

Тема 8. Технічна та економічна ефективність енергетичних установок

Ефективність енергетичних установок визначається не лише технічними показниками, але й економічною доцільністю їх впровадження та експлуатації. Сучасний інженер повинен оцінювати енергетичні системи комплексно - з позицій ККД, втрат, вартості життєвого циклу та інвестиційної привабливості.

1. Параметри технічної ефективності

1.1. Коефіцієнт корисної дії (ККД)

$$\eta = P_{\text{вих}} / P_{\text{вх}}$$

Для різних установок:

Установка	ККД
ТЕС	35–45%
ГЕС	85–95%
Газотурбінна	30–40%
Парогазова	55–62%
Когенерація	80–90% (загальний)

1.2. Енергетичні втрати

В електричних мережах:

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

В трансформаторах:

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

В електродвигунах:

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

Мета інженера — мінімізувати:

$$\Delta P \rightarrow \min$$

1.3. Коефіцієнт використання встановленої потужності

$$CF = \frac{E_{\text{факт}}}{P_{\text{ном}} \cdot 8760}$$

2. Методи оцінки економічної ефективності

2.1. Чиста приведена вартість (NPV)

$$NPV = \sum \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

де

CF_t — грошовий потік

r — ставка дисконту

I_0 — інвестиції

Якщо $NPV > 0$ — проєкт економічно доцільний.

2.2. Внутрішня норма прибутковості (IRR)

IRR — значення r , при якому:

$$NPV = 0$$

2.3. Строк окупності

$$T = \frac{I_0}{\text{Річний прибуток}}$$

2.4. LCOE (Levelized Cost of Energy)

$$LCOE = \frac{\sum \frac{I_t + O_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

де

I_t — інвестиції;

O_t — операційні витрати;

F_t — паливо;

E_t — вироблена енергія.

3. Оцінка інвестицій в енергетиці

Основні фактори:

- CAPEX
- OPEX
- тариф
- балансуєчі платежі
- ринкові ризики
- державна підтримка

4. Методи оптимізації витрат

4.1. Технічна оптимізація

- підвищення ККД
- зниження витрат

- використання енергоефективних двигунів
- впровадження частотного регулювання

4.2. Організаційна оптимізація

- автоматизація
- моніторинг режимів
- предиктивне обслуговування

4.3. Цифрова оптимізація

$$P_{opt} = f(\text{Навантаження, Температура, Ціна електроенергії})$$

Використання AI дозволяє мінімізувати:

$$\text{Витрати} \rightarrow \min$$

Комплексна оцінка ефективності

Технічна ефективність + економічна ефективність + екологічна ефективність:

$$E_{zag} = f(\eta, NPV, CO_2)$$

Технічна та економічна ефективність - ключові критерії розвитку сучасної енергетики. Інженер-електрик повинен мислити системно: оцінювати не лише технічні параметри, але й економічні наслідки впровадження енергетичних установок.