

УСЛОВИЯ ПУСКА АД

1

- 1. АД должен развивать при пуске достаточно большой пусковой момент, который должен быть больше статического момента сопротивления на валу, чтобы ротор АД мог прийти во вращение и достичь номинальной скорости вращения;**
- 2. Величина пускового тока должна быть ограничена таким значением, чтобы не происходило повреждения АД и нарушения нормального режима работы сети;**
- 3. Схема пуска должна быть по возможности простой, а количество и стоимость пусковых устройств – малыми.**

ПРЯМОЙ ПУСК АД С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Включение обмотки статора АД непосредственно в сеть, на номинальное напряжение обмотки статора $U_c = U_{1ном}$

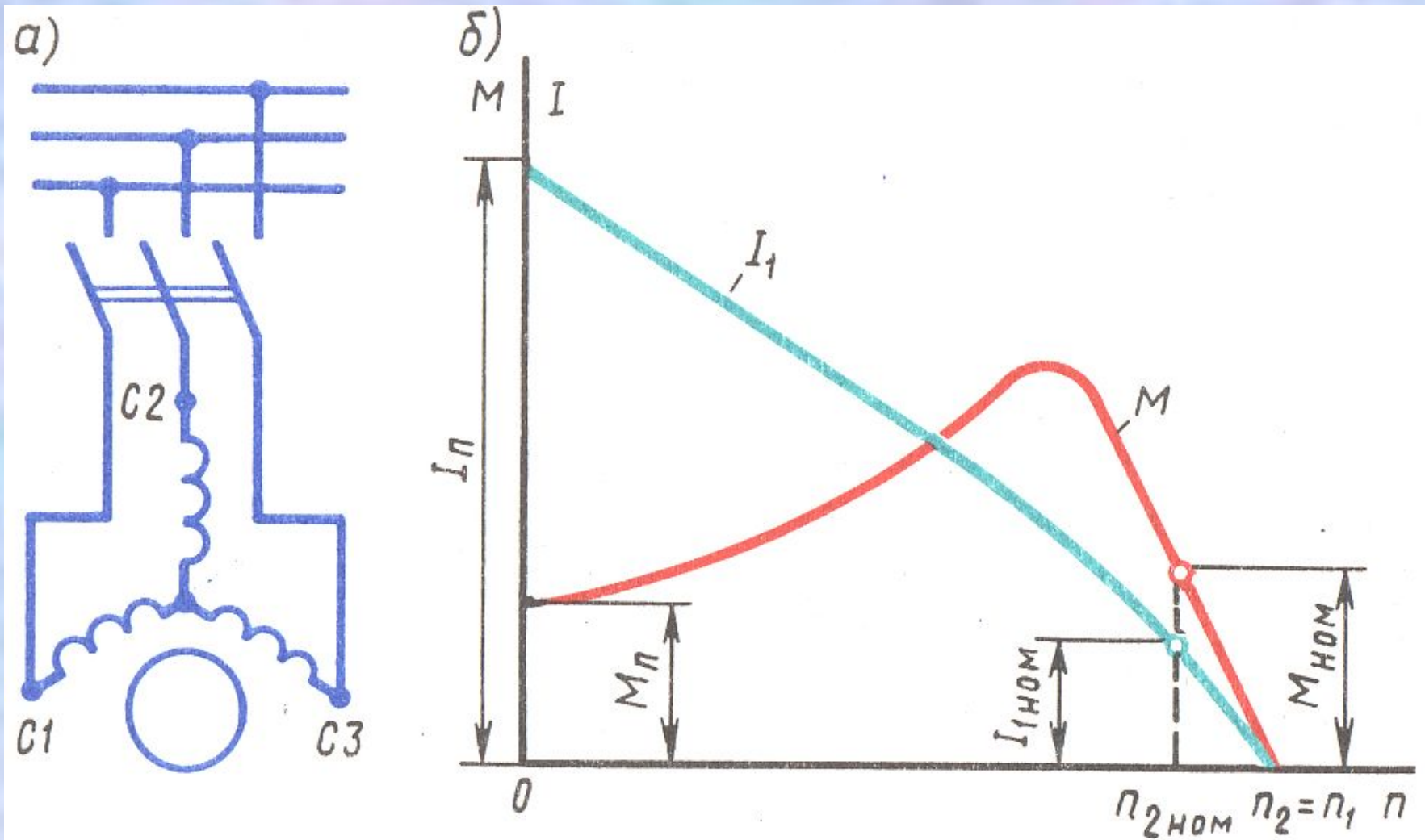
Пусковой ток АД:

$$I_{1n} = U_{1н} / \sqrt{r_k^2 + x_k^2} = (4 \div 7) I_{1н}$$

$r_k = r_1 + r_2'$ - активное сопротивление фазы АД при коротком замыкании

$x_k = x_1 + x_2'$ - индуктивное сопротивление фазы АД при коротком замыкании

СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ В СЕТЬ АД ХАРАКТЕРИСТИКИ ПУСКА



⚠️ ВОЗМОЖЕН, КОГДА $I_{1п}$ НЕ ВЫЗЫВАЕТ НЕДОПУСТИМО БОЛЬШИХ ПАДЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТИ ($\leq 10 \div 15\%$)

СПОСОБЫ ПУСКА АД ПРИ ПОНИЖЕННОМ НАПРЯЖЕНИИ

- 1) РЕАКТОРНЫЙ
- 2) АВТОТРАНСФОРМАТОРНЫЙ
- 3) ПУСК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ
«звезда-треугольник»

НЕДОСТАТОК – при снижении подводимого напряжения пропорционально квадрату напряжения на зажимах обмотки статора или квадрату пускового тока АД понижается и пусковой момент

РЕАКТОРНЫЙ ПУСК

Пониженное напряжение

$$U_1' = U_{1\text{ном}} - X_p$$

Начальный пусковой ток при прямом пуске

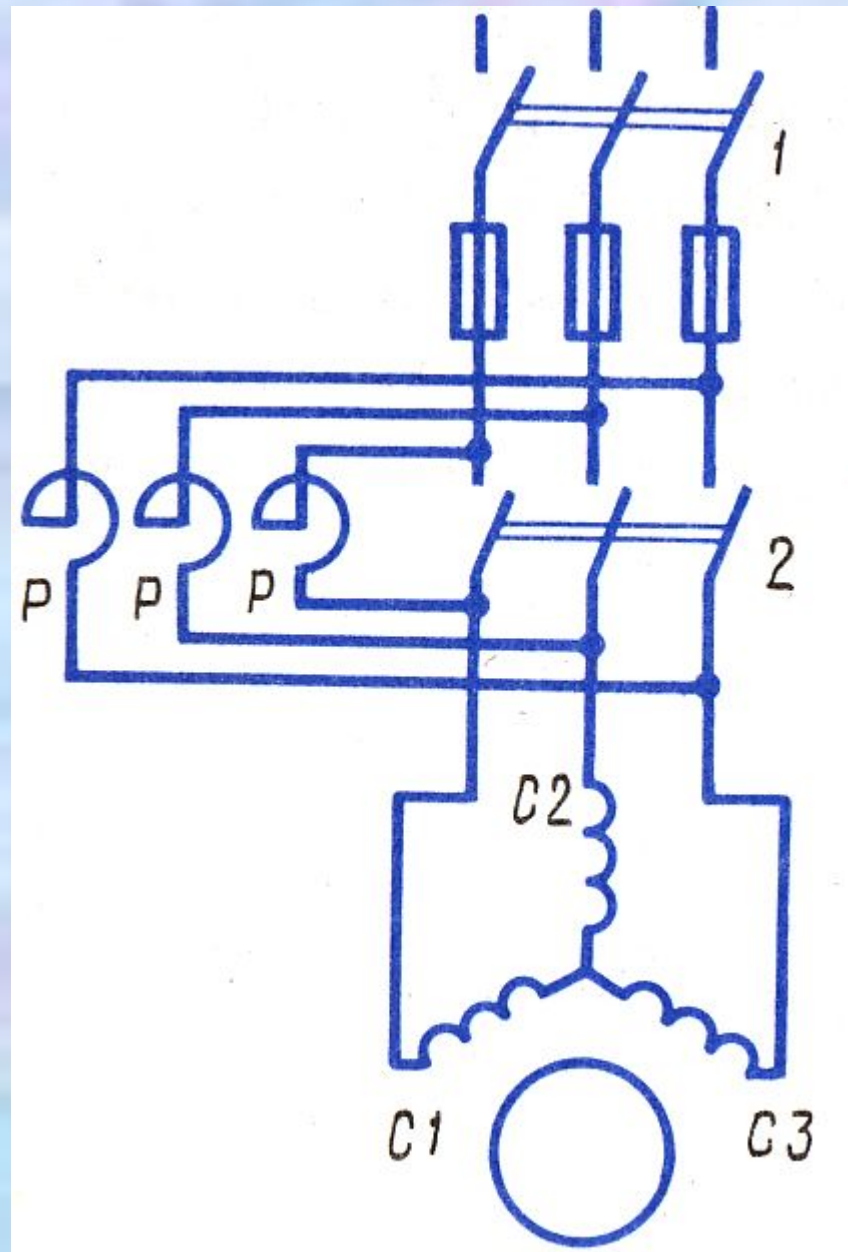
$$I_{nn} = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{r_k^2 + x_k^2}}$$

Начальный пусковой ток реакторном пуске

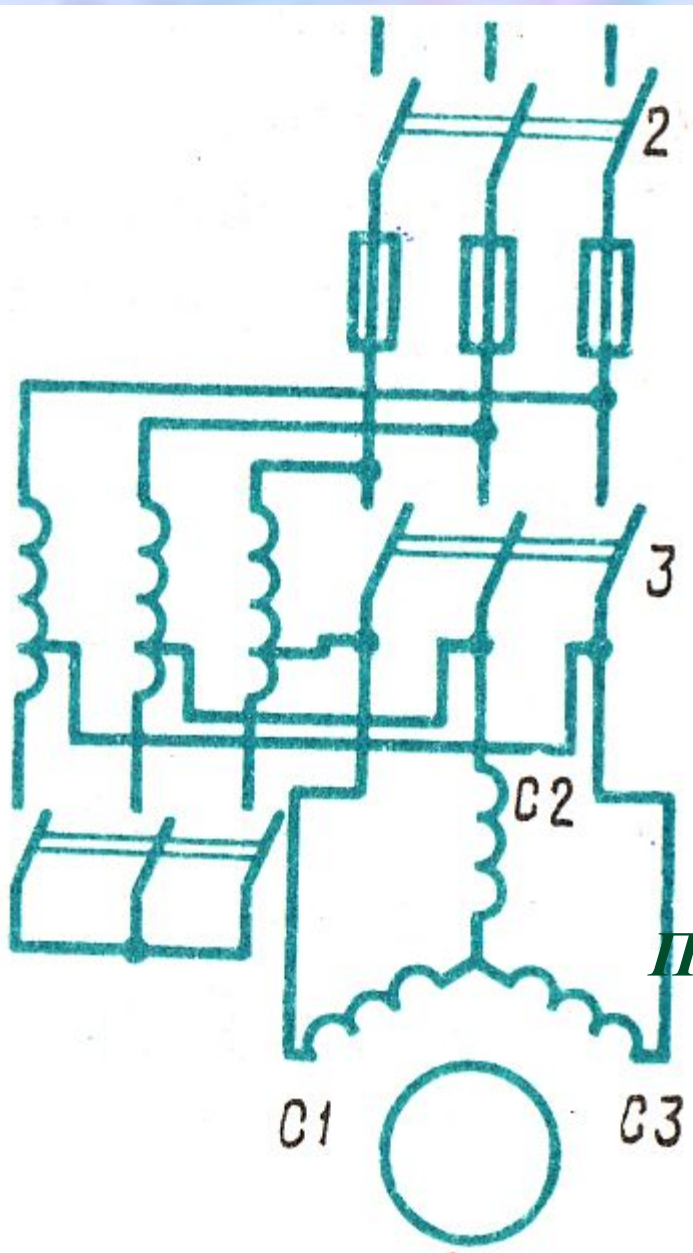
$$I_{np} = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{r_k^2 + (x_k + x_p)^2}}$$

$$\frac{I_{nn}}{I_{np}} = \sqrt{\frac{r_k^2 + (x_k + x_p)^2}{r_k^2 + x_k^2}}$$

$$\frac{M_{nn}}{M_{np}} = \frac{r_k^2 + (x_k + x_p)^2}{r_k^2 + x_k^2}$$



АВТОТРАНСФОРМАТОРНЫЙ ПУСК



K_A – коэффициент трансформации
автотрансформатора

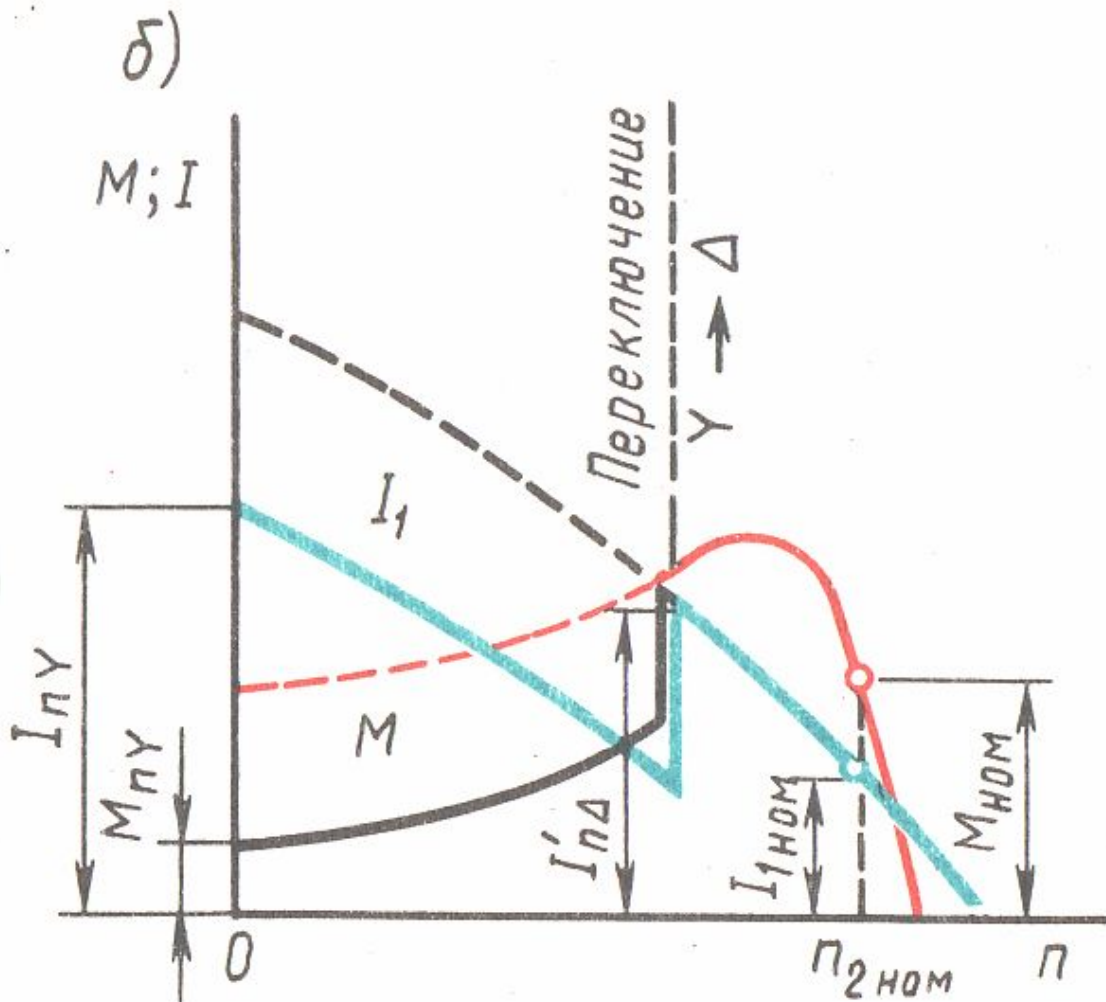
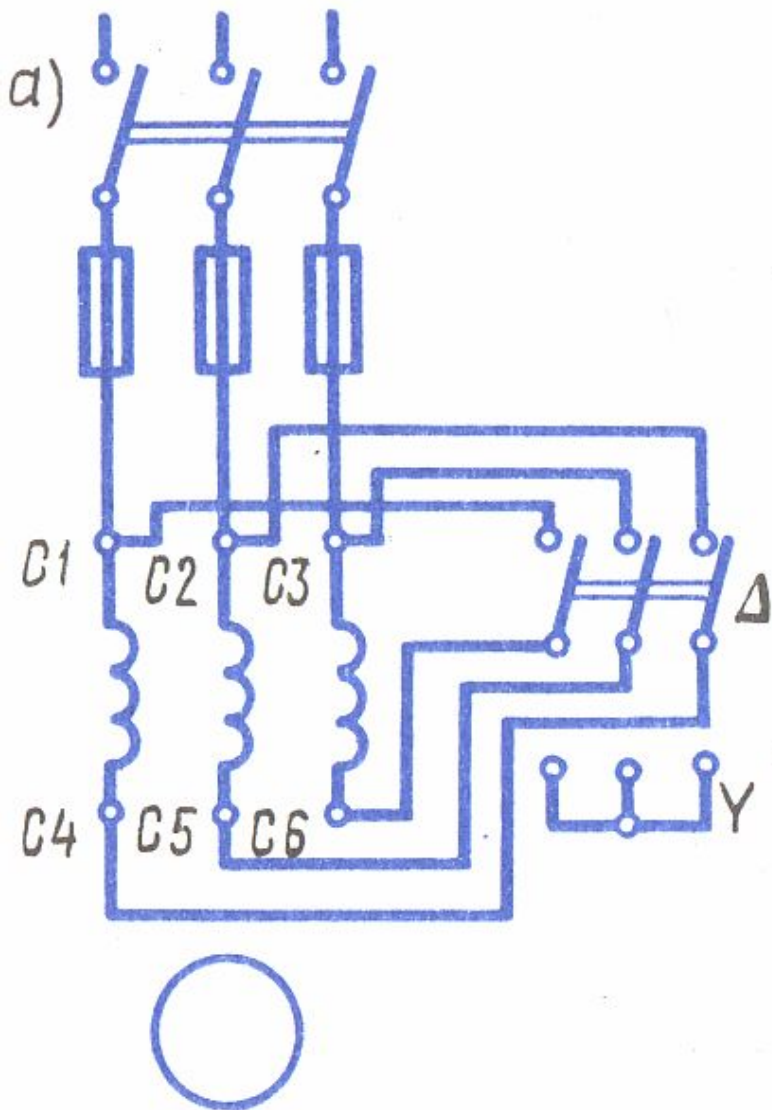
Три ступени:

на первой – $U1 = (0,50-0,60)U1ном$,
на второй – $U1 = (0,70-0,80)U1ном$,
на третьей – $U1ном$.

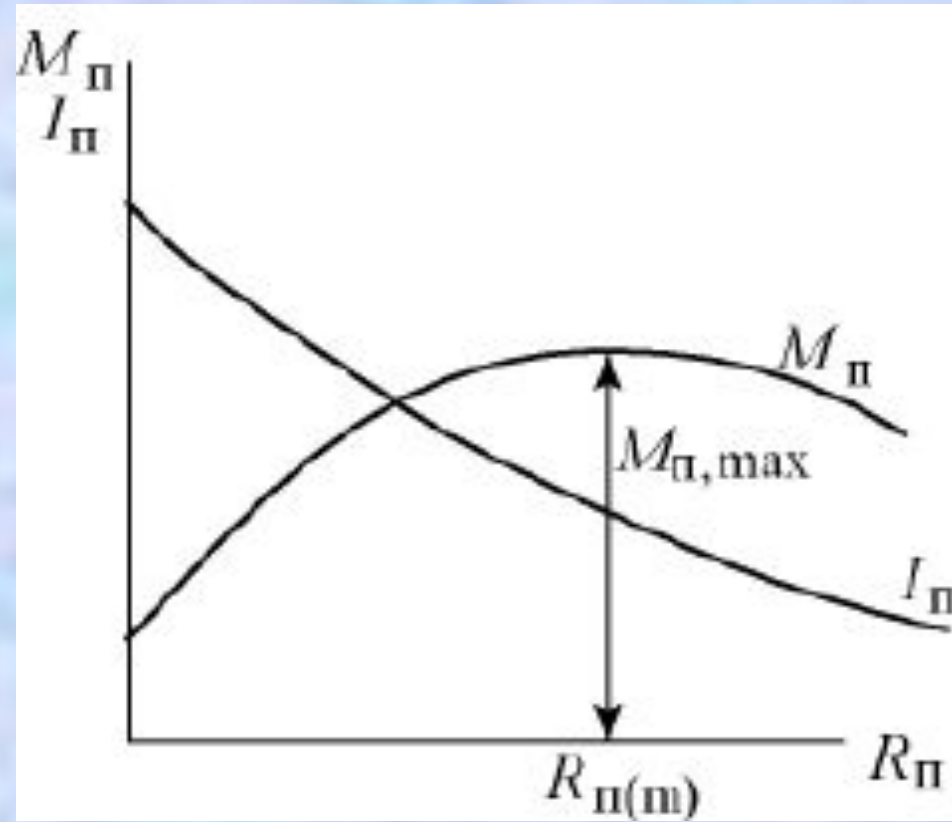
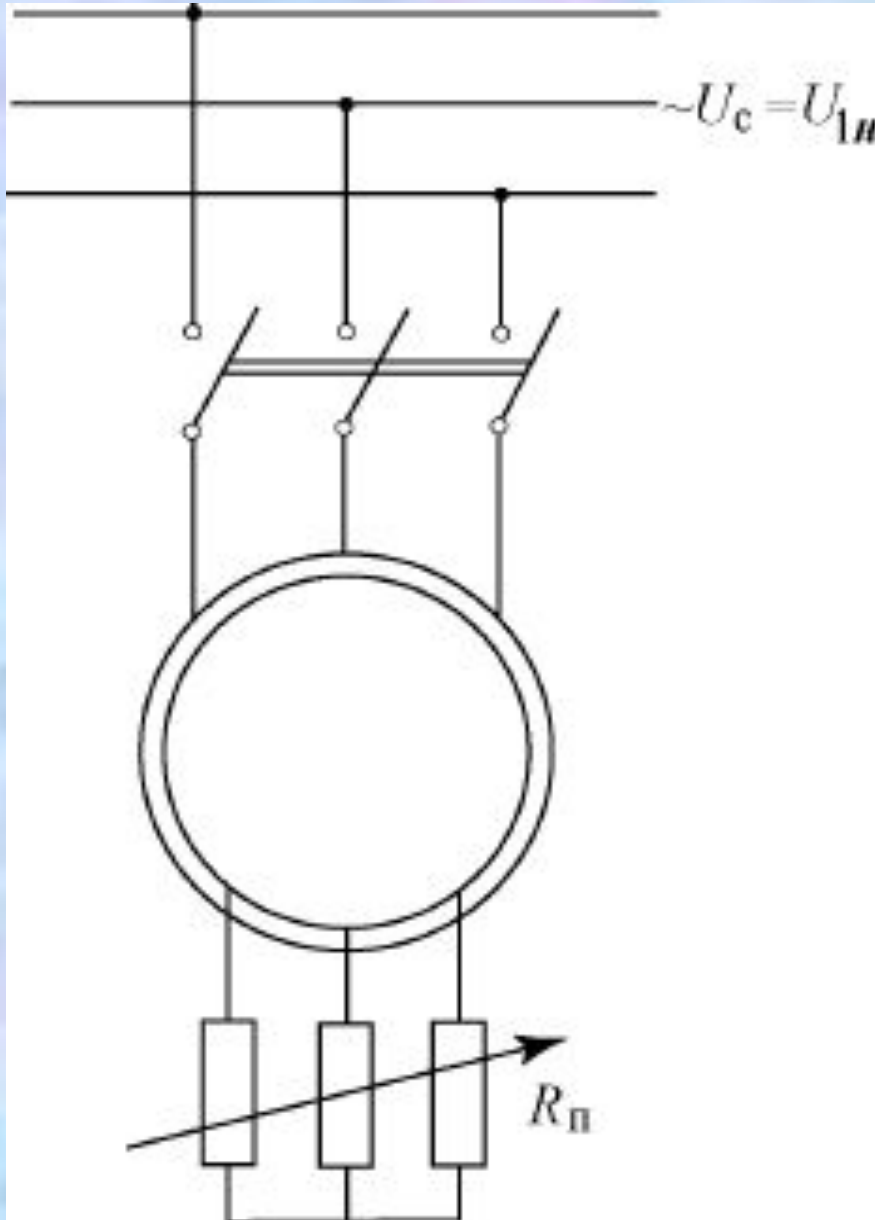
Пусковой момент M_n и пусковой ток I_n
сети уменьшаются в одинаковое
число раз – K_A^2

ПУСК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ

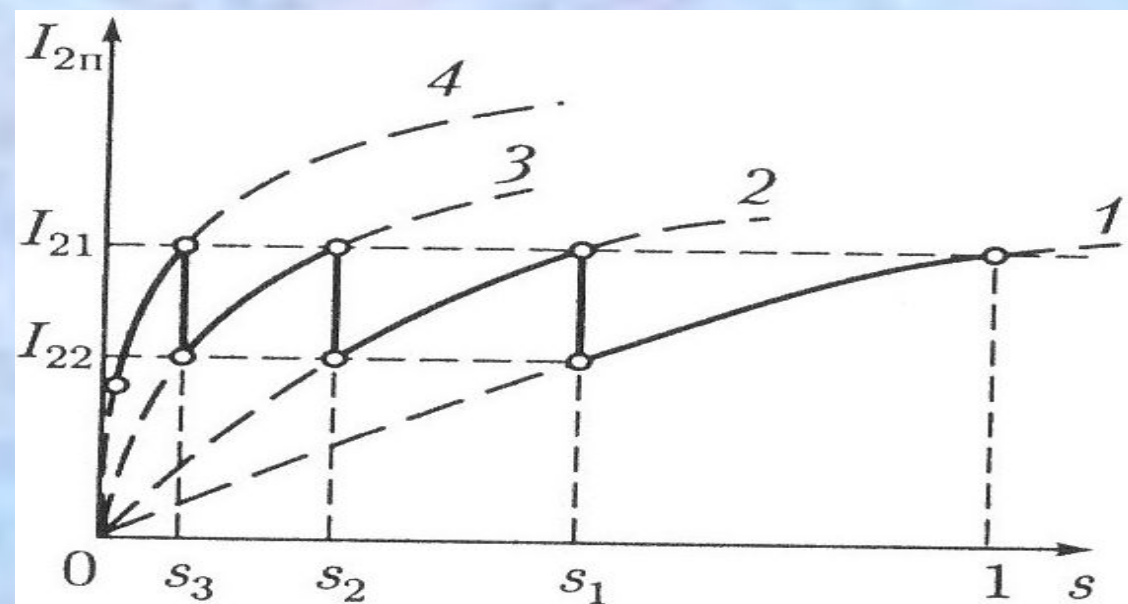
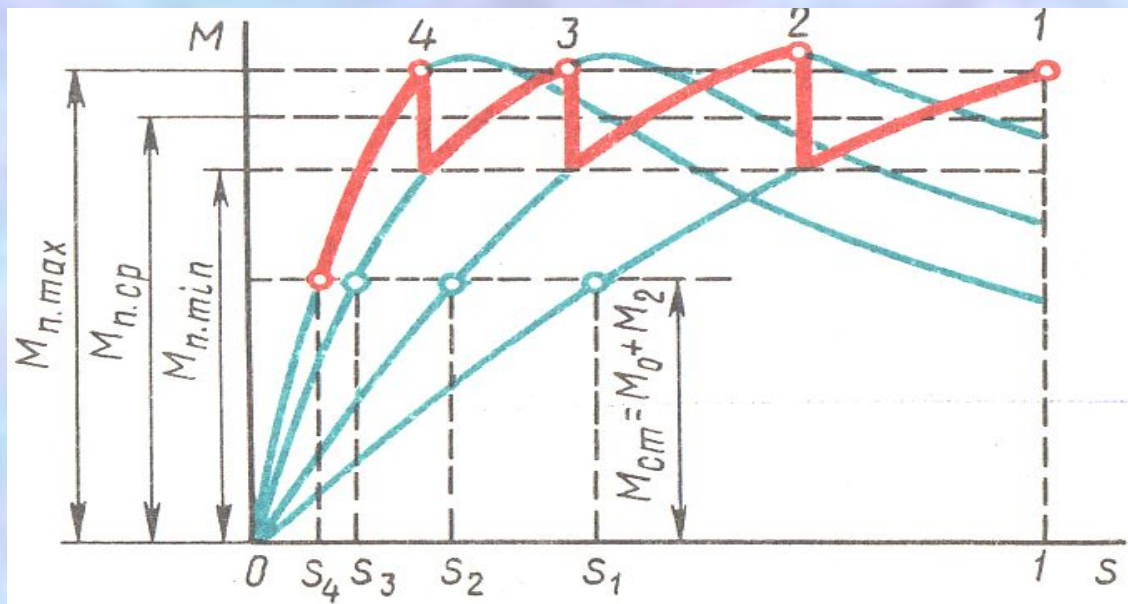
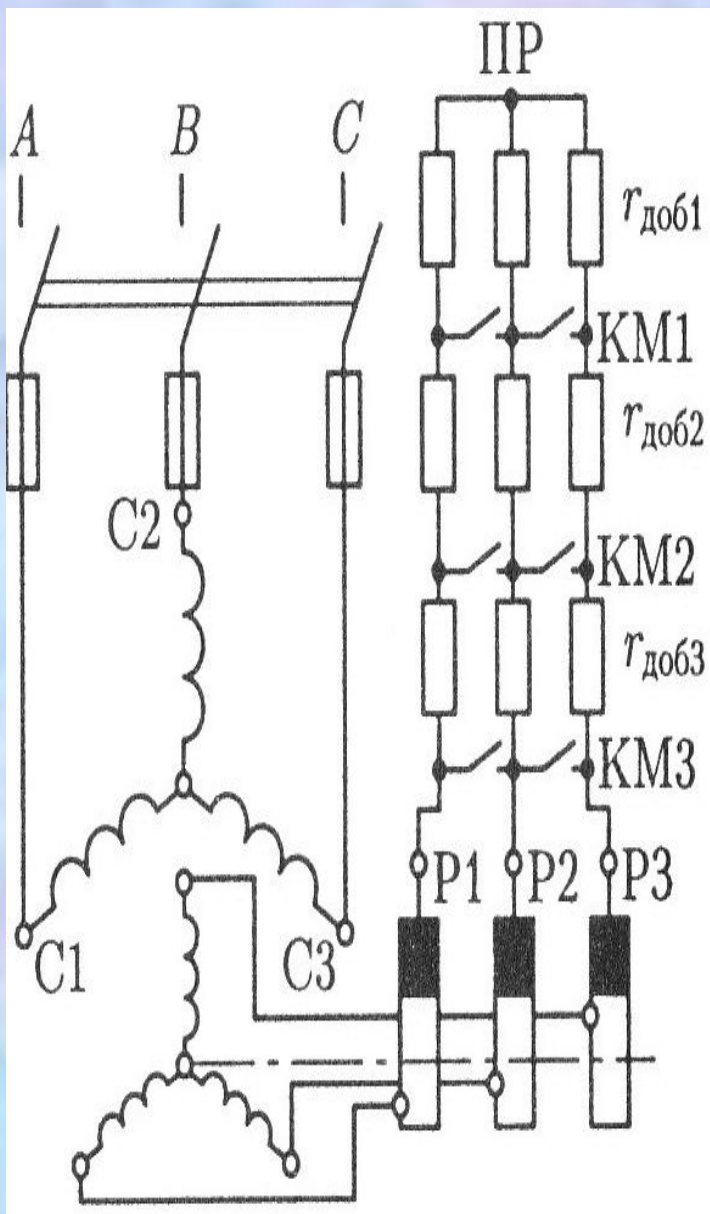
«Звезда-треугольник»



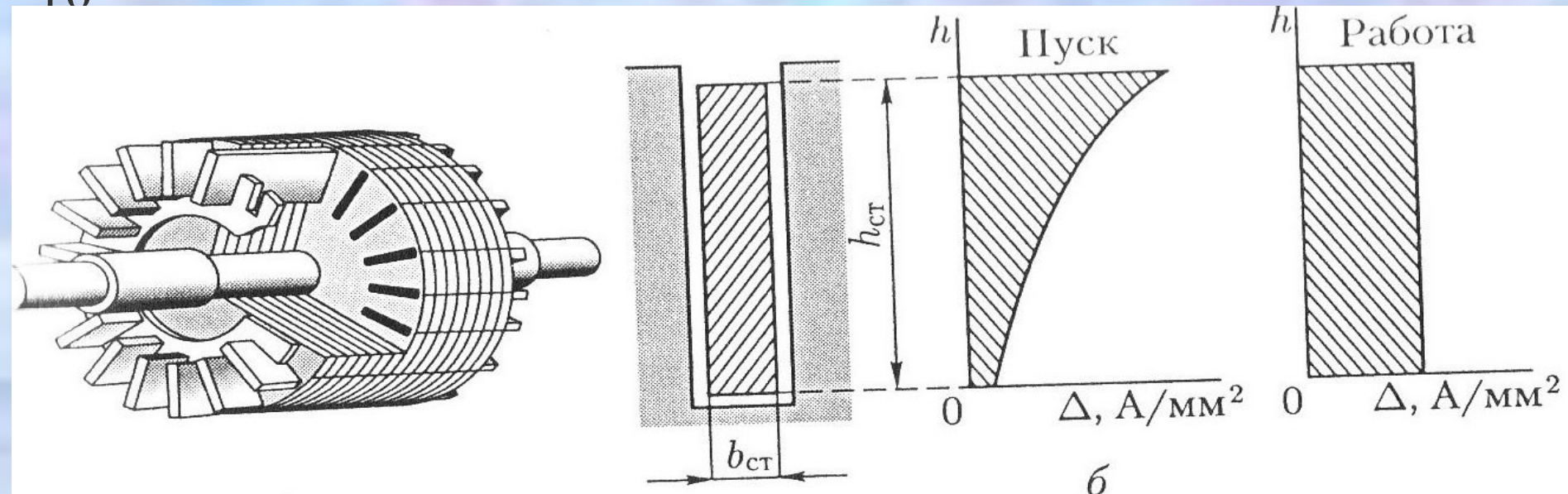
ПУСК АД С ФАЗНЫМ РОТОРОМ



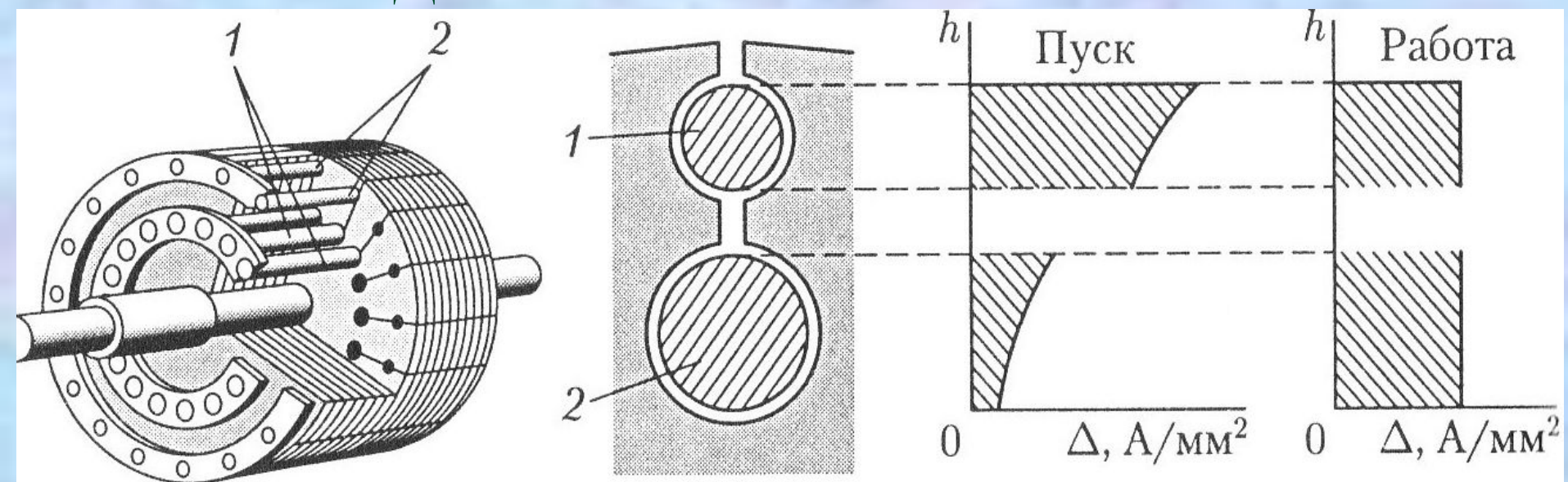
9 ИЗМЕНЕНИЯ ПУСКОВЫХ МОМЕНТА И ТОКА ПРИ ПУСКЕ АД С ФАЗНЫМ РОТОРОМ



РОТОР С ГЛУБОКИМИ ПАЗАМИ



ДВУХКЛЕТОЧНЫЙ РОТОР



РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ АД

Оценка способа регулирования по показателям:

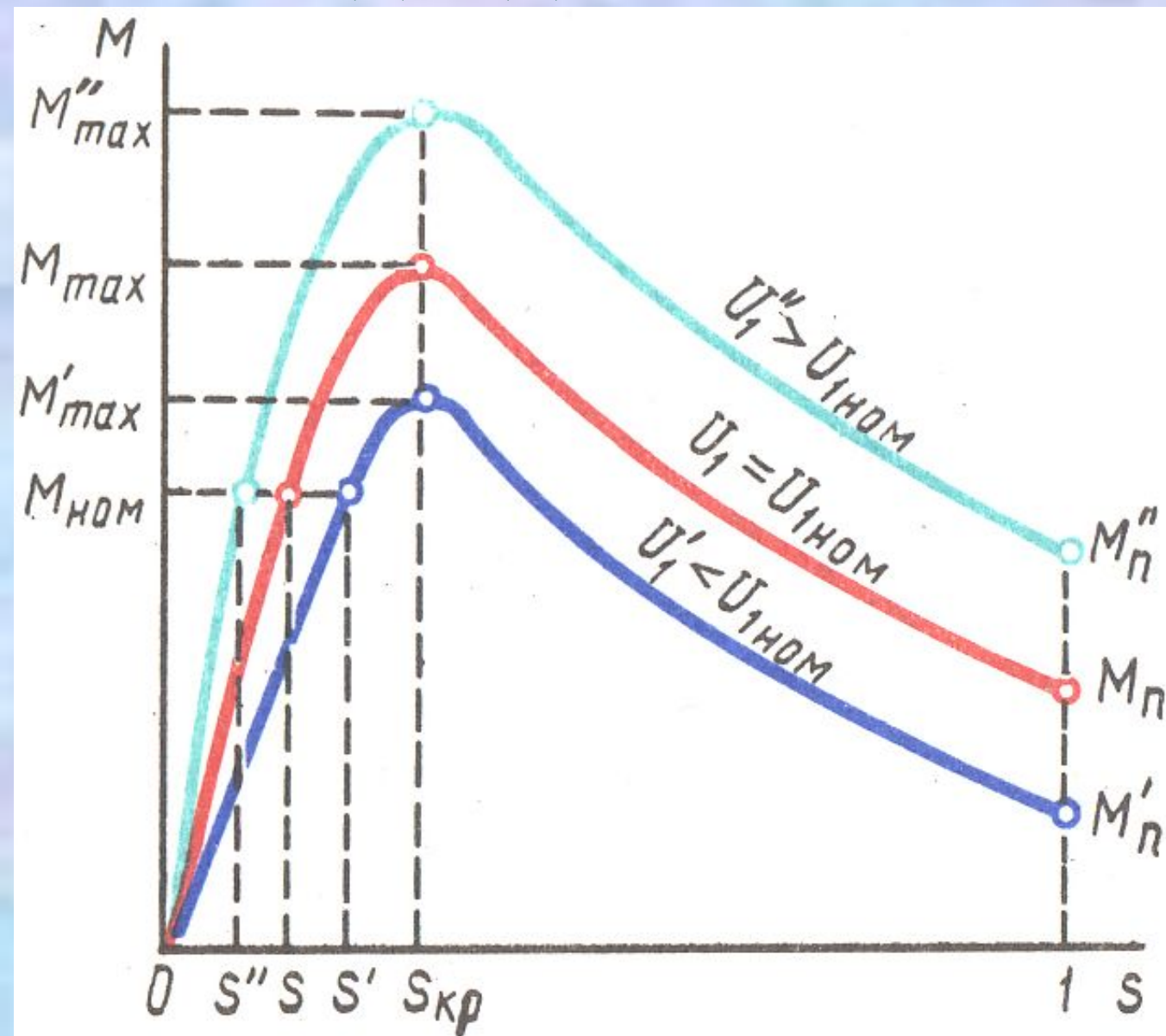
- 1) *Возможному диапазону регулирования;*
- 2) *Плавности регулирования;*
- 3) *Изменению КПД привода при регулировании.*

Частота вращения ротора АД:

$$n_2 = n_1 (1 - s) = (f_1 60 / p)(1 - s)$$

$s = \text{var}$; $s = P_{\text{эл}2} / P_{\text{эм}}$
 $\rightarrow U_1 = \text{var}$ (УМЕНЬШЕНИЕМ),
 $\rightarrow r_2 = \text{var}$ (УВЕЛИЧЕНИЕМ),
 $\rightarrow E_2 = \text{var}$ ($I_2 = \text{var}$).

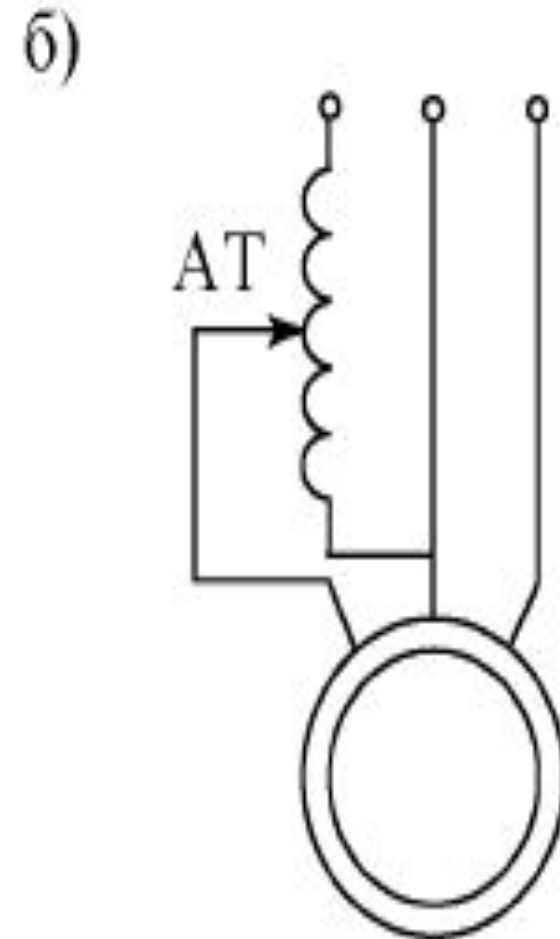
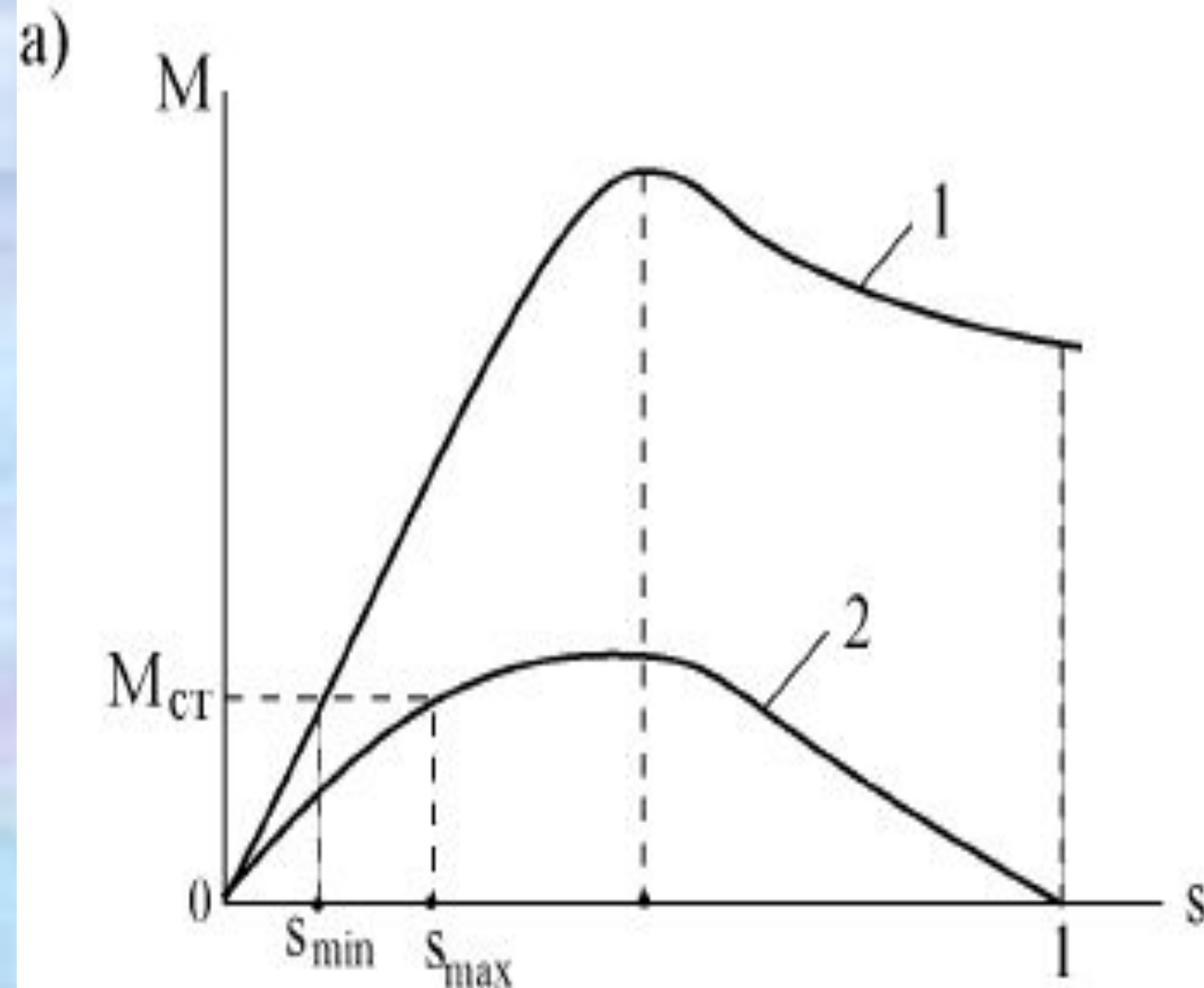
РЕГУЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЕМ ПОДВОДИМОГО НАПРЯЖЕНИЯ



Диапазон
регулирования
скольжения

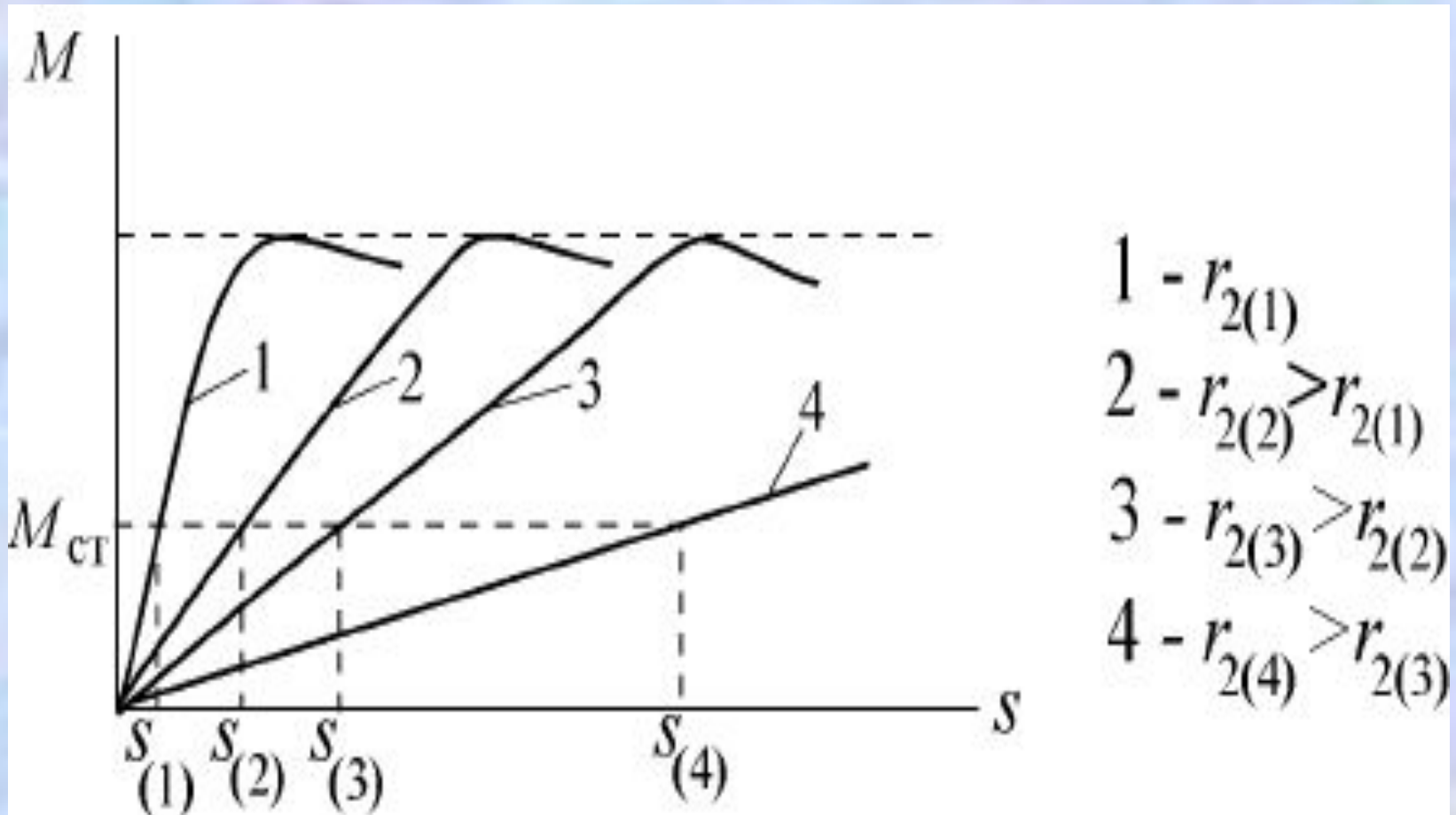
$$0 < s < s_{кр}$$

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАРУШЕНИЕМ СИММЕТРИИ ПОДВОДИМОГО НАПРЯЖЕНИЯ

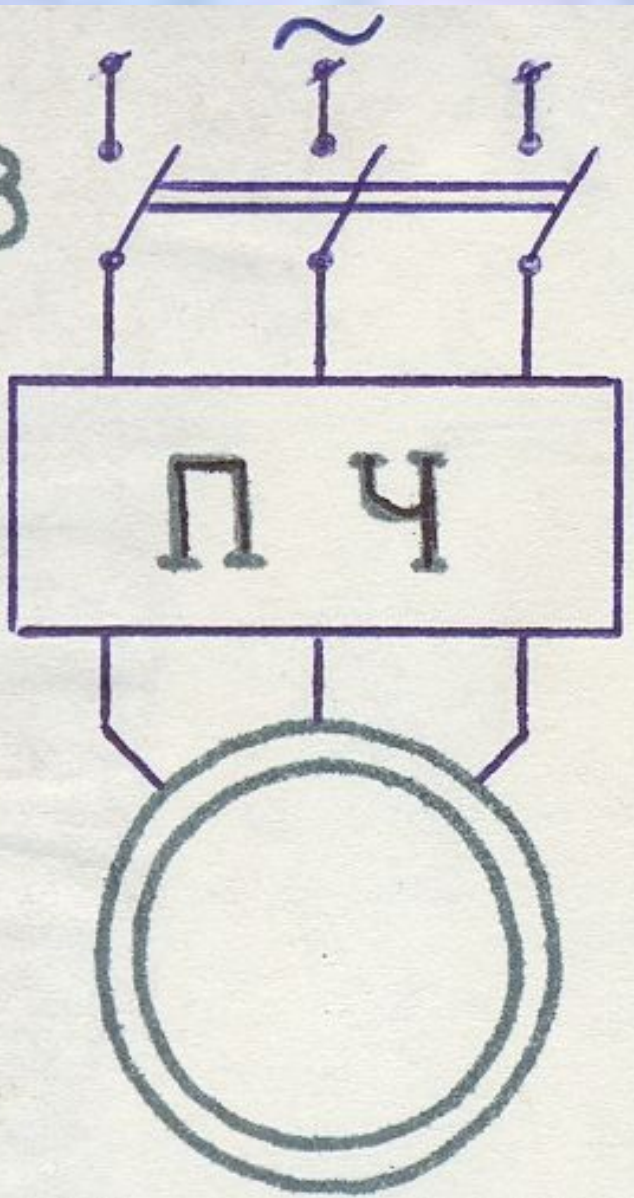


РЕГУЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЕМ АКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ЦЕПИ РОТОРА

$$s = m_1 I_2'^2 r_2' / (\omega_1 M)$$



РЕГУЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЕМ ЧАСТОТЫ ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ



$$n_1 = f_1 60 / p$$

$$f_1 = \omega_1 p / (2\pi)$$

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

1. РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИ

$$M_m = \text{const.}$$

2. РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИ

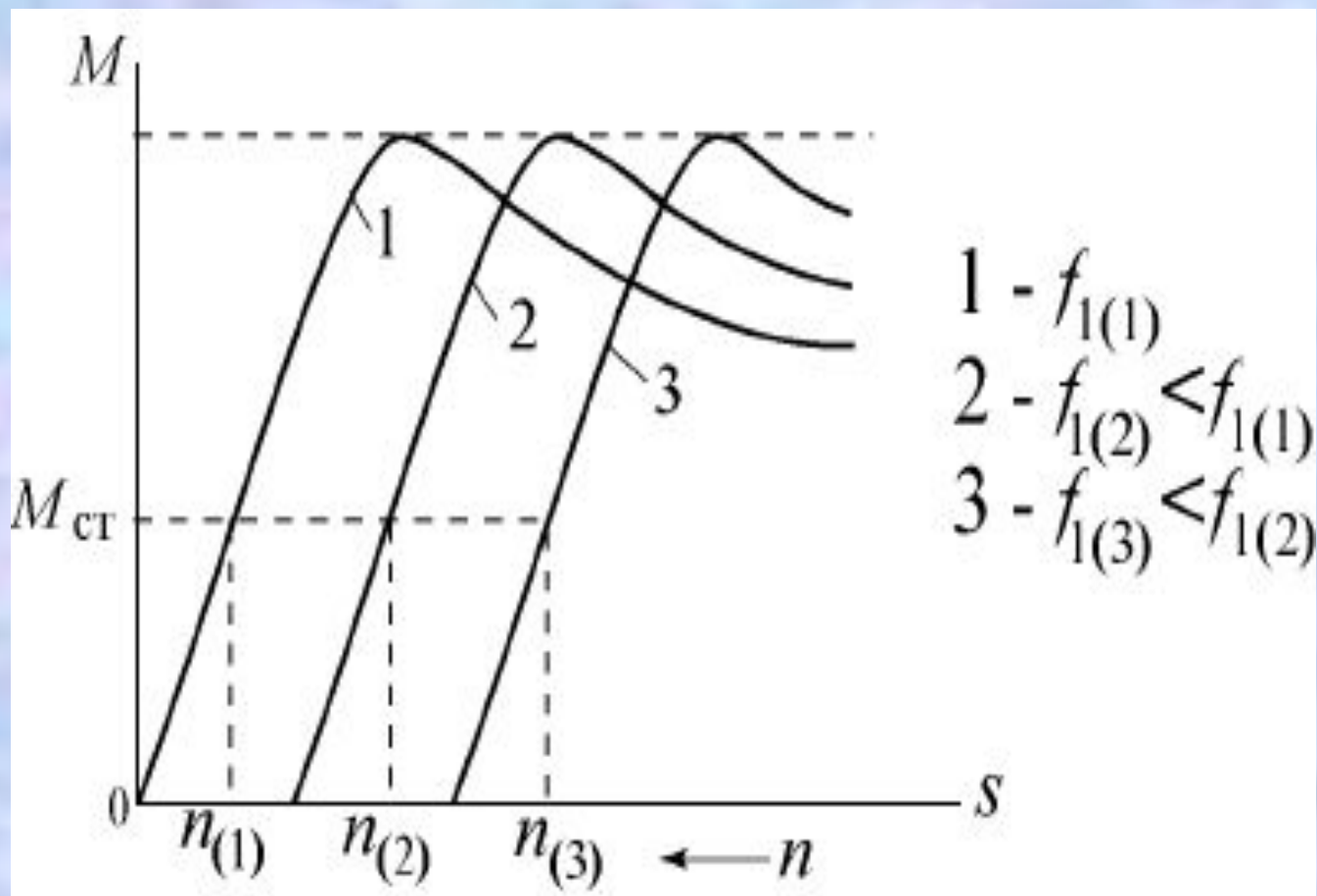
$$P_2 = \text{const.}$$

$$U_{1(2)} / U_{1(1)} = (f_{1(2)} / f_{1(1)}) \sqrt{M_{(2)} / M_{(1)}}$$

РЕГУЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЕМ ЧАСТОТЫ ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

РЕГУЛИРОВАНИЕ n ПРИ $M_M = \text{const}$

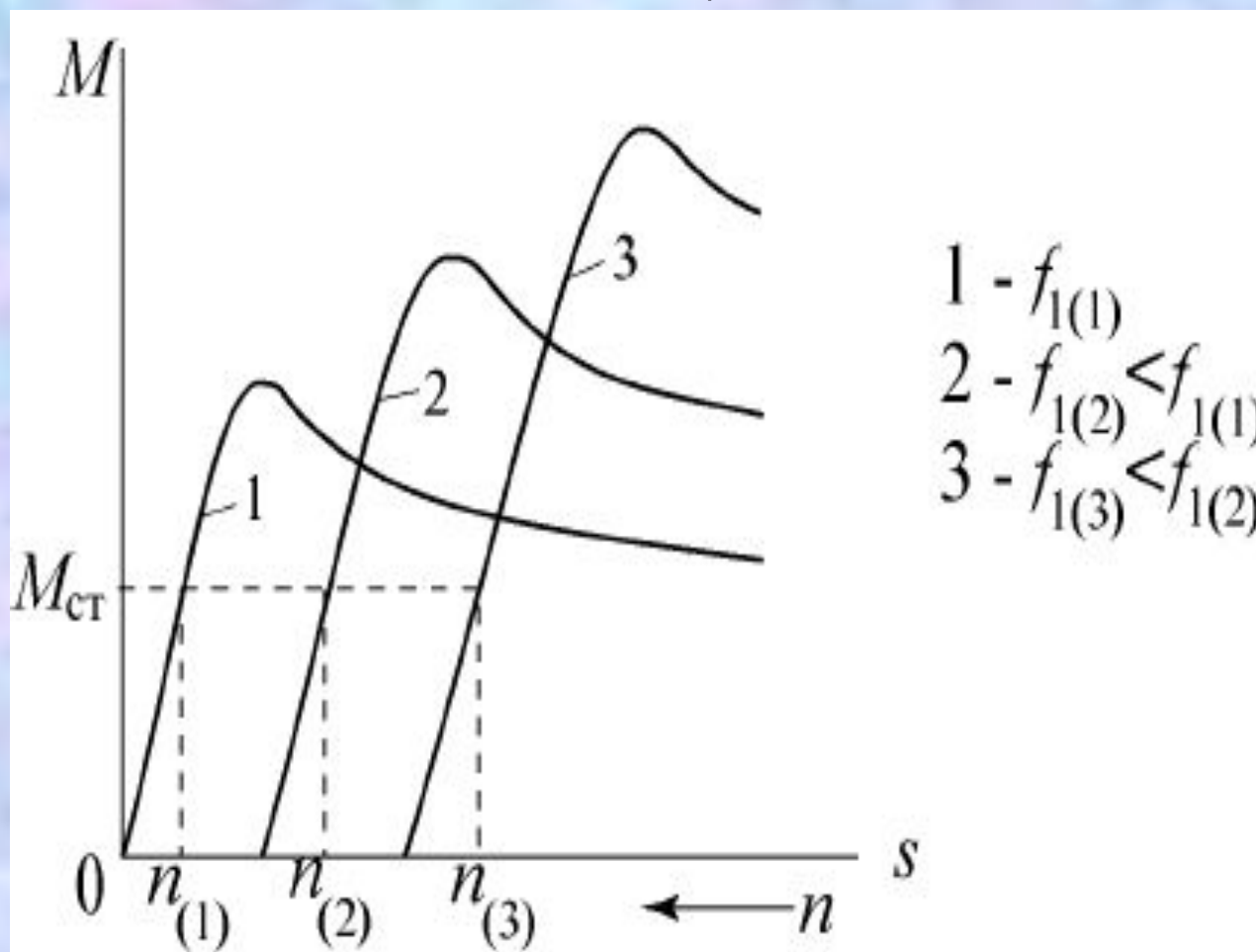
$$U_{1(2)} = U_{1(1)} (f_{1(2)} / f_{1(1)})$$



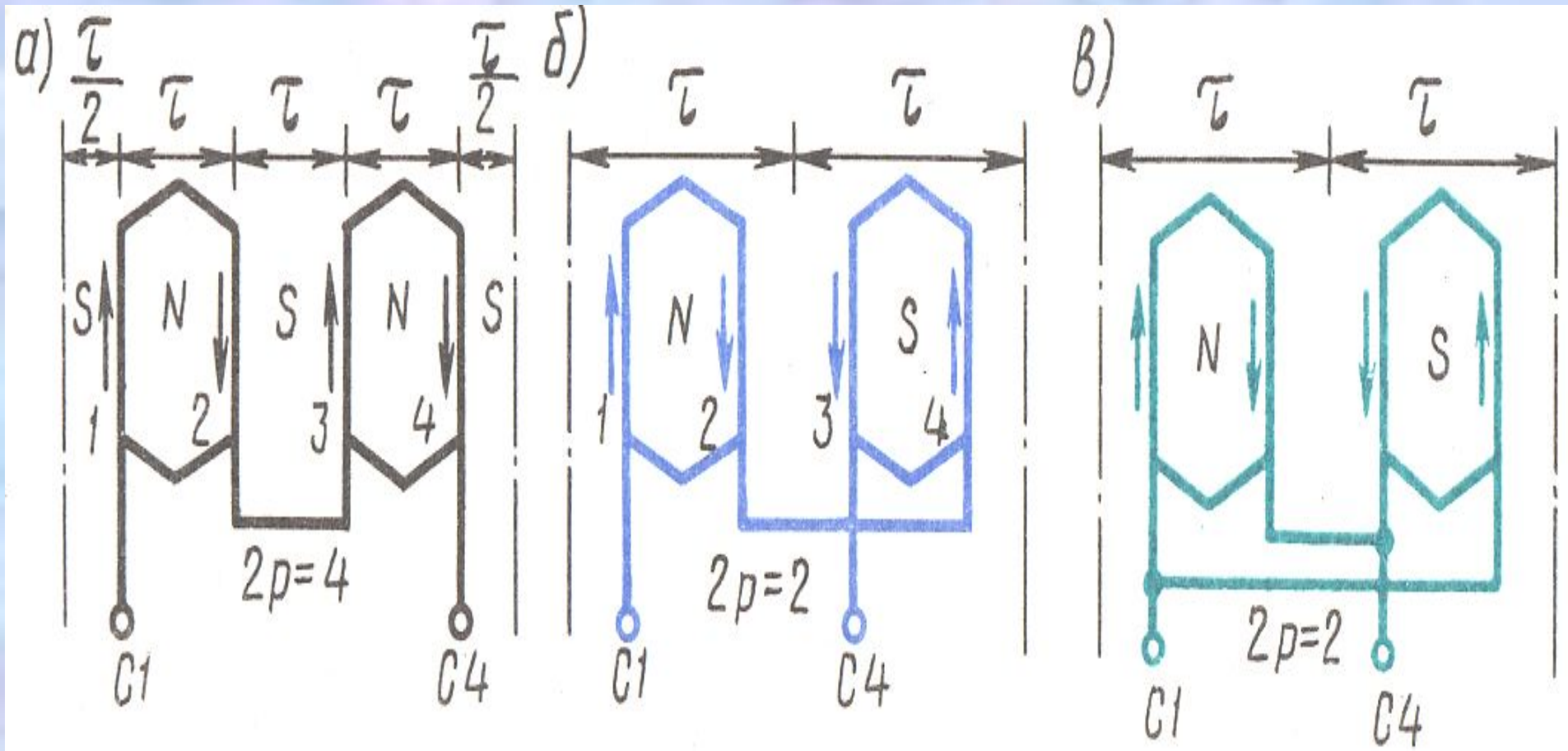
РЕГУЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЕМ ЧАСТОТЫ ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

РЕГУЛИРОВАНИЕ n ПРИ $P_2 = \text{const}$

$$U_{1(2)} = U_{1(1)} \sqrt{f_{1(2)} / f_{1(1)}}$$



18 РЕГУЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЕМ ЧИСЛА ПОЛЮСОВ ОБМОТКИ СТАТОРА

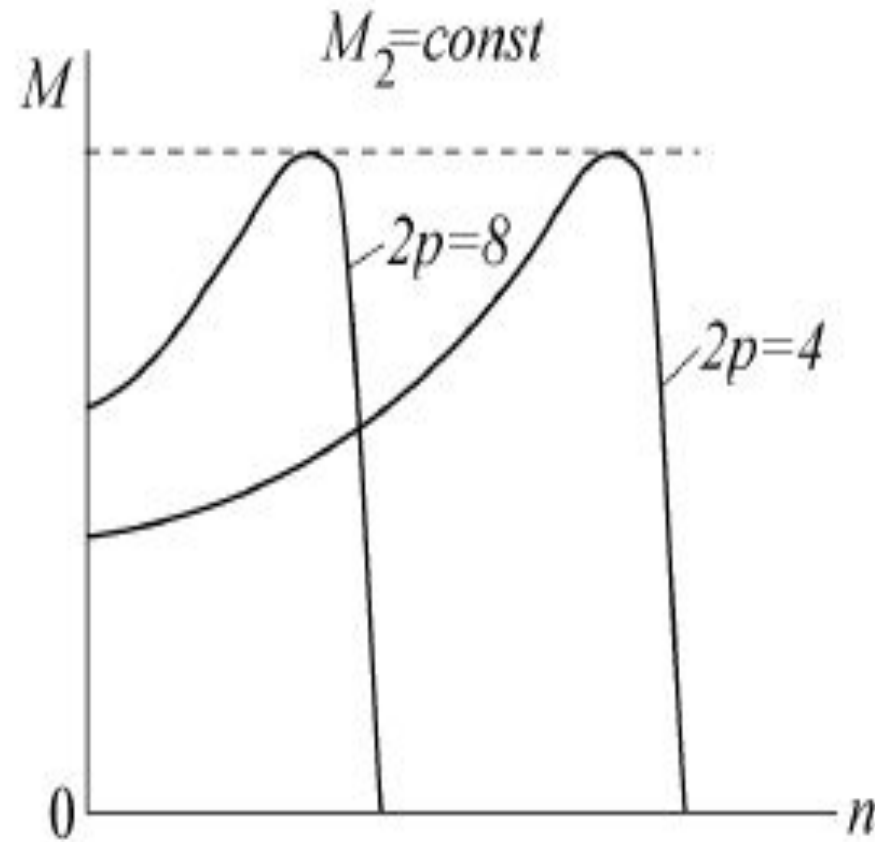
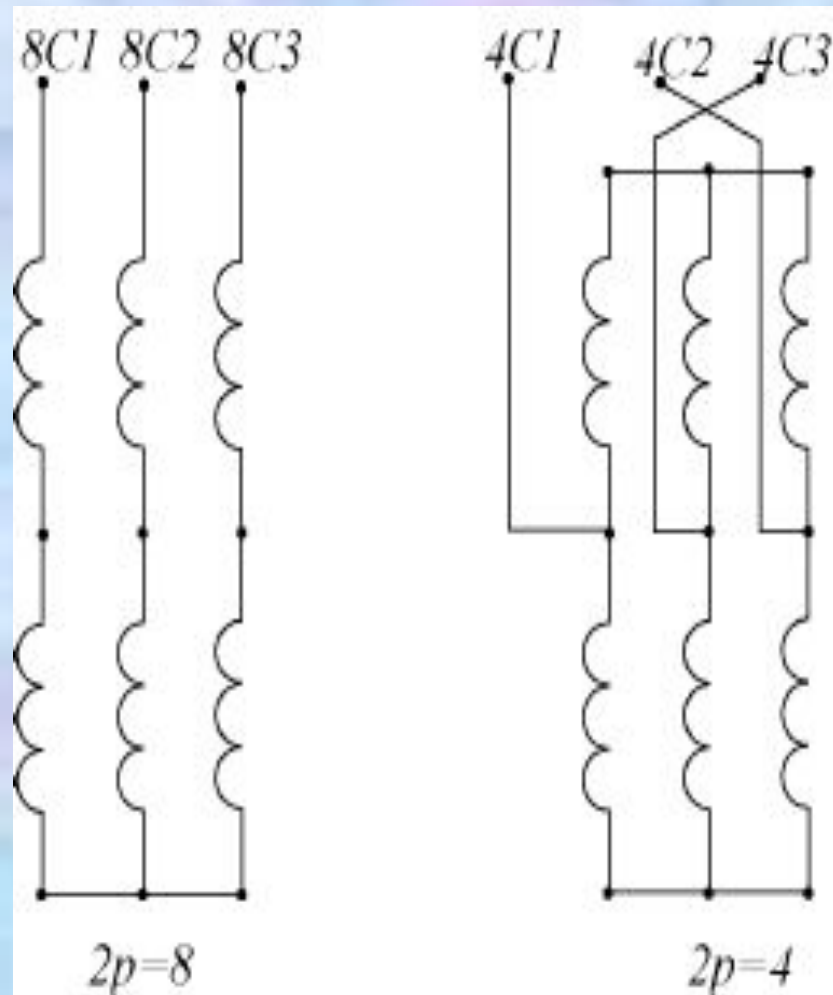


1) РЕГУЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЕМ ЧИСЛА ПОЛЮСОВ ОБМОТКИ СТАТОРА

схема «звезда - двойная звезда»

$$M = \text{const}$$

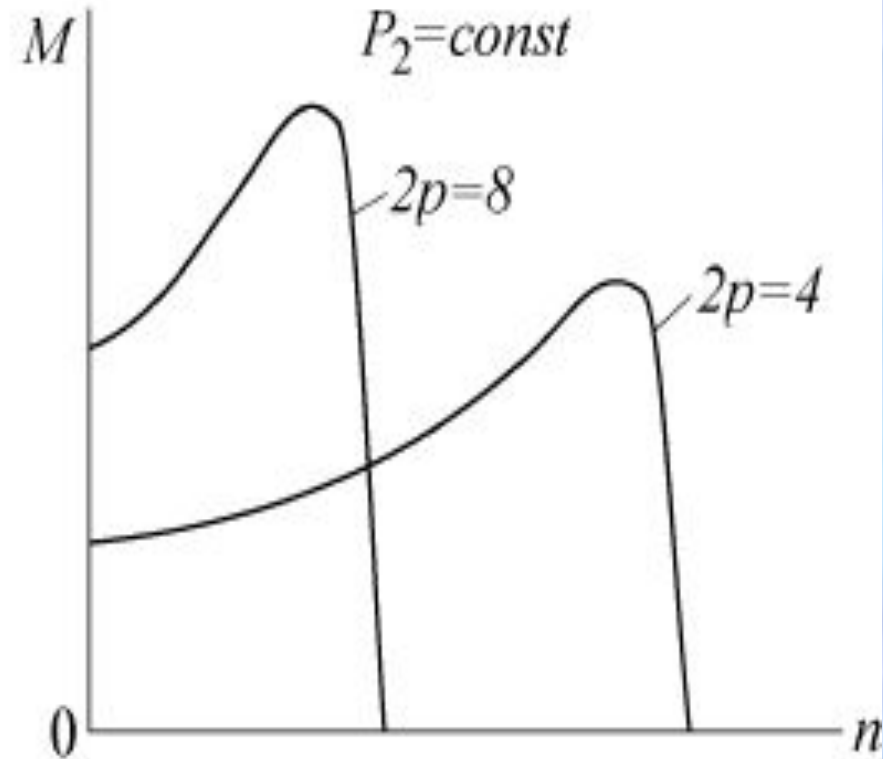
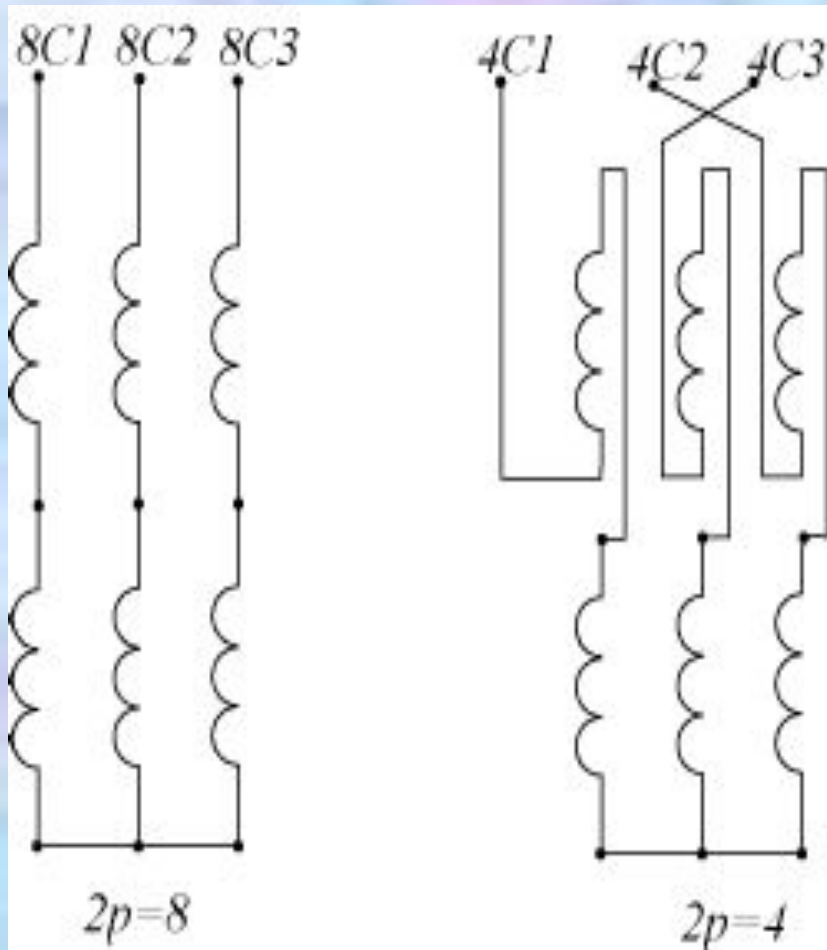
$$P_{Y\bar{Y}} / P_Y \approx 2$$



РЕГУЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЕМ ЧИСЛА ПОЛЮСОВ ОБМОТКИ СТАТОРА

схема «звезда-звезда»

$$P = \text{const} \quad M_{Y1} / M_{Y2} \approx 2$$



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**