

НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО
ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

Отчет по лабораторной работе №4
Механика электропривода

Выполнили студенты

Мовчан Игорь Евгеньевич

Демкин Алексей Игоревич

Ле Ван Хынг

Будков Ярослав Антонович

Преподаватель

Маматов Александр Геннадьевич

Санкт-Петербург
2025

Содержание

1	Исходные данные	2
2	Расчёт параметров схемы замещения	3
3	Различные характеристики	4
4	Вывод	9

1 Исходные данные

Для начала зададимся трёхфазным асинхронным двигателем из каталога. Выберем модель 5АМ112М4, для которого:

- номинальная мощность $P_n = 5.5$ кВт;
- Номинальная частота вращения $n_n = 1440$ об/мин;
- КПД $\eta = 86\%$
- Коэффициент мощности $\cos \phi = 0.83$
- Номинальное напряжение $U_n = 380$ В;
- Номинальный ток $I_n = 11.7$ А;
- Номинальный момент $M_n = 36.5$ Нм;
- Отношение пускового момента к номинальному $M_p/M_n = 2.6$
- Отношение пускового тока к номинальному $I_p/I_n = 6.7$
- Отношение $\lambda = M_{max}/M_n = 2.2$
- Момент инерции $J = 0.02$ кгм²
- Масса 56.5 кг
- Сервис-фактор $F_s = 1.15$

Также имеем:

- Частота питания $f_s = 50$ Гц;
- Число фаз двигателя $m_1 = 3$

2 Расчёт параметров схемы замещения

Расчитаем дополнительные параметры:

$$U_{1N} = \frac{U_n}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} \approx 219.393 \text{ В}$$

$$I_{1N} = I_n = 11.7 \text{ А}$$

Угловая частота сети:

$$\omega_1 = 2\pi f \approx 314.16 \text{ рад/с}$$

Скольжение:

$$s_n = 1 - \frac{n_n}{n_1} = 1 - \frac{1440}{1500} = 0.04$$

Определим активное сопротивление статора через потери:

$$\Delta P_{1Cu} = m_1 I_{1N}^2 r_1 = m_1 U_{1N} I_{1N} \cos \phi - \frac{M_n \omega_1}{z_p}$$

Откуда:

$$r_1 = \frac{m_1 U_{1N} I_{1N} \cos \phi - \frac{M_n \omega_1}{z_p}}{m_1 I_{1N}^2} \approx 1.6 \text{ Ом}$$

Здесь принято $z_p = 2$ - число пар полюсов.

Активное сопротивление ротора:

$$r'_2 = \frac{m_1 z_p U_{1N}^2 s_n}{M_n \omega_1} \approx 1.007 \text{ Ом}$$

Вычислим:

$$a(r'_2) = \frac{r_1}{r'_2} = 1 - 2a(r'_2)s_n(\lambda - 1) \approx 1.589$$

$$s_m(r'_2) = s_n(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - a(r'_2)}) \approx 0.16$$

$$x_{ks}(r'_2) = \sqrt{\left(\frac{r'_2}{s_m(r'_2)}\right)^2 - r_1^2} \approx 6.087$$

$$b(r'_2) = \frac{x_{ks}(r'_2)}{(r_1 + \frac{r'_2}{s_n})^2 + (x_{ks}(r'_2))^2} \approx 0.008$$

$$x_m(r'_2) = \frac{1}{\frac{I_n \sqrt{1-\cos^2\phi}}{U_{1N}} - b(r'_2)} \approx 45.988$$

Откуда:

$$I'_2(r'_2) = \frac{U_{1N}}{\sqrt{(r_1 + \frac{r'_2}{s_m(r'_2)})^2 + (x_{ks}(r'_2))^2}} \approx 4.7$$

Также имеем:

$$x_{1\sigma} = x_{2\sigma} = x_{ks}(r'_2)/2 \approx 3.0435$$

3 Различные характеристики

Механические характеристики будем рассчитывать по формуле:

$$M(s) = \frac{m_1 z_p U_{1N}^2 r'_2}{\omega_1 s ((r_1 + \frac{r'_2}{s})^2 + (x_{1\sigma} + x_{2\sigma})^2)}$$

$$I_2 = \frac{U_{1N}}{\sqrt{(r_1 + \frac{r'_2}{s})^2 + (x_{1\sigma} + x_{2\sigma})^2}}$$

Электромагнитные характеристики:

$$M_k(s) = \frac{m_1 z_p U_{1N}^2 r'_2 k_r}{\omega_1 s ((r_1 + \frac{r'_2}{s})^2 + (x_{1\sigma} + x_{2\sigma} k_x)^2)}$$

$$I'_{2k} = \frac{U_{1N}}{\sqrt{(r_1 + \frac{r'_2}{s})^2 + (x_{1\sigma} + x_{2\sigma} k_x)^2}}$$

Рабочие характеристики АД. Активная мощность:

$$P_2 = m_1 I_2'^2 \frac{1-s}{s}$$

$$P_1 = P_2 + m_1 I_1'^2 r_1 + m_1 I_2'^2 r_2',$$

где

$$I_1 = I_2' + \frac{U_{1N}}{c_1 x_m}$$

КПД:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

Коэффициент мощности:

$$\cos \phi = \frac{P_1}{3U_{1N}I_1}$$

Перейдем к моделированию.

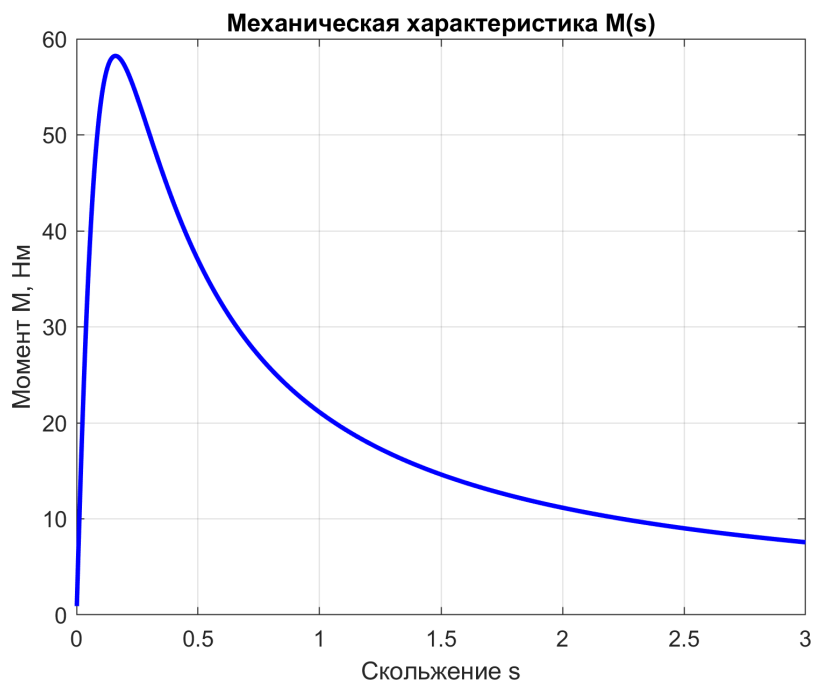
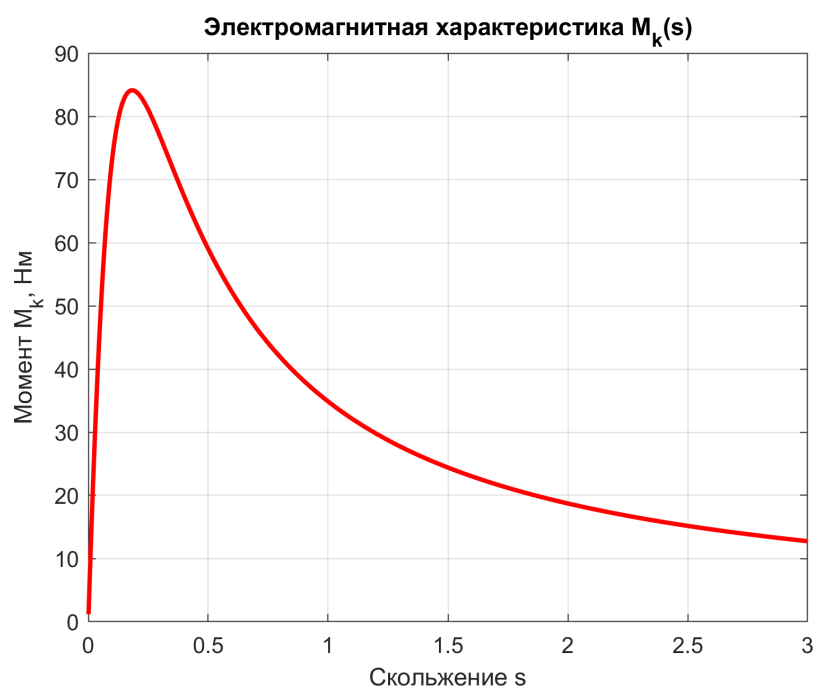
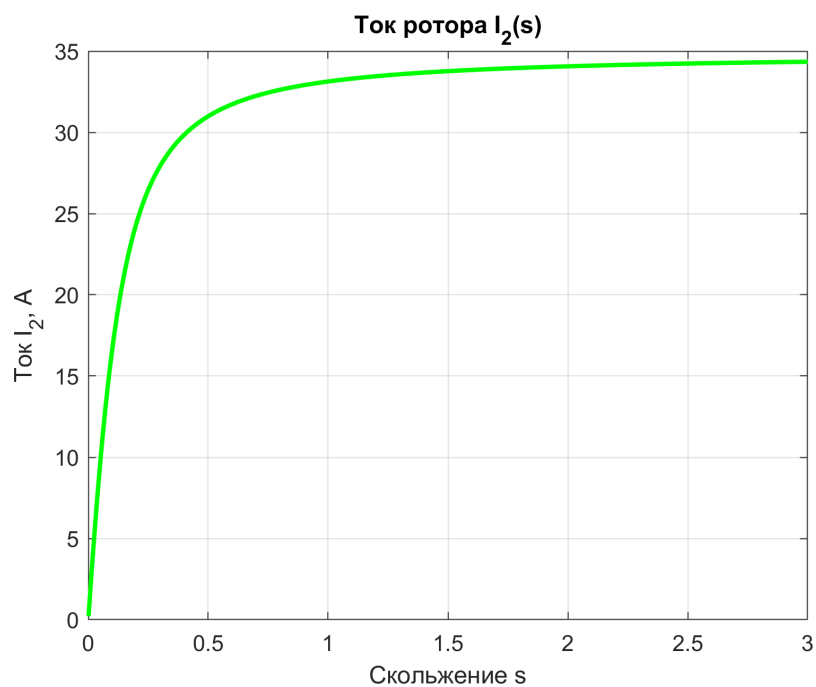
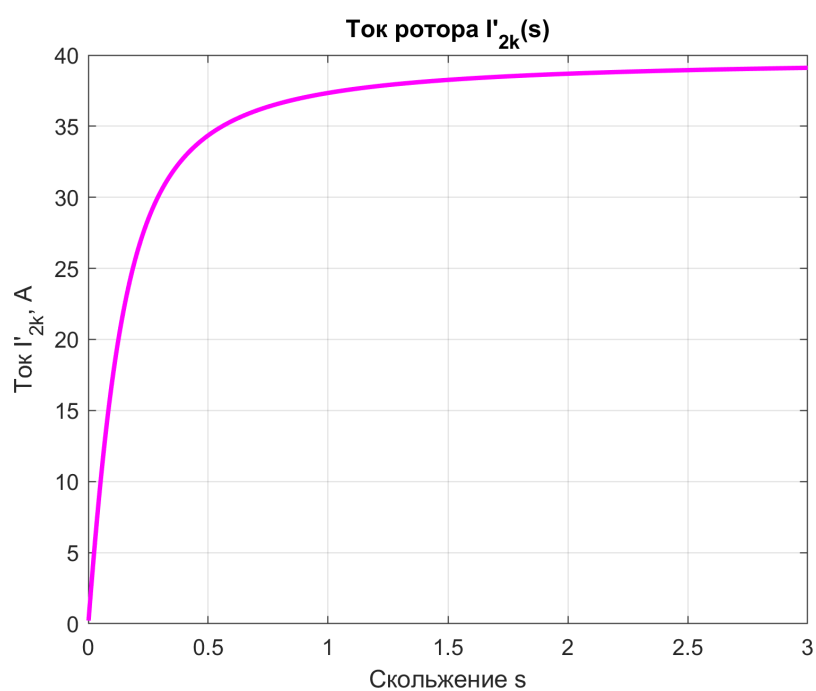
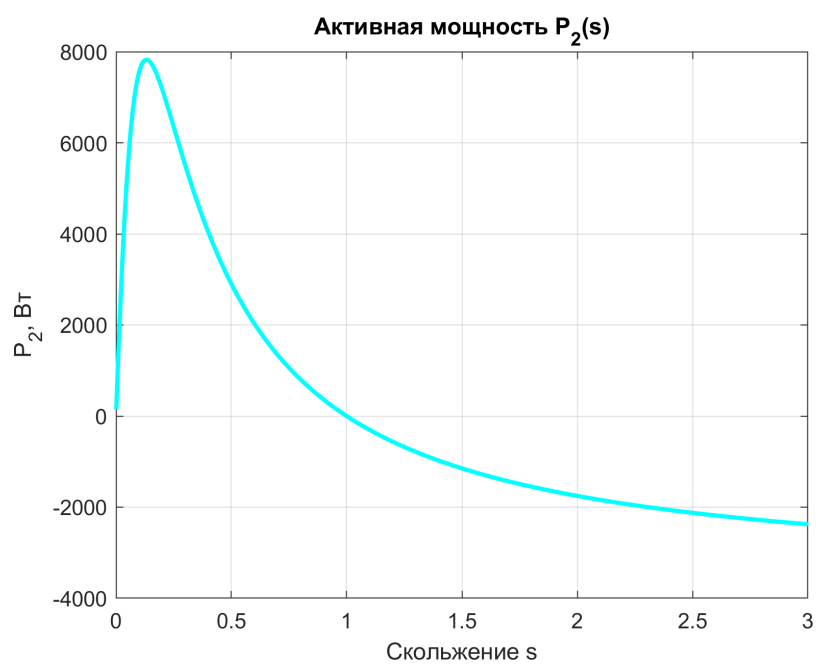


Рис. 1: Механическая характеристика $M(s)$

Рис. 2: Электромагнитная характеристика $M_k(s)$ Рис. 3: Ток ротора $I_2(s)$

Рис. 4: Ток ротора $I'_{2k}(s)$ Рис. 5: Активная мощность $P_2(s)$

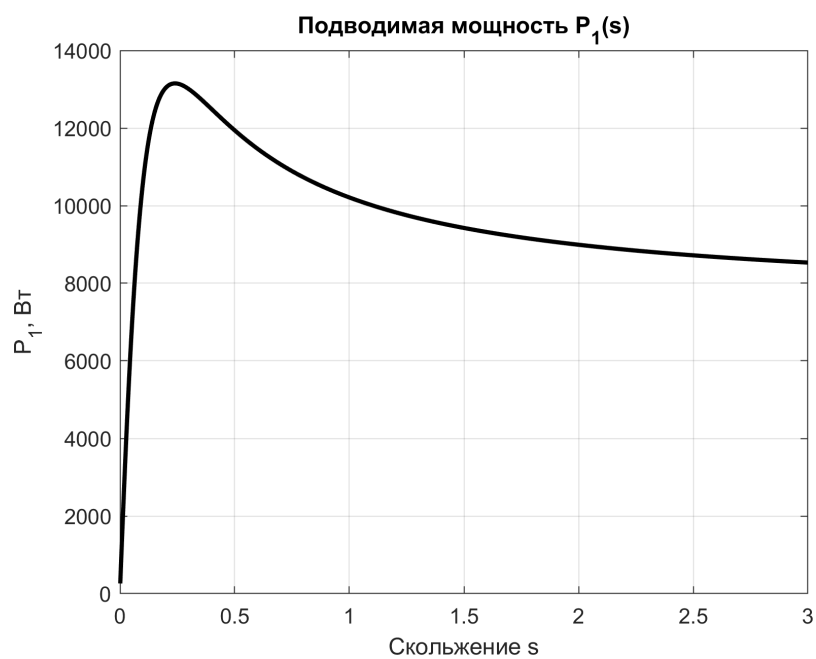


Рис. 6: Подводимая мощность $P_1(s)$

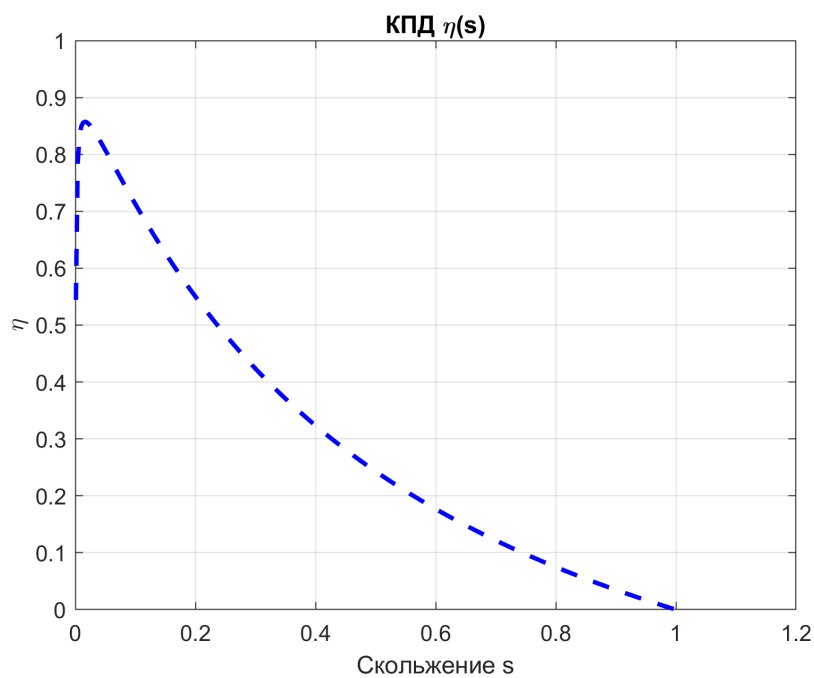


Рис. 7: КПД $\eta(s)$

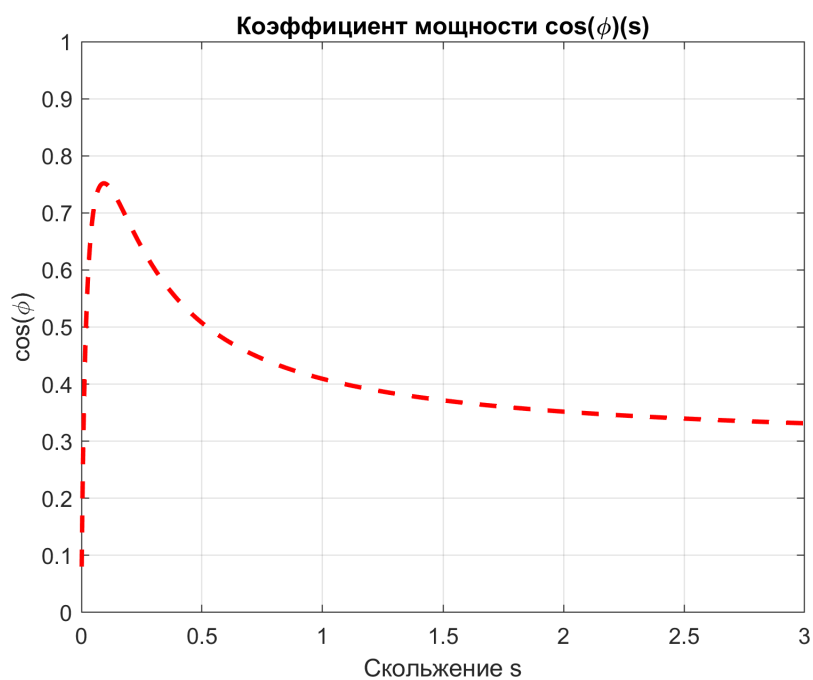


Рис. 8: Коэффициент мощности $\cos \phi(s)$

4 Вывод

В ходе работы мы получили механические и электромагнитные характеристики АД, а также рабочие характеристики. Построенные графики соответствуют теоретическим расчетам, значения на графиках близки к данной справочной информации.