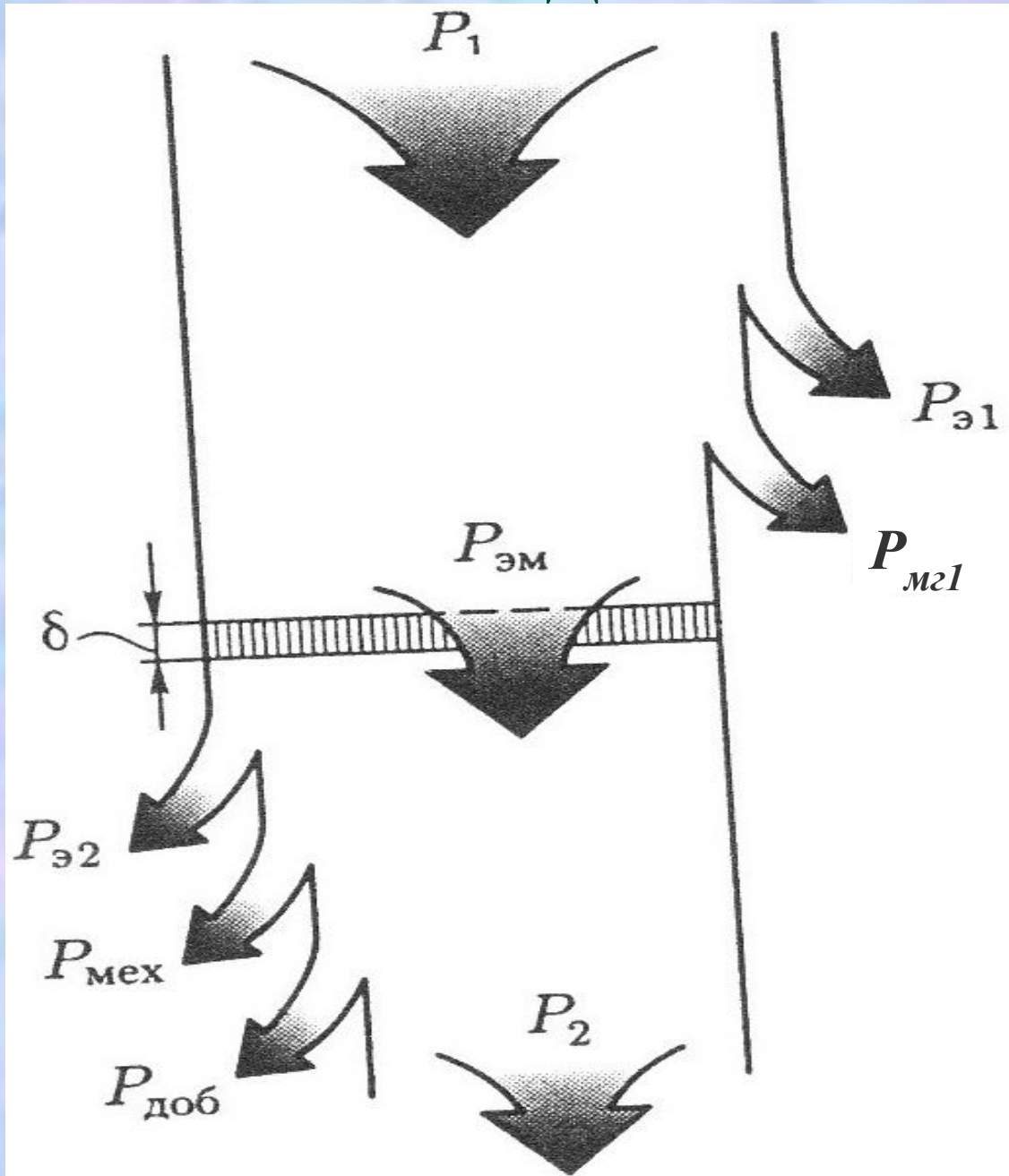


1

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ДИАГРАММА АД



## 2 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ

*Потребляемая мощность:*

$$P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1$$

*Магнитные потери:*

$$P_{мг} = P_{мг1} = m_1 I_0^2 r_m$$

*Электрические потери в обмотке статора:*

$$P_{эл1} = m_1 I_1^2 r_1$$

*Электромагнитная мощность:*

$$P_{эм} = P_1 - (P_{эл1} + P_{мг})$$

### 3 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ

*Электрические потери в обмотке ротора:*

$$P_{\text{э}2} = m_2 I_2^2 r_2 = m_1 I_2'^2 r_2'$$

$$P_{\text{э}2} = s P_{\text{эм}}$$

*Механические потери:*

$$P_{\text{мех}} = n_2^2$$

*Добавочные потери:*

$$P_{\text{доб}} = 0,005 P_1$$

## 4 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ

*Сумма всех потерь АД:*

$$\sum P = P_{мг} + P_{э1} + P_{э2} + P_{мех} + P_{доб}$$

*Полезная мощность на валу АД:*

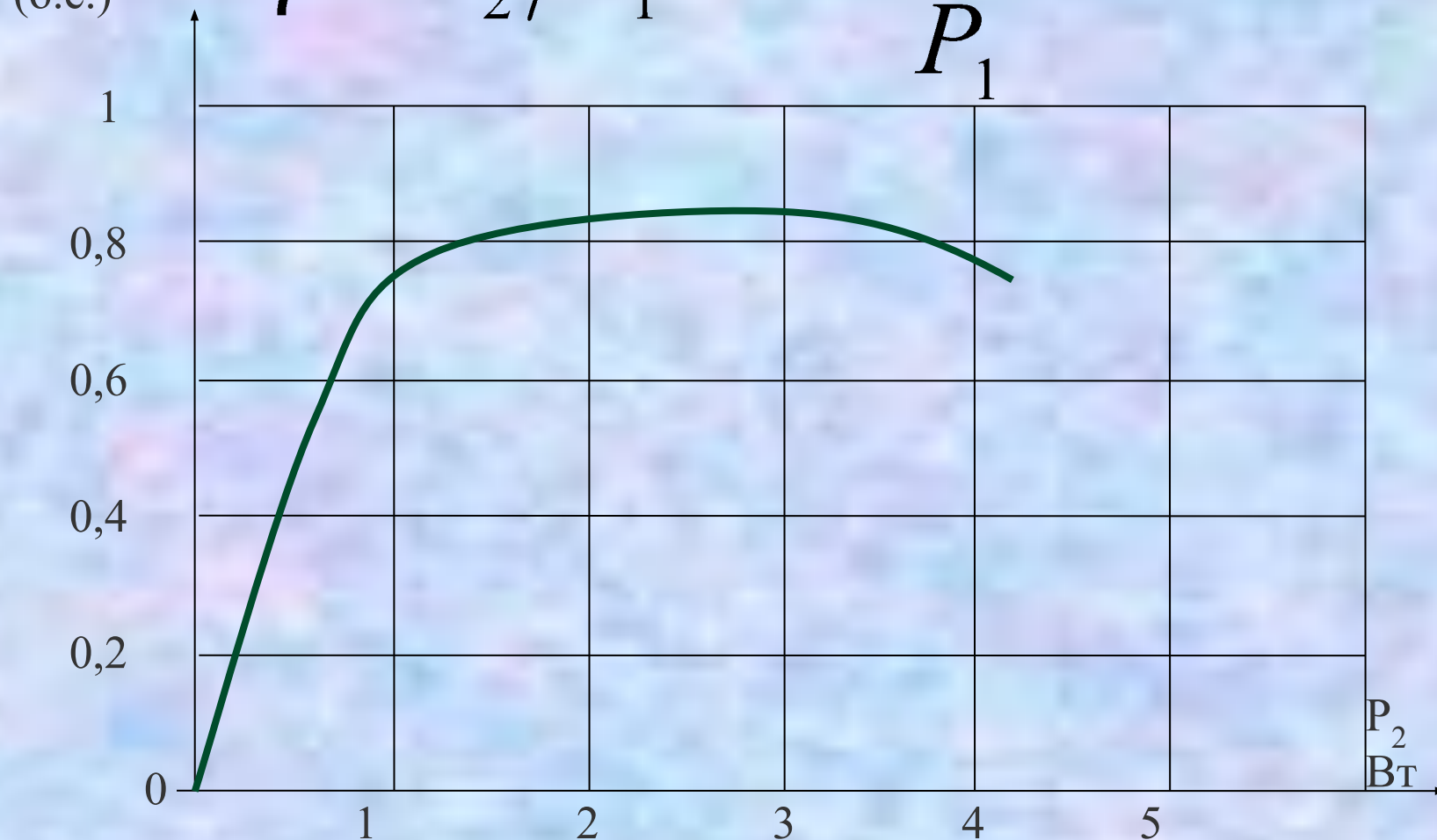
$$P_2 = P_1 - \sum P$$



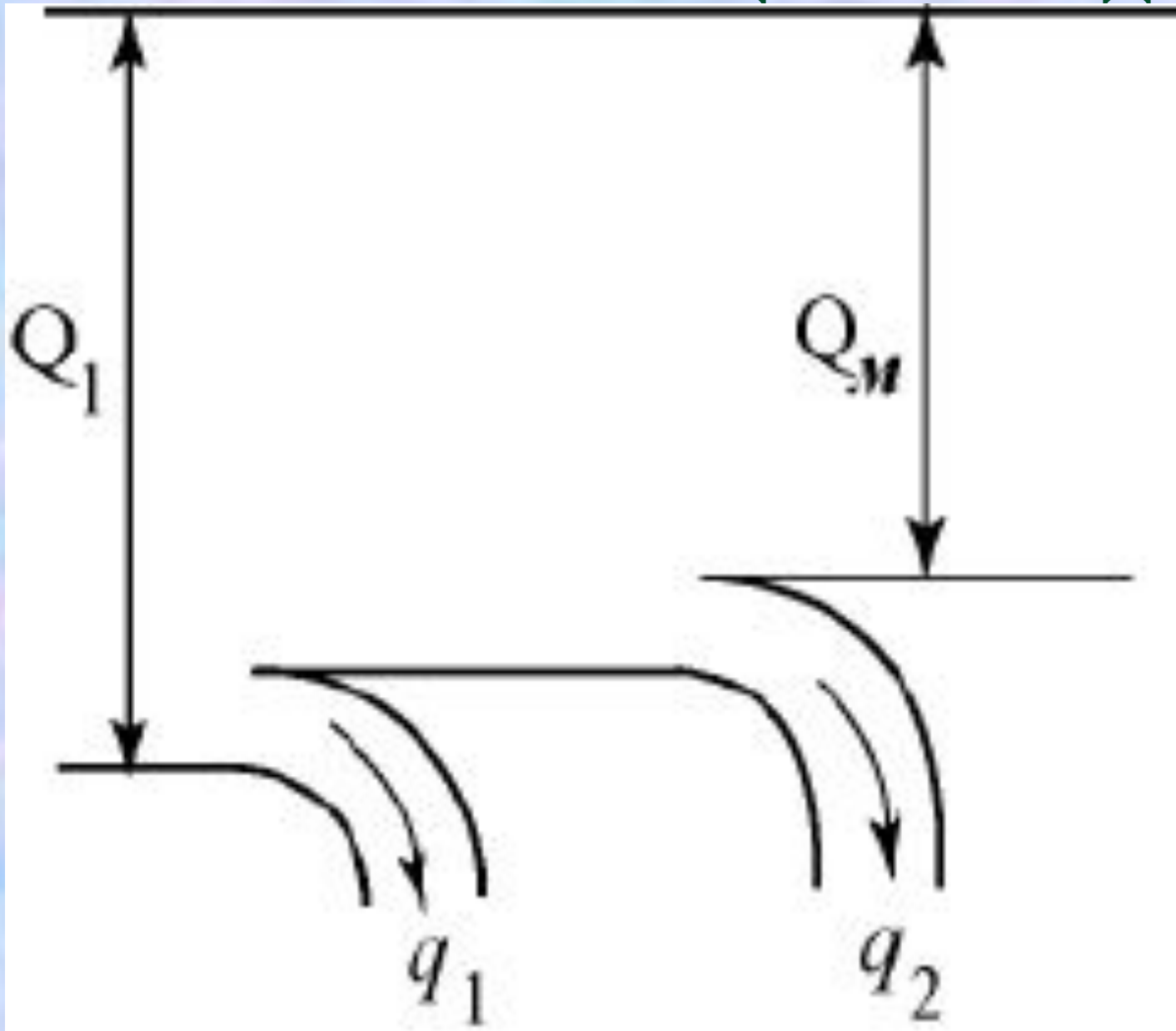
5

# КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ АД

$$\eta = P_2 / P_1 = \frac{P_1 - \sum P}{P_1}$$



# ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ДИАГРАММА РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ АД



## 7 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ

*Потребляемая реактивная мощность:*

$$Q_1 = m_1 U_1 I_1 \sin \varphi_1$$

*Реактивные мощности расходуемые на создание*

*полей рассеивания статора  $q_1$  и ротора  $q_2$*

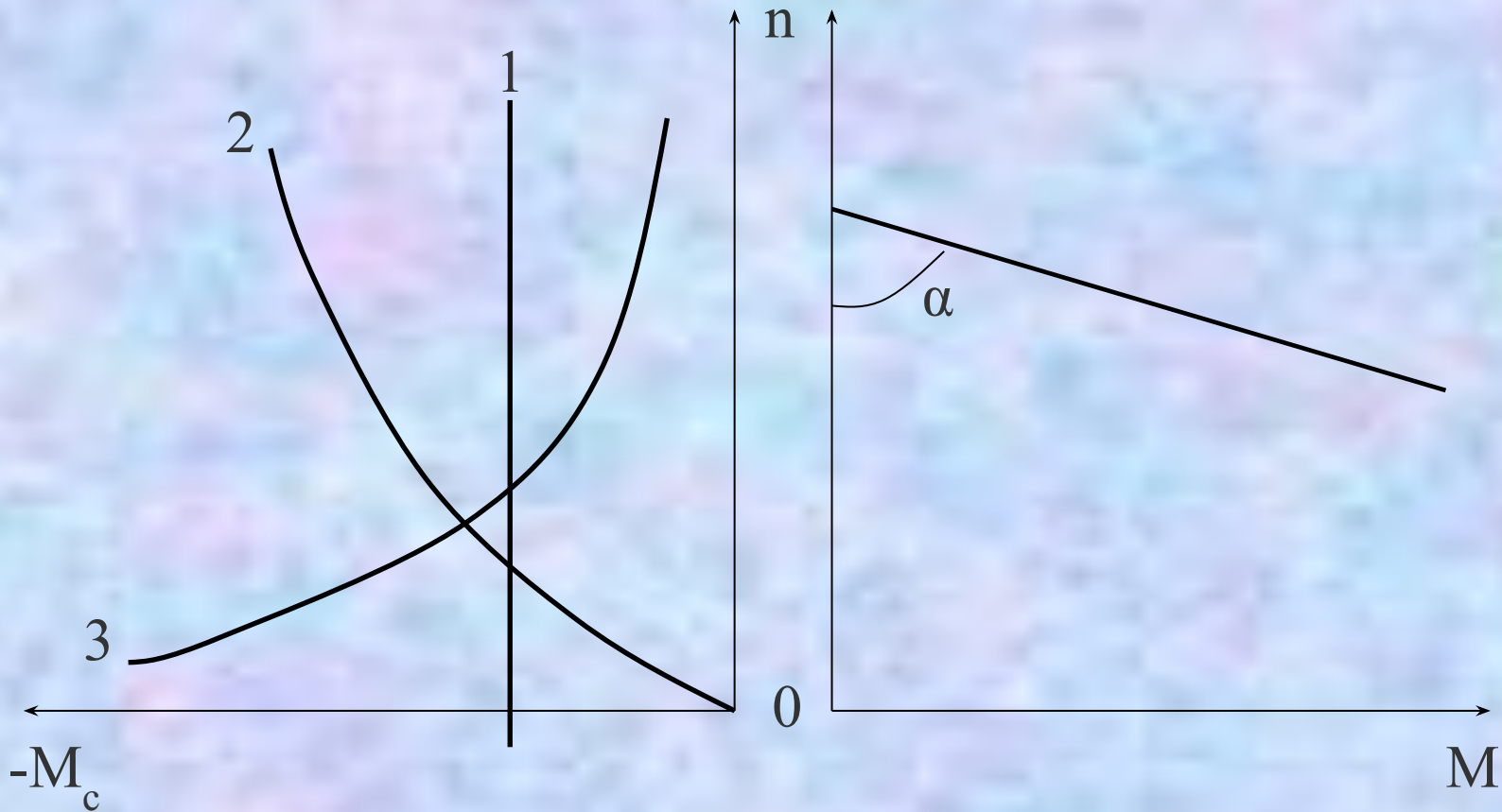
$$q_1 = m_1 I_1^2 x_{\sigma 1} \quad q_2 = m_1 (I_2)^2 x_{\sigma 2} = m_2 I_2^2 x_{\sigma 2}$$

*Реактивная мощность расходуемая на создание основного магнитного поля машины*

$$Q_m = m_1 I_0^2 x_m$$

$$Q_1 = Q_m + q_1 + q_2$$

# 8 МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АД



*Чем больше угол  $\alpha$ , тем жестче хар-ка:  
при  $\alpha=90^\circ$  хар-ка абсолютно жесткая,  
при  $80^\circ < \alpha < 90^\circ$  - жесткая,  
при  $\alpha < 80^\circ$  - мягкая.*



9

## ВРАЩАЮЩИЕ МОМЕНТЫ АД

*Электромагнитный момент асинхронной машины*

$$M = P_{\text{эм}} / \omega_1 = 9,55 P_{\text{эм}} / n_1$$

$$\omega_1 = 2\pi n_1 / 60 = 2\pi f_1 / p$$

$$n_1 = 9,55 \omega_1$$

где  $\omega$  – синхронная угловая скорость вращения (рад/с):

$n_1$  – синхронная частота вращения (об/мин):

$$M = P_{\text{э}2} / (\omega_1 s) = m_1 I_2'^2 r_2' / (\omega_1 s)$$

*Т.Е. электромагнитный момент АД*

*пропорционален мощности электрических потерь в обмотке ротора.*

# ВРАЩАЮЩИЕ МОМЕНТЫ АМ

Значение тока ротора в рабочем контуре Г-образной схемы замещения, где знаменатель представляет полное сопротивление рабочего контура:

$$I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{(r_1 + r_2' / s)^2 + (x_1 + x_2')^2}}$$

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МОМЕНТ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ В (Н\*М)

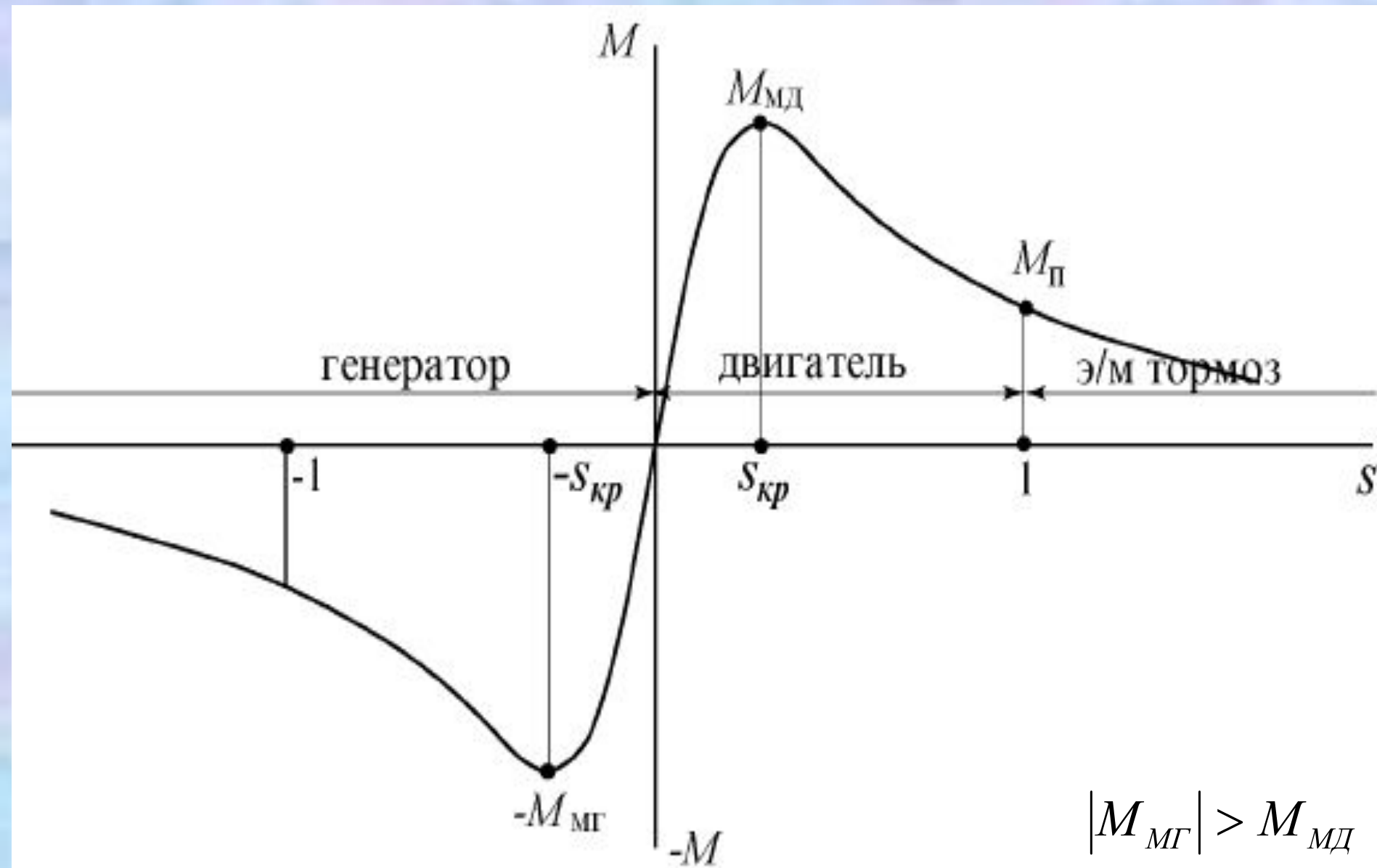
$$M = \frac{m_1 U_1^2 r_2' p}{2\pi f_1 s [(r_1 + r_2' / s)^2 + (x_1 + x_2')^2]}$$

### ВЫВОДЫ :

1.  $M \equiv U_1^2$ .
2. М тем меньше, чем больше  $r_1$ .
3. М тем меньше, чем больше  $X_{\sigma 1}, X_{\sigma 2}'$ .
4.  $M \equiv (I_2')^2$ .

# 11 МЕХАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АМ

$M=f(s)$  при  $U_1=\text{const}$ ,  $f_1=\text{const}$



# ВРАЩАЮЩИЕ МОМЕНТЫ

Максимальному моменту соответствует величина критического скольжения  $dM / ds = 0$

$$s_{кр} = \pm r_2' / \sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}$$

Максимальный момент (Н\*м):

$$M_{max} = \pm \frac{m_1 U_1^2 p}{4\pi f_1 [\pm r_1 + \sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}]}$$

«+» - двигательный режим, «-» - генераторный режим

$$r_1 \ll (x_1 + x_2') \Rightarrow$$

$$s_{кр} \approx \pm r_2' / (x_1 + x_2')$$

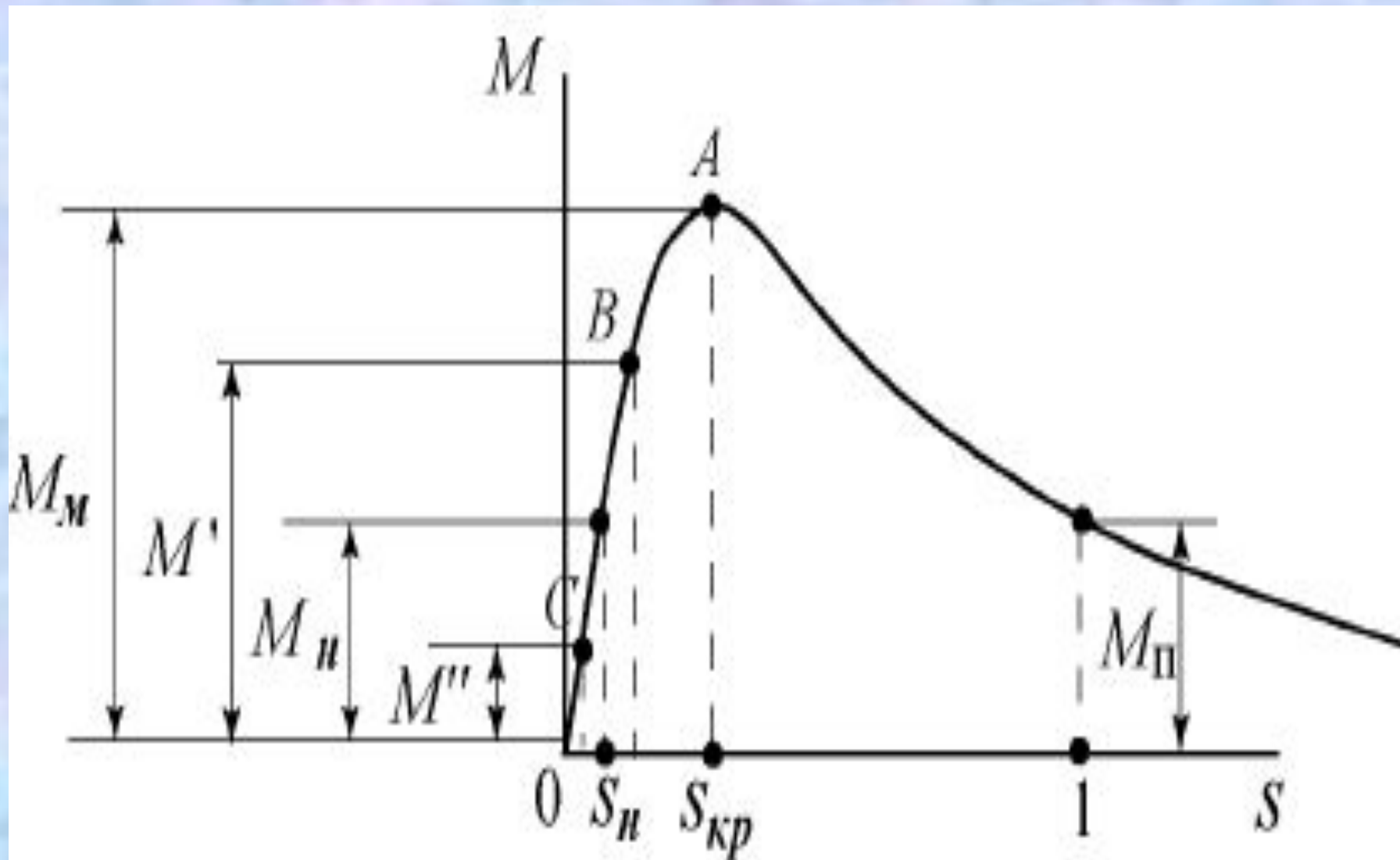
$$M_{max} = \pm \frac{m_1 U_1^2 p}{4\pi f_1 (x_1 + x_2')}$$



## ВЫВОДЫ по $M_m$ :

1.  $M_m$  НЕ ЗАВИСИТ ОТ  $r_2'$ , но  $S_{кр} = var$ .
2.  $M_m \equiv U_1^2$
3.  $M_m \equiv 1/\chi_{\sigma_1}$ ,  $1/\chi_{\sigma_2}'$ .
4.  $|M'_m| > M_m$ .
5.  $M_m \equiv \Phi^2$ .

# 14 МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ



# ПУСКОВОЙ МОМЕНТ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ (Н\*М)

$$s=1$$

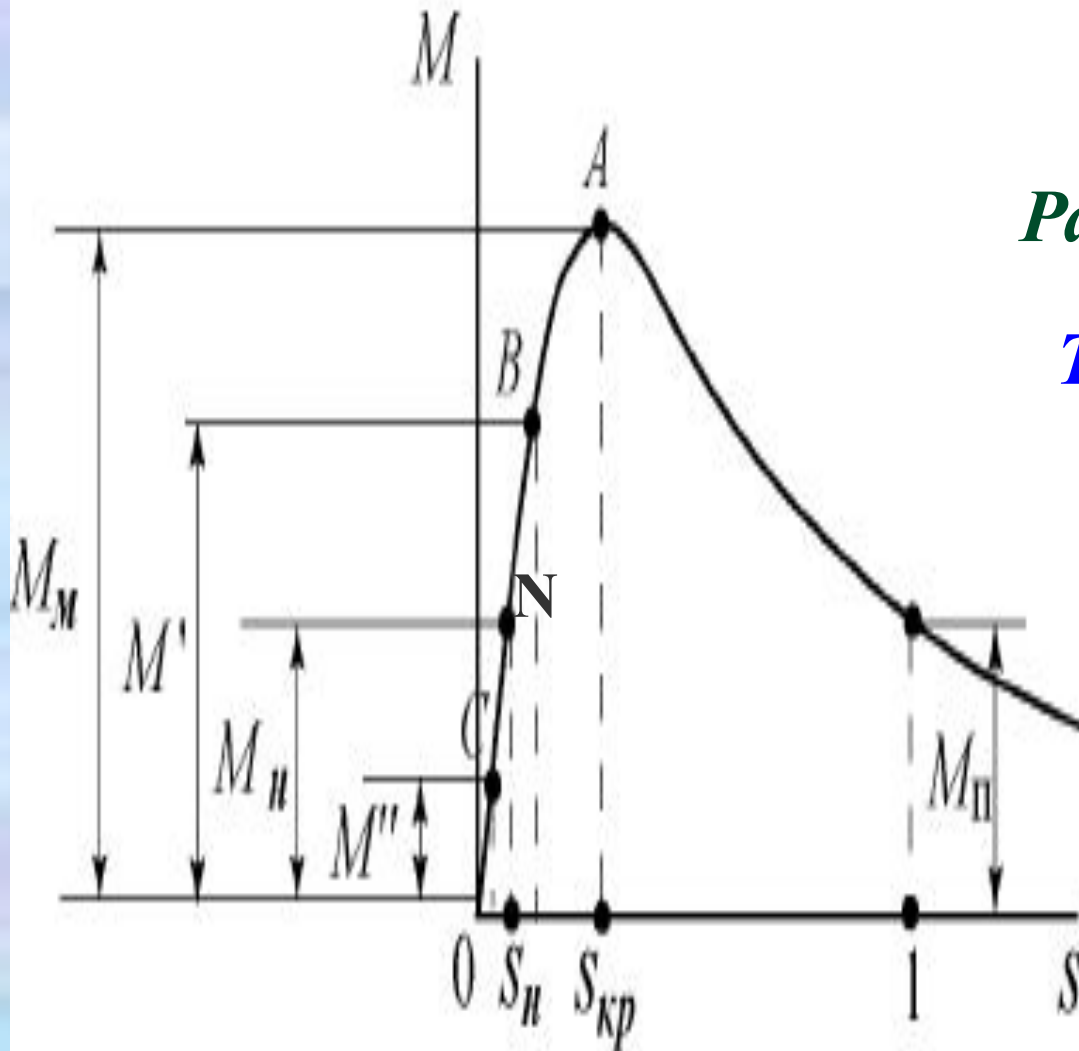
$$M_n = \frac{m_1 U_1^2 r_2'}{2\pi f_1 [(r_1 + r_2')^2 + (x_1 + x_2')^2]}$$

ВЫВОДЫ по Мп :

1.  $M_n \equiv U_1^2$
2. С УВЕЛИЧЕНИЕМ  $r_2'$  МОМЕНТ  $M_n$  РАСТЁТ  
ДО ТЕХ ПОР ПОКА НЕ СТАНЕТ  $S_{кр} = 1$ .



# 16 МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ



*Равенство моментов*

$$M \approx M_c$$

*Рабочий участок - АО*

*Точка N – номинальный режим работы*

$$M = M_{ном}, s = s_{ном}$$

*Точка B –  $M'_c > M_{ном}$ ,  
 $n_2 \downarrow, s \uparrow \Rightarrow M' = M'_c$*

*Точка C –  $M'_c < M_{ном}$ ,  
 $n_2 \uparrow, s \downarrow \Rightarrow M'' = M''_c$*



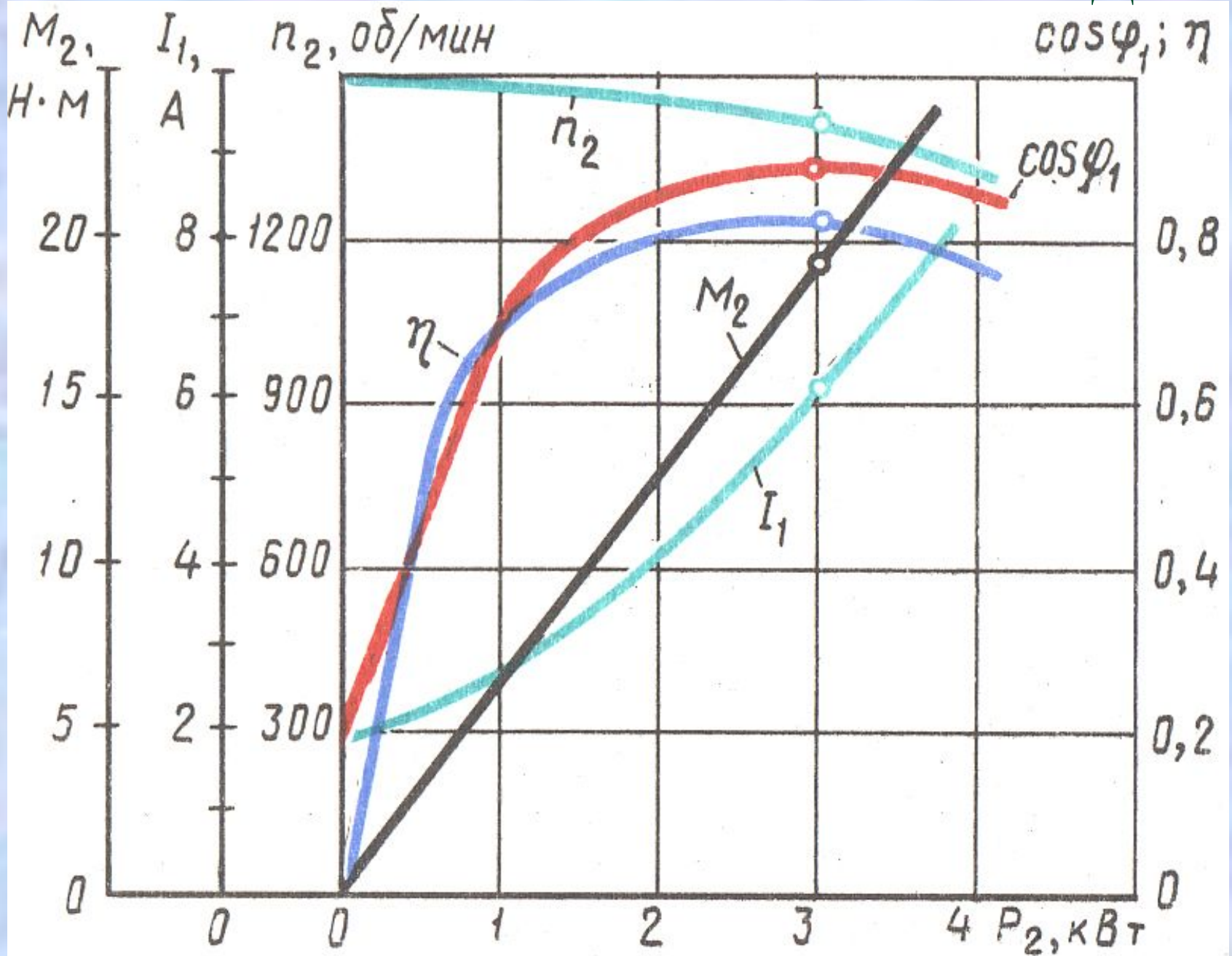
# 17 ПЕРЕГРУЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ АД

*Определяется соотношением  
максимального момента к номинальному:*

$$\lambda_m = \frac{M_{max}}{M_{ном}}$$

*Для АД общепромышленного назначения  
составляет  $\lambda_m = 1,7 \div 2,5$ .*

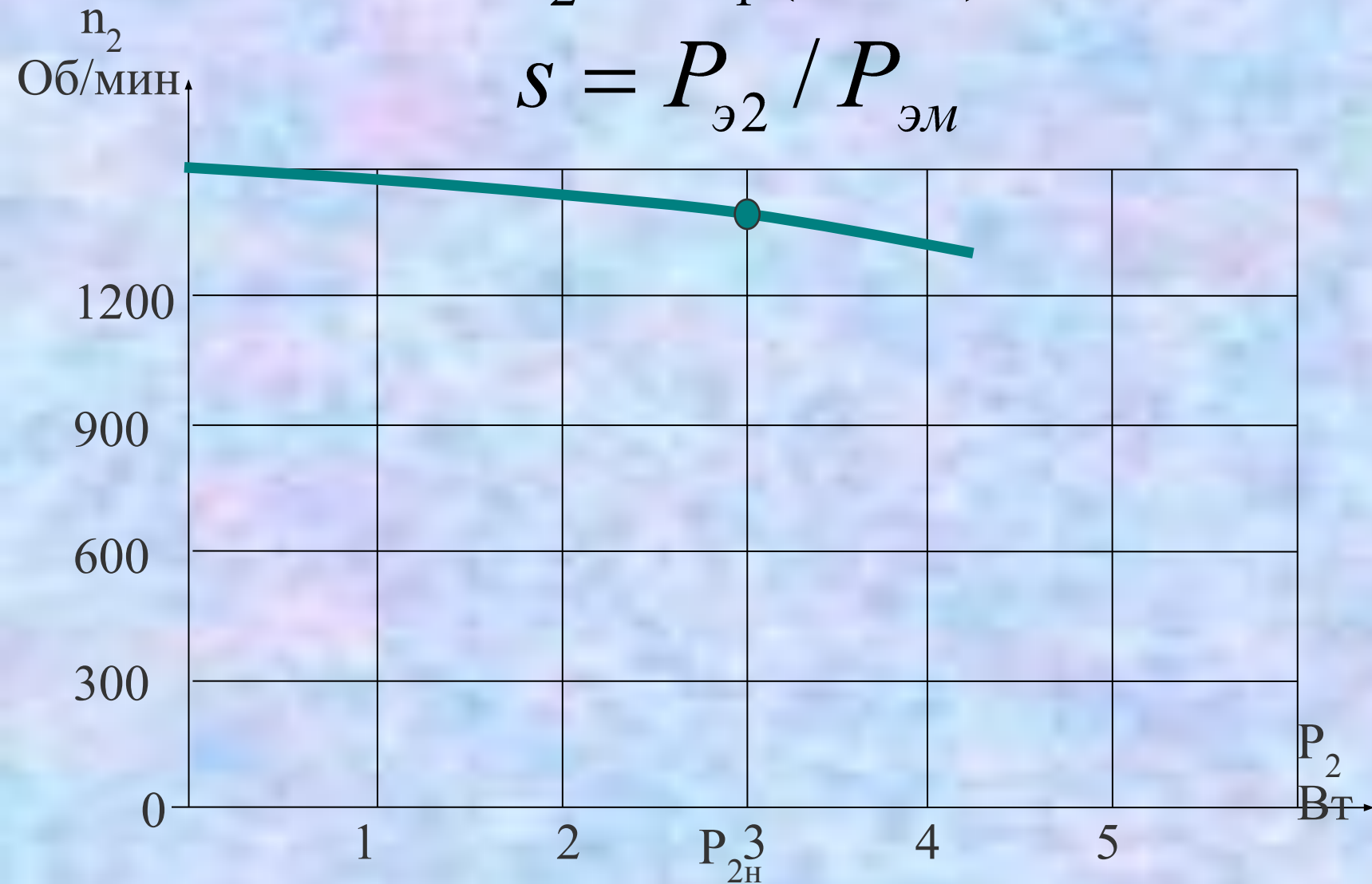
## РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АД



# Скоростная хар-ка $n_2=f(P_2)$

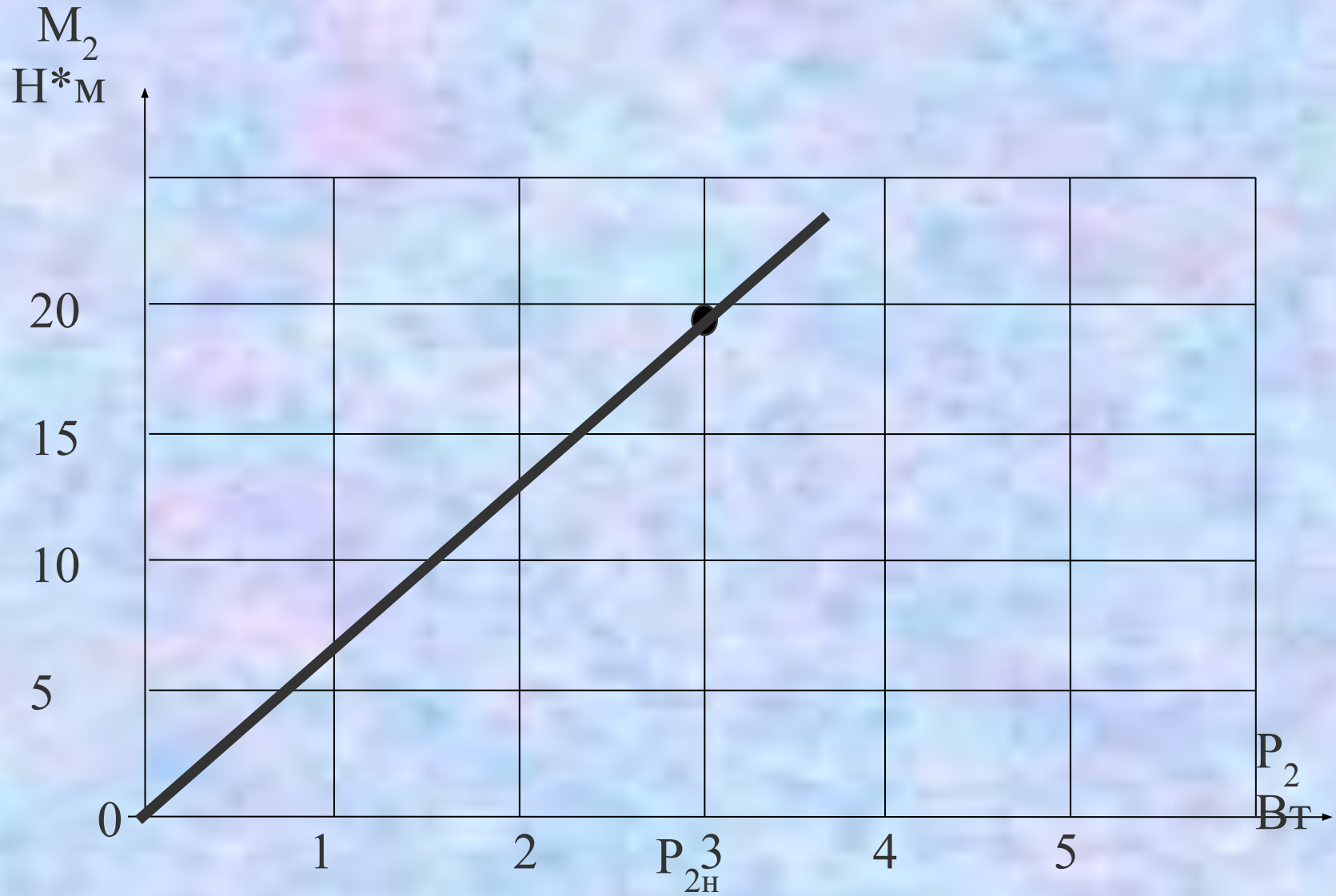
$$n_2 = n_1(1 - s)$$

$$s = P_{\text{э}2} / P_{\text{эм}}$$



## Зависимость $M_2=f(P_2)$

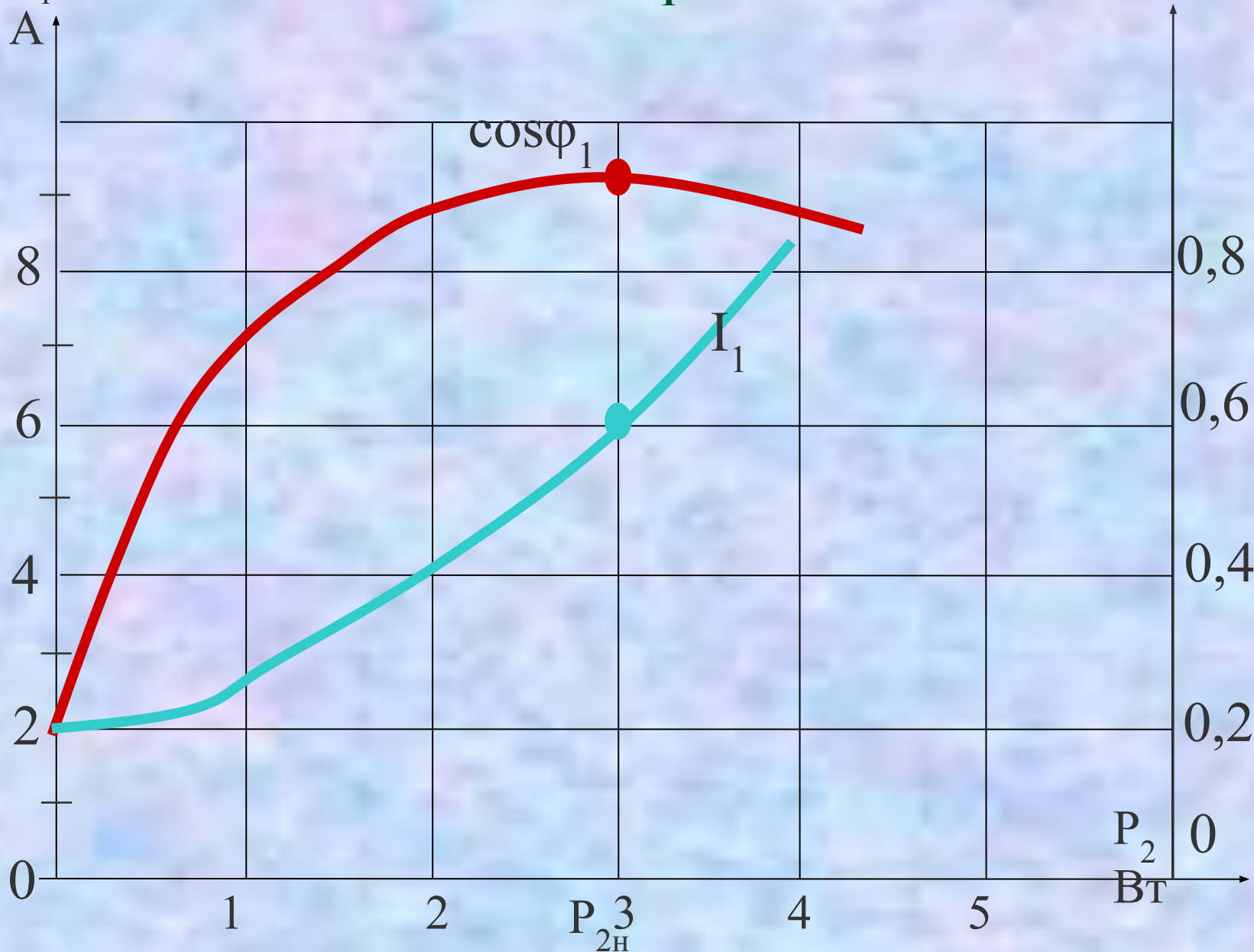
$$M_2 = P_2 / \omega_2 = 60P_2 / (2\pi n_2) = 9,55P_2 / n_2$$





21

# Зависимость $\cos \varphi_1 = f(P_2)$



# ОПЫТ ХОЛОСТОГО ХОДА АД

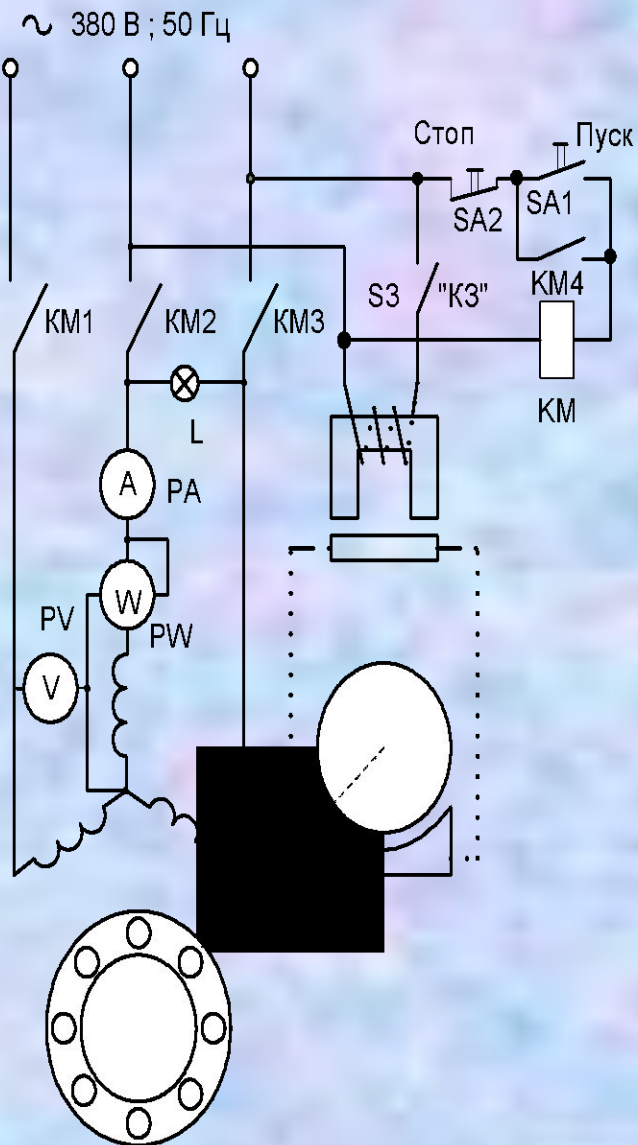
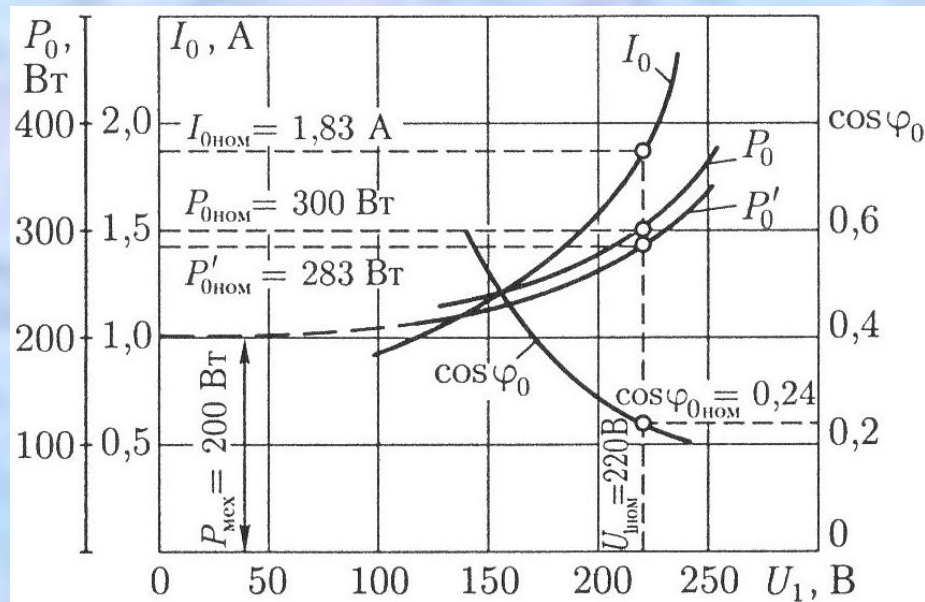


Рис 2.1 Электрическая схема для испытания асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в режимах холостого хода и короткого замыкания

- *Var*  $U_1 = 1,15 U_{1ном}$
- По приборам:  $P_0$ ,  $I_0$
- Расчет:  $\cos \varphi_0 = P_0 / (m_1 U_1 I_0)$
- Построение характеристик  $XH$  и графическое определение  $P_{0ном}$ ,  $I_{0ном}$ ,  $\cos \varphi_{0ном}$



• При  $U_{\text{к.ном}}$  определяют параметры  
 $P_{\text{к.ном}}, I_{\text{к.ном}}, \cos \varphi_{\text{к.ном}}$

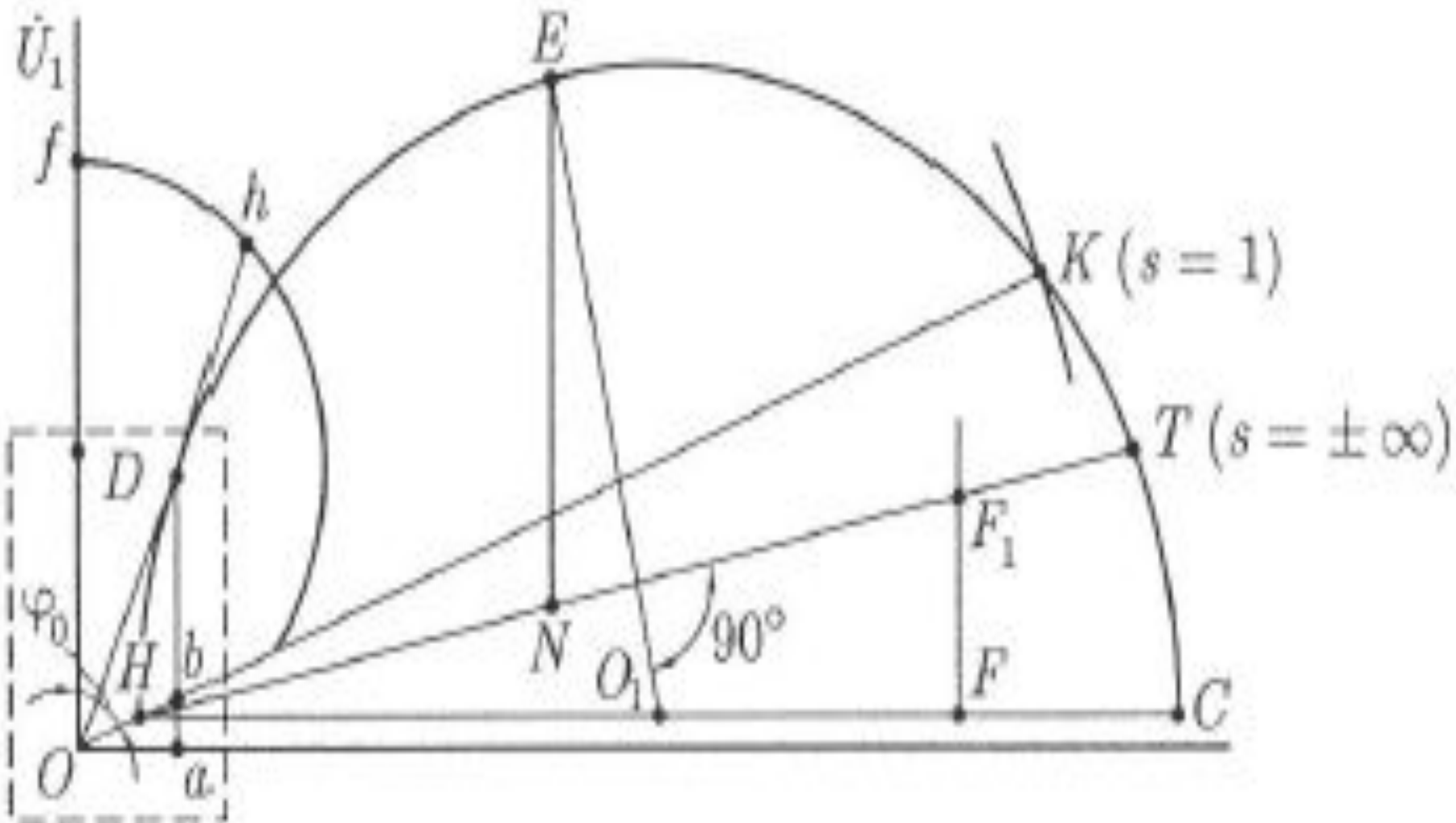
$$\cos \varphi_{\text{к}} = P_{\text{к}} / (m_1 U_{\text{к}} I_{\text{к}})$$

$$z_{\text{к}} = U_{\text{к}} / I_{\text{к}}$$

$$r_{\text{к}} = z_{\text{к}} \cos \varphi_{\text{к}}$$

$$x_{\text{к}} = \sqrt{z_{\text{к}}^2 - r_{\text{к}}^2}$$

$$Q_1 = \left[ (r_1' - r_{1.20}) (255 / r_{1.20}) \right] + 20$$





**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**