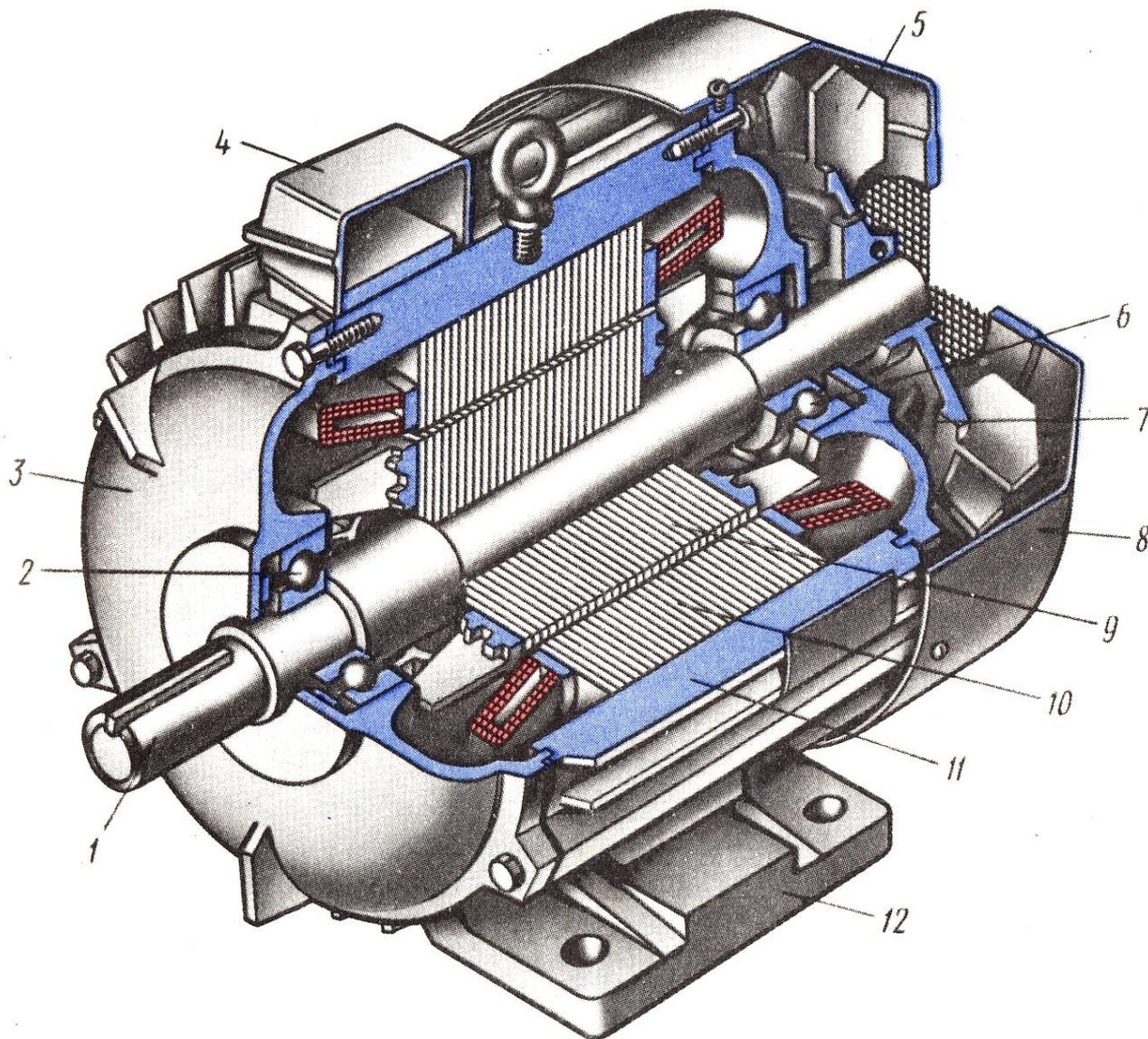


1

АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ – АД С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ



1-вал

2,6-подшипник

3,7-подшипниковые
щиты

4-коробка выводов

5-вентилятор

8-кожух вентилятора

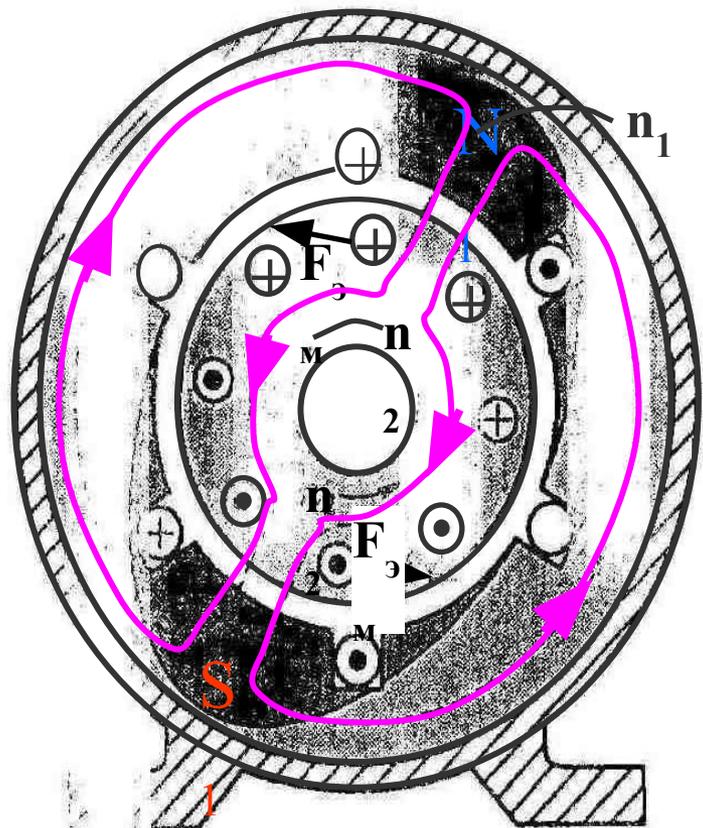
9-сердечник ротора с
короткозамкнутой
обмоткой

10-сердечник статора
с обмоткой

11-корпус

12-лапы

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АД



ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ПОЛЯ СТАТОРА АД

$$n_1 = f_1 \quad - \text{ для } 2p = 2.$$

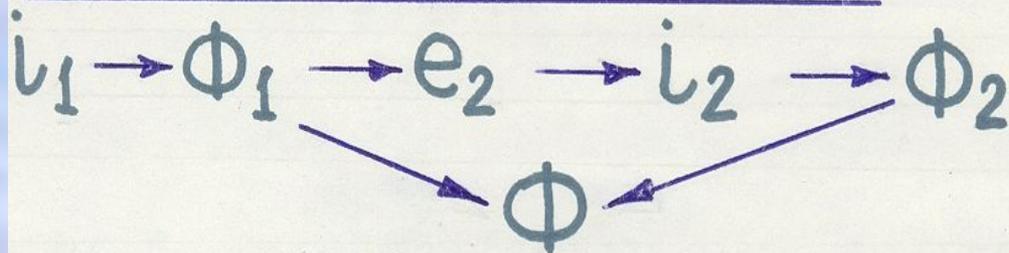
$[n_1] = \text{об/с}$; $[f_1] = \text{Гц}$ - ЧАСТОТА ТОКА.

$$n_1 = f_1 / p, \text{ об/с}; \quad n_1 = 60 \cdot f_1 / p, \text{ об/мин}$$

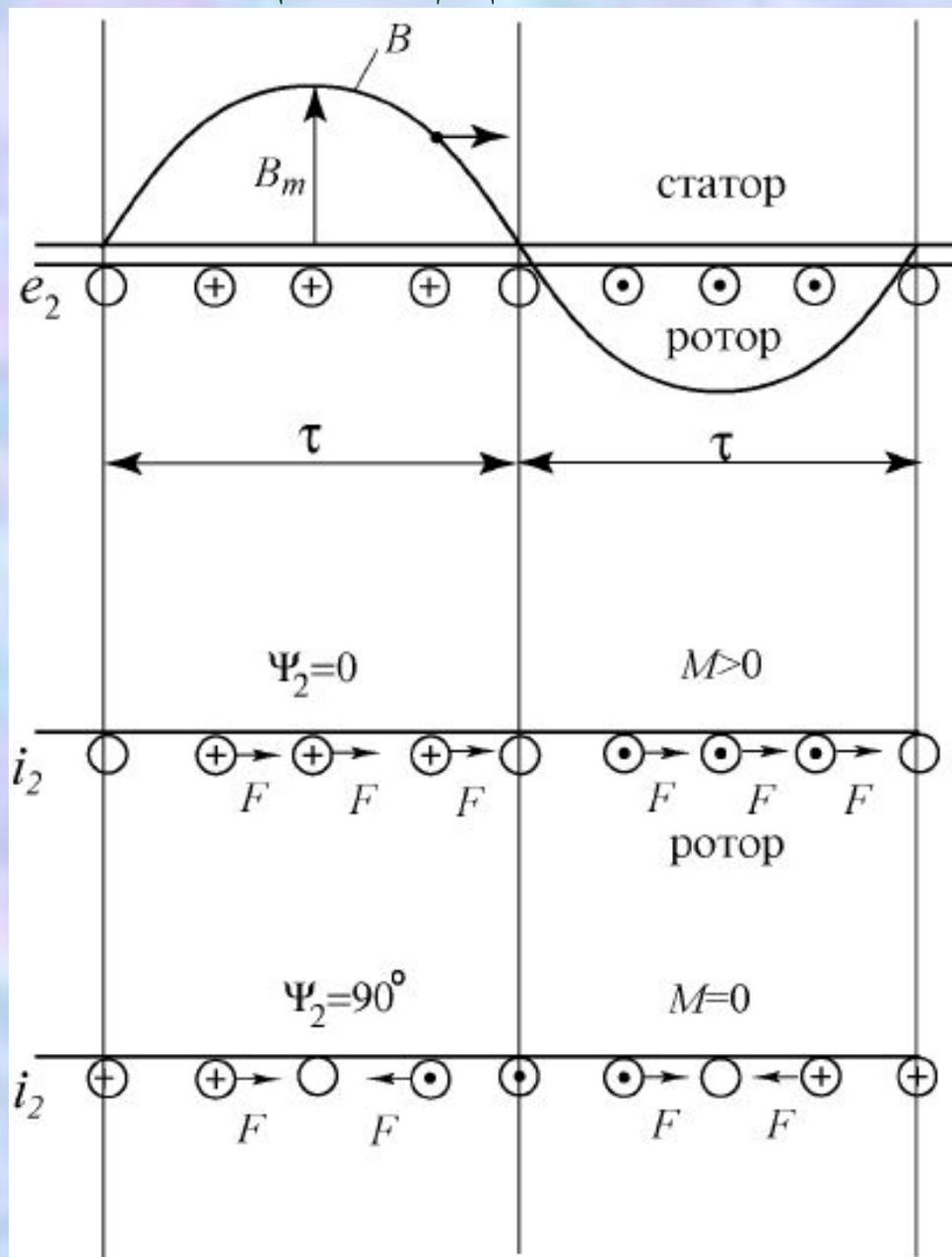
ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ПОЛЯ РОТОРА АД

при $n = 0$: $n_2 = f_2 / p = f_1 / p = n_1, \text{ об/с}$

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АД



ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АД



4

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АД СКОЛЬЖЕНИЕ –

величина, характеризующая разность частот вращения
вращающегося поля статора и ротора

$$s = (n_1 - n_2) / n_1, \text{ o.e.}$$

$$s = (n_1 - n_2) \cdot 100 / n_1, \%$$

ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ РОТОРА

$$n_2 = n_1 (1 - s), \text{ o.e.}$$

$$n_2 = (100 - s) \cdot n_1 / 100, \%$$

ДВИГАТЕЛЬ	$0 < n < n_1$	$0 < s < 1$
ГЕНЕРАТОР	$n > n_1$	$s < 0$
Э/М ТОРМОЗ	$n < 0$	$s > 1$

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АД ПРИ ВРАЩЕНИИ РОТОРА

Частота тока в обмотке ротора :

$$f_2 = p(n_1 - n_2) = Spn_1 = Sf_1$$

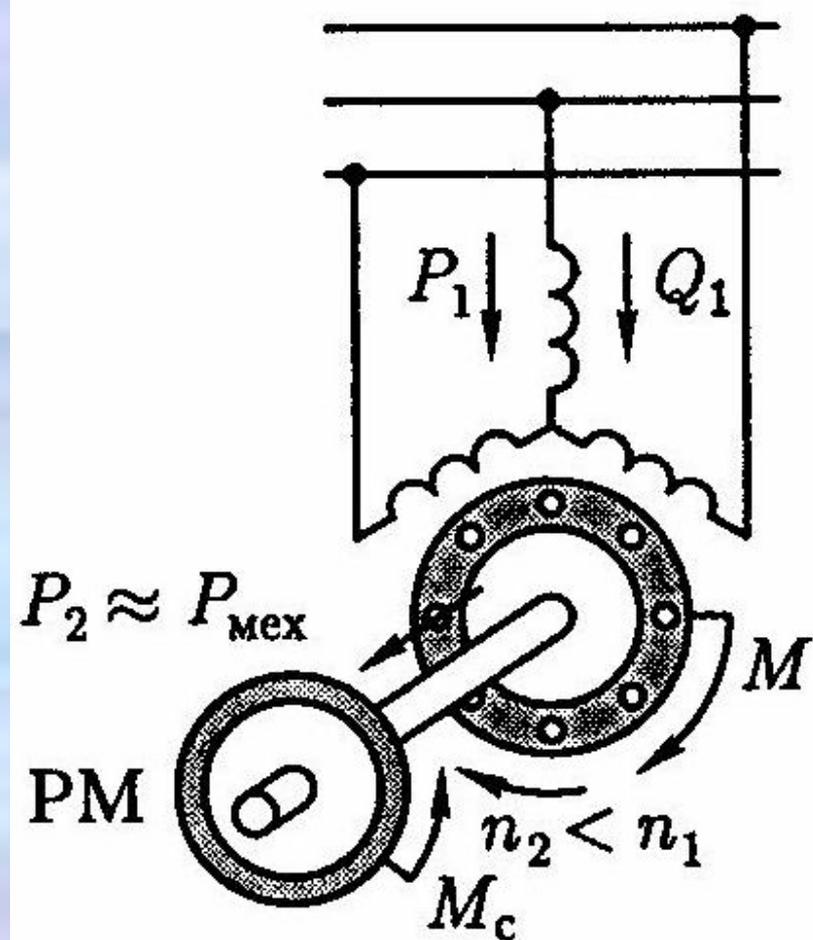
Частота вращения поля ротора АД
относительно самого ротора n_{2p} :

$$n_{2p} = f_2 / p = Sn_1$$

относительно статора:

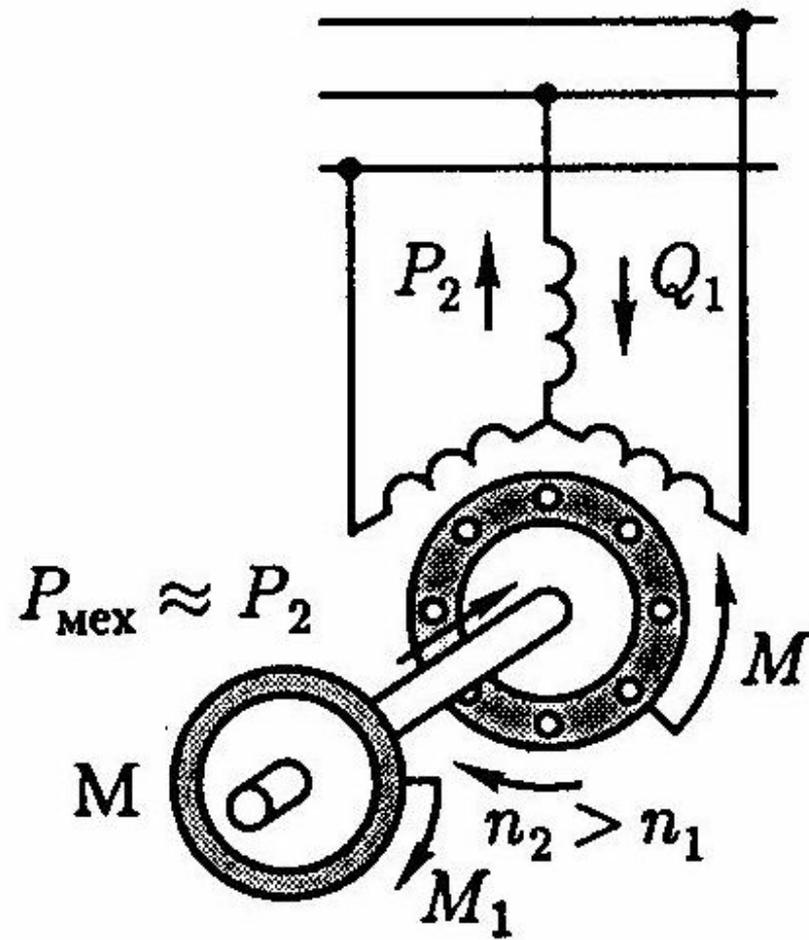
$$n_{2c} = n_2 + n_{2p} = (1 - S)n_1 + Sn_1 = n_1$$

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АД



Двигательный режим

$$0 < s < 1$$



Генераторный режим

$$-\infty < s < 0$$

7

УРАВНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ АД ДЛЯ ОБМОТКИ СТАТОРА

Основной магнитный поток Φ , вращающийся с частотой $n1$, наводит в неподвижной обмотке статора ЭДС $E1$:

$$E_1 = 4,44 f_1 \Phi w_1 k_{об1}$$

Магнитный поток рассеяния $\Phi\sigma1$ наводит в обмотке статора ЭДС

$$E_{\sigma 1} = -jI_1 x_1$$

где x_1 – индуктивное сопротивление рассеяния фазной обмотки статора.

УРАВНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ АД ДЛЯ ОБМОТКИ СТАТОРА

*Для цепи обмотки статора АД, с
напряжением U_1*

$$U_1 + E_1 + E_{\sigma 1} = I_1 r_1$$

где $I_1 r_1$ – падение напряжения на активном
сопротивлении обмотки статора

*Уравнение напряжений
обмотки статора АД:*

$$U_1 = (-E_1) + jI_1 x_1 + I_1 r_1$$

9

УРАВНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ АД ДЛЯ ОБМОТКИ РОТОРА

Основной магнитный поток Φ , обгоняя ротор с частотой $n_s = (n_1 - n_2)$, индуцирует в обмотке ротора ЭДС:

$$E_{2s} = 4,44 f_2 \Phi w_2 k_{об2}$$

Частота скольжения:

$$f_2 = pn_s / 60 = p(n_1 - n_2) / 60;$$

$$f_2 = \frac{p(n_1 - n_2)}{60} \frac{n_1}{n_1} = \frac{pn_1}{60} \frac{(n_1 - n_2)}{n_1} = f_1 s$$

$$E_{2s} = 4,44 f_1 s \Phi w_2 k_{об2} = E_2 s$$

УРАВНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ АД ДЛЯ ОБМОТКИ РОТОРА

Поток рассеяния ротора $\Phi_{\sigma 2}$ индуцирует

в обмотке ротора ЭДС

$$E_{\sigma 2} = -jI_2 x_2 s$$

где x_2 – индуктивное сопротивление рассеяния фазной обмотки ротора.

Для цепи ротора АД:

$$E_{2s} + E_{\sigma 2} = I_2 r_2$$

где r_2 – активное сопротивление обмотки ротора.

*Уравнение напряжений
обмотки ротора АД:*

$$E_2 - jI_2 x_2 - I_2 r_2 / s = 0$$

УРАВНЕНИЯ МДС И ТОКОВ АД
*Основной магнитный поток Φ в АД
 создается совместным действием МДС
 обмоток статора F_1 и ротора F_2 :*

$$\Phi = (F_1 + F_2) / R_m = F_0 / R_m$$

R_m – сопротивление магнитной цепи двигателя;

F_0 – результирующая МДС двигателя численно равная
 МДС обмотки статора в режиме ХХ

$$F_0 = 0,45 m_1 I_0 w_1 k_{об1} / p;$$

$$F_1 = 0,45 m_1 I_1 w_1 k_{об1} / p;$$

$$F_2 = 0,45 m_2 I_2 w_2 k_{об2} / p$$

УРАВНЕНИЯ МДС И ТОКОВ АД

$$U_1 = const \Rightarrow U_1 \approx (-E_1) \Rightarrow$$

$$F_0 = F_1 + F_2 = const$$

$$0,45m_1I_0\omega_1k_{o\delta 1} / p = 0,45m_1I_1\omega_1k_{o\delta 1} / p + 0,45m_2I_2\omega_2k_{o\delta 2} / p$$

Уравнение токов АД:

$$I_0 = I_1 + I_2 \frac{m_2\omega_2k_{o\delta 2}}{m_1\omega_1k_{o\delta 1}} = I_1 + I_2';$$

$$I_2' = I_2 \frac{m_2\omega_2k_{o\delta 2}}{m_1\omega_1k_{o\delta 1}};$$

$$I_1 = I_0 + (-I_2')$$

13 ПРИВЕДЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБМОТКИ РОТОРА

при неподвижном роторе $s=1$

$$\dot{E}'_2 = \dot{E}_2 \cdot k_e, \quad \text{где}$$

$$k_e = \dot{E}_1 / \dot{E}_2 = k_{об1} \cdot W_1 / k_{об2} \cdot W_2$$

14 ПРИВЕДЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБМОТКИ РОТОРА

при неподвижном роторе $s=1$

$$I_2' = I_2 / k_i, \text{ где}$$

$$k_i = m_1 \cdot w_1 \cdot k_{об1} / m_2 \cdot w_2 \cdot k_{об2}$$

k_e, k_i — КОЭФФИЦИЕНТЫ

ТРАНСФОРМАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

$$r_2' = r_2 \cdot k_e \cdot k_i;$$

$$X_{\sigma 2}' = X_{\sigma 2} \cdot k_e \cdot k_i$$

ПРИВЕДЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБМОТКИ РОТОРА

РОТОР КОРОТКОЗАМКНУТЫЙ

$$w_2 = 0,5; \quad k_{об2} = 1; \quad m_2 = z_2$$

РОТОР ФАЗНЫЙ

$$m_2 = m_1, \quad \text{ПОЭТОМУ} \quad k_e = k_i$$

16 ПРИВЕДЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБМОТКИ РОТОРА

Уравнение напряжений обмотки ротора в приведенном виде:

$$\dot{E}'_2 - j\dot{I}'_2 \cdot X'_{\sigma 2} - \dot{I}'_2 \cdot r'_2 / s = 0$$

$$\begin{aligned} r'_2 / s &= r'_2 / s - r'_2 \cdot s / s + r'_2 = \\ &= r'_2 + r'_2 (1 - s) / s \end{aligned}$$

ВЕКТОРНАЯ ДИАГРАММА АД

Уравнение токов АД:

$$I_0 = I_1 + I_2 \frac{m_2 w_2 k_{об2}}{m_1 w_1 k_{об1}} = I_1 + I_2';$$

Уравнение напряжений обмотки статора АД:

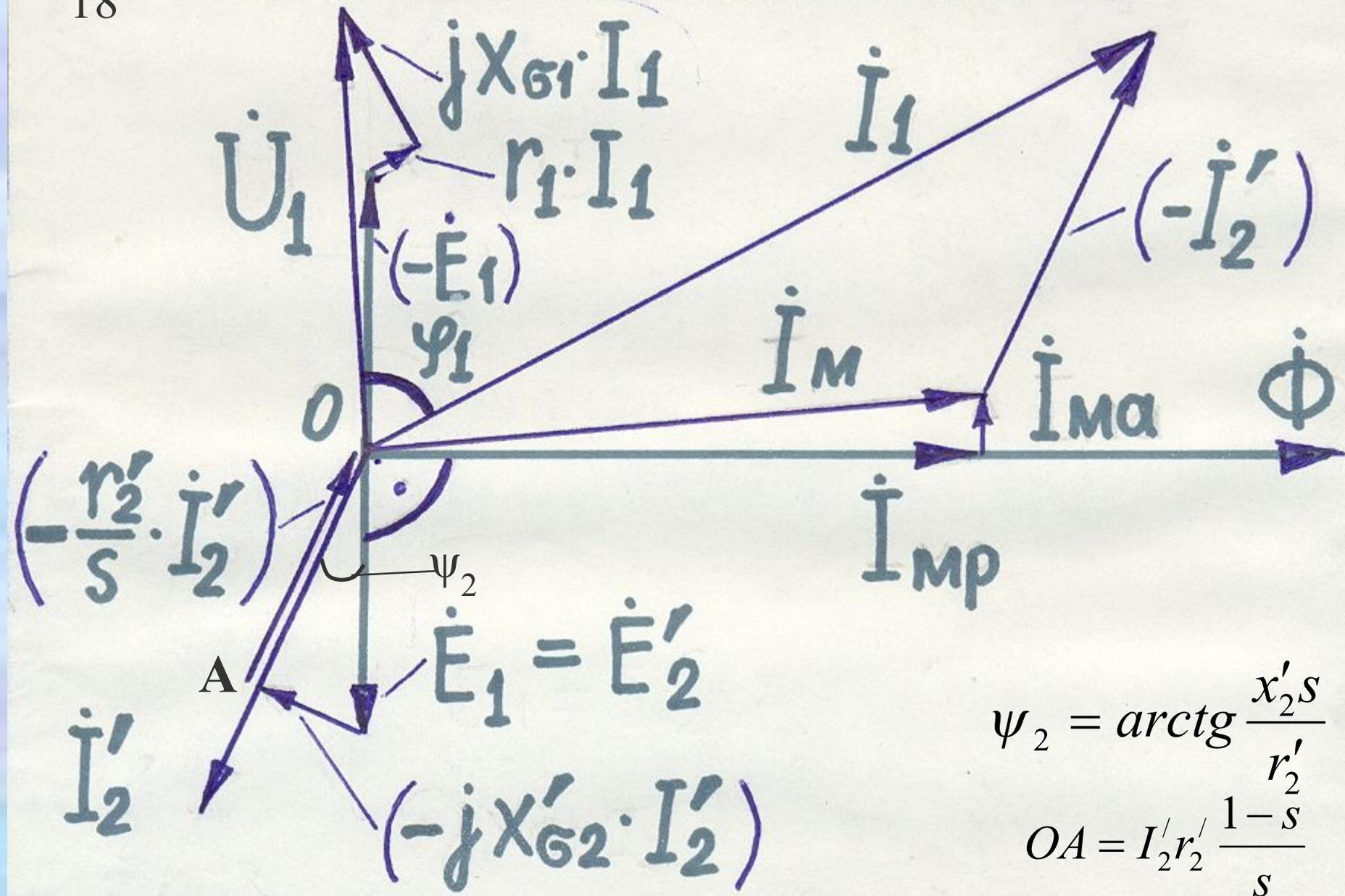
$$U_1 = (-E_1) + jI_1 x_1 + I_1 r_1$$

*Уравнение напряжений обмотки ротора
в приведенном виде:*

$$0 = E_2' - jI_2' x_2' - I_2' r_2' - I_2' r_2' (1 - s) / s$$

ВЕКТОРНАЯ ДИАГРАММА АД

18



$$\psi_2 = \arctg \frac{x_2' s}{r_2'}$$

$$OA = I_2' r_2' \frac{1-s}{s}$$

СХЕМА ЗАМЕЩЕНИЯ АД (Т-ОБРАЗНАЯ)

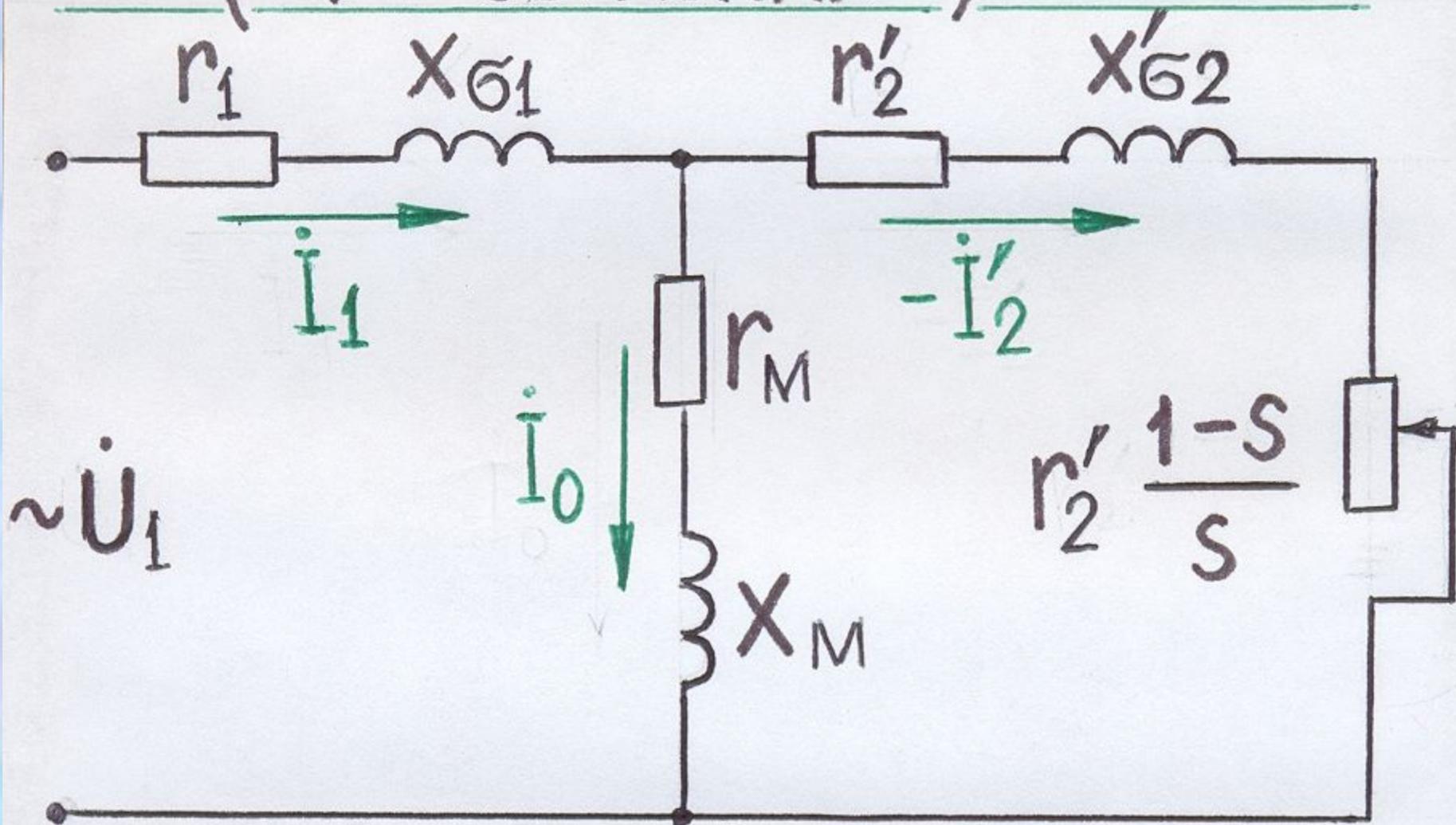
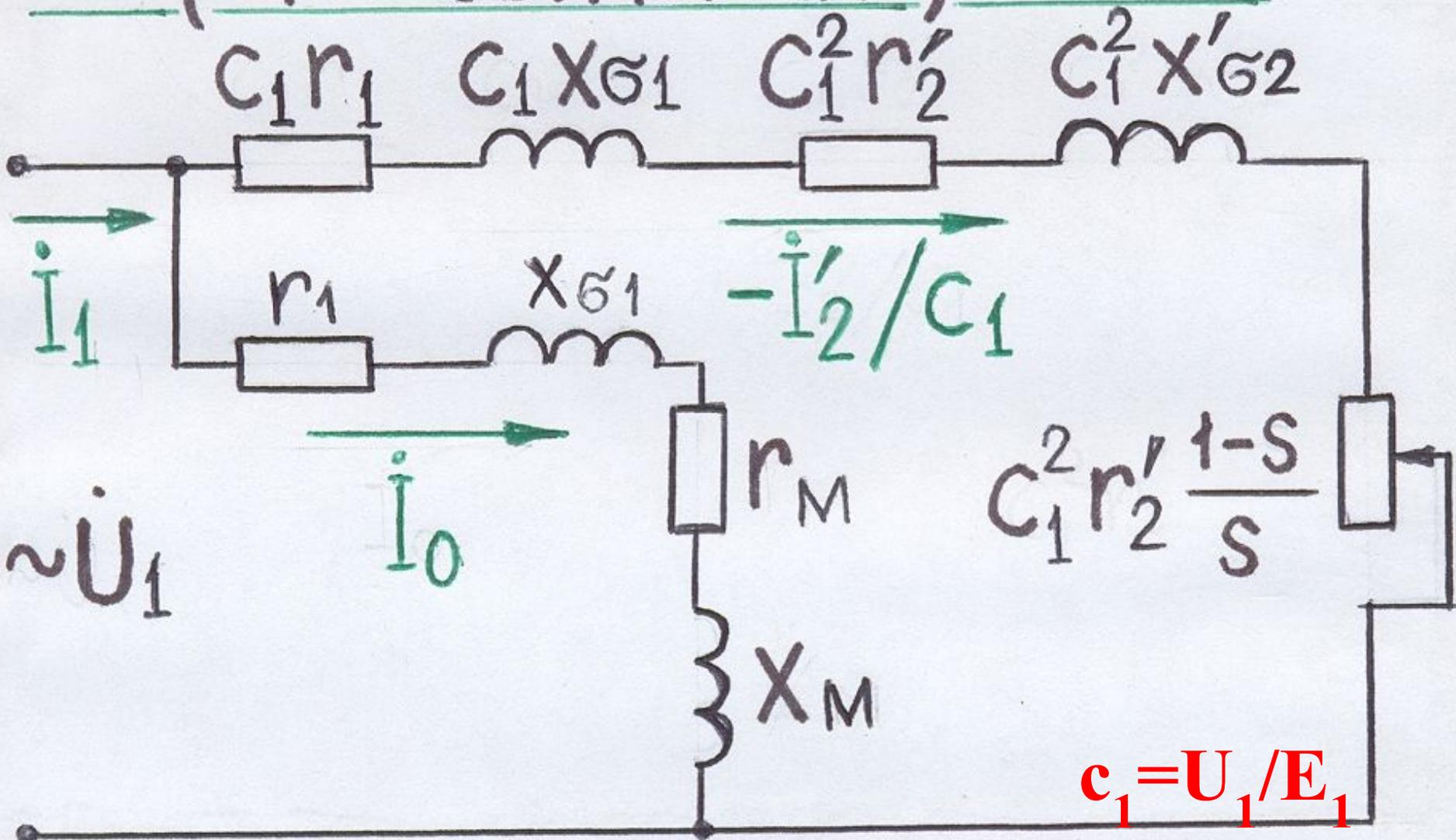


СХЕМА ЗАМЕЩЕНИЯ АД

(Г - ОБРАЗНАЯ)



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**