

ЭМП. Электродвигатели

Приводы

Состоят из:

- источника энергии (двигателя)
- редуктора
- аппарата управления (нагрузка)

Предназначены для передачи энергии источника через редуктор к исполнительному устройству (ИУ), осуществляющего либо технологический, либо измерительный процесс

Приводы

Источник энергии – двигатель:

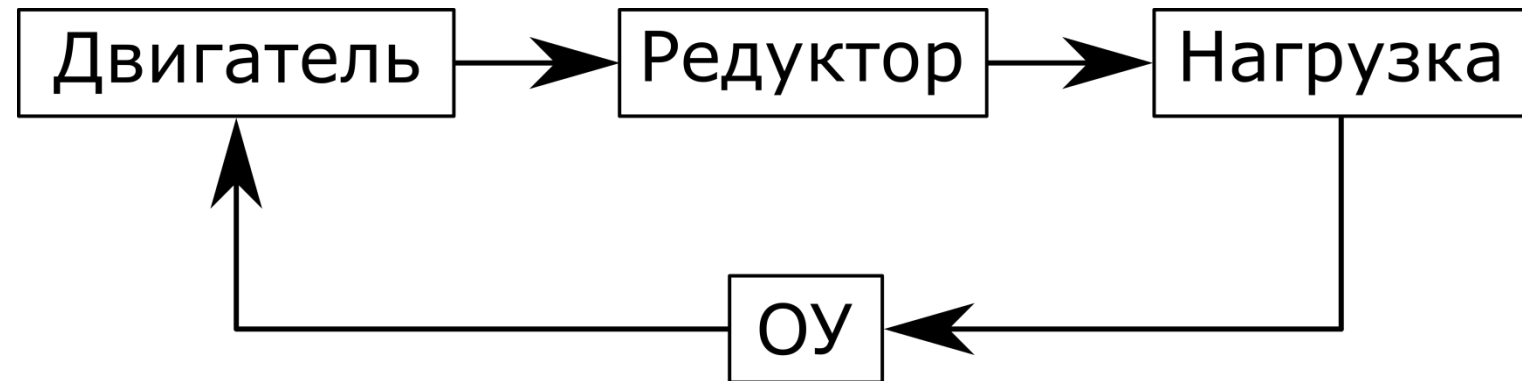
- тепловой
- электрический
- пневматический
- гидравлический
- пружинный
- инерционный

Наибольшее распространение в приборостроении получил электромеханический привод – двигатель электрический малой мощности (доли Вт ... сотни Вт).

ЭМП

Нагрузка – исполнительное устройство (ИУ)

Отсчетные устройства – шкальные и цифровые



Назначение:

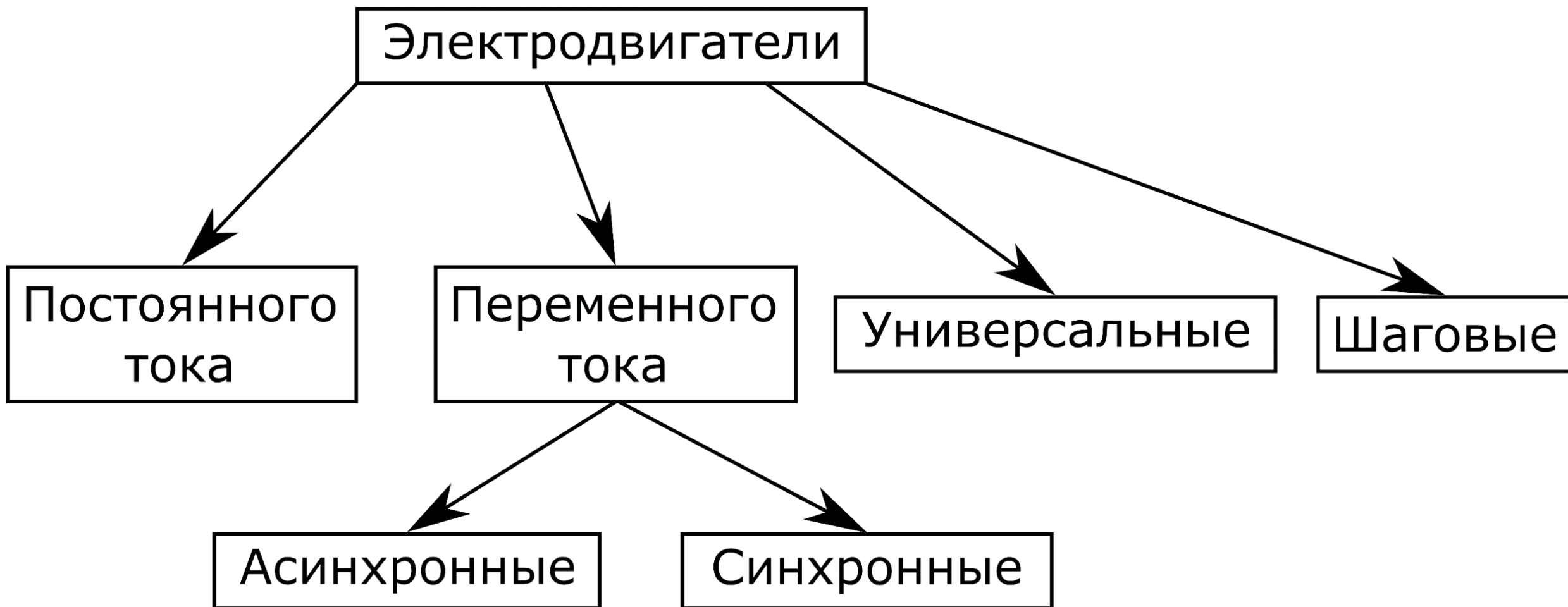
- 1) Отсчетные – высокая точность движения выходных звеньев
- 2) Силовые (для приведения в движение вспомогательных элементов и ИУ: главное – факт срабатывания)
- 3) Отсчетно-силовые (высокая точность, КПД)

ЭМП

Порядок расчета:

- 1) выбор электродвигателя (ЭД)
 - 1.1) Возможные для применения типы двигателей
 - 1.2) Выбор конкретного двигателя для ЭМП
- 2) кинематический расчет
- 3) силовой расчет
- 4) расчет на прочность
- 5) геометрический расчет и конструирование ЭМП

Выбор электродвигателя



Классификация электродвигателей

- По назначению:
 - общего назначения
 - управляемые (следящие)

- По роду тока:
 - постоянного тока
 - переменного тока
 - универсальные

- По изменению скорости:

Применение в ОЭП

- ЭД постоянного тока: приводы механических (растровых) модуляторов, сканирующих оптических систем, блоков позиционирования, переключения элементов, в системах фокусировки и т.п.
- Асинхронные двухфазные ЭД (отсутствие вращения при снятии напряжения): исполнительные элементы фотоэлектрических следящих систем
- ЭД переменного тока: модуляторы и сканирующие системы. Асинхронные ЭД обладают меньшей стабильностью частоты вращения, чем синхронные

Основные характеристики ЭД

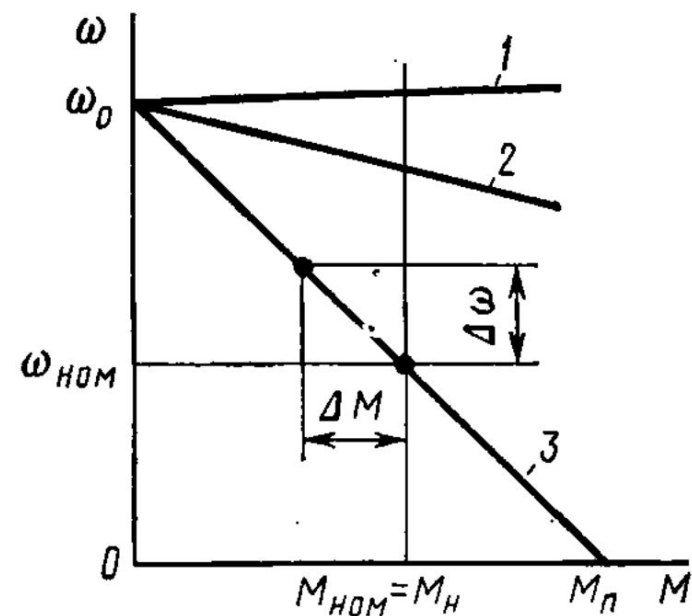
- *Механическая характеристика* $\omega = \omega(M)$ – показывает степень изменения скорости вращения при изменении нагрузки

Качество оценивается жесткостью $\alpha = -\frac{\Delta M}{\Delta \omega}$:

- 1) Абсолютно жесткая характеристика ($\alpha = \infty$ – угловая скорость не зависит от момента нагрузки на валу)
- 2) Жесткая характеристика (угловая скорость меняется незначительно)
- 3) Мягкая характеристика (угловая скорость меняется значительно)

Свойство саморегулирования – двигатель всегда развивает момент, соответствующий моменту нагрузки.

- *Кратность пускового момента* $\frac{M_{\Pi}}{M_{НОМ}}$, $\frac{M_{\Pi}}{M_{max}}$



Основные характеристики ЭД

- *Регулировочные характеристики* – зависимости угловой скорости ω от значения (или фазы) напряжения управления U_y при постоянных моменте нагрузки на валу и напряжении возбуждения, т.е. $\omega = \omega(U_y)$ при $M_H = const, U_B = const$

Необходимо для исполнительных двигателей, работающих в следящих системах. Показатель качества – нелинейность регулировочной характеристики.

- *Мощность* – входная P_{BX} , потребляемая обмотками двигателя из питающей сети, и выходная мощность P – полезная механическая мощность на валу двигателя

Номинальная мощность нерегулируемых ЭД – мощность при номинальном моменте нагрузки или номинальном значении угловой скорости

Номинальная мощность исполнительных ЭД – мощность при номинальном

Основные характеристики ЭД

- *Номинальная угловая скорость $\omega_{\text{НОМ}}$ – ЭД развивает при номинальном значении момента нагрузки $M_{\text{НОМ}}$*
- *Угловая скорость холостого хода ω_0 – ЭД развивает при отсутствии нагрузки*
- *Пусковой момент $M_{\text{П}} > M_{\text{НОМ}}$*
- *КПД*
- *Номинальное значение напряжения питания и частоты питающего тока f*
- *Напряжение трогания исполнительных двигателей – напряжение управления, при котором начинается вращение вала ЭД.*
- *Другие параметры: электромеханическая постоянная двигателя, диапазон регулирования скорости, коэффициенты управления по моменту, скорости, мощности, передаточная функция двигателя*

Выбор электродвигателя

- 1) **Управляемость ЭД:** регулируемые или нерегулируемый
- 2) **Режим работы двигателя** (нерегулируемый, длительного действия, кратковременный, следящий)
- 3) **Механическая характеристика ЭД и нагрузочная характеристика ЭМП** (максимальный статический момент, момент инерции), их поведение при работе ЭМП (изменяются или не изменяются)
- 4) **Частота вращения двигателя:** нерегулируемые ЭД – требование по стабильности вращения, регулируемые – диапазон регулирования
- 5) **Электрические параметры ЭД:** ток (постоянный, переменный), значение питающего напряжения и частоте (при переменном) и их допустимые отклонения
- 6) **Остальные параметры:** долговечность, габариты, масса, стойкость к механическим и климатическим воздействиям (вибрации, влажность, давление и температура), бесшумность, помехозащищенность и др.

Рекомендации

- для нерегулируемого привода применяют двигатели общего назначения – работают в номинальном режиме и их скоростью не управляют
- ЭД в режиме длительного действия – большой ресурс работы, высокий КПД и вид механической характеристики
- если режим работы ЭМП кратковременный или повторно-кратковременный, то следует отдать предпочтение двигателям с большими пусковыми моментами
- при повышенных требованиях к стабильности частоты вращения используют синхронные ЭД или двигатели постоянного тока с регуляторами или стабилизаторами частоты вращения
- в системах автоматического и программного управления применяют шаговые двигатели, т.к. они хорошо сочетаются с цифровыми системами управления; шаговый ЭД управляется специальным коммутатором, который в свою очередь управляется с ЭВМ

Рекомендации

- если привод следящий (управляемый), то применяют исполнительные (управляемые) двигатели; для следящих ЭМП целесообразно использовать двигатели с “мягкой характеристикой”, с малым значением электромеханической постоянной и требуемым диапазоном регулирования – используют асинхронные двигатели и двигатели постоянного тока

Выбор типоразмера ЭД

1) Расчетная мощность нагрузки при постоянной статической нагрузке:

$P_{Hj} = M_{cj} \omega_{Hj} = M_{cj} \frac{\pi n_{Hj}}{30}$ – для вращательного движения выходного звена

$P_{Hj} = F_{Hj} v_j$ – при поступательном движении выходного звена

j – номер выходного звена

$P_{дв}$ – расчетное значение мощности двигателя, где

$\eta_0 = 0,5 \dots 0,95$ – общий КПД цепи двигатель-нагрузка,

ξ – коэффициент запаса;

$$P_{дв} = \frac{P_H}{\eta_0} \xi; P_{дв} = \frac{P_{H1}}{\eta_1} + \frac{P_{H2}}{\eta_2}$$

$$\frac{P_{H2}}{\eta_2} + P_{H1}$$

Тип привода

ξ

Нерегулируемый с постоянной статической нагрузкой

Нерегулируемый с переменной нагрузкой

С заданным временем разгона и для следящих обычной точности

Для точных следящих приводов

Проверка правильности выбора двигателя

Режим работы

Кратковременный и повторно-кратковременный

Частые пуски и реверсы

Условия

$M_{с.пр}^*$, $M_{д.пр}^*$ - уточненные статический и динамический моменты, приведённые к валу двигателя

Проверочный расчет выбора электродвигателя выполняется после определения схемотехнического состава ЭМП и силового расчета!

Время разгона и время выбега

Время разгона $t_p = 3T_{ЭМ}$ ($\omega = 0,95\omega_{НОМ}$) характеризует готовность ЭМП к работе

Время выбега t_B – время до полной остановки двигателя при снятии напряжения питания

$$T_{ЭМ} = \frac{J_{пр}\omega_{НОМ}}{M_{п} - M_{с.пр}^*} \text{ - электромеханическая постоянная}$$

$$t_B = \frac{J_{пр}\omega_{НОМ}}{M_{с.пр}^*}$$

Выбор схемотехнического состава ЭМП

- закон, вид и характер движения выходного звена
- общие передаточные отношения цепей ЭМП
- параметры нагрузки
- требуемая точность
- заданная компоновочная схема ЭМП
- условия эксплуатации и долговечности
- технологичность и экономические факторы

Вопросы

1. ЭМП. Электродвигатели