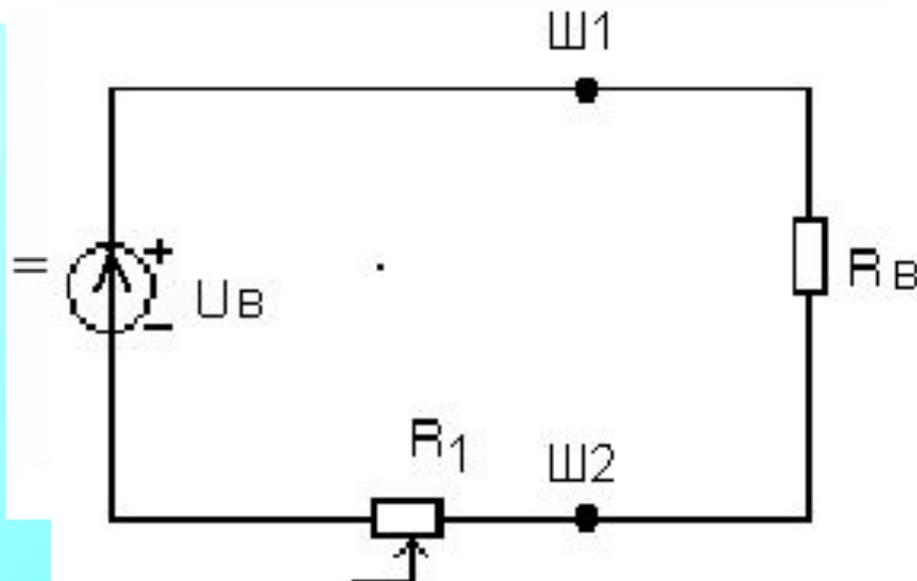
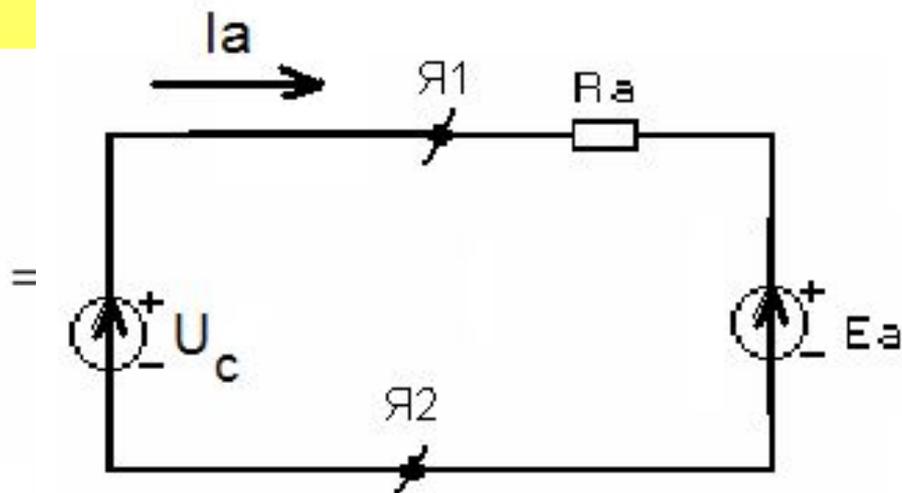


Двигатели постоянного тока

Двигатель независимого
(параллельного) возбуждения

Схема включения



$$I_a = \frac{U_c - E_a}{R_a}$$

Электромагнитный момент:

$$M_{\text{э}} = C \cdot \Phi \cdot I_a$$

$$E_a = \frac{U_c - C \cdot \Phi \cdot \omega}{C \cdot \Phi} \Rightarrow \omega = \frac{U_c - E_a}{C \cdot \Phi}$$

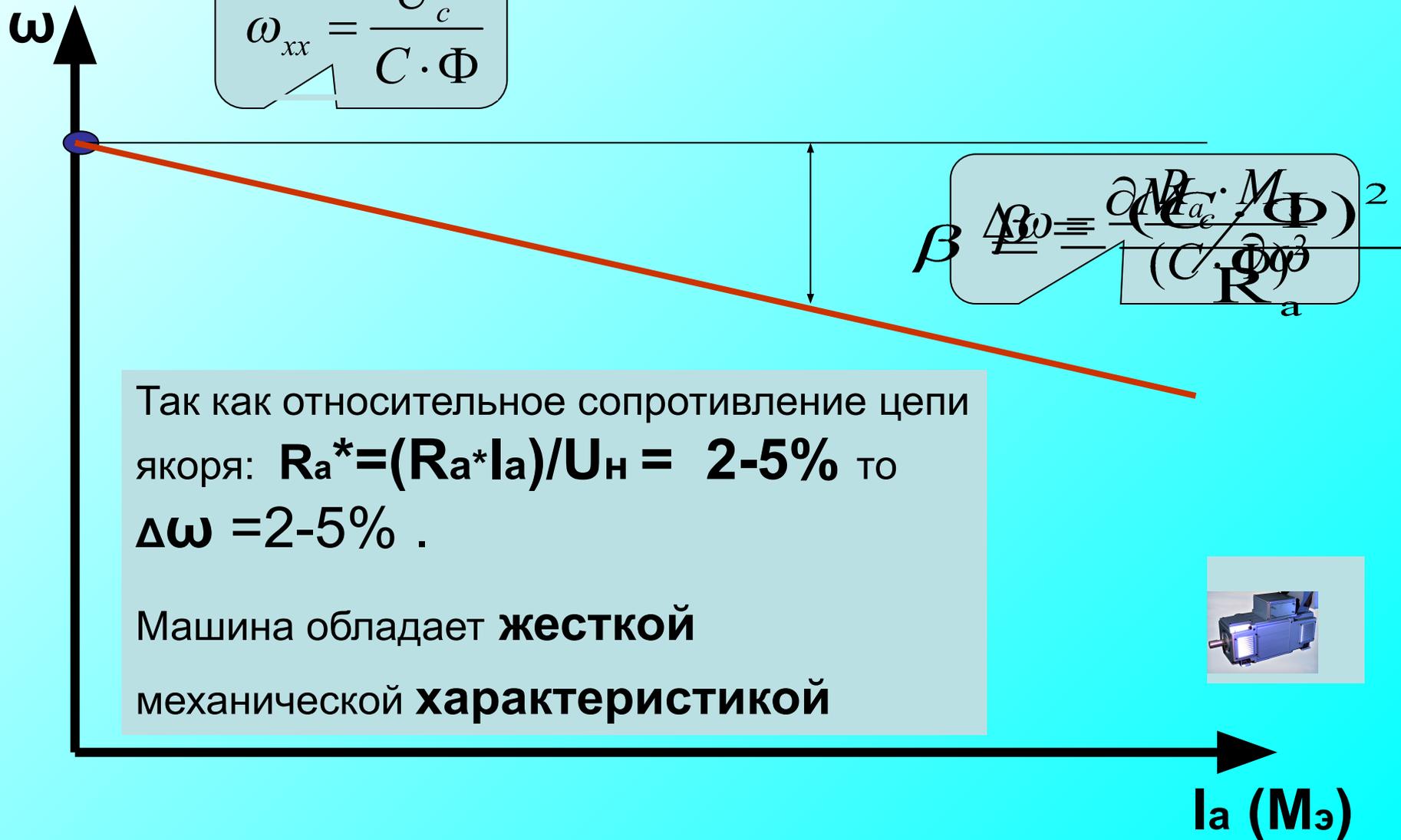
$$\omega = \frac{U_c}{C \cdot \Phi} - \frac{R_a \cdot M_{\text{э}}}{(C \cdot \Phi)^2}$$

$$\omega = \omega_{\text{xx}} - \frac{1}{\beta} \cdot M_{\text{э}}$$

Механическая характеристика естественная ($U_c = U_n$; $R_{доп} = 0$ $I_B = I_{B ном}$)

$$\omega = \frac{U_c}{C \cdot \Phi} - \frac{R_a \cdot M_{\varepsilon}}{(C \cdot \Phi)^2}$$

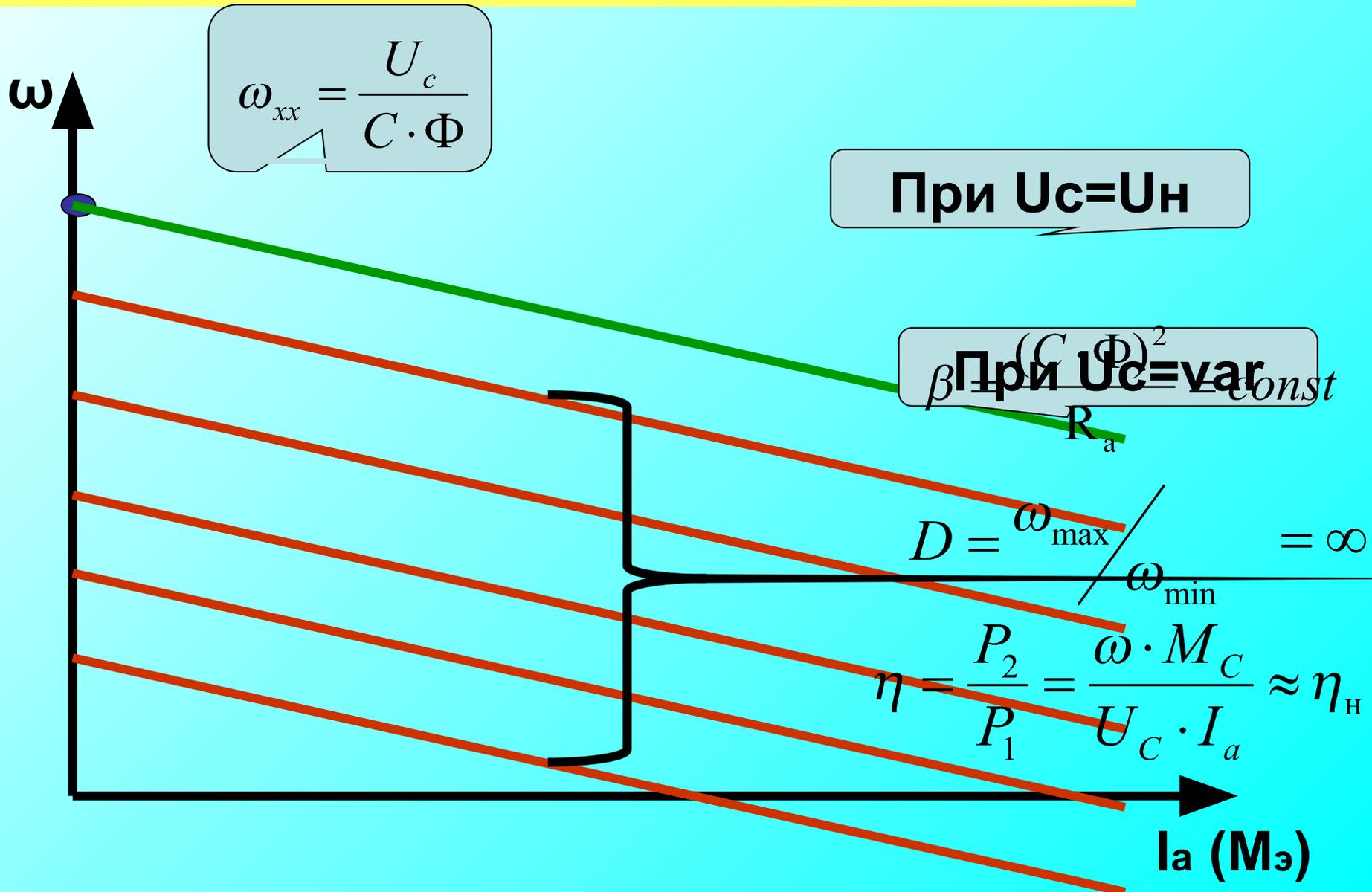
$$\omega_{xx} = \frac{U_c}{C \cdot \Phi}$$



Регулирование частоты вращения

$$\omega = \frac{U_c}{C \cdot \Phi} - \frac{R_a \cdot M_{\text{э}}}{(C \cdot \Phi)^2}$$

1. Изменением напряжения на якоре $U_c = \text{var}$



Регулирование частоты вращения

$$\omega = \frac{U_c}{C \cdot \Phi} - \frac{R_a \cdot M_{\text{э}}}{(C \cdot \Phi)^2}$$

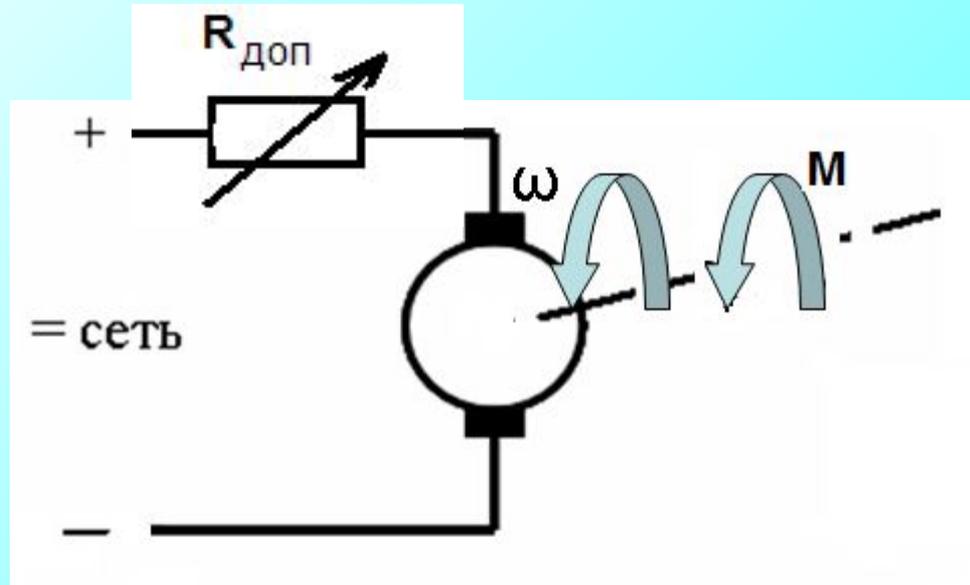
2. Изменением сопротивления в якорной цепи:

$$R_a + R_{\text{доп}} = \text{var}$$

$$\omega_{\text{xx}} = \frac{U_c}{C \cdot \Phi} = \text{const}$$

$$\beta = \frac{(C \cdot \Phi)^2}{R_a + R_{\text{доп}}} = \text{var}$$

$$D = \frac{\omega_{\text{max}}}{\omega_{\text{min}}} = \infty$$



$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\omega \cdot M_c}{U_c \cdot I_a} \approx \eta_{\text{н}} \cdot \frac{\omega}{\omega_{\text{н}}}$$

При **уменьшении** частоты вращения пропорционально **уменьшается КПД** электропривода

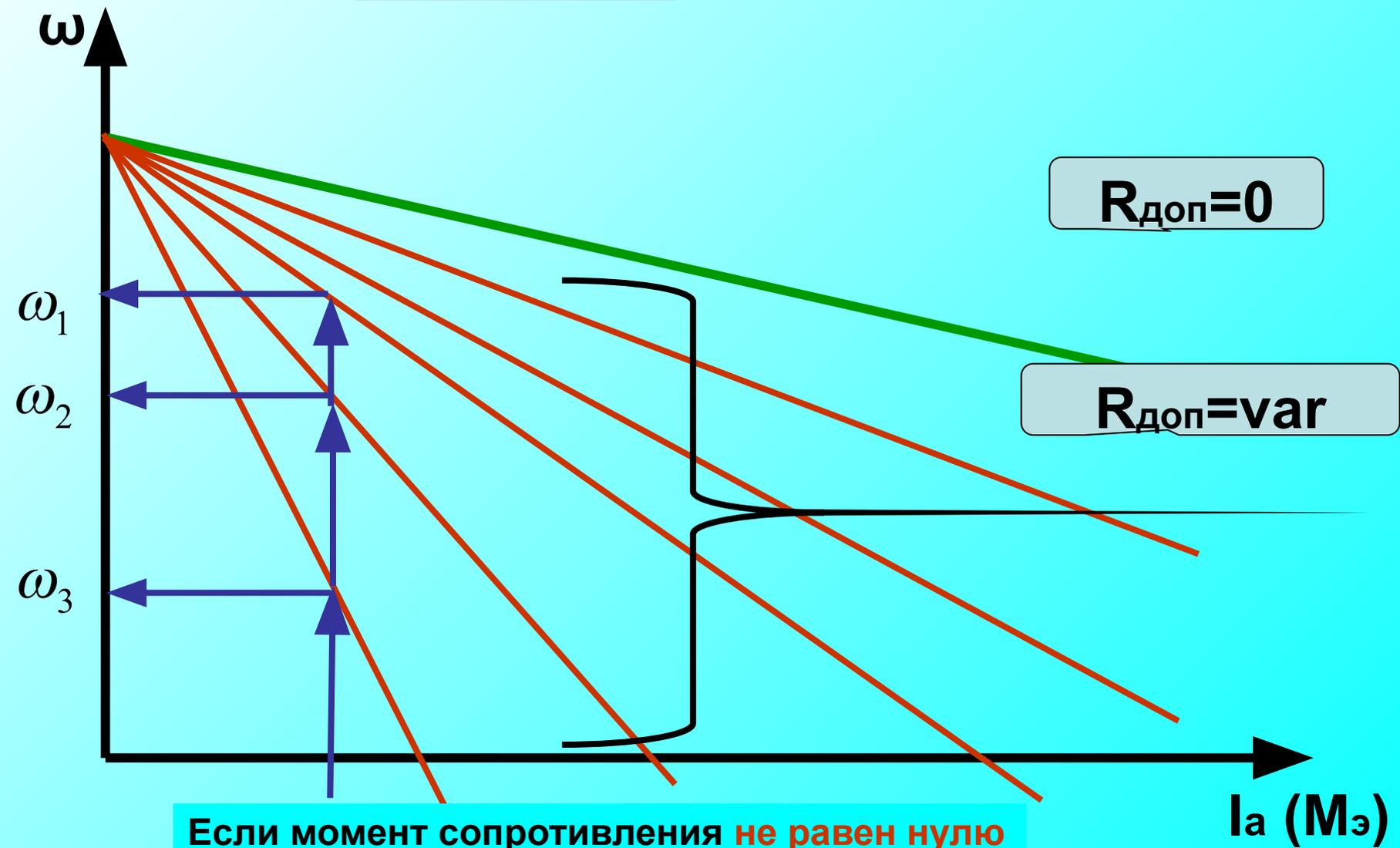
Регулирование частоты вращения

$$\omega = \frac{U_c}{C \cdot \Phi} - \frac{R_a \cdot M_{\text{э}}}{(C \cdot \Phi)^2}$$

$R_a + R_{\text{доп}} = \text{var}$

$$\omega_{\text{xx}} = \text{const}$$

$$\beta = \text{var} \downarrow$$



Если момент сопротивления **не равен нулю**
Изменяется (при изменении $R_{\text{доп}}$) и частота вращения

Регулирование частоты вращения

3. Изменением магнитного потока

$$\omega = \frac{U_c}{C \cdot \Phi} - \frac{R_a \cdot M_{\varepsilon}}{(C \cdot \Phi)^2}$$

Так как магнитная цепь машины работает при $K_{нас} = V_n / V_{нас} \sim 0.8$, регулировать магнитный поток **ВОЗМОЖНО ТОЛЬКО** в сторону уменьшения - **Ослабление поля**

$$\omega_{xx} = \frac{U_c}{C \cdot \Phi} = \text{var} \uparrow$$

При **уменьшении магнитного потока** - **частота вращения** на холостом ходу **возрастает**,

$$\beta = \frac{(C \cdot \Phi)^2}{R_a} = \text{var} \downarrow$$

а жесткость уменьшается.



$$D = \frac{\omega_{max}}{\omega_{min}} = 2 \div 3$$

= сеть

Ослабление поля используется как **дополнительный способ** регулирования

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\omega \cdot M_{C_{R1}}}{U_c \cdot I_a} \approx \eta_H$$

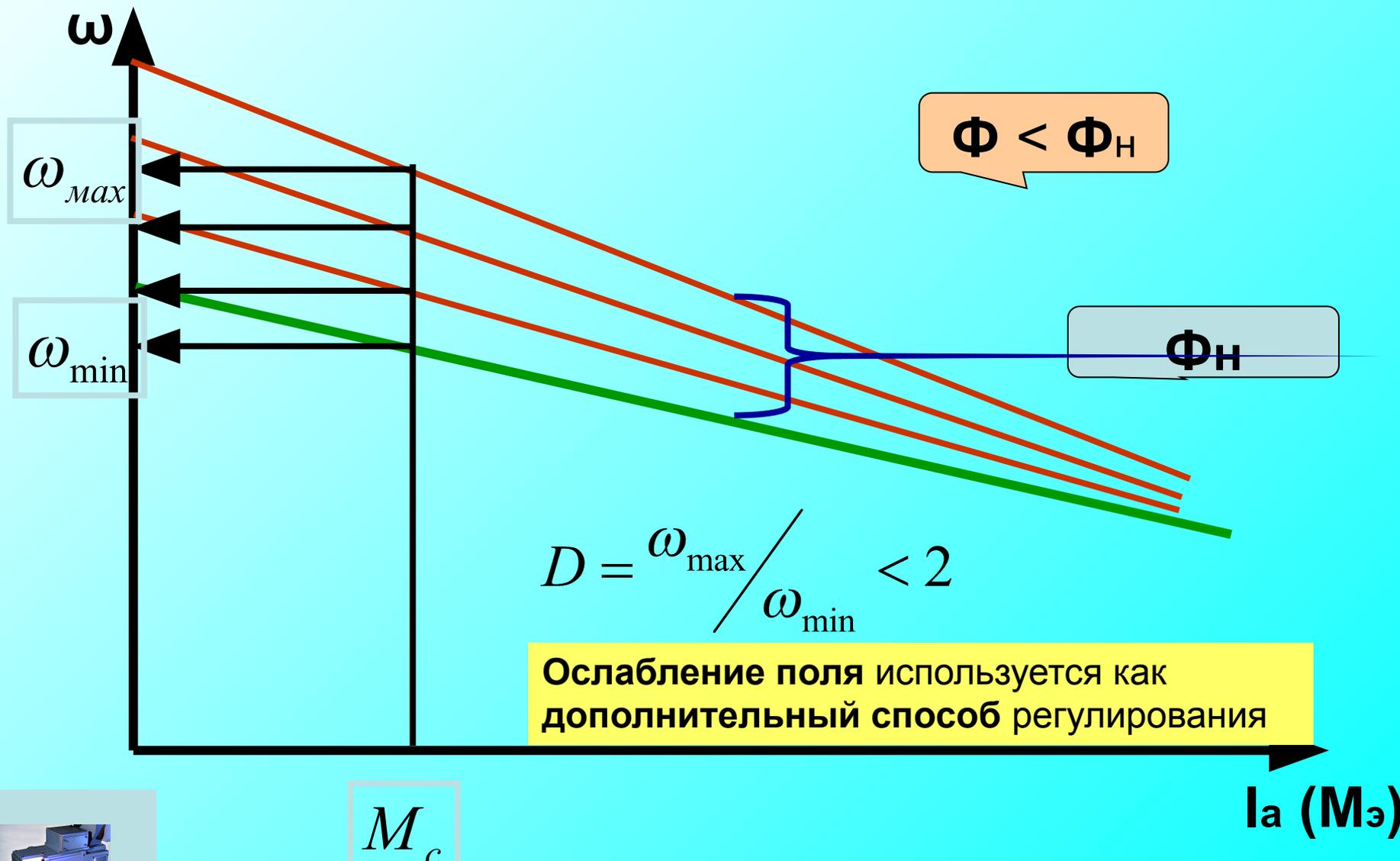
При **ослабление поля** (при неизменном моменте нагрузки) частота возрастает и **ток якоря** так же **возрастает** ($M_{\varepsilon} = C \cdot \Phi \cdot I_a$), следовательно **КПД** эл.привода **изменяется не значительно.**

Регулирование частоты вращения

$$\omega = \frac{U_c}{C \cdot \Phi} - \frac{R_a \cdot M_{\text{э}}}{(C \cdot \Phi)^2}$$

$\Phi = \text{var}$

$\omega_{xx} \uparrow \quad \beta \downarrow$



1. Что такое «Реакция якоря» в МПТ
2. Как вы понимаете термин «**Коммутация**» применительно к МПТ
3. Укажите **причины** возникновения **искрения** на коллекторе
4. Какие **методы** используют для **улучшения коммутации**
5. Объясните термин «**Электомагнитный момент**»
6. Какие **методы** используют для изменения **частоты вращения двигателя** **независимого** возб. при **$M=0$**
7. От каких параметров **зависит жесткость** мех. характеристики **шунтового эл. двигателя**
8. Как вы понимаете термин «**Глубина регулирования**»
9. Что такое «**потери энергии в меди**»
10. Объясните термин «**потери энергии в стали**»

«Реакция якоря» для индукторных машин – возникновение магнитного поля якоря и его влияние на основное магнитное поле, в МПТ вызывает искривление (поворот) общего магнитного поля

«Коммутация» переключение секции из одной ветви обмотки якоря в другую и **происходящее при этом изменение тока**

3 При нелинейной коммутации **плотность тока на крае щетки возрастает** – происходит выгорание (искрение) части щетки

- увеличение сопротивления щеток
- смещение щеток с геометрической нейтрали
- дополнительные полюса

5. Объясните термин «**Электомагнитный момент**»

Электромагнитный момент:

$$M_{\text{э}} = C \cdot \Phi \cdot I_a$$

6. Какие **методы** используют для изменения **частоты вращения двигателя** независимого возб. при **M=0**

$$\omega = \frac{U_c}{C \cdot \Phi} - \frac{R_a M}{C \cdot \Phi}$$

7. От каких **Параметров** зависит **жесткость** мех. характеристики **шунтового эл. двигателя**

$$M = 0 \Rightarrow \omega_{ХХ} = \frac{U_c}{C \cdot \Phi}$$

$$\beta = \frac{(C \cdot \Phi)^2}{R_a + R}$$

8. Как вы понимаете термин **«Глубина регулирования»**

Потери энергии, связанные с протеканием тока в проводниках из-за наличия активного сопротивления проводника

$$\Delta P_M = \sum I_m^2 \cdot R_m$$

Потери энергии, связанные с перемагничиваем магнитопроводов машин

$$\Delta P_{СТ} \equiv B; J; \dots$$