

**ДВНЗ «Національний гірничий
університет»**

Кафедра систем електропостачання

Дисципліна «Управління електроспоживанням»

**ТЕМА 2 – «Вплив нерівномірності ГЕН
ЕЕС на економіку виробництва ЕЕ»**

Визначення питомих витрат на вироблення ЕЕ в ЕЕС. Загальні витрати ЕЕС на вироблення ЕЕ розподіляються:

- на виробництво по усьому комплексу ЕС;
- на передавання і розподілення до споживача;
- загальносистемні (утримання стійкості і надійності електропостачання, загальних резервів потужності, міжсистемних ЛЕП, регулювання ГЕН).

Орієнтовна структура річних витрат ЕЕС за вказаною структурою така:

Паливо – 49,6 %;

Допоміжні матеріали – 5,3%;

Енергія на власні потреби – 0,6%;

Амортизація і плата за фонди – 26,5%;

З/п і відрахування на соцстрахування – 11,3 %;

Інші – 6,7 %.

Усі витрати ЕЕС можна підрозділити на

- а) постійні, які не залежать від кількості виробленої ЕЕ;
- б) змінні, які обумовлюються кількістю ЕЕ, яка виробляється.

Продовження 1: Визначення питомих витрат на вироблення ЕЕ в ЕЕС. Проаналізуємо як змінюються витрати на вироблення 1 кВт·год ЕЕ на КЕС в залежності від кількості годин використання встановленої потужності P_o (для спрощення аналізу P_o приймається рівною P_{\max}).

А. Припустимо, що КЕС виробляє ЕЕ з рівномірним ГЕН впродовж доби і року при постійній потужності, яка дорівнює P_o . При такому ГЕН $K_{\text{нер}}=1$, $K_{\text{з.г}}=1$, $h = T_{\text{річ}}=8760$ год, а $P_{\max}=P_o$. В такій ЕЕС питомі витрати на вироблення 1 кВт·год ЕЕ можна представити у вигляді

$$Z_o = Z_{\text{то}} + Z_{\text{по}}, \quad (1.1)$$

де $Z_{\text{то}}$ – паливна складова витрат на вироблення 1 кВт·год ЕЕ;

$Z_{\text{по}}$ – інші витрати на вироблення 1 кВт·год ЕЕ.

У відносних одиницях вираз (1.1) буде таким

$$\beta_o = \beta_{\text{то}} + \beta_{\text{по}}.$$

Продовження 2: Визначення питомих витрат на вироблення ЕЕ в ЕЕС. Якщо та ж кількість ЕЕ виробляється при нерівномірному ГЕН, то для такої ЕЕС річний максимум навантажень $P_{\text{макс}} \neq P_o$, число годин використання максимуму навантажень $h = W_{\text{річ}} / P_{\text{макс}} < T_{\text{річ}} = 8760$ год.

Нерівномірність споживання ЕЕ приведе до збільшення витрат на її вироблення.

Витрати палива для генерації електроенергії залежать від багатьох складових, а також від коефіцієнту заповнення графіка $K_{\text{зг}}$ або $T_{\text{мах}}$.

Питомі витрати палива на виробку 1 кВт·г електроенергії:

$$g_{0y.n} = \frac{g_{0n}}{\eta_{e.n.} / 100} + \frac{230}{T_M}, \text{ кг/кВт}\cdot\text{г}$$

Теоретична витрата палива на вироблення 1 кВт·г електроенергії

$$g_{0.m} = \frac{Q_{0n}}{Q_{0y.n.}} = \frac{3,6}{29,3} = 0,123 \text{ кг/кВт·г}$$

де Q_{0n} – вміст теоретичної теплоти в одиниці електроенергії, складає 1 кВт·г=3,6 МДж;

$Q_{0y.n.}$ – питома теплота згорання умовного палива 29,3 МДж/кг.

$\eta_{e.n.} = \eta_{ка} - b \cdot A_e$ - коефіцієнт використання палива, %

$\eta_{ка}$ - ККД котлоагрегату, % (30-40%);

b – коефіцієнт технічного стану котла (0,2-0,3);

A_e – зольність вугілля (20, 30, 35, 40%)

Паливна складова вартості 1 кВт·год електричної енергії знаходиться за виразом:

$$z_{т0} = g_{0y.n.} \cdot C_{0.n} \cdot 10^{-3}, \text{ грн/ кВт·год}$$

де $C_{0.n}$ - питома вартість палива, грн/т

Приклад 1. Визначити зниження витрат (економічний ефект) для ТЕС України при збільшенні кількості годин використання максимуму навантажень від $h = 5000$ год на рік до $h = 6000$ год на рік за рахунок більш рівномірного завантаження енергетичного обладнання. Визначити паливну складову у собівартості вироблення 1 кВт·год ЕЕ.

Річне вироблення ЕЕ ТЕС України склало $W \approx 84$ млрд кВт·год на рік, середня ставка відпускного тарифу для енергогенеруючих підприємств (ТЕС) на ОРЕ $b = 0,757$ грн/кВт·год. Зольність вугілля – 30 %, ККД котла – 40 %, технічний стан котла $b=0,3$, питома вартість палива – 1000 грн/т

Розв'язання задачі:

Питомі витрати палива на вироблення 1 кВт·г електроенергії:

$$g_{0y.n1} = \frac{g_{0n}}{\eta_{e.n.}/100} + \frac{230}{T_{M1}} = \frac{0,123}{31/100} + \frac{230}{5000} = 0,442 \text{ кг/кВт·г}$$

$$g_{0y.n2} = \frac{g_{0n}}{\eta_{e.n.}/100} + \frac{230}{T_{M2}} = \frac{0,123}{31/100} + \frac{230}{6000} = 0,435 \text{ кг/кВт·г}$$

Теоретична витрата палива на вироблення 1 кВт·г електроенергії

$$g_{0.n} = \frac{Q_{0n}}{Q_{0y.n.}} = \frac{3,6}{29,3} = 0,123 \text{ кг/кВт·г}$$

$\eta_{e.n.} = \eta_{ка} - b \cdot A_e = 40 - 0,3 \cdot 30 = 31\%$ - коефіцієнт використання палива, %

$\eta_{ка}$ - ККД котлоагрегату, % (30-40%);

b – коефіцієнт технічного стану котла (прийнято 0,3);

A_e – зольність вугілля, 30%

Паливна складова вартості 1 кВт·год електричної енергії знаходиться за виразом:

$$z_{T0.1} = g_{0y.n1} \cdot C_{0.n} \cdot 10^{-3} = 0,442 \cdot 1000 \cdot 10^{-3} = 0,442, \\ \text{грн/кВт·год}$$

$$z_{T0.2} = g_{0y.n1} \cdot C_{0.n} \cdot 10^{-3} = 0,435 \cdot 1000 \cdot 10^{-3} = 0,435, \\ \text{грн/кВт·год}$$

Зниження витрат (економічний ефект) для ТЕС України при збільшенні кількості годин використання максимуму навантажень

$$\Delta z^* = z_{T0.1} - z_{T0.2} = 0,442 - 0,435 = 0,07 \text{ грн/кВт·год}$$

$$\Delta Z = \Delta z^* \cdot W_{\Sigma} = 0,07 \cdot 84 \cdot 10^9 = 5,88 \text{ млрд.}$$

*Ефект отриманий без урахування, витрат пов'язаних з пуском, зупинками і утриманням у гарячому резерві енергообладнання, задіяного для роботи системи у змінній частині добового ГЕН.

ДЕЯКІ УЗАГАЛЬНЮЮЧІ ВИСНОВКИ З РРЕ

1. Покриття змінної частини *добових ГЕН*, особливо максимумів, при зміні режимів за хвилини є не тільки складною технічною задачею, але й викликає значне збільшення витрат в ЕЕС. Витрати пов'язані з утриманням маневреного обладнання (спеціальні пікові паротурбінні агрегати, ГТУ, ГАЕС тощо) або використанням базового обладнання у більш витратних режимах.




3. Додаткові витрати викликає *тижнева нерівномірність* ГЕН, тому що це потребує зупинення частини енергоблоків у вихідні та святкові дні, а також *річна нерівномірність за сезонами року*.

Таблиця 1 – Додаткові річні викиди діоксиду сірки при вмістові сірки в паливі 2,5 %

№	Тривалість простою, год	Блок		Блок	
		300 МВт	800 МВт	300 МВт	800 МВт
		Витрати палива на пуск, т	Витрати палива на пуск, т	Додаткова емісія SO ₂ , т/рік	Додаткова емісія SO ₂ , т/рік
1	Холодний стан	173,7	437,7	599,3	1510,2
2	Зупинка на 2 доби (50–60 год.)	158,7	799,8	448,1	2258,4
3	Зупинка на добу (12–20 год.)	136,4	343,7	430,0	1083,6
4	Щічна зупинка (6–10 год.)	100,3	1783,3	276,1	4909,1

Впливати на режими електроспоживання можливо за рахунок багатьох чинників. Одним з найбільш дієвих є тарифи на ЕЕ, які дозволяють управління електроспоживанням зробити більш гнучким й ринково орієнтованим.

Зіставлення основних недоліків та переваг від РРЕ для суб'єктів енергоринку
ЕНЕРГОСИСТЕМА. Вирівнювання ГЕН у споживача дозволяє:

-  Знизити капітальні витрати;
-  Знизити питомі витрати палива на вироблення 1 кВт·год ЕЕ;
-  Послабити вимоги до маневреності енергетичного обладнання;

Зменшити шкідливі викиди при виробленні ЕЕ.

Продовження 1: Зіставлення основних недоліків та переваг від РРЕ для суб'єктів енергоринку

СПОЖИВАЧІ ЕЕ. Регулювання режиму електроспоживання у СЕ, яке спрямоване на ущільнення ГЕН ЕЕС створює у споживачів наступні труднощі:

- Збільшуються капітальні витрати, які пов'язані з підготовкою виробництва до РРЕ;
- Підвищуються витрати ПЕР на виробництво одиниці продукції;
- Ускладнюється ведення технологічних процесів (з'являються перерви, змінюється послідовність операцій тощо);
- Виникають труднощі соціального плану (робота в нічну зміну);

Переваги РРЕ:

1. З'являється можливість зниження плати за користування ЕЕ;
2. Технологічна підготовка виробництва підвищує маневреність виробництва.

Продовження 3: Зіставлення основних недоліків та переваг від РРЕ для суб'єктів енергоринку

НАЦІОНАЛЬНА ЕКОНОМІКА. Ущільнення ГЕН ЕЕС за рахунок РРЕ споживача дозволяє знизити:

- ❖ Капітальні вкладення у електроенергетику, паливну промисловість;
- ❖ Витрати палива на електростанціях;
- ❖ Шкідливі викиди;
- ❖ Фондоємність.

Таким чином національна економіка від впровадження у СЕ заходів з РРЕ виграє і тому цей шлях є перспективним для отримання Україною енергетичної незалежності.