

Тема 3. Вступ до матеріалознавства в енергетиці

Матеріалознавство в енергетиці - це розділ технічних наук, що вивчає склад, структуру, властивості та поведінку матеріалів в умовах електричних, теплових і механічних навантажень. Від правильного вибору матеріалу залежить надійність, довговічність і безпечність енергетичного обладнання.

Матеріалознавство досліджує:

- структуру матеріалів (кристалічну, аморфну);
- фізико-механічні властивості;
- електричні характеристики;
- поведінку матеріалів при високих температурах і напругах;
- деградаційні процеси (старіння, корозія, пробій ізоляції).

В енергетиці матеріали працюють у складних умовах:

- високі струми;
- електричні поля;
- нагрівання;
- механічні вібрації;
- атмосферні впливи.

2. Типи матеріалів в енергетичних установках

2.1. Метали та сплави

Основні метали:

- **Мідь (Cu)** — висока електропровідність.
- **Алюміній (Al)** — легкий, дешевший за мідь.
- **Електротехнічна сталь** — для магнітопроводів трансформаторів.

Електричний опір:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Втрати в провіднику:

$$\Delta P = I^2 R$$

2.2. Ізоляційні матеріали

Основні види:

- керамічні ізолятори;
- полімерні ізолятори;
- трансформаторне масло;
- паперово-масляна ізоляція;
- XLPE (зшитий поліетилен).

Діелектрична міцність:

$$E_{\text{пр}} = \frac{U_{\text{пр}}}{d}$$

де

$U_{\text{пр}}$ — пробивна напруга,

d — товщина ізоляції.

2.3. Композитні матеріали

- склопластики;
- епоксидні компаунди;
- вуглепластики.

Використовуються для:

- ізоляторів;
- корпусів обладнання;
- несучих конструкцій.

3. Матеріали для високих напруг та температур

В умовах високої напруги матеріал повинен мати:

- високу діелектричну міцність;
- низькі діелектричні втрати;
- стійкість до часткових розрядів.

При високих температурах важливі:

- теплостійкість;
- низький коефіцієнт теплового розширення;
- термічна стабільність.

Класи ізоляції електричних машин:

- А (105°C)
- В (130°C)
- F (155°C)
- Н (180°C)

4. Матеріали в основних енергетичних пристроях

4.1. Трансформатори

Використовуються:

- електротехнічна сталь (магнітопровід);
- мідні або алюмінієві обмотки;
- паперово-масляна ізоляція;
- трансформаторне масло.

Магнітні втрати:

$$P_{\text{маг}} = P_{\text{гіст}} + P_{\text{вих}}$$

4.2. Кабельні лінії

Матеріали:

- мідні або алюмінієві жили;
- полімерна ізоляція;
- броня та захисна оболонка.

4.3. Електричні машини

Використовуються:

- електротехнічна сталь;
- ізоляційні лаки;
- підшипникові сталі;
- жаростійкі матеріали.

4.4. Обладнання підстанцій

- конструкційна сталь;
- елегаз (SF₆) для вимикачів;
- композитні ізолятори;
- контактні матеріали зі срібним покриттям.

5. Технології обробки матеріалів

Для підвищення довговічності застосовують:

- термічну обробку;
- легування;
- гальванічне покриття;
- вакуумне просочення;
- ламінування;
- антикорозійний захист.

6. Випробування матеріалів

6.1. Механічні

- межа міцності;
- твердість;
- ударна в'язкість.

6.2. Термічні

- теплостійкість;
- теплопровідність;

6.3. Електричні

- питомий опір;
- діелектрична проникність;
- пробивна напруга;
- тангенс кута діелектричних втрат.