

17.11.2022

Умови заміщення природного газу іншими видами палива

Колієнко Анатолій Григорович, Інститут місцевого розвитку, м. Київ

План вебінару

1. Коротка характеристика горючого природного газу.
Переваги і недоліки
2. Альтернативні варіанти заміни природного газу.
3. Мотивація заміни природного газу.
4. Умови заміни.



Вироблення теплової енергії в Україні

Виробництво теплоти в Україні - 269 млн. МВт·год, із них 200 млн. МВт·год виробляється в котельних. До 2025 року планується збільшення вироблення теплоти в котельних до 314 млн. МВт·год.

Частка природного газу, як палива для вироблення теплоти становить близько **52-58%**, мазуту **15-18%**, решта – **27-36%** - вугілля.

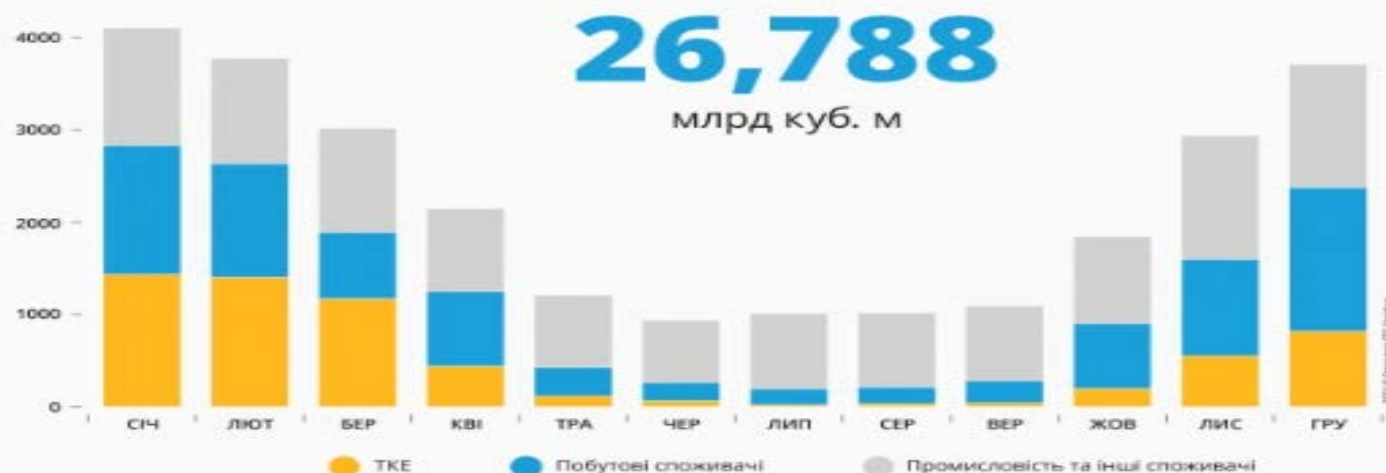
Основні напрями розвитку систем теплопостачання:

- Зменшення непродуктивних втрат теплоти на усіх етапах;
- підвищення ефективності використання потенціалу палива, у тому числі за рахунок переходу на нові нормативи теплозахисту будівель і збільшення ККД;
- використання поновлювальних джерел енергії.

Дефіцит паливо-енергетичних ресурсів

Видобування газу в Україні – 13,7 млрд. м³ за рік. Споживання 26,7 млрд. м³. Із них – населення 8,6 млрд. м³ підприємства Теплоенерго -6,3 млрд. м³ (тепла зима). Видобування в 1970 роках – 67 млрд. м³. 13 підземних сховищ – 50 млрд м³ 72 компресорні станції,. Транзит – 41,6 млрд. м³ (167 млрд. м³). Пропускна здатність – 200 млрд м³ за рік. Споживання за січень – червень – 17 млрд. м³. Очікуваний дефіцит – 7-8 млрд м³.

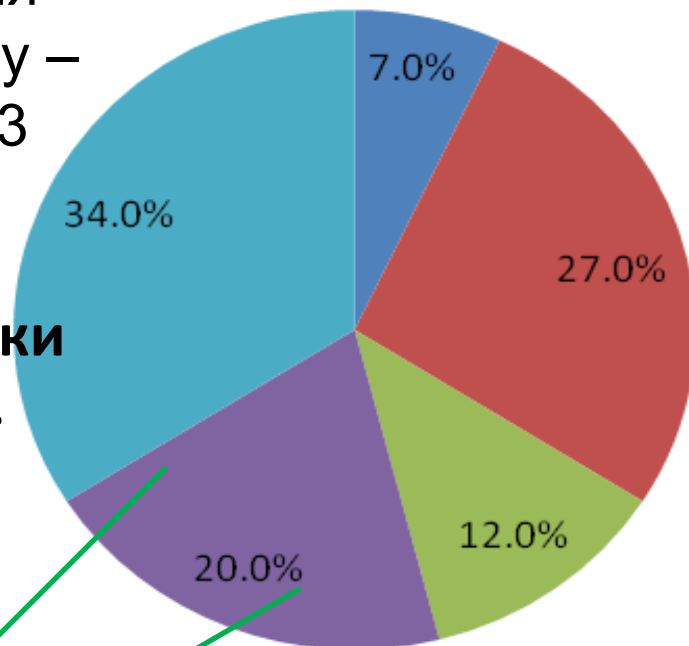
Споживання газу в Україні
за категоріями у 2021 р.
(млн куб. м)



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

Питання:
Як зменшити
споживання
природного газу,
або інших видів
палива?

Відповідь:
Скоротити
потребу в
теплоті на
опалення

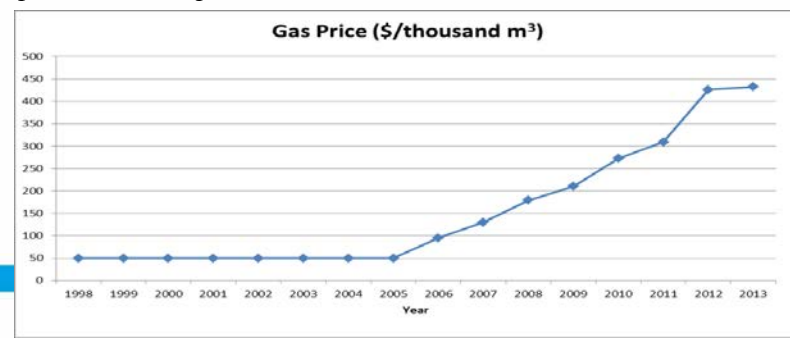
Термінологія. Джерела енергії (ДЕ).

- невідновлювальні (природний газ, вугілля, нафта і др.);
- поновлювальні і нетрадиційні (біомаса і біопаливо, геотермальні джерела енергії, джерела вітрової енергії, джерела сонячної енергії);
- вторинні джерела енергії-відхідні гази, конденсат, гаряча вода, доменний та коксівний гази, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів.

Відновлювальні ДЕ + Вторинні ДЕ = Альтернативні ДЕ (палива)

Основні мотиваційні установки заміни природного газу

1. Енергетична незалежність держави за рахунок забезпечення власними первинними джерелами енергії (частка природного газу у процесах вироблення теплоти становить до 54....58%).
2. Соціально-економічний розвиток місцевих громад, створення нових робочих місць, підвищення рівня зайнятості населення.
3. Забезпечення сталості і безперебійності роботи теплоенергетичних систем за рахунок мультипаливності.
4. Постійне зростання тарифів на природний газ.



Мотивація диверсифікації викопних видів палива

5. Необхідність виконання зобов'язань щодо зменшення викидів парникових газів в атмосферу. Заміщення викопного палива неуглецевими джерелами чистої енергії прямо пропорційна скороченню парникових газів. Таким чином, заміщення вуглецевих видів палива приводитиме до відповідного вирішення екологічної проблеми.



Скорочення емісії парникових газів - наслідок зменшення

витрат енергії і підвищення енергоефективності.

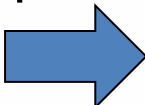
Екологічний мотив.

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 еквіваленту 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.

Чому вважають, що спалювання біомаси (деревини) зменшує викиди парникових газів і дає екологічний ефект

1 га лісу поглинає 4 т CO₂ за рік.

1 га трави поглинає 1 т CO₂ за рік.

1 га лісу – це 400 дерев або 188 м³ деревини (125 т).

При спалюванні 1т деревини виділяється 1,37 т CO₂.

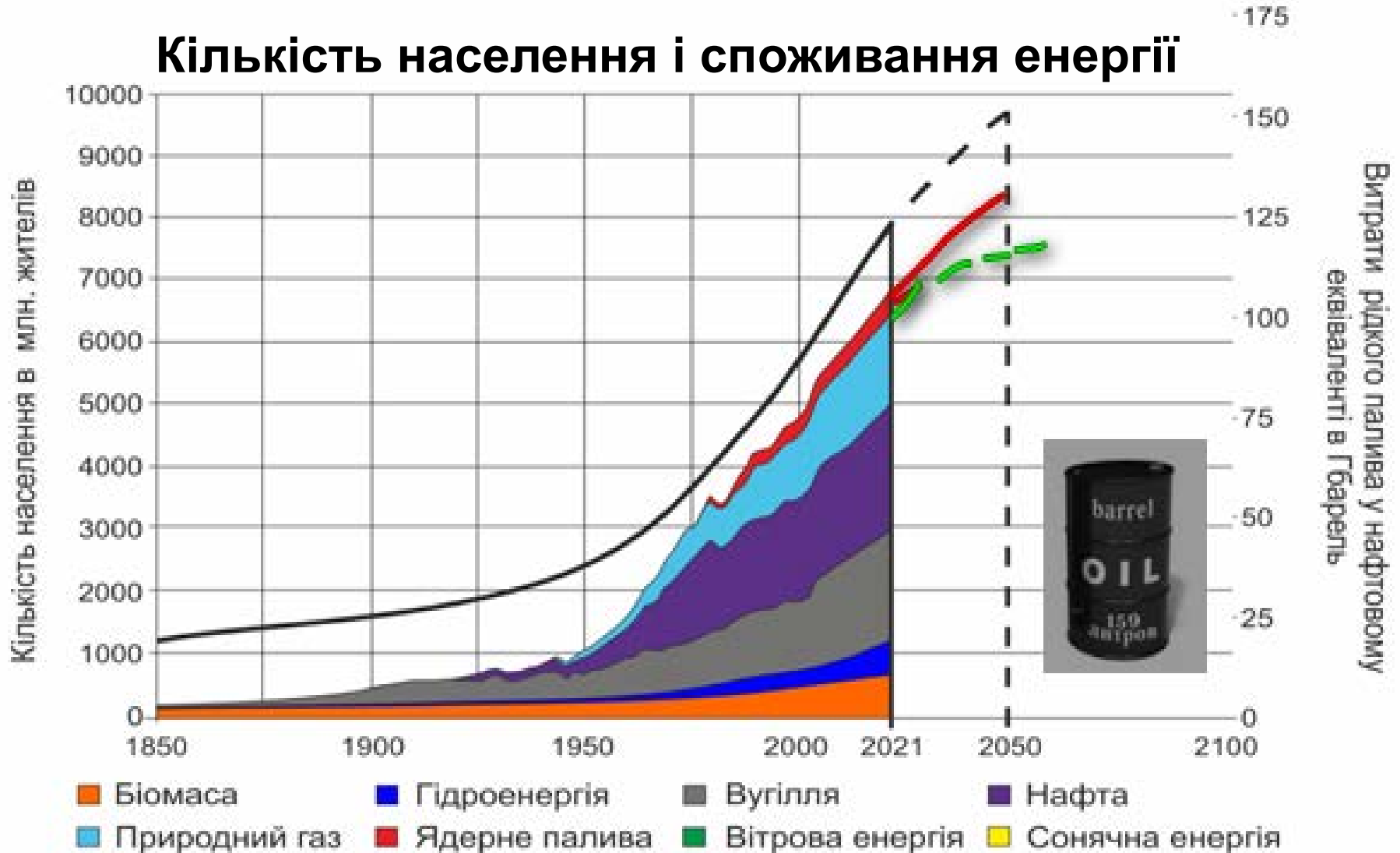
При спалюванні 125 т деревини буде виділено:

$$1,37 * 125 = 171 \text{ т CO}_2.$$

171 т виділяється CO₂ – 4 т за рік поглинається

171 т CO₂ ліс поглине за 34 роки. Чи є екологічна нейтральність?

Кількість населення і споживання енергії



Енергоефективність – один із способів зменшення витрат природного газу

Вироблення електричної енергії в країнах ЄС

2021 рік. Електрична енергія

38% - з відновлювальних джерел енергії (із них вітроенергетика – 14%, сонячна – 5%

37% - спалювання газу і вугілля (із них 20% - природний газ)

25%- атомна енергетика

Задача зменшити викиди парникових газів до 2030 року на 55%. Австрія – 79%, Данія – 78%, Швеція – 68%, Чехія-12%,

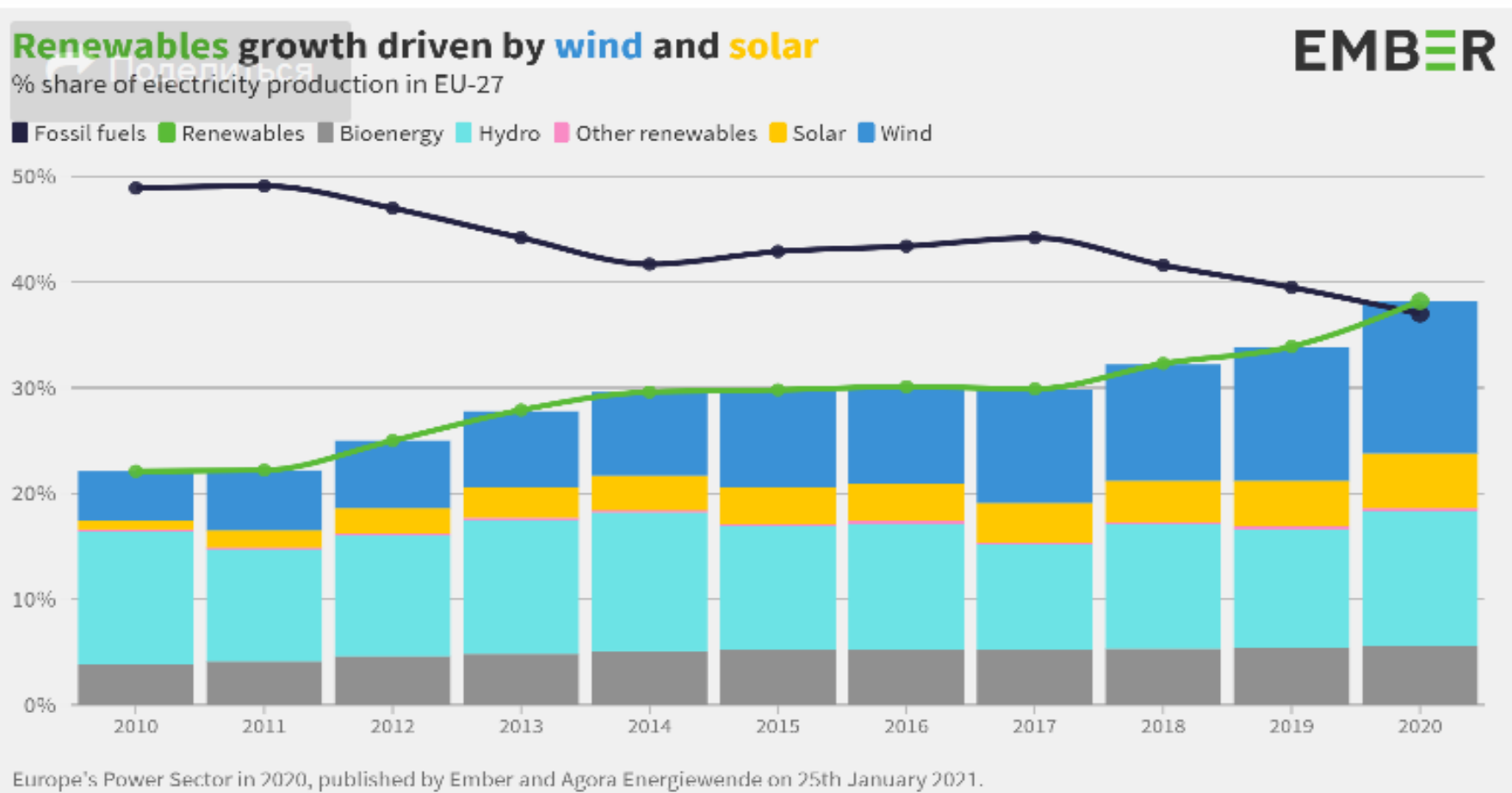
Польща – 17%. Частка вугілля в енергетиці Польщі – 83%.

Пріоритети країн залежать від вартості – скорочують витрати більш дорогого палива.

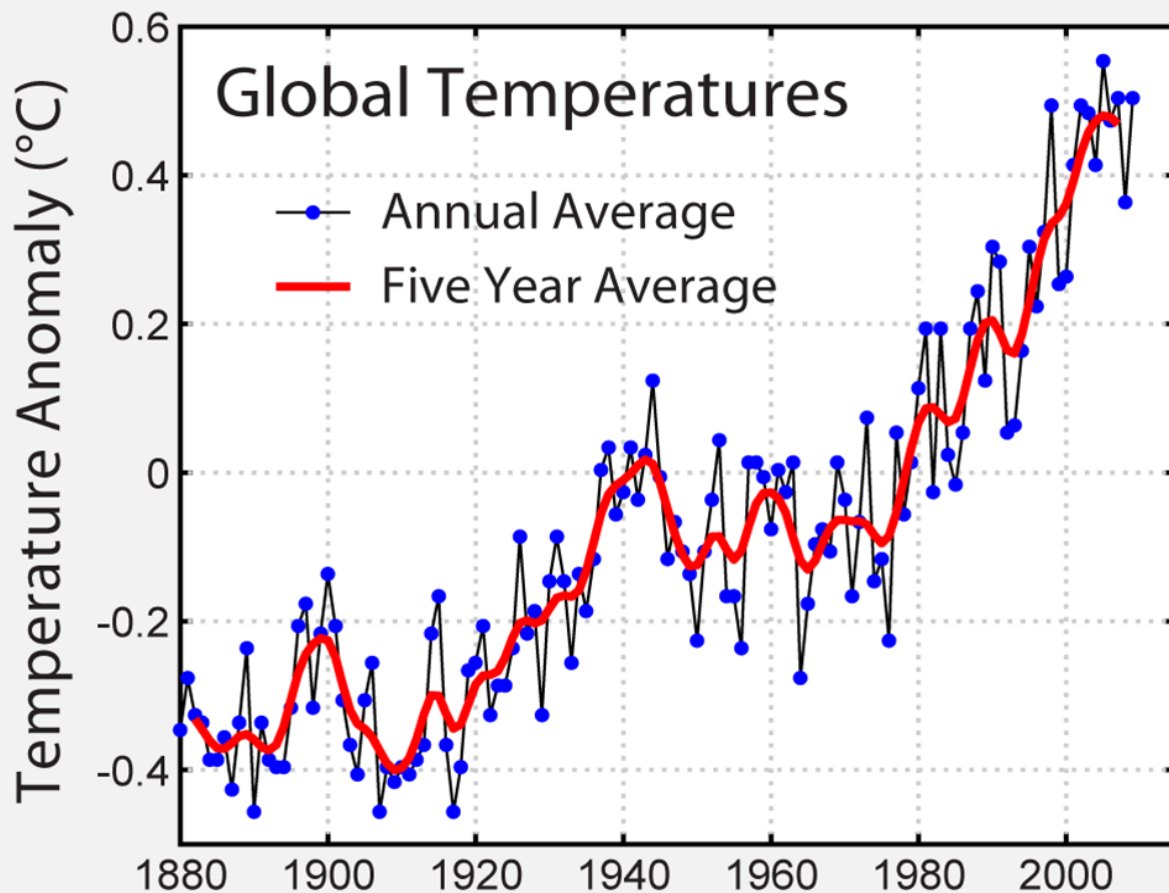
У кожній виробленій 1 кВт год ЕЕ - 226 г CO₂.

Середньосвітова концентрація CO₂- 412 ppm постійно збільшується.

Структура енергоносіїв для вироблення ЕЕ



Наслідки надмірного споживання енергії



Переваги природного газу, як палива

1. Можливість здійснення трубопровідного транспортування газу.
2. Покращення умов праці і санітарно-гігієнічних умов проживання.
3. Значне поліпшення якості кінцевих продуктів теплової обробки сировини, можливість регулювання складу газового середовища у тепловому просторі.
4. Збільшення продуктивності і ККД паливовикористовуючого обладнання.
5. Зменшення чисельності обслуговуючого персоналу і вартості обладнання.
6. Зниження вартості устаткування і зменшення витрат енергії для підготовки палива до згорання.
7. Простота і ефективність систем регулювання і автоматизації процесів горіння та тепловіддачі.
8. Можливість спільного спалювання з іншими видами палива.

Переваги природного газу, як палива

9. Найбільша різниця між вищою і нижчою теплотою згорання, що підвищує ефективність використання високоефективних конденсаційних котлів, економайзерів і іншого обладнання з використанням теплоти фазового переходу продуктів згорання.

10. Мінімальні викиди парникових газів при спалюванні палива.

11. Відсутність токсичних інгредієнтів у складі палива. Згідно токсикологічної характеристики, природні горючі гази відносяться до речовин 4 класу небезпеки – мало небезпечних.

Токсикологічна оцінка продуктів згорання різних видів палива

Вид палива	Концентрація у димових газах, мг/м ³ , O ₂ =0%.				кг/ МВт	Показник токсичності продуктів згорання
	NO _x	CO	Зола	SO ₂	CO ₂ , парниковий газ	
Природний газ	250	125	-	-	221	525 (10%)
Вугілля	400	2250	3200	1250	460	5000 (100%)
Біомаса	400	650	400	1000	424	2400 (48%)

Показник токсичності продуктів згорання біомаси у 5 разів більший за відповідний показник для природного газу.

Годинні витрати палива для вироблення 1 МВт год теплоти.

- соломи з вологістю 10% 270 кг;
- соломи з вологістю 25 % 348 кг;
- природного газу 113 м³.

Розрахунки IMP згідно із нормативами ЄС <http://www.iseu.by/m/12>; Andert, D. Biomass Utilization - Emission Situation and Limits in Czech Republik / D. Andert, J. Kara //Proc. of the 9th Europ. Bioenergy Conf., Copenhagen, Denmark, 24-27 June, 1996. - Copenhagen, 1996. - Vol. 3. - P. 1713-1716.

Переваги природного газу, як палива

12. Простота і економічність зберігання запасів газового палива.
13. Ефективність використання у якості резервного палива і палива для покриття пікових навантажень (відсутність складів для зберігання).
14. Екологічна безпечність палива і продуктів його згорання.
15. Висока жаропродуктивність, значна теплота згорання.

Екологічний і соціальний аспекти використання природного газу більші за економічні результати його використання.

Використання природного газу забезпечує зниження викидів парникових газів майже на 30% у порівнянні з рідким паливом і більш як на 40% – у порівнянні з вугіллям.

Основні напрямки – зменшення споживання і збільшення видобутку.

Заміна природного газу на альтернативні види палива

Альтернативні види палива - тверде, рідке та газове паливо, яке є альтернативою відповідним традиційним видам палива і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини;

Альтернативні види твердого палива: продукція та відходи сільського господарства (рослинництва і тваринництва), лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також гранули, брикети, деревне вугілля та вуглиста речовина, вироблені з цієї продукції та відходів, що використовуються як паливо; органічна частина промислових та побутових відходів, а також гранули та брикети, вироблені з них, торф та гранули з нього

Альтернативні види рідкого палива

До альтернативних видів рідкого палива належать:

- горючі рідини, одержані під час переробки твердих видів палива (вугілля, торфу, сланців);
- спирти (біоетанол, біобутанол) та отримані на їх основі синтетичні продукти, що можуть використовуватись як паливо або компоненти палива, олії, інші види рідкого палива з біомаси (у тому числі біодизель);
- горючі рідини, одержані з промислових відходів, у тому числі газових викидів, стічних вод, виливів та інших відходів промислового виробництва;
- паливо, одержане з нафти і газового конденсату нафтових, газових та газоконденсатних родовищ непромислового значення та вичерпаних родовищ, з важких сортів нафти та природних бітумів, якщо це паливо не належить до традиційного виду.

Альтернативне газове паливо

- газ (метан) вугільних родовищ, а також газ, одержаний у процесі підземної газифікації та підземного спалювання вугільних пластів;
- газ, одержаний під час переробки твердого палива (кам'яне та буре вугілля, горючі сланці, торф), природних бітумів, важкої нафти;
- газ, що міститься у водоносних пластах нафтогазових басейнів з аномально високим пластовим тиском, в інших підземних газонасичених водах, а також у газонасичених водоймищах і болотах;
- газ, одержаний з природних газових гідратів, та підгідратний газ;
- біогаз, звалищний, генераторний газ у будь-якому стані, біоводень, інше газове паливо, одержане з біомаси; газ у будь-якому стані, одержаний під час переробки твердого палива (кам'яне та буре вугілля, горючі сланці, торф), природних бітумів, важкої нафти, нафтової сировини;

Альтернативні горючі гази

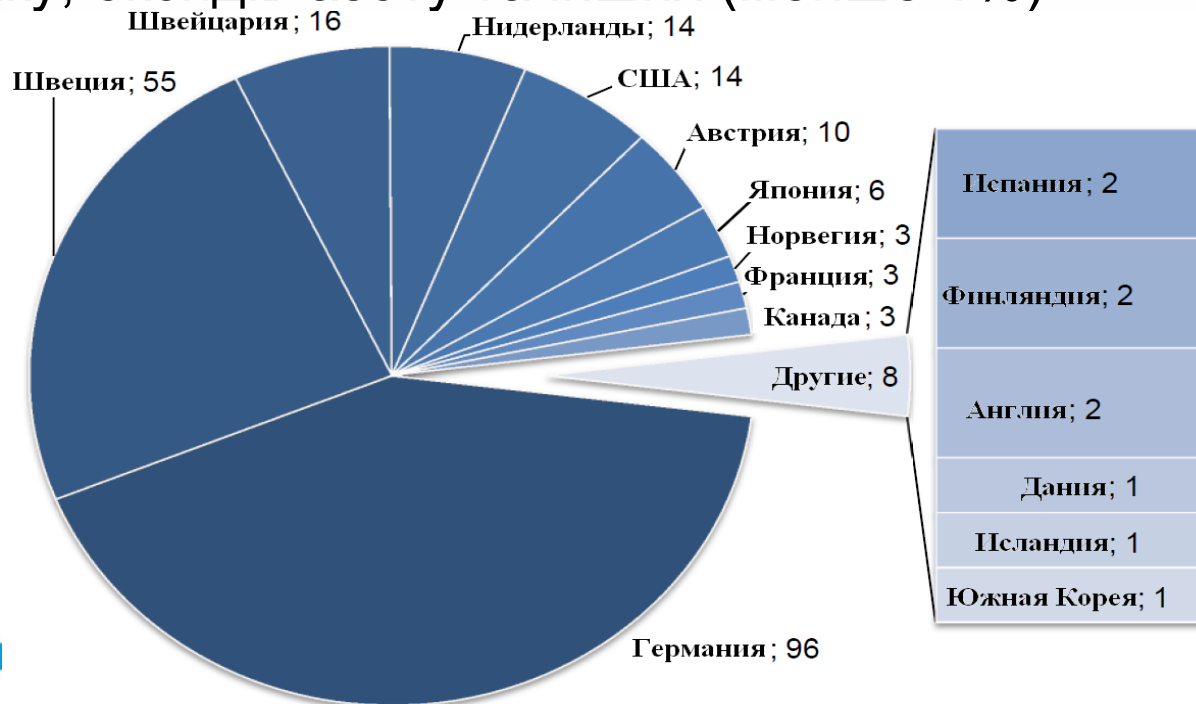
-газ, одержаний з промислових відходів (газових викидів, стічних вод промислової каналізації, вентиляційних викидів, відходів вугільних збагачувальних фабрик тощо);

-стиснений та зріджений природний газ, зріджений нафтовий газ, супутній нафтовий газ, вільний газ метан, якщо вони одержані з газових, газоконденсатних та нафтових родовищ непромислового значення та вичерпаних родовищ і не належать до традиційних видів палива.

Генерування біогазу у країнах Європи. 2020 р.

Загальна кількість станцій з генерування біогазу - 250 шт . Річне вироблення біогазу – 0,75 млрд. м³ (38 % від потреби у газі м. Полтава)

Біогаз - горючий газ, що утворюється при анаеробному метановому зброджуванні біомаси та складається переважно з метану (55...75%), двоокису вуглецю (25...45%) і домішок сірководню, аміаку, оксидів азоту та інших (менше 1%).



Перспектива вироблення біогазу

Дорожня карта з виробництва біогазу в країнах ЄС показує можливість виробництва біогазу в 27 країнах ЄС в 2020 р. в обсязі, еквівалентному **29,43 млн. т н.е.** (еквівалент 36,29 млрд. м³ природного газу).

При цьому приблизно 3/5 обсягу біогазу планується виробляти з енергетичних культур, 1/5 - з гною, і ще 1/5 - з інших відходів і побічних продуктів промисловості та сільського господарства.

Основна перевага біогазу – значний потенціал і різноманіття сировини, з якої можна отримати газ.

- A biogas road map for Europe / AEBIOM – European Biomass Assotiation, October, 2009
- Доступно на: http://www.aebiom.org/IMG/pdf/Brochure_BiogasRoadmap_WEB.pdf



Біогазовий комплекс Миронівської птицефабрики

Сировина

Пташиний послід – 137 т/добу

Флотаційний шлам – 42т/добу

Вода з мийки пташників – 100т/добу

Силосна маса сорго -100т/добу

Вода з очисних споруд - 400т/добу

Усього с 779 т/добу

Потужність біогазової установки -
11 МВт (264 МВт год за добу).

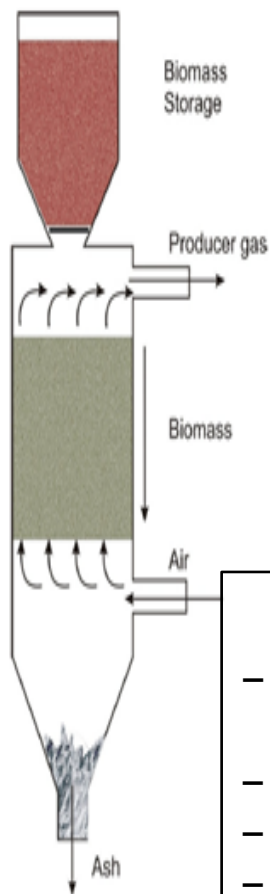
Еквівалентні витрати біогазу -
41 тис. м³ за добу.

52 м³ біогазу з 1 т сировини.



Синтез газ (генераторний газ)

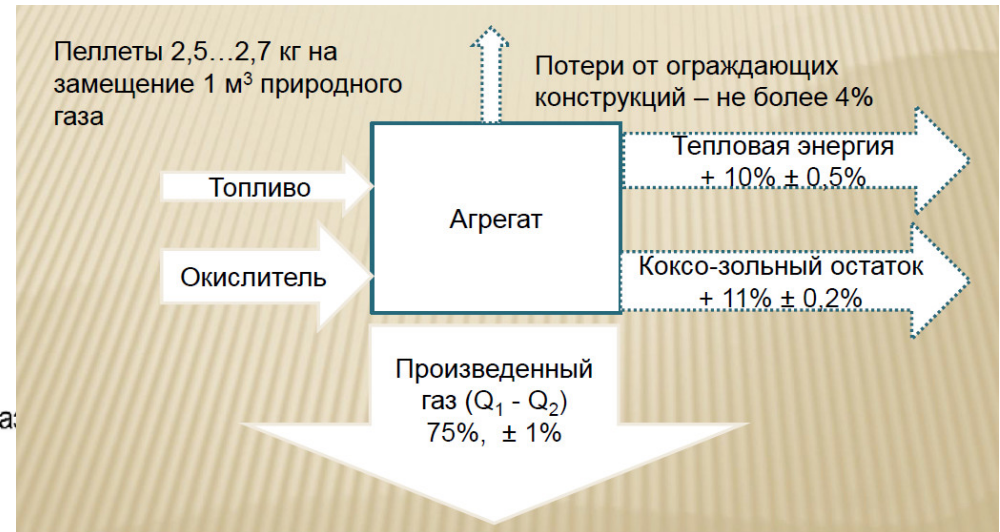
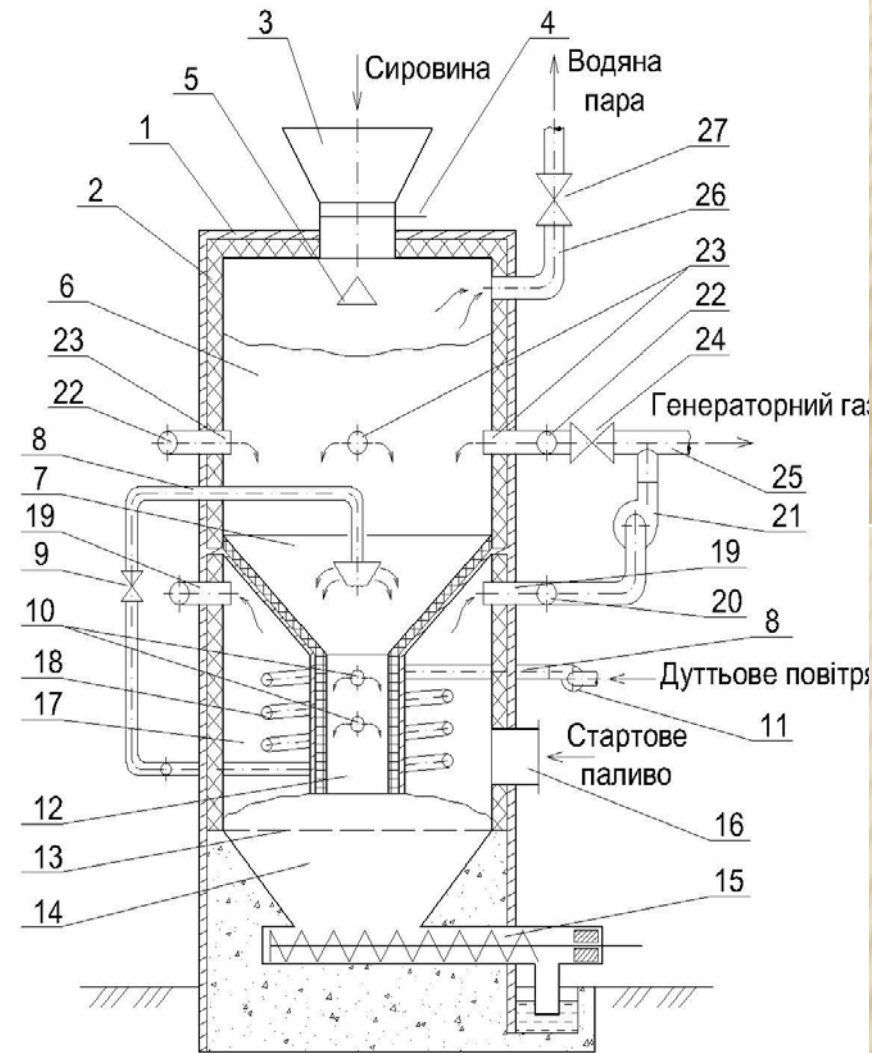
Генераторний газ отримують у ході термохімічного оброблення біомаси у газогенераторах.



Вихідне паливо	Склад синтез-газу, % об.							Теплота згорання ккал/нм ³
	H ₂	CO ₂	CO	CH ₄	C _m H _n	O ₂	N ₂	
Деревина	16	9	20	2	0,2	1,5	41,3	1550
Солома	14,8	13,3	15,4	3,2	0,1	0,2	53	1121
Деревне листя	15,1	13,0	15,8	0,8	0	0,6	54,6	883

Переваги використання генераторного газу:

- можливість використання різних видів біомаси з високою вологістю та низькою калорійністю, широкий асортимент сировини;
- зручність зберігання, можливість транспортування трубопроводами;
- спрощення контролю горіння й регулювання роботи топкових пристроїв;
- незначна токсичність продуктів згорання та більша ефективність процесу горіння;
- можливість спалювання в двигунах для отримання електричної енергії;
- генераторний газ може бути використаний як сировина для виробництва чистих рідких видів палива.



Рудничний газ (шахтний метан)

Шахтний газ міститься у вугільних пластах та вмісних породах і концентрація в ньому метану (CH₄) може бути різною. В регіоні Добропілля концентрація метану в шахтному газі коливається від 0,1% до 16%. Концентрація метану на рівні 5% - 15% дуже загрозна, оскільки він легко займається і є вибухонебезпечним. Саме тому шахтний метан видаляють із шахт за допомогою вакуум – насосних установок і скидають у атмосферу. Метан – це парниковий газ, парниковий ефект якого у 28⁹ разів перевищує парниковий ефект CO₂. Тому, коли можливо, метан слід спалювати,

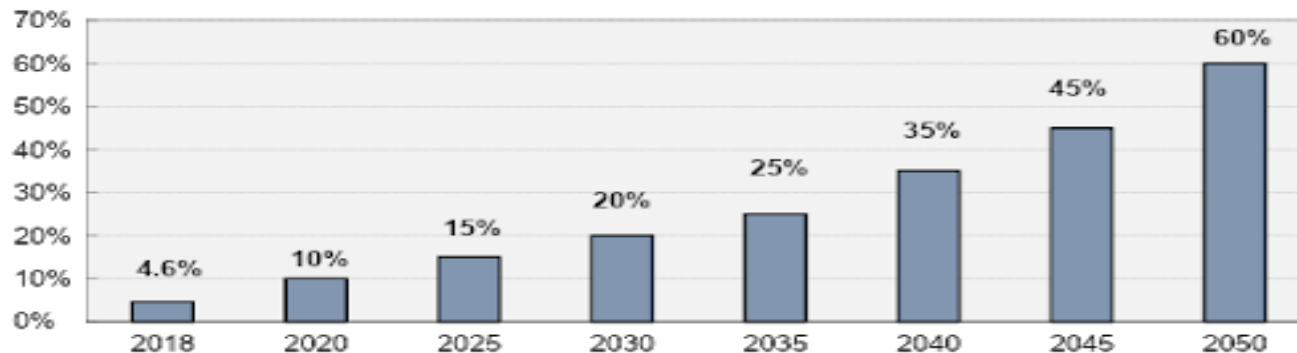
Шахта	Викиди шахтного газу м ³ /год	Середня концентрація метану %	Викиди метану м ³ /год	Річні викиди метану млн м ³
Добропільська	5 634	5,8	327	2,9
Алмазна	6 253	13,7	855	7,5
Загалом	11 887	-	1 182	10,4

Міжнародні зобов'язання України

Скорочення викидів парникових газів відповідно до Паризької кліматичної угоди - зниження на 65% викидів парникових газів до 2030 р. відносно рівня 1990 р, стати кліматично нейтральною країною до 2060 р.

Досягнення **60%** ВДЕ в загальному енергобалансі в 2050 р., в тому числі по окремих секторах:

- При виробництві електроенергії – **70%** ВДЕ;
- При виробництві теплової енергії – **65%** ВДЕ;
- На транспорті – **35%** ВДЕ.



Порядок визначення палива альтернативним

Належність палива до альтернативного підтверджується документом про ідентифікацію палива.

Біологічні види палива, призначені для реалізації як товарна продукція, підлягають обов'язковій сертифікації відповідно до законодавства.

Документ видає суб'єкт, котрий реалізує паливо
ДСТУ на альтернативні види палива відсутній.

Обовязковою є сертифікація палива і перевірка відповідності критеріям сталості.

Імплементовано в Україні Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 3 вересня 2014 р. № 791-р "Про затвердження плану заходів з імплементації Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС

Критерії сталості біомаси

Обов'язкові критерії сталості використання біомаси декларуються Директивою Європейського парламенту та Ради **2009/28/ЕС** ЄС від 23 квітня 2009 р. і включають наступне:

- заборона виробництва сировини на території, що є цінною з точки зору збереження біорізноманіття (до таких таких територій відносяться природні одвічні ліси та інші лісові площі, у яких відсутні видимі ознаки людської діяльності а також луки з високим рівнем біорізноманітності); При цьому виробники біопалива не мають змінювати цільового призначення земель;
- заборона виробництва сировини на територіях під торфовищами;

Критерії сталості біомаси

- заборона виробництва сировини на територіях, що є значними накопичувачами вуглецю (заболочені території, тобто землі, покриті або насичені водою постійно чи протягом значної частини року; суцільні лісові зони, а саме землі, що поширюються більш, ніж на 1 гектар;
- підтримання якості ґрунту (внесення органічних речовин), оптимальне використання залишків продуктів виробництва біомаси для збереження родючості ґрунту, впровадження системи контролю та зберігання інформації про стан ґрунту (забезпечення балансу маси).

Директиви 2009/28/ЕС також містить вимоги щодо звітності з додаткових питань (охорона ґрунтів, води та повітря; соціальна сталість; ін.).

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 мЗ

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%.

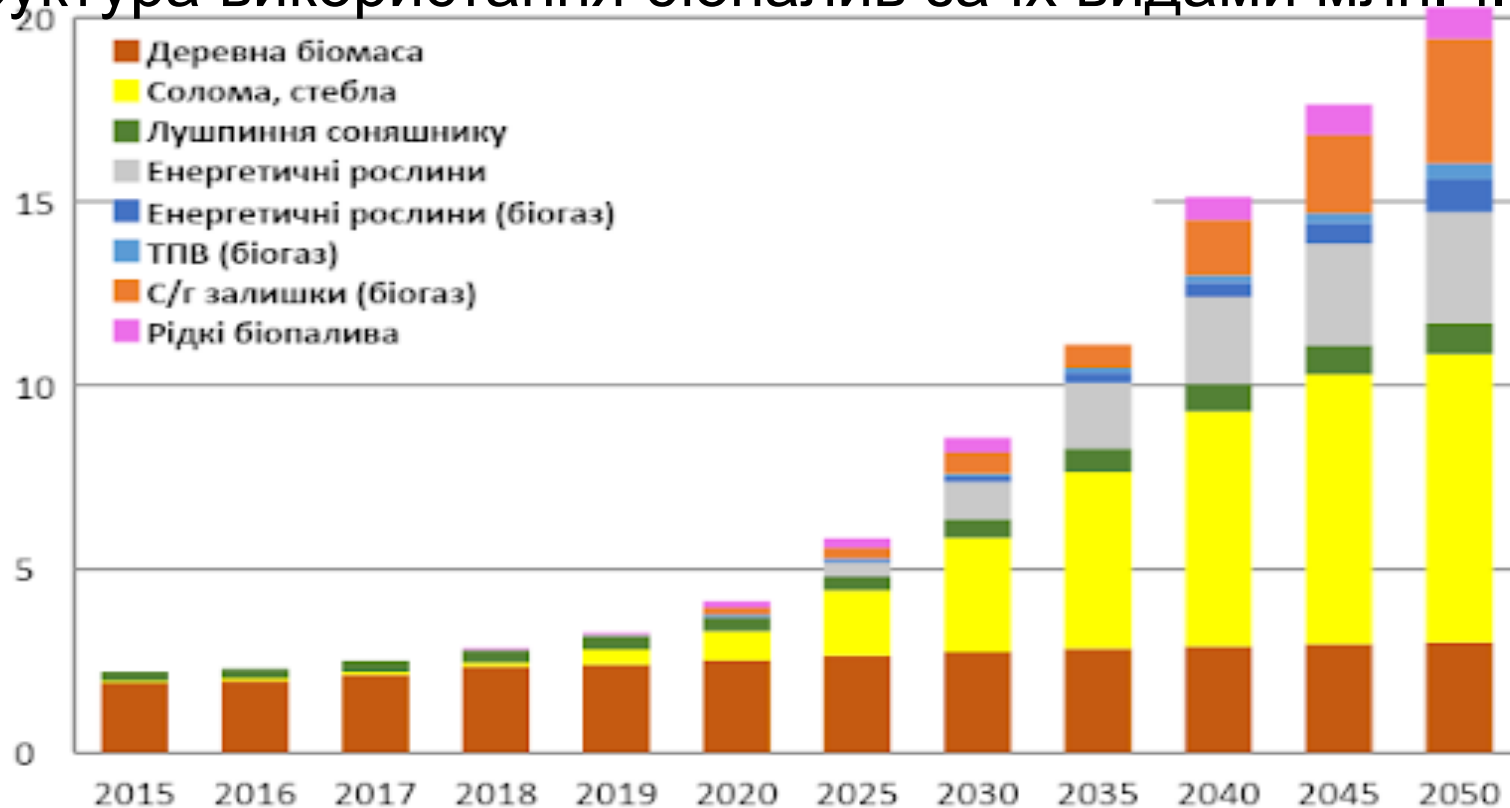
Експорт – 424 тис. т н.е. Загальна потужність установок на біомасі – 180 МВт (план – 950 МВт).

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

В ЄС розрізняють первинну деревну біомасу і вторинну.
Первинна – круглий або обтесаний ліс, пеньки Використовується у будівельній галузі або для виготовлення меблів. Використовувати як паливо забороняється.



Вторинна деревна біомаса - протипожежні вирубки, деревина, як постраждала в результаті природних стихійних явищ, захворювань лісу, мілкі гілки, кора, обрізки первинної деревини, результати деревообробки, сортування відходів, очищення доріг.



Умови переходу з природного газу на тверду біомасу

Обмеження переходу на тверду біомасу:

- економічні;
- технічні;
- екологічні;
- потенціал біомаси;
- логістичні обмеження;
- містобудівельні обмеження;

Економічні обмеження – собівартість вироблення теплової енергії залежить від:

- вартості палива
- спроможності генерувати теплоту -теплоти згорання палива.

Природний газ – теплота згорання 9,8 кВт год/ м³

Деревина - 3 кВт год/ кг

Пелети – 4,5 кВт год/ кг

Солома – 3 - 5 кВт год/ кг

Економічні обмеження

Вид палива	Вартість, грн за од.	Питомі витрати	Вартість палива, грн.	Вартість одиниці теплоти, грн. за 1 Гкал.
Дрова	3,7	3,2	12	1433
Пелета	15	2,1	31	3873
Торф	2,5	3,5	8,7	1162
Солома	3,5	2,5	8,7	1020
Природний газ	11/ 30	1	11/30	1305 /3560

Ціна за газ на ринку- 28-40 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;

Економічні і технічні обмеження

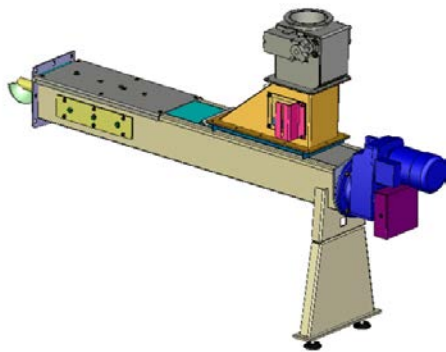
Для переведення на тверду біомасу необхідно:

- організувати і збудувати склад запасу палива до 7 діб;
 - організувати роботу з поводження із твердими побутовими відходами (шлаком і золою);
 - організувати відокремлений відвід продуктів згорання від твердопаливного котла;
 - встановити газоочисне обладнання (зола, сажа, СО);
- санітарно-захисна зона – 100 м;
- виконати реконструкцію тепломеханічної схеми котельні (баки запасу теплоносія);

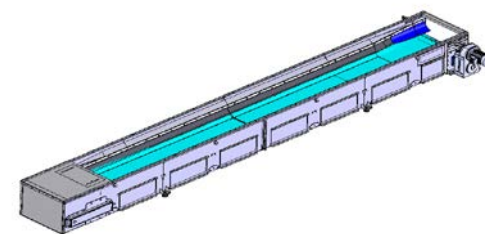
Необхідність у автоматизованій системі паливоподачі



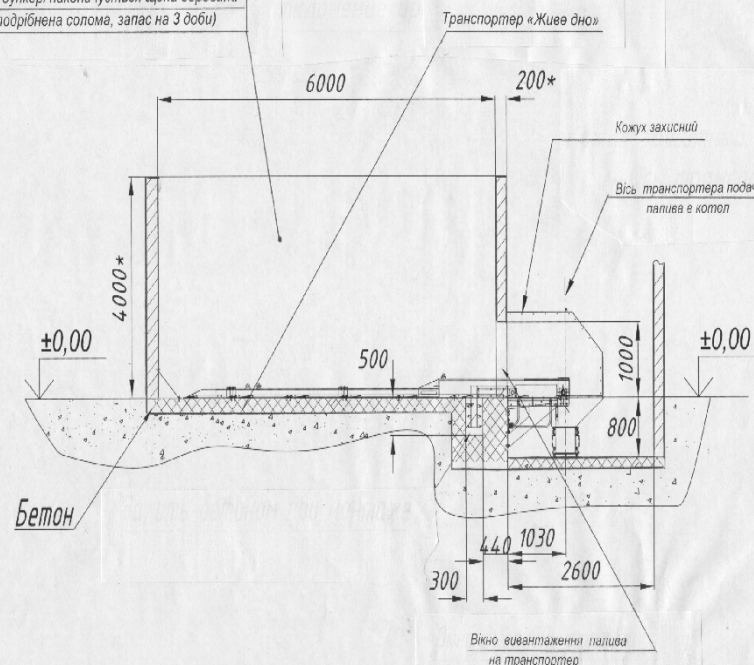
Транспортер накопичення і подачі палива



Подача палива до котла



Накопичувач палива (булкер, емн. 70 м³)
(В булкері накопичується щепи деревини
і подрібнена солома, запас на 3 доби)



Вирішення проблеми підвищеної зольності палива

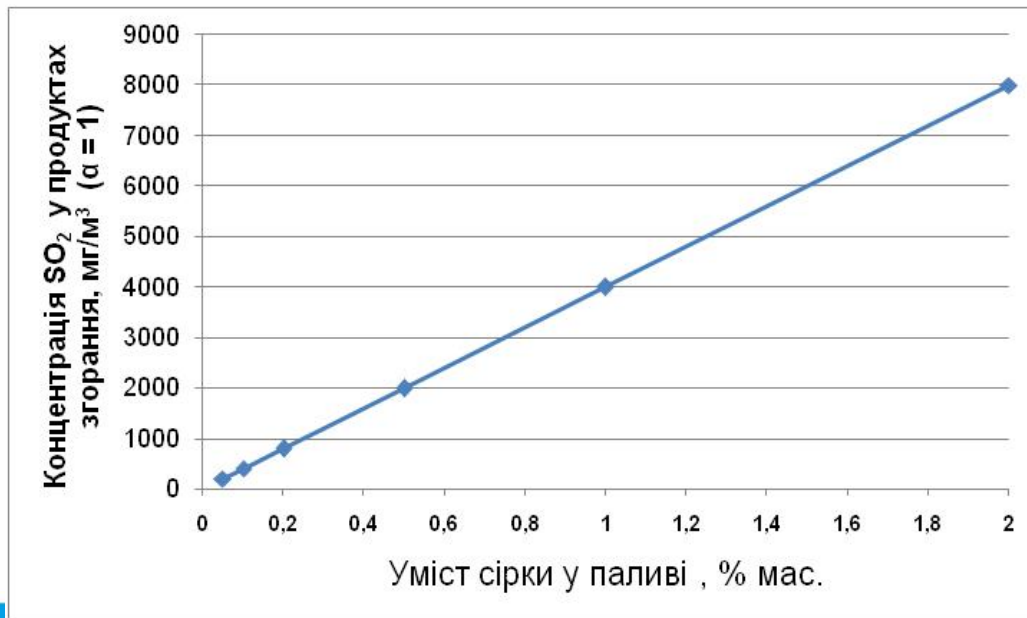
Зольність біомаси коливається від 0,7% мас. (деревина) до 4-7% (солома, кора) і до 30-40% (торф).

За умови значних витрат палива і великої потужності котельні виникає проблема автоматичного видалення, складування, організації використання і вивезення значної кількості золи, яка відноситься до відходів 4-го класу небезпеки.

В результаті підвищеного ризику забруднення поверхонь нагрівання котлів золою і шлаком кількість біокотлів у котельні повинно бути не менше 2-х.

Спалювання сірчистих видів біопалива і підтримання необхідної температури відхідних продуктів згорання

Уміст сірки, S у складі біомаси коливається від 0,02 % мас. (деревина) до 0,2% (солома, торф). Сірка у складі палива призводить до утворення токсичного сірчистого ангідриду SO_2 ($ГДК_{мр} = 0,5 \text{ мг/м}^3$).

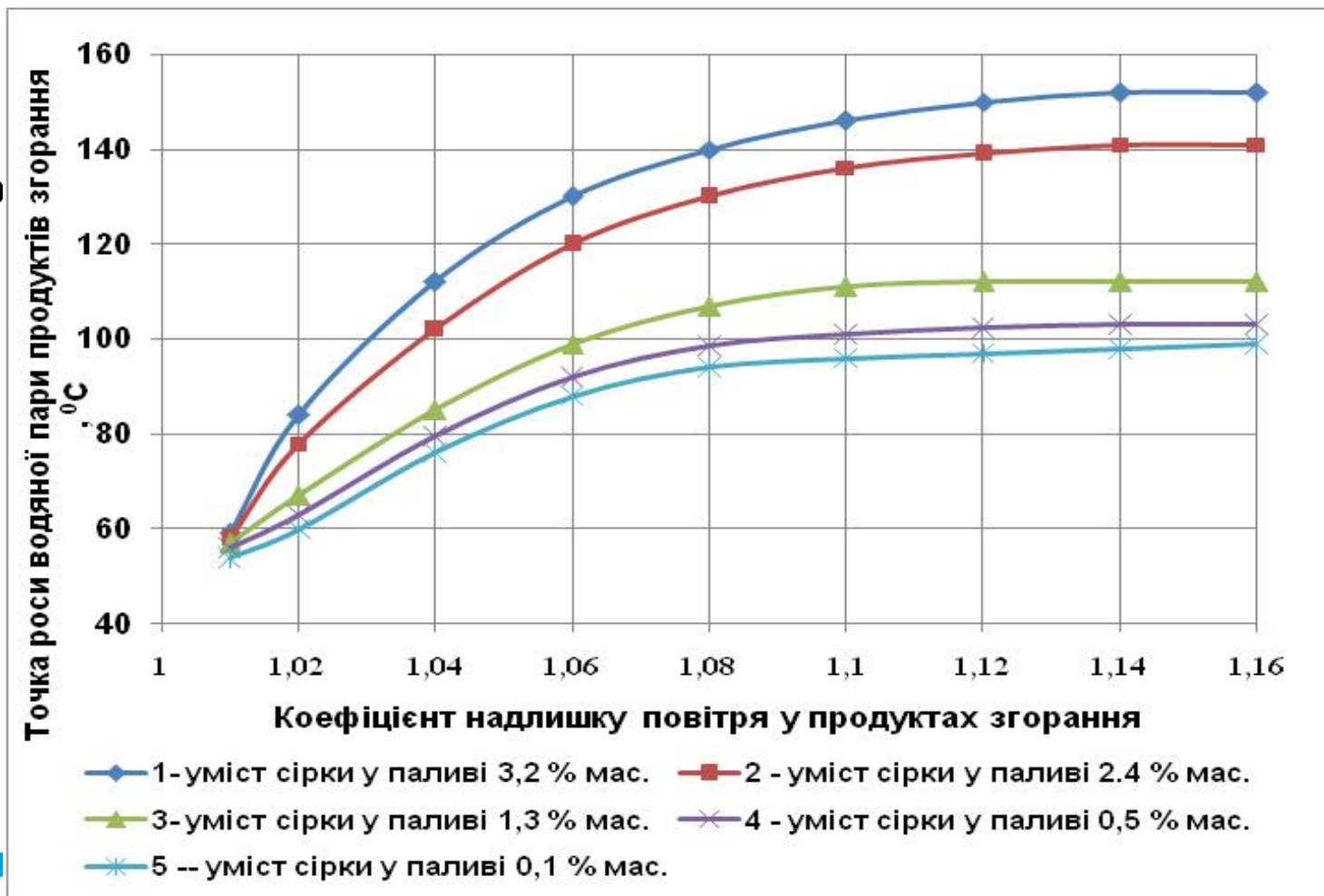


Концентрація SO_2 значно перевищує концентрації інших забруднюючих речовин (у 10-100 разів).

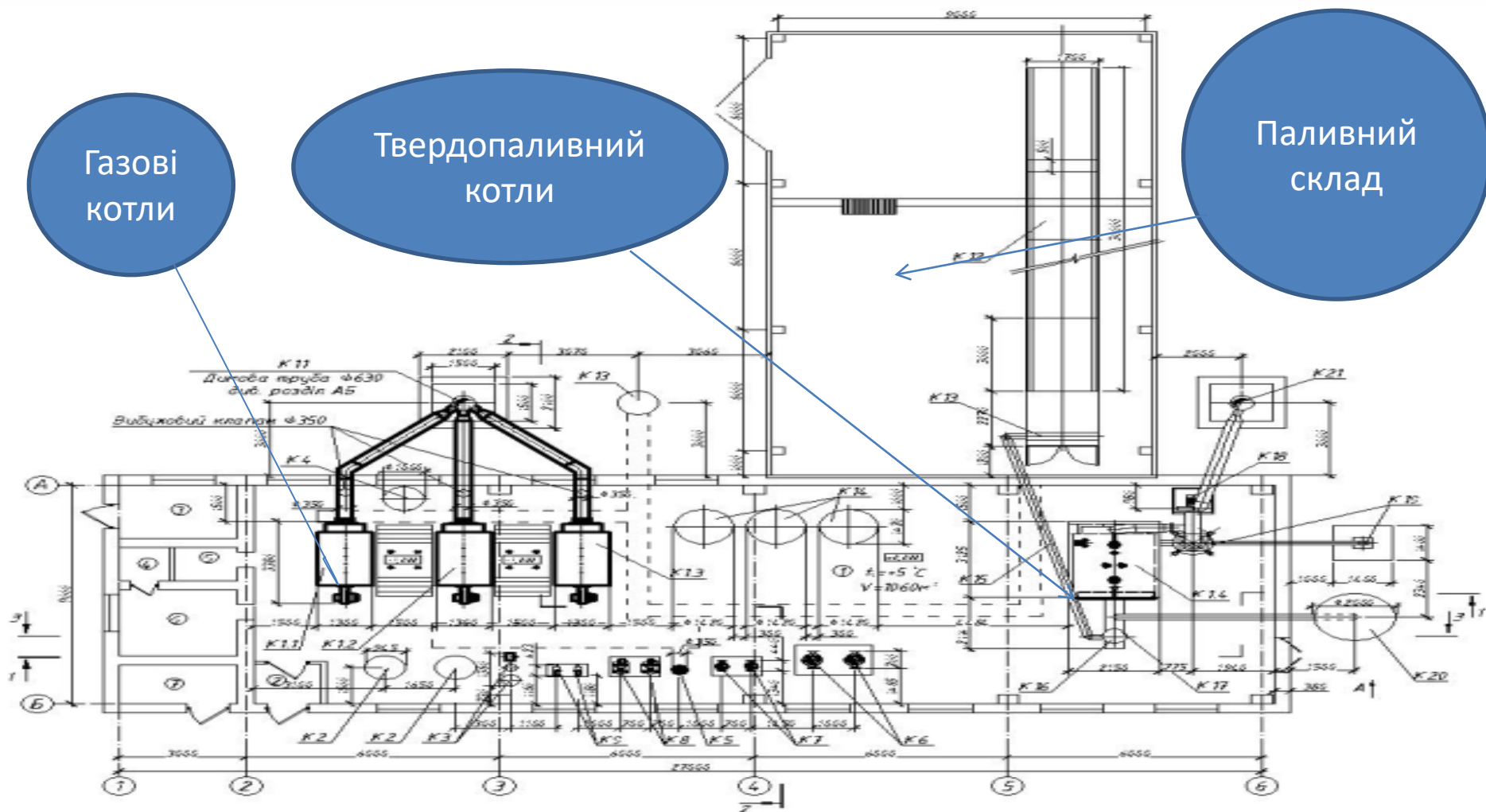
Ефект сумачії SO_2 з NO_x і CO призводить до необхідності збільшення санітарної зони котельні і збільшення висоти димової труби від котлів на біомасі.

Спалювання сірчистого біопалива і підтримання необхідної температури відхідних продуктів згорання

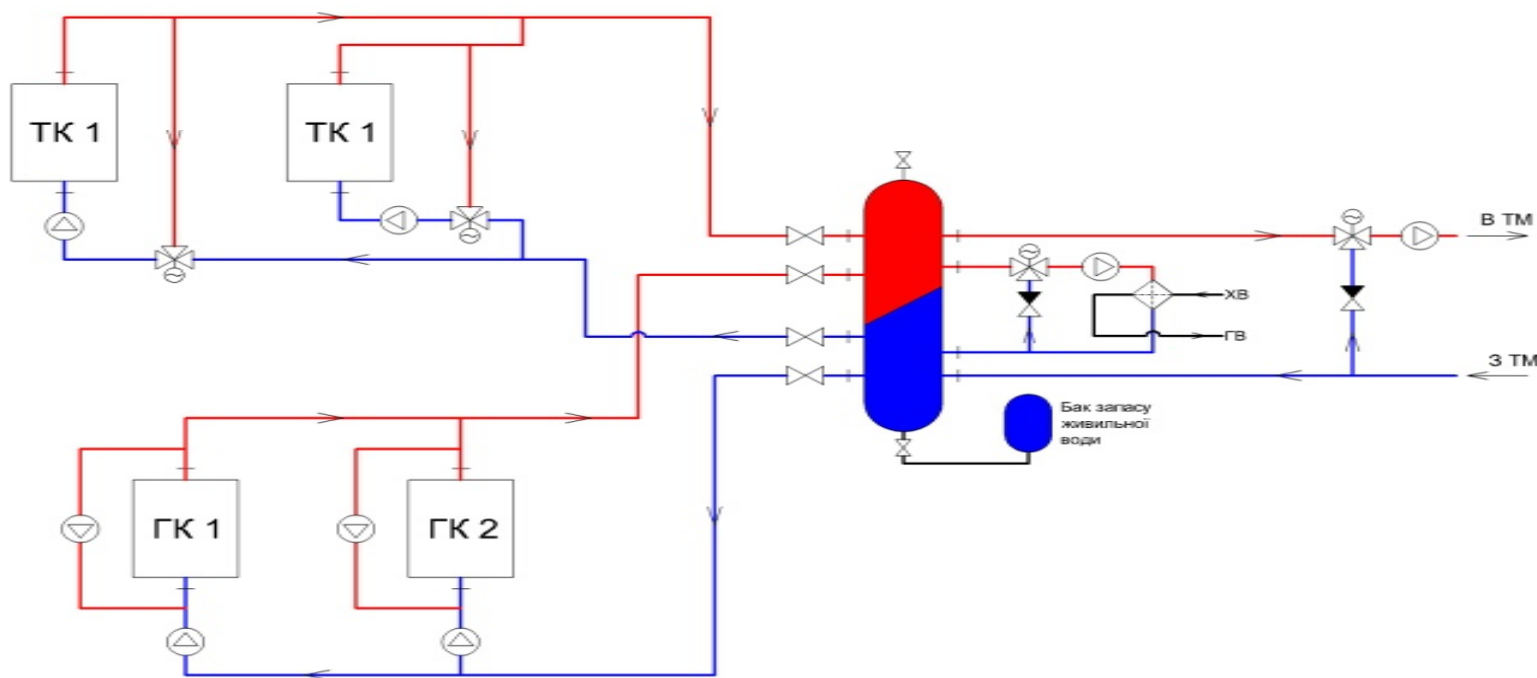
Наявність сірки у складі палива призводить до збільшення точки роси пари продуктів згорання від 56 °С (для природного газу) до 100 °С (біопаливо з умістом S до 0,1% мас.)



План гібридної котельні

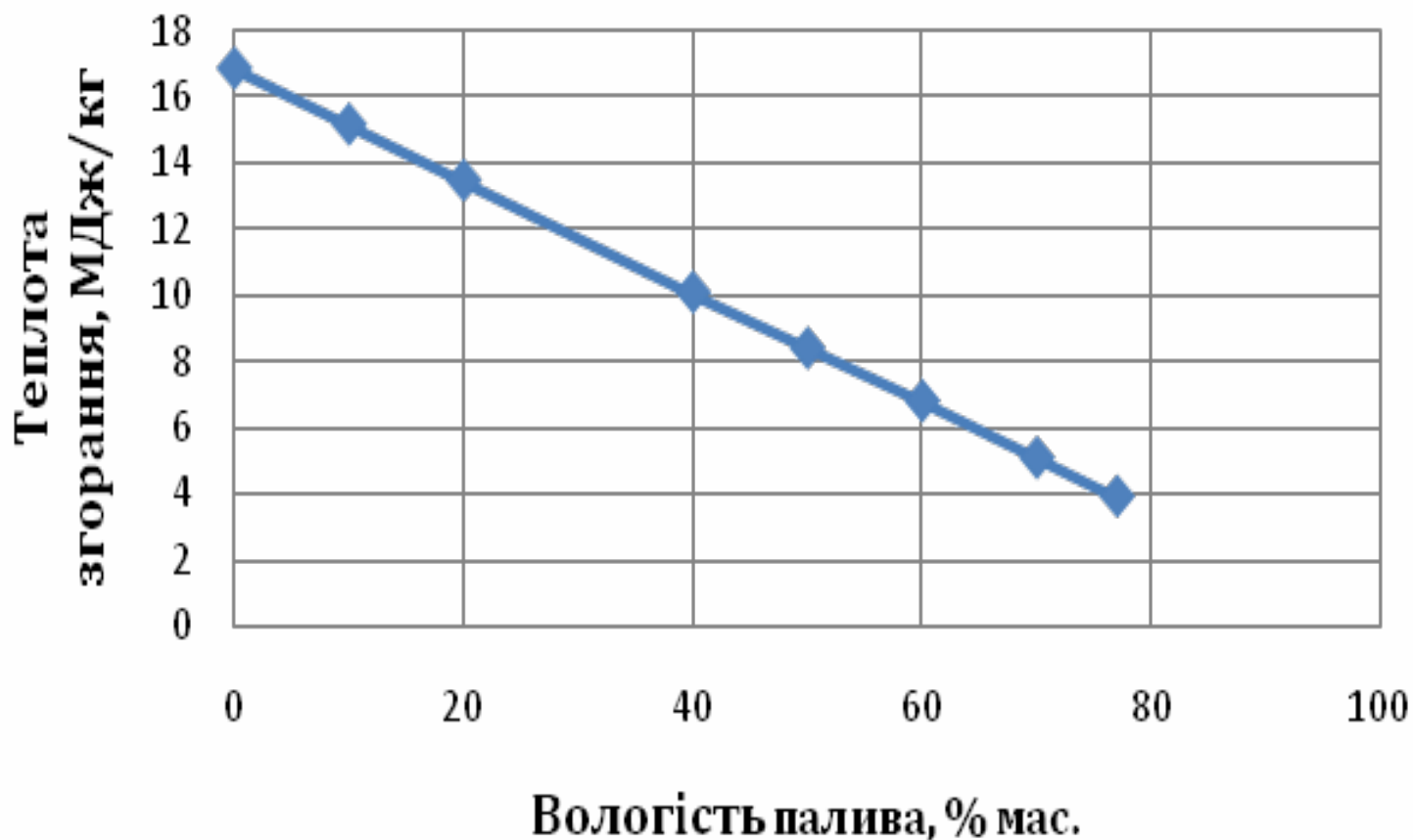


Принципова тепломеханічна схема гібридної котельні

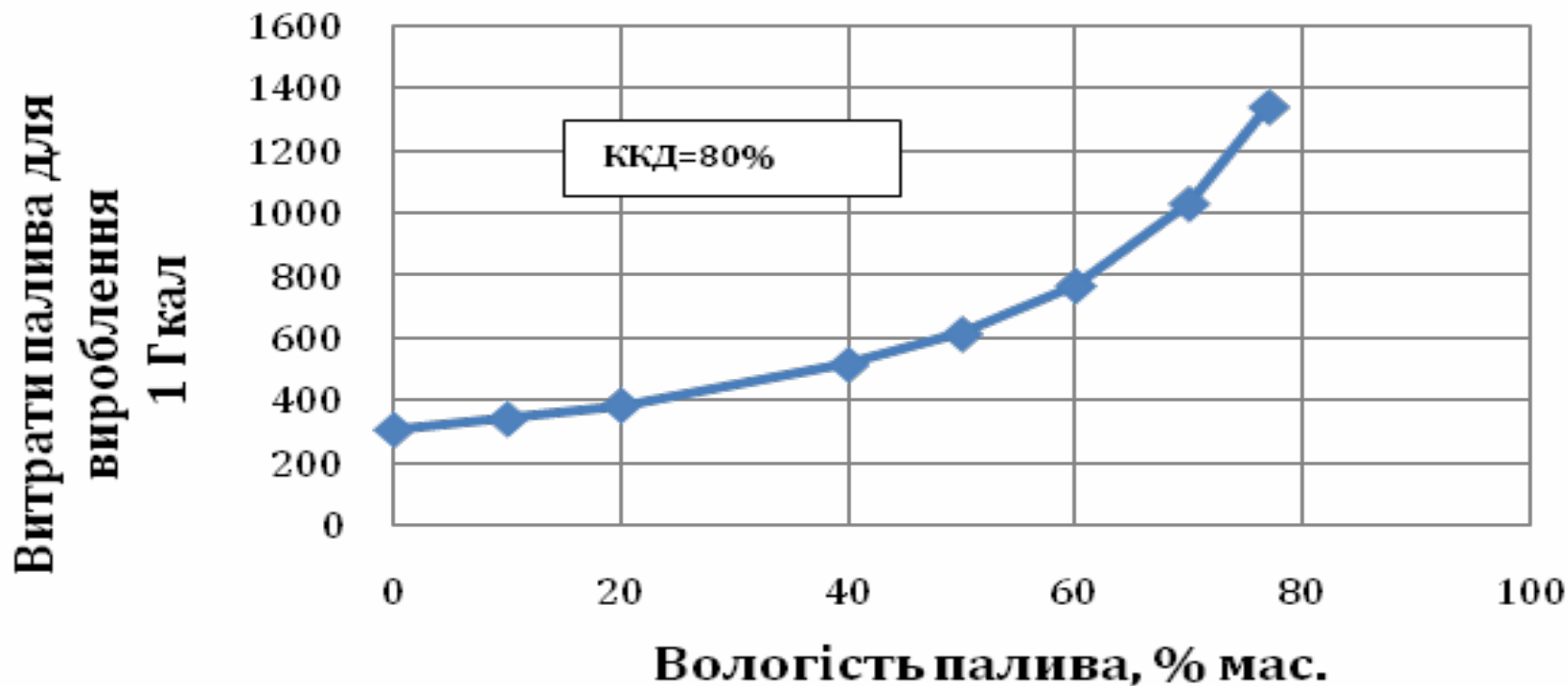


TK-1,TK-2 твердопаливні котли;ГК-1, ГК-2 – котли на природному газі

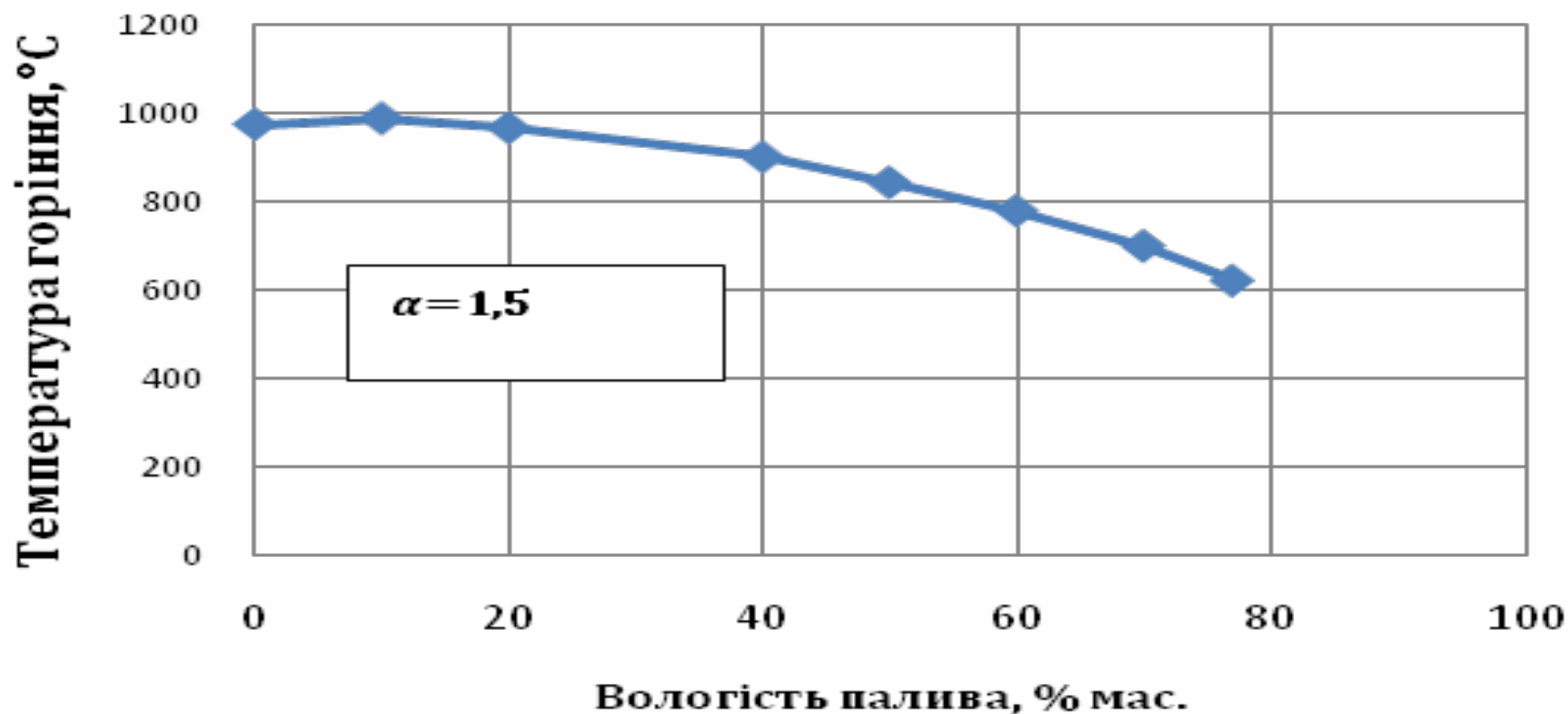
Залежність теплоти згорання від вологості палива. Вплив способу зберігання палива



Вплив вологості палива на його витрати для отримання теплоти



Вплив вологості палива на температуру горіння



Якість газу підтверджується сертифікатом якості або паспортом якості газу.

Зміна фізико-хімічних властивостей горючих газів призводить до змін в характеристиках горіння і показниках ефективності роботи паливоспалювального обладнання.

Показники якості газу, котрий надходить споживачам повинні:

- відповідати вимогам нормативів ;
- бути незмінними у часі.

Нормативи:

- 1) ГОСТ 5542-87 « Газы горючі природні промислового і комунально-побутового призначення ».
- 2) ДСТУ ISO 13686:2015 « Природний газ. Показники якості »
- 3) Постанова НКРЕКП № 2493 від 30.09.2015 Про затвердження Кодексу газотранспортної системи

Що таке взаємозамінність горючих газів

Взаємозамінність - можливість сталої, ефективної і безпечної роботи газоспалювального обладнання при заміні одного горючого газу іншим без внесення будь яких змін в конструкцію пальника і іншого обладнання паливовикористовуючої установки (ПВУ), а також без зміни режиму роботи і налаштувань роботи такого обладнання.

Таким чином, лише для категорії взаємозамінних газів існує можливість безперешкодного і неодноразового переходу у часі з одного горючого газу або суміші газів, - на інший горючий газ із збереженням, або допустимими змінами наступних характеристик процесу горіння:

Критерії взаємозамінності

Згідно з ГОСТ 5542 -87 у якості критерія взаємозамінності застосовується лише один – критерій Воббе. Він повинен становити для мережевого природного газу **41,2 – 54,5 МДж/м³ за с.у.** а **допустиме відхилення цього критерія від номінального значення (встановленого угодою на постачання газу) повинно становити не більше 5%.** Відповідальний за теплову потужність агрегату.

Біометан – біогаз, що за своїми фізико-технічними характеристиками відповідає вимогам нормативно-правових актів до природного газу.

Назва горючої характеристики	Од вим.	Величина характеристики	
		CH ₄	H ₂
Нижча теплота згорання	МДж/м ³	35,88	10,79
Індекс Воббе (нижчий)	МДж/м ³	48,22	41,02
Межі спалахування у суміші з повітрям: -нижча, X _н -вища, X _в	% об.	5,0 15,0	4,0 75
Теоретичні витрати повітря на горіння	м ³ / м ³	9,52	2,38
Температура горіння (жаропродуктивність)	°С	2043	2235
Обєм продуктів згорання (α=1)	м ³ / м ³	10,52	2,88
Максимальна швидкість розповсюдження(поширення) полум'я	м/с	0,37	2,67
Коефіцієнт надлишку повітря α на межах спалахування: - нижній межі спалахування -верхній межі спалахування	-	1,8 0,65	9,8 0,15

Взаємозамінність газів

Найменування характеристики суміші	Од. вим.	Уміст H ₂ у суміші, % об.		
		10	30	50
Щільність	кг/м ³	0,65	0,52	0,4
Теплота згорання нижча	МДж/м ³	33,38	28,36	23,33
Індекс Воббе за нижчою теплотою згорання	МДж/м ³	46,95	44,37	41,81
Відмінність індекса Воббе суміші від індекса Воббе природного газу (48,22)	%	2,6	8,0	13,2

Нормативна вимога про досягнення допустимих змін індекса Воббе для природного газу, що замінюється і газу заміника (суміші природного газу і водню) не дотримується уже для суміші з об'ємним умістом водню 10-15%.

Наслідки зміни величини критерія Воббе на 5%

- зміна теплової потужності агрегату – 3,5%;
- зміна кількості повітря, необхідного для повного згорання і коефіцієнта надлишку повітря – 3,5%;
- зміна втрат теплоти з відхідними газами – на 2-3%;
- зменшення коефіцієнту ефективності використання палива:

за умови зменшення критерія W_o – на 0,2...0,5 %

за умови збільшення критерія Воббе – на 2....3%

Можливість переходу з природного на інший горючий газ

1. Заміна пальників.
2. Заміна котла.
3. Зміна тиску газу перед пальниками і тиску газу у мережі.
4. Зміна діаметрів вогневих отворів.
5. Зміна характеристик дуттьових вентиляторів і димососів.
6. Створення пристроїв для змішування різних газів.
7. Створення пристроїв для спільного спалювання різних газів.

ВИКОРИСТАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ НАГРІВАННЯ ВОДИ

Середньорічна генерація теплової енергії з 1 м^2 сонячного колектора за добу на широті м. Полтави становить 3,1 - 4,0 кВт год.

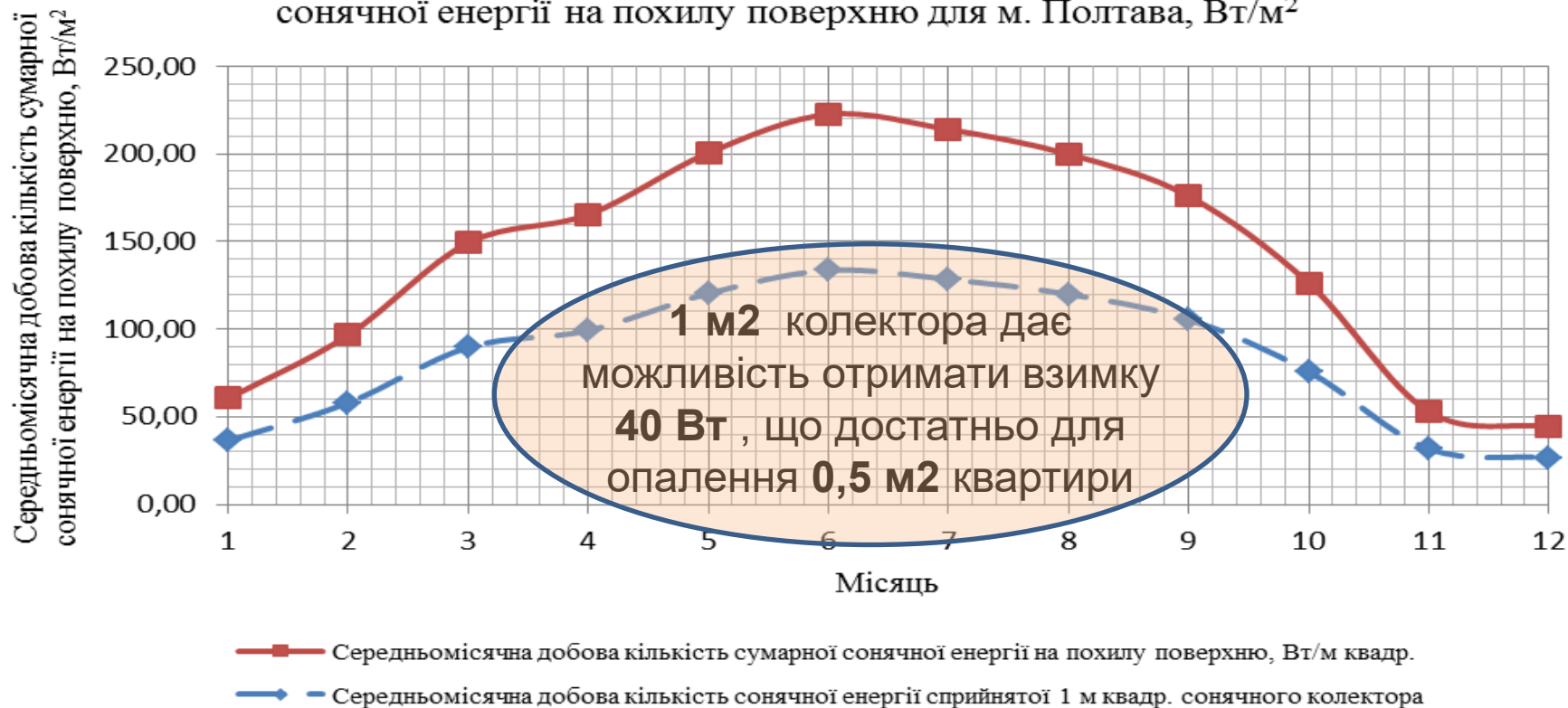
Типова площа одного колектора близько 2 м^2 .

Кількість теплоти, яка необхідна для нагрівання води для одного водорозбірного крану у кількості 0,166 л / с становить близько 32 кВт. Загальна кількість сонячних колекторів визначається залежно від витрат води, яку необхідно приготувати з урахуванням того, що робоча абсорбційна поверхня колекторів становить близько 0,76 від їх робочої поверхні.

Річна кількість теплоти, яку можна отримати з одного колектора становить близько 800 кВт (0,53 Гкал за рік).

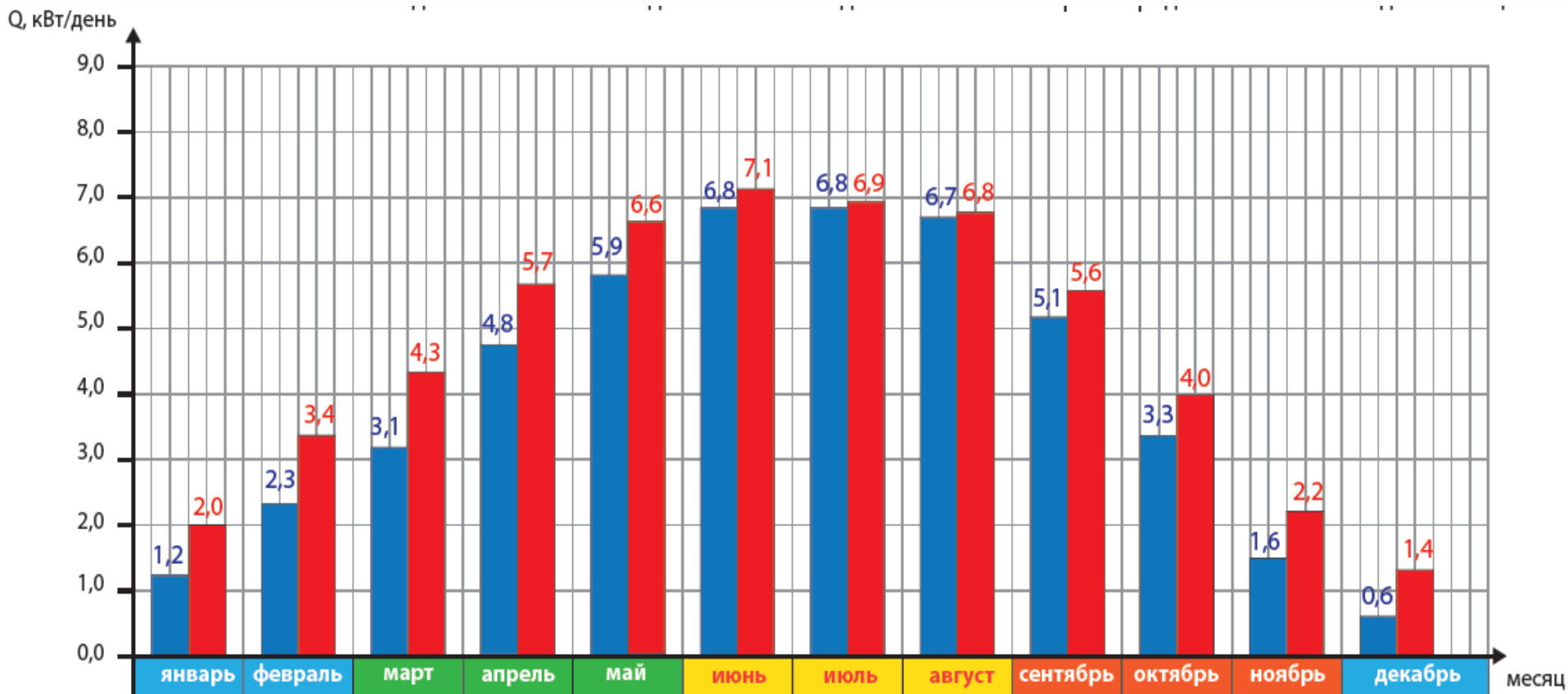
Обмеження потужності відновлювальних джерел енергії

Графік зміни протягом року середньомісячної добової кількості сумарної сонячної енергії на похилу поверхню для м. Полтава, Вт/м²



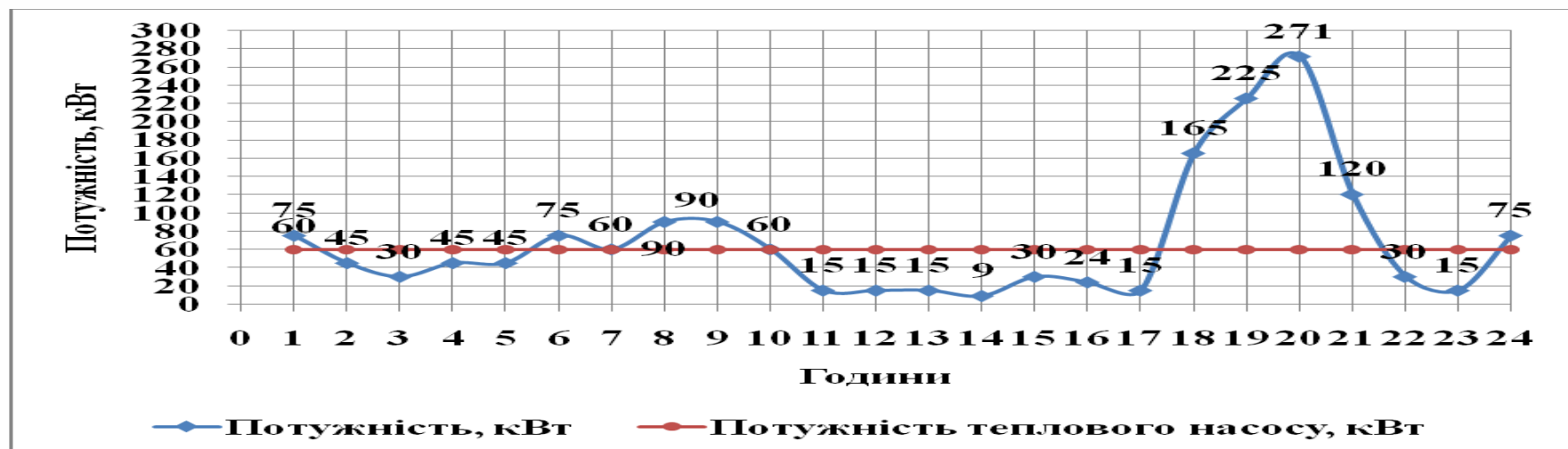
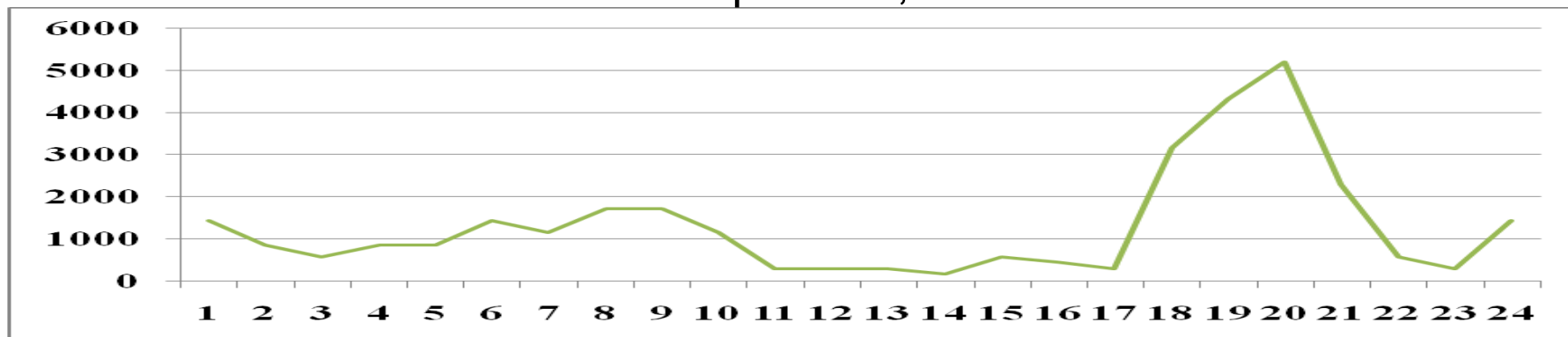
Необхідна для опалення 80 кв.будинку поверхня сонячних колекторів –
 $150000 : 40 = 3750 \text{ м}^2$. Площа покрівлі будинку: $76 * 12 = 912 \text{ м}^2$

Отримання теплоти сонячного випромінювання



Використання сонячної енергії для приготування гарячої води у 5 пов. 80 кв. житловому будинку

Основною проблемою є нерівномірність споживання води, л і енергії на її нагрівання, кВт



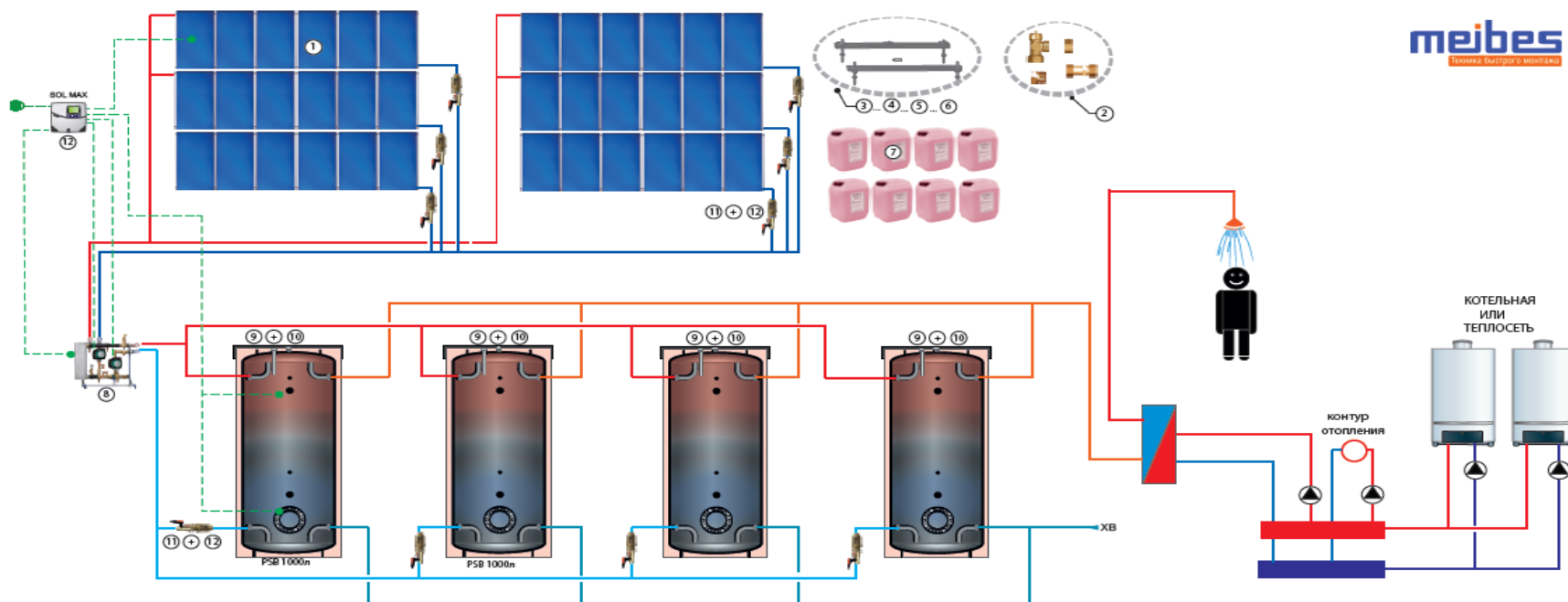


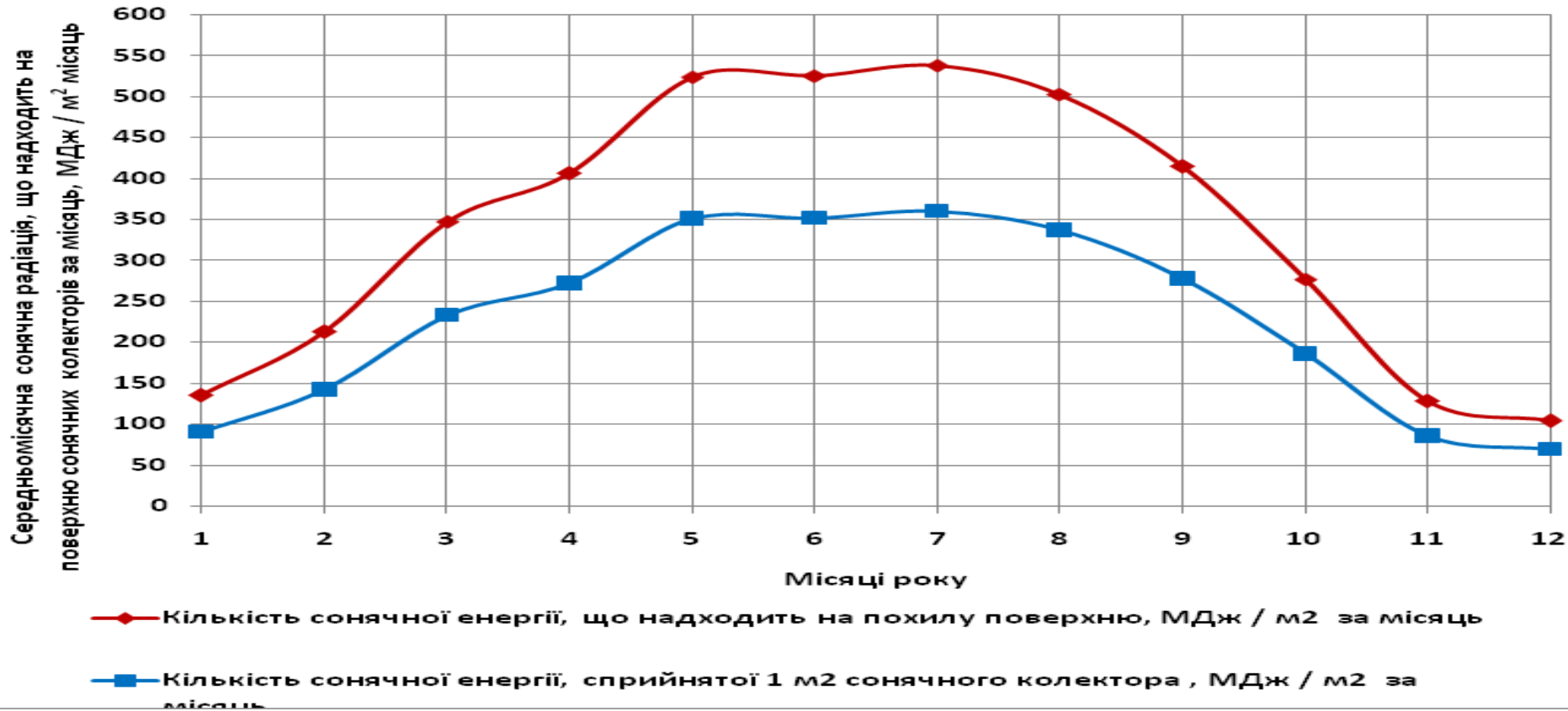
Рис. Принципова схема гарячого водопостачання з використанням сонячних колекторів

Загальна кількість сонячних колекторів – 36 шт. Площа геліополя – 82,8 м². Діаметр трубної магістралі – Ду 40мм. Річна продуктивність 36 колекторів – 52092 кВт ($\approx V=995\text{м}^3$ гарячої води).

Сонячні колектори покривають річне навантаження будинку на систему ГВП на 16%.



Перехід на альтернативні види палива можливий лише за умови скорочення споживання енергії у споживачів.



Таким чином, якщо взяти загальну поверхню колекторів близько 110 м² (50 колекторів), що є практично оптимальною кількістю для забезпечення системи гарячого водопостачання п'ятиповерхового 80-квартирного житлового будинку на широті м. Полтава, то **протягом року можна отримати близько 70 МВт·год теплоти (60 Гкал)**. Ця кількість енергії еквівалентна витратам умовного палива в кількості **10 т у.п., або 7 т н.е. (8 500 м³ природного газу)**.

Економічні показники проекту влаштування сонячних колекторів на 80 кв. житловому будинку.

Показник	Значення
Вартість проекту, <i>грн</i>	1 050 000
Зменшення витрат теплоти для нагрівання води, <i>м³/рік</i>	995
Економія коштів, <i>грн/рік</i>	88 000
Термін окупності проекту, <i>років</i>	11

Перехід на альтернативні види палива можливий лише за умови скорочення споживання енергії у споживачів.

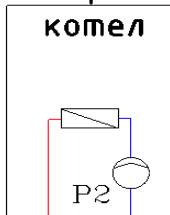
Проект використання теплової помпи для нагрівання гарячої води

ДВУХСТУПЕНЧАТЫЙ, ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ
ТЕПЛОЙ НАСОС «ВОЗДУХ-ВОДА»



Тепловий
насос

електричний
котел



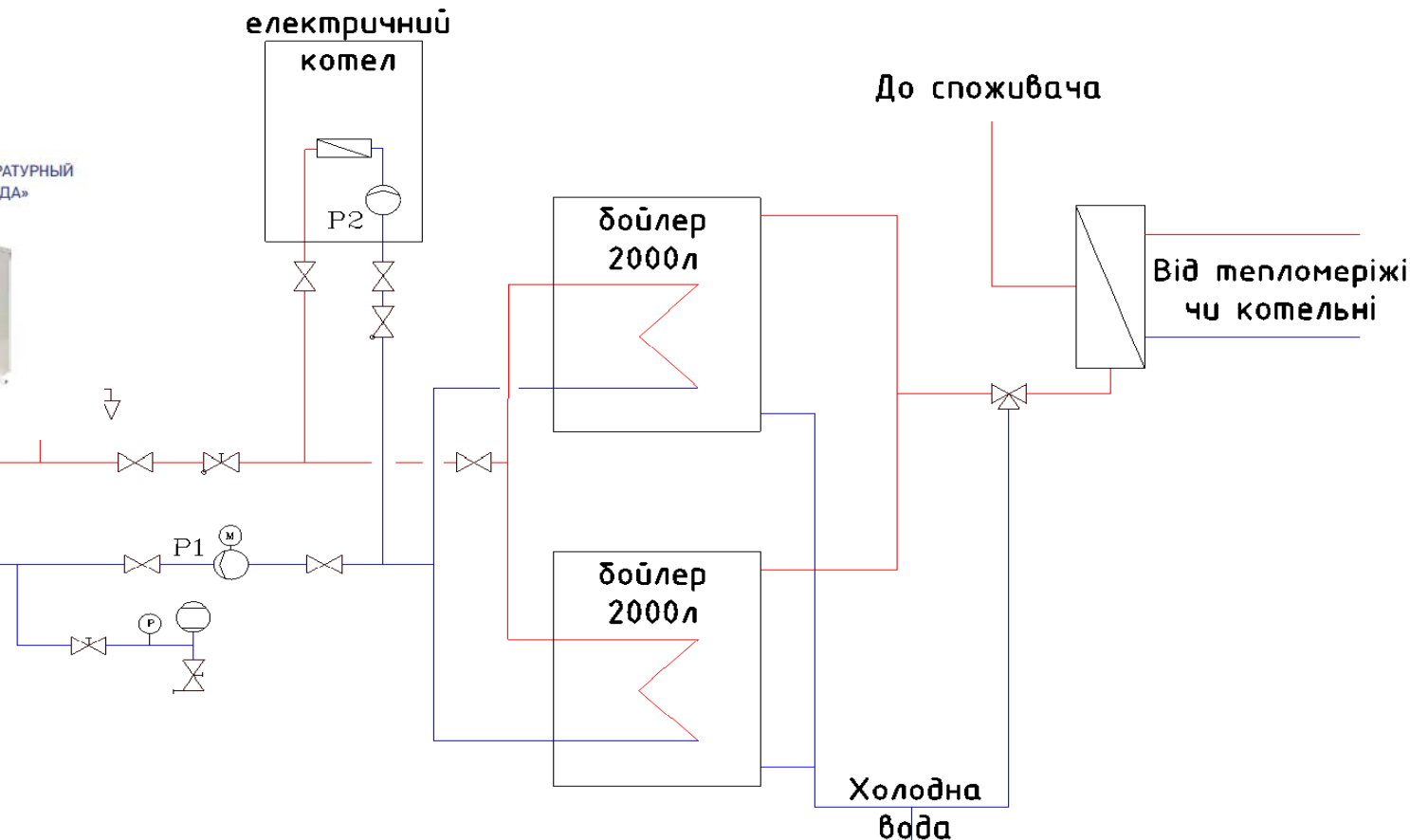
До споживача

боїлер
2000л

боїлер
2000л

Від тепломеріжі
чи котельні

Холодна
вода



Залежність основних параметрів теплового насосу від температури зовнішнього повітря



Температура повітря, °C	Теплова потужність, кВт	COP	Потужність яка спожита із електромережі
≥ +20	100	3,6	22
+15	96	3,5	23
+10	87	3,2	24
+5	74	2,7	27
0	60	2,3	30
-5	50	2,1	32
-7	46	2,0	33

Вартість проекту, грн	1 120 000
Економія гарячої води, м ³ /рік	4 918
Економія коштів, грн/рік	74 530
Термін окупності проекту, років ¹	15,0



Період	Температура повітря, °С	Стояння температури, год	Відсоток забезпечення ГВП тепловим насосом, %	Вироблено теплової енергії, кВтгод	Спожито електричної енергії, кВтгод	Спожито енергії з мережі, кВтгод				
Опалювальний період	-35...-30	1	0	0	0	19 076,00				
	-30...-25	4								
	-25...-20	31								
	-20...-15	130								
	-15...-10	336	35	8343	4070	15 487,00				
	-10...-5	627								
	-5...0	1225					70	32602	15164	13 965,00
	0...+5	1480								
	+5...+8	654					80	45015	19155	11 248,00
Квітень (+9)	360	85	21135	7238	3 728,00					
Травень (+15)	744					86	11771	4031	1 915,00	
Червень (+18)	720	92	26024	7372	2 262,00					
Липень (+20)	744					92	25184	6996	2 189,00	
Серпень (+20)	744	94	26589	7386	1 696,00					
Вересень (+14)	720					94	26589	7386	1 696,00	
Жовтень (+8)	240	91	25732	7352	2 462,00					
						85	7756	2675	1 368,00	
Загалом	8 760			256 740	88 825					77 092,00

Фактори ефективності впровадження вироблення теплоти із біомаси

1. Доступність паливної сировини (часові інтервали заготівлі і постачання, логістика, інфраструктура постачання)
2. Якість сировини (уміст токсичних і шкідливих речовин, зольність, теплота згорання)
3. Вартість сировини, матеріалів і обладнання
4. Вартість, попит і розвиток технологій
5. Встановлена потужність і валове вироблення енергії
6. Терміни експлуатації обладнання (до капітального ремонту, до заміни)
7. Загальні експлуатаційні витрати
8. Тарифи на теплову і електричну енергію, відходи
9. Екологічний фактор

Висновки

Умови заміни природного газу і сталого впровадження відновлювальних і альтернативних джерел енергії:

- наявність власної сировини для отримання біопалива, власних джерел ВЕР, або енергетичної сировини;
- збалансованість кількості сировини і потреби у ній;
- впровадження заходів зі скорочення витрат енергії і підвищення енергоефективності у споживачів;
- економічна доцільність заміни природного газу;
- підвищення класу енергетичної ефективності будівель. В Україні існують передумови збільшення використання ВДЕ. Потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії, становить 7-15% споживання первинних видів палива.

Висновки

1. Необхідно використовувати увесь спектр джерел альтернативних і відновлювальних джерел енергії (вторинні джерела енергії, відходи, сонячну енергію, скидне тепло)

2. В Україні існують передумови збільшення використання ВДЕ. Потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії, становить 7-15% споживання первинних видів палива.

3. З огляду на складність відведення нових земельних ділянок в умовах існуючої забудови міст, впровадження об'єктів біоенергетики в системі МЦТ здійснювати в існуючих котельних. Найбільш доцільна схема впровадження – гібридні котельні

4. Екологічні вимоги потребують впровадження в таких котельних високоефективних систем очищення продуктів згорання при використанні біомаси

Висновки

Вимога ДСТУ Н Б В.3.2-3:2014:

- Не допускається застосовувати теплові насоси, сонячні батареї, сонячні колектори для систем опалення, гарячого водопостачання, охолодження та кондиціонування:
- а) у будинку з класом енергоефективності нижче С, визначеним відповідно до ДБН В.2.6-31;
- б) разом з внутрішньобудинковими інженерними системами, що мають клас енергоефективності технічного оснащення, автоматизації, моніторингу й управління нижче С, визначеним згідно з ДСТУ Б EN 15232;
- в) разом з внутрішньобудинковими інженерними системами, обладнання (насоси, терморегулятори, лампи тощо) яких мають клас енергоефективності нижче А.

Дякую за увагу!