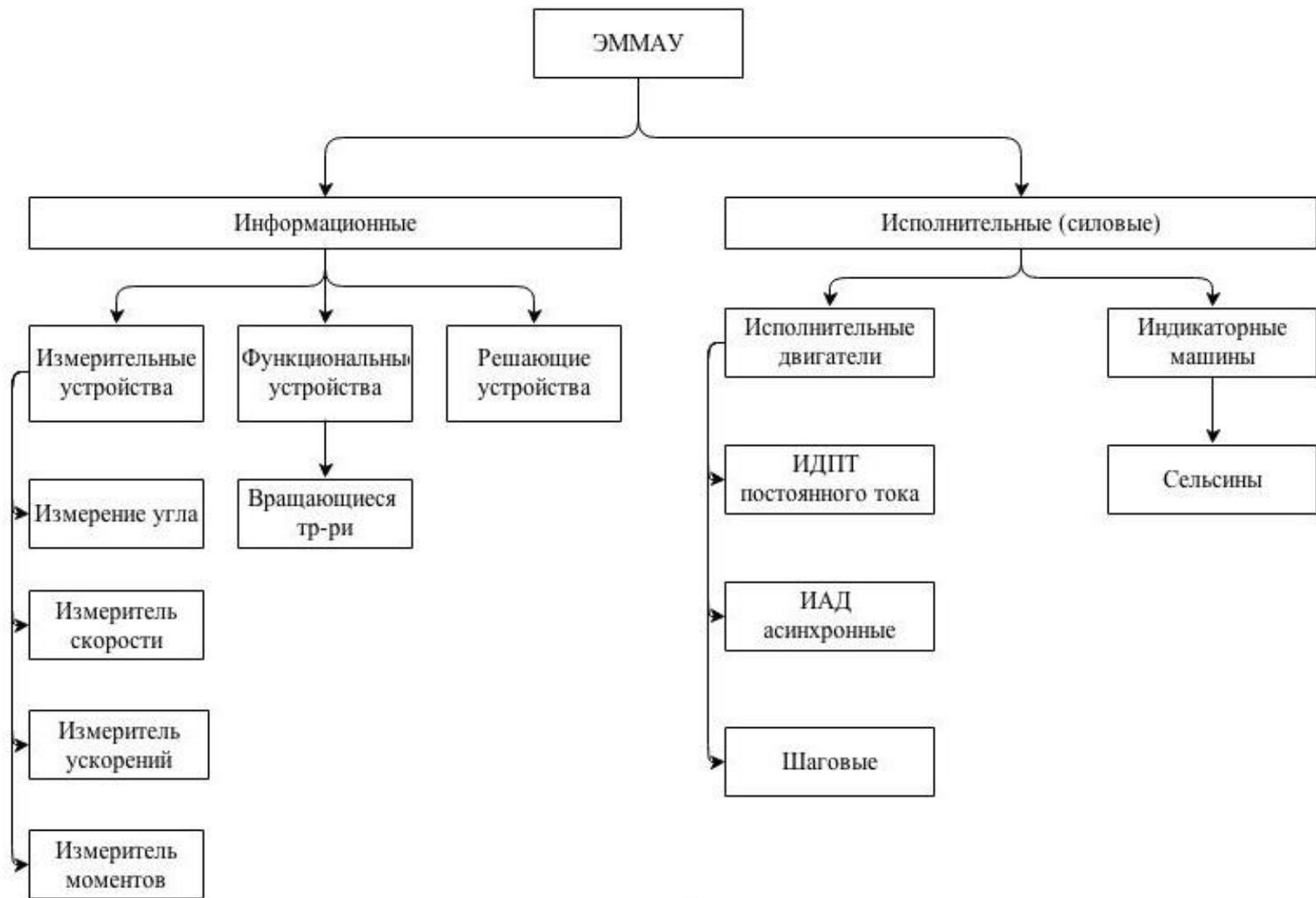
ЭММОП — это асинхронные двигатели трёхфазные и однофазные и синхронные.



### Классификация СД за типами

---





**Функциональные устройства** – машины, которые преобразуют электрическую или механическую величину в определённую функциональную зависимость ( $\sin$ ,  $\cos$  ...) от входной величины.

**Решающие устройства** – сочетание измерительного и функционального устройства, это схемное решение, агрегат.

**Исполнительные асинхронные двигатели**

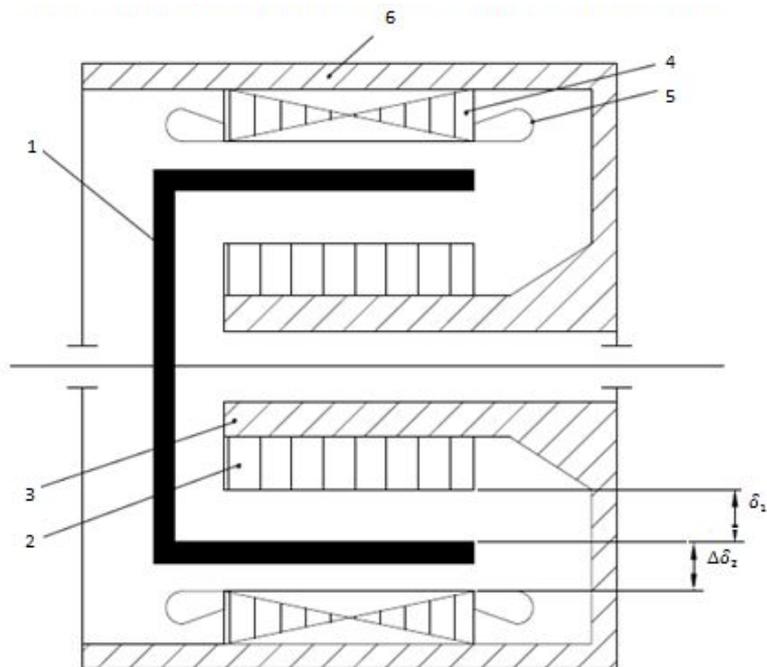
Исполнительный асинхронный двигатель представляет собой микромашину, предназначенную для преобразования электросигнала (например,  $U_y$ ) в механическое перемещение механизма (пропорциональное, чаще всего, сигналу).

Исполнительные АД различаются конструктивно на 3 типа:

- исполнительный АД с полым немагнитным ротором;
- исполнительный АД с полым магнитным ротором;
- ЛАД с беличьей клеткой.

Основное распространение получил 1-ый тип. Его преимущество по сравнению с остальными в том, что ротор выполняется из лёгкого материала, имеет малый момент инерции, у него высокое быстродействие. В энергетических показателях и в весовых он значительно уступает 2-ому и 3-ему типу. Там, где быстродействие не главное, а весогабаритность и к.п.д. – применяют 2-ого и 3-его типа.

# Продольный разрез АД с полым немагнитным ротором



- 1 - Полый алюминиевый стакан – ротор с валом толщиной 0,5 мм.
- 2 - Внутренний статор, сердечник, шихтованный без обмотки, напрессованной на втулку.
- 3 - Втулка.
- 4 - Сердечник внешнего статора с двумя обмотками в пазах ОУ и ОВ.
- 5 - ОВ и ОУ.
- 6 - Корпус, как правило, алюминиевый.

## Принцип действия

ОУ и ОВ создают вращающееся магнитное поле, которое пересекает алюминиевый стакан и наводит в нём вихревые токи, от взаимодействия которых с полем, приводят к созданию момента в направлении вращения поля.

Двигатель с полым магнитным ротором внутреннего статора не имеет, в основном, конструкция такая же. Принцип действия такой же, однако, поле замыкается по самому ротору для того, чтобы не насыщалось тело ротора, его делают толще, от чего повышается момент инерции и снижается быстродействие.

Алюминиевый стакан служит для проведения тока, внутренний статор – для уменьшения проводимости магнитного потока.

В следствии того, что результирующий зазор состоит из двух воздушных промежутков  $\delta_1$  и  $\delta_2$  и создан из толщины немагнитного ротора  $\Delta$ , он оказывается равным:

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \Delta = 1 \div 2 \text{ мм}$$

Это требует большого увеличения намагничивающих токов:

$$I_{\mu} = (0.8 \div 0.9) * I_N$$

$$\cos\varphi = 0,4 \div 0,6$$

Так как в обычных машинах:

$$I_{\mu} = (0,2 \div 0,4) * I_N$$

В связи с этим растут электрические потери в меди обмоток и к.п.д. равно:

$$\eta = 0,25 \div 0,4$$

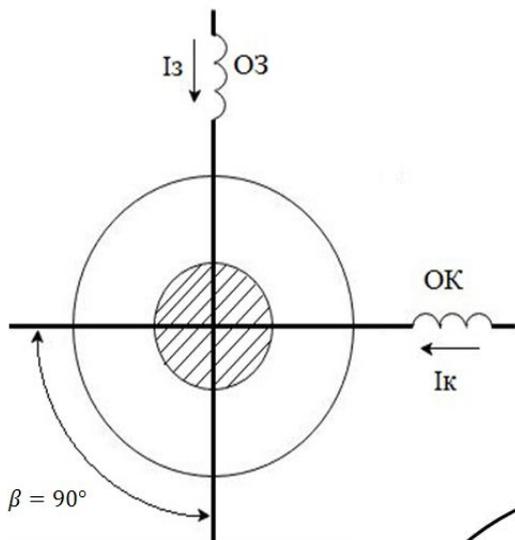
в зависимости от мощности.

ЛАД – это управляемые машины, в которых можно регулировать скорость в широких пределах

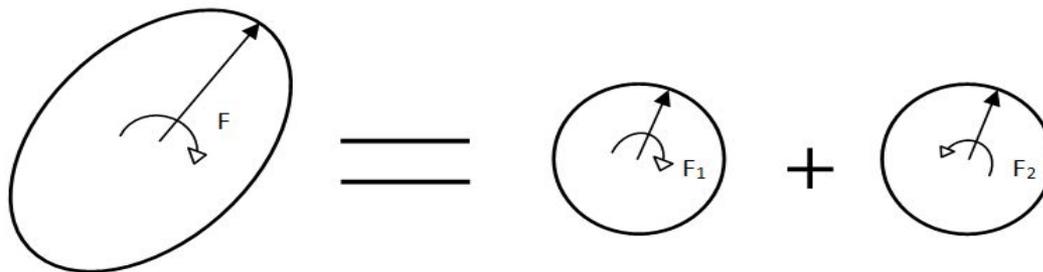
$$\frac{n_{max}}{n_{min}} \geq 200$$

Управление осуществляется путём изменения напряжения по величине и фазе, или по величине, или по фазу напряжения управления.

## Принцип регулирования скорости



Поле, которое создаётся обмотками ОУ и ОВ эллиптическое. Это такое поле, когда при вращении вектора м.д. с. его конец описывает эллипс.



F1 и F2 – неизменны по величине

$$\dot{F} = \dot{F}_1 + \dot{F}_2$$

Направление вращения результирующего поля зависит от соотношения прямого и обратного поля. Оба вращающихся поля, рассматриваемых отдельно, создают вращающиеся потоки, наводят каждые свои токи

$$I_{1ак} * \Phi_1 * C_m = M_1 \quad \text{в направлении } \Phi_1$$

$$I_2 * \Phi_1 * C_m = M_2 \quad \text{в направлении } \Phi_2$$

Всегда один момент является вращающим, а другой – тормозным. Вращающий момент всегда больше. Результирующий момент равен разности:  $M = M_1 - M_2$

Соотношение между м.д.с. можно регулировать, изменяя степень эллиптичности результирующего поля. Это достигается при однофазном регулировании при изменении  $U_y$ .

Если  $U_y=0$ , управляющий сигнал отсутствует, возбуждается только ОВ, поле пульсирующее,  $F_1=F_2$ ,  $\Phi_1=\Phi_2$  и  $M_1=M_2$ , результирующий момент равен нулю. По мере увеличения  $U_y$  равенство нарушается, степень эллиптичности уменьшается и в пределе, если  $U_y$  привести к первичной обмотке  $\dot{U}'_y = \pm j\dot{U}_B$ , то  $F_2=0$  ( $F_1=0$ ), получится круговое поле, момент максимален, скорость максимальна.

Работа при таком управлении связана с внутренним торможением  $n$ , следовательно, с большими потерями, поэтому этот способ управления, с энергетической точки зрения, не экономичен.

## Условия создания кругового поля

Наибольшая мощность, какую развивает двигатель, будет при круговом поле, так же как и момент.

Для создания кругового поля (вращающегося) необходимо выполнить два условия:

Иметь две обмотки, как минимум, оси которых в пространстве сдвинуты на угол  $\beta$ .

Токи которых сдвинуты по фазе во времени на угол  $\beta \neq 0$ .

Нарушение одного из условий приводит к получению пульсирующего поля.

### Докажем

Два тока создают  $F_A$  и  $F_B$ , они пульсируют:

$$F_A = F_{ma} * \cos \frac{\chi}{\tau} \pi * \cos \omega t$$

Первый сомножитель показывает, что м.д.с. распространяется по  $\cos$  закону в пространстве, второй сомножитель показывает, что м.д.с. пульсирует во времени.