

## Лекция 2

# **Электрические машины. Машины постоянного тока.**

Параграф 2.6-2.15 учебника (книга вторая)

# Лекция № 2 Машины постоянного тока

---

## Потери энергии в машине постоянного тока

Переменные потери (зависят от потребляемой мощности)

$$\Delta P_{\text{ЭМ}} = R_{\text{Я}} I_{\text{Я}}^2 \approx 50\% \text{ от } P_{\text{НОМ}}$$

Постоянные потери (не зависят от потребляемой мощности)

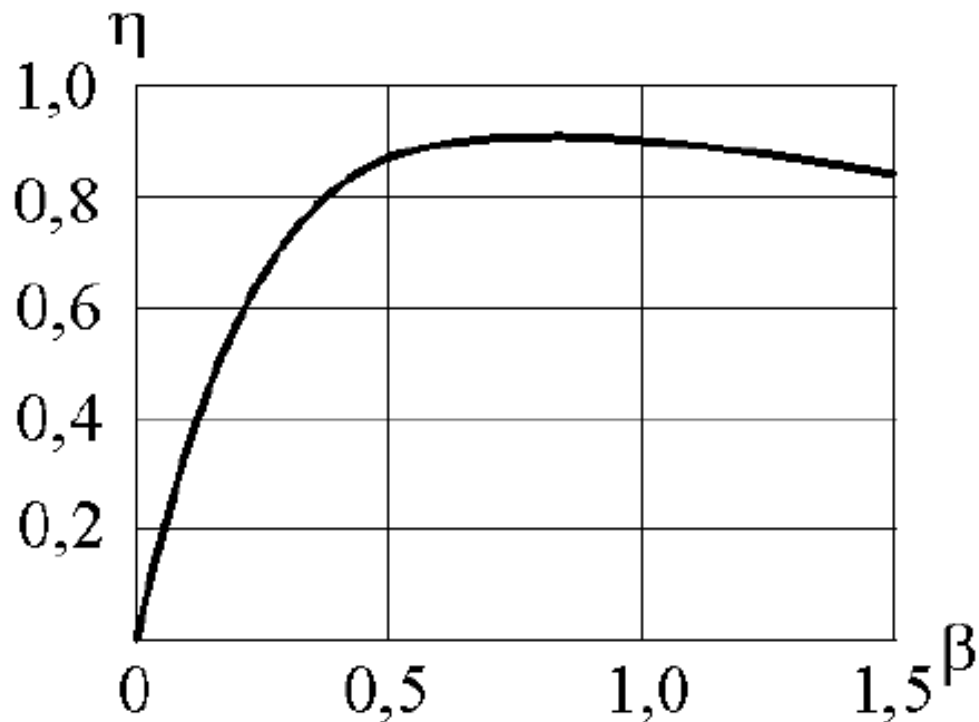
$$\Delta P_{\text{МАГ}} \approx 1 \div 3\% \text{ от } P_{\text{НОМ}}$$

$$\Delta P_{\text{МЕХ}} \approx 1 \div 2\% \text{ от } P_{\text{НОМ}}$$

$$\Delta P_{\text{В}} \approx 0,5 \div 7\% \text{ от } P_{\text{НОМ}}$$

## Лекция № 2 Машины постоянного тока

---



$$\beta = \frac{P_2}{P_{НОМ}}$$

Для мощных машин КПД 80-95%

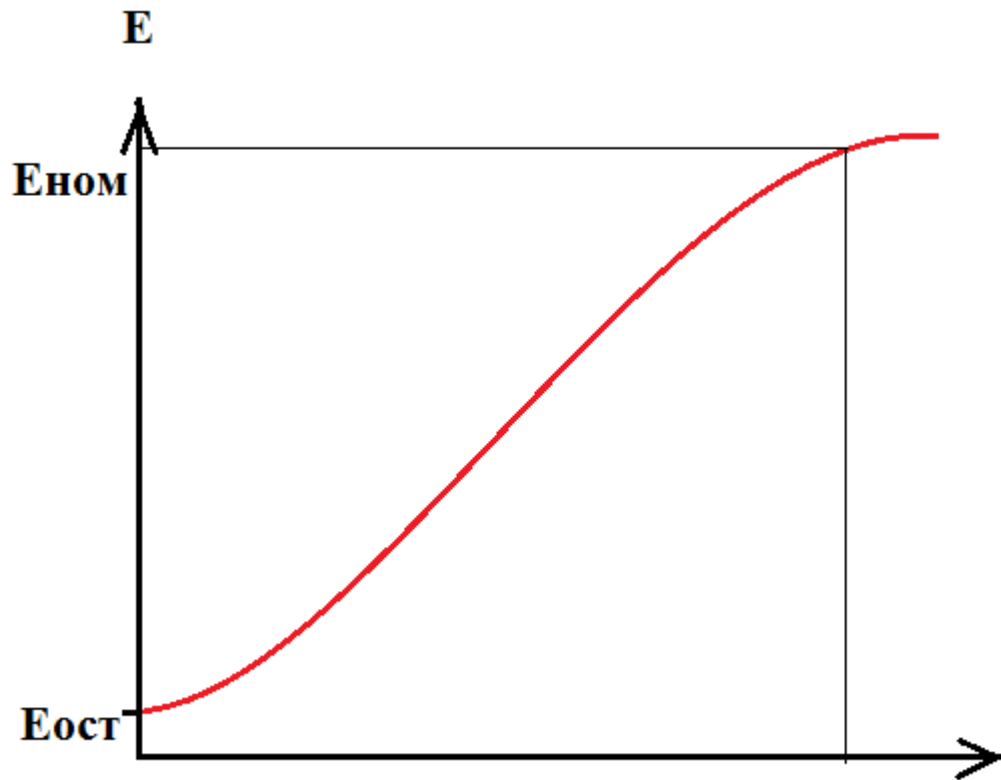
Для мкромашин КПД 30-50%

# Лекция № 2 Машины постоянного тока

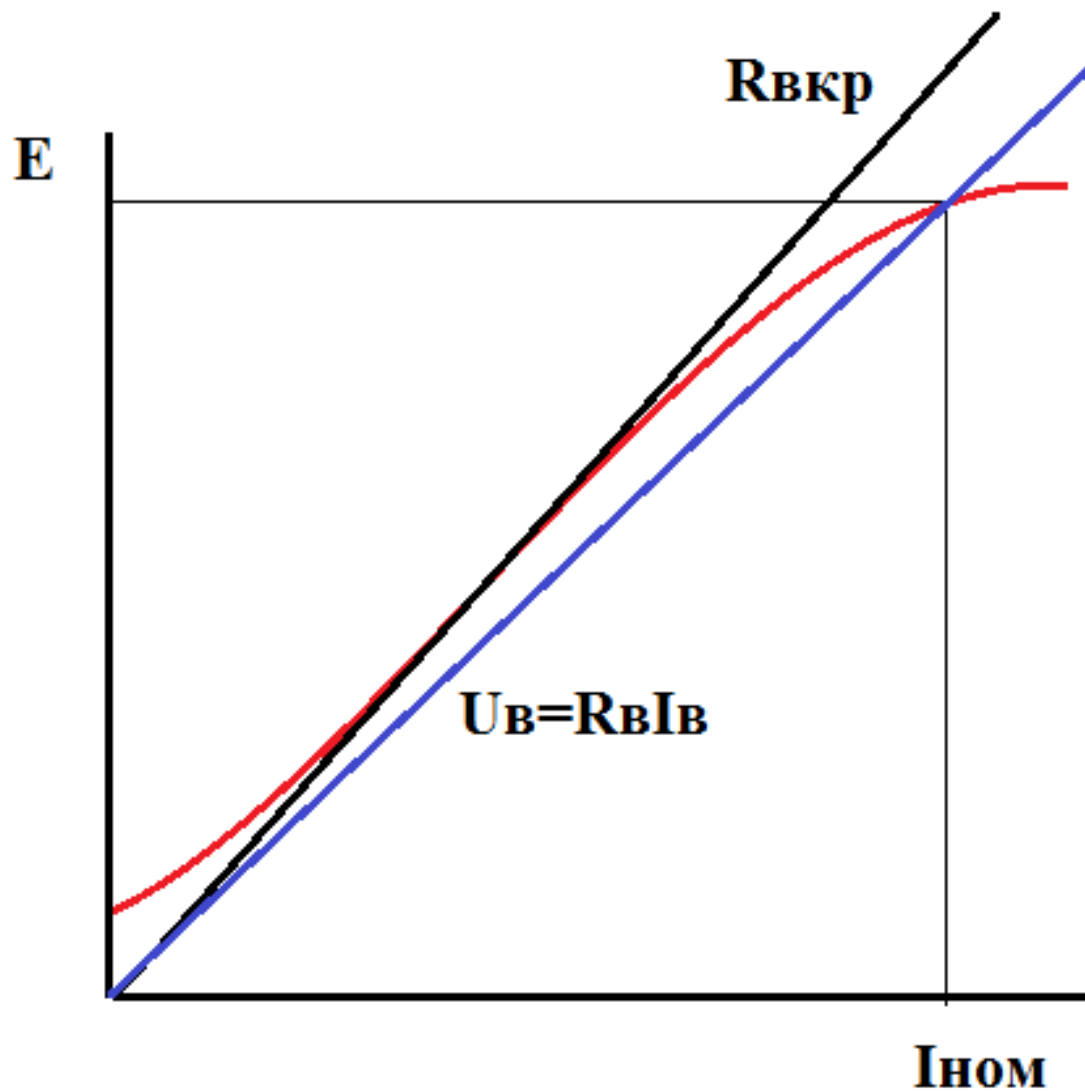
---

## Эксплуатационные характеристики генератора

**Характеристика холостого хода** представляет собой зависимость ЭДС якоря от тока возбуждения при холостом ходе генератора.



# Лекция № 2 Машины постоянного тока



# Лекция № 2 Машины постоянного тока

---

## Условия самовозбуждения

- Наличие минимальной остаточной намагниченности
- Совпадение возбуждаемого и остаточного магнитных потоков
- Сопротивление цепи возбуждения меньше критического

## Лекция № 2 Машины постоянного тока

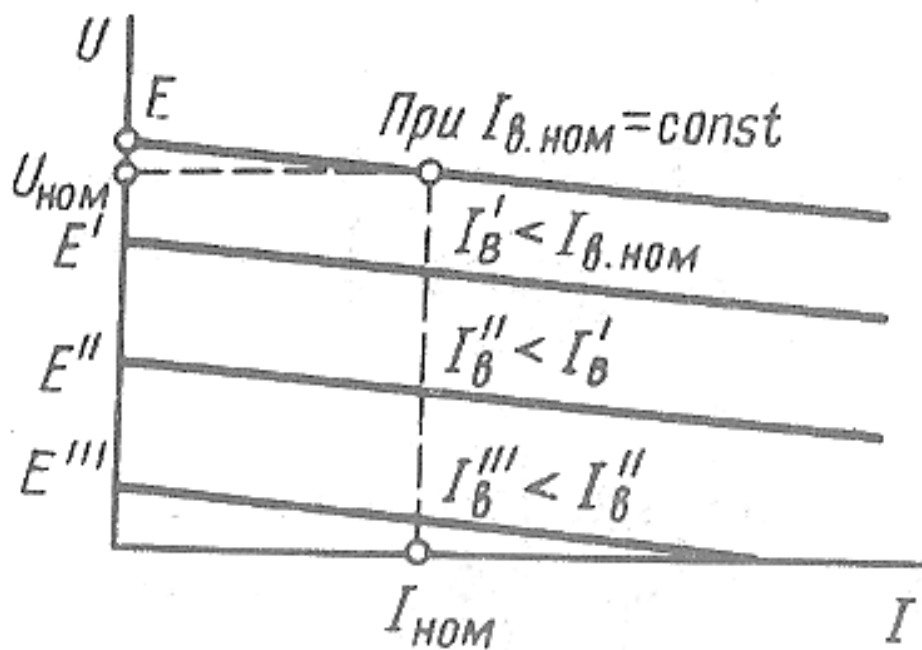
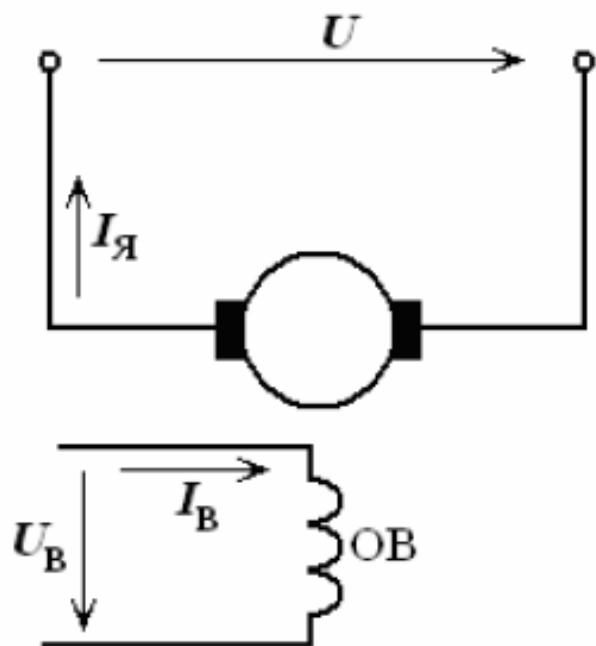
---

**Внешняя характеристика генератора** представляет собой зависимость напряжения на выходе генератора от тока нагрузки.

Внешняя характеристика зависит от типа возбуждения генератора.

# Лекция № 2 Машины постоянного тока

## Генератор независимого возбуждения





# Лекция № 2 Машины постоянного тока

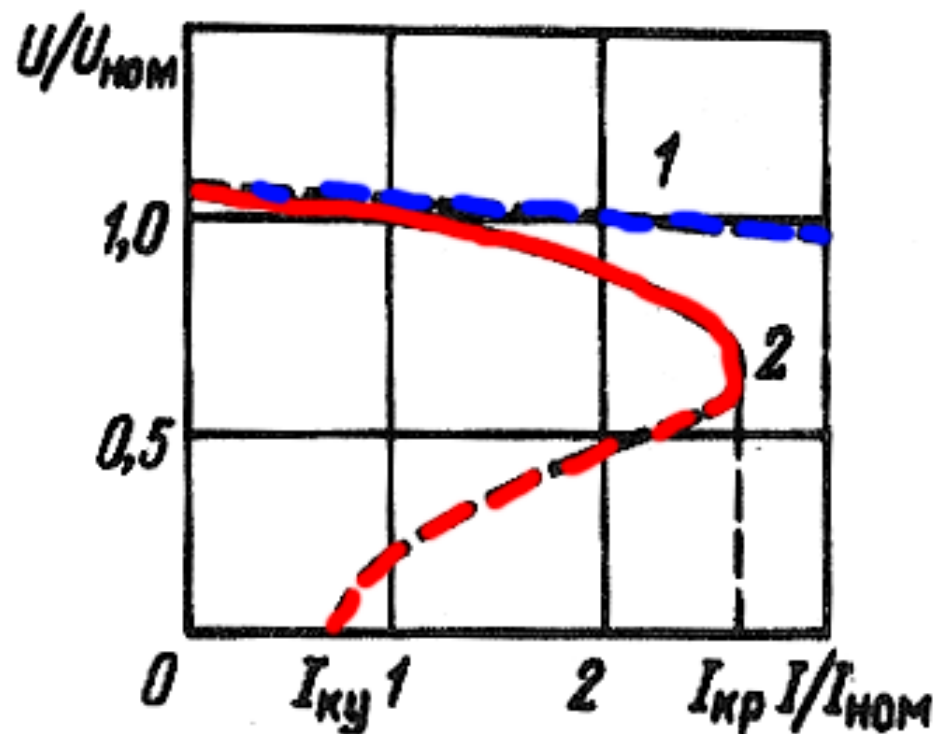
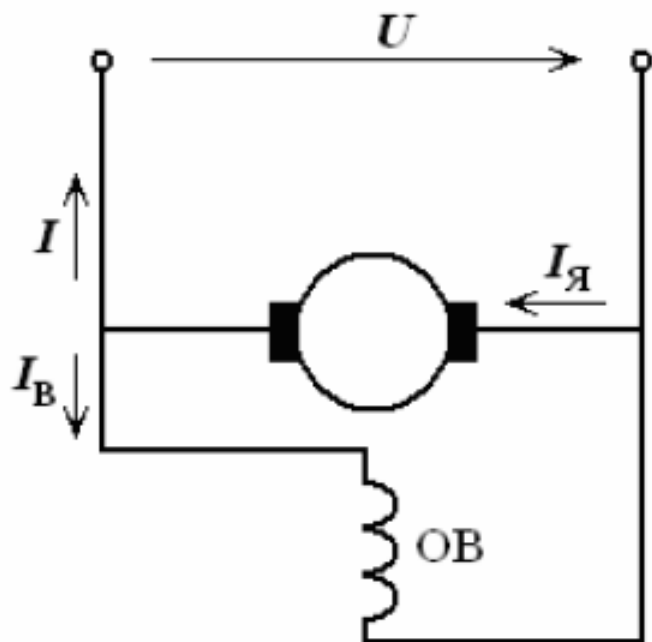
---

## Особенности

- Уном меньше  $E$  на 6-12% и падает с ростом тока линейно
- При коротком замыкании генератор независимого возбуждения выходит из строя.
- Меняя ток возбуждения можно регулировать выходное напряжение в широких пределах

# Лекция № 2 Машины постоянного тока

## Генератор параллельного возбуждения



# Лекция № 2 Машины постоянного тока

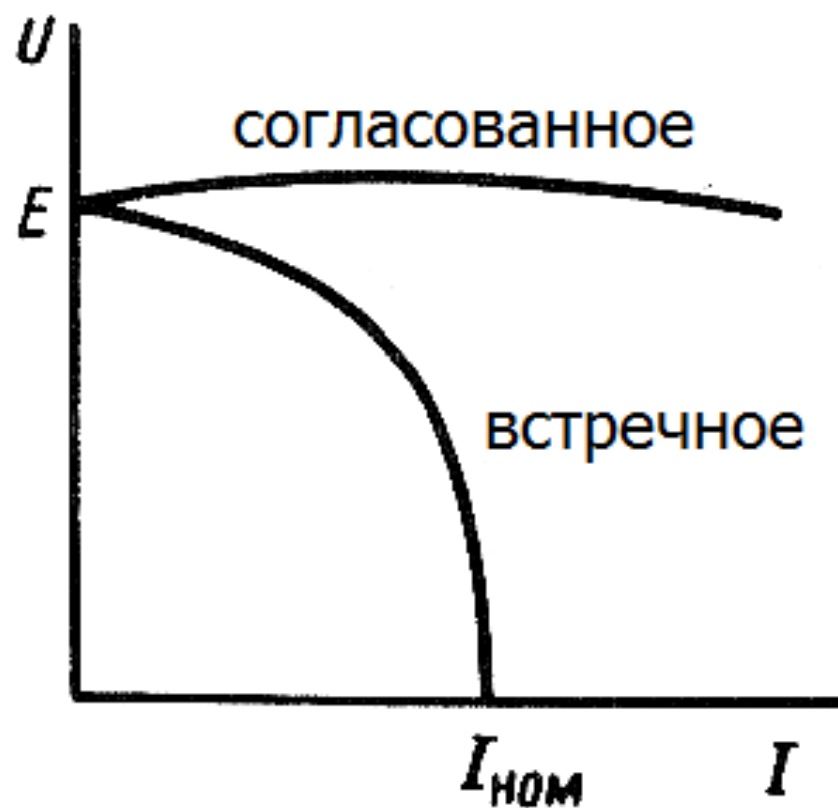
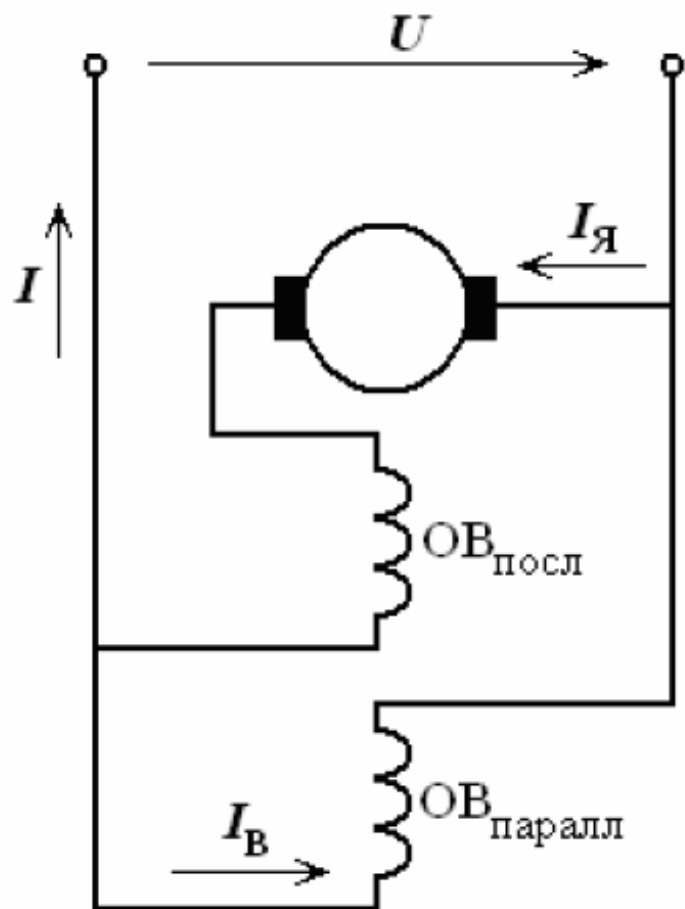
---

## Особенности

- Уном меньше  $E$  на 10-20% и падает с ростом тока быстрее, чем у генераторов с независимым возбуждением
- При превышении током генератора величины  $I_{кр}$  (~1,5-2,5 номинального) ток начинает снижаться из-за размагничивания генератора.

# Лекция № 2 Машины постоянного тока

## Генератор смешанного возбуждения



# Лекция № 2 Машины постоянного тока

---

## Особенности

- При согласованном включении можно подобрать обмотки так, что  $U$  практически не будет зависеть от тока.
- При встречном включении напряжение с ростом тока резко падает.

# Лекция № 2 Машины постоянного тока

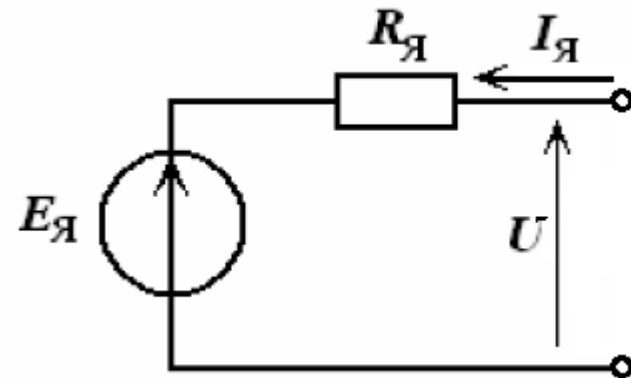
---

## Машина постоянного тока в режиме двигателя

Обмотки якоря и возбуждения подключены к источнику постоянного тока.

$$e = \frac{d\psi}{dt} = \frac{dwBS}{dt}$$

$$F = IlB \sin \alpha$$



# Лекция № 2 Машины постоянного тока

---

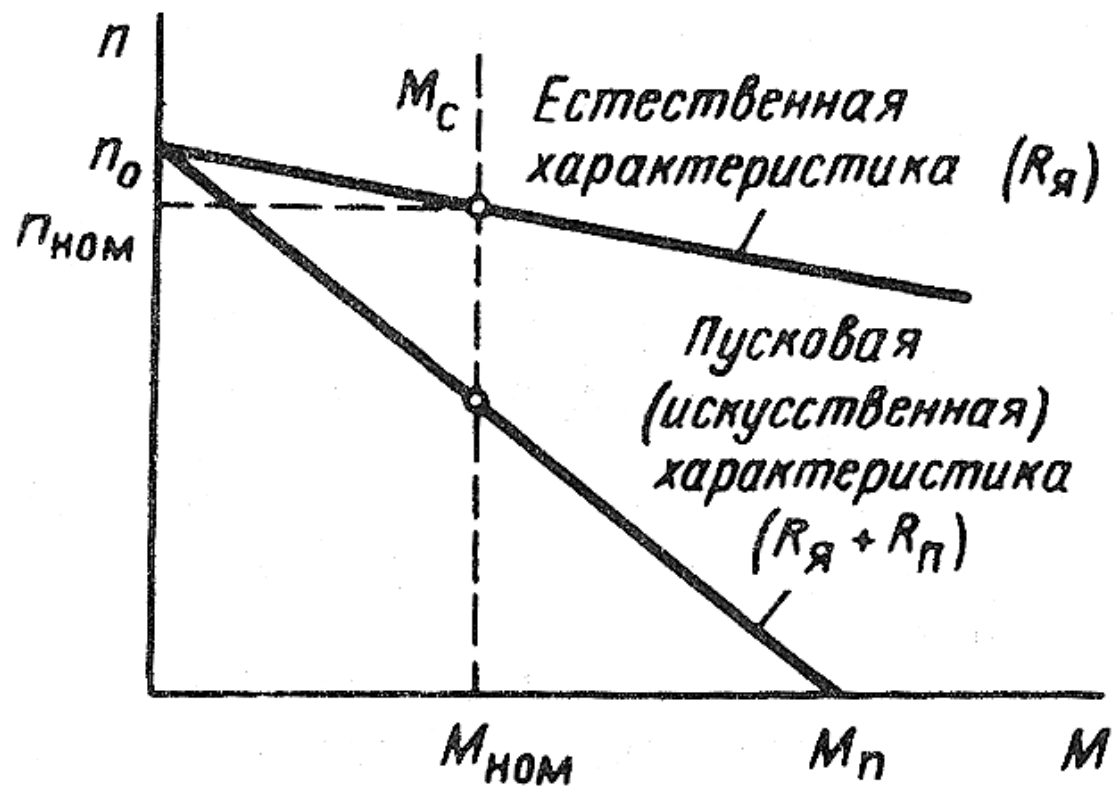
## **Механическая характеристика двигателя**

Зависимость момента на валу от числа оборотов двигателя.

**Естественная характеристика** соответствует номинальному напряжению питания и отсутствию добавочных сопротивлений в цепях обмоток двигателя. Иначе характеристика **искусственная**.

Чем сильнее обороты зависят от момента, тем характеристика **мягче**. Чем слабее такая зависимость, тем характеристика **жестче**.

# Лекция № 2 Машины постоянного тока





## Лекция № 2 Машины постоянного тока

---

$$U = R_{\text{Я}} I_{\text{Я}} + E_{\text{Я}}$$

$$E_{\text{Я}} = C_E n \Phi_{\text{П}} = C_M \omega \Phi_{\text{П}}$$

$$M_{\text{ЭМ}} = C_M \Phi_{\text{П}} I_{\text{Я}} \Rightarrow I_{\text{Я}} = \frac{M_{\text{ЭМ}}}{C_M \Phi_{\text{П}}}$$

$$\omega = \frac{U}{C_M \Phi_{\text{П}}} - \frac{R_{\text{Я}}}{C_M^2 \Phi_{\text{П}}^2} \cdot M_{\text{ЭМ}}$$

$$n = \left( \frac{U}{C_M \Phi_{\text{П}}} - \frac{R_{\text{Я}}}{C_M^2 \Phi_{\text{П}}^2} \cdot M_{\text{ЭМ}} \right) \frac{2\pi}{60}$$

## Лекция № 2 Машины постоянного тока

---

$$UI_{Я} = R_{Я}I_{Я}^2 + E_{Я}I_{Я}$$

$P = UI_{Я}$  электрическая мощность

$\Delta P_{ЭМ} = R_{Я}I_{Я}^2$  электрические потери

$$E_{Я}I_{Я} = P_{ЭМ} = P_M = M\Omega$$

# Лекция № 2 Машины постоянного тока

---

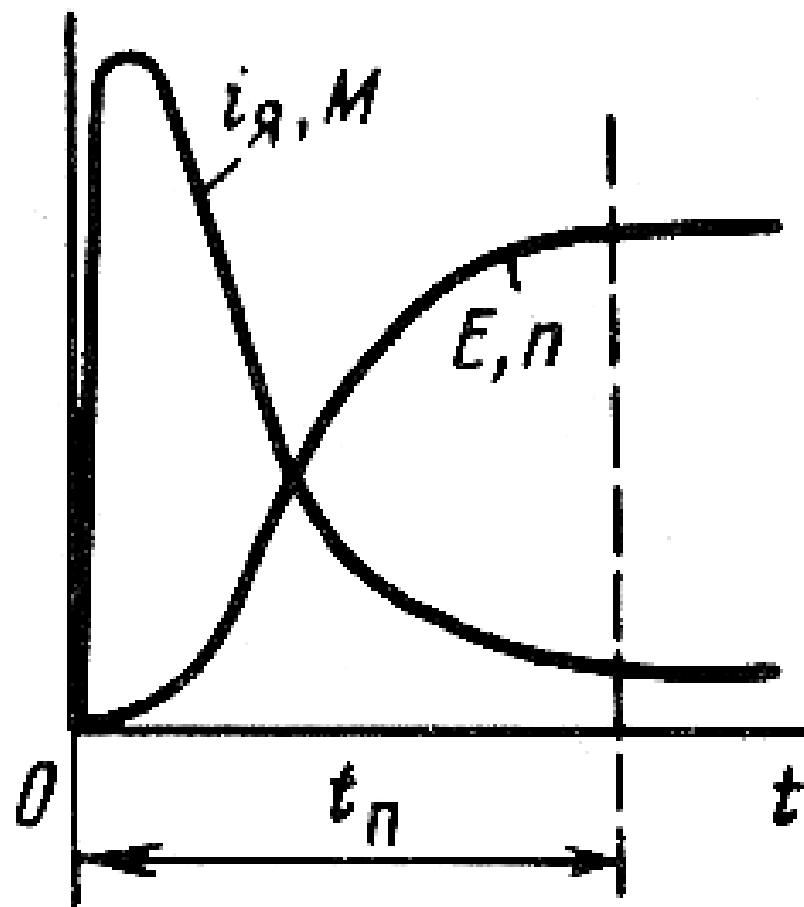
## **Эксплуатационные характеристики двигателя**

**Пуском двигателя** называют процесс разгона якоря двигателя от неподвижного состояния до установившегося значения частоты вращения

**Прямой пуск двигателя** – обмотка якоря непосредственно подключена к сети

# Лекция № 2 Машины постоянного тока

$$I_{\Pi} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{R_{\text{Я}}} \approx 20 \div 30 I_{\text{НОМ}}$$



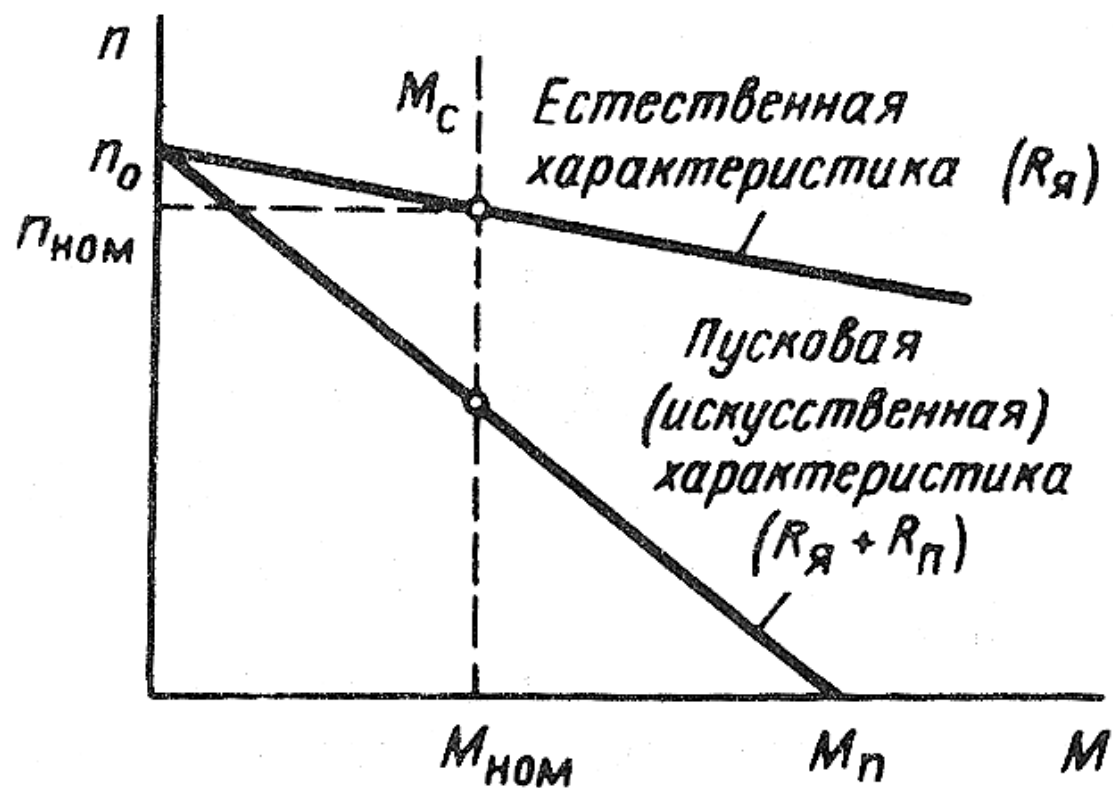
# Лекция № 2 Машины постоянного тока

---

**Реостатный пуск двигателя** – в обмотку якоря включается реостат, ограничивающий пусковой ток. По мере разгона двигателя сопротивление реостата снижается.

$$I_{\Pi} = \frac{U_{НОМ}}{R_{Я} + R_{\Pi}} \approx 2 \div 2,5 I_{НОМ}$$

# Лекция № 2 Машины постоянного тока



## Лекция 2

# **Электрические машины. Машины постоянного тока.**

Параграф 2.6-2.15 учебника (книга вторая)