



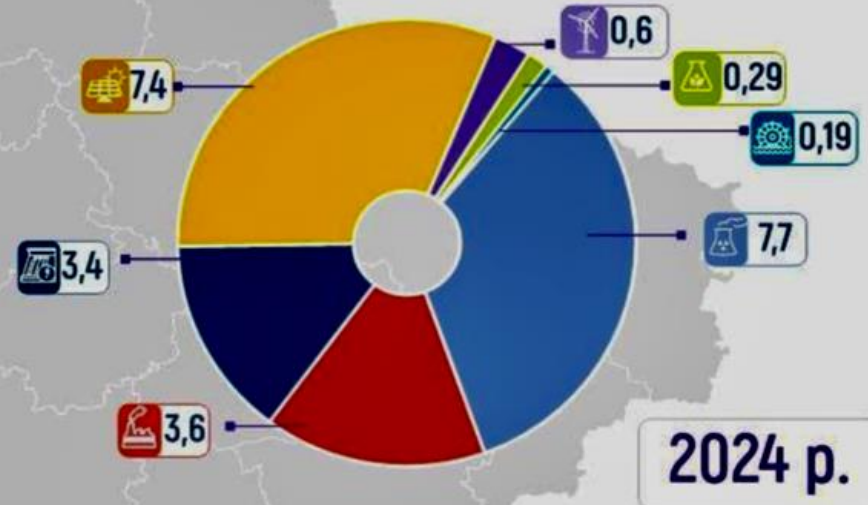
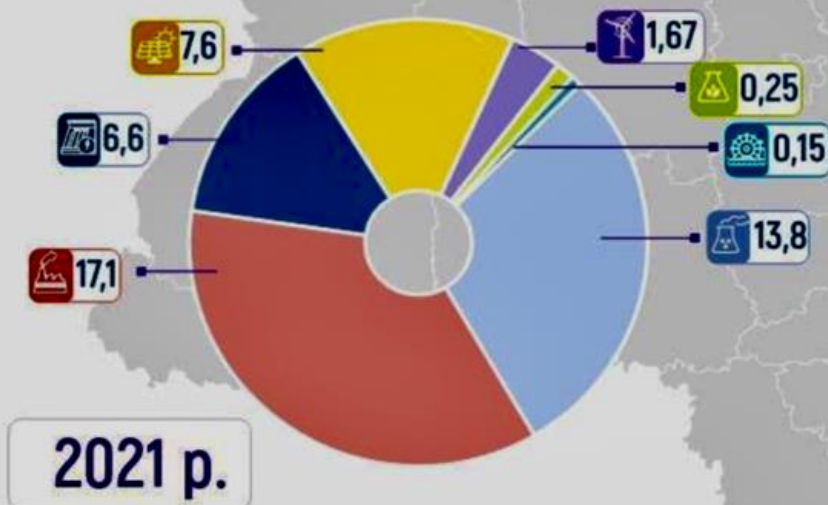
Проблеми систем централізованого теплопостачання у зв'язку з розвитком когенерації

О.І. Сігал

Ситуація в енергетиці

Потужність енергосистеми України у ГВт*
(станом на грудень 2021)

Потужність енергосистеми України у ГВт*
(станом на грудень 2024)



Атомна енергетика (АЕС)

Теплоенергетика (ТЕС і ТЕЦ)

Гідроенергетика (ГЕС і ГАЕС)



Вітрова енергетика (ВЕС)

Біоенергетика (БГУ і ТЕС на біомасі)

Малі ГЕС

Сонячна енергетика (СЕС і дСЕС)

Разом 2021 р.

47,2 ГВт

Разом 2024 р.

23,2 ГВт

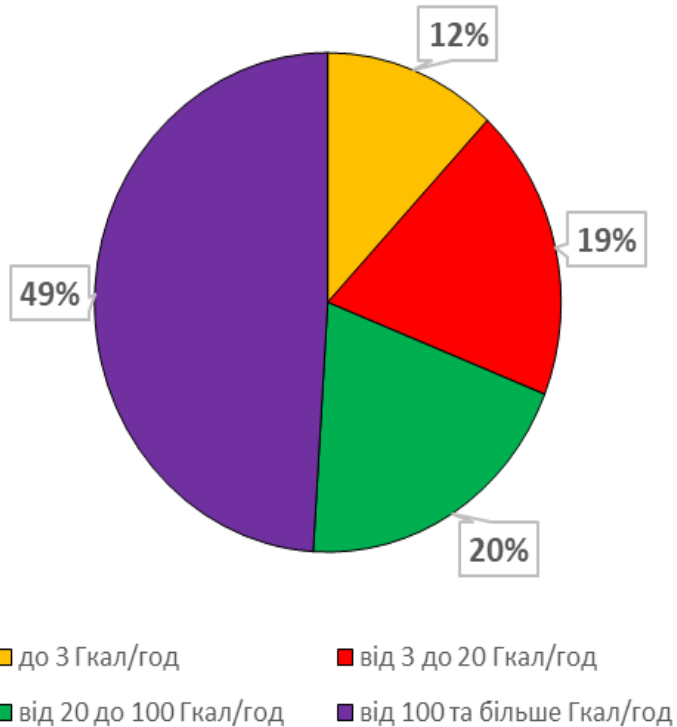
Яку економіку ми будуємо

<i>Тип економіки</i>		<i>Необхідне виробництво електроенергії</i>
Виключно аграрна	—	34,8 млрд кВт·год
Аграрно-промислова	—	39 млрд кВт·год
Промислова	—	50,7 млрд кВт·год

Тільки наявність безперебійного енергопостачання з конкурентною на світових ринках ціною здатна забезпечити промисловий розвиток Країни

Можливості розвитку електрогенерації на об'єктах теплопостачання

Вклад котелень різної потужності в виробництво теплової енергії



1% котелень потужністю понад 100 Гкал/год - біля 110 котелень - виробляє біля 50% теплової енергії централізованого теплопостачання, ще 2% - біля 220 котелень з котлами понад 20 Гкал/год виробляє ще 20% теплової енергії, то **це і є перелік потенціальних когенераційних ТЕЦ.**

На великих об'єктах доцільно встановити газові турбіни, чи машини 10 та більше МВт встановленої потужності. Для котелень з 2 котлами по 100 Гкал/год (ПТВМ-100; КВГМ-100), що мають «запас» по газу до 10000 м³/год встановлення обладнання з додатковим використанням газу 1,0 – 1,5 тис.м³/год не потребує додаткових лімітів на газ. Екологічні проблеми теж легко вирішуються шляхом додавання газів, що відходять від когенераційних машин до дуттового повітря, що іде у котли (гази рециркуляції до 10%), що знижує викиди NO_x.

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Вибір електрогенеруючого обладнання автономного маневреного комплексу здійснюється між газопоршневими установками (ГПУ), парогазовими установками (ПГУ) та газотурбінними установками (ГТУ).

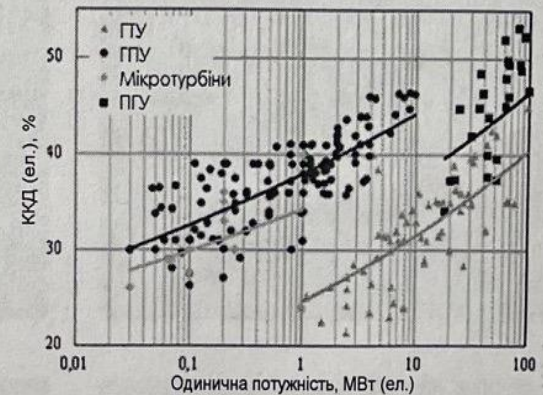
При оцінці технічної доцільності вибору технології генерації враховуються в першу чергу такі показники:

- вимоги до теплоти (вода, пар, температура, тиск);
- графік навантаження теплової та електричної енергії;
- робота в автономному або паралельному режимах;
- відношення теплоти і електричної потужності автономного маневреного комплексу.

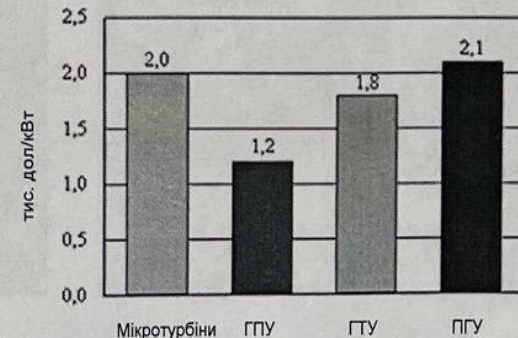
Графік виходу на повну потужність ПГУ і ГПУ



Графік залежності ККД по виробленню електроенергії від типу і потужності когенераційних установок



Порівняння питомих капіталовкладень в когенераційні установки різних типів



Відповідно до набору параметрів, найефективнішим є використання газопоршневих технологій (ГПУ).

Можливості розвитку електрогенерації на об'єктах теплопостачання

- Якщо планувати на всіх 300 великих котельнях поставити КГУ (зараз на цих котельнях виробляється біля 5 тис. Гкал/рік теплової енергії), то це усереднено 2,5 МВт/год на 1 котельню.
- З урахуванням 100 великих котелень, де можна встановити ГТУ потужністю приблизно 20 МВт/год, досягнення 1 ГВт/год встановленої потужності може бути реальним, але додатковий газ складе майже 20% чи 1,3 млрд.м³.
- В Україні поки цього газу немає, якщо його купувати за кордоном, то на це слід додатково передбачити мінімум 800 млн.\$/рік.

При виборі когенераційної машини на базі поршневого двигуна слід звернути увагу на наступне (не вичерпно):

№	Звернути увагу на	Параметр	Що зробити	Вплив на вартість
1	Вимоги до палива (газ)	Вміст вологи, вміст твердих частинок	Необхідність компримування газу	Чим менші вимоги, тим дорожча машина
2	Система подання газу у камеру згорання	Тиск газу >4 кг чи власний турбонаддув	Необхідність встановлення турбокомпресора 0,2 кг	За відсутності необхідного тиску здорожчання машини
3	Ресурс до кап. ремонту та можливість виконати його без демонтажу та відправки машини на завод-виробник	Чи гільзований двигун, чи є виїзний сервіс	Необхідність демонтажу та відправки КГУ на завод - виробник	Врахувати різницю у кап. затратах на сервіс
4	Період заміни мастила та ін.	Співвідношення ціни масла та його доступності та періоду до заміни	Необхідність заміни та резервування мастила	Чим більше термін роботи мастила тим воно дорожче
5	Число обертів валу	1500 об/хв	Якщо вище - термін до кап. ремонту менший	Чим менше, тим дорожча машина

При виборі когенераційної машини на базі поршневого двигуна слід звернути увагу на наступне (не вичерпно):

№	Звернути увагу на	Параметр	Що зробити	Вплив на вартість
6	Співвідношення між виробленою електроенергією та теплотою	Зазвичай 50/50	Якщо є можливість використати тепло, тоді 40/60 чи 30/70	Можливість здешевити машину
7	Утилізація теплоти	Від відхідних газів; охолоджувальної води; надувного повітря; мастила	Наявність 4-х охолоджувальних контурів та теплообмінників	Відсутність будь-якого з контурів охолодження здешевшує машину
8	Наявність технологічних рішень зі зниженням викидів у довкілля	$\text{NOx} \leq 100 \text{ мг/м}^2$	Використання відхідних газів у якості газів рециркуляції	Можливість виконати екологічні вимоги
9	Рівень шуму	У пакетованій машині не перевищує нормативу	Наявність шумопоглинального кожуху	Збільшує вартість
10	Струм та напруга	Можливість роботи з мережею	Потрібен додатковий трансформатор	Збільшує вартість

Розподілена когенерація ?

Когенерація – це вироблення електричної енергії на тепловому споживанні.

Розподілена електрогенерація – це вироблення електроенергії для потреб регулювання енергосистеми з виробленням теплоти за принципом скиду у систему тепlopостачання (як у великий акумулятор теплоти).

Таким чином, в технічному плані
розподілена електрогенерація не є когенерацією

Заходи з впровадження *розподіленої електрогенерації* спрямовані, перш за все, на сприяння забезпеченню енергетичної безпеки України, економічні показники відходять на другий план.

Необхідність сталого споживача електрики - умова роботи КГУ

Задля того, щоб КГУ надійно працювала,
електричне навантаження повинно бути
не менш, ніж 75%.

Нажаль, власні електричні потреби котельних
значно менші.

Для забезпечення необхідного електричного
навантаження

доцільно встановлювати електричні котли
сумарною потужністю від 500 кВт до 2 МВт.

Необхідність споживача теплової енергії - умова економічної роботи КГУ

Можлива комплектація КГУ:

- з сухою градирнею,
- з теплообмінником на газах, що відходять
- з комплексом теплообмінників системи охолодження.

Необхідно передбачити споживача теплової енергії у вигляді ГВП влітку, чи (за його відсутністю) тригенерацію з використанням холоду.

Наявність споживача теплової енергії змінює розподіл газу та витрат, віднесених на тепло та електрику, та забезпечує беззбитковість роботи КГУ.

Біометан в Україні

Розвиток когенерації потребує збільшення використання газу, який зараз є в дефіциті.

Україна має значний потенціал виробництва біометану, але поки мінімально доцільна ціна становить 800 \$ за 1 тис.м³. Тобто, навіть при ціні CO₂ у 100 \$ за тонну опалення біогазом в Україні буде недоцільно.

Якщо ж все таки ми будемо використовувати цей ресурс, це підвищить ціну енергоресурсу інтегрально у 2 рази, що спричинить підвищення цін на всю продукцію промисловості на 40-50%.

Порівняння вартості одиниці енергії в різних енергоносіях

Вид палива або енергоносія	Середня вартість з транспортом і ПДВ (на травень 2022 р.)	Нижча теплотворна здатність	Вартість одиниці енергії, грн/ГДж з ПДВ
	А	Б	А/Б
Природний газ для населення	10000 грн/тис. м ³	33,5 МДж/м ³	299
Природний газ для населення для бюджетної сфери	31300 грн/тис. м ³	33,5 МДж/м ³	934
Природний газ для промисловості	40000 грн/тис. м ³	33,5 МДж/м ³	1194
Вугілля	5200 грн/т	25 МДж/кг	208
Мазут	12700 грн/т	42 МДж/кг	302
Електроенергія для населення	1,68 грн/кВт·год	-	467
Електроенергія для непобутових споживачів	3,5 грн/кВт·год	-	972
Електроенергія для непобутових споживачів через тепловий насос з COP = 2,3	3,5 грн/кВт·год	-	423
Деревна тріска	2000 грн/т	12 МДж/кг	167
Гранули з деревини	6000 грн/т	17 МДж/кг	353
Гранули з лушпиння	5000 грн/т	17,5 МДж/кг	286
Тюки соломи чи стебел кукурудзи	1500 грн/т	14,6 МДж/кг	103

Цільові показники системи централізованого теплопостачання

- Матеріальна характеристика системи ЦТ
- $L_{\text{мережі}} \times D_{\text{серед}}$

$Q_{\text{присоед}}$

якщо це значення > 100 , то централізована система теплопостачання не ефективна і доцільно переходити на децентралізоване теплопостачання.

- Витоки – нормальні 0,25% обсягу рідини у мережі на годину.
- Джерела – 158 кг уп/Гкал – 90% ккд.

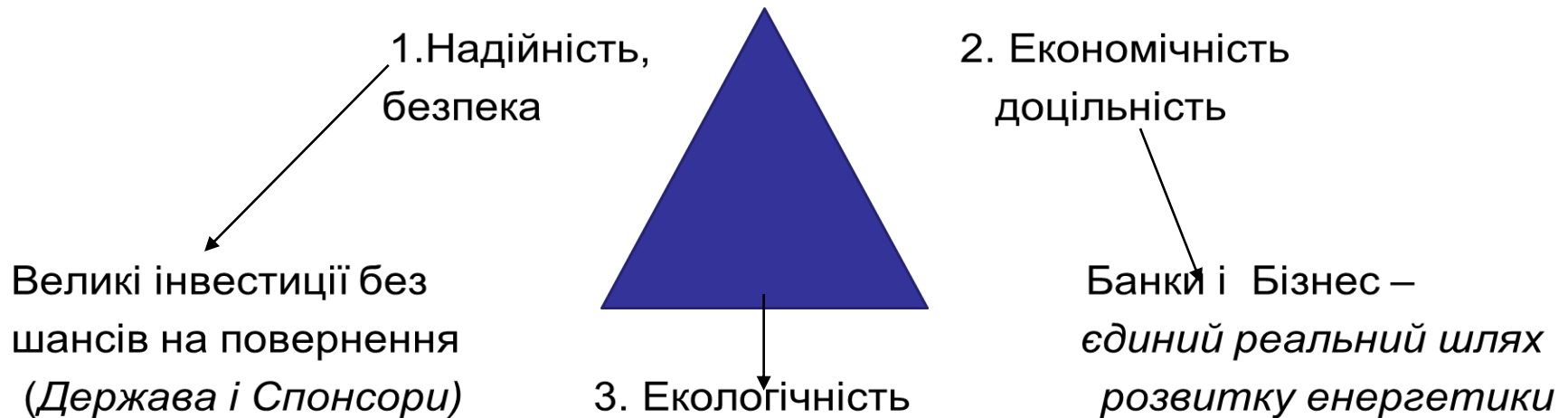
Цільові показники системи централізованого теплопостачання

- Надійність (імовірність безвідмовної роботи) – 0,86.
- Коефіцієнт готовності – 0,97.
- Коефіцієнт живучості – 0,97.
- Кількість припинень подачі на 1 км. мережі.
- Кількість припинення подачі на 1 Гкал встановленої потужності.
- Нова система має 0,05 відмови на 1 км/рік.
- Нова арматура 0,002 на 1 од./рік.
- Для старих магістральних трубопроводів 0,45 1 км/год, тобто у 9 разів більше, ніж для нових.
- Час усунення аварій для Ду 100-150 мм – 3,3 години, а для Ду 800 мм – 15,2 години.

Забезпечення безпеки та надійності теплопостачання в умовах воєнного стану

- Розосереджена генерація електричної та теплової енергії
- Використання автономних джерел, зокрема пересувних блочно-модульних котелень
- Взаємне резервування (кільцювання) теплових джерел та мереж (будівництво / відновлення перетинок)
- Залишення у використанні / резерві низькоефективних малих котелень

Трикутник розвитку енергетики



кредитування енергетики зовнішніми запозиченнями
*але підписані зобов'язання України виключають економічно п.1 та п. 2,
але без п.3 п. 2 не працює. Тоді фінансист тільки держава, але вона має борг
30 млрд. грн на ринку електроенергії та більше 100 млрд. грн на ринку тепла*

Пріоритети розвитку енергетичної інфраструктури

1. Економіка, через енергоефективність. У цьому випадку є ресурс для покриття витрат через економію.
2. Екологія:
 - кліматична нейтральність може збігатися з задачею 1, тобто через енергоефективність можливо знизити викиди CO₂
 - зниження викидів токсичних речовин (виконання НПСВ) потребує додаткових витрат, для яких невизначені джерела фінансування.
3. Безпека:
 - будівництво та утримання резервних потужностей - низькоефективних малих котелень
 - взаємне резервування (кільцювання) теплових джерел та мереж (будівництво / відновлення перетинок);
 - розосереджена генерація електричної та теплової енергії, пересувні котельні та когенерація на газі;
 - біометан та сонячні електростанції.

Дякую за увагу!

Тел: (+38 044) 453 2862

E-mail: office@engecology.com