

Тема 5. Основи електричних машин і апаратів

Електричні машини є ключовими елементами енергетичних систем. Вони забезпечують перетворення енергії між механічною та електричною формами, зміну рівня напруги та передачу потужності. Їх робота базується на законах електромагнітної індукції та електромагнітної взаємодії.

Критерій	Види
За напрямком перетворення енергії	Генератори, Двигуни
За родом струму	Постійного струму, Змінного струму
За кількістю фаз	Однофазні, Трифазні
За способом збудження	Незалежне, Паралельне, Послідовне, Змішане
За режимом роботи	S1–S8 (тривалий, короткочасний, повторно-короткочасний)

Класифікація за потужністю

- Мікромашини (до 0,5 кВт)
- Малі (0,5–10 кВт)
- Середні (10–100 кВт)
- Великі (>100 кВт)
- Турбогенератори (>100 МВт)

Класифікація за сферою застосування

- Енергетичні (електростанції)
- Промислові
- Транспортні
- Побутові
- Спеціальні (військові, авіаційні)

1.1. Генератори

Перетворюють механічну енергію турбіни на електричну. Принцип роботи базується на законі електромагнітної індукції:

$$E = - \frac{d\Phi}{dt}$$

де

Φ — магнітний потік.

Для синхронного генератора:

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

де

p — кількість пар полюсів,

n — швидкість обертання (об/хв).

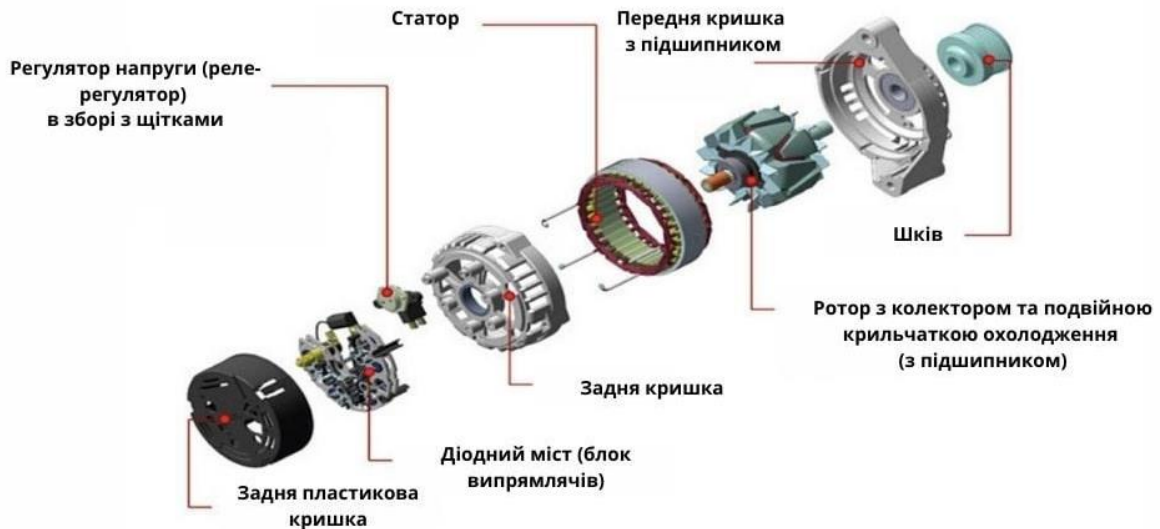
Конструкція

- статор (обмотка);

- ротор (збудження);
- система охолодження;
- вал і підшипники.

Застосування

- ТЕС, ГЕС, АЕС;
- вітрові електростанції;
- резервні дизель-генератори.



1.2. Трансформатори

Змінюють рівень напруги без зміни частоти.

Принцип роботи

Закон трансформації:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

де

N — кількість витків.

ККД трансформатора:

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

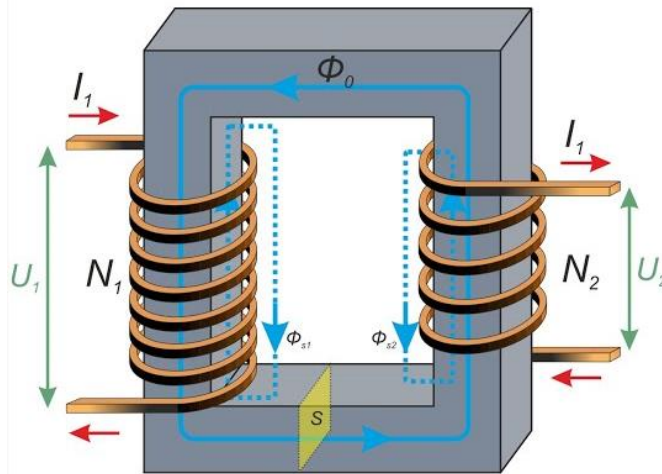
Конструкція

- магнітопровід (електротехнічна сталь);
- первинна та вторинна обмотки;
- система ізоляції;
- масло або суха ізоляція.

Застосування

- підстанції;
- розподільчі мережі;
- промислові об'єкти.

Однофазний трансформатор - принцип дії



1.3. Електродвигуни

Перетворюють електричну енергію на механічну.

Основні типи

- асинхронні;
- синхронні;
- постійного струму.

2. Електричні апарати

До електричних апаратів належать:

- автоматичні вимикачі;
- контактори;
- реле;
- запобіжники;
- вимірювальні трансформатори.

3. Вибір електричних машин

При виборі враховують:

3.1. Номінальні параметри

- напруга;
- потужність;
- струм;
- частота;
- ККД;
- $\cos\varphi$.

3.2. Умови експлуатації

- температура;
- вологість;
- запиленість;
- вибухонебезпечність;
- режим роботи (S1–S8).

4. Надійність і енергоефективність

Ймовірність безвідмовної роботи:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Втрати в машині:

$$P_{\text{втр}} = P_{\text{ел}} + P_{\text{мех}} + P_{\text{маг}}$$

Підвищення енергоефективності досягається:

- використанням високоякісної сталі;
- оптимізацією магнітного потоку;
- частотним регулюванням;
- покращенням охолодженням.

5. Обслуговування електричних машин включає:

- контроль ізоляції;
- перевірку підшипників;
- тепловізійний контроль;
- аналіз вібрацій;
- балансування ротора.