

Шифр: «Корифеї»

Студентська наукова робота
на тему:
**«Підключення когенераційної установки до
житлової забудови»**

Анотація

Актуальність: на сьогоднішній день, в період зростання цін на природній газ, нафту та вугілля, які є основним джерелом теплової енергії, як в промисловості, комунальному господарстві так і в приватному секторі, виникає нагальна потреба у використанні альтернативних джерел теплової енергії. Когенерація визнається радикальним засобом протидії глобальній зміні клімату, марнотратству в паливній сфері, засобом, який сприяє сільському й регіональному відродженню, росту зайнятості у машинобудуванні.

Мета: дослідити розвиток малої енергетики.

Завдання: розглянути процес спільного вироблення електричної і теплової енергії-когенерація, яка крім усього іншого дає можливість для розвитку економіки країни.

Методика дослідження: проаналізувати виробництво електричної та теплової енергії яке відбувається у порівняно невеликих блочних модулях, які встановлені у безпосередній близькості від споживача. Завдяки цьому втрати електричного струму та тепла під час транспортування мінімізуються.

Загальна характеристика роботи: розглянуто принцип децентралізації (зменшення) теплофікаційних систем, створення помірно-централізованих систем теплопостачання, які забезпечують теплотою і електроенергією, а при необхідності й холодом окремі адміністративні і громадські будівлі, підприємства, житлові комплекси, учбові заклади і тому подібні об'єкти.

Наукова новизна: розподілена енергетика в майбутньому могла б зменшити капітальні вкладення і зменшити вартість нової енергії. З когенераційними системами, розташованими в безпосередній близькості від споживача, виключаються втрати енергії. Величини втрат нинішніх мереж лежать в межах від 5 до 20% сумарної потужності.

Зміст

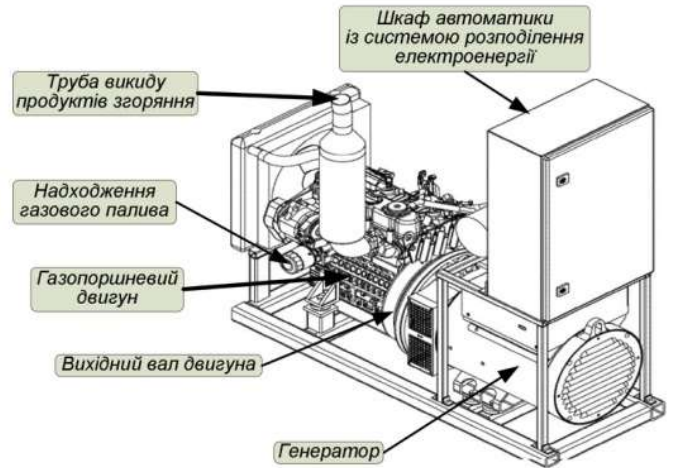
- 1) Анотація.
- 2) Головна ідея проекту.
- 3) Проблема, яку вирішують впровадження цієї інновації.
- 4) Шлях розвитку енергетики має такі переваги.
- 5) Різновиди когенераційних установок.
- 6) Переваги когенерації.
- 7) Екологічні вигоди когенерації.
- 8) Підключення житлового будинку.
- 9) Собівартість транспортування теплоти.
- 10) Бюджет стартового впровадження.
- 11) Список використаної літератури.

Головна ідея проекту

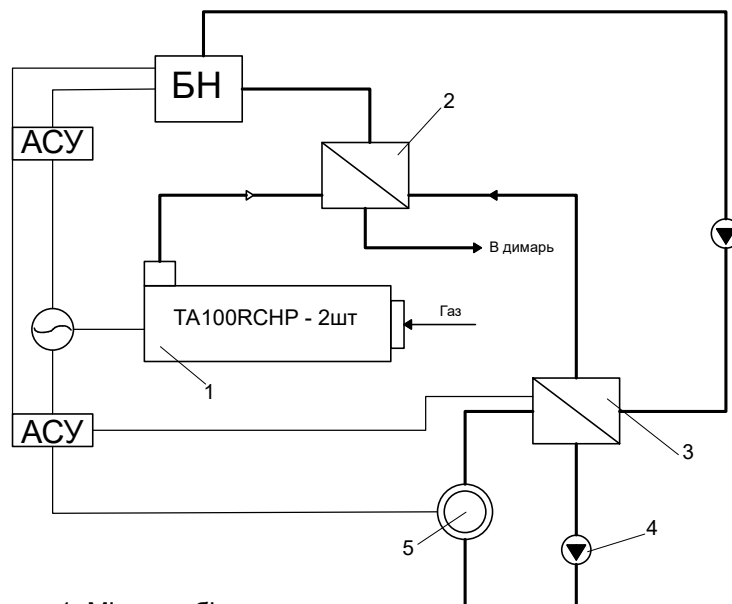
На даний момент паливно-енергетичний комплекс України переживає кризовий стан. Основний прояв кризи полягає в тому, що звичайним явищем стає порушення і перебої постачання окремих регіонів і споживачів паливом, електричною і тепловою енергією.

Одним з найбільш перспективних рішень ситуації, що склалася є розвиток малої енергетики. Великим потенціалом тут має процес спільного виробництва електричної і теплової енергії - когенерація, яка крім усього іншого дає можливість для розвитку економіки країни.

Під терміном «когенераційні установки» сьогодні розуміють установки комбінованого виробництва теплової і електричної енергії, які базуються на теплових (поршневих і газотурбінних) двигунах невеликої (0,5–2 МВт) і середньої (до 30–40 МВт) електричної потужності. Як і в звичайній паротурбінній ТЕЦ, в когенераційній установці корисно використовується скидна теплота теплового двигуна за допомогою котла-утилізатора.



Принципова схема автономного енергопостачання багатоквартирного житлового будинку



1. Мікротурбінна установка.
 2. Утилізаційний теплообмінник (котел-утилізатор)
 3. Мережний теплообмінник.
 4. Мережний насос.
 5. Споживач теплового та електричного навантаження.
- АСУ - автоматизована система управління.

Проблема, яку вирішують впровадження цієї інновації.

На сьогоднішній день, в період зростання цін на природний газ, нафту та вугілля, які є основним джерелом теплової енергії, як в промисловості, комунальному господарстві так і в приватному секторі, виникає потреба у використанні альтернативних джерел теплової енергії.

Генерація теплоти у більшості випадків здійснюється від потужних джерел – ТЕЦ. Потужність ТЕЦ практично може забезпечити виробництво електроенергії на власне споживання міста.

Початковим імпульсом для реалізації енергозберігаючих технологій в теплоенергетиці й, в першу чергу, будівництва когенераційних установок слугували нафтові кризи, що вибухнули у 1973–1978 рр. і змусили світове товариство глянути на її зростання до 2010 року у відповідності зі стратегією ЄС на проблеми паливозбереження у подальшій перспективі. Враховуючи важливість вирішення паливних проблем, урядами багатьох промислово розвинених країн були прийняті законодавчі акти, що стимулювали розвиток когенераційної енергетики.

Когенерація визнається радикальним засобом протидії глобальній зміні клімату, марнотратству в паливній сфері, засобом, який сприяє сільському й регіональному відродженню, росту зайнятості у машинобудуванні.

Основа зниження енергоємності – оснащення сфери матеріального виробництва, послуг, будівель новітніми технологіями, реконструкція старих систем енергозабезпечення, обладнанням, які відповідатимуть сучасному науково – технічному рівню розвитку людства.

Виробництво електроенергії та тепла

Роздільне виробництво електроенергії та тепла	
	Загальна ефективність $\text{ККД} = \frac{40+80}{200} \cdot 100 = 60\%$
Комбіноване виробництво електроенергії та тепла	
	Загальна ефективність $\text{ККД} = \frac{35+55}{100} \cdot 100 = 90\%$

Шлях розвитку енергетики має такі переваги:

- збільшення ефективності використання палива завдяки більш високому ККД;
- зниження шкідливих викидів в атмосферу в порівнянні з роздільним виробництвом тепла та електроенергії;
- зниження втрат при транспорті теплоти і електроенергії за рахунок зменшення відстаней між виробниками і споживачами енергії, а також за рахунок застосування сучасних засобів захисту і технологій;
- можливість оперативного регулювання теплової і електричної потужності установки в залежності від навантаження, часу доби, сезону, погодних умов;
- можливість використання сучасного високоефективного енергетичного обладнання;
- використання систем глибокої утилізації (утилізація схованої теплоти пароутворення при спалюванні вуглеводневого палива);
- можливість використання в КУ місцевих нетрадиційних видів енергії і енергозберігаючих технологій;
- зменшення коштів, необхідних для модернізації або заміни застарілого обладнання і мереж.

Вказані особливості когенераційних технологій дозволяють зменшити витрату палива на виробіток теплоти і електроенергії, тобто витрати на енергоносії, а разом з цим скоротити викиди парникових газів і шкідливих речовин в навколишнє середовище, що є на сьогоднішній день найпотужнішим стимулом для будівництва когенераційних установок.

Різновиди когенераційних установок.

Розрізняють три види когенераційних установок на базі головного двигуна:

- Поршневий двигун;
- Парова турбіна;
- Газова турбіна;

Порівняння - газопоршневих, газотурбінних і дизельних установок.

Газопоршневі установки більш ефективні по порівнянню з газотурбінними і дизельними установками. На це є ряд причин:

- Високий електричний ККД

Найвищий електричний ККД - до 30% - у газової турбіни. При зниженні навантаження до 50%, електричний ККД газової турбіни знижується майже в 3 рази. Для газопоршневого двигуна така ж зміна режиму навантаження практично не впливає ні на загальний, ні на електричний ККД.

- Умови роботи

Кількість пусків: газопоршневої двигун може запускатися і зупинятися необмежену кількість разів, що не впливає на загальний моторесурс двигуна. 100 пусків газової турбіни зменшують її ресурс на 500 годин.

Час запуску: час до прийняття навантаження після старту становить у газової турбіни 15-17 хвилин, у газопоршневого двигуна - 2-3 хвилини.

- Проектний термін служби, інтервали техобслуговування

Ресурс до капітального ремонту складає у газової турбіни 20 000 - 30 000 робочих годин, у газопоршневого двигуна цей показник дорівнює 60 000 робочих годин . Вартість капітального ремонту газової турбіни з урахуванням витрат на запчастини і матеріали значно вище.

Переваги когенерації.

Когенерація, за оцінками фахівців, пропонує чудовий механізм економічного стимулювання:

- Зменшення частки енергії в собівартості продукції дозволяє істотно збільшити конкурентоспроможність продукту. В Україні частка енергії в собівартості продукту коливається від 10% до 70%, що в 5-10 разів вище світового рівня. У собівартості продукції хімічної промисловості на енергію припадає близько 70%. У металургії - до 27%.
- Неякісне електропостачання - головний фактор уповільнення економічного зростання. Когенерація є практично найоптимальнішим варіантом забезпечення надійності постачання електричної енергії.
- Енергозалежна економіка вимагає все більше і більше енергії для роботи і розвитку. При традиційному енергозабезпеченні виникає безліч організаційних, фінансових та технічних труднощів при зростанні потужностей підприємства, оскільки часто необхідні прокладка нових ліній електропередач, будівництво нових трансформаторних підстанцій, перекладка теплотрас і т.д. У той же час, когенерація пропонує вкрай гнучкі і швидкі в плані нарощування потужностей рішення. Нарощування потужностей може здійснюватися як малими, так і досить великими частками. Цим підтримується точна взаємозв'язок між генерацією і споживанням енергії. Таким чином, забезпечуються всі енергетичні потреби, які завжди супроводжують економічне зростання.
- Вартість прокладки енергокомунікацій і підключення до мереж можуть вилитися в суму, порівнянну або перевищує вартість проекту когенерації. Велика частина території України (за різними оцінками від 50 до 70%) розташовується поза зоною дії централізованих електричних мереж.
- Паливом є газ, його перевагою є відносна дешевизна, мобільність і доступність.
- Когенерація дозволяє утриматися від непотрібних і економічно неефективних витрат на засоби передачі енергії, до того ж виключаються

втрати при транспортуванні енергії, так як енергогенеруюче обладнання встановлено в безпосередній близькості від споживача. Нормативні втрати в тепломережах - 5%, а реальні, в середньому, - 12-16% від переданої теплової енергії.

Існує велика кількість економічних вигод когенерації, на жаль, частина цього потенціалу залишається непоміченою кінцевими користувачами, промисловістю, бізнесом і владою або не реалізованою компаніями-виконавцями.

Когенерація зменшує витрати на паливо/енергію - ККД виробництва енергії з первинного палива збільшується в 2-3 рази, споживачі скорочують витрати на паливо на дві третини і отримують можливість ефективного застосування утилізованого тепла (сушка, охолодження, кондиціонування і т.д.).

Когенерація оптимізує споживання природного газу - знижуються витрати на придбання газу, вимоги до газової інфраструктури і занепокоєння щодо запасів газу.

Когенерація знижує потреби в нових лініях електропередач - дозволяє уникнути будівництва дорогих і небезпечних високовольтних ліній над приватною власністю, екологічного протиборства. Розподілена енергетика в майбутньому могла б зменшити капітальні вкладення і зменшити вартість нової енергії. З когенераційними системами, розташованими в безпосередній близькості від споживача, виключаються втрати енергії. Величини втрат нинішніх мереж лежать в межах від 5 до 20% сумарної потужності.

Екологічні вигоди когенерації.

1. Виробництво енергії - головне джерело забруднення. Когенерація, використовуючи первинне паливо в два-три рази ефективніше традиційної енергетики, знижує викиди забруднюючих речовин (оксиду азоту, двоокису сірки та летких органічних сполук) в 2-3 рази, залежно від конкретного випадку. В даний час, електростанції відповідальні за 2/3 сумарних національних викидів двоокису сірки (SO₂), 1/4 окису азоту (NO_x), 1/3 ртуті (Hg) та 1/3 викидів двоокису вуглецю (CO₂), основного парникового газу. Емісії сприяють збільшенню серйозних екологічних проблем, включаючи глобальну зміну клімату, кислотні дощі, смог, забруднення водних артерій і евтрофікації найважливіших водойм.
2. Звалища великих міст і очисні споруди міської каналізації при утилізації метану в малих і середніх системах когенерації дадуть не тільки додаткову електроенергію місту, а й приблизно в 20 разів зменшать забруднення атмосфери в порівнянні з його спалюванням.

Підключення житлового будинку.

Застосування когенераційних мікротурбінних установок в комунальній енергетиці, для автономного енергопостачання багатоквартирного житлового будинку. В якості приклада обрано електропостачання та гаряче водопостачання житлового будинку впродовж доби на протязі всього року.

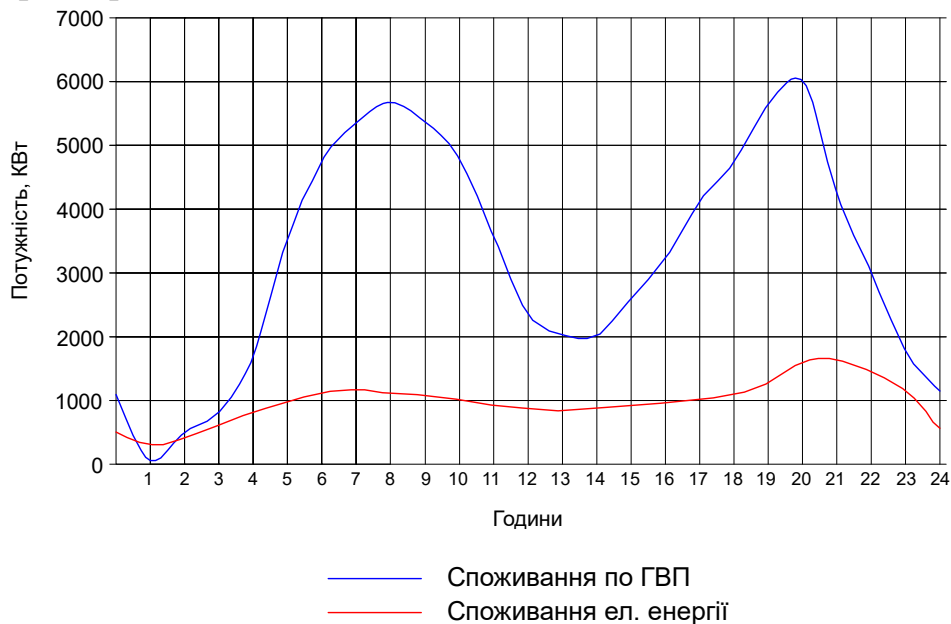
Новий мікрорайон, що знаходиться на окраїні міста Київ.

В мікрорайоні розташовано 10 однотипових будинків. Як приклад було обрано типовий житловий дев'ятиповерховий будинок. Кількість під'їздів - 3, кількість квартир - 162.

Типовий житловий дев'ятиповерховий будинок.
Кількість під'їздів - 3, кількість квартир - 162



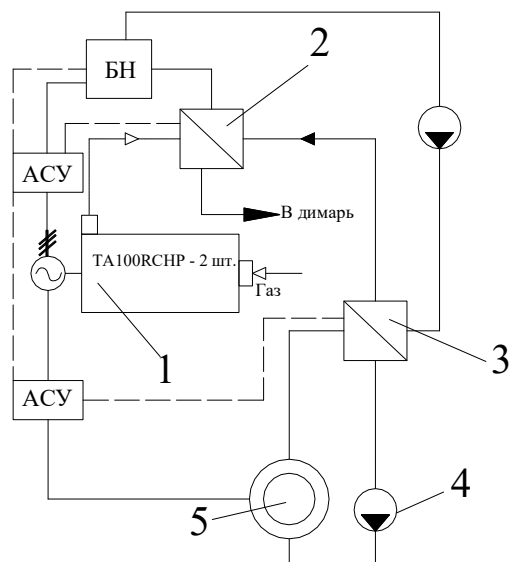
На графіку витрат ми бачимо добове споживання теплоти та електроенергії даного будинку. Що становить 6000 кВт теплоти і 1500 кВт електроенергії.



З графіка видно, що у години «пік» необхідне теплове навантаження по ГВП значно перевищує номінальне, що виробляється на мікротурбінних

установках. Оскільки графік електричного навантаження впродовж доби знижується до 40 кВт, то можливо застосування акумуляційного бака - накопичувача води системи гарячого водопостачання з електричним підігрівом власною електроенергією у години падіння електроспоживання будинку. У такому ж режимі дві мікротурбінні установки впродовж доби будуть працювати з навантаженням 90% від номіналу і тим самим повністю покривати електричний графік навантаження, а залишок електричної енергії буде направлятися для підігріву води ГВП. Також у нічні та денні «провали» графіка ГВП, буде залишок теплової енергії від когенераційних установок. Цей залишок у вигляді гарячої води також буде подаватися у бак - накопичувач.

Гаряча вода з температурою 95⁰ С після утилізаційного теплообмінника надходить у бак накопичувач - акумулятор з електричним підігрівом, де змішується з накопиченою раніш гарячою водою, а при необхідності догрівається до нормативних параметрів та надходить до мережного теплообмінника житлового будинку.



Автоматизована система управління, за допомогою контрольних датчиків, визначає кількість електроенергії, яку необхідно затратити для нагріву води у БН, а також витрату води, яка направляється на мережний теплообмінник. Об'єм БН можна прийняти виходячи з максимальної витрати по ГВП впродовж доби – 4,9 м³/год, з збільшенням на 10 % для резервного аварійного

запасу. Таким чином, об'єм бака накопичувача - акумулятора з електричним підігрівом складатиме 5,4 м³. Бак накопичувач може також застосовуватися як пожежний резервуар та розташовуватися у підвалі, або на даху житлового будинку. [18.]

$$Q'_{\text{оmax}} = a \cdot q_{\text{ол}} \cdot \beta \cdot V \cdot (t_{\text{в}} - t'_{\text{о}}) \text{ (Гкал)}$$

$$Q'_{\text{оmax}} = 1,07 \cdot 0,41 \cdot 1,13 \cdot 30368 \cdot (18 + 22) = 6,88 \text{ (Гкал)}$$

Виходячи з розрахунків, добова споживана теплова енергія по ГВП склала - 6,88 Гкал. Добовий виробіток теплової енергії за рахунок застосування двох когенераційних установок – 5,86 Гкал. Для забезпечення всієї потужності ГВП необхідно додатково одержати - 1,02 Гкал на добу. Добове споживання електричної енергії житловим будинком складає - 2575 кВт годин, а добове вироблення електроенергії за рахунок застосування двох установок – 4320 кВт. Надлишок виробленої електричної енергії складатиме - 1745 кВт на добу. Якщо припустити, що технологічні втрати складатимуть 5 %, а ККД акумуляційного бака - накопичувача з електричним підігрівом не менш - 90%, то для виробництва відсутніх 1,02 Гкал теплової енергії для ГВП необхідно затратити 1390 кВт годин електричної потужності. Таким чином надлишок електричної енергії впродовж доби складатиме 355 кВт год. Оскільки основна частина надлишкової потужності припадає на нічні години доби, то за її рахунок можна організувати зовнішнє освітлення вулиці, а також робити зарядку резервних джерел безперебійного живлення, або можливо зниження електричної потужності МТУ у нічному режимі на 5% впродовж 3,5 годин без зниження електричного ККД.

За методикою, були розраховані середньодобові показники енергетичної ефективності роботи когенераційних мікротурбінних установок. Електричний ККД склав - 29,0 %, коефіцієнт використання теплоти палива всієї схеми – 72,0 %. Добове споживання природного газу становить 1632 м³.

Собівартість транспортування теплоти.

Капіталовкладення і річні витрати на обслуговування теплової мережі:

$$K_{T.c} = a_{T.c} \cdot \sum I + b_{T.c} \cdot M \quad (\text{грн})$$

$$K_{T.c} = 516 \cdot 16184 + 13777 \cdot 3181,24 = 127375581 \quad (\text{грн})$$

$$I_{T.c} = f_{T.c} + K_{T.c} \quad (\text{грн/рік})$$

$$I_{T.c} = 0,075 \cdot 127375581 = 9553167 \quad (\text{грн/рік})$$

Умовна матеріальна характеристика теплової мережі:

$$M_{\text{умовн}} = M + 0,15 \cdot \sum I \quad (\text{м}^2)$$

$$M_{\text{умовн}} = 3181 + 0,15 \cdot 16184 = 5608,6 \quad (\text{м}^2)$$

Річні тепловтрати і їх вартість:

$$Q_{T.п} = q_{T.п} \cdot M_{\text{умовн}} \quad (\text{Гдж/рік})$$

$$Q_{T.п} = 7,12 \cdot 5608,6 = 39928,9 \quad (\text{Гдж/рік})$$

$$I_{T.п} = Q_{T.п} \cdot z_T \quad (\text{грн/рік})$$

$$I_{T.п} = 39928,9 \cdot 5,76 = 229990,4 \quad (\text{грн/рік})$$

Напір мережних насосів і їх робоча потужність:

$$H = \delta H_{c.T} + 2\delta H_{T.c} + \delta H_a \quad (\text{м})$$

$$H = 15 + 2 \cdot 20 + 20 = 75 \quad (\text{м})$$

$$N = (g \cdot G \cdot H) / 1000 \cdot \eta_{н.у} \quad (\text{кВт})$$

$$N = (9,81 \cdot 420 \cdot 75) / (1000 \cdot 0,8) = 386 \quad (\text{кВт})$$

Капіталовкладення в мережний насос та витрата на їх обслуговування:

$$K_n = b_n \cdot N \quad (\text{грн})$$

$$K_n = 2755 \cdot 386 = 1063430 \quad (\text{грн})$$

$$I_n = f_n \cdot K_n \quad (\text{грн/рік})$$

$$I_n = 0,075 \cdot 1063430 = 79757 \quad (\text{грн/рік})$$

Річна витрата електроенергії на перекачку води:

$$E_{\text{річ}} = N \cdot n_n \quad (\text{кВт} \cdot \text{рік})$$

$$E_{\text{річ}} = 386 \cdot 5800 = 2238800 \quad (\text{кВт} \cdot \text{рік})$$

$$I_e = E_{\text{річ}} \cdot z_e \quad (\text{грн/рік})$$

$$I_e = 2,23 \cdot 10^6 \cdot 1,56 = 3492528 \quad (\text{грн/рік})$$

Сумарні річні витрати:

$$I = I_{T.c} + I_{T.п} + I_n + I_e \quad (\text{грн/рік})$$

$$I = 9553167 + 229990 + 79753 + 3492525 = 1335538 \quad (\text{грн/рік})$$

В данному розрахунку було наведено сумарну річну витрату, проте потрібно враховувати, що замовник не оплачує технологічні втрати в електричних мережах обленерго (0.4-110 кВ), а також Укренерго (більш 110 кВ). Згідно Постанови НКРЕ №177 (21.03.05) затверджені нормативні технологічні втрати в мережах нижче 35кВ для обленерго на рівні 12 ÷ 17%.

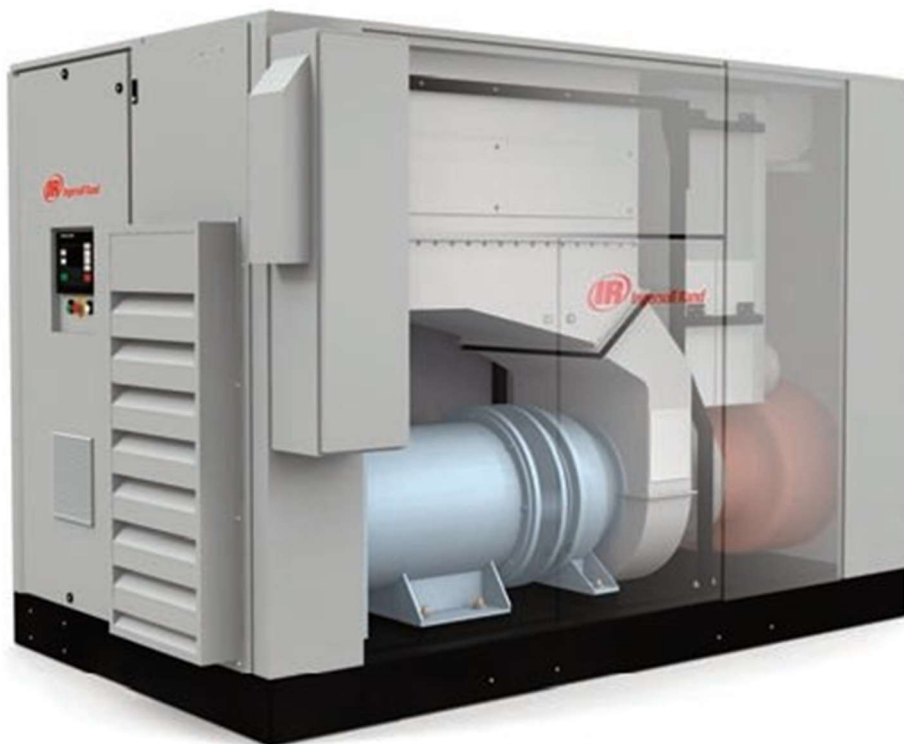
Бюджет стартового впровадження.

На сьогоднішній день існує багато аргументів в захист вибору когенераційних технологій. Когенераційні установки мають чудові характеристики: дешева електро- і теплоенергія, близькість до споживача, відсутності необхідності в дорогих ЛЕП і підстанціях, екологічною безпекою, мобільністю, легкістю монтажу і багатьма іншими чинниками. Розглянемо їх детальніше.

По-перше, спорудження подібних установок (електричною потужністю від 0,5 до 8МВт) не вимагає величезних капіталовкладень. В порівнянні з витратами на будівництво нових електростанцій, які обходяться в \$1000 - \$1500 на один кВт потужності, питома вартість 1 кВт потужності пропонувані когенераційні установки складає \$500 - \$800.

По-друге, враховуючи відмінність в собівартості електроенергії і теплової енергії та тарифів монопольних постачальників енергоносіїв, що діють на енергоринку, використання когенераційних установок економічно ефективно, тобто когенераційні установки здатні приносити прибуток.

Таким чином, когенераторні установки є економічно привабливими для промислового споживача. Витрати на проектування, закупівлю, введення в експлуатацію і амортизацію подібних установок окупаються вже на 3 - 4 році експлуатації при розрахунковому терміні служби устаткування 25-30 років (180-192 тисячі годин роботи). Пропонувані установки Elliott моделі TA100RCHP мають міжремонтний ресурс 64 тис. годин і низьку вартість експлуатаційних витрат: витрата газу - менше 0,3 м³, витрата масла - менше 0,3 г на 1 кВт/годин



Список використаної літератури

1. Методичні вказівки до курсового проекту “Теплопостачання мікрорайону” для студентів спеціальності 7.092108 “Теплогазопостачання і вентиляція” факультету підвищення кваліфікації і перепідготовки спеціалістів. / Укл. Єнін П. М., Швачко Н.А., – Київ: КНУБА, 2000.
2. Правила технічної експлуатації систем теплопостачання комунальної енергетики України. / А.М. Тугай, П.М. Єнін, Г.Г. Шишко та інші – Київ, 1999.
3. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України. / Ковалко М.П., Денисюк С.П.; Відпов. Ред. Шидловський А.К. – Київ: УЕЗ, 1998.
4. Закону України "Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу" (2509-15)
5. ДСТУ «Енергозбереження. Енергоємність технологічного процесу вироблення електричної та теплової енергії, які відпущені від газопоршневої когенераційної установки.
6. Дбн В.2.2-15-2005 Житлові будинки. Основні положення.
7. М. А. Юдін, «Перспективи використання когенераційних установок для підтримання економічної безпеки держав».