

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

ЗВІТ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №2

Розробка та складання схем
електричних принципів керування
промисловими двигунами

Керівник

(підпис)

д.т.н., проф. Черепанська І. Ю.
(дата)

Виконавець

(підпис)

Юша Володимир Ігорович
(дата)

Лабораторна робота №2

Тема роботи

Розробка та складання схем електричних принципових керування промисловими двигунами

Мета роботи

Вивчити будову та принцип дії промислових двигунів різних типів, як складових систем автоматичного керування / регулювання / контролю. Навчитися складати схеми електричні принципові для керування промисловими двигунами різних типів.

Завдання

Трифазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором має такі параметри:

1. напруга живлення: 380/220 В;
2. номінальна потужність на валу: $P_{\text{ном.мех}}$;
3. номінальна швидкість: $n_{\text{ном}}$;
4. коефіцієнт корисної дії: η ;
5. коефіцієнт потужності: $\cos \varphi_{\text{ном}}$;
6. коефіцієнт кратності пускового струму: α ;
7. коефіцієнт кратності пускового моменту: $\beta = \frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{н}}}$;
8. коефіцієнт перенавантажної здатності: $\gamma = \frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{н}}}$.

					ПМ1115.04.00.02 ЛР			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Юша В. І.				Розробка та складання схем електричних принципових керування промисловими двигунами			
Перев.	Черепанська І.Ю.							
Н. Контр.								
Затв.	Черепанська І.Ю.							
						Літ.	Аркуш	Аркушів
							2	6
						КПІ ім. І. Сікорського, ПБФ		

Вихідні дані

- Потужність на валу: $P_{\text{мех}} = 2,8 \text{ кВт}$
- ККД: $\eta = 0,86$
- Косинус фі: $\cos \varphi = 0,88$
- Напруга: $U = 380 \text{ В}$
- Частота: $f = 50 \text{ Гц}$
- Частота обертання: $n = 1440 \text{ об/хв}$
- Пусковий струм: $\alpha = 5,6$
- Пусковий момент: $\beta = 2,2$
- Критичний момент: $\gamma = 2,3$

Результати розрахунків

1. Активна потужність

$$P_{\text{ел}} = \frac{P_{\text{мех}}}{\eta} = \frac{2,8}{0,86} \approx 3,256 \text{ кВт}$$

2. Повна потужність

$$S = \frac{P_{\text{ел}}}{\cos \varphi} = \frac{3,256}{0,88} \approx 3,7 \text{ кВА}$$

3. Реактивна потужність

$$Q = \sqrt{S^2 - P_{\text{ел}}^2} = \sqrt{3,7^2 - 3,256^2} \approx 1,708 \text{ кВАр}$$

4. Лінійний струм

$$I = \frac{S \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{3700}{\sqrt{3} \cdot 380} \approx 5,63 \text{ А}$$

5. Пусковий струм

$$I_{\text{пуск}} = \alpha \cdot I = 5,6 \cdot 5,63 \approx 31,53 \text{ А}$$

					ПМ1115.04.00.02 ЛР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

6. Ємність компенсуючих конденсаторів

$$Q_{\text{конд}} = P_{\text{ел}}(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

$$\tan \varphi_1 = \tan(\arccos(0,88)) \approx 0,538, \quad \tan \varphi_2 = \tan(\arccos(0,95)) \approx 0,328$$

$$Q_{\text{конд}} = 3,256 \cdot (0,538 - 0,328) \approx 0,684 \text{ кВАр}$$

Для з'єднання «зірка»:

$$C_Y = \frac{Q_{\text{конд}} \cdot 10^3}{2\pi f \cdot 3U_{\Phi}^2} = \frac{684}{2\pi \cdot 50 \cdot 3 \cdot 220^2} \approx 7,55 \mu\text{Ф}$$

Для з'єднання «трикутник»:

$$C_{\Delta} = \frac{684}{2\pi \cdot 50 \cdot 3 \cdot 380^2} \approx 3,17 \mu\text{Ф}$$

7. Момент на валу

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \cdot 1440}{60} \approx 150,8 \text{ рад/с}$$

$$M_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{мех}} \cdot 10^3}{\omega} = \frac{2800}{150,8} \approx 18,57 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{пуск}} = \beta \cdot M_{\text{ном}} = 2,2 \cdot 18,57 \approx 40,85 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{кр}} = \gamma \cdot M_{\text{ном}} = 2,3 \cdot 18,57 \approx 42,71 \text{ Нм}$$

8. Ковзання

$$s_{\text{ном}} = \frac{1500 - 1440}{1500} = 0,04$$

$$s_{\text{кр}} = s_{\text{ном}} \cdot (\gamma + \sqrt{\gamma^2 - 1}) = 0,04 \cdot (2,3 + \sqrt{2,3^2 - 1}) \approx 0,179$$

9. Залежність моменту від ковзання

$$M(s) = \frac{M_{\text{кр}}}{\frac{s_{\text{кр}}}{s} + \frac{s}{s_{\text{кр}}}}$$

					ПМ1115.04.00.02 ЛР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Ковзання, s	Момент, Нм
0	0
0.04	18.57
0.143	39.61
0.179	42.71
0.215	39.23
0.2	31.3
0.4	35.2
0.6	37.6
0.8	39.0
1.0	39.7

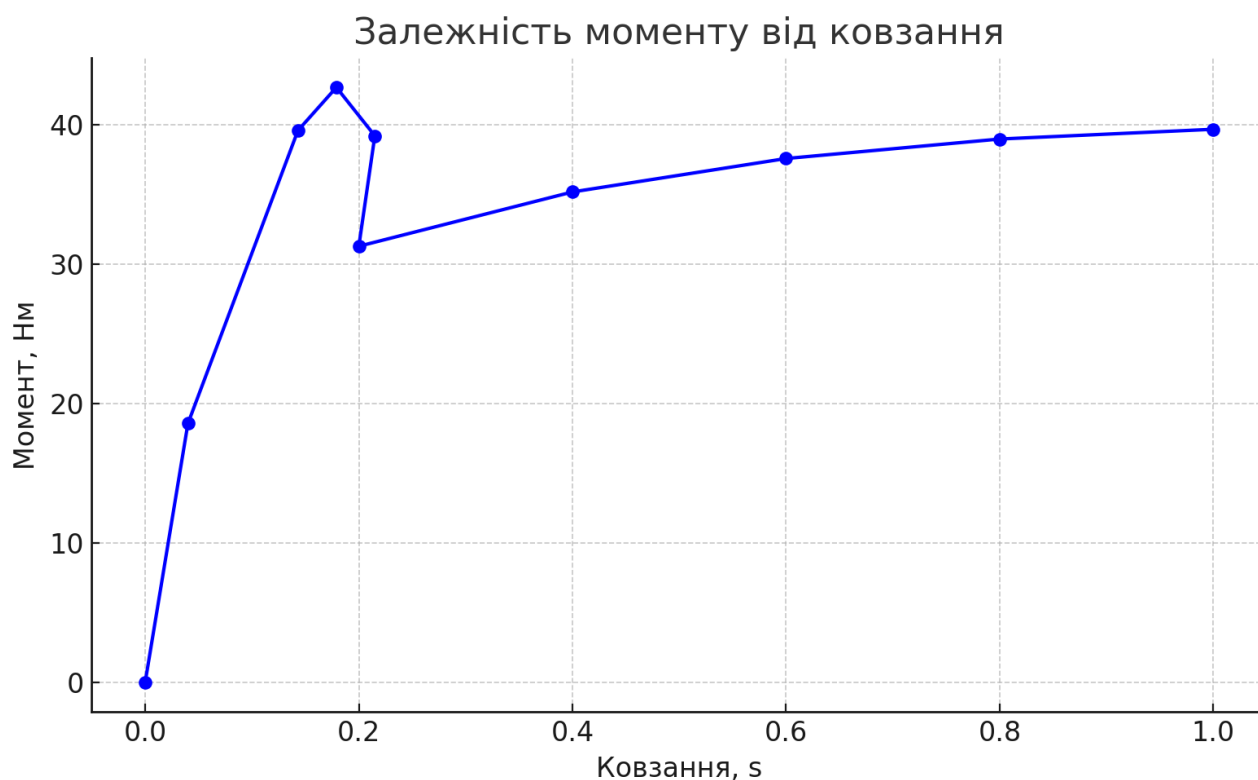


Рис. 2.6: Залежність обертаючого моменту M від ковзання s

Висновки

Отримані результати дозволяють оцінити параметри роботи трифазного асинхронного двигуна, його енергетичні характеристики та вибір необхідних ємностей для підвищення коефіцієнта потужності.

Контрольні питання

1. Чому асинхронний двигун так називається?

Асинхронний двигун називається так тому, що частота обертання його

					ПМ1115.04.00.02 ЛР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ротора не співпадає з частотою обертання магнітного поля статора (яка визначається частотою змінного струму). Різниця між цими частотами називається ковзанням.

2. Чому є небажаною велика сила пускового струму?

Велика сила пускового струму небажана, оскільки вона може призвести до значних механічних та електричних навантажень на двигун і мережу, викликати пошкодження ізоляції проводів, зменшити термін служби обладнання, а також викликати перевантаження трансформаторів і підстанцій.

3. Що використовують для зниження сили пускового струму?

Для зниження сили пускового струму використовують спеціальні пристрої, такі як стартери з обмеженням струму, трансформатори з регульованим напругою або пристрої плавного пуску, що забезпечують поступове збільшення напруги на двигуні.

					ПМ1115.04.00.02 ЛР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6