



Механические характеристики электродвигателей постоянного тока

1. Механические характеристики двигателей постоянного тока ПВ.
2. Механические характеристики двигателей постоянного тока СВ.
3. Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах.

Механические характеристики двигателя постоянного тока ПВ

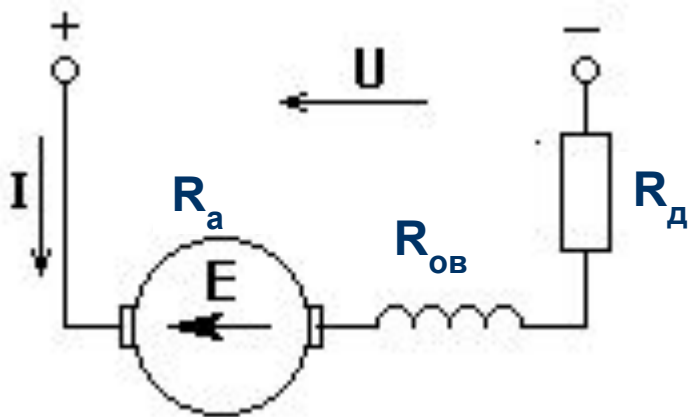
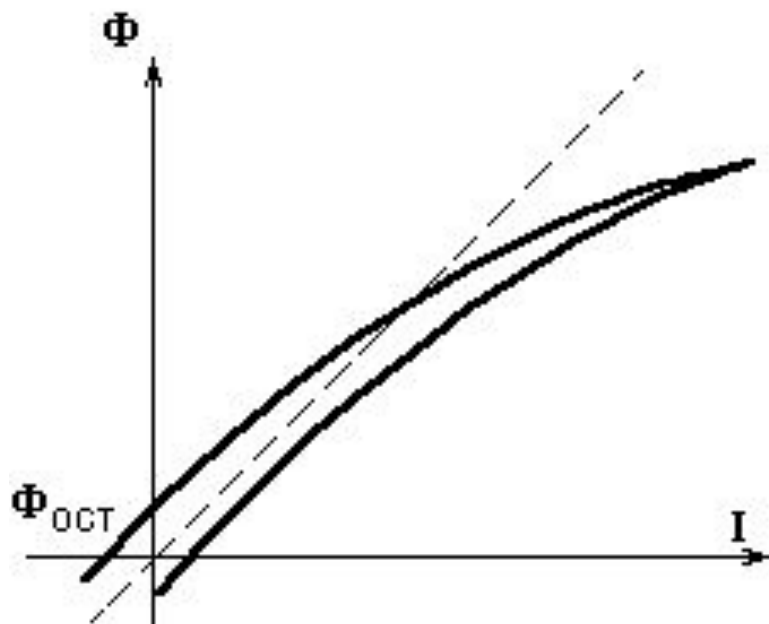


Схема включения двигателя
постоянного тока
последовательного возбуждения

$$\omega = \frac{U - I \cdot R}{C_M \cdot \Phi}$$

где $R = R_a + R_{ов} + R_{д}$.

Механические характеристики двигателя постоянного тока ПВ



Характеристика намагничивания двигателя постоянного тока ПВ

$$\Phi = \alpha \cdot I, \Rightarrow$$

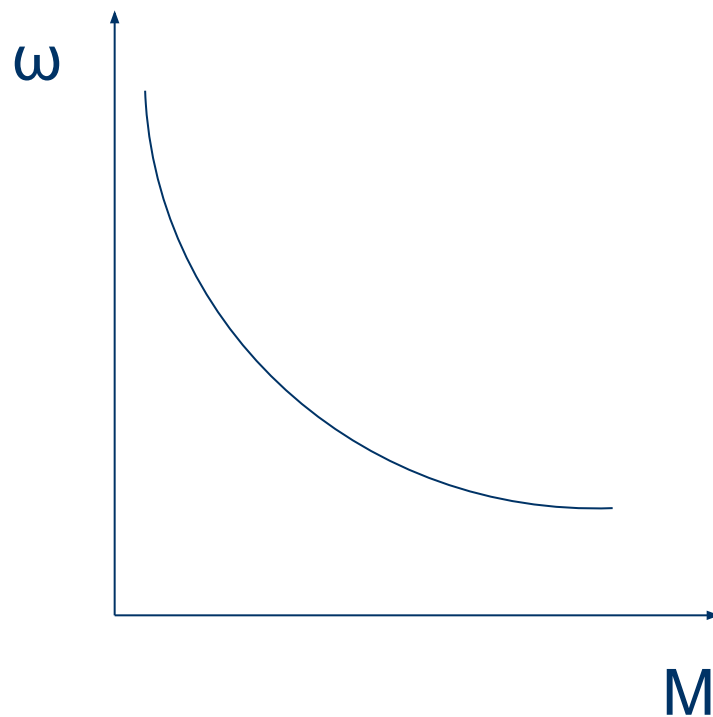
$$M = C_e \cdot \Phi \cdot I = \alpha \cdot C_e \cdot I^2 \Rightarrow$$

$$I = \sqrt{\frac{M}{\alpha \cdot C_e}}.$$

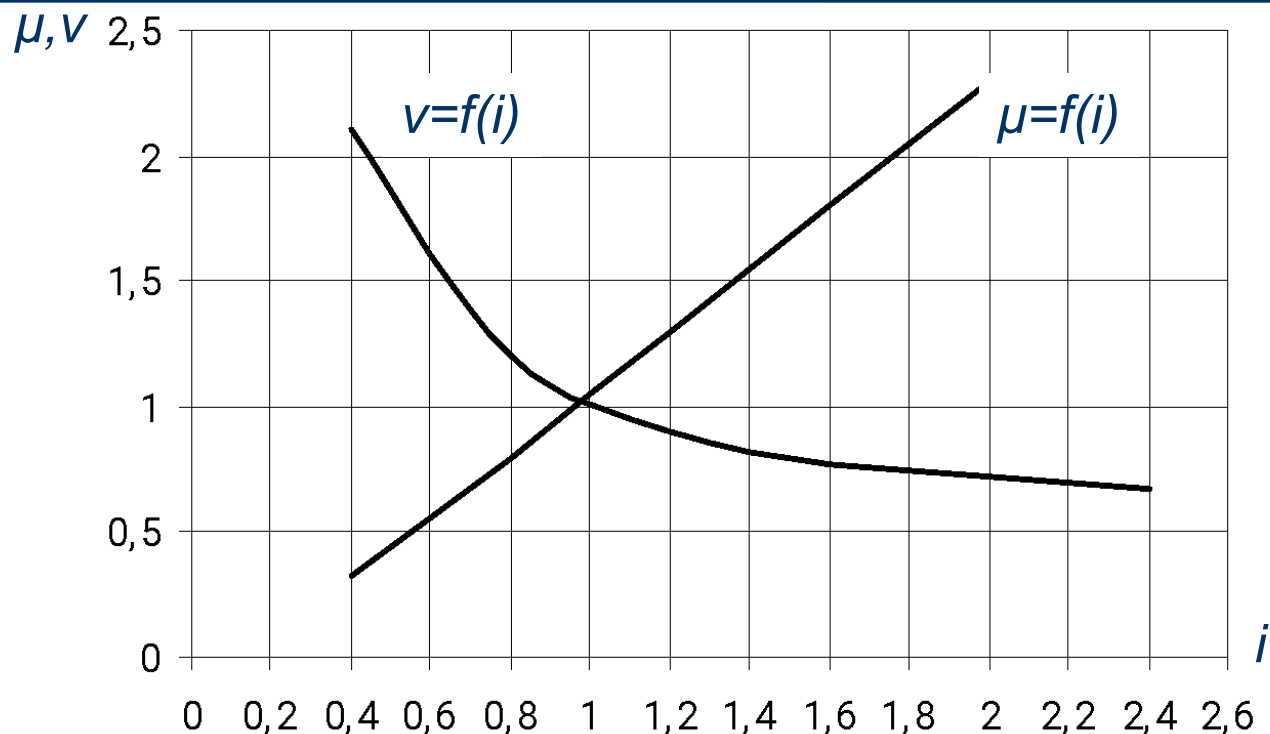
Механические характеристики двигателя постоянного тока ПВ

$$C_e \cdot \Phi = \frac{M}{I};$$

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{U}{C_e \cdot \Phi} - \frac{I \cdot R}{C_e \cdot \Phi} = \\ &= \frac{U}{\sqrt{M \cdot \alpha \cdot C_e}} - \frac{R}{\alpha \cdot C_e}\end{aligned}$$

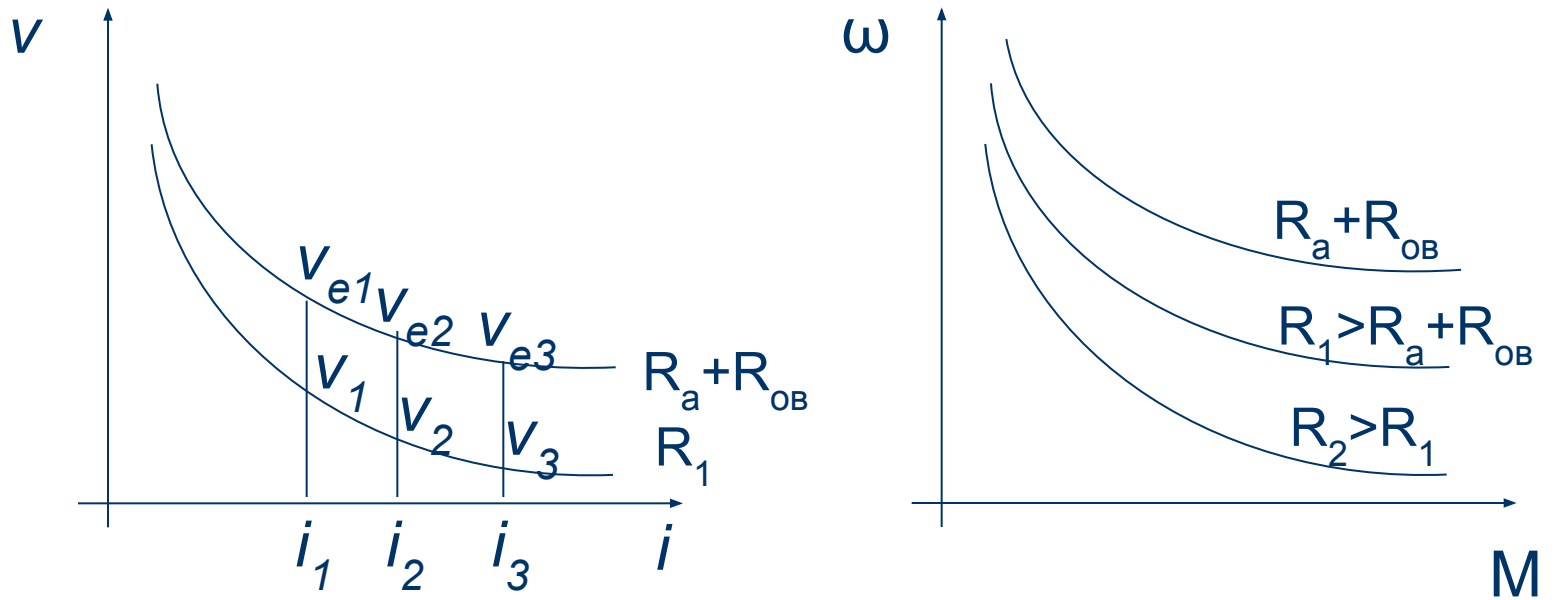


Механические характеристики двигателя постоянного тока ПВ



Зависимости момента и скорости от тока якоря двигателя последовательного возбуждения в относительных единицах

Механические характеристики двигателя постоянного тока ПВ



$$\omega = \omega_e \frac{U - I(R_a + R_{об} + R_d)}{U - I(R_a + R_{об})}, \quad v = v_e \frac{1 - ir}{1 - ir_d}.$$

Механические характеристики двигателя постоянного тока ПВ

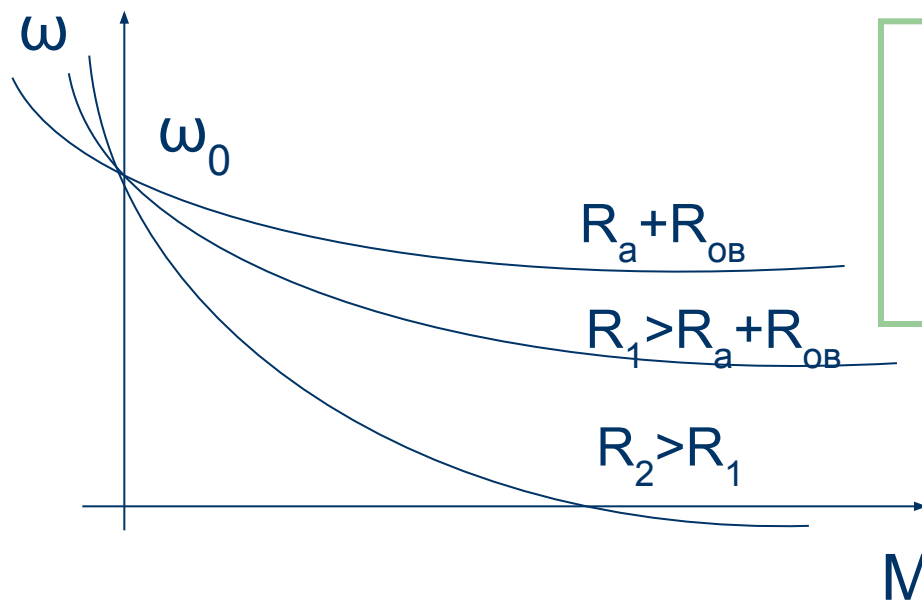
Особенностью характеристик двигателя постоянного тока последовательного возбуждения является невозможность получения режима идеального холостого хода. При нагрузке ниже 15...20% номинальной работа двигателя на естественной характеристике практически недопустима из-за чрезмерного увеличения скорости вращения якоря.

Механические характеристики двигателя постоянного тока СВ

Двигатель смешанного возбуждения имеет две обмотки возбуждения: независимую и последовательную.

Поэтому его механические характеристики занимают промежуточное положение между соответствующими характеристиками двигателей независимого и последовательного возбуждения.

Механические характеристики двигателя постоянного тока СВ



$$\omega_0 = \frac{U}{C_e \cdot \Phi_0}$$

Механические характеристики двигателя смешанного возбуждения при реостатном регулировании

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах

Тормозные режимы - это генераторные режимы, поскольку механическая энергия, поступившая с вала машины, преобразуется в электрическую и передается через электрические зажимы машины. В зависимости от того, куда поступает электрическая энергия, различают три тормозных режима:

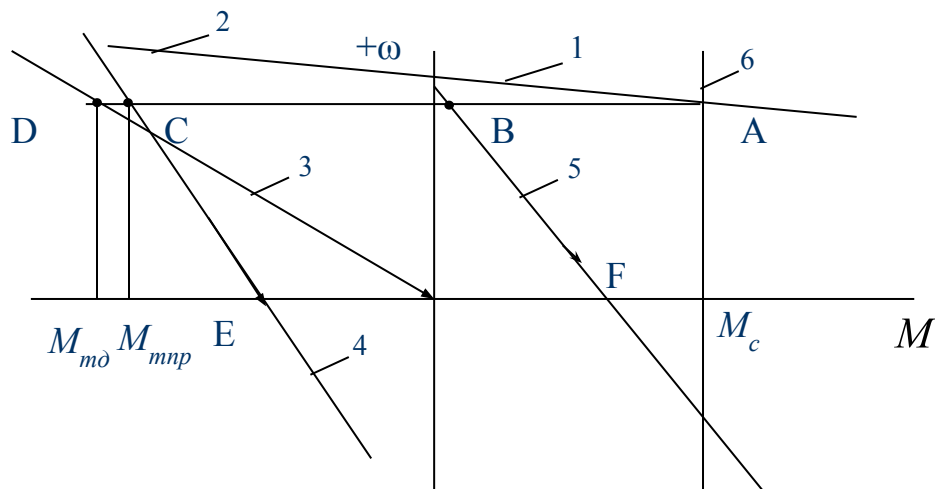
- рекуперативное торможение;
- торможение противовключением;
- динамическое торможение.

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах



Торможение с отдачей энергии в сеть (*рекуперативное*) или генераторный режим работы параллельно с сетью достигается если якорь двигателя вращать от некоторого постороннего источника со скоростью, превышающей скорость идеального холостого хода, то ЭДС двигателя будет больше приложенного напряжения, в результате чего ток в якоре двигателя и момент изменят свой знак.

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах



1 - механическая характеристика ДПТ в двигательном режиме; 2 – механическая характеристика при рекуперативном торможении; 3 – механическая характеристика при динамическом торможении; 4 – противовключение сменой полярности; 5 – противовключение введением $R_{пр}$; 6 – механическая характеристика рабочей машины

Механические характеристики ДПТ



Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах

Так как ток двигателя меняет направление, то очевидно, что момент также будет отрицательным:

$$M = -C_e \Phi I,$$

$$\omega = \frac{U}{C_e \Phi} + \frac{M \cdot R}{C_e^2 \cdot \Phi^2}$$

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах

Торможение противовключением или генераторный режим работы последовательно с сетью может быть получен двумя способами:

- изменением полярности на обмотке якоря или обмотке возбуждения;
- включением в цепь якоря сопротивления $R_{пр}$.

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах

1 способ: Вследствие механической инерции скорость двигателя и ЭДС в начальный момент сохраняются неизменными, а ток будет равен:

$$I = \frac{-U - E}{R_a - R_{np}},$$
$$\omega = - \left(\frac{U}{C_e \Phi} - \frac{M(R_a + R_{np})}{C_e^2 \Phi^2} \right).$$

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах

Торможение противовключением по второму способу может происходить, например, в режиме тормозного спуска в приводе подъемника, когда двигатель включен на подъем, а момент, развиваемый грузом, заставляет привод вращаться в сторону спуска груза.

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах

При торможении противовключением в режиме тормозного спуска ток якоря будет равен:

$$I = \frac{U + E}{R_a + R_{np}},$$

$$\omega = \frac{U}{C_e \Phi} - \frac{M(R_a + R_{np})}{C_e^2 \Phi^2}.$$

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах

Динамическое торможение

или генераторный режим работы независимо от сети осуществляется отключением обмотки якоря от сети и замыканием ее на резистор $R_{д.т.}$. Обмотка возбуждения остается присоединенной к сети.

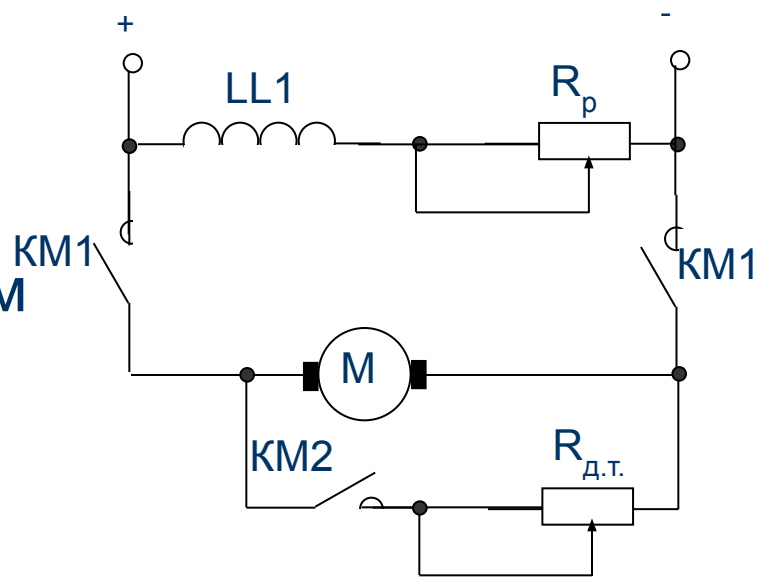


Схема управления динамическим торможением двигателя постоянного тока

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах

Вследствие того, что ЭДС двигателя сохраняет при торможении тот же знак, как и в двигательном режиме, а напряжение извне к якорю не прикладывается, ток якоря определяется по выражению:

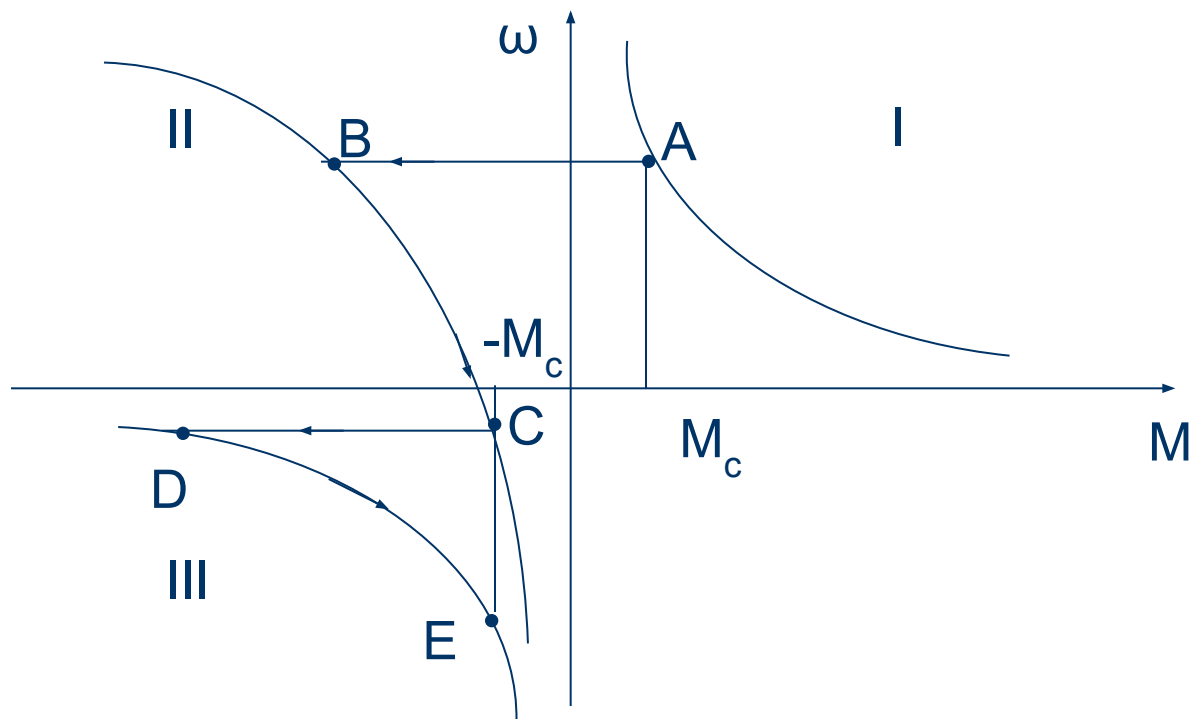
$$I = -\frac{E}{R_a + R_m},$$
$$\omega = -\frac{M(R_a + R_m)}{C_e^2 \Phi^2}.$$

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах

Для двигателя последовательного возбуждения возможны два тормозных режима:

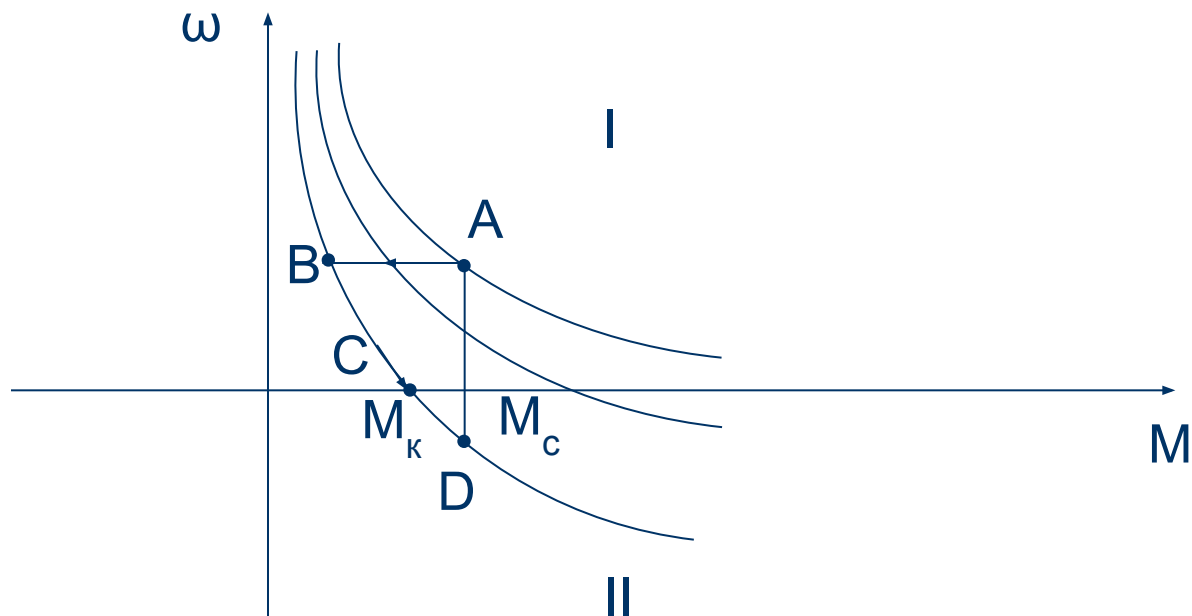
- режим торможения противовключением;
- режим динамического торможения.

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах



Механическая характеристика при противовключении ДПТ ПВ при смене полярности

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах



Механическая характеристика при противовключении ДПТ ПВ при введении дополнительного сопротивления

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах

Динамическое торможение двигателя последовательного возбуждения может быть осуществлено двумя способами:

- самовозбуждением;
- с независимым возбуждением.

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах

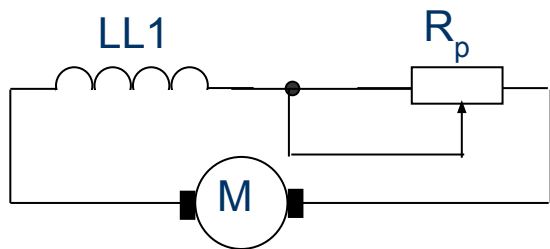


Схема включения ДПТ ПВ при динамическом торможении самовозбуждением

25

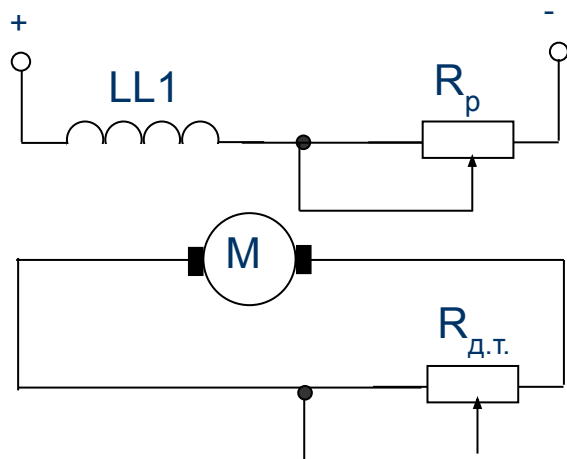
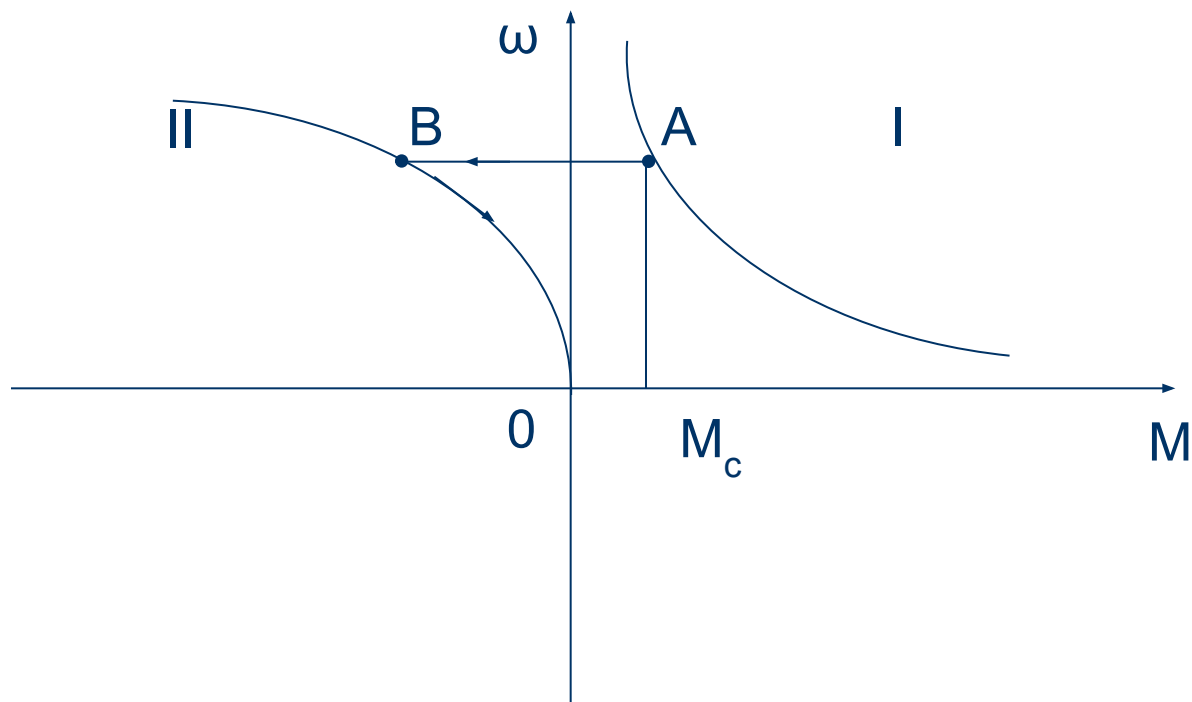


Схема включения ДПТ ПВ при динамическом торможении с независимым возбуждением

12

Механические характеристики двигателей постоянного тока в тормозных режимах



Механическая характеристика при динамическом торможении
ДПТ ПВ самовозбуждением