

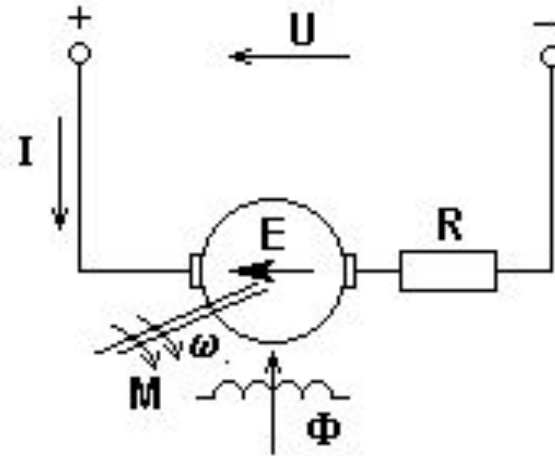


ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД

ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Основные уравнения

Схема электропривода с двигателем постоянного тока



$M = k\Phi I$ - электромагнитный момент (1),

где k - конструктивный параметр машины

$E = k\Phi\omega$ - ЭДС вращения (2)

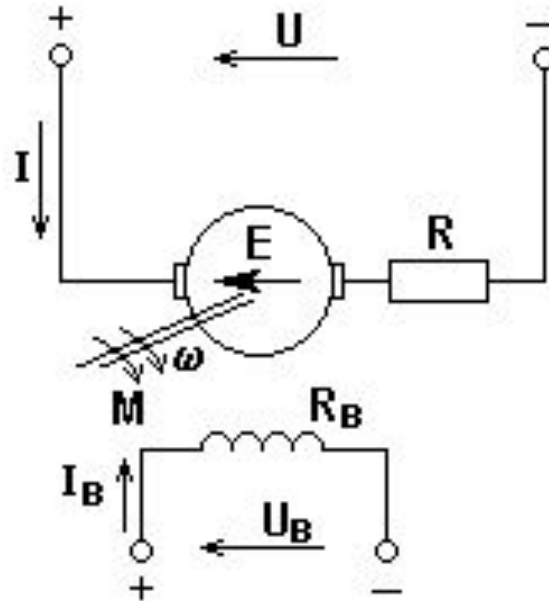
$U - E = IR$ - со вторым законом Кирхгоффа для якорной цепи машины (3)

$$I = \frac{U - E}{R}$$

Характеристики и режимы при независимом возбуждении, $U = \text{const}$

$$\omega = \frac{U - IR}{k\Phi} \quad \text{- электромеханическая характеристика (4)}$$

Схема двигателя постоянного тока независимого возбуждения

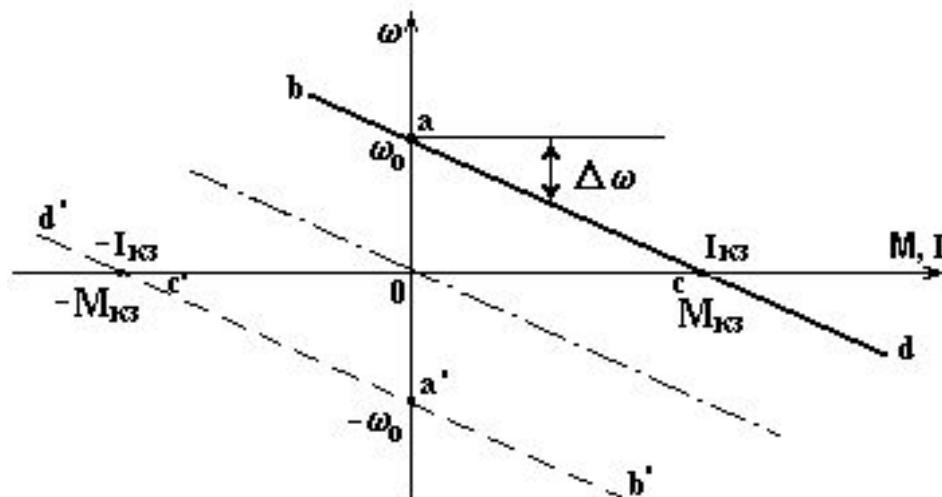


$$\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{MR}{(k\Phi)^2} \quad \text{- механическая характеристика (5)}$$

Характерные точки: $M=0$, и $\omega = \omega_0$, $I = I_{кз}$, $M = M_{кз}$; при $\Phi = const$

Скорость $\omega_0 = \frac{U}{k\Phi}$ соответствует режиму идеального холостого хода: $M=0$, $E = U$ и направлены встречно

Механические (электромеханические) характеристики электропривода постоянного тока независимого возбуждения при $U = const$



$$\Delta\omega = \frac{MR}{(k\Phi)^2} \quad \text{- перепад скорости под влиянием нагрузки}$$

Тормозные режимы:

- Торможение с отдачей энергии в сеть (рекуперативное) или генераторный режим работы параллельно с сетью;
- Торможение противозаключением или генераторный режим работы последовательно с сетью

Первый случай $I = \frac{U + E}{R}$

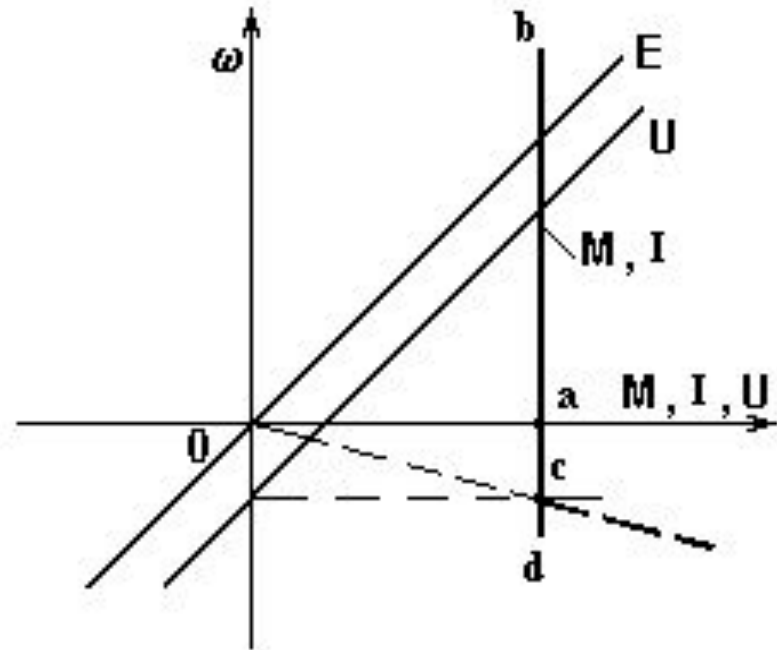
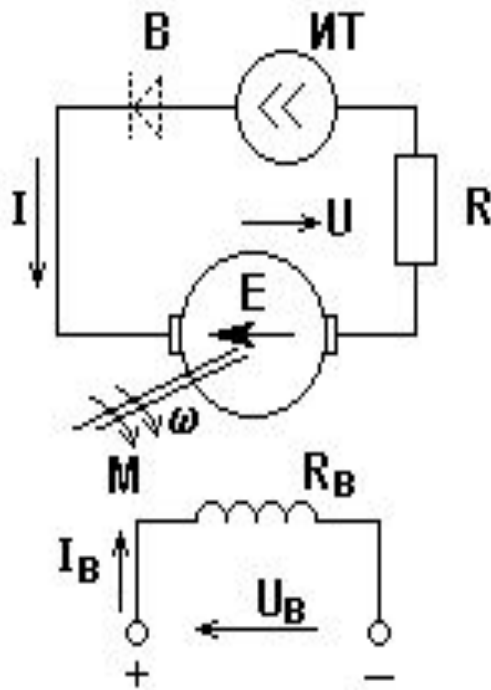
Второй случай $I = \frac{-U - E}{R}$

- Динамическое торможение или генераторный режим работы независимо от сети

$$I = -\frac{E}{R}$$

Характеристики и режимы при независимом возбуждении, $I = const$

Схема и характеристики электропривода двигателя постоянного тока независимого возбуждения при питании от источника тока



$$I = const$$

$$M = k\Phi I = const$$

$$U = E + IR = k\Phi\omega + IR,$$

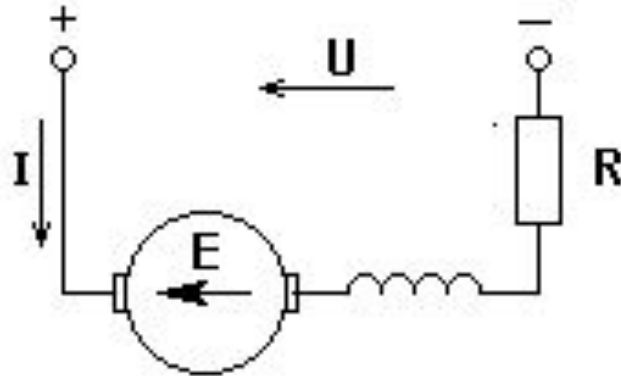
(6)

(7)

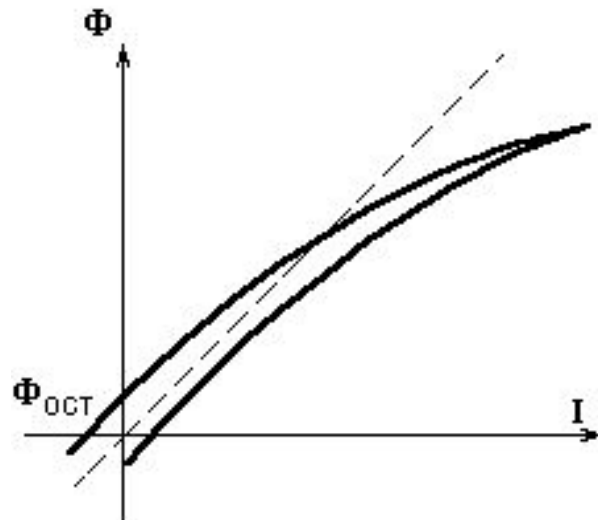
(8)

Характеристики и режимы при последовательном возбуждении

Схема двигателя постоянного тока последовательного возбуждения



Характеристика намагничивания машины постоянного тока



Зависимость между скоростью двигателя и развиваемым им моментом в установившемся режиме

Поток возбуждения и ток в якоре двигателя связаны между собой линейной зависимостью

$$\Phi = \alpha I$$

Тогда

$$\omega = \frac{U}{k\alpha I} - \frac{R}{k\alpha} \quad (9)$$

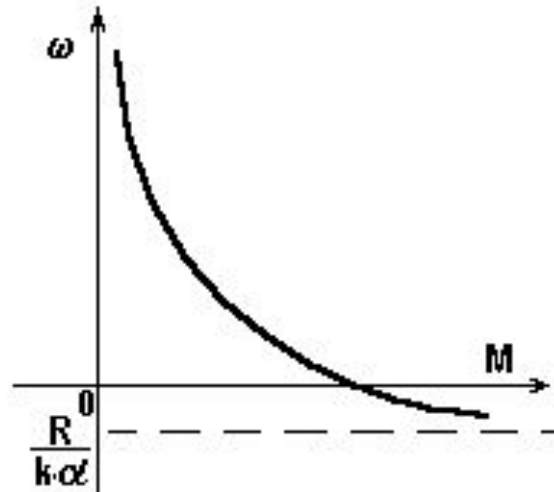
а поскольку

$$M = k\Phi I = k\alpha I^2, \quad (10)$$

то

$$\omega = \frac{U}{\sqrt{k\alpha M}} - \frac{R}{k\alpha} \quad (11)$$

Механическая характеристика двигателя последовательного возбуждения



Характеристики двигателя последовательного возбуждения в относительных величинах

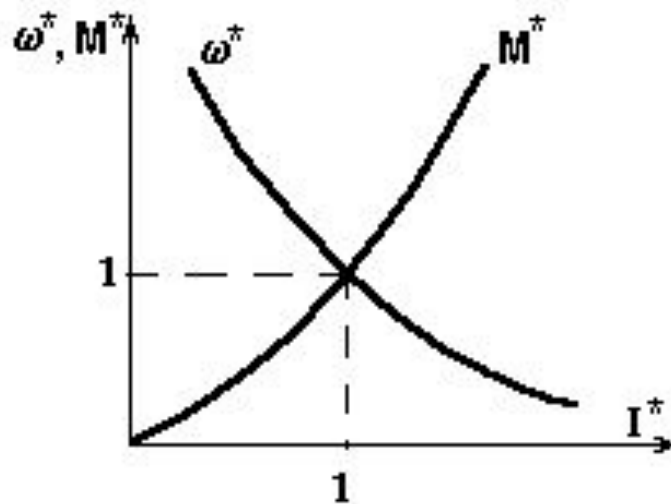
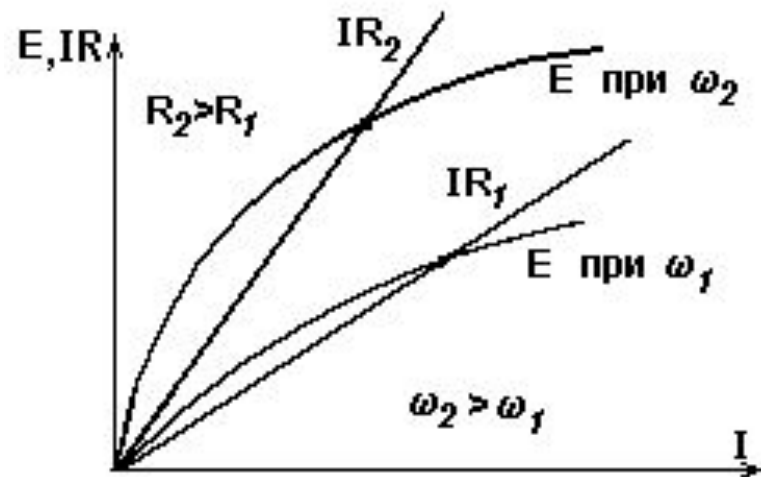
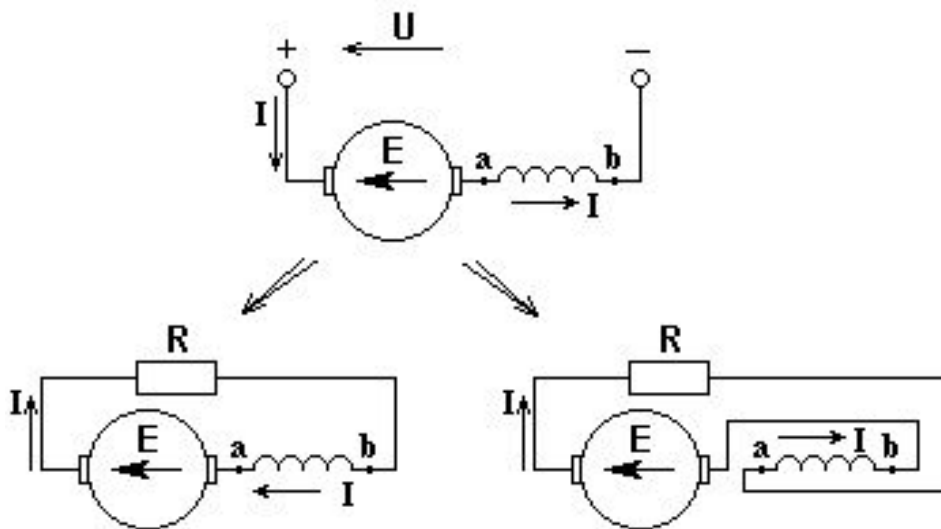


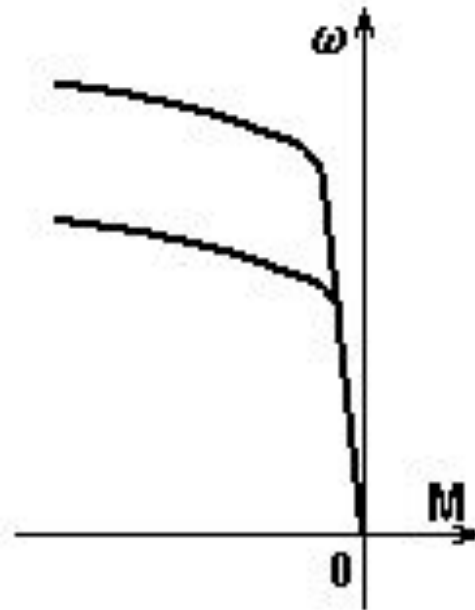
Схема и характеристики при динамическом торможении с самовозбуждением



Мощность, развиваемая двигателем в режиме динамического торможения, целиком рассеивается в сопротивлениях якорного контура, то есть $(-I)^2 R = -M\omega$, откуда

$$\omega = -\frac{I^2 R}{M} \quad (12)$$

Характеристики в тормозном режиме при самовозбуждении



Номинальный режим. Допустимые значения координат

Номинальные данные: номинальное напряжение U_n , В; ток I_n , А; мощность на валу P_n , кВт; частота вращения n_n , об/мин ($\omega_n = \frac{\pi n_n}{30}$, 1/с); КПД η_n ; напряжение возбуждения $U_{вн}$, В; ток возбуждения $I_{вн}$ (для двигателей независимого возбуждения), момент инерции J_n , кг·м², исполнение двигателя IP .

$$\omega_0 = \frac{U_n}{k\Phi_n} \quad \text{и} \quad M_n = k\Phi_n I_n$$

$$k\Phi_n = \frac{U_n - I_n R_{я}}{\omega_n} \quad (13)$$

Половина номинальных потерь ΔP_n – это потери в меди обмотки: $0,5 \Delta P_n \approx I_n^2 R_{я}$, откуда

$$R_{я} \approx \frac{0,5 \Delta P_n}{I_n^2} = 0,5 \frac{U_n}{I_n} (1 - \eta_u) \quad (14)$$

Номинальный электромагнитный момент $M_n = k\Phi_n I_n$

Номинальный момент на валу $M_{н.вал} = \frac{P_n}{\omega_n}$

Приняв за базовые величины U_H, I_H, ω_H , $k\Phi_H = \frac{U_H}{\omega_0}$ и $R_H = \frac{U_H}{I_H}$, получим после простых преобразований:

$$\omega^* = \frac{U^* - I^* R^*}{\Phi^*}$$

$$\omega^* = \frac{U^*}{\Phi^*} - \frac{M^* R^*}{(\Phi^*)^2}$$

все относительные величины определены как

$$X^* = \frac{X}{X_б}$$

Тогда, приняв $U^* \equiv \Phi^* = 1$, получим:

$$\omega^* = 1 - I^* R^*$$

или при $I^* = 1$ (при номинальном токе)

$$\omega^* = 1 - R^*. \quad (15)$$