



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД

Двигатели с короткозамкнутым ротором – регулирование координат

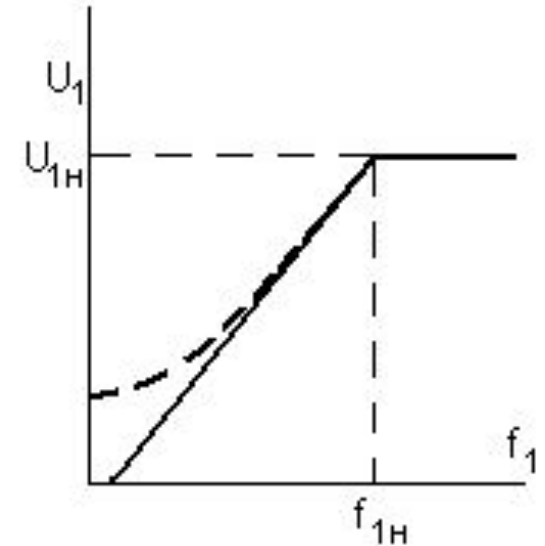
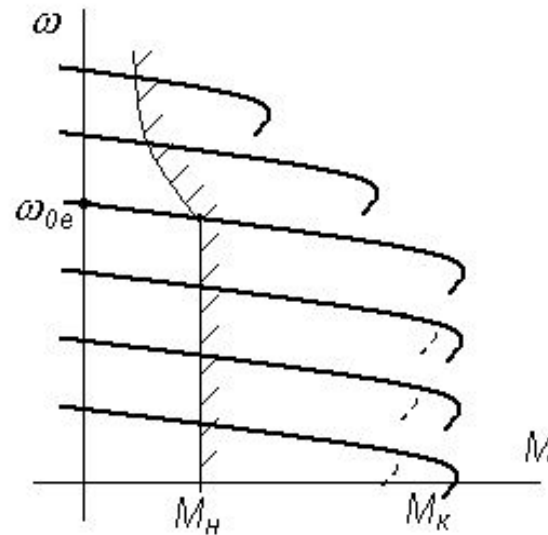
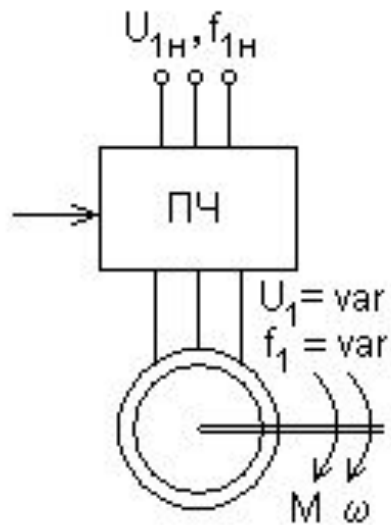


Схема частотно-регулируемого электропривода, механические характеристики, зависимость напряжения от частоты

Частотное регулирование

$$\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p}$$

$$\Phi \approx \frac{U_1}{4,44 f_1 w_1 k_{об}} \equiv \frac{U_1}{f_1}$$

$$\frac{U_1}{f_1} = \frac{U_{1H}}{f_{1H}} = const$$

$$M_K = \frac{3U_1^2}{(2\omega_0 X_K)}$$

Оценка частотного регулирования скорости:

1. Регулирование двухзонное – вниз $U_1/f_1 \approx const$ и вверх ($U1=U1н, f1>f1н$) от основной скорости;
2. Диапазон регулирования в разомкнутой структуре (8-10):1. Стабильность скорости – высокая;
3. Регулирование плавное;
4. Допустимая нагрузка – $M=Mн$ при регулировании вниз от основной скорости ($\Phi \approx const$), $P = Pн$ при регулировании вверх ($\Phi < \Phiн$);
5. Способ экономичен в эксплуатации – нет дополнительных элементов, рассеивающих энергию. Гибкость управления координатами в замкнутых структурах.
6. Способ требует использования преобразователя частоты (ПЧ) – устройства, управляющего частотой и амплитудой выходного напряжения.

Параметрическое регулирование

Изменение U_1 при $f_1 = f_{1H} = const$

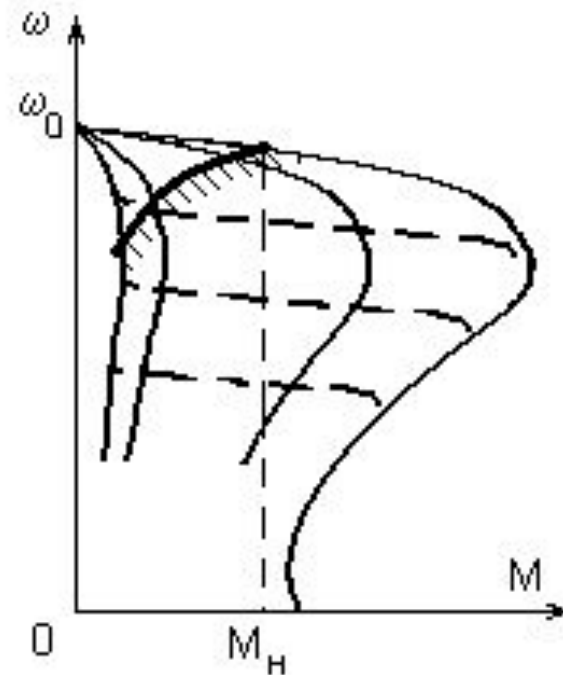
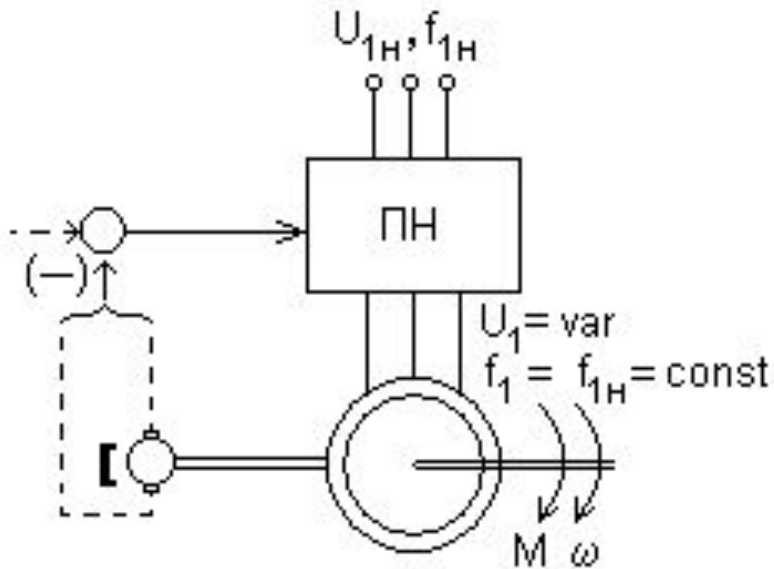


Схема и механические характеристики асинхронного электропривода с параметрическим регулированием

$$M_K = \frac{3U_1^2}{(2\omega_0 X_K)} \rightarrow M_K \downarrow \sim U_1^2$$

$$s_K = \frac{R'_2}{X_K} \quad - \text{ неизменно}$$

Оценка способа регулирования:

1. Регулирование однозонное – вниз от основной скорости;
2. Диапазон регулирования в замкнутой структуре (3-4):1; стабильность скорости удовлетворительная;
3. Плавность высокая;
4. Допустимая нагрузка резко снижается с уменьшением скорости, поскольку магнитный поток $\Phi \equiv U_1$ при $f_1 = const$.

Допустимые потери в роторной цепи $\Delta P_{2H} = M_H \omega_0 s_H$

Допустимые потери при регулировании $\Delta P_{доп} = M_{доп} \omega_0 s$

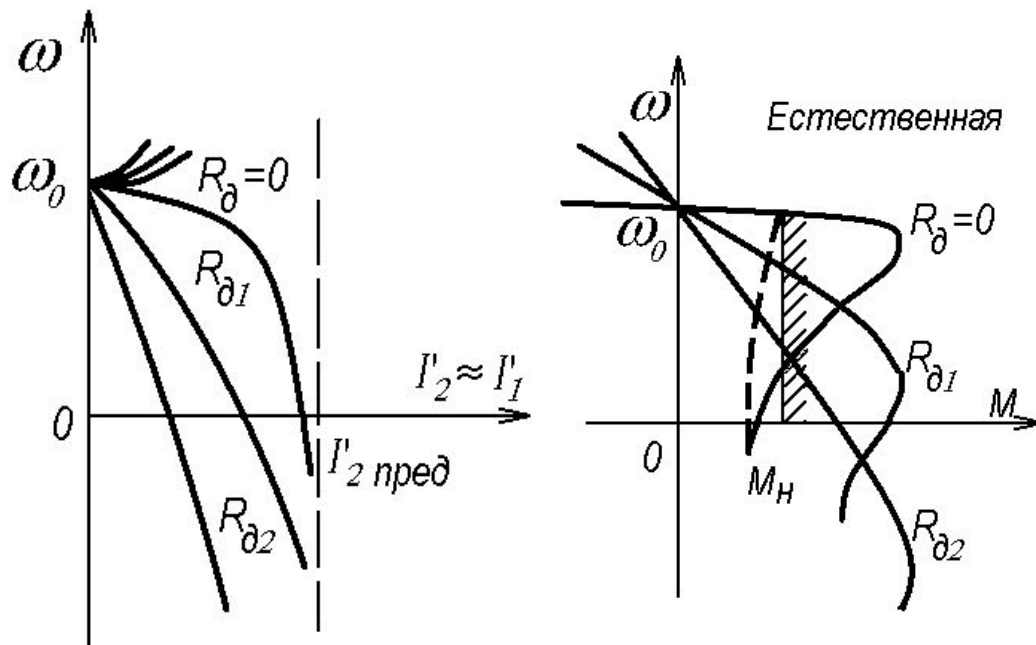
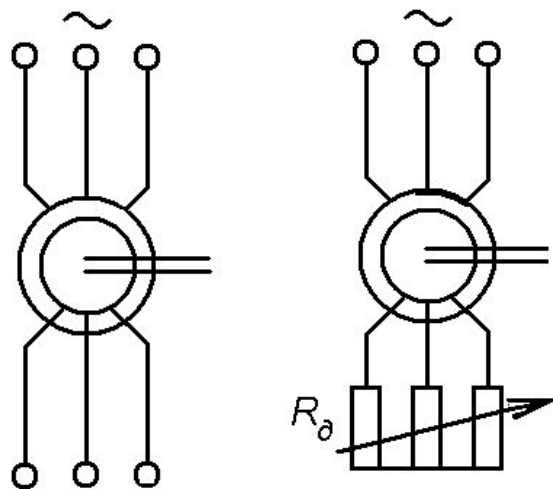
$$M_{доп} = \frac{M_H s_H}{s}$$

т.е. даже для специального двигателя с повышенным скольжением (очевидно невыгодного) $s'_H = 0,06$ вместо стандартного $s_H = 0,03$ снижение скорости всего на 20% ($s = 0,2$) потребует снижения момента в 3 раза.

5. Способ регулирования неэффективен для использования в продолжительном режиме. Даже для самой благоприятной нагрузке – вентиляторной необходимо двух-трехкратное завышение установленной мощности двигателя с повышенным скольжением, интенсивный внешний обдув;

6. Преобразователь напряжения ПН – простое устройство в 3-4 более дешевое, чем преобразователь частоты.

Двигатели с фазным ротором – регулирование координат



Асинхронный двигатель с фазным ротором, схема и характеристики реостатного регулирования

Реостатное регулирование

$$\frac{s_{к.и}}{s_{к.е}} = \frac{R'_p + R'_d}{R'_p} = \frac{R_p + R_d}{R_p}$$

Показатели реостатного регулирования скорости асинхронных двигателей с фазным ротором:

1. Регулирование однозонное – вниз от основной скорости;
2. Диапазон регулирования (2-3):1, стабильность скорости низкая;
3. Регулирование ступенчатое;
4. Допустимая нагрузка $M_{доп} = M_n$, поскольку $\Phi \approx \Phi_n$ и при мало меняющемся $\cos\phi$ $I_{2доп} \approx I_{2н}$.
5. С энергетической точки зрения реостатное регулирование в асинхронном электроприводе неэффективно – потери в роторной цепи при $M = const$ пропорциональны скольжению: $\Delta P_2 = P_1 s$

Рассеивается мощность в роторной обмотке: $\Delta P_p = P_1 s \frac{R_p}{R_p + R_d}$

Рассеивается мощность в дополнительных резисторах: $\Delta P_d = P_1 s \frac{R_d}{R_p + R_d}$

6. Капитальные затраты, как и в электроприводе постоянного тока, сравнительно невелики.

Каскадные схемы

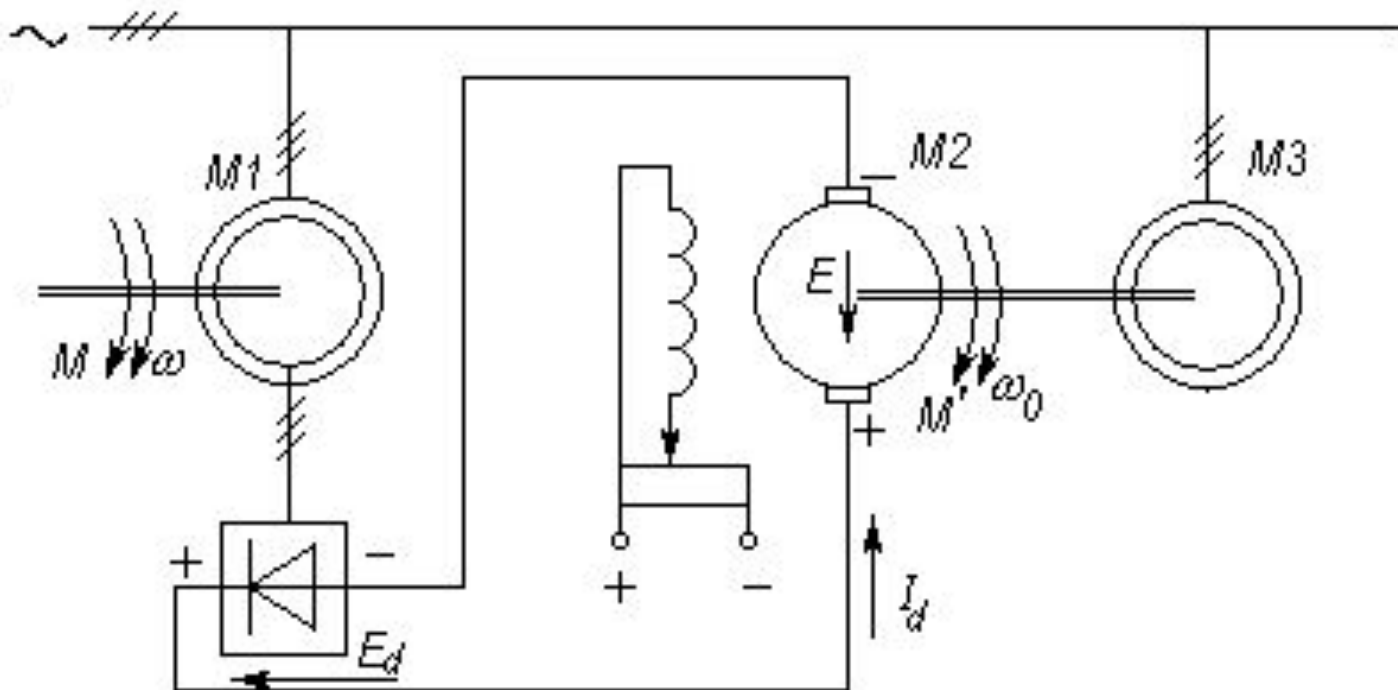


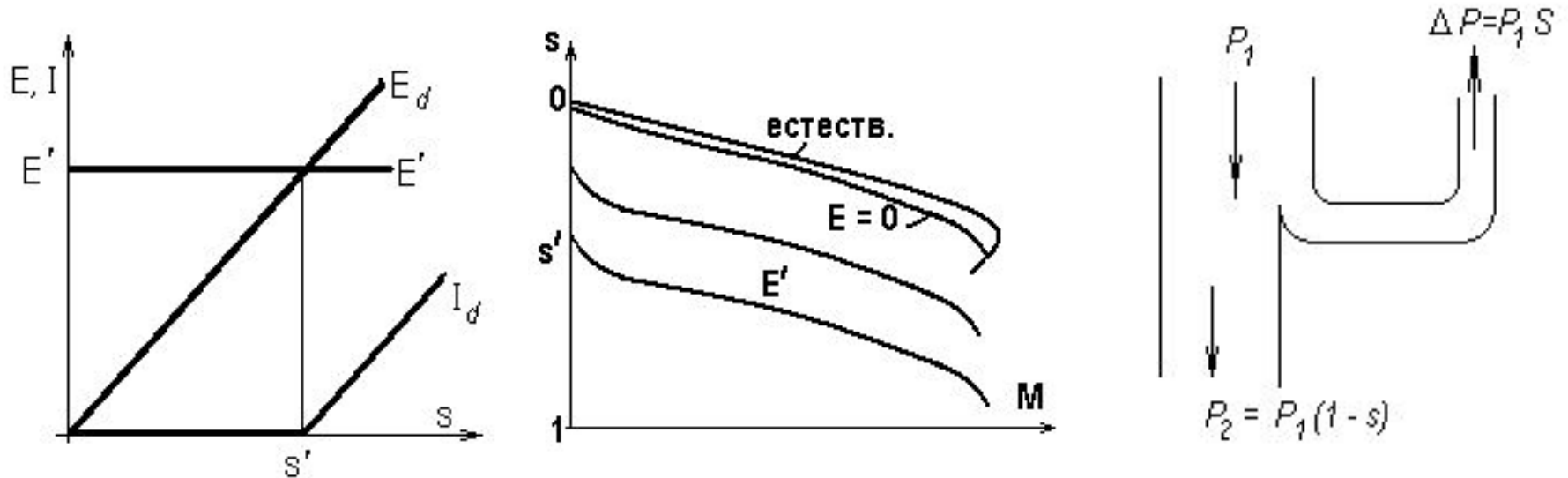
Схема машино – вентильного каскада

$$I_d = (E_d - E) / R_{\Sigma}$$

где R_{Σ} – эквивалентное активное сопротивление контура выпрямитель – якорь машины

Поскольку $E_d = kE_1 s$, а $E_1 \approx U_1 = const$, то до некоторого скольжения s' , определяемого уровнем ЭДС машины постоянного тока E' , ток $I_d = 0$, а следовательно, $I_2 = 0$, и машина M_1 не развивает момента. При $s > s'$ ток начнет расти в соответствии с приведенным выше уравнением, вызывая увеличение момента.

Мощность $\Delta P \approx P_1 s \approx E_d I_d \approx M' \omega_0$



Характеристики машино-вентильного каскада