

02.112022

**Заходи зі скорочення витрат палива в
теплогенерувальних агрегатах систем
централізованого теплопостачання. Способи
збільшення ККД роботи
паливоспалювального обладнання і
зменшення питомих показників витрат палива
на етапі генерації теплоти."**

Колієнко Анатолій Григорович, Інститут місцевого розвитку, м. Київ

Генерування електричної і теплової енергії. Загальні засади.

Стратегічна матеріальна цінність, яка забезпечує життєдіяльність людей це викопне паливо: природний газ, вугілля, бензин, дизель, нафта і енергія, котру ми отримуємо із палива – теплова і електрична енергія.

Вони мають ключове значення для життєдіяльності людей.

Витрати первинного палива визначаються ефективністю його використання (коефіцієнтом корисної дії) процесів, установок.

Коефіцієнт корисної дії- ККД) - показник енергоефективності - відношення корисної отриманої до витраченої (підведеної енергії) буде тим більшою, чим меншими є непродуктивні втрати енергії у ході її перетворення. Збільшення ККД означає зменшення витрат палива.

Отримання теплової і електричної енергії відбувається у ході перетворення вихідної хімічної енергії палива у теплову і електричну енергію. Цей перехід можна виконувати різними пристроями.

Вибір способу або пристрою для перетворення важливий.

Схема трансформації енергії



Вибір пристрою. Отримання електричної енергії в переносних електрогенераторах

Паливо – бензин, теплота згорання – 10500 ккал/л=12,4кВт год

Витрати палива- 1,4 л/год (14700 ккал:860) = 17 кВт год

Кількість виробляємої електроенергії -2,2 кВт год

**ККД = корисна енергія / витрати вхідної енергії =
100(2,2 / 12,4) = 12,9%.Втрати енергії – 87,1%**

В паспортних даних сховано величину ККД

Результат:

Робота генератора протягом 10 годин – 14 л бензину.

Вартість бензину – 560 грн.

Вироблено $2,2 * 10 = 22$ кВт год ЕЕ

**Собівартість вироблення ЕЕ –
560:22= 25 грн за 1 кВт год. Але
іншої альтернативи може не бути.**

Система пуску: Ручной стартер

Количество фаз: Однофазный

Максимальная мощность: 2.2 кВт

Расход топлива: 1.4 л/ч

Объем топливного бака: 15 л

Вес: 41 кг

Номинальное напряжение: 230 В

Класс защиты: IP 21

Уровень шума: 95 дБ



Енергетичний баланс електрогенератора

Хімічна енергія палива
17 кВт год (100%)

Теплова енергія **0 кВт год**

Паливо → Двигун генератора

Окиснювач (повітря) →

Електрична енергія
2, 2 кВт год (12,9%)

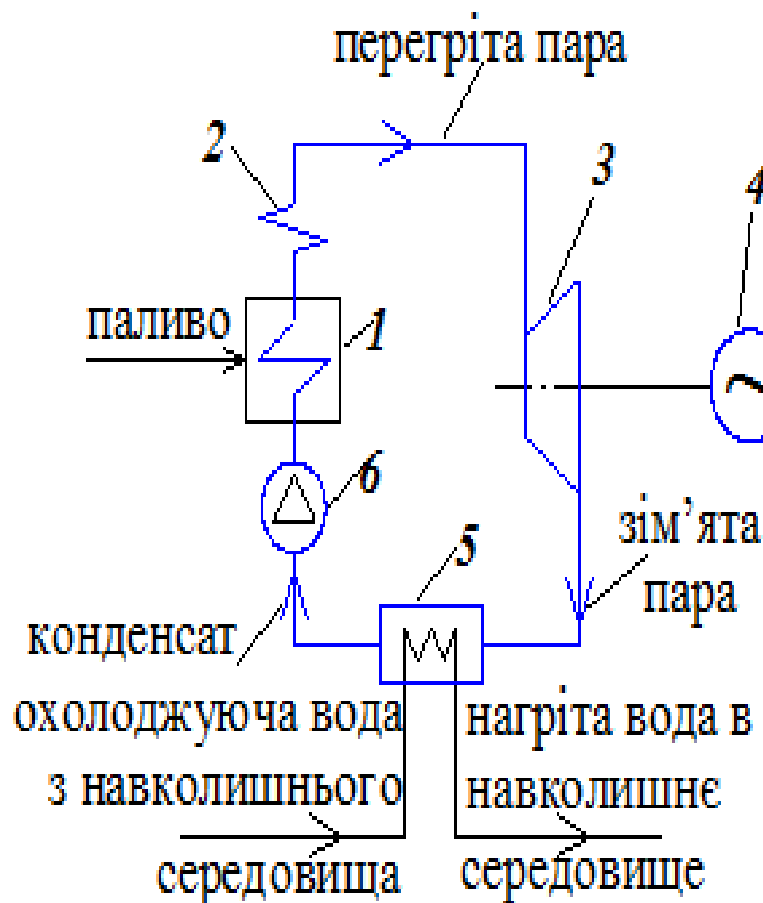
Втрати енергії
14,8 кВт год 87,1%

Споживач електроенергії

Ефективність (ККД) - **12,9 %**

Ефективність (ККД) показує, яка частка енергії використана корисно

Отримання електричної енергії в конденсаційній електростанції на базі парового циклу



1 – паровий котельний агрегат ;
2 – пароперегрівач; 3 – парова турбіна;
4 – генератор електричної енергії; 5 – конденсатор; 6 – помпа.

Ефективність станції (ККД) – 28%

Втрати енергії – 72%

Вироблення 100 МВт год ЕЕ

Витрати первинної енергії – 357 МВтгод,
або

37200 м³ природного газу (Т = 16 грн)

або

61 т вугілля (Т = 10 000 грн).

Собівартість ЕЕ 5,9-6,5 грн за 1кВтгод

Отримання теплової енергії в котельні (ЦСТ, авт., індивід.)

Середня по Україні ефективність генерації теплоти – 78%(70-90)%

Втрати енергії при генерації – 22%.

Вироблення корисне - 100 МВт год теплової енергії.

Витрати первинної енергії - 128 МВт год

або 13 300 м³ природного газу

або 22 т вугілля

Вартість палива :

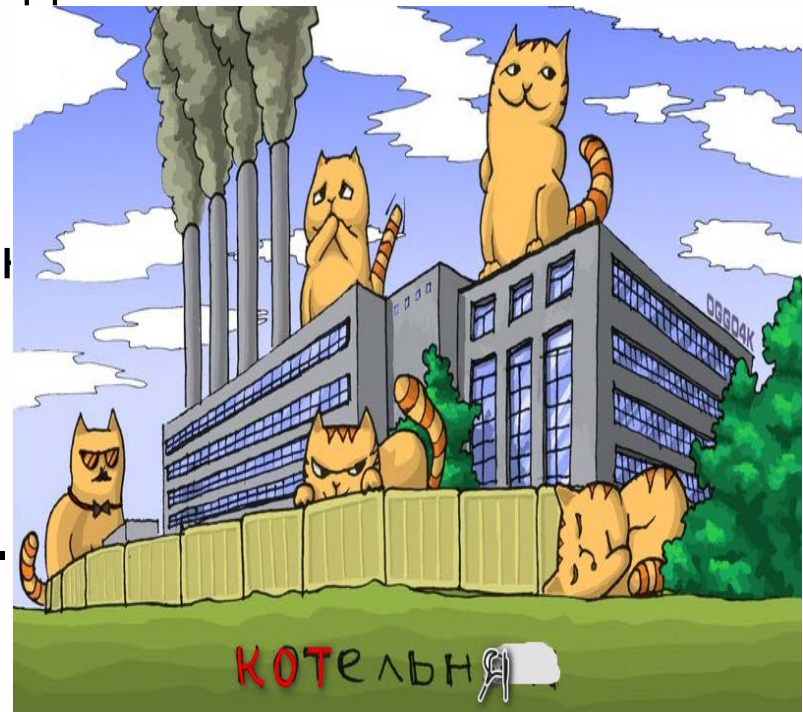
Природного газу – 220000 грн Т= 16 грн

Собівартість 2200 грн за 1 МВт год

(2588 грн за 1 Гкал).

Для житлових будинків- 1463 грн за 1 Гкал (вартість газу 11 грн за 1 м³).

В тарифі на теплоту 70-80% - це вартість палива.



Втрати енергії
22 % - 28 МВт

Хімічна енергія
палива, 100%.
128 МВт год

Ефективність (ККД) 78%
 $100\% - 22 = 78\%$

Теплова енергія,
78% - 100 МВт
ГОД Теплоносій – гаряча
вода,

Паливо

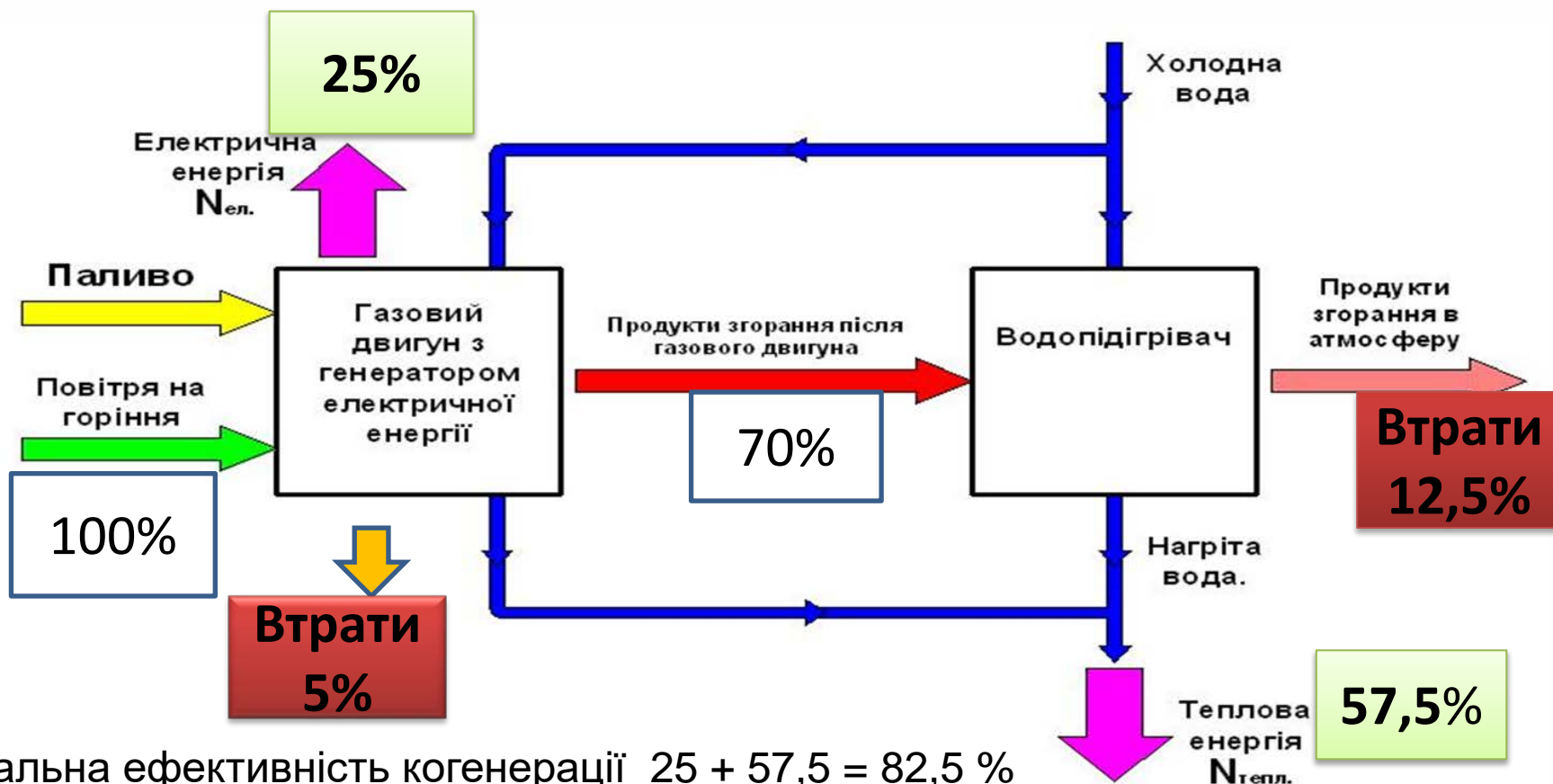
Паливоспалю-
вальний
агрегат котел,

Електрична
енергія - 0

Споживач
електро-
енергії

Окиснювач
(повітря)

Спільне вироблення теплової і електричної енергії (когенерація)- ефективний спосіб економії палива



Загальна ефективність когенерації $25 + 57,5 = 82,5\%$

Втрати: $5 + 12,5 = 17,5\%$



Спільне вироблення теплової і електричної енергії (когенерація)

Втрати енергії
0,5 МВт -12,5 %

Загальна ефективність (ККД) цикла:
 $(2,3 + 1) / 4 = 82,5 \%$

Хімічна енергія палива
100% - 4МВт год

Теплова енергія
2,3 МВтгод - 57,5 %
Теплоносій – гаряча вода

Споживач
теплоти

Паливо

Паливоспалювальний агрегат, двигун

2.8 МВт

Окиснювач (повітря)

Електрична енергія
1МВт год - 25%

Споживач електроенергії

Втрати енергії 3МВт -75%, із них 2,8 - корисно

Ефективність вироблення ЕЕ (ККД)- 25%; $100 - 75 = 25 \%$

Ефективність вироблення теплової енергії – $2.3/4= 57,5\%$

Отримання теплової і електричної енергії когенераційній машині

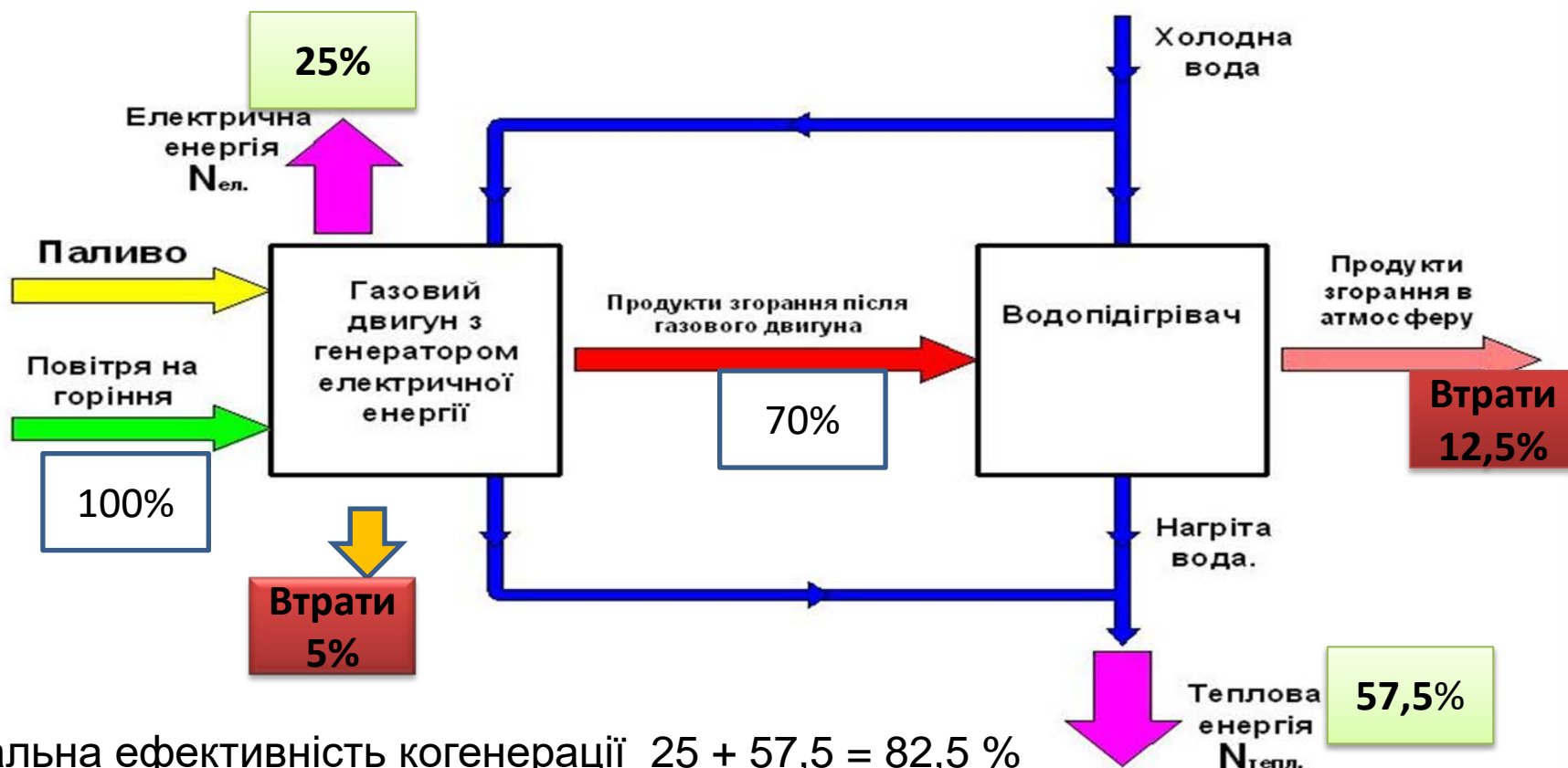
1. Витрати первинної енергії - 4 МВт (417 м³ природного газу).
2. Вироблення електричної енергії – 1 МВт з ефективністю 25%.
3. Втрати від генерації електричної енергії – 3 МВт (75%). Із них – 2,8 МВт або 70% утилізується і використовується для вироблення теплової енергії.
4. При цьому 0,5 МВт (12,5 %) втрачається, а 2,3 МВт (57,5%) корисно

використовується для генерації теплової енергії.

Таким чином із 4 МВт год вхідної енергії генерується $1 + 2,3 = 3,3$ МВт год електричної і теплової енергії. $ККД = 3,3 / 4 = 82,5 \%$.
Собівартість когенерації = $6672 / 3300 = 2,02$ грн за 1 кВт год



Спільне вироблення теплової і електричної енергії (когенерація)- ефективний спосіб економії палива



Загальна ефективність когенерації $25 + 57,5 = 82,5 \%$
 Втрати: $5 + 12,5 = 17,5 \%$

Результати аналізу

Спосіб генерації теплової і електричної енергії	ККД, %	Втрати енергії, %	Питомі витрати палива, м3 На одиницю енергії кВт год	Собівартість грн за одиницю енергії кВт год
Електрогенератор (ЕЕ)	12,9	87,1	1,78	25
Електрична тепла станція (ЕЕ)	28	72	0,37	6,0
Котельня (тепло)	78	22	0,133	2,2
Когенерація(тепло і ЕЕ)	82,5	17,5	0,126	2,0

1. Вибір способу генерації є важливим.
2. Спільне вироблення теплової і електричної енергії є найбільш ефективним способом скорочення витрат палива.
3. Чим більший ККД (ефективність) тим менша собівартість енергії , менші витрати палива, менші платежі за комунальні послуги.

При зміні способу генерації енергії ККД можна збільшити у $82/13 = 6$ разів (для ЕЕ). Для теплової енергії – на 15-20%.

ККД (енергоефективність) і витрати палива

ДВА ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ВЕЛИЧИНУ ВИТРАТ ПАЛИВА:

1. Зменшення непродуктивних втрат енергії призводить до збільшення ефективності роботи установки або процесу (ККД процесу) і **зменшення витрат палива**.

2. Зменшення кількості споживаної теплової і електричної у енергії у кінцевих споживачів дає можливість **зменшити витрати вихідного палива**.

До термомодернізації – 397 МВт год – 42 тис. м³
Після – 236 МВт год - 25 тис. м³ газу.



Чотири основних питання

1. Чи можна запобігти втратам енергії ?

Ні , бо будь який процес передачі енергії супроводжується обов'язковими втратами енергії.

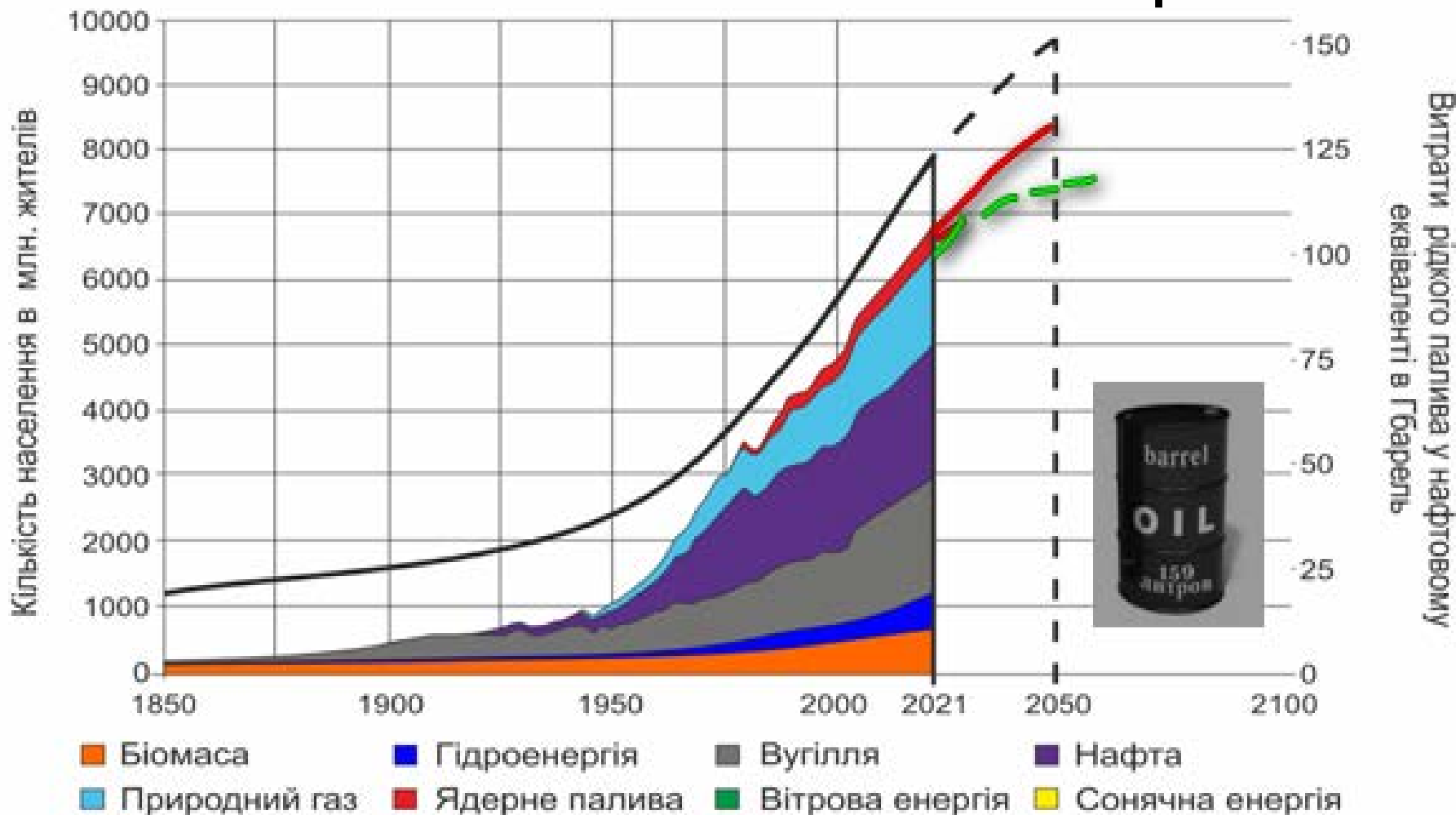
2. Чи можна по можливості зменшити непродуктивні втрати енергії?

Можливо і потрібно . За рахунок технічних і організаційних заходів.

3. Чи можна взагалі уникнути споживання енергії споживачами ?

Ні, бо зі споживанням енергії пов'язаний цивілізаційний розвиток людства

Кількість населення і споживання енергії



Споживання теплоти і палива на потреби опалення

4. Чи можна зменшити показник питомих витрат палива на етапі генерування, транспортування і споживання в СЦТ

Так, можна. В Україні витрати палива можна зменшити у 2-2,5 рази відносно існуючого рівня

Як це зробити ??

1. За рахунок зменшення непродуктивних втрат і збільшення ККД генеруючих установок у 2-2,5 рази.
2. Зменшення потреби у споживанні енергії у 2-2,5 рази.
Наприклад - за рахунок термомодернізації (утеплення) житлових будинків.

Площа лише міського житлового фонду в Україні становить 594 млн.м².

Із них площа багатоквартирних будинків – 448 млн. м².

Площа громадських будівель – 92 млн. м².

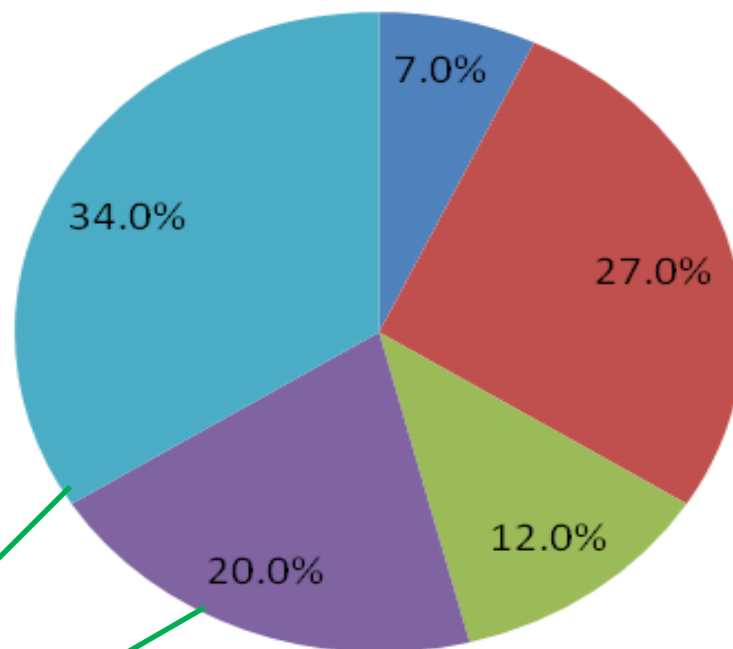
Споживання енергії становить 220 млн. МВт год (2021 рік). Лише в котельних України було вироблено 87 млн. МВт год теплоти за рік. *Статистичний бюллетень 2021 рік* . Термомодернізація – 52 млн. МВт год.

Це еквівалентно 14 млрд. м³ природного газу (54% загальних витрат).

Розподіл річних витрат газу, Україна

Споживання
газу за добу –
150 млн. м³

Постачальники
теплоти – 7,4
млрд. м³



■ Технічний газ ■ Промисловість ■ Металургія ■ Опалення ■ Населення

Опалення будинків і побут – 54% від загальних витрат газу

Усереднені величини питомого енергоспоживання у будинках (Україна)

Климатическая зона I	Многоквартирное здание , сооруженное до 1980 года	Многоквартирное здание, сооруженное после 1980 года	Частный дом (коттедж)
	Потребленная энергия в кВт/час/м ²	Потребленная энергия в кВт/час/м ²	Потребленная энергия в кВт/час/м ²
Отопление	165,0	172,0	289,9
Горячее водоснабжение	22,0	22,0	14,0
Освещение	10,0	10,0	10,0
Различное оборудование	12,6	12,6	12,6
ВСЕГО	209,6	216,6	326,5

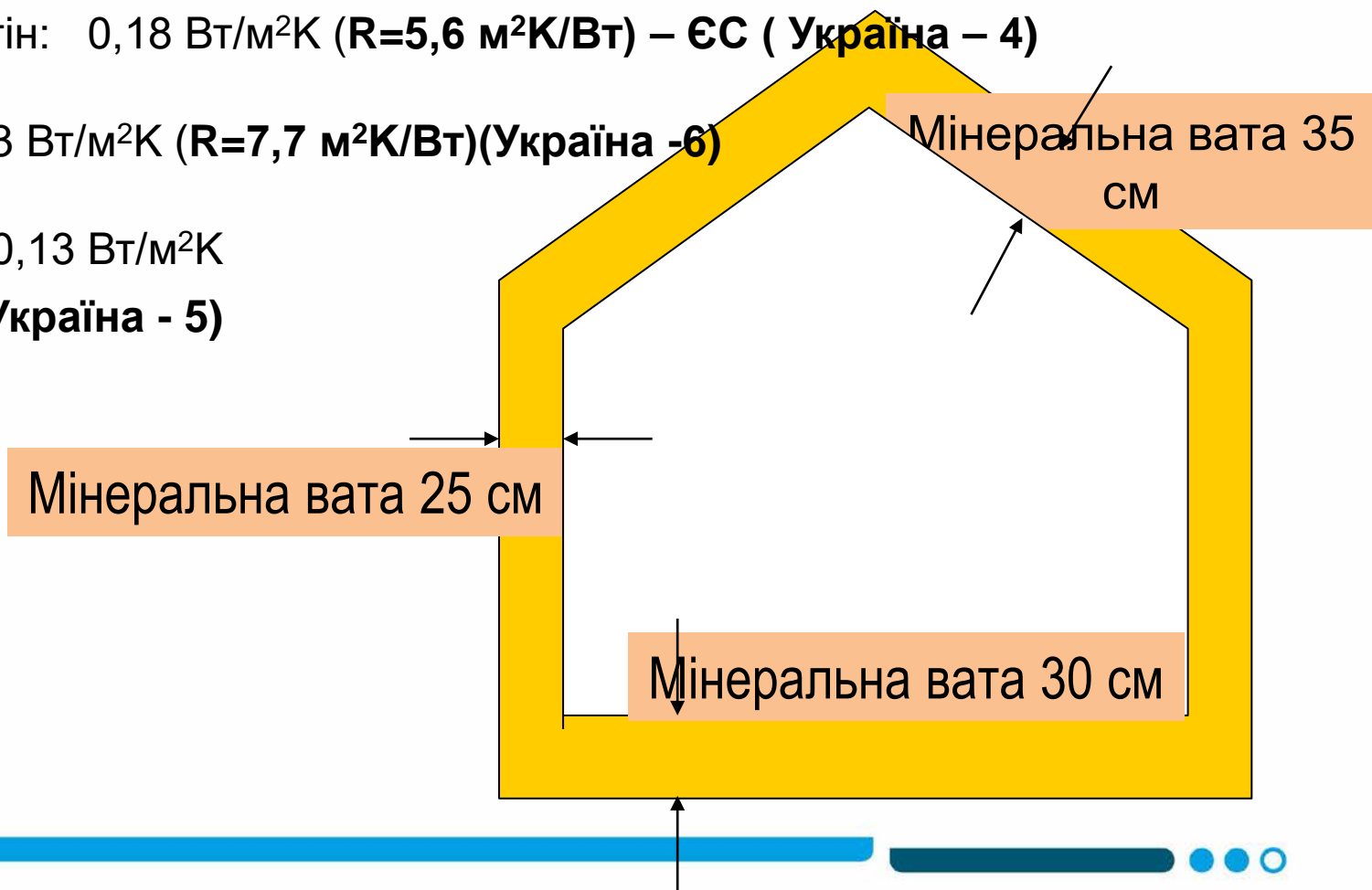
Нормативи споживання теплоти на опалення і охолодження:

4-9 пов. **75 - 85 кВт год/м²**; 2-3 пов. **110-120 кВт год/м²**

10-16 пов **70 – 75 кВт год/м²**;

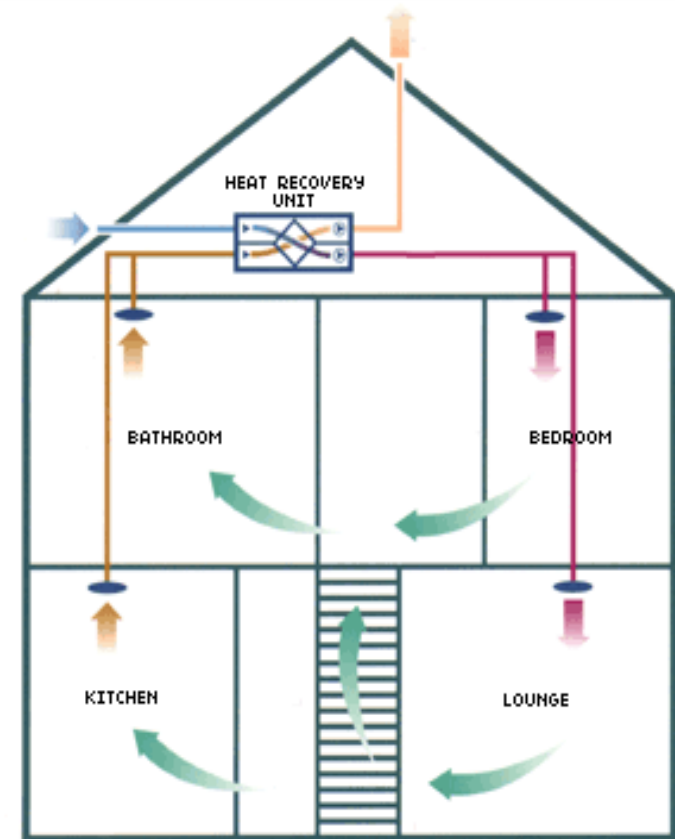
Перший спосіб зменшення витрат палива – скорочення споживання енергії, у тому числі на опалення. Нормативи теплозахисту.

- К- зовнішніх стін: $0,18 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ($R=5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$) – ЄС (Україна – 4)
- К- покрівлі $0,13 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ($R=7,7 \text{ м}^2\text{К/Вт}$)(Україна -6)
- К- підлога: $0,13 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ($R=7,7 \text{ м}^2\text{К/Вт}$) (Україна - 5)



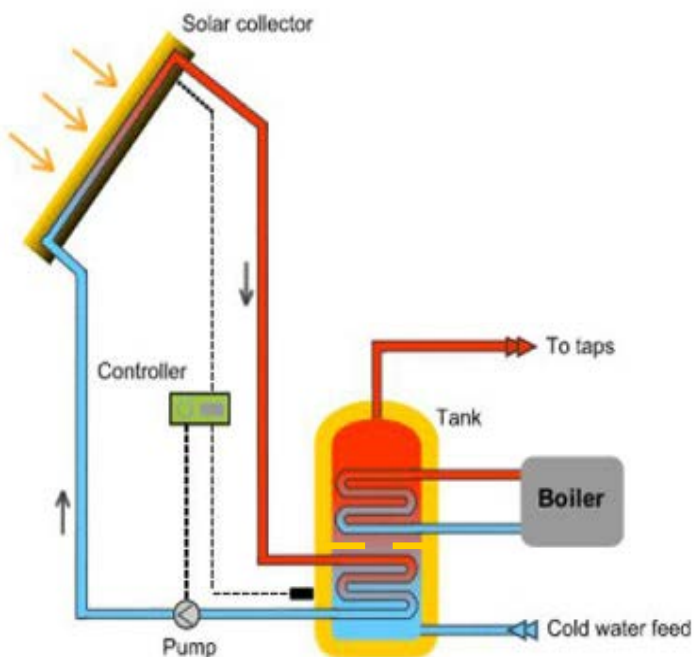
Вимоги до енергоефективності-ЄС

- Повітропроникність: $1,5 \text{ год}^{-1}$, n_{50} , (малі житлові $2,5 \text{ год}^{-1}$, n_{50})
- \approx інфільтрація $0,1 \text{ год}^{-1}$ (якщо врівноважена наявною механічною)
- Утилізація тепла вент. викидів: мінімум 70% (середньорічний показник утилізації тепла вент. викидів)

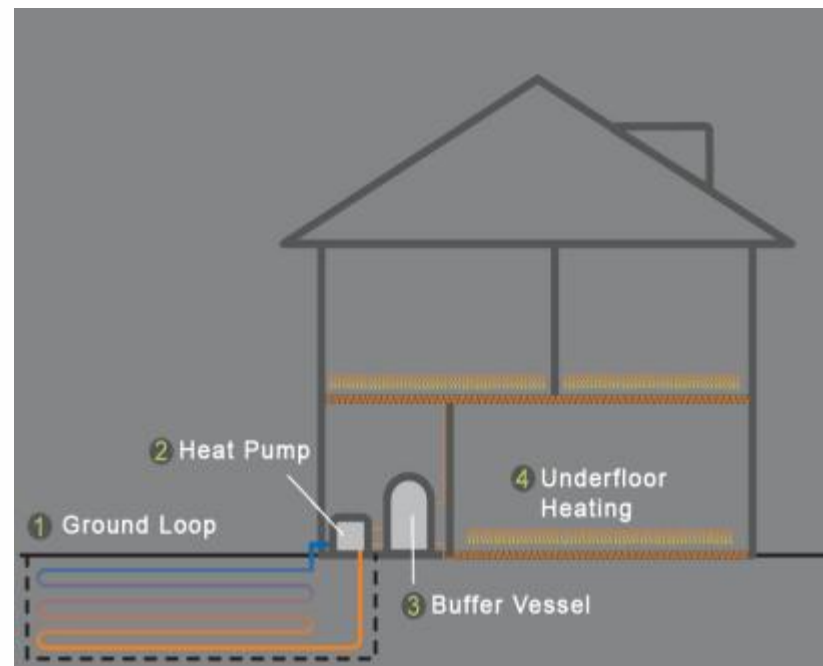


Вимоги до енергоефективності ЄС

Проект будівлі повинен гарантувати покриття 40 % енергоспоживання для опалення та гарячої води за рахунок ПДЕ (поновлювані джерела енергії)* або невидобувного палива



Сонячна енергія



Тепловий насос

Зменшення витрат електричної енергії

Тариф на ЕЕ (країни ЄС): 16-20 грн за 1 кВт год
Україна : 1,6грн за 1 кВт год

Не вмикай одразу все!



ОРІЄНТОВНЕ НАВАНТАЖЕННЯ
НА КВАРТИРУ

5-10 кВт



Телевізор
0,1 -0,4 кВт



Холодильник
0,3-0,6 кВт



Комп'ютер
0,4-0,8 кВт



Фен, пилосос
та праска
0,5-1,5 кВт



Мікрохвильова піч
та електричний
чайник
1,5-2 кВт



Пральна машина
2-2,5 кВт



Колорифер,
кондиціонер,
бойлер, масляний
обігрівач
2-3 кВт



Електрична плита
від 4 до 8 кВт

Що може бути мотивом для енергозбереження і енергоефективності ?

1. Отримання прибутку і матеріальне заохочення (для підприємств).
2. Скорочення платежів за спожиту енергію, (особливо при підвищенні *тарифів* на енергоресурси або збільшенні податків).
3. Забезпечення енергетичної незалежності держави, громадська свідомість. Усвідомлення причетності до загальнокорисної справи або реагування на виклики перед суспільством.
4. Потреба у забезпеченні комфортних параметрів мікроклімату у приміщенні, загроза здоров'ю.
5. Усвідомлення необхідності збереження довкілля. Екологічний податок.

Мотивація діяльності з енергоефективності

6.Покращення естетичної привабливості будинку і району забудови. Будинки і райони у яких впроваджуються проекти з енергоефективності необхідно перетворити з об'єктів будівництва в об'єкти архітектури.



Матеріальна зацікавленість в скороченні витрат природного газу і електричної енергії

1. Споживання природного газу в Україні – **28 млрд. м³** (2021 рік);
2. Видобуток газу – **13,7 млрд. м³** (2021 рік).
3. Дефіцит природного газу - **14,3 млрд. м³** (придбати на ринку або скоротити витрати).
4. Скорочення витрат газу на 1 млрд. м³ – скорочення видатків на 50 млрд. грн.
 4. Тариф на природний газ для опалення у рамках ПСО – **7 грн за 1 м³**; (ринкова вартість від **30 до 60 грн за 1 м³**;
 5. Тариф на електричну енергію у рамках ПСО – **1,70 за 1 кВт год**; (ринкова вартість - **16 – 30 грн**).

Скорочення емісії парникових газів - наслідок зменшення

витрат енергії і підвищення енергоефективності.

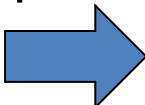
Екологічний мотив.

Основний спосіб отримання енергії – спалювання викопних видів палива:



CO_2 - індикатор теплового забруднення.

Скорочуємо витрати Q і палива C  зменшуємо CO_2

Зменшуємо C  скорочуємо CO_2

При спалюванні 1 м³ газу утворюється 1,96 кг CO₂

При спалюванні 3.3 кг деревини 4,52 кг CO₂.

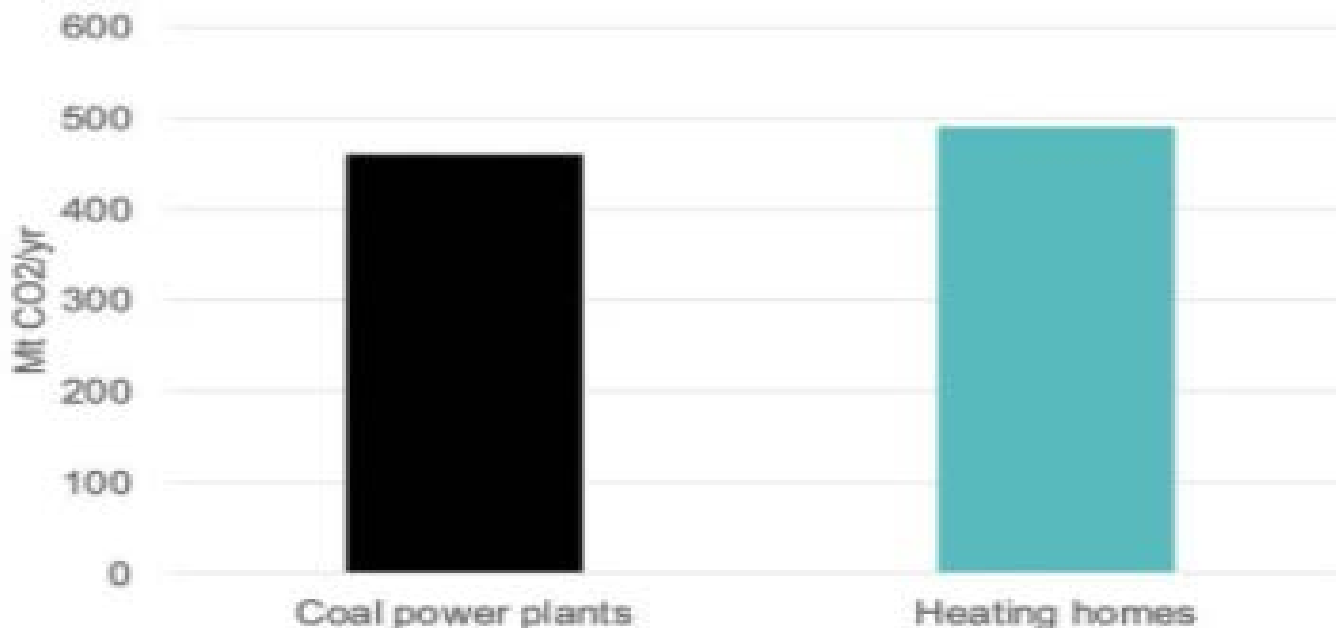
Кількість CO₂ жорстко регламентується квотам і екологічним податком. Величина екологічного податку в Європі – 50 \$ за 1т (100\$ за 1 т) Квота – від 20 до 60 \$ за 1 т. Регулювання – 100 \$ за 1 т.

Екологічний податок на парникові гази

- При витратах газу 120 млн. м³ за рік екологічний податок буде становити 352 млн. грн.(10 млн. дол. США).
- За електричну енергію – 1т CO₂ – 1МВт год
- 22400 МВт год – 22400 т = 1, 120 млн. дол =30 млн.грн. Разом **382 млн. грн.**
- На сьогодні - близько **2,5 млн. грн.**
- На початку 2021 р. прийнято Закон України “Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів” згідно з яким унормовується державна політика до питань моніторингу і верифікації викидів парникових газів, забезпечується нормативно правове регулювання з цих питань.

Викиди CO₂ при спалюванні палива, млн.т

Heating homes emits more carbon than all coal power plants in Europe



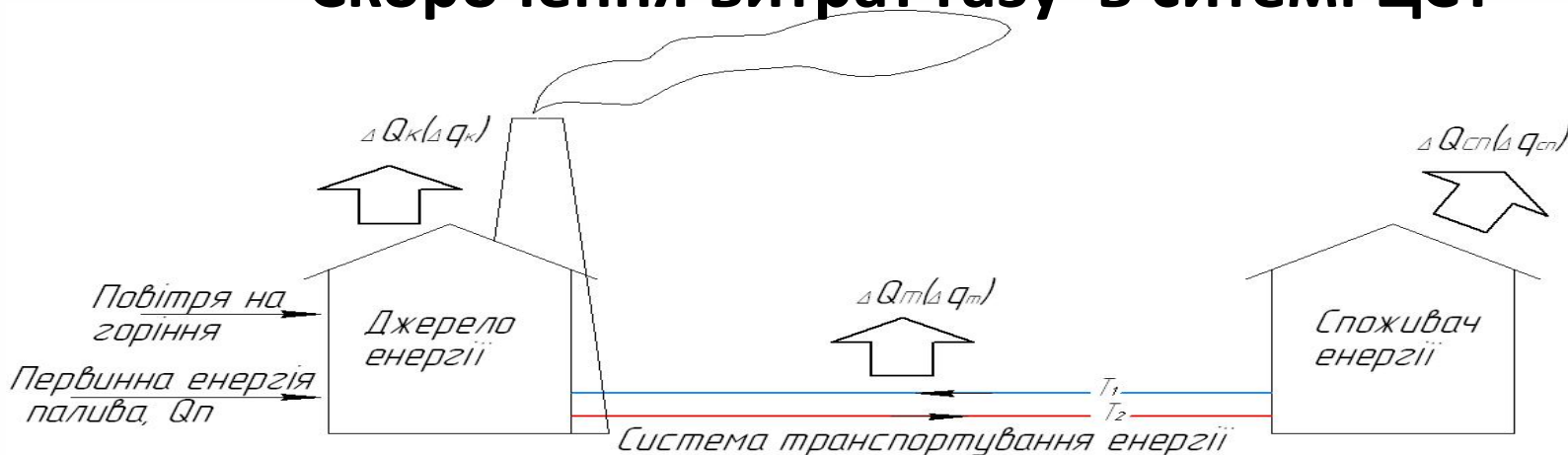
Source: Europe Beyond Coal (2020), Bertelsen and Mathiesen (2020)

Вироблення електричної енергії
із вугілля

Опалення будинків



Скорочення витрат газу в системі ЦСТ



$$Q_k = Q_p - \Delta Q_k$$

$$\eta_{\Sigma} = \eta_k = 1 - \Delta q_k$$

Ефективність на
етапі вироблення енергії
 $\eta_k = 0,84 \dots 0,81$ (до 0,75)

$$Q_m = Q_p - (\Delta Q_k + \Delta Q_t)$$

$$\eta_{\Sigma} = \eta_k \cdot \eta_m = 1 - (\Delta q_k + \Delta q_m)$$

Ефективність на
етапі транспортування енергії
 $\eta_k = 0,88 \dots 0,87$ (до 0,7)

$$Q_{sp} = Q_p - (\Delta Q_k + \Delta Q_t + \Delta Q_{sp})$$

$$\Delta \eta_{\Sigma} = \eta_k \cdot \eta_m \cdot \eta_{sp} = 1 - (\Delta q_k + \Delta q_m + \Delta q_{sp})$$

Ефективність на етапі споживання з огляду
сучасних вимог до теплозахисних характеристик
огоряджувальних конструкцій
 $\eta_{sp} = 0,58 \dots 0,63$

Величина сумарної ефективності визначається за добутком ккд на кожному етапі трансформації теплоти

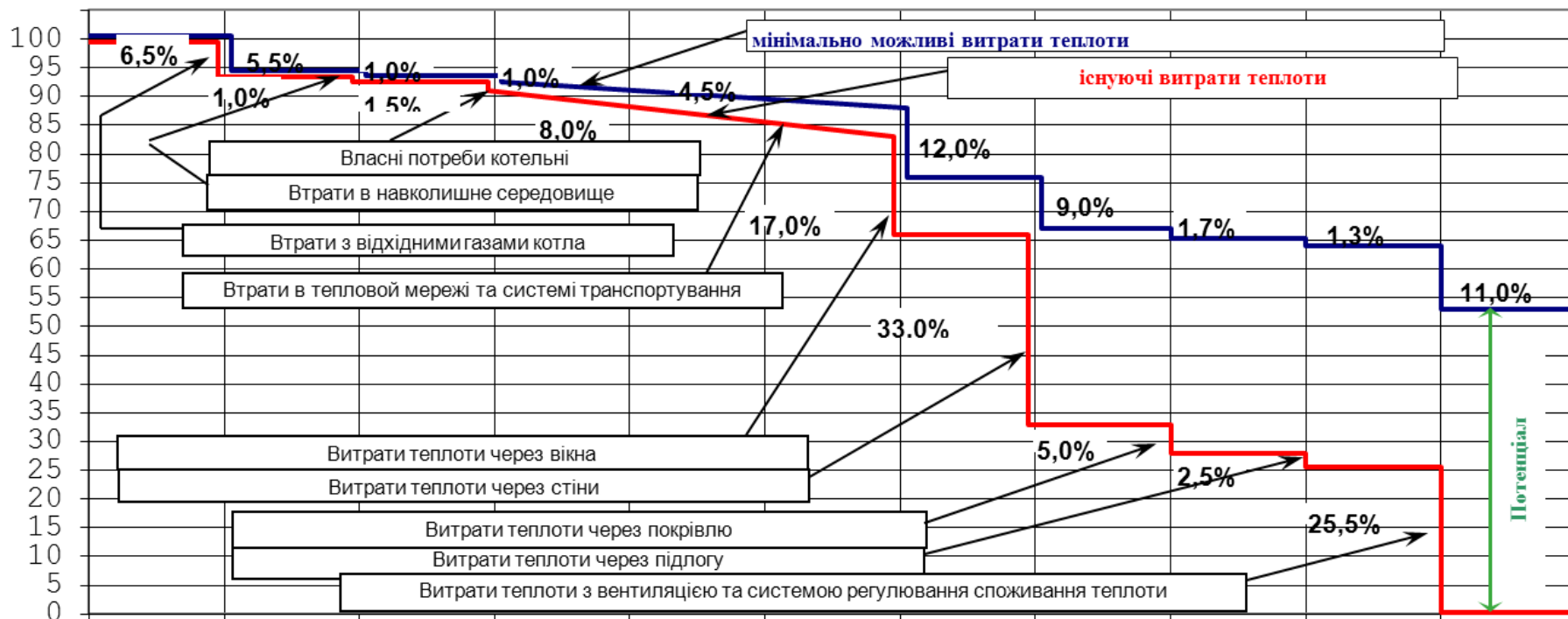
$\eta_k = 0,85$ (85%), $\eta_T = 0,9$ (втрати 10%), $\eta_T = 0,9$ (втрати 10%), то

$$\eta_{\Sigma} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 0,52 \text{ (52\%)}$$





Діаграма втрат теплоти в системі тепlopостачання



котельня

теплові мережі до 2000м

споживач теплоти

Потенціал енергозбереження в системах теплопостачання:

- на етапі вироблення теплоти в котельних 4...8 %;
- на етапі транспортування 5...6 %.

ЗАГАЛЬНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СИСТЕМІ ГЕНЕРУВАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ 9....14%

- на етапі споживання (у будинках) 37....42 %

Втрати теплової енергії у системі централізованого теплопостачання

Вид (місце) втрат	Втрати теплової енергії (%):		
	у % від потенціалу палива	у % від виробленої теплової енергії	у % від теплової енергії, що спожита корисно будинками
Втрати теплової енергії на шляху до споживача	17-32	20-37	x
Втрати у споживача	11,7-18,3	15-24	18-28
Загальні втрати	28,7 -50,3	35 -61	x

Особливості генераторів теплоти

На відміну від інших технічних пристроїв (наприклад насосів):

- ні висока ціна котла (генератора теплоти)
- ні високий авторитет і гучна назва фірми виготовника котла
- ні спосіб встановлення (дахова, вбудована, прибудована, індивідуальні котли)

НЕ ГАРАНТУЮТЬ ВИСОКУ ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ КОТЛА

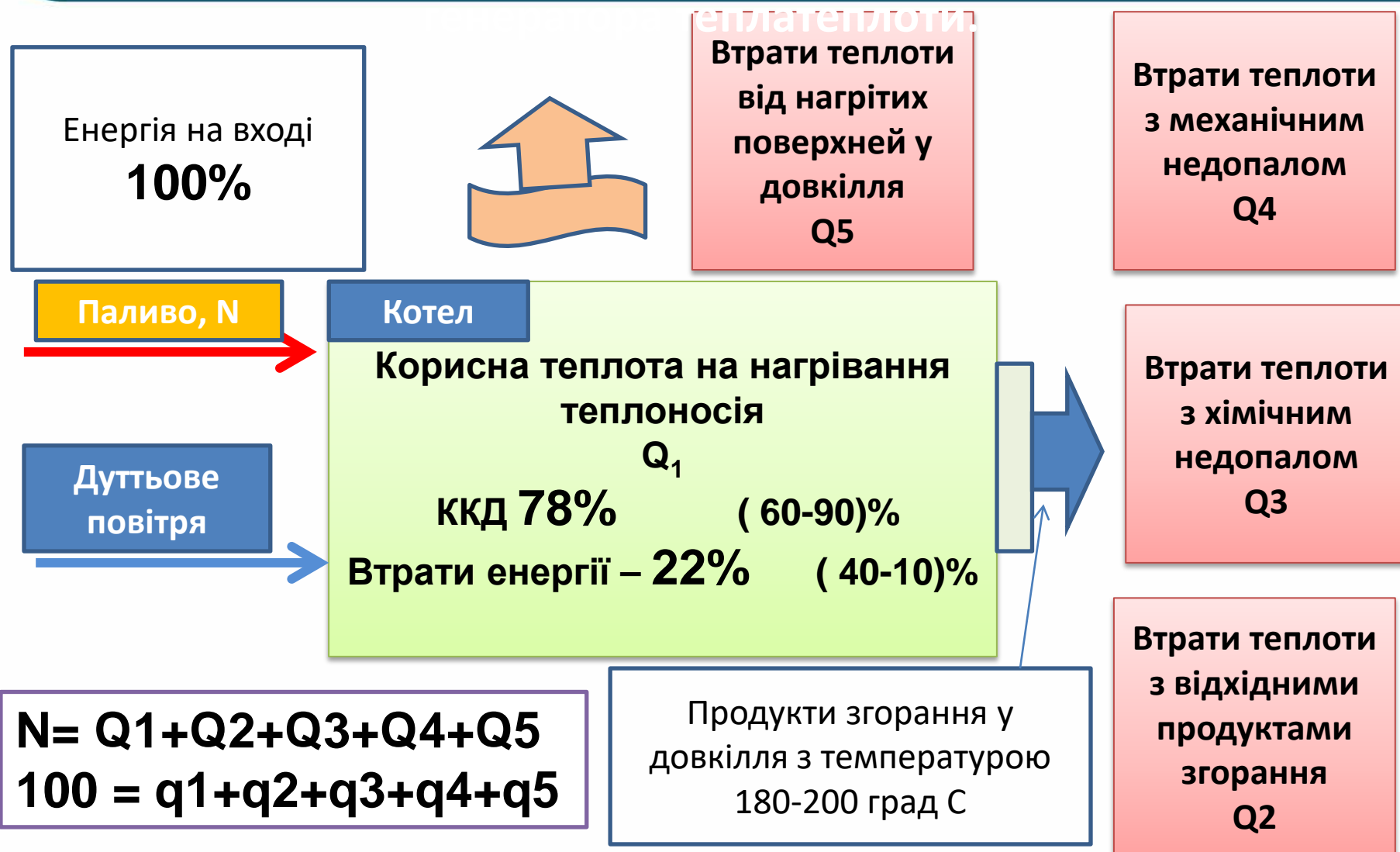
ККД котла і котельні в цілому (ефективність генерації і витрати палива і витрати палива) на 50% залежать від:

1. Умов експлуатації і дотримання режимних факторів роботи котла.
2. Правильності вибраного способу регулювання параметрів відпуску теплоти споживачам при зміні температури зовнішнього повітря (втрати теплоти на перехідних процесах).
3. Правильності вибору потужності котла і тепломеханічної схеми котельні.

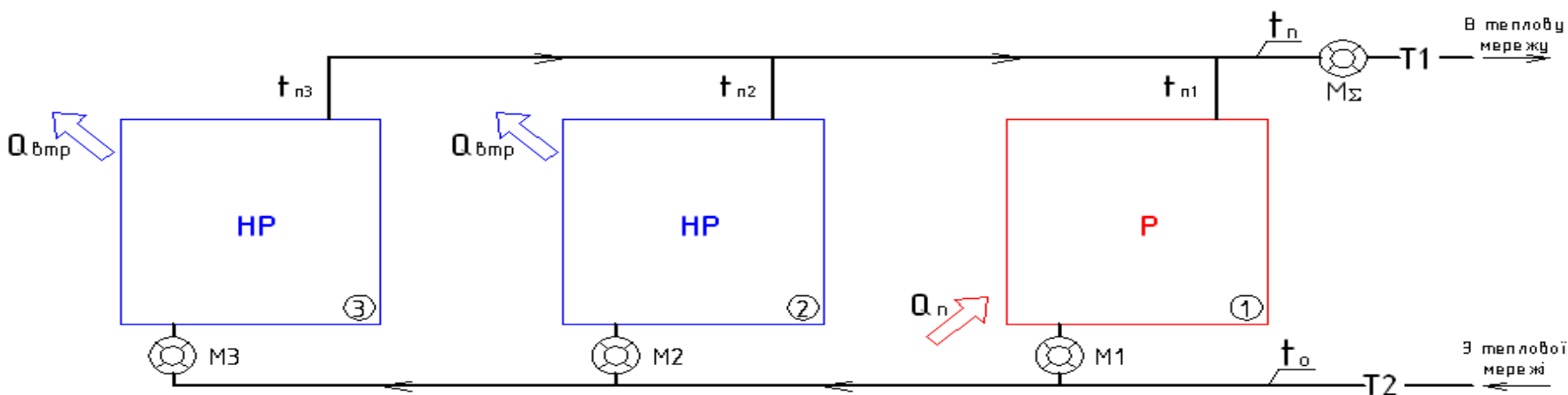
Основні причини втрат теплоти і перевитрат палива на етапі генерування теплоти

- недотримання необхідних експлуатаційних характеристик роботи котлів (кількості повітря на горіння, умов видалення продуктів згорання – розрідження за котлом, витрат, чистоти і температури води)
- висока температура відхідних газів (180 -200 град.С) після котлів; відсутність утилізації (використання) теплоти продуктів згорання, що видаляються із котлів через димову трубу в атмосферу (втрати теплоти з відхідними газами) – втрати до 10-20%;
- невідповідність величин встановленої потужності котлів і приєднаного теплового навантаження – втрати з “теплим простоем” – втрати до 10-13%;
- недосконалі схеми процесу регулювання відпуску теплоти з котельні до споживачів – втрати до 10-20%;

Втрати в котлі. Схема теплового балансу котла



Втрати в котельні. Втрати теплоти з «теплим простом» котлів. Надлищкова потужність котлів.



Через котли № 2 і 3 здійснюється циркуляція теплоносія. Працює котел 1.

$$Q_{\text{тепл. пр.}} = c [M_2(t_{n3} - t_o) + M_3(t_{n3} - t_o)] \cdot n_{оп}, \text{ ккал.}$$

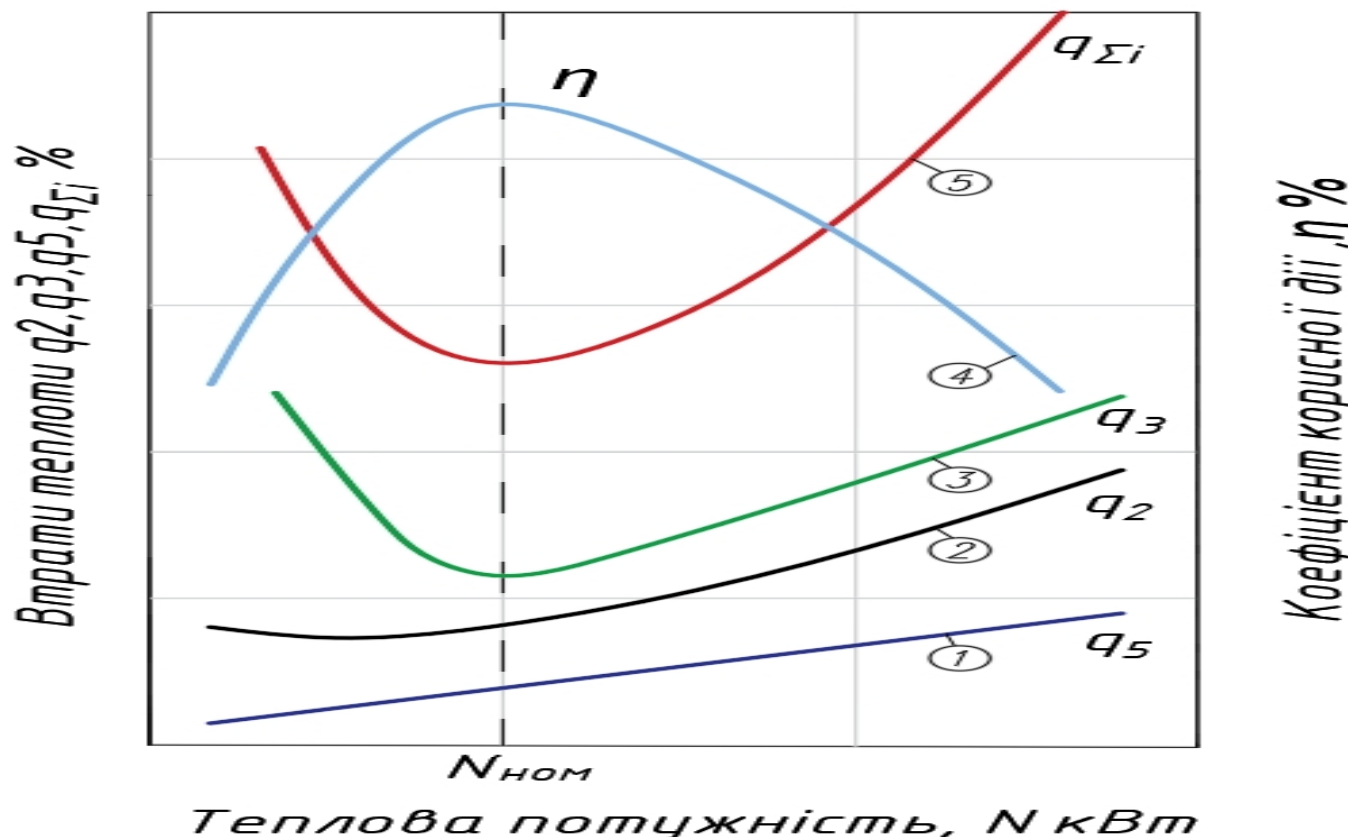
Приклад. Котли №1,2,3: КВГ-6,5 $M_1 = M_2 = M_3 = 300$ т/год. $t_{n3} - t_o = 1^\circ\text{C}$.

$$Q_{\text{вир.}} = 300(80 - 65) = 4,5 \text{ Гкал/год.}$$

$$Q_{\text{тепл. пр.}} = 2 \cdot 300 \cdot 1 = 0,6 \text{ Гкал/год.}$$

$$q_{\text{тепл. пр.}} = 0,6/4,5 = 0,133 \text{ (13,3 \%)} \text{- втрати з теплим простом}$$

Вплив режиму роботи агрегату на величину ККД агрегату



Мінімально можливі витрати палива і максимальний ККД лише при роботі агрегату при номінальній паспортній теплопродуктивності

Втрати теплоти з “теплим простоєм” в індивідуальному котлі. Завищена потужність котла.

Істина:“Подача теплоти котлом на опалення повинна бути рівною втратам теплоти помешканням у докiллля”

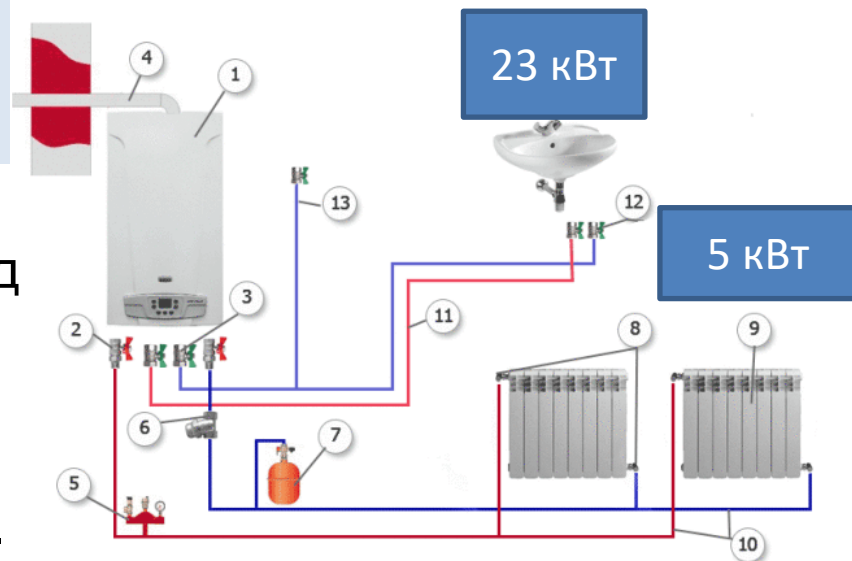
1. Потреба квартири у теплоті при температурі зовнішнього повітря -20 град С - **5 кВт**. При температурі 0 град С – **2кВт**.

2. Встановлена потужність котла – **23кВт** (із міркувань приготування гарячої води.

3. Мінімальна дозволена потужність котла – 40% від номіналу – $0,4 \cdot 23 = 9 \text{ кВт}$.

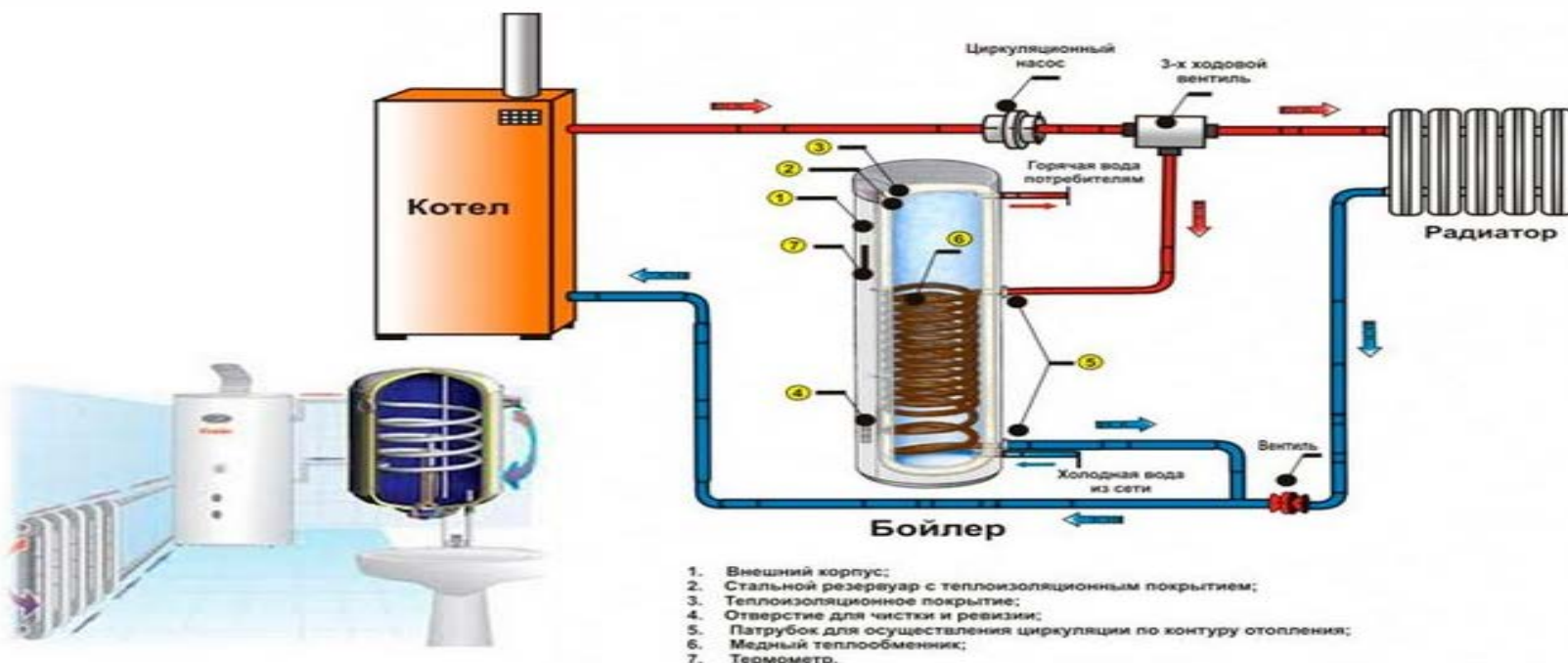
Фактичне навантаження – $2: 23 = 9\%$ - 21% від номіналу (паспорту)

4. Котел працює в режимі “вкл. – викл”. Кожна зупинка – охолодження води і втрати теплоти. Отже зменшення ККД і перевитрати палива – природного газу. Втрати теплоти з простоєм характерні як для котельних так і для індивідуальних котлів.



Як зменшити втрати теплоти з теплим простом

1. Правильним підбором потужності котла : потужність котла в кВт повинна відповідати потребі у теплоті (втратам теплоти огорожувальними конструкціями).
2. Вибором економічної схеми регулювання відпуску теплоти при зміні потреби у теплоті. Застосування акумуляторів теплоти.



Зменшення втрат теплоти з надмірною потужністю теплогенераторів

Аксиома: Зміна теплопродуктивності роботи агрегату на 10 % від паспортної (номінальної величини) призводить до зменшення ККД на 1 %.

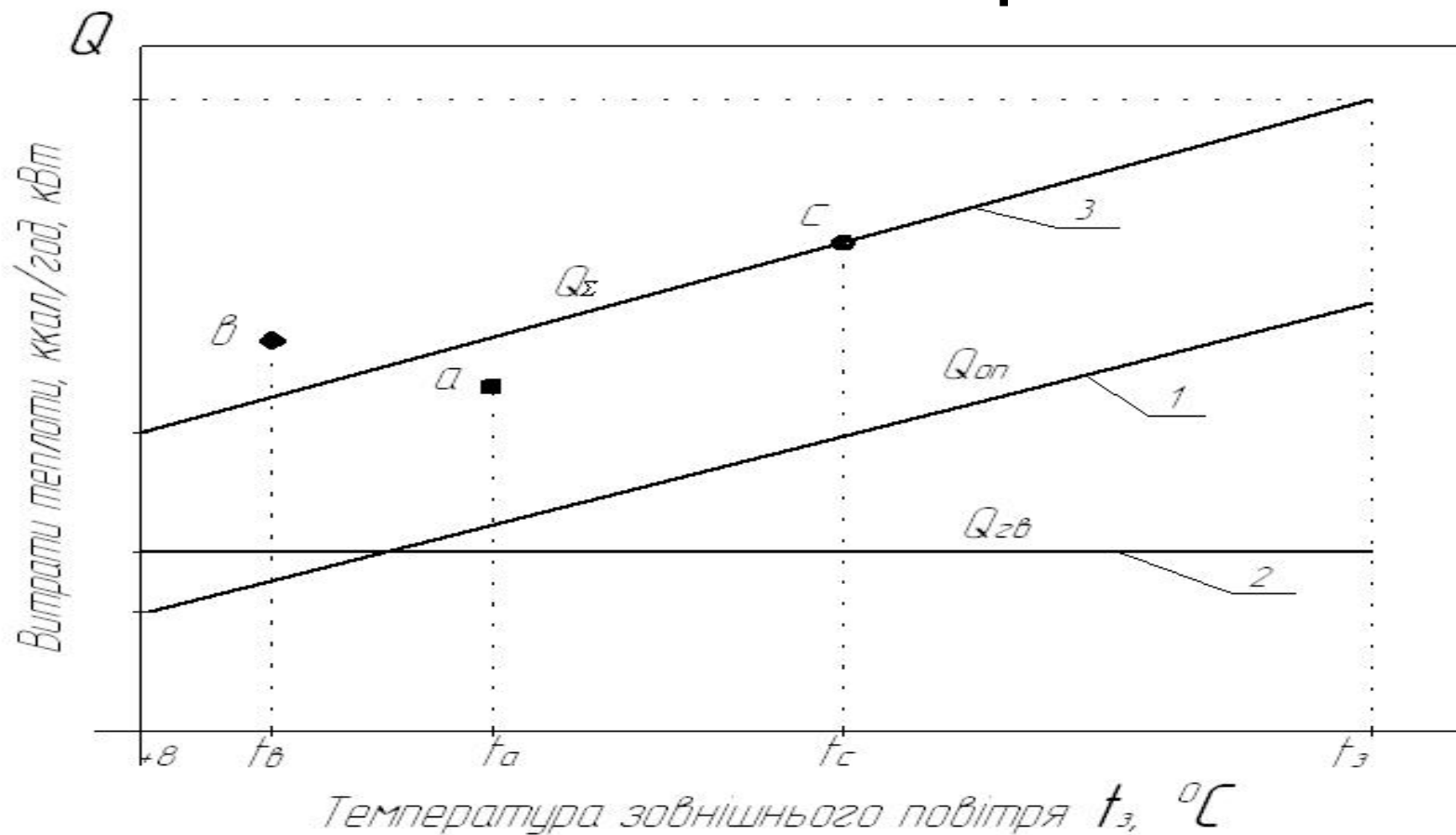
При зменшенні теплопродуктивності на 50% (паспорт – 20 кВт, факт 10 кВт) ККД зменшується на 5%. Витрати палива зростають на 5%.

Зміна теплопродуктивності при зміні температури

довкілля

Температура зовнішнього повітря, град С	Потреба у теплоті на опалення, Гкал/год	Потреба у теплоті на опалення, %	Відхилення теплопродуктивності котла від номіналу	Зменшення ККД Котла. Збільшення питомих витрат палива, %
-20	10	100	0	0
-10	7,5	75	25	2,5
0	5	50	50	5,0
+8	2,5	25	75	7,5

Графік зміни витрат теплоти залежно від температури зовнішнього повітря



Способи уникнення втрат з теплим простом (надмірною потужністю)

1. Вибір потужності котлів у котельні відповідно до можливих величин потреби у теплоті. Перехід з якісного (температурою води) до кількісного (витратами води) регулювання відпуску теплоти.

$$Q = c \cdot M (T_1 - T_2)$$

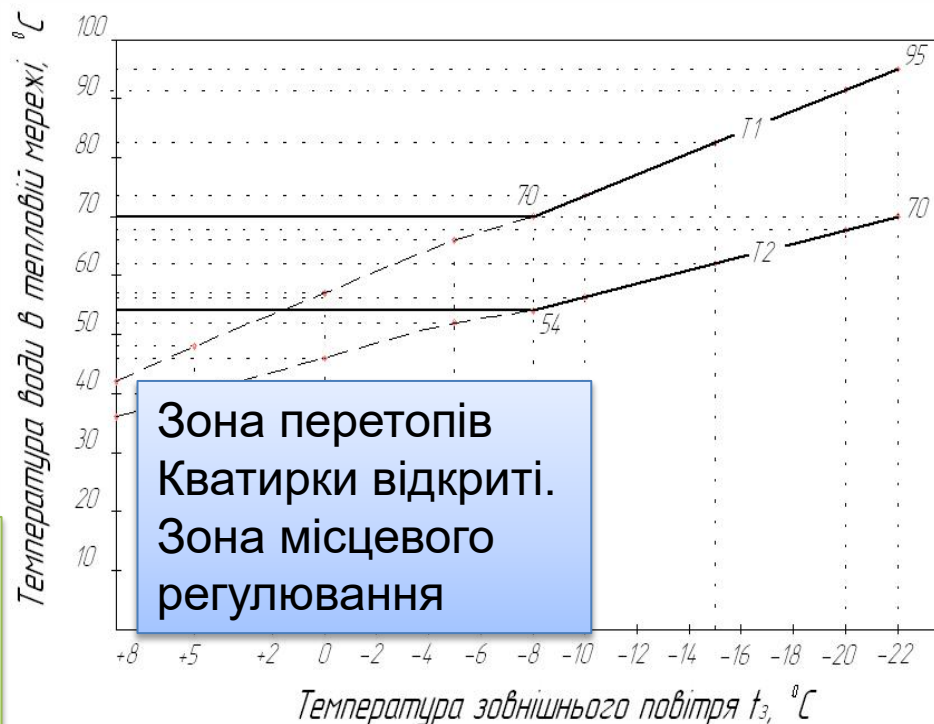
Якісне регулювання:

- витрати води M незмінні;
- змінюють температури води.

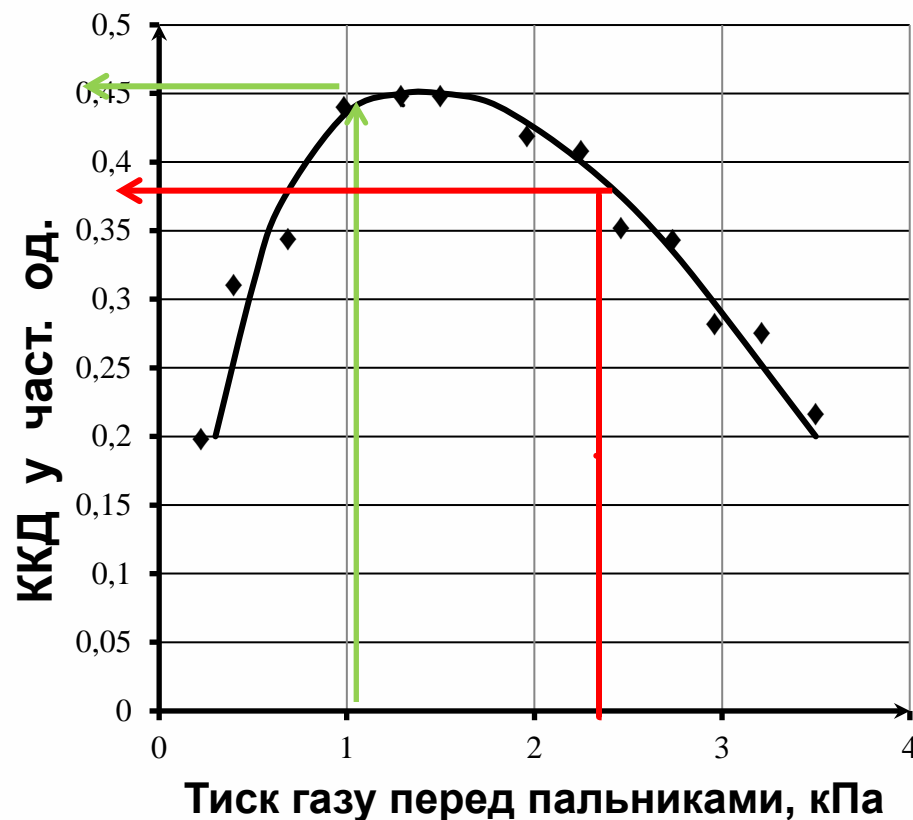
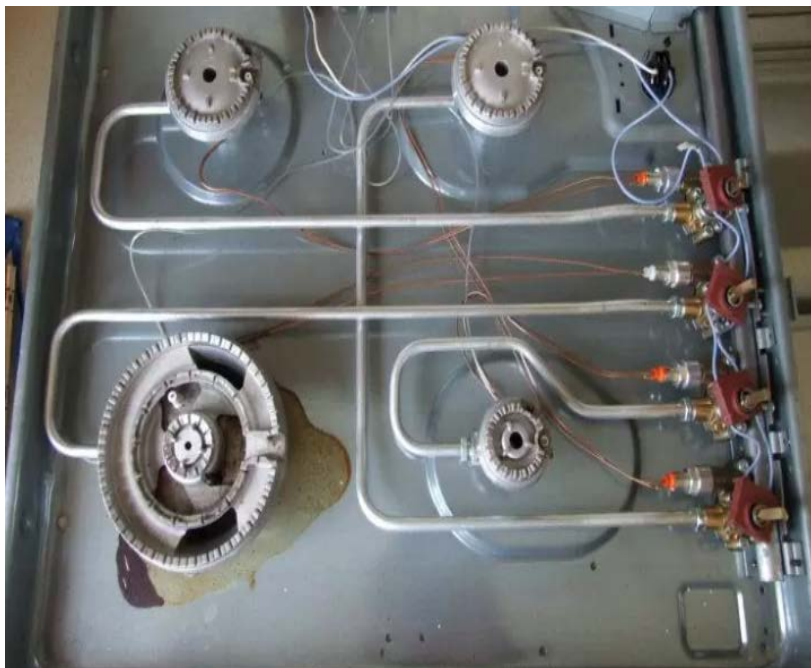
Кількісне регулювання:

- температуру води не змінюють;
- змінюють витрати води.

Ефект - зменшення витрат палива на 14-18% за рахунок ліквідації перетопів



Спосіб вирішення проблеми відповідності потужності і потреби для газових плит – усі пальники різної потужності



Режимні фактори, котрі впливають на ефективність роботи котельні і витрати палива

1. Кількість повітря, котре подається на горіння. Кількість повітря повинно надходити в пальник рівно стільки, скільки необхідно для повного згорання. Збільшення або зменшення подачі повітря призводить до збільшення витрат палива і падіння ККД.

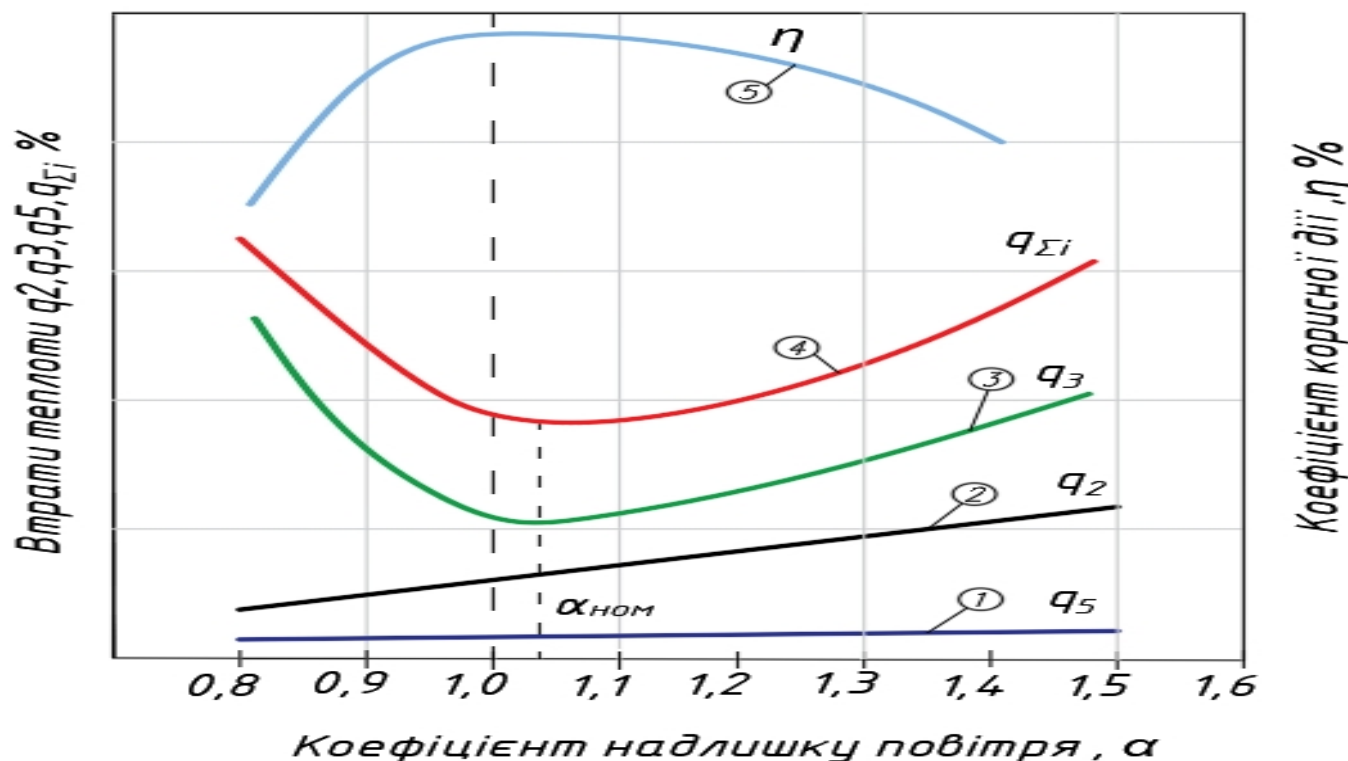
Кількість повітря на горіння налаштовує інженер-налагоджувальник.

Кількість повітря змінюється залежно від:

- складу палива (для різного складу природного газу кількість повітря буде різним;
- теплопродуктивності агрегату (змінюється постійно);
- температури повітря і барометричного тиску.

ВИСНОВОК. Витрати повітря на горіння повинні контролюватись і коригуватись постійно системою автоматики. Скорочення витрат газу – 5-8%.

Вплив кількості повітря на горіння на втрати теплоти і величину ККД



Мінімально можливі витрати палива лише при подачі оптимальної кількості повітря

2. Температура продуктів згорання, що покидають котел і видаляються у димову трубу)



Висока температура продуктів згорання на виході із котлів - 180-200 ° C. Значні втрати теплоти з відхідними газами, що видаляються в атмосферу – до 10-15%.



Збільшення витрат палива



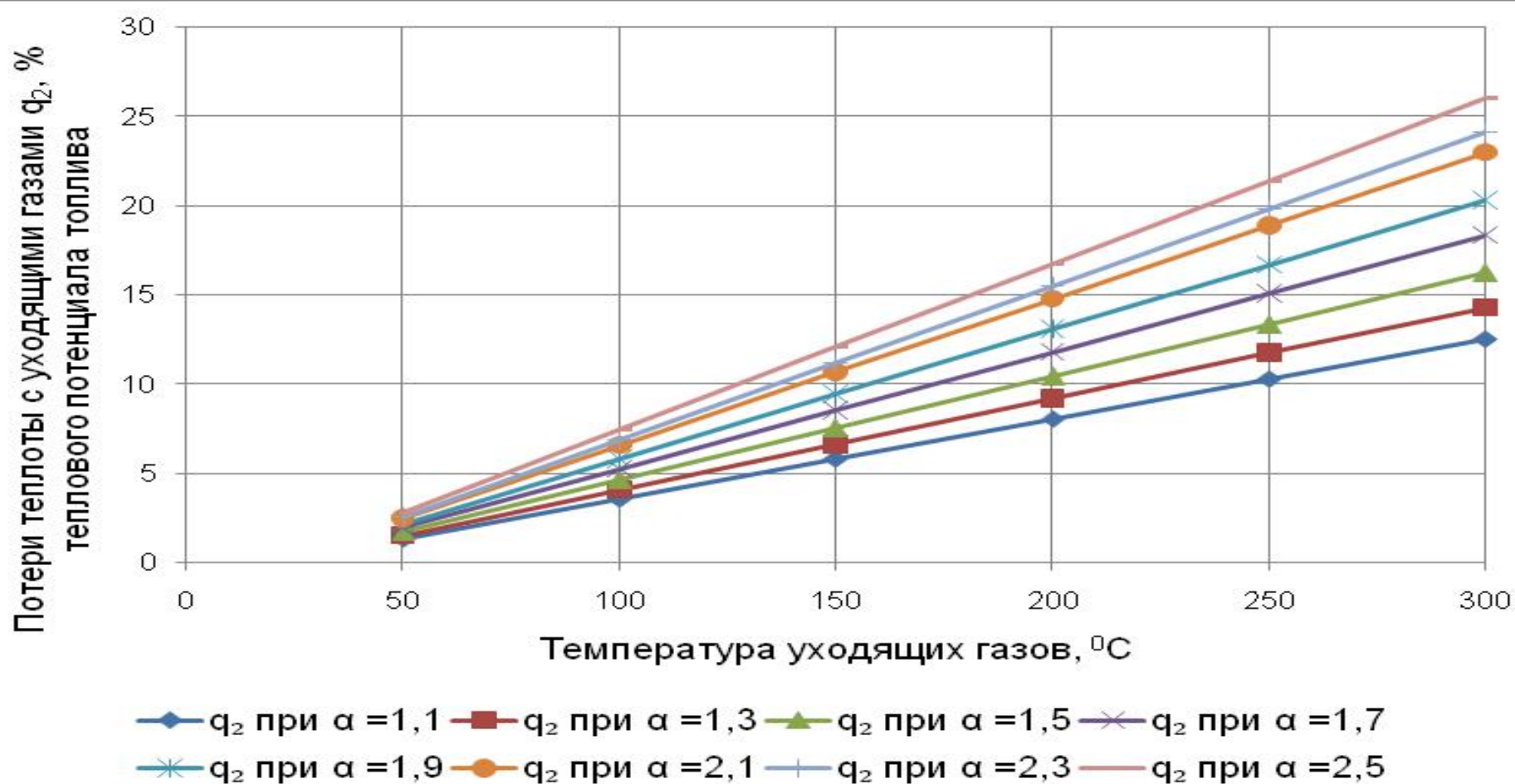
Збільшення тарифу на теплову енергію



Збільшення платежів у споживачів теплоти



Втрати теплоти з відхідними газами залежно від надлишку дуттьового повітря і температури



Використання утилізаторів теплоти продуктів згорання

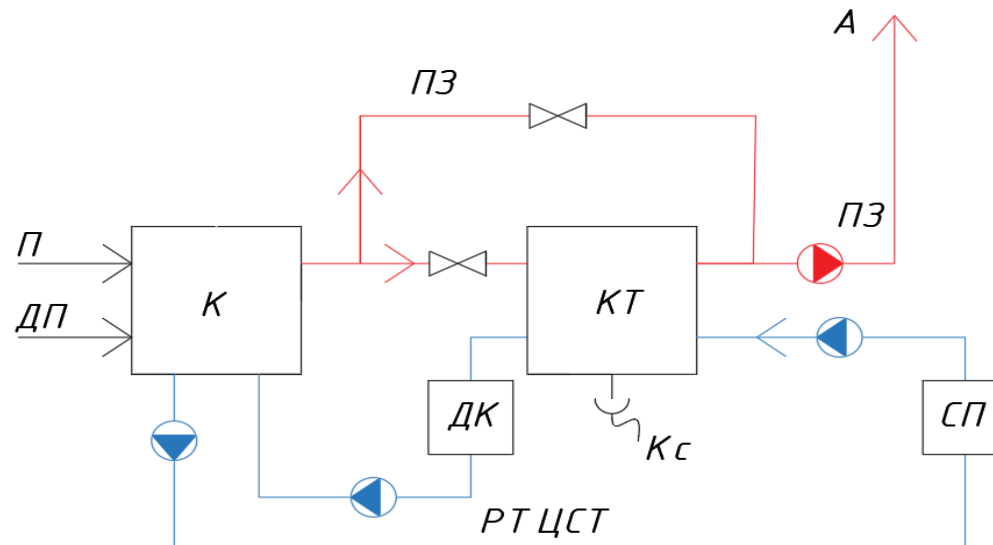


Рисунок 7 Принципова схема утилізації теплоти продуктів згорання паливоспалювального обладнання (котла ЦСТ) в неконденсаційному теплообміннику для нагрівання теплоносія ЦСТ.

Де К – водогрійний котел централізованої системи теплопостачання (ЦСТ); РТЦСТ – робоче тіло централізованої системи теплопостачання (ЦСТ); Сп – споживач теплоти ЦСТ; Т- теплообмінник; ПЗ – продукти згорання; Д- димосос; ПЗ – продукти згорання; Н – живильний насос ; А- викиди в атмосферу;

Встановлення утилізаційного теплообмінника за котлом ТВГ



Скорочення витрат природного газу – 50 м³ за год (0,2 млн. м³ за опалювальний період)

Теплообмінник утилізатор ЕСО



Теплообмінник –
утилізатор теплоти збільшує
ККД котла на 5-7%
Додаткове отримання 1,4
Гкал теплоти для котла 20
Гкал/год
Скорочення витрат палива -
200 м3 за год

Ефективність роботи конденсаційного утилізатора теплоти



Теплота, отримана у теплообміннику, у % від тепловидільності котла

3. Підтримання чистоти внутрішньої і зовнішньої поверхні труб і теплообмінних поверхней.

Утворення на внутрішній поверхні котла шару накипу товщиною всього 1 мм спричиняє перевитрату палива на 5-8 %.

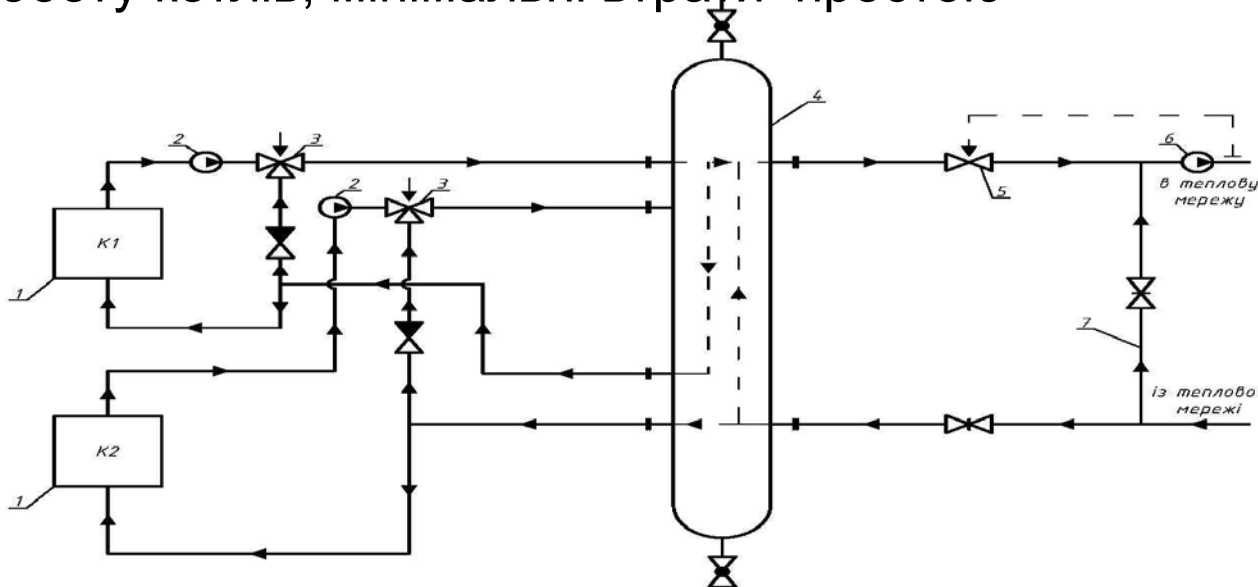
Шар накипу товщиною 3 мм зменшує теплопродуктивність агрегату або теплообмінника на 25 % теплової енергії.

З часом, при значнішому відкладенні накипу втрати теплопродуктивності можуть становити до 70 %.

Реконструкція тепломеханічних схем котельних, як захід зі скорочення витрат палива

Схема дозволяє вирішити наступні питання:

- гідравлічно розділити контур транспортування теплоти і контур її генерації. Унеможливити негативний вплив на генерацію теплоти;
- погодне регулювання відпуску теплоти без участі котлів;
- стійку роботу котлів; мінімальні втрати простою



1-котли; 2- котлові насоси;3- регулятор витрат; 4- гідравлічний роз'єднувач;4 – регулятор теплоти;6- мережний насос; 7- байпас

Заходи при виробленні і транспортуванні теплоти

Короткострокові проекти	Орієнтовні терміни окупності
<p>на етапі виробництва:</p> <p>1) Реконструкція тепломеханічних схем котельних і обв'язки котлів з метою запобігання циркуляції гарячого теплоносія через непрацюючі котли - запобігання втрат простою.</p> <p>2) Впровадження систем автоматизації процесів горіння палива в котлах і теплогенераторах, автоматичне підтримання оптимального коефіцієнту надлишку повітря у пальниках, регулювання теплової потужності обладнання відповідно змін температури зовнішнього повітря або технологічних параметрів.</p> <p>3) Влаштування надійних систем докотлової обробки води з метою запобігання утворенню солей жорсткості в трубних поверхнях нагрівання, моніторинг стану поверхонь нагрівання.</p>	<p>2 роки</p> <p>2 роки</p> <p>1,5 роки</p> <p>2 роки</p>

Короткострокові проекти	Орієнтовні терміни окупності
<p>на етапі виробництва:</p> <p>6) Влаштування теплової ізоляції зовнішніх поверхонь котлів і теплогенераторів. Нанесення теплової ізоляції на трубопроводи і тепломеханічне обладнання в котельні.</p> <p>7) Реконструкція системи подачі припливного повітря в котельню з метою запобігання подачі холодного повітря до пальників котлів і теплогенераторів.</p> <p>8) Оптимізація характеристик і типорозмірів мережевих насосів відповідно до режиму роботи теплових мереж шляхом заміни або реконструкції насосних агрегатів. Оснащення мережних насосів ЧРП. Перехід до кількісного регулювання відпуску теплоти.</p>	<p>2 роки</p> <p>1 роки</p> <p>2 роки</p>

Середньострокові проекти

Орієнтовні
терміни
окупності

на етапі виробництва:

- 1) Заміна неефективних палинкових пристроїв.
- 2) Використання теплоти відхідних газів від котлів для підвищення ефективності їх роботи.
- 3) Проведення планово-профілактичних робіт на котельних установках і тепломеханічному обладнанні котельних – ремонт і заміна поверхонь нагрівання котлів, їх очистка, підтримання необхідного стану обмурування котлів, запобігання присосів повітря.
- 4) Своєчасне (не рідше одного разу на три роки, а також після кожного капітального ремонту топки і палинкових пристроїв) виконання режимно-налагоджувальних робіт на паливоспалюючому обладнанні. Розробка режимних карт роботи котельні у цілому, визначення і оптимізація теплових втрат на власні потреби у котельні.
- 5) Реконструкція тепломеханічного обладнання і систем автоматизації роботи котельних з метою переведення їх роботи у повністю автоматизований безоператорний режим роботи.

5 років

5 роки

3-4 роки

3 роки

3-4 роки

Довгострокові проекти

Орієнтовні
терміни
окупності

на етапі виробництва:

1) Заміна котлів і енергогенеруючих пристроїв з метою збільшення їх коефіцієнтів корисної дії, оптимізації кількості і теплової потужності котлів у котельні відповідно до теплового навантаження.

8-9 років

2) Заміна і оптимізація тепломеханічного обладнання у котельні: pomp, дуттьових вентиляторів і димососів, газоходів, системи деаерації води, теплообмінних апаратів, системи підготовки палива. Приведення у відповідність встановлених параметрів роботи обладнання і реального навантаження на нього.

7 років

Висновок

Впровадження енергоефективних заходів дає можливість зменшити витрати палива на етапі генерації на 15-20 %.

Дякую за увагу!