

01.12.2022

Робота системи централізованого теплопостачання в умовах дефіциту природного газу і воєнних дій»

Колієнко Анатолій Григорович, Інститут місцевого розвитку, м. Київ

Вихідні умови

- 1.85% котельних в Україні працюють на природному газі.
2. Ліміти витрат газу за тарифами ПСО скорочені на 10% від рівня договірних умов минулого року.
3. Тариф на природний газ (з розподілом і ПДВ):
 - житло - 10 грн за 1 м³ (28 € за 1 МВт год);
 - бюджет - 18 грн за 1 м³ (51 € за 1 МВт год);
 - інші (хаб ТТФ) – 39 грн за 1 м³ (115 € за 1 МВт год).

При споживанні газу за межами лімітованих обсягів – тариф на природний газ 39 грн за 1 м³ (цифри округлено).

Паливна складова у тарифі на теплову енергію становить 70-80%.

Відсутність палива або коштів на його закупівлю може означати зупинку системи теплопостачання.

Економічні обмеження переходу на інше паливо

Вид палива	Вартість, грн за од.	Питомі витрати	Вартість палива за од теплоти, грн.	Вартість одиниці теплоти, грн. за 1 МВт год
Дрова	3,0	3,2	10,2	1034
Пелета	15	2,1	31	2376
Торф	2,5	3,5	8,7	999
Солома	3,5	2,5	8,7	877
Природний газ	10/18/39	1	10/18	1036 /1887/ 4105

Ціна за газ на ринку- 39-40 грн за 1 м³

Тариф на газ за сценарієм ПСО призводить до суттєвого зменшення собівартості вироблення теплової енергії.

Для переведення на тверде паливо необхідно:

- встановити твердопаливний котел;
- організувати логістику;
- організувати паливний склад.

Вихідні умови

4. Обмеження по електричній енергії (ЕЕ). Планові і аварійні вимкнення ЕЕ на котельні, ЦТП, ІТП. Припинення роботи котлів, мережних насосів, циркуляційних і інших насосів. Як у споживачів, так і у генератора теплоти.

Подача електричної енергії від автономних генераторів в котельних не гарантує отримання теплоти в будинках (залежні схеми, автоматизовані ІТП). Збільшення витрат ЕЕ у разі переходу на елеватори. Зміна режимів тиску.

5. **Існуючий стан котельних і теплових мереж, інфраструктури. Можливості різні.**

6. Суттєве завищення встановленої теплової потужності генераторів теплоти у порівнянні з приєднаним тепловим навантаженням. Завищені потужності насосів, вентиляторів, димососів, для роботи яких потрібна значна кількість електричної енергії.

Вихідні умови

7. Відсутність ефективних систем погодного регулювання відпуску теплоти з котельних до теплових мереж. Якісне регулювання змінює витрат палива і температури теплоносія.
8. Значна різноманітність схем і обладнання підключення будинків до теплових мереж:
- елеваторні вводи (перепад тиску перед будинком не менше 20 м. вод ст);
 - безелеваторні вводи(до 5 м вод ст);
 - автоматизовані теплові пункти з насосною циркуляцією і залежною схемою приєднання (до 5 м вод ст);
 - автоматизовані теплові пункти з насосною циркуляцією і незалежною схемою приєднання(до 10-20 м залежно від опору теплообмінника).

Основне питання роботи ЦСТ в умовах війни:

забезпечення стійкості, надійності і безперебійності роботи системи теплозабезпечення шляхом:

1. Підвищення надійності окремих елементів і обладнання системи.
2. Вибір оптимального режиму роботи обладнання.
3. Резервування окремих елементів – можливість повної або часткової заміни окремих елементів, енергоносіїв, способів отримання енергії. Робота декількох котельних на одну мережу. Об'єднання мереж. Резервування ресурсів (ЕЕ, вода).
4. Забезпечення роботоздатності в нерозрахунковому режимі роботи. Прорахунок аварійних схем постачання теплоти.
5. Вибір оптимальної тепломеханічної схеми і способу регулювання відпуску теплоти.

Якісна оцінка вразливість системи ЦТ

Етап генерації теплоти (котли) – високий показник ймовірності безвідмовної роботи, але значна залежність від наявності енергоносіїв (електричної енергії, палива, води).

Етап транспортування (теплові мережі) – найменша ймовірність безвідмовної роботи – найбільш слабка ланка системи. 80 % відмов і аварій. Причина – зовнішня корозія підземних трубопроводів.

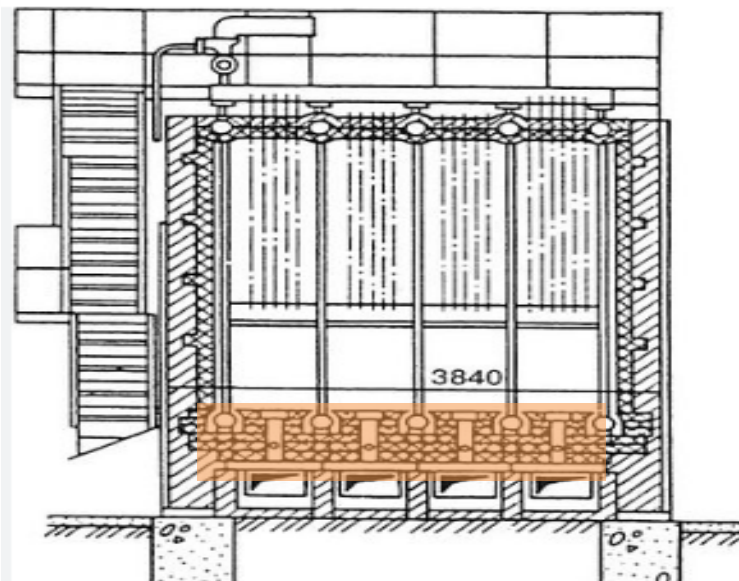
Етап розподілу теплоти(теплові вузли вводу, інженерні системи будинку) - для автоматизованих ІТП зі змішувальними ділянками значна залежність від наявності електричної енергії, низька гідравлічна і теплова стійкість. Висока ймовірність безвідмовної роботи.

Забезпечення надійності на етапі генерації теплоти

1. Використання котлів з незначною тепловою інерцією і незначною масою обмуровки і футеровки, без склепінь, без великих масивів цегли в топковому просторі, вогневих щілин. Віддавати перевагу жаротрубним котлам. Це забезпечить мінімальний гідравлічний опір котлів і їх незначну теплову інерцію, запобігання закипанню води у котлах у разі припинення циркуляції.
2. Виключення в період аварійних відключень котлів ТВГ, КВГ, НІСТУ з диффузійними пальниками, пальниками з вогнетривкими тунелями значними масивами цегли. Забезпечувати такі котли додатковими пристроями для скидання води через запобіжні клапани.

Котли системи ЦТ

Виключити із експлуатації в період аварійних відключень ЕЕ котлів ТВГ, КВГ, НІІСТУ з диффузійними пальниками, пальниками з вогнетривкими тунелями значними масивами цегли. Забезпечувати такі котли додатковими пристроями для скидання води через запобіжні клапани.



Водотрубний котел ТВГ з дифузійними пальниками



Жаротрубний котел

Забезпечення надійності на етапі генерації теплоти

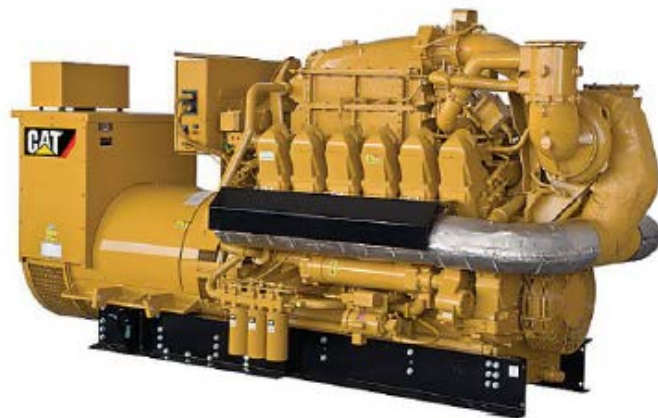
3. ЕЕ, вода. Котельні відносяться до першої або другої категорії (залежно надійності теплоспоживання). Для споживачів з неможливістю переривання тепла -подача електроенергії і води від двох двох незалежних джерел живлення і підключення до кожного. Мережні і підживлювальні насоси котлів більше 10 МВт.

Аварійна, пожежна, охоронна сигналізація – за першою категорією надійності електропостачання-резерв від електрогенераторів. Подача електроенергії від двох двох незалежних джерел живлення і підключення до кожного. АВР для переходу.

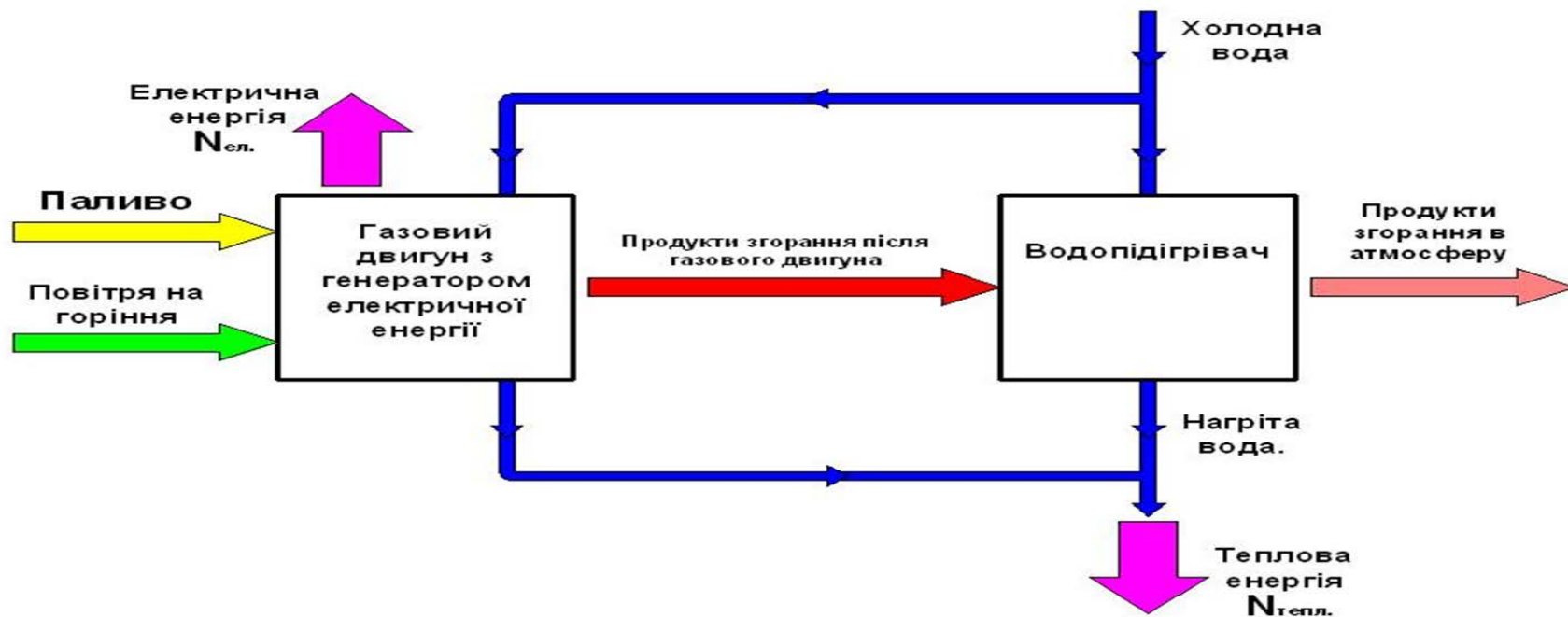
4. Використання автономних і резервних джерел електропостачання. Питомі витрати електричної енергії на вироблення 1 МВт год теплоти становлять 15 – 20 кВт год. Для подачі ЕЕ для котельні потужністю 10 МВт потрібно використати генератор потужністю до 100 кВт. Пусковий струм може перевищувати робочий у декілька разів. Тому струмоприймачі повинні бути обладнані частотними регуляторами, котрі забезпечують плавний пуск. ККД.

Забезпечення надійності на етапі генерації теплоти

5. Впровадження когенераційних установок на базі поршневих двигунів. Бінарне вироблення теплової і електричної енергії. Можливість отримання значної потужності ЕЕ. Високий ККД. Ефективність використання палива. Можливості розподілу через ТП. Зв'язок з розподільною. електромережею



Зменшення втрат теплоти на етапі генерування- бінарне вироблення теплової і електричної енергії

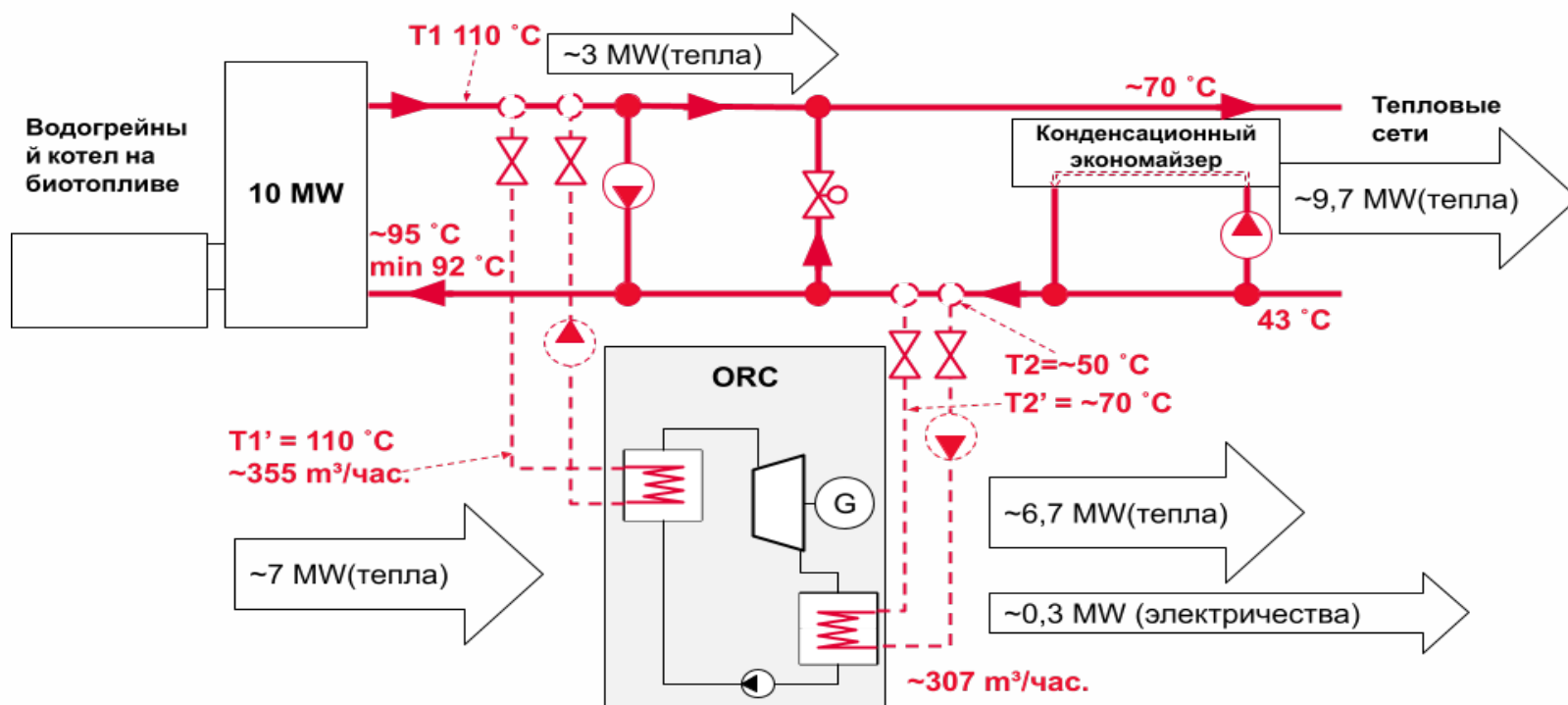


Загальне вироблення енергії

$$N = N_{\text{ел}} + N_{\text{тепл}}$$

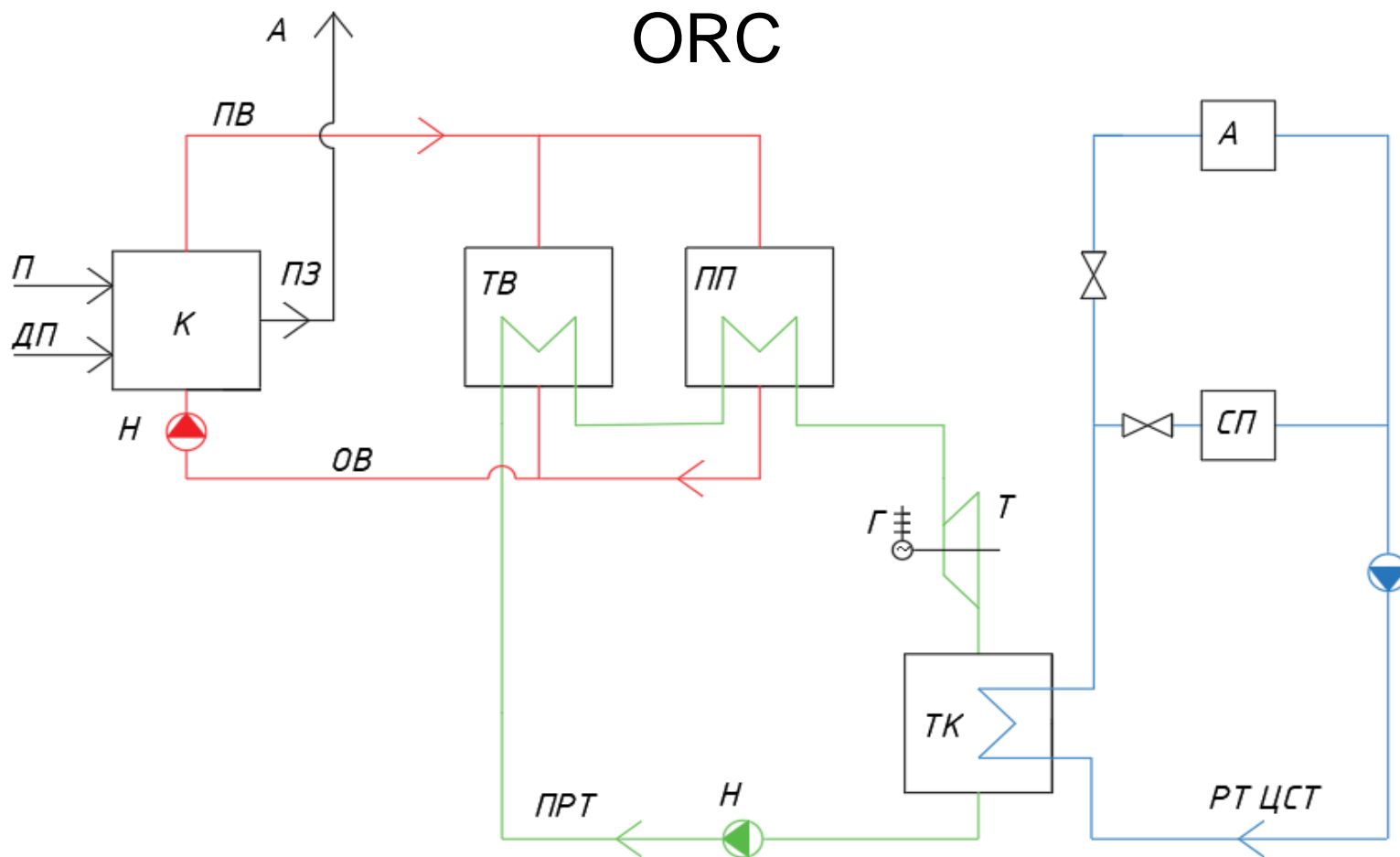
Забезпечення надійності на етапі генерації теплоти

6. Використання водогрійних котлів на різних видах палива для бінарного вироблення теплової і електричної енергії в установках ORC. (органічний цикл Ренкіна). Котел + турбіна



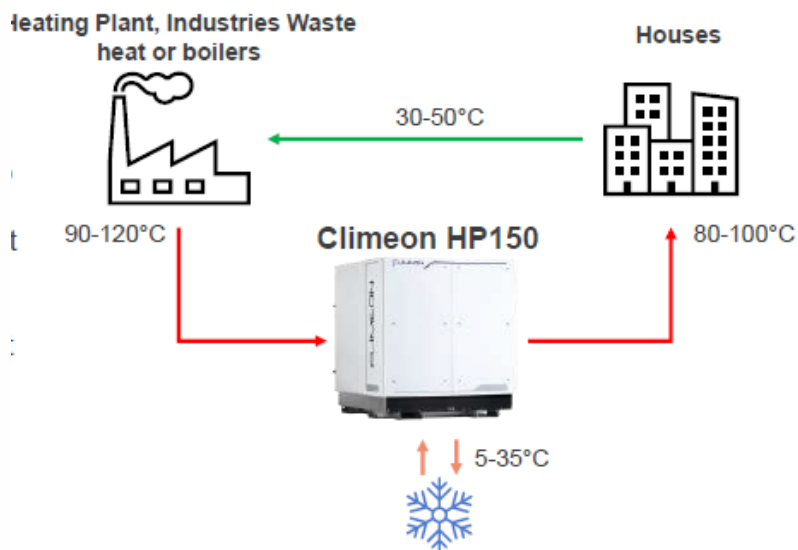
Забезпечення надійності на етапі генерації- цикл

ORC



Забезпечення надійності на етапі генерації

Вироблення електричної енергії з використанням відпрацьованих продуктів згорання в ORC



TECHNICAL SPECIFICATIONS

INTERFACES

HOT WATER

Temperature	Min	°C	70
	Max	°C	120
Flow rate	Min	l/s	10
	Max	l/s	35

COOLING WATER

Temperature*	Min	°C	0
	Max	°C	35
Flow rate	Min	l/s	10
	Max	l/s	35

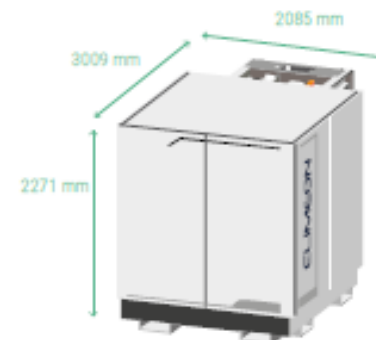
*Temp limits vary depending on installation, contact Climeon for more site specific information.

ELECTRONICS COOLING WATER

Temperature	Min	°C	0
	Max	°C	20
Flow rate		l/min	30

VENTILATION

Flow rate		l/s	60
Pressure loss		Pa	70



Please note: space of 150mm in front, 500mm above, and 60mm behind is needed around the module. 500mm is recommended between modules, when more than one module is present.

INSTRUMENT AIR

Pressure	Min	bar(g)	7
	Max	bar(g)	9
Flow rate		Nm ³ /h	1.8

GRID CONNECTION

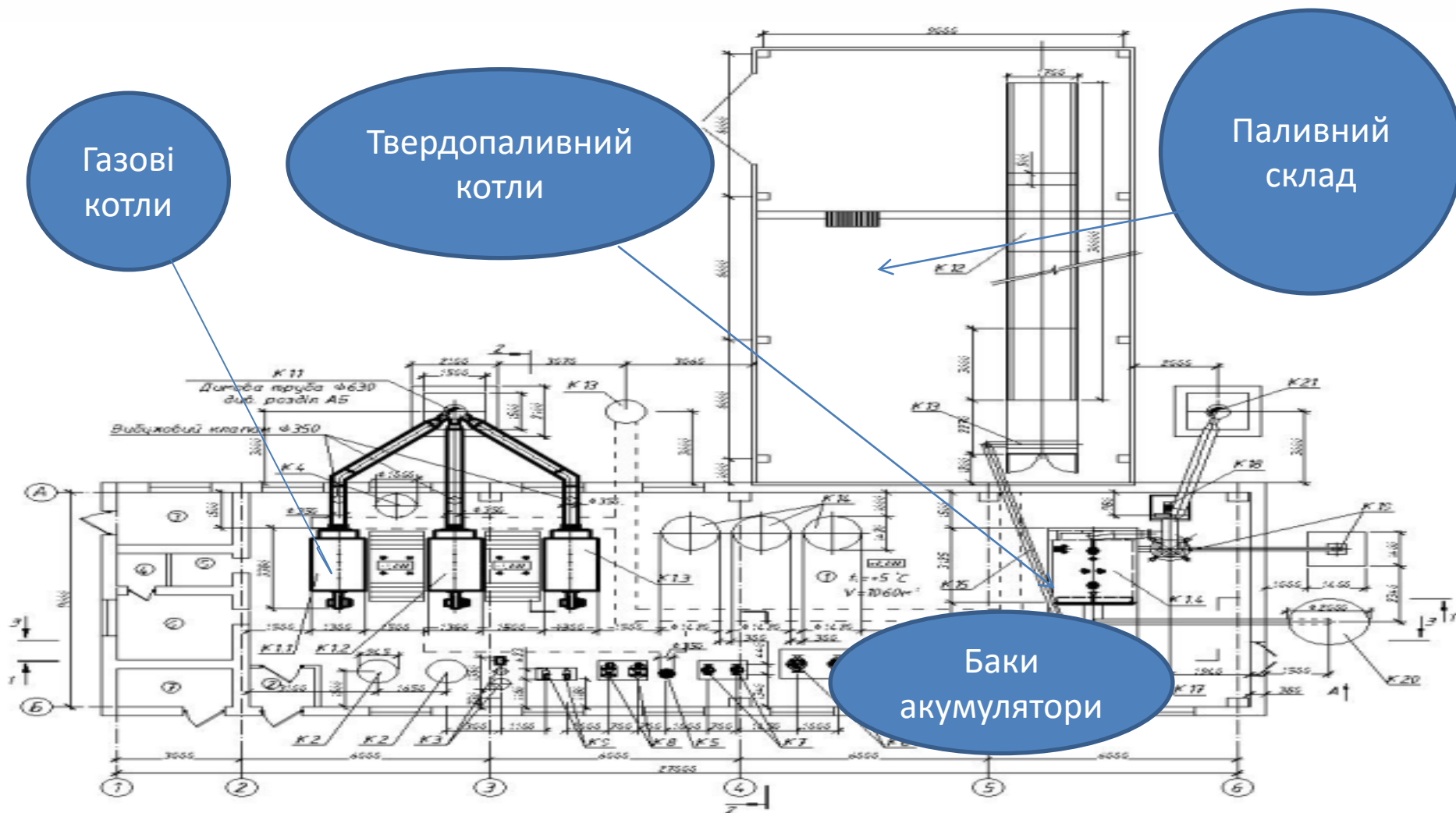
Voltage**	Norm	V	400, 440
Frequency		Hz	50, 60

**For deviations from nominal voltage, contact Climeon for more information.

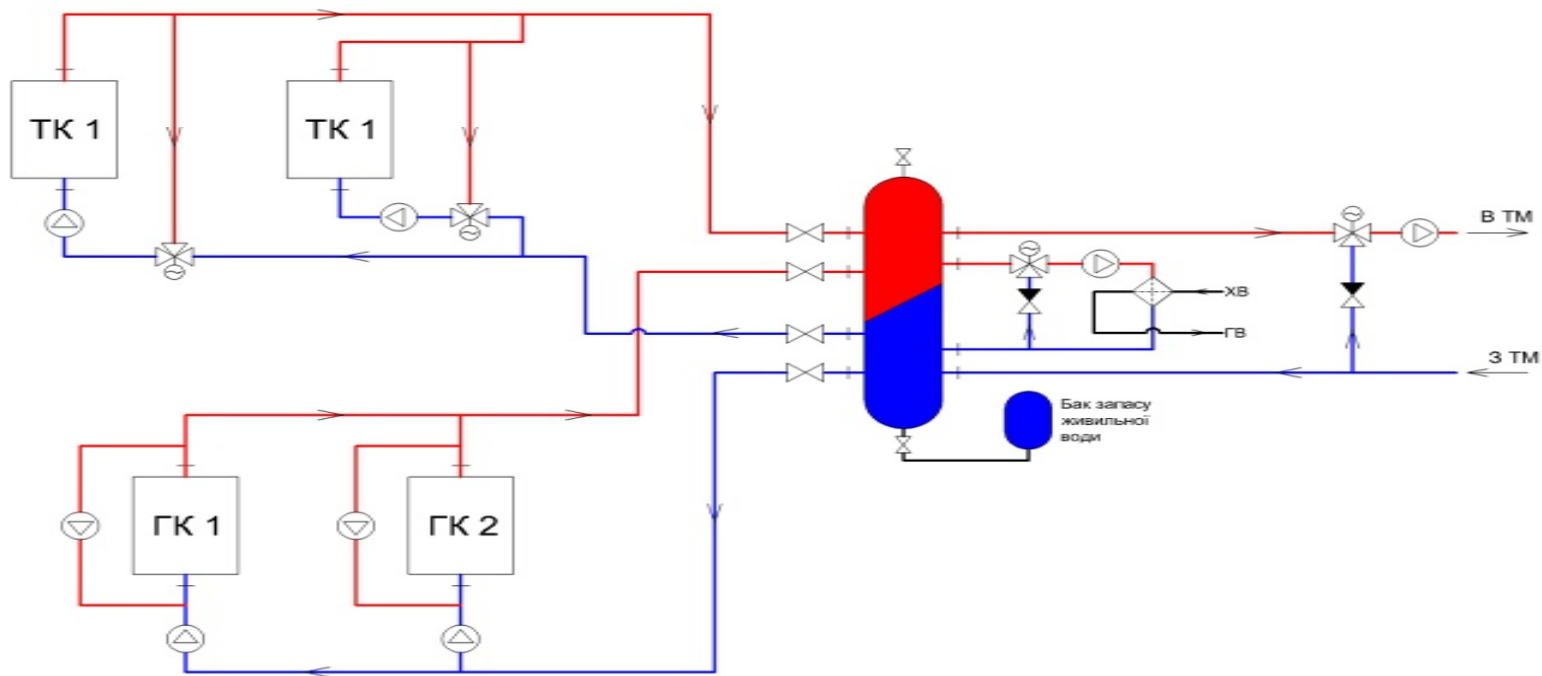
Забезпечення надійності на етапі генерації

7. Використання рідких видів палива у газомазутних пальниках. Використання рідкого моторного палива ДМ.
8. Впровадження гібридних котельних з котлами на біомасі і природному газі. Потужність котлів на біомасі – від 50% до 75% від загальної потужності котельні.
Котли на біомасі повинні працювати у базовому режимі – до температури – 7...-10 град.С, а газові – у піковому.
9. Обладнання твердопаливних і газових котельних баками акумуляторами для регулювання відпуску теплоти до споживачів.
10. Використання альтернативних видів палива – біомаси.

План гібридної котельні

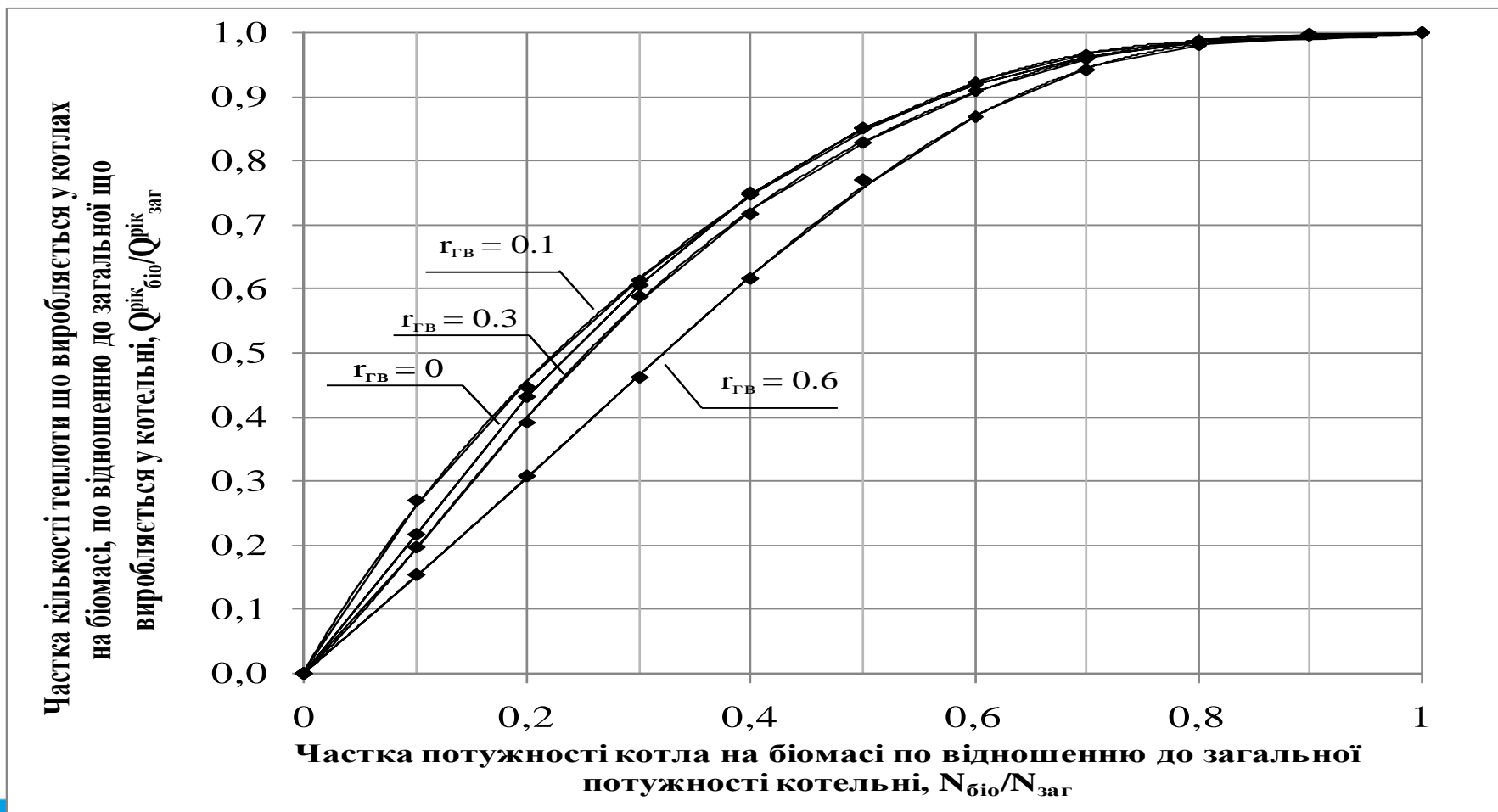


Принципова тепломеханічна схема гібридної котельні

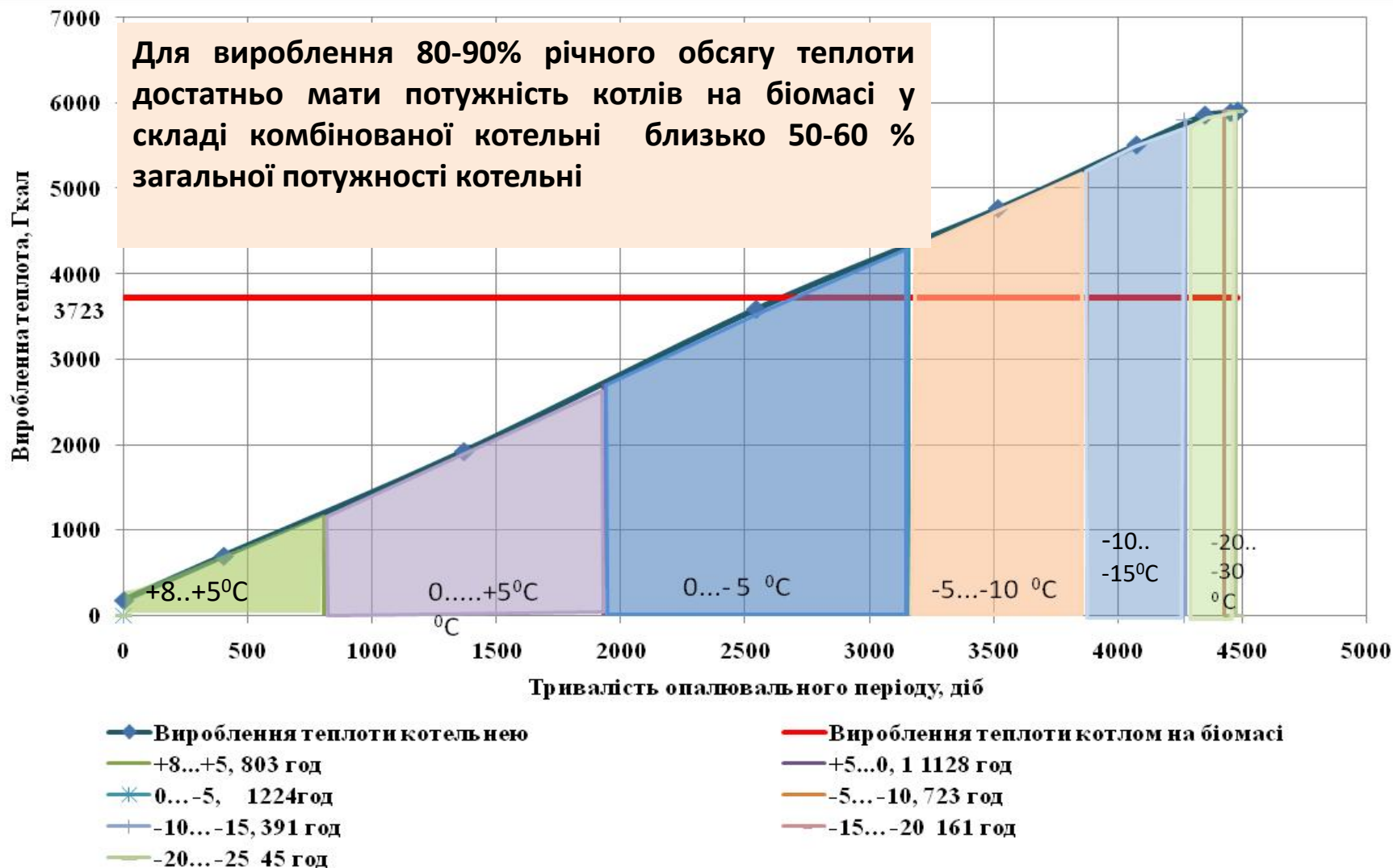


TK-1,TK-2 твердопаливні котли;ГК-1, ГК-2 – котли на природному газі

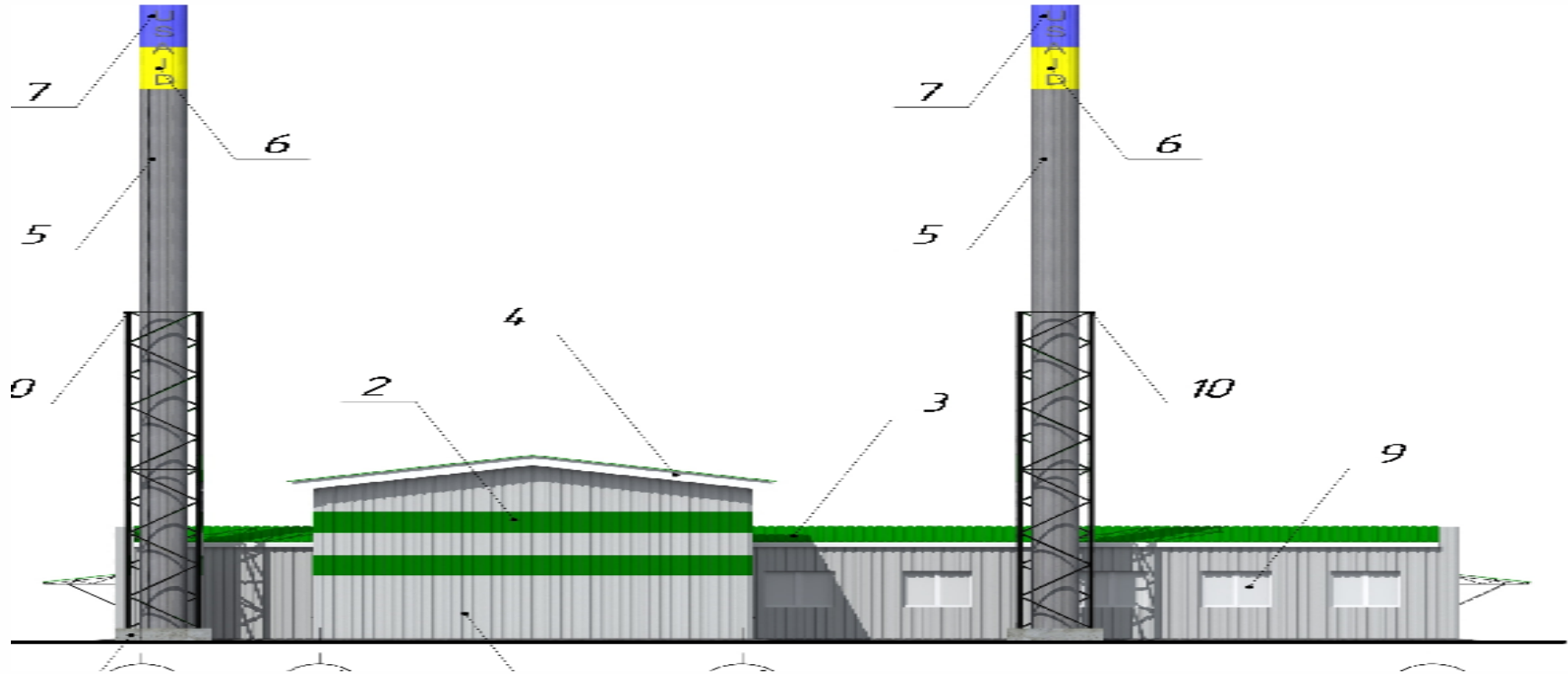
Вибір потужності котла на біомасі у складі комбінованих котельних



Вибір потужності котла на біомасі



Необхідність у індивідуальному відведенні продуктів згорання від котлів на природному газі і біомасі



Надійність на етапі генерації

10. Забезпечення можливості зливання теплоносія і води із обладнання і трубопроводів тепломеханічної схеми котельні і із котлів. Можливість випорожнення нижніх точок за допомогою стиснутого повітря. Одна із основних причин виходу із ладу обладнання в котельних Київської обл.- замерзання води, її розширення і руйнування труб і обладнання.

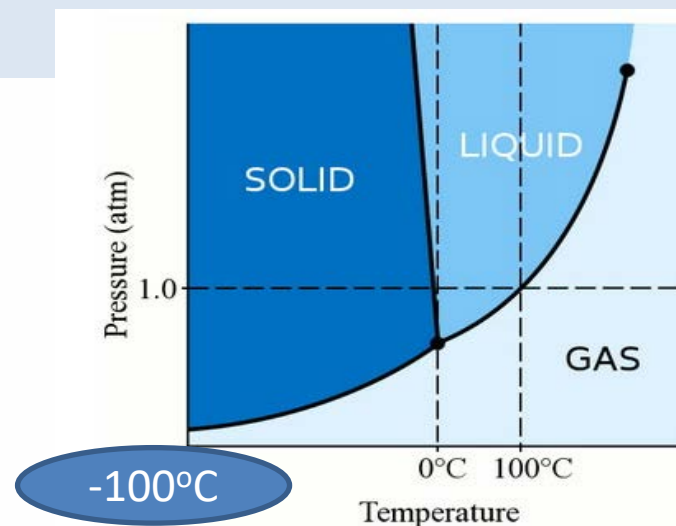
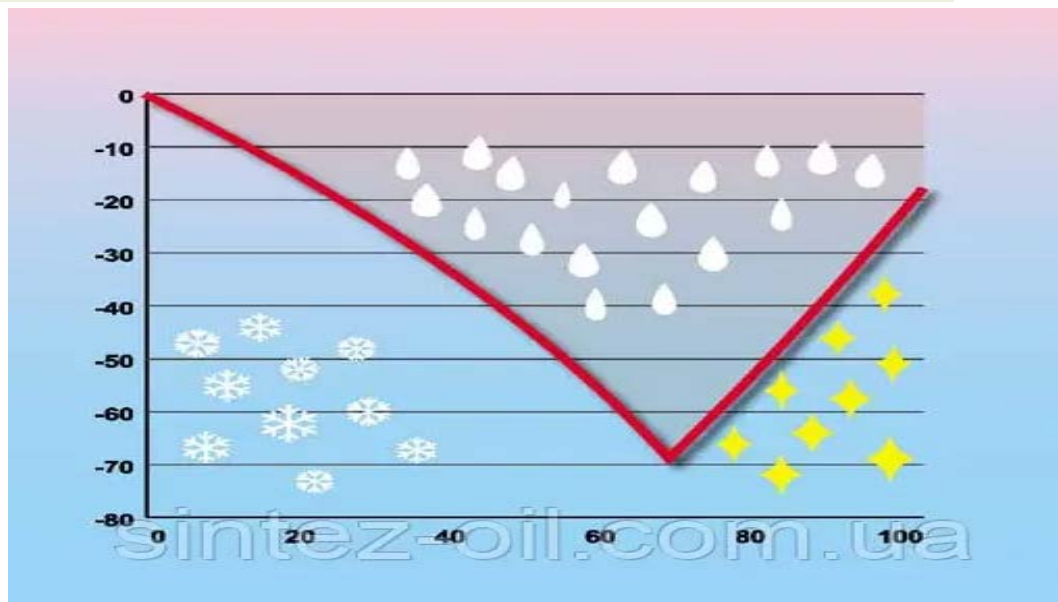


Передбачити можливість дренажів і повного випуску води із тепломеханічної схеми котельні при зниженні температури.

Замерзання води в трубопроводах

- При збільшенні тиску води до 200 ат – $t_{\text{зам.}} = -1,52^{\circ}\text{C}$
При тиску $t_{\text{зам.}} = -2,3^{\circ}\text{C}$.

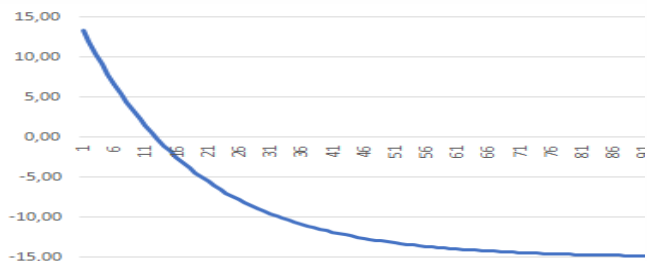
- Наявність тосолу у воді у кількості 10% $t_{\text{зам.}} = -10^{\circ}\text{C}$.



Підтримання
максимально можливого
статичного тиску в системі

Період замерзання води, хвилин. $t_{\text{поч.}} = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$

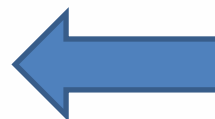
Нерухома вода під тиском 1 ат.



Діаметр.мм	$t_{\text{зов.}=-1^\circ\text{C}}$	$t_{\text{зов.}=-15^\circ\text{C}}$
15	50	12
30	103	25
50	170	42
100	345	86
200	700	172

Діаметр.мм	$t_{\text{зов.}=-5^\circ\text{C}}$	$t_{\text{зов.}=-15^\circ\text{C}}$
15	54	24
30	110	37
50	185	62
100	370	124
200	740	250

Вода під тиском до 6 ат
ат



Надійність на етапі генерації

11. Забезпечення чистоти мережної води, унеможливлення утворенню центрів кристалізації при зниженні температури. Контроль за роботою фільтрів тонкого очищення і відмулювачів-центрів кристалізації. Докотлова обробка води при роботі із скважин.
12. Створити ремонтний запас матеріалів, сировини, обладнання, трубопроводів.
13. Створення запасів твердого палива на складі, захист від вологи.
14. Теплова ізоляція трубопроводів і арматури в котельні, ЦТП, НС.
15. Забезпечення теплостійкості будівлі – унеможливлення переохолодження будівлі і середовища у якому перебувають трубопроводи. У разі пошкодження вікон - намагатись їх закрити подручними матеріалами.
16. Організація спільної роботи декількох джерел енергії на єдину систему транспорту теплоносія.

Надійність на етапі генерації

17. Унеможливити відбір мережної води споживачем у закритих системах теплопостачання.
18. Передбачити можливість використання пересувних джерел теплової енергії (бажано на альтернативному паливі).
19. Улаштування резервних мережних і підживлювальних насосів.
20. Влаштування резервних джерел водопостачання, у тому числі ще одного вводу (для котельних 2-ої категорії) автономних скважин. Забезпечення надійної роботи системи водопідготовки.

Надійність на етапі транспортування

1. Гідравлічні випробування мереж в міжопалювальний період, відбраковка і ремонт ділянок теплових мереж, які ослаблені корозією.
 2. Теплова ізоляція трубопроводів теплових мереж.
 3. Резервування теплових мереж шляхом створення перемичок між магістралями сусідніх районів або сусідніх джерел енергії (кільцювання). Обовязковий прорахунок роботи системи через перемичку. (режим лімітованої подачі теплоти). Гідравлічний розрахунок аварійного режиму роботи.
- Обмеження: максимальна величина тиску у зворотні магістралі.
Зменшення дії обмеження – незалежна схема приєднання споживачів. Але для віддалених споживачів можливо суттєве зменшення витрат теплоносія. Тому незалежна схема не вирішує всі проблеми надійності мережі.

Надійність на етапі транспортування

4. Секціювання теплових мереж. Застосовують на нерезервованих ділянках трубопроводів. Зменшення відносної величини відключаемого теплового навантаження.

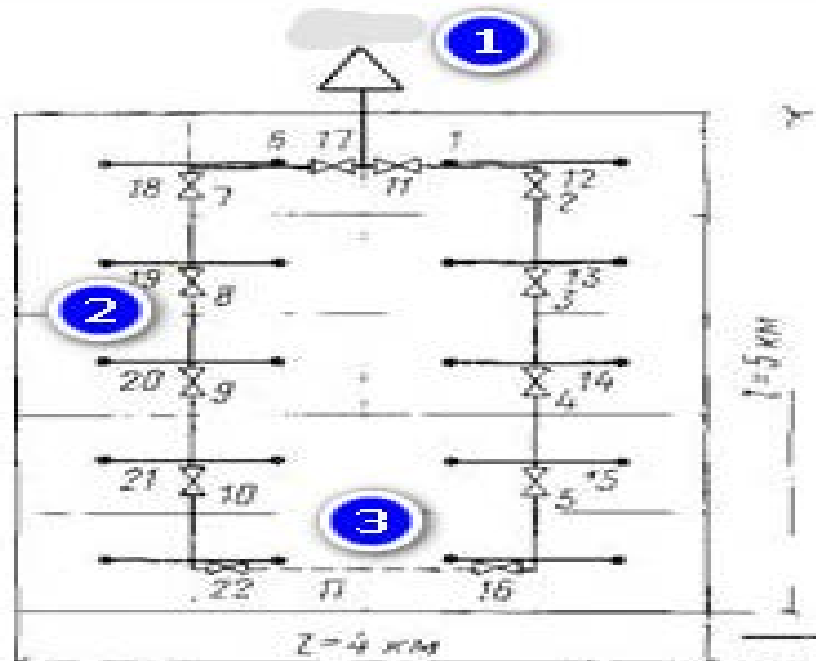
Збільшення кількості засувок з іншої сторони зменшує надійність системи. Але зменшення величини відключаемого навантаження переважає. Тому секціювання збільшує надійність системи.

5. Розрахунок теплових мереж на аварійний режим роботи від іншого джерела теплоти в режимі лімітованого відпуску теплоти. Забезпечення можливості необхідного перепаду тиску на вводі до споживачів при зміні конфігурації теплового вузла вводу.

6. Для споживачів першої категорії повинно бути передбачено 100% резервування з подачею теплоти тепловими мережами.

7. Оптимізація пезометричних графіків (графіків тиску в теплових мережах).

Секціювання і резервування теплових мереж



1- котельня; 2- секціонуючі засувки; 3- резервуюча перемичка.

Надійність на етапі відпуску теплоти

1. Забезпечити справність запірної і регулювальної арматури у тепловому вузлі вводу, на відгалудженнях системи опалення, на стояках. Можливість балансування стояків і відгалуджень.
2. Передбачити можливість випуску води із системи опалення в цілому, окремих відгалуджень і окремих стояків на рівень ґрунту.
3. Виконати утеплення трубопроводів, арматури і обладнання, котрі прокладаються в неопалювальних приміщеннях.
4. Забезпечити теплостійкість приміщень в яких прокладаються трубопроводи (особливо підвали, горища, сходові клітки, коридори). Унеможливити протяги холодного повітря у приміщеннях розташування трубопроводів.
5. Для теплових вводів, обладнаних автоматизованими з погодним регулюванням теплових пунктів за залежною і незалежною схемою передбачити можливість автономного електрозабезпечення мережних насосів. Перехід до елеваторних вводів.

Надійність на етапі розподілення (відпуску) теплоти

6. В період аварійної відмови системи ЦТ забезпечити контроль за температурою теплоносія в контрольних точках . Бути готовим до спуску теплоносія при досягненні температури води нижче 0°C . Найбільш вразливим є тепловий вузол вводу (фільтр тонкого очищення води перед лічильником, чавунні засувки).
7. По можливості забезпечити будинок дублюючим аварійним джерелом енергії для підтримання мінімальної температури теплоносія.
8. Забезпечити роботоздатність і безавідмовну роботу пристроїв для видалення повітря із системи опалення.
9. Враховувати особливості приєднання будинку до теплової мережі. Положення пезометричної лінії.
- 10 Забезпечити теплостійкість квартири і будинку: нанесення теплової ізоляції, заміна вікон, нанесення плівки на вікна, регулювання вентиляції.

Втрати теплоти 2кімн. квартирою

Після зупинки системи опалення в квартирі втрати теплоти стають більшими за надходження теплоти. Початкова температура води + 50°C. Зовнішня температура 0 °C. Площа квартири 46 м².

Елемент, через який втрачається теплота	Питомі втрати теплоти на 1 м ² поверхні, Вт	Втрати теплоти протягом години, Вт·год
Стіна без теплової ізоляції	20	800
Стіна з тепловою ізоляцією 100 мм	10	400
Стіна з тепловою ізоляцією 150 мм	6	240
Вікно склопакет 2 камерний	43	350
Перекрыття без теплової ізоляції	16	700
Перекрыття з тепловою ізоляцією	8	350
Підлога	8	350
Вентиляція однократна 124 м ³	-	900
Вентиляція 0,5 кр.	-	450
Вентиляція 0,25 кр	-	220
Разом з термомодернізацією	-	1010
Разом без термомодернізації	-	3300
Теплонадходження за 1 годину	-	720

Додаткові втрати через внутрішні стіни на сходи і коридори – до 300 Вт

Охолодження води в системі опалення

Після зупинки системи опалення в утепленій квартирі відбувається охолодження води в трубах і приладах.



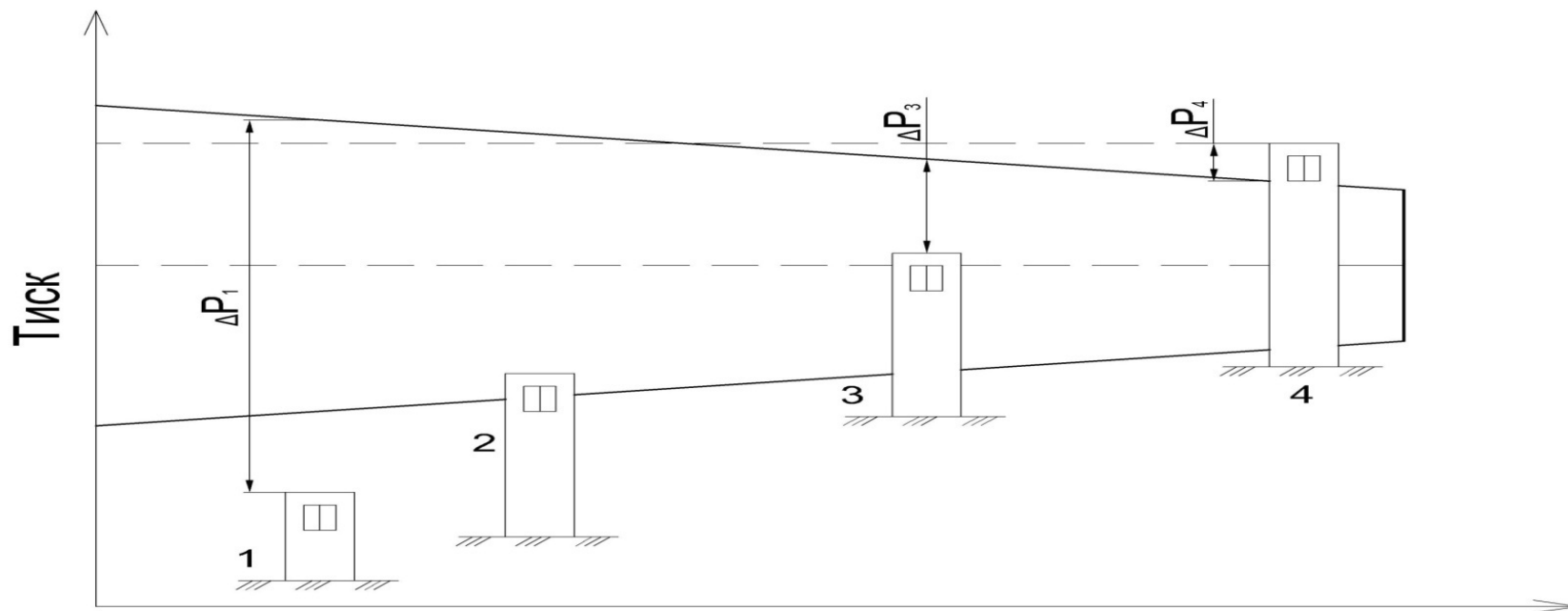
Зменшення температури на 1 град С в термомодернізованій квартирі протягом доби становить 0,9 град С. Із 24 годин протягом 2 годин мають місце теплонадходження. При -5 град С – на 1,4 град С. Замерзання води може відбутись у неутеплених приміщеннях.

Охолодження води в неутепленому приміщенні, хв

Діаметр трубопроводу. мм	Температура повітря навколо трубопроводу. °C			
	-1	-5	-10	-15
15	43	20	12	9
30	88	40	25	18
50	148	68	42	31
100	298	136	86	63



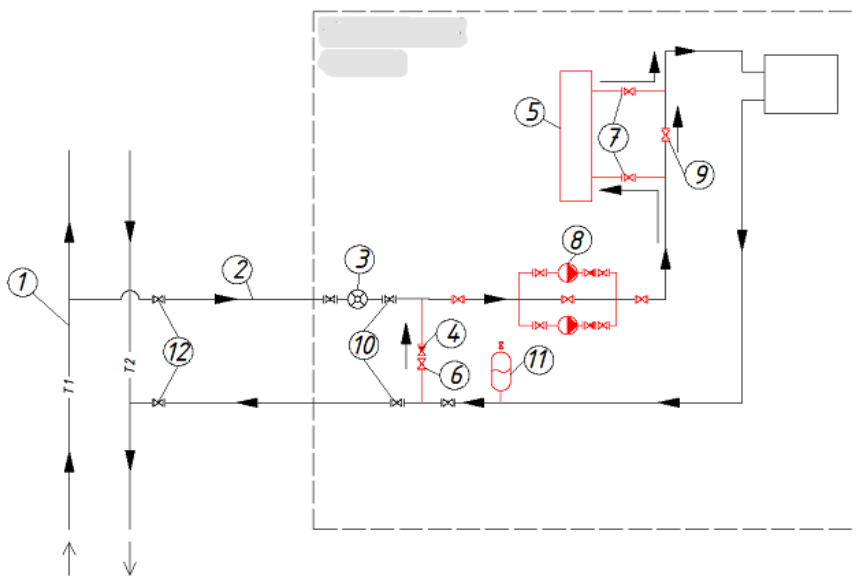
Приєднання систем опалення до теплових мереж



1- абонент із залежною схемою приєднання, статичний тиск в СО менший за тиск у зворотній (ЗМ) і подавальній (ПМ) магістралі; 2- абонент із залежною схемою приєднання, статичний тиск у СО перевищує тиск у ЗМ; 3 – абонент із залежною схемою, статичний тиск в СО більший за тиск у ЗМ і за лінію статичного тиску у ТМ; 4 - абонент із висотою, яка перевищує тиск у подавальній магістралі із залежною і незалежною схемою приєднання.

Влаштування електрокотла на вводі до будинку

1. Встановити циркуляційні насоси для системи опалення.
2. Встановити резервний електрокотел потужністю 5%-20% від теплового навантаження будинку.



Теплове розрахункове навантаження -200 кВт.
Витрати мережної води – 9 т/год з температурою +1 °С.

Котел потужністю 10 кВт. Витрати води через котел – 100 кг/ год, 0,1 т/год. Температура води 80 °С.

Температура суміші -+2 °С.

Температура води зменшиться до 0 град С через 18 год при температурі у підвалі(-10 °С) і у квартирах +1 °С. Через 20 діб при температурі у підвалі(-5 °С) і у квартирах +1 °С.

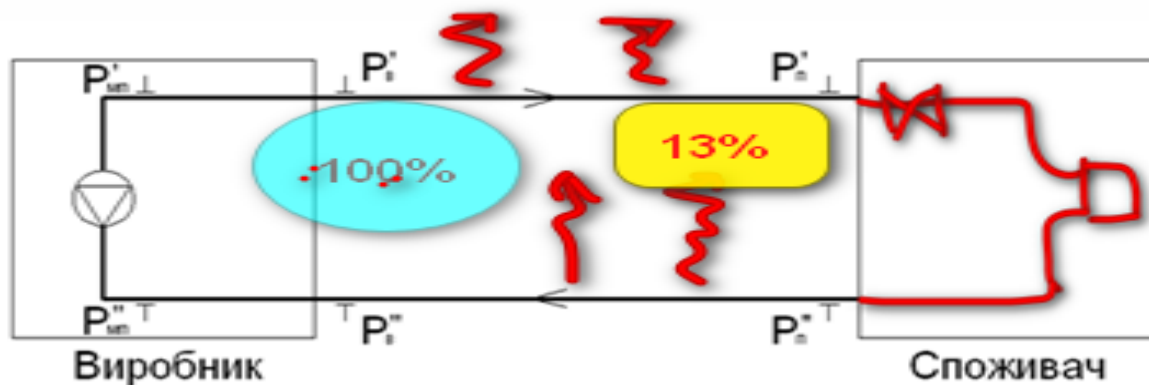
1,2-теплова мережа;3-вузол обліку теплової енергії;4,6- зворотний клапан і засувка на перемичці; 5- електрокотел; 7- трубопроводи підключення котла; 8 – циркуляційні насоси; 9- засувка на байпасі; 11- розширювальна ємність.

- низький ККД роботи котлів: відсутність утилізації теплоти продуктів згорання, що видаляються із котлів через димову трубу (втрати теплоти з відхідними газами) – до 10-15%; відсутність контролю за надлишком повітря;
- високі втрати теплоти на власні потреби котельні – виникають в результаті невідповідності встановленої потужності котлів в котельні і приєданого теплового навантаження – втрати з “теплим простоем” – до 10-13%; недоліки тепломеханічної схеми і способів регулювання відпуску теплоти
- втрати у зв'язку із зменшенням відпуску теплоти до споживачів в результаті місцевого регулювання теплоти у будинках – втрати процесу регулювання- до 10%(10% зменшення теплопродуктивності – 1% зменшення ККД)

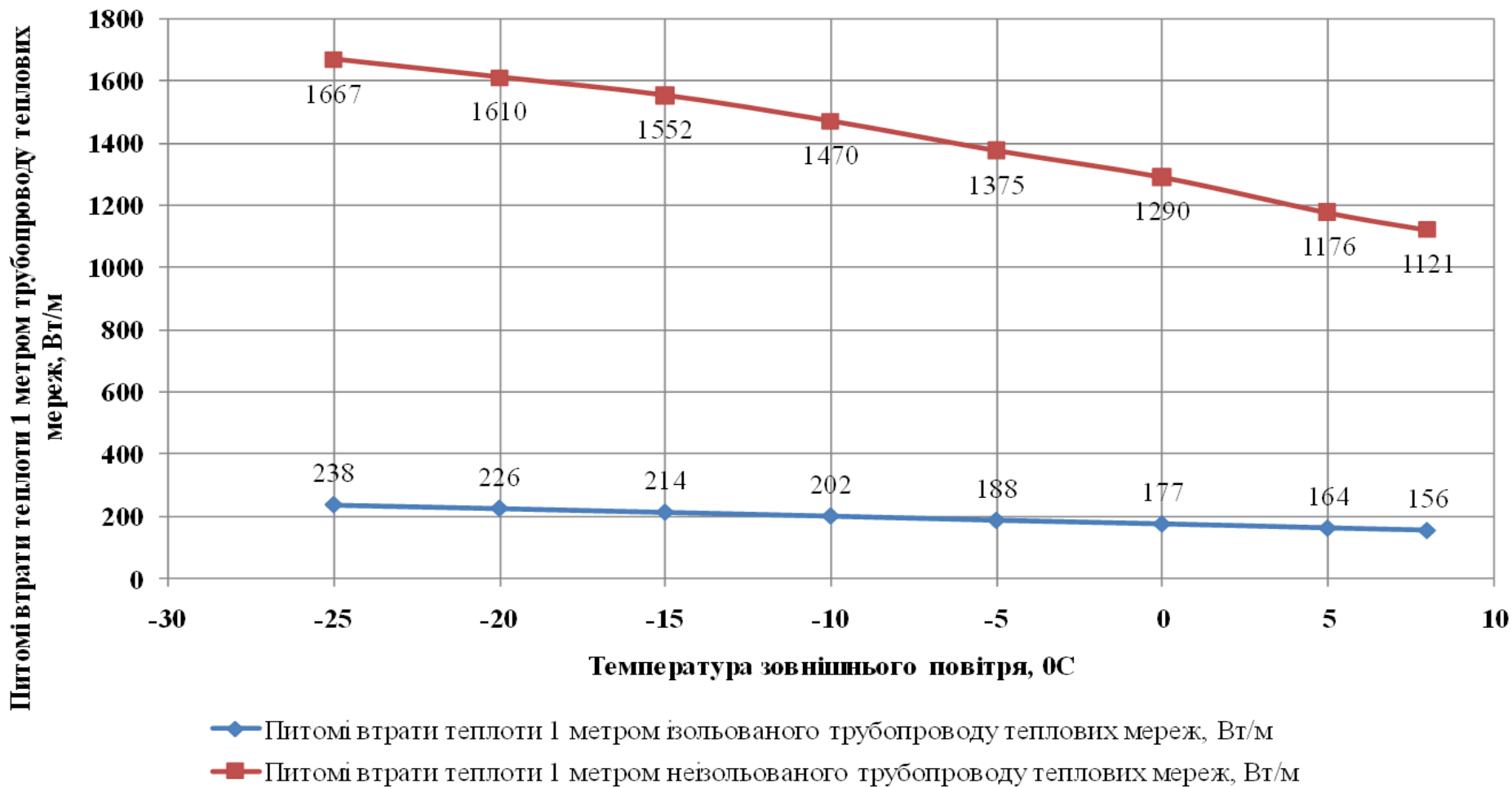
Основні причини втрат теплоти і перевитрат палива в централізованих системах теплопостачання

1. На етапі транспортування теплоти:

➤ високі втрати теплоти при транспортуванні теплоносія в трубопроводах теплових мереж (нормативні втрати теплоти в теплових мережах: при довжині до 300 м – 1% на кожні 100 м траси; при довжині траси до 500 м – 2,9% від кількості теплоти, котра подається від котельні; при довжині більше 1000м – 0,6% на кожні 100м, але не більше 13 %.



Питомі втрати теплоти 1 метром трубопроводу теплових мереж, Вт/м, при різних температурах зовнішнього повітря. Надземна прокладка.



Основні причини втрат теплоти і перевитрат палива в централізованих системах теплопостачання

. Нормы плотности потока через изолированную поверхность трубопроводов при двухтрубной подземной бесканальной прокладке водяных тепловых сетей,
Вт/м [ккал/ (м² × ч)], температура грунта +5 град С.

Условный проход трубопро- вода, мм	При числе часов работы в год 5000 и менее				При числе часов работы в год более 5000			
	Трубопровод							
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С							
	65	50	90	50	65	50	90	50
25	36 (31)	27 (23)	48 (41)	26 (22)	33 (28)	25 (22)	44 (38)	24 (21)
50	44 (38)	34 (29)	60 (52)	32 (28)	40 (34)	31 (27)	54 (46)	29 (25)
65	50 (43)	38 (33)	67 (58)	36 (31)	45 (39)	34 (29)	60 (52)	33 (28)
80	51 (44)	39 (34)	69 (59)	37 (32)	46 (40)	35 (30)	61 (53)	34 (29)
100	55 (47)	42 (36)	74 (64)	40 (34)	49 (42)	38 (33)	65 (56)	35 (30)
125	61 (53)	46 (40)	81 (70)	44 (38)	53 (46)	41 (35)	72 (62)	39 (34)
150	69 (59)	52 45)	91 (78)	49 (42)	60 (52)	46 (40)	80 (69)	43 (37)
200	77 (66)	59 (51)	101 (87)	54 (46)	66 (57)	50 (43)	89 (77)	48 (41)

<https://www.nerc.gov.ua/acts/pro-zatverdzhennya-metodiki-viznachennya-vitrat-ta-vtrrat-palivno-energetichnih-resursiv-dlya-vrahuvannya-v-tarifah-na-teplovu-energiyu-yiyi-virobnictvo-transportuvannya-ta-postachannya>

Характеристика енергоспоживаючого сектору

- Житловий фонд України – 1 070 млн. м²
- Кількість будівель – 19,3 млн, із них 51% - малоповерхова індивідуальна забудова.
- Загальні витрати енергії в житловому секторі – **272 млн. МВт год за рік.** Для їх отримання необхідно витратити близько 34 млрд. м³ природного газу.
- Питомі витрат енергії становлять **130-150 кВт год / м² житлової площі.** Норматив – **75-85 кВт год / м².** (Закон України про енергетичну ефективність будівель).
- Потенціал енергозбереження в житловому секторі близько **35 млн. МВт год.** (4 млрд м³ природного газу).
- Загальноосвітні навчальні заклади України – 4,5 млн. учнів, **9,8 млн. МВт год.** за рік, або 25% від витрат енергії в громадських будинках.
- Потенціал енергозбереження в школах України - **4 млн. МВт год.** Ефект - 4,6 млрд грн. Необхідні інвестиції - 20,3 млрд .грн.

Шляхи вирішення питання про дотримання лімітів природного газу, як основного виду палива

Скорочення витрат природного газу за рахунок:

-збільшення енергетичної ефективності роботи

(коефіцієнта корисної дії) ЦСТ – зменшення непро- дуктивних втрат теплоти на усіх етапах: генерації, транспортування і реалізації; якщо ефективність на кожному етапі 90% то загальна ефективність: $0,9 * 0,9 * 0,9 = 0,72$ (72%) 28% втрат.

- відмови або погіршення якості певних видів послуг – наприклад, гарячого водопостачання;
- лімітованого відпуску теплоти на опалення і погіршення параметрів мікроклімату у приміщеннях (зменшення температури внутрішнього повітря на 1 °С дає можливість зменшити витрати теплоти на 3,5 -4.5%;

Шляхи вирішення питання обмеження витрат природного газу, як основного виду палива

- впровадження енергозберігаючих заходів у споживачів. Співпраця підприємства ЦТ і споживачів
- постійний енергетичний моніторинг за витратами природного газу в котельних з коригуванням витрат газу і режимів роботи генераторів;
- використання резервних видів палива без заміни котельного агрегату (наприклад обладнання котлів газомазутними пальниками) з переходом на рідкі види палива;
- перехід на альтернативні види палива і альтернативні види енергії (біомаса, використання скидної теплоти);
- забезпечення оптимальних режимних параметрів роботи обладнання – теплопродуктивності, коефіцієнту надлишку повітря, температури відхідних газів, контролю за якістю палива з коригуванням режимних карт.

Причини втрат теплоти на етапі генерування теплоти (в котельних)



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

Втрати теплоти палива у зв'язку з місцевим регулюванням відпуску теплоти у будинках – втрати теплого простою – до 10%

Збільшення витрат палива

Збільшення тарифу на теплову енергію

Збільшення платежів у споживачів теплоти

Використання утилізаторів теплоти продуктів згорання

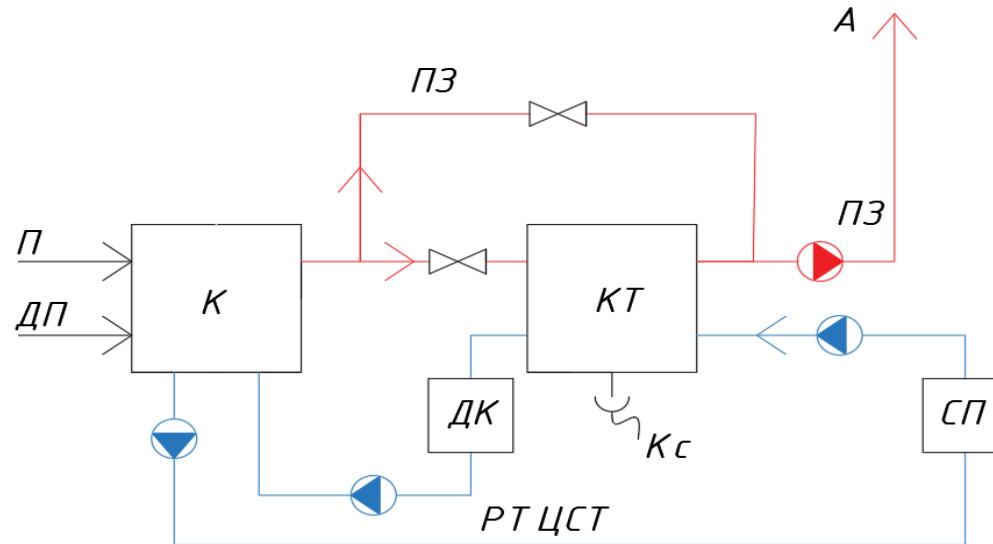


Рисунок 7 Принципова схема утилізації теплоти продуктів згорання паливоспалювального обладнання (котла ЦСТ) в неконденсаційному теплообміннику для нагрівання теплоносія ЦСТ.

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

Зменшення температури продуктів згорання до точки роси – нижче 60 ° С. Конденсаційні ТО

При спалюванні кожного 1 м³ природного газу можна отримати додатково 12% теплоти, якщо охолодити продукти згорання до температури нижче 60 град С.

Для випаровування 1 кг води потрібно витратити 1 кВт теплоти (800 ккал). А при скрапленні водяної пари (конденсації) виділяється той же 1 кВт теплоти (860 ккал).

При згоранні 1 м³ природного газу утворюється 2м³ водяної пари. Таким чином при конденсації продуктів згорання 1 м³ природного газу можна отримати до 2 кВт теплоти додатково.

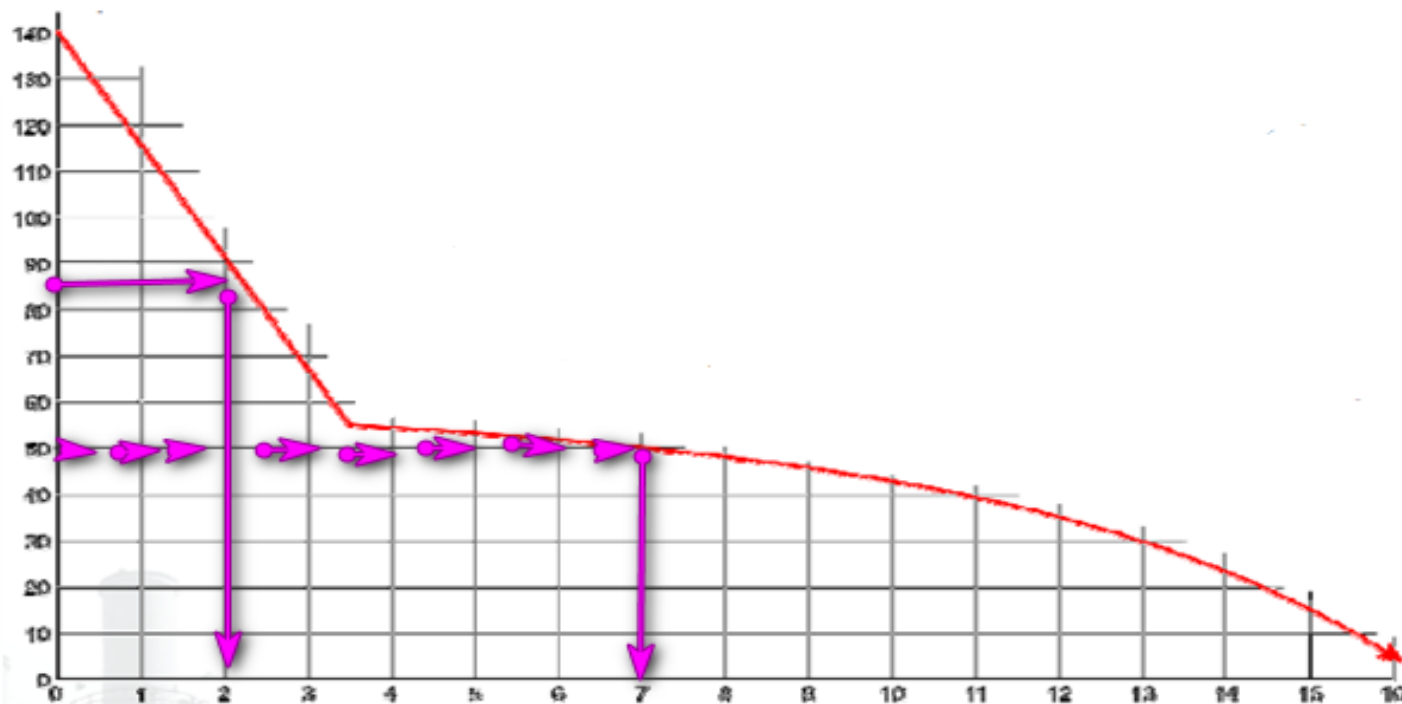
Для цього необхідно після котла встановити конденсаційний теплообмінник – утилізатор

Конденсаційний теплообмінник- утилізатор



Ефективність роботи конденсаційного утилізатора теплоти

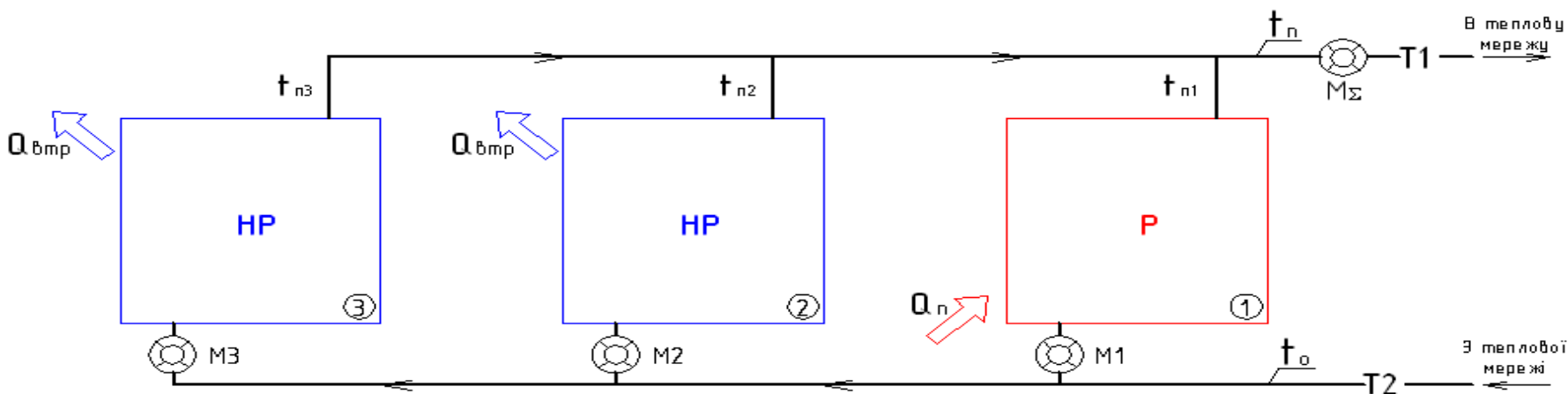
Темпера-
тура
продукті
в
згорання
після
теплооб-
мінника,
град С



Теплота, отримана у теплообміннику, у % від теплопродуктивності котла

Втрати теплоти з «теплим простом» котлів і зменшеною теплопродуктивністю

- Принципова схема



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. $t_{n3} - t_o = 1^\circ\text{C}$.

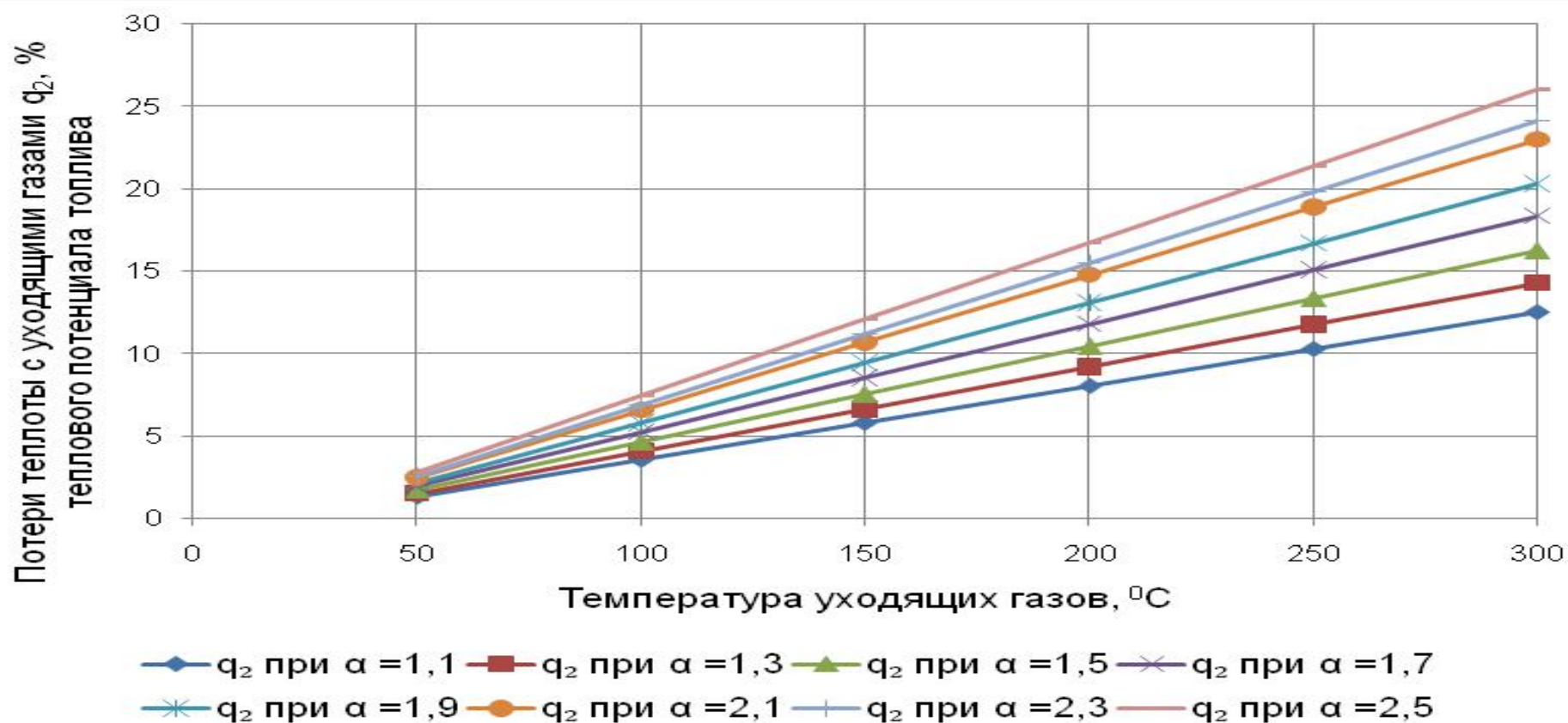
$$Q_{\text{вир.}} = 300(80 - 65) = 4,5 \text{ Гкал/год.}$$

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

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

Втрати теплоти з відхідними газами, вплив надлишку повітря

Збільшення коефіцієнту надлишку повітря на 0,1 призводить до зменшення ККД котла на 1 %



Використання біомаси в Україні

Об'єм загального вироблення первинної енергії із біопалива в Україні становив 4241 тис. т н.е., що еквівалентно 5.2 млрд м³

Це на 26% більше у порівнянні з 2019 р.

У цілому частка відновлювальних джерел енергії становила у 2021 р 6.6 % у поставках первинної енергії. Біомаса – 75%.

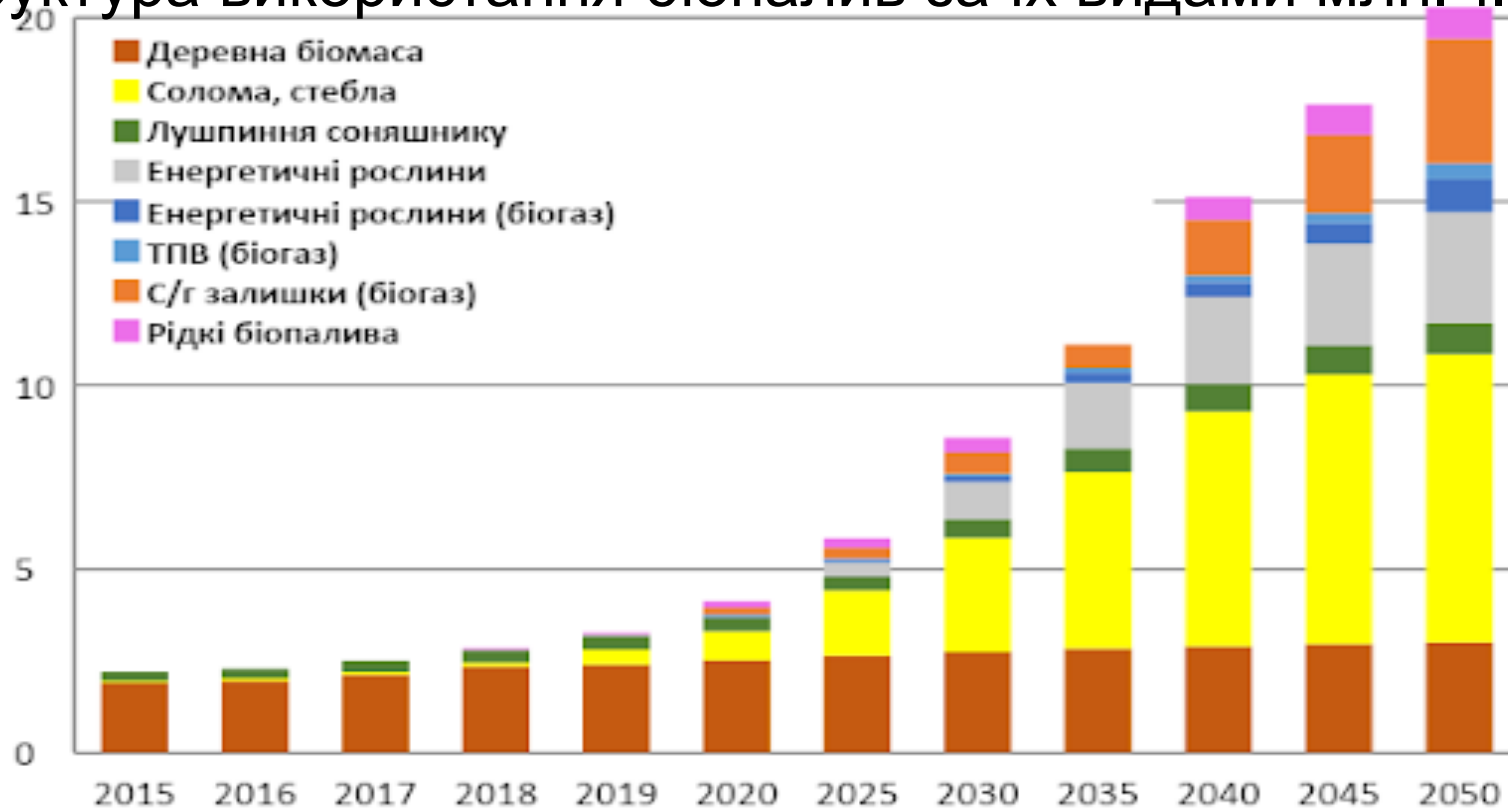
Експорт – 424 тис. т н.е. Загальна потужність установок на біомасі – 180 МВт (план – 950 МВт).

Структура використання біопалива за видом енергоносіїв млн. т.н.е



Структура використання біопалив в Україні до 2050 р. за видами отриманого енергоносія, млн т н.е.

Структура використання біопалив за їх видами млн. т. н.е



Структура використання біопалив в Україні до 2050 р. за їх видами, млн т н.е.

Збільшення частки твердої біомаси в основному за рахунок агровідходів і спалювання в генераторах централізованих систем теплопостачання

Дякую за увагу!