

7 РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АД

151. Параметры r_{12} и x_{12} схемы замещения на рис. П.20, б:

$$r_{12} = \frac{P_{ст.осн}}{m_1 \cdot I_\mu^2} = \frac{256.592}{3 \cdot 5.921^2} = 2.44 \text{ Ом};$$

$$x_{12} = \frac{U_{1ном}}{I_\mu} - x_1 = \frac{220}{5.921} - 0.677 = 36.478 \text{ Ом}.$$

152. Угол γ :

$$\begin{aligned} \gamma &= \arctan \frac{r_1 \cdot x_{12} - r_{12} \cdot x_1}{r_{12} \cdot (r_{142} + r_{12}) + x_{12} \cdot (x_1 + x_{12})} \\ &= \arctan \frac{0.28 \cdot 36.478 - 2.44 \cdot 0.677}{2.44 \cdot (0.28 + 2.44) + 36.478 \cdot (0.677 + 36.478)} = 0.36^\circ \\ &< 1^\circ \end{aligned}$$

поэтому для расчёта величин a , a' , b и b' будем использовать приближённый метод (рекомендации на стр. 52-53).

152. Определим величины c_1 , a , a' , b и b' :

$$c_1 = 1 + \frac{x_1}{x_{12}} = 1 + \frac{0.677}{36.478} = 1.019$$

$$a = c_1 \cdot r_1 = 1.019 \cdot 0.28 = 0.285 \text{ Ом}$$

$$a' = c_1^2 = 1.019^2 = 1.037$$

$$b = c_1 \cdot (x_1 + c_1 \cdot x_2) = 1.019 \cdot (0.677 + 1.019 \cdot 0.961) = 1.687 \text{ Ом}$$

$$b' = 0$$

153. Расчёт рабочих характеристик будем вести по алгоритму, приведённому в табл. 12.1.

Расчет рабочих характеристик ввиду большого объема вычислений удобнее проводить на ПЭВМ либо с помощью специальных программ, либо с помощью математических пакетов (например MathCAD).

					КР.1-43.01.03.22с.15 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб.		Кощенко			Рабочие характеристики АД		
Пров.		Козлов					
Н. контр.							
Утв.							
						Лит	Лист
							Листов
					ГГТУ, гр. 3Э-22с		

Приведем пример расчета для одной точки, при скольжении равным $s=0.01$. Остальные точки будут рассчитаны аналогично. Результаты расчетов выведем в виде графиков.

154. Рассчитаем некоторые параметры из табл. 12.1, значения которых не зависят от скольжения s :

- реактивное сопротивление X правой ветви Г-образной схемы замещения АД (рис. 7.1)

$$X = b + \frac{b' \cdot X_2'}{s} = 1.687 + \frac{0 \cdot 0.155}{0.01} = 1.687 \text{ Ом},$$

- активная составляющая тока синхронного холостого хода

$$I_{0.a} = \frac{P_{ст.осн} + m_1 \cdot I_\mu^2 \cdot r_1}{m_1 \cdot U_{1ном}} = \frac{256.592 + 3 \cdot 5.921^2 \cdot 0.28}{3 \cdot 220} = 0.433 \text{ А},$$

- реактивная составляющая тока синхронного холостого хода

$$I_{0.p} \approx I_\mu = 5.921 \text{ А},$$

- потери мощности, не зависящие от скольжения

$$P_{пост} = P_{мх} + P_{\Sigma c} = 330.686 + 1382.976 = 1713.662 \text{ Вт}$$

155. Произведем расчет одной точки:

- сопротивление ротора

$$\frac{a' \cdot r_2'}{s} = \frac{1.037 \cdot 0.155}{0.01} = 16.047 \text{ Ом},$$

$$R = a + \frac{a' \cdot r_2'}{s} = 0.285 + \frac{1.037 \cdot 0.155}{0.01} = 16.332 \text{ Ом},$$

$$X = 1.687 \text{ Ом},$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{16.332^2 + 1.687^2} = 16.419 \text{ Ом}$$

- приведенный ток ротора:

$$I_2'' = \frac{U_{1ном}}{Z} = \frac{220}{16.419} = 13.399 \text{ А}$$

- коэффициенты мощности:

$$\cos(\varphi)' = \frac{R}{Z} = \frac{16.332}{16.419} = 0.995$$

$$\sin(\varphi) = \frac{X}{Z} = \frac{1.687}{16.419} = 0.103$$

- токи статора:

- активная составляющая:

$$I_{1a} = I_{0a} + I_2 \cdot \cos(\varphi) = 0.433 + 13.399 \cdot 0.995 = 13.762 \text{ A}$$

- реактивная составляющая:

$$I_{1p} = I_{0p} + I_2 \cdot \sin(\varphi) = 5.921 + 13.399 \cdot 0.103 = 7.298 \text{ A}$$

- полный ток статора:

$$I_1 = \sqrt{I_{1a}^2 + I_{1p}^2} = \sqrt{13.762^2 + 7.298^2} = 15.577 \text{ A}$$

- ток ротора:

$$I_2 = c_1 \cdot I_2 = 1.019 \cdot 13.399 = 13.648 \text{ A}$$

- полная потребляемая активная мощность из сети:

$$P_1 = 3 \cdot U \cdot I_{1a} = 3 \cdot 220 \cdot 13.7625 = 9083 \text{ Вт} = 9.083 \text{ кВт}.$$

- электрические потери в статоре:

$$P_{e1} = 3 \cdot r_1 \cdot I_1^2 = 3 \cdot 0.28 \cdot 15.577^2 = 204 \text{ Вт} = 0.204 \text{ кВт}$$

- электрические потери в роторе:

$$P_{e2} = 3 \cdot r_2 \cdot I_2^2 = 3 \cdot 0.155 \cdot 13.648^2 = 86 \text{ Вт} = 0.086 \text{ кВт}$$

- номинальные добавочные потери:

$$P_{\text{доб}_H} = 0.005 \cdot P_1 = 0.005 \cdot 9083 = 45 \text{ Вт} = 0.045 \text{ кВт}$$

- суммарные потери мощности:

$$P_{\Sigma} = P_{\text{пост}} + P_{e1} + P_{e2} + P_{\text{доб}} = 1.714 + 0.204 + 0.086 + 0.045 = 2.049 \text{ кВт}$$

- выходная мощность:

$$P_2 = P_1 - P_{\Sigma} = 9.083 - 2.049 = 7.033 \text{ кВт}$$

- КПД:

$$\eta = 1 - \frac{P_{\Sigma}}{P_1} = 1 - \frac{2.049}{9.083} = 0.774$$

- коэффициент мощности двигателя

$$\cos(\varphi) = \frac{I_{1a}}{I_1} = \frac{13.762}{15.577} = 0.883$$

					КР.1-43.01.03.22с.15 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

156. Рассчитаем по данным формулам рабочие характеристики в пределах от $s=0$ до 0,07 в пакете MathCAD и построим рабочие характеристики.

На рис. 1-5 приведены рассчитанные рабочие характеристики АД, представляющие собой графики зависимостей $P_1 = f(P_2)$, $I_1 = f(P_2)$, $\cos\varphi = f(P_2)$, $\eta = f(P_2)$ и $s = f(P_2)$.

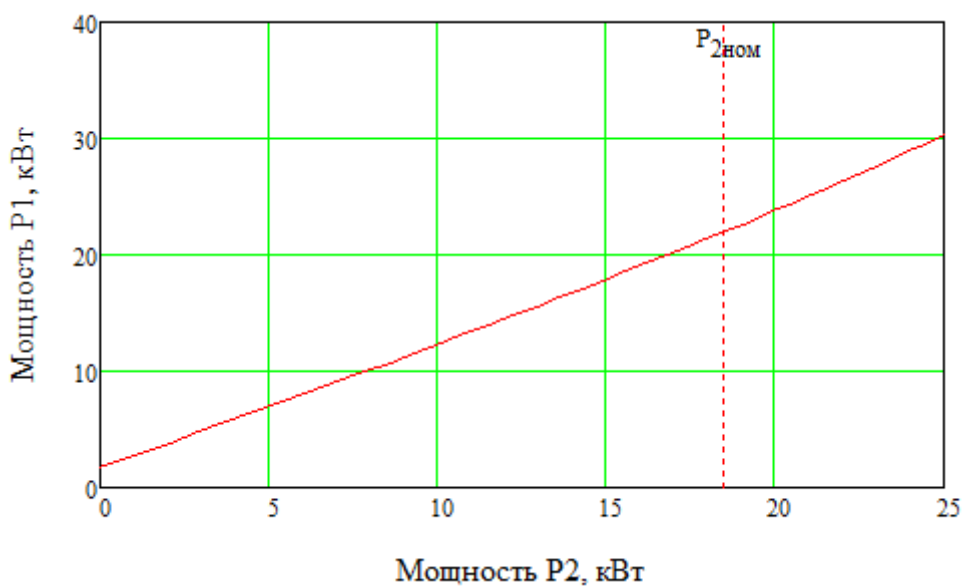


Рисунок 1 – Зависимость $P_1 = f(P_2)$

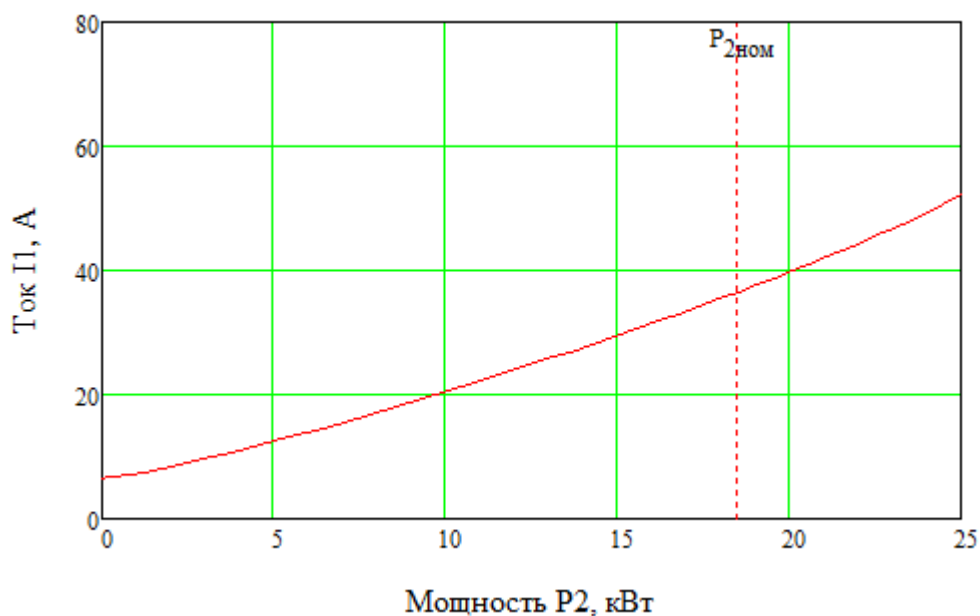


Рисунок 2 – Зависимость $I_1 = f(P_2)$

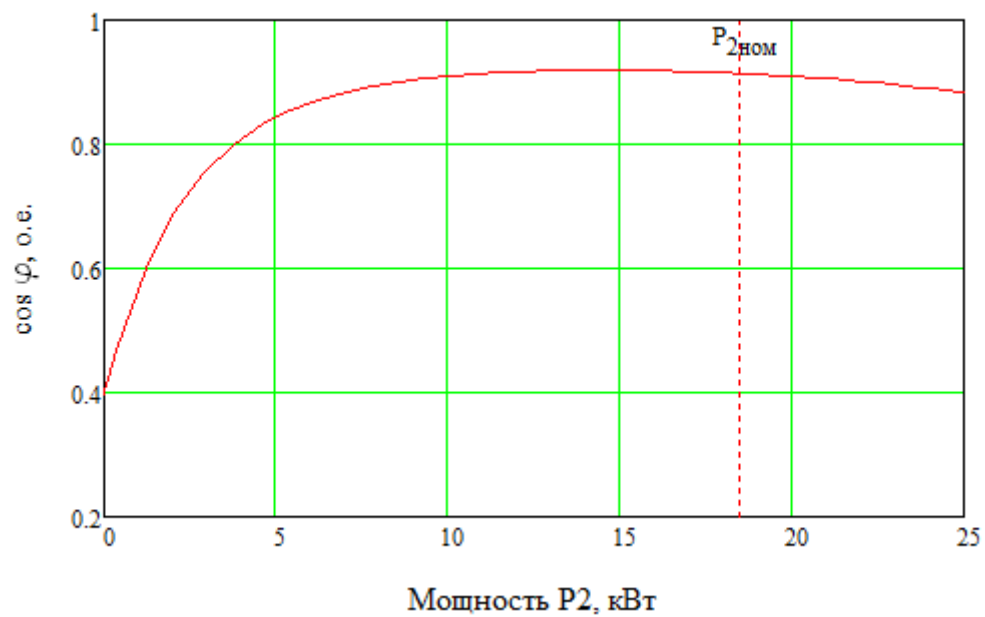


Рисунок 3 – Зависимость $\cos(\varphi) = f(P_2)$

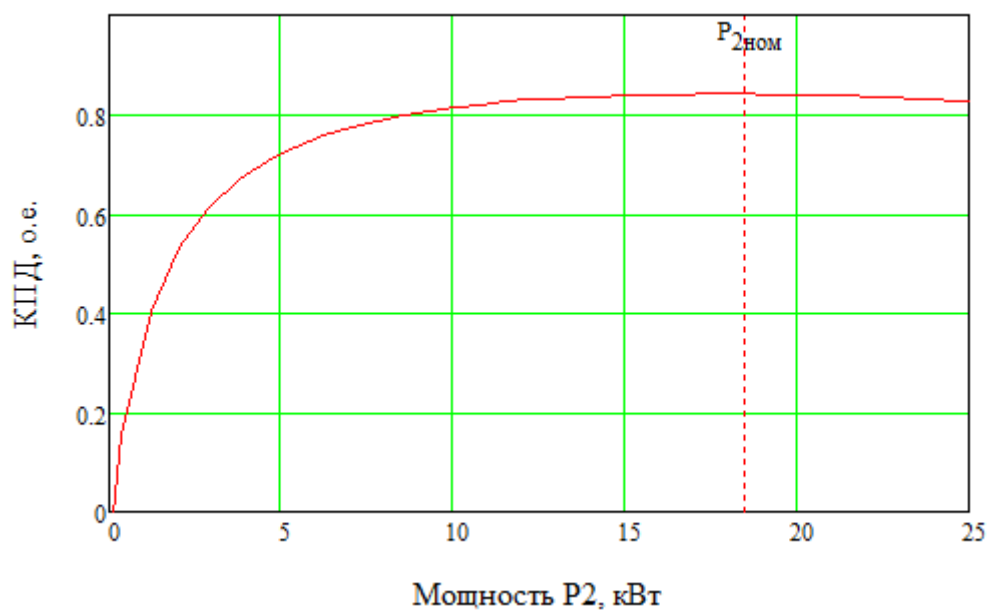


Рисунок 4 – Зависимость $\eta = f(P_2)$

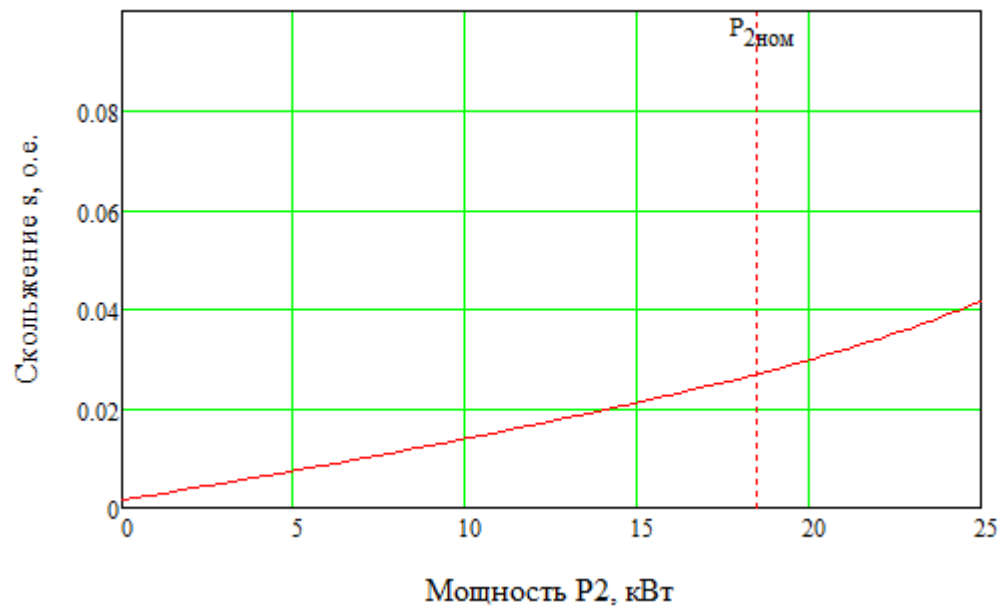


Рисунок 5 – Зависимость $s = f(P_2)$

157. По рабочим характеристикам (рис. 1) уточняем номинальные параметры двигателя по известной из условия проектирования номинальной мощности $P_{2ном} = 18.5 \text{ кВт}$:

- номинальный ток (рис. 2)

$$I_{1ном} = 36.486 \text{ А};$$

- номинальный коэффициент мощности (рис. 3)

$$\cos \varphi_{ном} = 0.914;$$

- номинальный КПД (рис. 4)

$$\eta_{ном} = 0.841;$$

- номинальное скольжение (рис. 5)

$$s_{ном} = 0.027.$$