

# Підвищення ефективності роботи систем централізованого тепlopостачання – основний спосіб скорочення витрат палива в умовах нового опалювального періоду 2022/2023 рр.

## Частина 2

Продовжуємо серію статей, присвячену питанням підвищення енергетичної ефективності і конкурентоздатності систем централізованого тепlopостачання (СЦТ) з використанням викопних видів палива.

Кількісна оцінка енергетичної ефективності СЦТ здійснюється за величиною загального результуючого коефіцієнта корисної дії (ККД) системи, який включає такі складові, що мають на нього однаковий вплив, зокрема: ККД<sub>г</sub> на етапі генерації –  $\eta_g$ ; ККД<sub>т</sub> на етапі транспортування –  $\eta_t$ ; ККД<sub>сп</sub> на етапі реалізації теплоти споживачам –  $\eta_{sp}$

Результуючий ККД системи визначається за добутком усіх перелічених складових:

$$\eta_{\Sigma} = \eta_g \cdot \eta_t \cdot \eta_{sp}$$

Таким чином, для досягнення високої ефективності централізованих систем важливо забезпечити ефективність кожної складової – як на етапах генерування, так і транспортування і реалізації.

При переході на автономні системи тепlopостачання (дахові котельні) позбавляються впливу ККД при транспортуванні  $\eta_t$ , а при переході на індивідуальні системи залежність для визначення результуючого ККД покидає і показник ККД реалізації теплоти споживачам  $\eta_{sp}$ . У такому разі залишається лише вплив показника ефективності на етапі генерування теплоти:

$$\eta_{\Sigma} = \eta_g$$

Тому ефективність і ККД індивідуальних систем, як правило, вища за відповідний показник централізованих систем. Але це правило не стосується централізованих систем тепlopостачання з використанням систем акумуляції теплоти, відновлюваних і альтернативних джерел енергії.

Витрати палива будуть тим меншими, чим більший показник ККД. Ілюстрація втрат теплоти на різних етапах подачі теплоти представлена на рис. 1.

*Приклад.* Якщо ефективність на етапі генерації становить 80% ( $\eta_g = 0,8$ ), ефективність на етапі транспортування – 95% ( $\eta_t = 0,95$ ), а на етапі реалізації  $\eta_{sp} = 97\%$  (0,97), то результуючий ККД СЦТ становитиме:

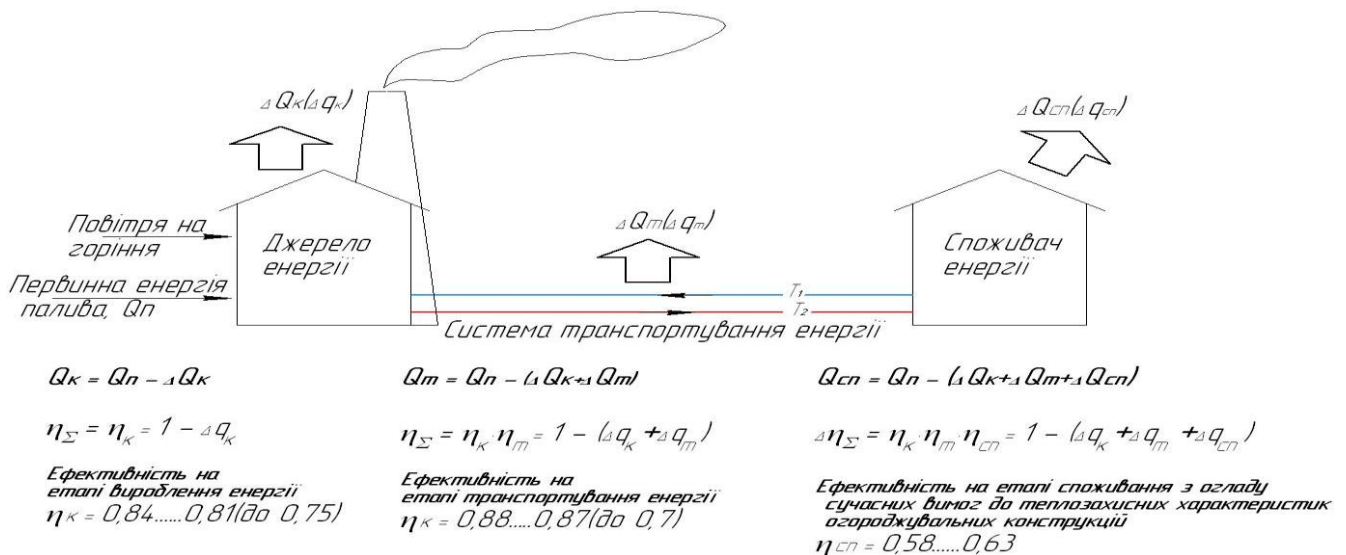
$$\eta_{\Sigma} = \eta_g \cdot \eta_t \cdot \eta_{sp} = 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,97 = 0,73 \text{ (73\%)}$$

Це означає, що споживач матиме 73% тієї енергії, яка була отримана при спалюванні палива у котлі.

Решта енергії:  $100 - 73 = 27\%$  – є непродуктивними втратами енергії від котельні до споживача.

Наша подальша увага буде зосереджена на шляхах зменшення таких втрат, збільшення показника ККД і скорочення витрат палива.

При цьому зменшення втрат автоматично буде приводити до усіх подальших ефектів.



**Рис. 1. Втрати теплоти на різних етапах подачі теплоти**

### **Чому необхідно збільшувати ефективність використання енергії і скорочувати її витрати. Фактори впливу на витрати енергії**

Важливо розуміти, що значення енергії більшість людей сповна оцінюють лише тоді, коли зникає можливість її отримувати і користуватися — коли не стає електричної енергії у мережі, а опалювальні прилади системи тепlopостачання залишаються холодними з початком опалювального періоду, коли зникає гаряча вода. Як кажуть, що маємо – не бережемо, а втративши – плачемо. І це всі почали розуміти у скрутні часи війни.

Але потребу в реальних діях щодо економії енергії відчули ще далеко не всі. Очевидно, це відбудеться тоді, коли вартість теплової і електричної енергії досягне ринкових величин — у десятки разів більше за чинні тарифи сьогодні. Наприклад, у разі дефіциту електричної енергії в Україні внаслідок руйнування об'єктів електропостачання, закупівлю електричної енергії доведеться здійснювати за європейськими тарифами 300...400 € за 1 МВт·год (12...16 грн за 1 кВт·год).

У можливості скорочення кількості споживаної енергії і, відповідно, витрат палива для отримання такої енергії, у тому числі у СЦТ, завжди було декілька аспектів:

- технічний, який дає реальний і зрозумілий сценарій дій для досягнення потрібного результату;
- економічний, що висвітлює економічну доцільність і джерела фінансування робіт з енергоефективності;
- мотиваційний, що визначає потребу у діяльності з енергоефективності і пояснює, чому виникає найлютіший ворог мотивації – байдужість до впровадження таких заходів.

Технічні й економічні рекомендації та поради не ефективні, якщо відсутнє бажання втілення заходів з енергоефективності, заощадження енергії та палива.

Розгляньмо, якими могли би бути мотиваційні установки такої діяльності:

1. Потреба у забезпеченні комфортних параметрів мікроклімату у приміщенні, загроза здоров'ю.
2. Отримання прибутку і матеріальне заохочення (для підприємств).

3. Скорочення платежів за спожиту енергію (особливо за підвищення *тарифів* на енергоресурси або збільшення податків). Поліпшення добробуту.
4. Забезпечення енергетичної незалежності держави, громадська свідомість. Усвідомлення причетності до загальнокорисної справи або реагування на виклики перед суспільством.
5. Усвідомлення необхідності збереження довкілля. Величина екологічного податку, що прямо залежить від витрат палива.
6. Потреба в енергії відноситься до основних фізіологічних та безпекових потреб, таких, як їжа, вода, сон. Але, тим не менш, практика економного споживання енергії поки що не стала трендом для більшості.

Розгляньмо, які фактори впливають на ефективність генерації теплової або електричної енергії.



### У якості першого фактора звернемося до вибору способу генерації енергії.

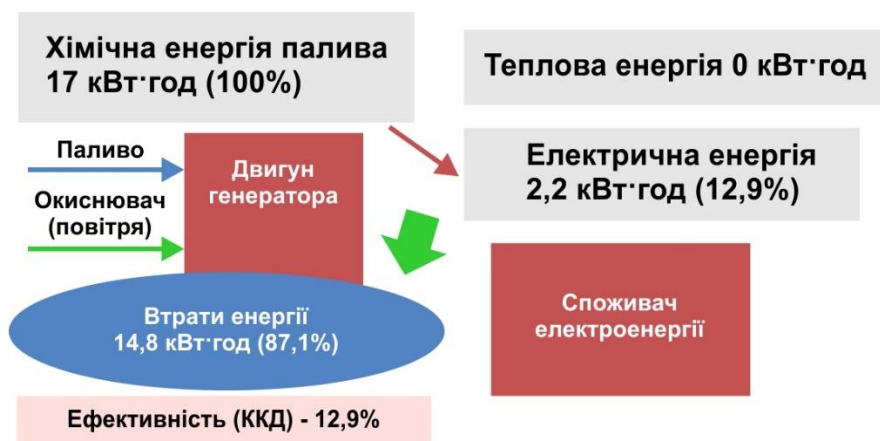
В умовах нестабільної централізованої подачі електричної енергії популярним стало використання електрогенераторів. Згідно з паспортними даними такого генератора, при витратах бензину 1,4 л за годину він здатен виробити 2,2 кВт·год електричної енергії.

Тобто, маючи на вході 17 кВт·год витраченої енергії палива, він виробляє 2,2 кВт·год. Ефективність роботи

пристрою становить менше 13%:

$\text{ККД} = (2,2 / 17) \cdot 100 = 12,9\%$ , що ніяк не можна віднести до високих показників роботи.

Нескладно підрахувати, що собівартість вироблення електричної енергії у такому пристрої становить 25 грн за 1 кВт·год. Енергетичний баланс роботи електрогенератора представлено на рис. 2.

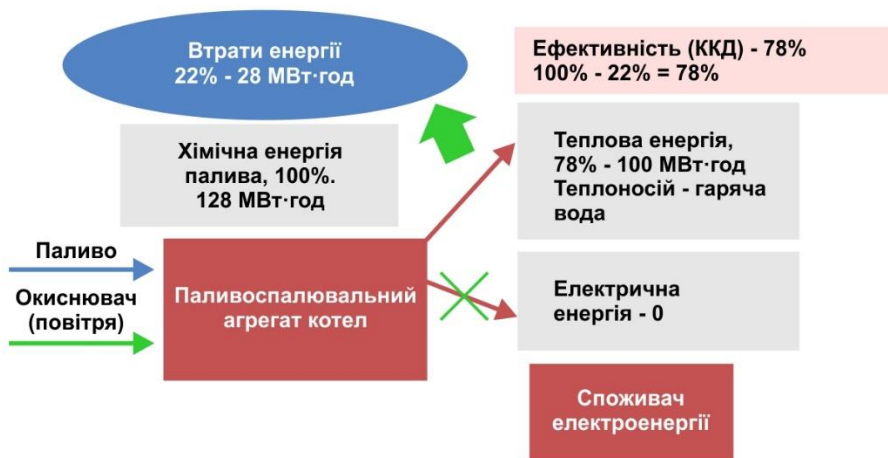


Ефективність (ККД) показує, яка частка енергії використана корисно

**Рис. 2. Енергетичний баланс електрогенератора.**

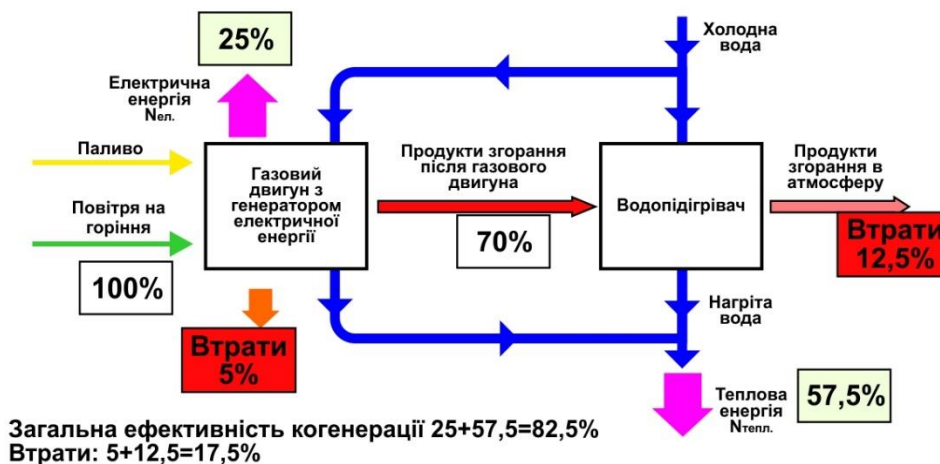
Вироблення електричної енергії в конденсаційній тепловій електростанції виглядає дещо інакше. Ефективність її роботи становить уже близько 28%, а собівартість вироблення 1 кВт·год – близько 5,9-6,5 грн.

Середня ефективність відпуску в теплову мережу теплоти в котельнях в Україні становить близько 78%. Паливна собівартість вироблення теплоти залежить від тарифу на паливо і за тарифу на природний газ близько 11 грн за 1 м<sup>3</sup> (ринкова ціна коливається від 28 до 50 грн за 1 м<sup>3</sup>) становить 1 460 грн за 1 Гкал (схема трансформації енергії в котельні представлена на рис. 3).



**Рис. 3. Схема трансформації енергії в котельні.**

У разі спільного вироблення теплової і електричної енергії (когенерація) ефективність процесу суттєво підвищується. Енергія продуктів згорання на виході із двигуна електрогенератора використовується для отримання теплової енергії, яка також є товарним продуктом (рис. 4). У результаті загальна ефективність вироблення теплової і електричної енергії суттєво підвищується.



**Рис. 4. Одна з можливих схем бінарного вироблення теплової і електричної енергії (когенерація)**

Порівняння декількох способів отримання енергії показує, що вибір способу і агрегатне оформлення процесу генерації енергії є важливим фактором. Аналіз даних, представлений в табл. 1, показує, що комбіноване вироблення теплової і електричної енергії є найбільш ефективним способом збільшення ефективності процесу генерації. Спільне вироблення теплової і електричної енергії є найбільш ефективним способом скорочення витрат палива і зменшення показника собівартості генерації енергії.

При зміні способу генерації енергії ККД можна збільшити у  $82 / 13 = 6$  разів (для електричної енергії). Для теплової енергії цей показник становить 15-20%.

**Таблиця 1. Порівняння різних способів генерації енергії**

Спосіб генерації електричної енергії	ККД, %	Втрати енергії, %	Питомі витрати палива, м <sup>3</sup> на одиницю енергії, кВт·год	Собівартість, грн, за одиницю енергії, кВт·год
Електрогенератор (ЕЕ)	12,9	87,1	1,78	25,0
Електрична теплова станція (ЕЕ)	28,0	72,0	0,37	6,0
Котельня (тепло)	78,0	22,0	0,133	2,2
Когенерація (тепло та ЕЕ)	82,5	17,5	0,126	2,0

Таким чином, можна зробити висновок про те, що витрати первинного палива у процесі генерації енергії можна суттєво (у 2-2,5 рази) зменшити за рахунок таких чинників:

- збільшення ККД процесу генерації, у тому числі за рахунок зміни способу генерації енергії;
- зменшення споживання енергії споживачами (будинками на потреби опалення, вентиляції і гарячого водопостачання у ході їхньої термомодернізації; технологічними установками у промисловості і аграрному секторі). Зменшення споживання дасть змогу скоротити витрати первинного палива.

У наступній частині ми розглянемо особливості генерувальних установок і режимні фактори, що впливають на витрати палива.