

Лекция 4

Асинхронные машины.

Параграф 3.1-3.13 учебника (книга
вторая)

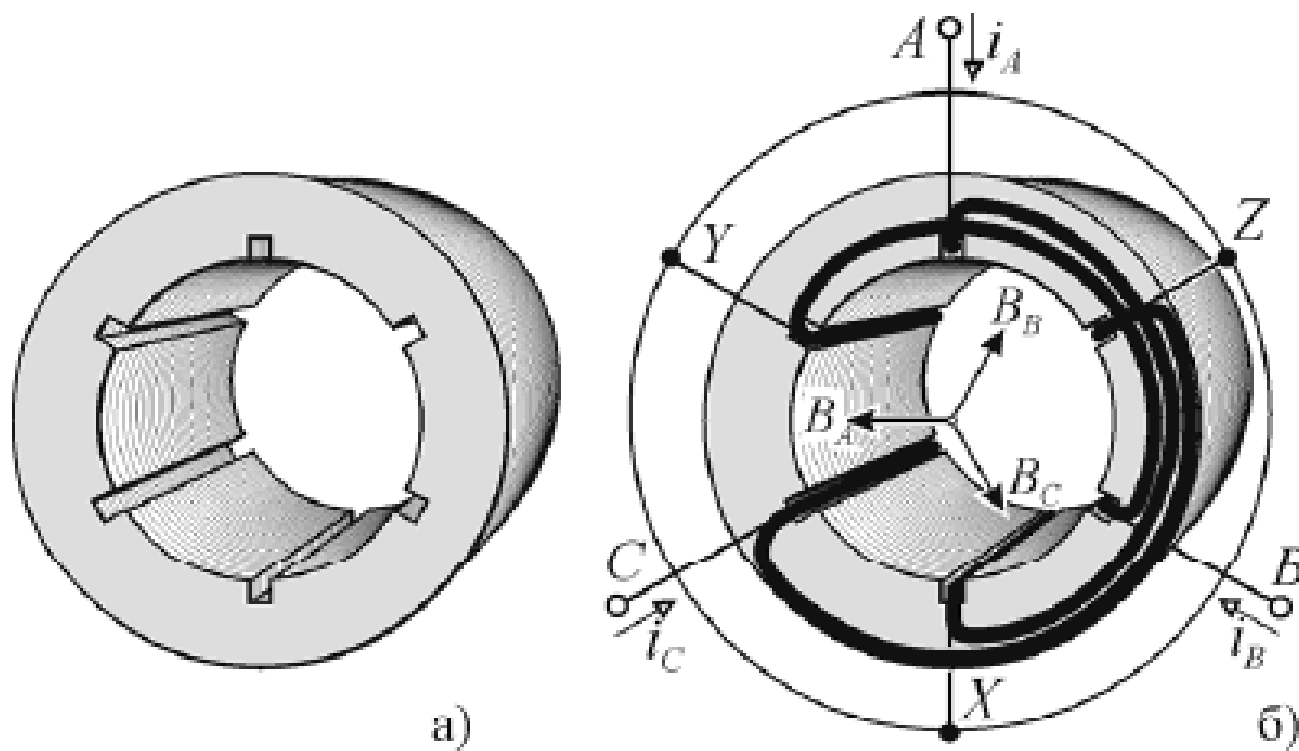
Лекция № 4 Асинхронные машины

Асинхронный двигатель – разновидность машины переменного тока, у которой частота вращения ротора в двигательном режиме не равна частоте вращения магнитного поля статора.

В зависимости от типа питающего тока, различают одно-, двух- и трехфазные машины.

Лекция № 4 Асинхронные машины

Вращающееся магнитное поле Статор



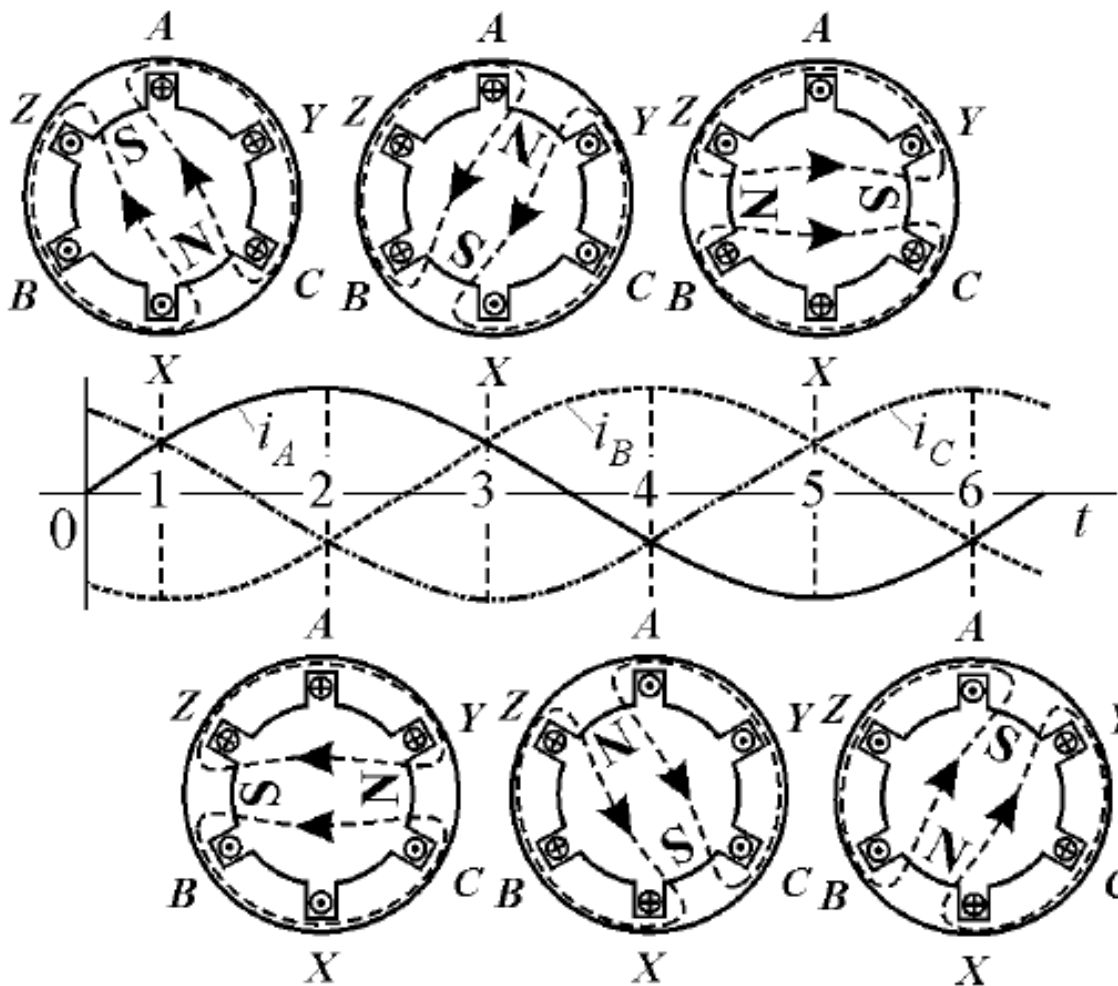
Лекция № 4 Асинхронные машины

$$i_A = i_m \sin(\omega t) \Rightarrow B_A = B_m \sin(\omega t)$$

$$i_B = i_m \sin\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right) \Rightarrow B_B = B_m \sin\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right)$$

$$i_C = i_m \sin\left(\omega t + \frac{2}{3}\pi\right) \Rightarrow B_C = B_m \sin\left(\omega t + \frac{2}{3}\pi\right)$$

Лекция № 4 Асинхронные машины

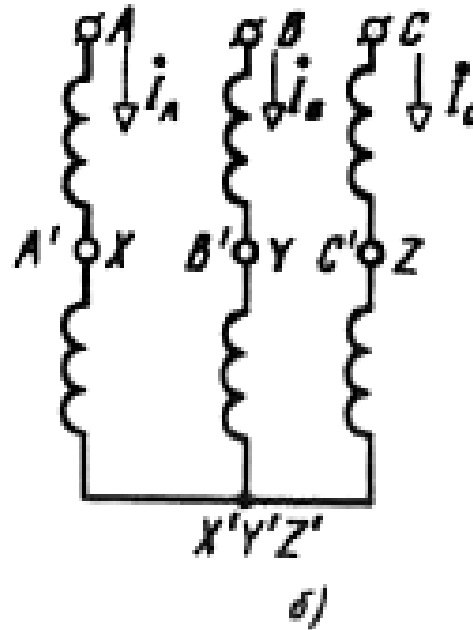
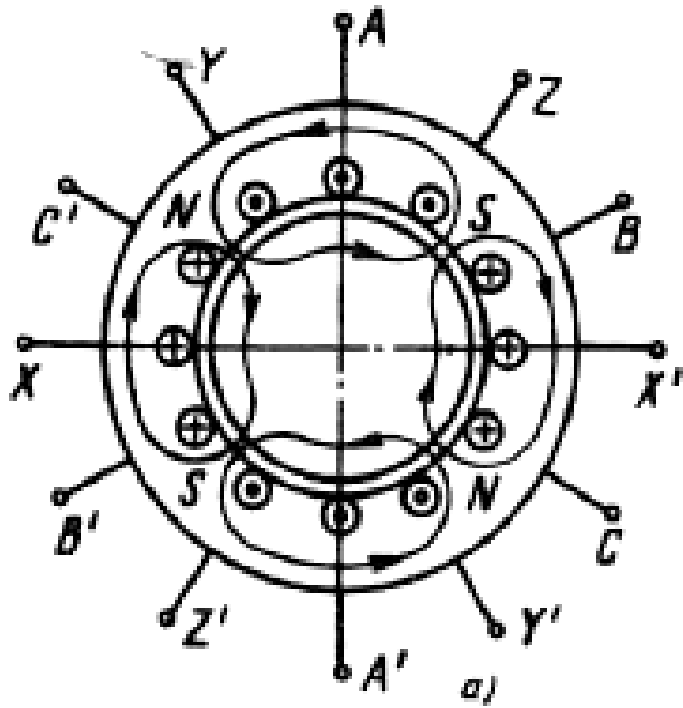


$$B(\alpha) = \frac{3}{2} B_m \sin(\omega t - \alpha)$$

$$B = \frac{3}{2} B_m$$

$$\omega = 2\pi f$$

Лекция № 4 Асинхронные машины



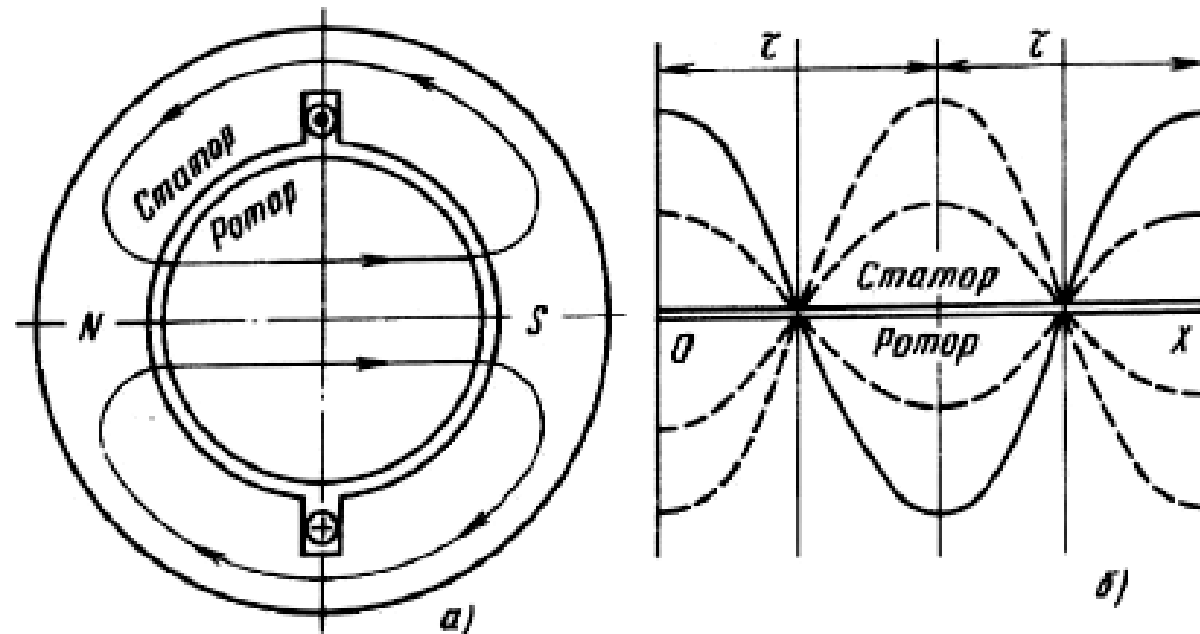
$$\omega = \frac{2\pi f}{p}$$

$$n = \frac{60f}{p}$$

Скорости вращения для частоты 50 Гц – 3000, 1500, 1000, 750, 600

Лекция № 4 Асинхронные машины

Вращающееся магнитное поле при двух- и одно-фазном подключении.



$$B(t) = B_m \cos(\omega t)$$

$$B(\alpha, t) = B_m \cos(\omega t) \cos(\alpha)$$

Лекция № 4 Асинхронные машины

$$B(\alpha, t) = B_m \cos(\omega t) \cos(\alpha) = \frac{B_m}{2} \cos(\omega t - \alpha) + \frac{B_m}{2} \cos(\omega t + \alpha)$$

$$B_1(\alpha, t) = B_m \cos(\omega t) \cos(\alpha) = \frac{B_m}{2} \cos(\omega t - \alpha) + \frac{B_m}{2} \cos(\omega t + \alpha)$$

$$B_2(\alpha, t) = B_m \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) \cos(\alpha - \frac{\pi}{2}) =$$

$$= \frac{B_m}{2} \cos(\omega t - \alpha) + \frac{B_m}{2} \cos(\omega t + \alpha - \pi) =$$

$$= \frac{B_m}{2} \cos(\omega t - \alpha) - \frac{B_m}{2} \cos(\omega t + \alpha)$$

$$B(\alpha, t) = B_1(\alpha, t) + B_2(\alpha, t) = B_m \cos(\omega t - \alpha)$$

Лекция № 4 Асинхронные машины

Принцип действия асинхронного двигателя

Скольжение

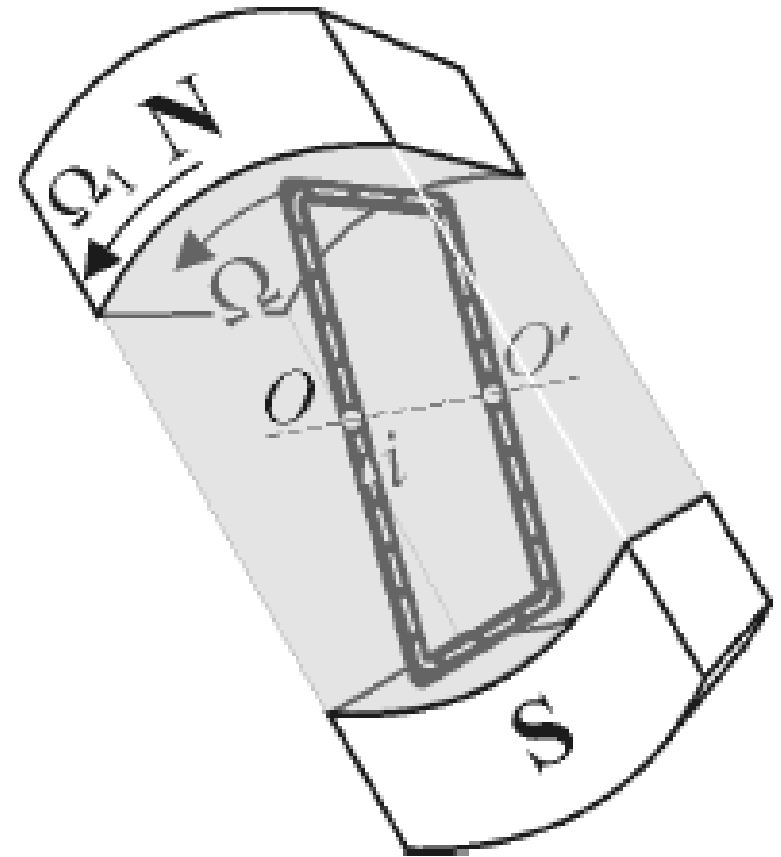
$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

частота наводимой ЭДС статора

$$f_1 = \frac{n_1 p}{60} = \frac{60 f}{p} \frac{p}{60} = f$$

частота наводимой ЭДС ротора

$$f_2 = \frac{n_1 s p}{60} = \frac{60 f s}{p} \frac{p}{60} = s f$$



Лекция № 4 Асинхронные машины

ЭДС обмоток

наводимая ЭДС статора

$$E_1 = C_{E1} f \Phi$$

наводимая ЭДС ротора

$$E_2 = C_{E2} f_2 \Phi$$

$$E_{2s} = C_{E2} f \Phi s$$

$$X_1 = L_1 \omega_1$$

$$X_2 = L_2 \omega_2$$

$$X_{2s} = L_{2s} \omega_{2s} = X_2 s$$

$$e = Blv$$

$$E_{Я} = C_E n \Phi$$

Лекция № 4 Асинхронные машины

$$\underline{U}_1 = -\underline{E}_1 + R_1 \underline{I}_1 + jX_1 \underline{I}_1$$

$$\underline{U}_1 \approx -\underline{E}_1$$

$$\underline{E}_{2s} = R_2 \underline{I}_{2s} + jX_{2s} \underline{I}_{2s}$$

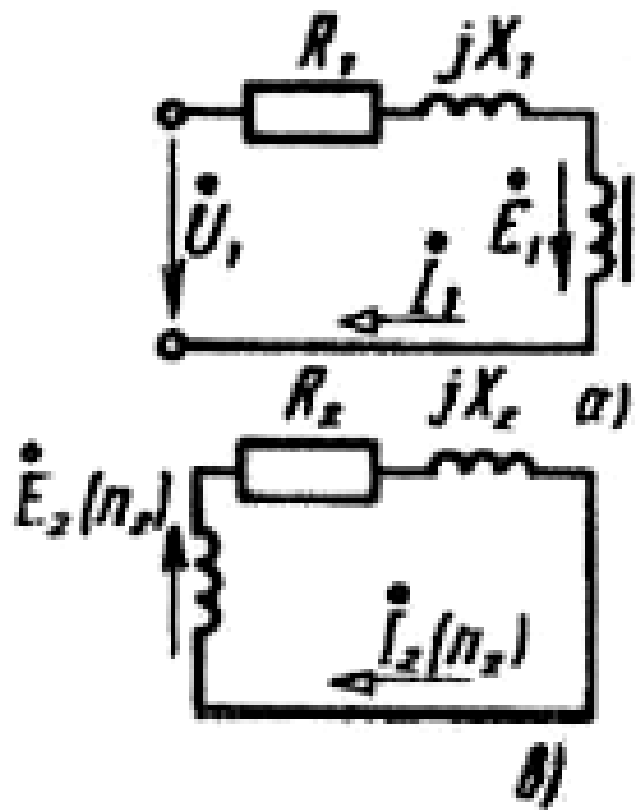
$$\underline{I}_{2s} = \frac{\underline{E}_{2s}}{\sqrt{R_2^2 + X_{2s}^2}} = \frac{\underline{E}_{2s}}{\sqrt{R_2^2 + (X_2 s)^2}}$$

При изменении нагрузки происходит изменение ЭДС и тока ротора, частоты и сдвига фаз.

Лекция № 4 Асинхронные машины

$$\begin{aligned} I_{2sA} &= I_{2s} \cos(\varphi_{2s}) = \frac{E_2 s}{\sqrt{R_2^2 + (X_2 s)^2}} \cos(\varphi_{2s}) = \\ &= \frac{E_2 s}{\sqrt{R_2^2 + (X_2 s)^2}} \frac{R_2}{\sqrt{R_2^2 + (X_2 s)^2}} = \\ &= \frac{E_2}{X_2} \frac{1}{\frac{X_2 s}{R_2} + \frac{R_2}{X_2 s}} \end{aligned}$$

Лекция № 4 Асинхронные машины



Лекция № 4 Асинхронные машины

Баланс мощностей

$$P_1 = \sqrt{3}U_1 I_1 \cos \varphi_1 = \Delta P_{1\mathcal{E}} + \Delta P_{1МАГ} + \Delta P_{2МАГ} + \Delta P_{2\mathcal{E}} + \Delta P_{2МЕХ} + P_2$$

$$P_{\mathcal{E}М} = \omega_1 M_{\mathcal{E}М}$$

$$P_{2МЕХ} = \omega_2 M_{\mathcal{E}М}$$

$$P_{\mathcal{E}М} - P_{2МЕХ} = \Delta P_{2\mathcal{E}}$$

$$\Delta P_{2\mathcal{E}} = \omega_1 M_{\mathcal{E}М} - \omega_2 M_{\mathcal{E}М} = \omega_1 M_{\mathcal{E}М} \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1} = s P_{\mathcal{E}М}$$

Двигатель конструирую таким образом, чтобы в номинальном режиме, скорость вращения ротора была близка к скорости вращения магнитного поля статора.

Лекция № 4 Асинхронные машины

$$\Delta P_{2\Omega} = \omega_1 M_{\Omega M} \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1} = s P_{\Omega M} = s \omega_1 M_{\Omega M}$$

$$M_{\Omega M} = \frac{\Delta P_{2\Omega}}{\omega_1 s}$$

$$\Delta P_{2\Omega} = 3 E_{2s} I_{2s} \cos(\varphi_{2s}) \quad I_{2sA} = I_{2s} \cos(\varphi_{2s})$$

$$M_{\Omega M} = \frac{3 C_{E2} f \Phi s I_{2sA}}{\omega_1 s}$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi f}{p} \quad C_M = \frac{3 C_{E2} p}{2\pi}$$

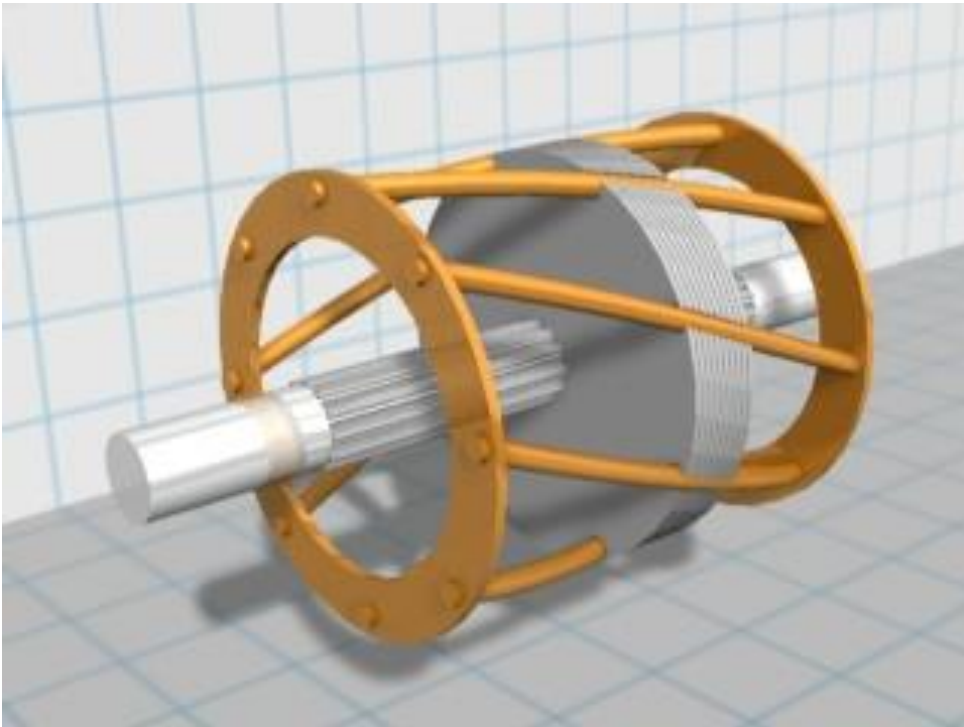
$$M_{\Omega M} = C_M \Phi I_{2sA}$$

Лекция № 4 Асинхронные машины

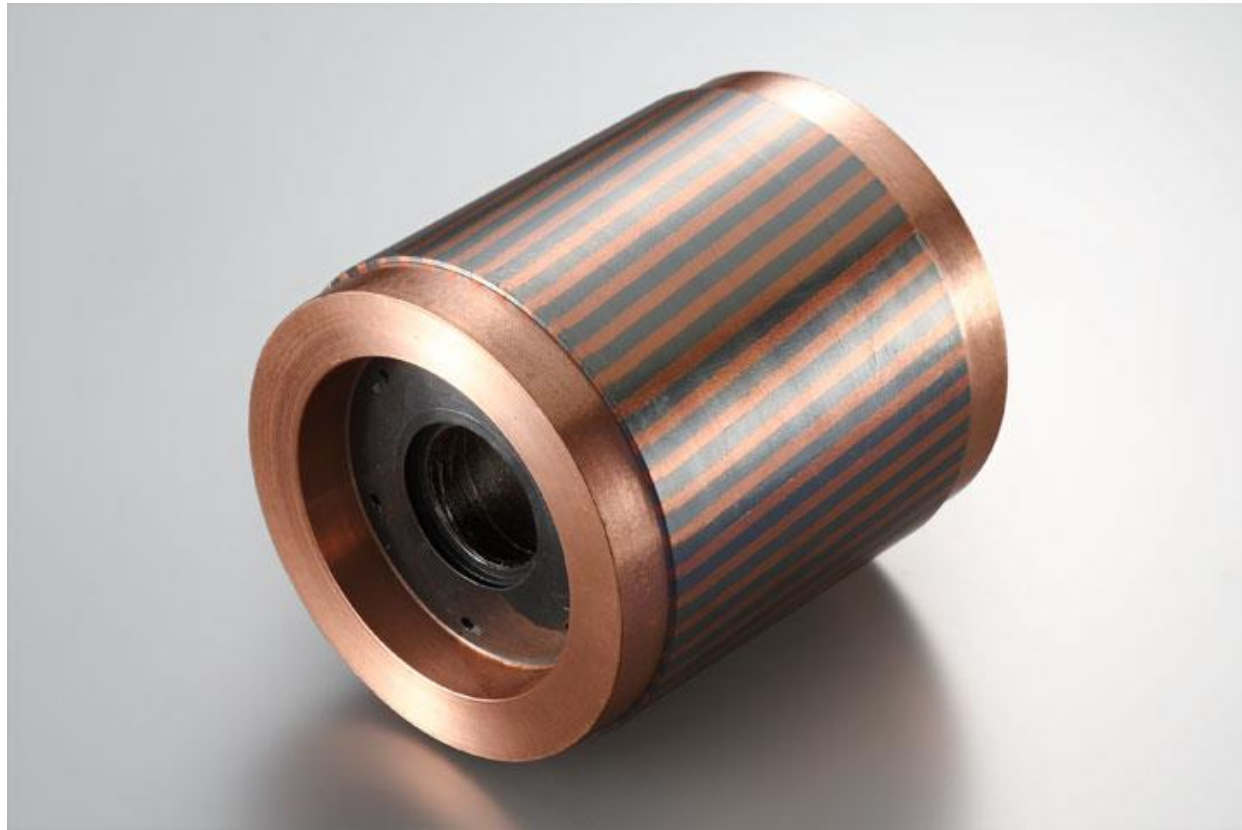
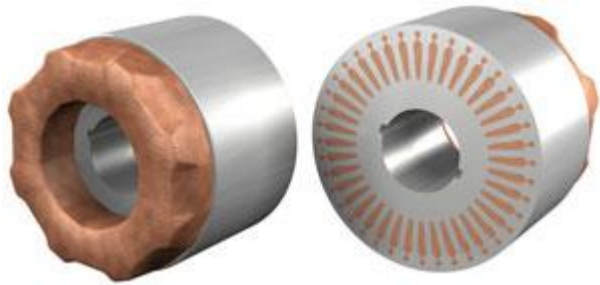
Момент на валу двигателя пропорционален активной составляющей тока ротора.

Лекция № 4 Асинхронные машины

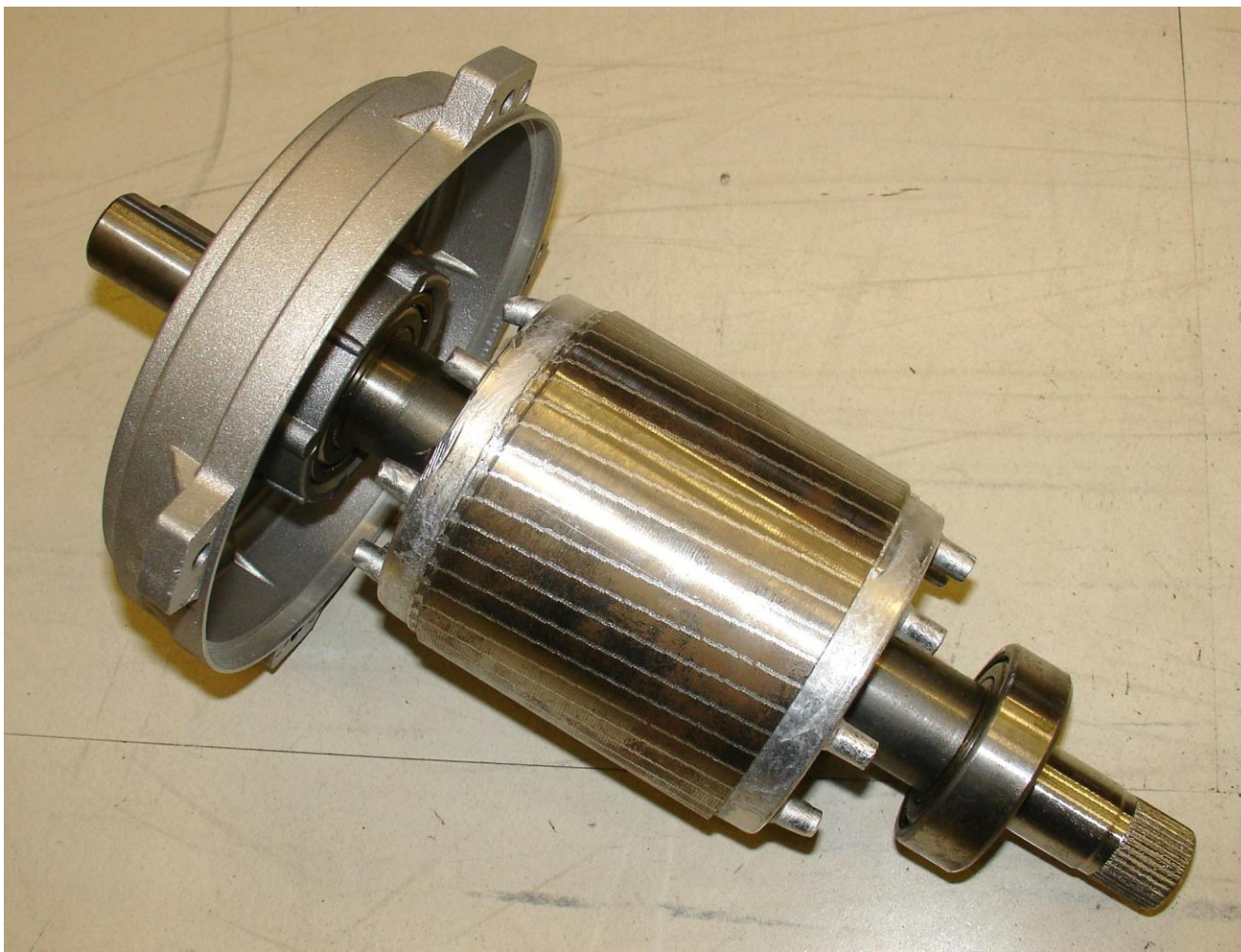
Конструкция ротора. Короткозамкнутый ротор



Лекция № 4 Асинхронные машины



Лекция № 4 Асинхронные машины

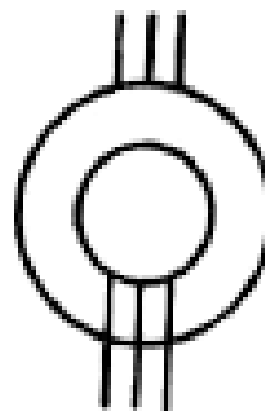
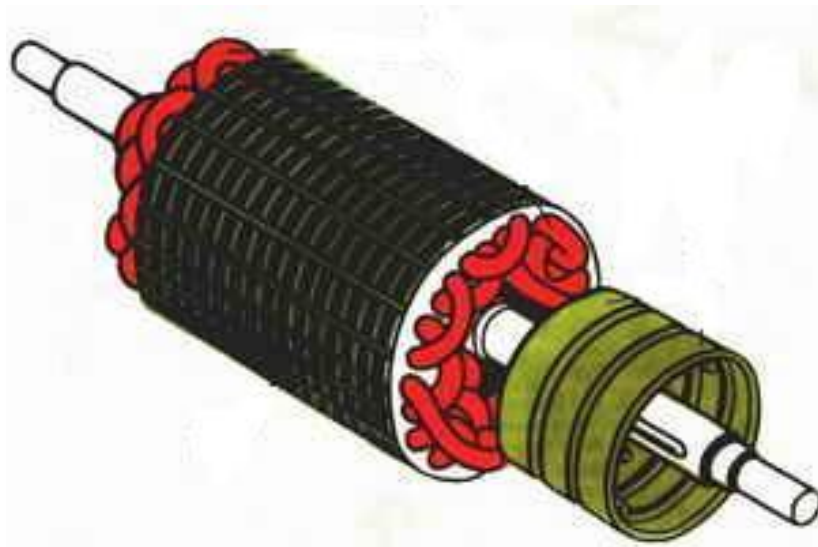


Лекция № 4 Асинхронные машины



Лекция № 4 Асинхронные машины

Фазный ротор



Лекция № 4 Асинхронные машины



Лекция 4

Асинхронные машины.

Параграф 3.1-3.13 учебника (книга
вторая)