

Тема 1.

РОЛЬ ТА МІСЦЕ ЕЛЕКТРОПРИВОДА В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМАХ

Мета: сформувати у здобувачів вищої освіти цілісне уявлення про електропривод як складну електромеханічну систему, його функції в технологічних процесах, місце в структурі електроспоживання підприємств та значення автоматизації електроприводів для підвищення продуктивності, точності й енергоефективності.

Електропривод є одним із базових елементів сучасних електроенергетичних і технологічних систем. Саме він забезпечує перетворення електричної енергії на механічну та реалізує керований рух виконавчих механізмів у виробничих установках, транспортних засобах, підйомно-транспортному обладнанні, насосах, вентиляторах, верстатах, роботизованих комплексах і автоматизованих лініях. У більшості галузей промисловості частка електроприводів у загальному споживанні електроенергії є визначальною, тому правильний вибір, регулювання і експлуатація приводних систем безпосередньо впливають на техніко-економічні показники підприємства.

У загальному вигляді електропривод можна визначити як електромеханічну систему, що складається з електродвигуна, силового перетворювача, пристроїв керування, механічної передачі та робочої машини. Основне призначення такої системи полягає не тільки у створенні механічного руху, а й у забезпеченні потрібного закону зміни швидкості, моменту, положення або прискорення виконавчого органа відповідно до вимог технологічного процесу.



Рис. 1. Узагальнена структурна схема електропривода

З позиції енергетики електропривод виступає основним споживачем електричної енергії в промисловому секторі. При цьому він є не пасивним навантаженням, а динамічною системою, параметри якої змінюються в часі. Пуск, гальмування, реверсування, робота зі змінним навантаженням, регулювання частоти обертання - усі ці режими визначають характер споживання потужності, величину втрат та вплив на якість електроенергії в мережі.

Класифікація електроприводів



Основними координатами, що характеризують роботу електропривода, є кутова швидкість ω , частота обертання n , електромагнітний момент M , потужність P та коефіцієнт корисної дії η . Між ними існують важливі функціональні зв'язки. Наприклад, механічна потужність на валу двигуна визначається співвідношенням:

$$P_2 = M \cdot \omega,$$
$$\omega = 2\pi n / 60,$$
$$\eta = P_2 / P_1 \cdot 100\%.$$

Наведені формули дають змогу оцінити енергетичні можливості привода, підібрати двигун за потужністю та перевірити його відповідність технологічному навантаженню. Для електроприводів змінного струму важливим є також зв'язок між синхронною швидкістю, частотою живлення та числом пар полюсів:

$$n_1 = 60f / p.$$

Це співвідношення пояснює, чому електроприводи з частотним регулюванням мають широкі можливості зміни швидкості: керуючи частотою f , можна плавно змінювати швидкість двигуна та адаптувати її до режиму роботи механізму.

Важливим аспектом є взаємозв'язок електропривода з робочою машиною. Кожен механізм має свою навантажувальну характеристику, тобто залежність моменту опору від швидкості. Для вентиляторів і насосів момент навантаження зростає приблизно пропорційно квадрату швидкості, для підіймальних механізмів є близьким до сталого, а для металообробних верстатів може істотно змінюватися в межах робочого циклу. Тому один і той самий двигун не може бути універсально ефективним для всіх виробничих задач.

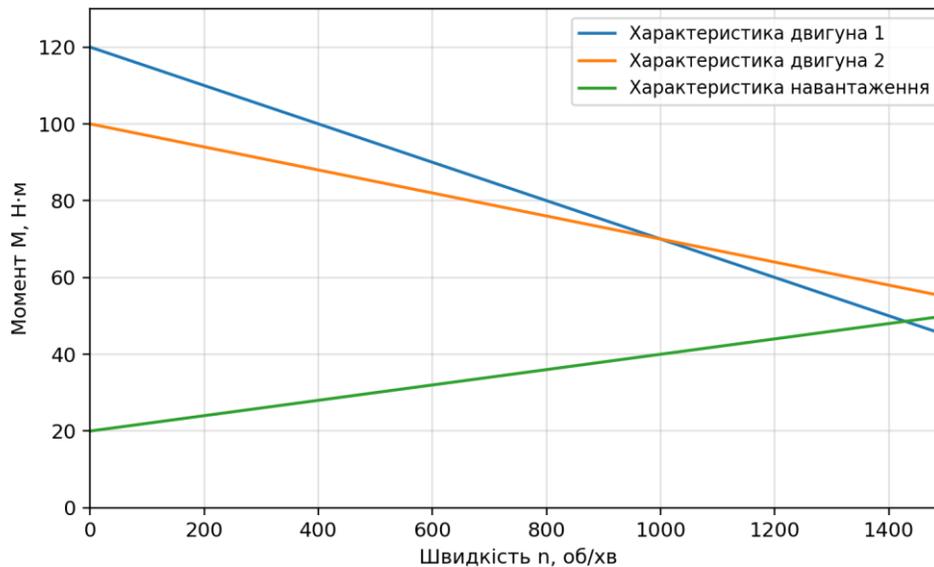


Рис. 2. Узгодження механічної характеристики двигуна з характеристикою навантаження

Робоча точка електропривода визначається перетином механічної характеристики двигуна та характеристики навантаження. Саме в цій точці встановлюється усталена швидкість обертання. Якщо характеристика двигуна не відповідає навантаженню, виникають перевантаження, нестійка робота, зниження продуктивності або перевитрати електроенергії.

У технологічних системах електропривод виконує декілька ключових функцій. По-перше, він забезпечує силовий рух виконавчих механізмів. По-друге, реалізує потрібну точність регулювання швидкості та положення. По-третє, бере участь у формуванні якості самого технологічного процесу, оскільки рівномірність руху, плавність пуску, точність позиціонування та швидкодія безпосередньо впливають на якість продукції. Особливо це важливо для автоматизованих ліній, робототехнічних комплексів, пакувальних машин, систем дозування, конвеєрів та верстатів з числовим програмним керуванням.

З розвитком силової електроніки електропривод перестав бути лише комбінацією "мережа - двигун - механізм". Сучасний автоматизований електропривод включає мікропроцесорні системи керування, датчики струму, швидкості, положення, температури, промислові мережі обміну даними та алгоритми оптимізації режимів роботи. Це дає змогу реалізовувати замкнені системи автоматичного керування, у яких відхилення координати від заданого значення автоматично компенсується керувальним впливом.

Переваги автоматизованого електропривода проявляються у кількох напрямках: зменшення ударних навантажень під час пуску; підвищення точності регулювання; зниження енергоспоживання; збільшення ресурсу механічного обладнання; можливість інтеграції у системи диспетчеризації та цифрового моніторингу. Для багатьох об'єктів впровадження регульованого електропривода дозволяє досягти економії електроенергії на рівні 20-40 %, особливо у вентиляційних, насосних і компресорних установках із змінним графіком навантаження.

- 1) електродвигун як джерело механічної енергії;
- 2) силовий перетворювач для зміни параметрів електроживлення;

- 3) система керування для реалізації заданого алгоритму роботи;
- 4) механічна передача для узгодження швидкості і моменту;
- 5) робоча машина як споживач механічної енергії.

Отже, АЕП є ключовою ланкою перетворення електричної енергії в механічну з можливістю точного керування параметрами руху — швидкістю, моментом, положенням. У сучасних умовах понад 60–70 % всієї виробленої електроенергії споживається саме електроприводами в промисловості, транспорті, ЖКГ та агросекторі.

Структурно автоматизований електропривод входить до складу:

- систем електропостачання підприємства;
- систем керування технологічними процесами (АСУ ТП);
- інтелектуальних енергомереж (Smart Grid);
- локальних мікромереж та автономних систем живлення.

Основні напрями підвищення енергоефективності АЕП:

1. Використання двигунів класу ІЕ4–ІЕ5.
2. Широке впровадження векторного керування.
3. Оптимізація алгоритмів ШІМ.
4. Рекуперація енергії гальмування.

Контрольні питання:

- 1) Що таке електропривод і які його основні складові?
- 2) Які функції виконує електропривод у технологічних системах?
- 3) Як пов'язані між собою момент, швидкість і потужність?
- 4) Чому важливе узгодження характеристики двигуна з навантаженням?
- 5) Які переваги має автоматизований електропривод порівняно з нерегульованим?