

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: *Інженерних систем та екології*

Випускова кафедра: *Теплотехніки*

Освітній ступінь: *магістр*

Спеціальність: *144 Теплоенергетика*

Освітня програма: *Енергетичний менеджмент, енергоефективні
муніципальні та промислові теплові технології*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри теплотехніки

_____ року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

ТОНКОГОЛОСЮК ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ

**Тема роботи: Впровадження енергоефективних автономних джерел
генерації в м.Одеса. Комплексний проект. Частина 2**

затверджена наказом ректора КНУБА № 2455/2 від «21» листопада
2024 року

1. Керівник роботи **Чепурна Н.В., к.т.н., доцент**

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту **25.11.2024р.**

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Вихідні дані

Р. 2. Коротка характеристика об'єкта і його склад

Р. 3 Технологічні рішення

Р. 4. Техніко-економічні показники

Р.5. Правила приєднання когенераційної установки до електричної
мережі

Р.6. Вибір електрогенеруючих установок для котелень

Р.7. Оцінка енергетичної та економічної доцільності різних типів когенераційних установок

5.Графічний матеріал за розділами

Р. 1. 1.Генплан

Р. 3. 2.Теплова схема, 3.План теплової мережі, 4.Аксонетрична схема теплової мережі, 5.Вузол Б, 6.Насосна група, 7.Система димовидалення, 8.Аксонетрична схема системи димовидалення

Р. 7. Плакат9 «Енергетично-економічний аналіз», Плакат10 «Економічний аналіз.

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	10.06.24
Розділ 2.	21.09.24
Розділ 3.	21.10.24
Розділ 4.	22.10.24
Розділ 5.	16.11.24
Розділ 6.	17.11.24
Розділ 7.	3.12.24
Остаточне оформлення роботи	20.12.24
Направлення роботи для перевірки на плагіат	5.12.24
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	5.12.24
Направлення роботи на рецензування	23.12.24

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ **Кириченко М.А.**

Керівник _____ **Чепурна Н.В.**

Здобувач _____ **Тонкоголосюк В.М.**

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра теплотехніки

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

**Впровадження енергоефективних автономних джерел генерації в
м.Одеса. Комплексний проект. Частина 2**

ТОНКОГОЛОСЮК ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра теплотехніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 20__ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

**Впровадження енергоефективних автономних джерел генерації в
м.Одеса. Комплексний проект. Частина 2**

Виконав: Тонкоголосюк Володимир Миколайович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

144 Теплоенергетика
(спеціальність)

**Енергетичний менеджмент,
енергоефективні муніципальні та
промислові теплові технології**
(освітня програма)

Група: **ТЕМ-23**

Керівник: **доц. Чепурна Н.В.**
(прізвище та ініціали)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до кваліфікаційної роботи здобувача:		<i>Тонкоголосяк Володимир Миколайович</i>	
<i>ЗВО</i>	Київський національний університет будівництва і архітектури		
<i>Тема (українською та англійською)</i>	Впровадження енергоефективних автономних джерел генерації в м.Одеса. Комплексний проект. Частина 2		
<i>Освітній ступінь</i>	магістр		
<i>Факультет</i>	Інженерних систем та екології		
<i>Випускова кафедра</i>	теплотехніки		
<i>Спеціальність</i>	144 Теплоенергетика		
<i>Освітня програма</i>	Енергетичний менеджмент, енергоефективні муніципальні та промислові теплові технології		
<i>Керівник</i>	Чепурна Наталія Володимирівна		
<i>Обсяг роботи:</i>	<i>пояснювальна записка, стор.</i>	<i>розділів</i>	<i>плакатів</i>
	85	7	10
<i>Розділ 1</i>	Вихідні дані		
<i>Розділ 2</i>	Коротка характеристика об'єкта і його склад		
<i>Розділ 3</i>	Технологічні рішення		
<i>Розділ 4</i>	Техніко-економічні показники		
<i>Розділ 5</i>	Правила приєднання когенераційної установки до електричної мережі		
<i>Розділ 6</i>	Вибір електрогенеруючих установок для котелень		
<i>Розділ 7</i>	Оцінка енергетичної та економічної доцільності різних типів когенераційних установок		
<i>Висновки по роботі:</i>	Розроблено робочий проект підключення однієї з необхідних ГПУ. Проведено економічний та енергетично-екологічний аналіз доцільності впровадження ГПУ для мирного часу.		
<i>Ключові слова: Keywords:</i>	Когенерація, енергетична стратегія для Одеси, газопоршневі установки, війна в Україні Cogeneration, energy strategy for Odessa, gas piston units, war in Ukraine.		

Здобувач: _____ / Володимир ТОНКОГОЛОСЮК /

Керівник: _____ / Наталія ЧЕПУРНА /

“ ___ ” _____ 20__

ВСТУП

З початку повномасштабного вторгнення 24 лютого 2022 року росіяни постійно атакують електроенергетичну інфраструктуру по всій країні. Всі вугільні теплові електростанції (ТЕС) неодноразово зазнали значних пошкоджень і руйнувань. Доступна потужність ТЕС внаслідок ракетно-дронових атак зменшилась в декілька разів. Постраждали також певна кількість гідроелектростанцій та міські теплоелектроцентралі, які, разом з окремими ТЕС виконують роль маневрових, напівпікових та пікових потужностей. Система передачі та розподілу електроенергії також зазнала значних пошкоджень та руйнувань, що обмежує можливості передачі енергії від генеруючих потужностей до споживачів.

Значні пошкодження об'єднаної енергетичної системи України (ОЕС) призводить до дефіциту електроенергії та відключень електроенергії по всій країні. Відсутність електропостачання робить критично важливу інфраструктуру міст – водопостачання, каналізацію та теплопостачання – вразливою та спричиняє перебої або навіть повну відсутність відповідних послуг для населення.

Таким чином, основною проблемою для муніципалітетів є необхідність забезпечення електропостачання критичної інфраструктури у разі системних збоїв, спричинених як прямими атаками, так і пов'язаними з ними аваріями в магістральних та/або розподільних електромережах. Тому необхідно розробити стандартизовані рекомендації щодо забезпечення електропостачання об'єктів критичної інфраструктури міст незалежно від наявності чи відсутності живлення від електромереж та з урахуванням достатнього рівня енергетичної та економічної ефективності запропонованих рішень.

Важливість окремого розгляду муніципальної критичної інфраструктури зумовлена тим, що в Україні частка населення, яке проживає в містах, поступово зростає. У 1991 році частка міського населення в загальній чисельності становила 67,5%, до 2002 року дещо знизилася до 67,2%, але в наступні роки

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ор.							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

зростала і на 1 січня 2022 року становила 69,7%. Таким чином, більше 2/3 населення країни проживає в містах і потребує великомасштабних послуг з електроенергії, тепла, води та каналізації, зосереджених на відносно невеликій території.

З усіх міст середнього та великого масштабу вісім – Київ, Львів, Одеса, Миколаїв, Херсон, Дніпро, Запоріжжя та Харків – були обрані ключовими фокусними містами для розробки програми. Вибір робили за такими критеріями:

1. найбільша кількість жителів;
2. вразливість з точки зору джерела живлення;
3. значення для країни.

Нижче наведено інформацію про відповідність обраних міст критеріям.

Київ: 3,5 мільйона жителів (найвищий показник у країні), найвища вразливість (масові атаки на енергетичну інфраструктуру в місті та навколо нього), найвища важливість (столиця, центр прийняття рішень).

Львів: 1 мільйон жителів, середня вразливість, найвища важливість (головний логістичний центр для міжнародної підтримки та поїздок за кордон, головний центр внутрішніх біженців).

Одеса: 1 мільйон жителів, найвища вразливість (нерозвинена енергомережа, великі атаки на енергетичну інфраструктуру), висока важливість (основний порт для транспортування зерна).

Миколаїв: 0,3 млн жителів, висока вразливість, висока важливість (матеріально-технічний центр південного військового напрямку).

Херсон: 0,15 млн жителів, найбільша вразливість (під постійними обстрілами), висока важливість (лінія фронту, нещодавно звільнена).

Дніпро: 1 млн жителів, висока вразливість, висока важливість (логістичний центр східного військового напрямку).

Запоріжжя: 0,2 млн жителів, найбільша вразливість (під постійними обстрілами), висока важливість (поблизу лінії фронту, ворота для внутрішніх біженців з окупованих територій).

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ор.

						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							3
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата		

Харків: 1 мільйон жителів, висока вразливість (великі атаки на енергетичну інфраструктуру), висока важливість (логістичний центр для східного військового напрямку, поблизу кордону з Росією)

Обмежувальним фактором для вибору міст для програми були внутрішні можливості для розробки програми/проекту та можливість залучити достатні фінансові ресурси для реалізації програми.

Аналіз міжнародного досвіду та результати консультацій, проведених у восьми ключових містах з відповідними постачальниками послуг, показують, що запропоновані рішення мають відповідати декільком критеріям:

1. робота на доступному та доступному (бажано не надто дорогому) паливі;
2. максимально швидкий запуск і вихід на працездатність;
3. тривала робота на максимальній потужності;
4. можливість глибокого силового маневру;
5. висока енергоефективність;
6. безпека;
7. достатній рівень централізації;
8. досить екологічний.

У ході роботи над розробкою цих рекомендацій були проведені консультації з національним оператором електричних мереж (НАК «Укренерго»), які повторно були озвучені на Форумі «Децентралізована генерація. Нові можливості для бізнесу та громад» [1]. У консультаціях із зазначеними містами також взяли участь обласні електророзподільні компанії (обленерго). У результаті було розроблено два додаткові критерії:

9. можливість використання обладнання в повсякденній роботі;

10. можливість запуску генераторів в «пікерному» режимі. В результаті фахівцями підприємств критичної інфраструктури міста Одеса було запропоновано проект заживлення критичної інфраструктури міста. Проект складається з 2-х частин:

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
										4
			Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата		

Однією з важливих особливостей енергетичного сектору України є власний видобуток природного газу, потужна та надмірно резервована газотранспортна система та практично 100% газифікація великих і середніх міст. З іншого боку, такі палива, як бензин і дизельне пальне, наразі не виробляються в Україні і повністю імпортуються. Альтернативні види палива, такі як біомаса/біогаз, не доступні постійно/миттєво або мають недостатні обсяги. Нарешті, вугілля та аналогічні види палива, незважаючи на наявність і доступність в Україні, є дуже неекологічними та потребують значного додаткового простору та зусиль для організації постачання палива до генераторів. Таким чином, можна стверджувати, що природний газ має бути паливом першого вибору, яке відповідає критеріям 1 і 8.

Аналіз ринку енергетичного обладнання показує, що за вибором палива газотурбінні [2] та газопоршневі [3] генератори відповідають критеріям 2, 3, 4 та 5.

Аналіз можливих схем розташування та додаткові консультації з муніципальними підприємствами та операторами електромереж показують, що як газові турбіни, так і газопоршневі двигуни також відповідають критеріям 9 і 10, особливо якщо вони належним чином масштабовані (відповідає критерію 7), обладнані колекторами для утилізації тепла та обслуговуються муніципальними компаніями централізованого теплопостачання (ЦТ).

Тому важливо запропонувати варіанти системних рішень, які б відповідали критеріям 6 і 7 на основі газотурбінних та/або газопоршневих генераторних установок.

Достатній рівень централізації (критерій 7) важливий для будь-якого запропонованого рішення з кількох причин, таких як ефективність обладнання, вплив на навколишнє середовище, стійкість тощо. Але найважливішою причиною є те, що він дозволяє вводити додаткові маневрові генеруючі потужності належної потужності до національна енергомережа, якої наразі не вистачає і є дуже необхідною не тільки для забезпечення стабільності та безпеки

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
										5
			Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата		

мережі, але й для забезпечення більшої кількості відновлюваних джерел енергії в системі в середньо- та довгостроковий післявоєнний період відновлення. Основна проблема забезпечення критерію 7 полягає в забезпеченні електроенергією насосних станцій водопостачання та каналізації. Маючи недостатню потужність (часто нижче 1 МВт, переважно в межах 1...2 МВт), вони також розкидані по містах. Таким чином, необхідно знайти рішення, як забезпечити живлення групи таких установок від одного джерела з достатньою потужністю (бажано понад 10 МВт) за допомогою існуючих мереж розподілу електроенергії.

З іншого боку, надмірно централізоване рішення (наприклад, встановлення всієї необхідної потужності на одному місці) підірвало б або навіть повністю порушило критерій безпеки (критерій 6). Цей критерій означає, що рішення має не лише забезпечувати належний рівень фізичної безпеки (наприклад, прямий захист від куль/шрапнелі/уламків тощо), а й виключати можливість повного виходу з ладу одним єдиним прицільним ударом.

Беручи до уваги:

- результати обговорень з відповідними комунальними підприємствами (включаючи електророзподільні компанії);
- аналіз типової загальної потужності критичної інфраструктури, яка буде охоплена рішенням у всіх фокус-містах (50 МВт+);
- розподіл потужностей основного обладнання критичної інфраструктури (0,5...30 МВт на точку відбору);
- аналіз потенційних ризиків безпеки та методи пом'якшення;
- вимоги щодо достатнього рівня централізації (рівень потужності джерела) (не менше 5 МВт, бажано 10 МВт+);

дозволяє зробити висновок, що запропоноване рішення має відповідати наступним критеріям:

- можливість покриття загальної необхідної потужності від 3 до 5 джерел;
- можливість постійної роботи в режимі маневрування;

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							6
Інв. № ор.							Кваліфікаційна робота магістра
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	

- незалежно від тепловіддачі;
- достатній рівень резервування приєднаних розподільчих електромереж;
- (бажано) певний рівень перекриття зон охоплення джерел генерації.

Таким чином, загальне рішення має базуватися на поєднанні газотурбінних і газопоршневих двигунів-генераторів і включати підвищувальні трансформатори для підключення до розподільчої мережі електроенергії та допоміжне обладнання (дожимні газові компресори, високовольтні кабелі тощо).

Важливо зазначити, що в більшості випадків насосне обладнання мереж водопостачання, каналізації та ЦТ не обладнане перетворювачами частоти. Таким чином, рішення повинно покривати або стартову потужність (яка на 3-7 разів перевищує робочу потужність залежно від віку та загального стану насосів), або забезпечувати встановлення частотних перетворювачів на всьому необхідному насосному обладнанні. Останній варіант завжди в рази дешевше.

Залежно від наявності ресурсів, програму можна розширити за межі списку ключових міст. Потенційні міста першого вибору для розширення програми: Суми, Чернігів, Житомир, Кривий Ріг, Кременчук. Програма може бути поширена й далі – на інші обласні центри та великі населені пункти.

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							7
Інв. № ор.							Кваліфікаційна робота магістра
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	

1. Вихідні дані.

Одеса є одним з найважливіших економічних центрів України з кількох причин:

1. Портове Місто:

- Одеса розташована на узбережжі Чорного моря і має один з найбільших портів в Україні. Порт відіграє ключову роль у міжнародній торгівлі, включаючи експорт та імпорт товарів, зерна, металів, нафти та інших продуктів.
- Він також сприяє розвитку транспортної інфраструктури, логістики та супутніх послуг.

2. Промисловість:

- Одеса має розвинену промислову базу, включаючи машинобудування, хімічну промисловість, харчову промисловість і легку промисловість.
- На території міста працюють численні підприємства, що займаються виробництвом техніки, обладнання та транспортних засобів.

3. Туризм і Послуги:

- Завдяки своєму вигідному розташуванню і багатій культурній спадщині, Одеса є популярним туристичним напрямком, що сприяє розвитку сфери послуг, готельного та ресторанного бізнесу.
- Каспійське узбережжя приваблює туристів під час літнього сезону, що позитивно впливає на економіку міста.

4. Освітній та Культурний Центр:

- Одеса відома своїми навчальними закладами, університетами та науково-дослідними центрами, які забезпечують підготовку кваліфікованих кадрів для різних галузей економіки.
- Культурні заклади, такі як театри, музеї та галереї, також сприяють розвитку креативних індустрій.

5. Логістичний Хаб:

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ор.

						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							8
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата		

- Місто є важливим логістичним вузлом завдяки добре розвиненій транспортній системі, яка включає автомобільні, залізничні та морські перевезення.
- Це робить Одесу ключовим містом для транзиту товарів між Європою та Азією.

6. Інновації та Технології:

- В місті розвиваються і технологічні стартапи, ІТ-компанії, що сприяє формуванню сприятливої екосистеми для інновацій і технологічного прогресу.

Одеса займає важливе місце в економіці України завдяки своєму стратегічному розташуванню, різноманітній промисловості та багатогранній діловій інфраструктурі. Це робить її значним центром економічної активності в південній частині країни.

Проект нового будівництва газопоршневої електростанції загальною потужністю 3,3МВт, будівництво мереж 10/0,4кВ для можливості приєднання електростанції на території районної котельні «Північна-1» комунального підприємства "Теплопостачання міста Одеси" Одеської міської ради за адресою: м.Одеса, вул. Героїв оборони Одеси, 80».

Проект розроблений на підставі:

- договору №11/1403/2024 від 14.03.2024 року;
- завдання на проектування; -технічних умов на газопостачання ПАТ "Одесагаз" № 25/09 від 22.03.2024 р.; у відповідності з:
 - ДБН В.2.5-77:2014 "Котельні" ;
 - ДБН В.2.5-39: 2008 " Теплові мережі»;
 - ДБН В.2.5-74:2013 " Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди "; - ДБН В 2.5-20-2018 «Газопостачання»,

Зам. інв.№							Арк.
Підпис і дата							Кваліфікаційна робота магістра
Інв.№ ор.							9
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	

- Кодекс 2:2021 «Газорозподільчі системи. Рекомендації щодо проектування, будівництва, контролювання за будівництвом, уведення та виведення з експлуатації газорозподільчих систем»;
- НПАОП 0.00-1.76-15 «Правила безпеки систем газопостачання»;
- НПАОП 0.00-1.81-18 "Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском".

Інв. № ор.	Підпис і дата					Зам. інв. №	
						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							10
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

2. Коротка характеристика об'єкта і його склад.

Енергетична галузь Одеси, як важливого портового міста України, має свої специфічні особливості та структуру. Ось кілька ключових аспектів:

1. Електропостачання:

- Одеса отримує електроенергію від національної енергетичної системи України. Місто підключене до мережі магістральних ліній електропередач, що забезпечують стабільність постачання.
- В Одесі функціонують кілька підстанцій, які забезпечують розподіл електроенергії між районами міста. Ремонт і обслуговування цих об'єктів є важливими для зменшення ризиків перебоїв у постачанні електроенергії.

2. Теплоенергетика:

- В місті діють кілька теплогенераційних підприємств, які забезпечують теплопостачання, особливо в холодний сезон. Це включає в себе централізовані тепломережі, які подають гарячу воду та тепло до комерційних і житлових об'єктів.
- Оновлення та ефективне управління тепломережами є важливими завданнями для зниження втрат тепла та підвищення економічності.

3. Газопостачання:

- Одеса також забезпечується природним газом, який використовується як в промисловості, так і в побутовому секторі. Розвинена газорозподільна інфраструктура підтримує стабільність і безпеку постачань.
- Безпека газопостачання і модернізація газових мереж є важливими для запобігання аваріям.

4. Відновлювальні джерела енергії:

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ор.							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

- Останнім часом в Одесі та області активно розвиваються проекти з відновлюваної енергетики, зокрема, вітрові та сонячні електростанції. Завдяки географічному положенню, регіон має потенціал для таких комерційних ініціатив.
- Розвиток зеленої енергетики сприяє зменшенню вуглецевого сліду міста та залежності від традиційних джерел енергії.

5. Ініціативи з енергоефективності:

- Житловий сектор Одеси активно впроваджує заходи з енергоефективності, такі як утеплення будівель, установка сучасних систем опалення і освітлення.

Розвиток енергетичної галузі в Одесі є частиною загальнонаціональних стратегій України з підвищення енергонезалежності, ефективності використання ресурсів і екологічності. Ці зусилля спрямовані на підвищення якості життя населення і забезпечення стійкого розвитку міста.

Електропостачання в місті Одесі, як і в інших великих містах України, є складним та багаторівневим процесом, що забезпечує стабільне постачання електроенергії до споживачів. Ось більш детальний огляд цієї системи:

1. Джерела електроенергії:

- Одеса отримує електроенергію з національної енергосистеми України, яка включає різноманітні джерела, такі як теплоелектростанції (ТЕЦ), атомні електростанції (АЕС), гідроелектростанції (ГЕС) та відновлювальні джерела, включаючи вітрову та сонячну енергію.
- Оскільки місто розвинене промислово і має великий порт, воно має значні потреби в електроенергії, що сприяє інтеграції регіональних та національних мереж.

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
									12
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.		Дата

2. Інфраструктура:

- Енергетична інфраструктура Одеси складається з магістральних ліній електропередач високої напруги та розподільчих мереж середньої і низької напруги, які постачають електроенергію до житлових і промислових зон.
- Підстанції різної потужності перетворюють електроенергію до необхідного рівня напруги для подальшого розподілу та розподіленого використання.

3. Розподільчі компанії:

- Розподіл і постачання електроенергії кінцевим споживачам здійснюється спеціалізованими розподільчими компаніями, які відповідають за обслуговування мереж, моніторинг та швидке реагування на аварійні ситуації.
- Ці компанії також займаються модернізацією обладнання, скороченням втрат у мережах та забезпеченням ефективного обслуговування.

4. Технологічні інновації:

- Останнім часом спостерігається активне впровадження "розумних" мереж (smart grids), які дозволяють автоматизувати контроль за споживанням електроенергії, поліпшити управління балансуванням навантажень і підвищити надійність системи.
- Використання інформаційних технологій для адаптивного управління ідентифікацією несправностей у реальному часі стало важливою частиною сучасного енергопостачання.

5. Енергозбереження та ефективність:

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ор.							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							13

- Одеса активно працює над покращенням енергоефективності, впроваджуючи сучасні стандарти у будівництві, покращуючи утеплення і оновлюючи освітлювальні системи, що дозволяє ефективніше використовувати електроенергію.
- Також місто заохочує використання електронегергії з відновлювальних джерел та інтеграцію цих джерел у загальну мережу.

Загалом, електропостачання Одеси спрямоване на забезпечення надійного, безперервного та ефективного постачання електроенергії для задоволення потреб міста в умовах зростаючого споживання і змін клімату. Політики у сфері енергоефективності і впровадження нових технологій відіграють важливу роль у формуванні стійкої енергетичної системи.

Об'єкт розташований за адресою: : м.Одеса, вул. Героїв оборони Одеси, 80.

Місце будівництва відноситься до II кліматичного району (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»).

Температура найбільш холодної доби складає «мінус» 21 °С, найбільш холодної п'ятиденки «мінус» 18 °С (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010);

Температурна зона – II (ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» зм.1); Сніговий район - 2;

характеристичне значення снігового навантаження S_0 , згідно Додатку Е ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», складає 880 Па;

Вітровий район - 3, характеристичне значення вітрового тиску W_0 , згідно Додатку Е ДБН В.1.2-2:2006, складає 460 Па.

Зам. інв.№							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв.№ ор.							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підп.	Дата	Кваліфікаційна робота магістра	
						14	

Сейсмічність району будівництва згідно карти ЗСР-2004-А та переліку населених пунктів України розташованих у сейсмічно небезпечних районах складає 7 балів.

Ступінь вогнестійкості будівлі - IIIа категорія. Категорія вибухопожежної та пожежної безпеки – «Г»

Інв.№ ор.	Підпис і дата					Зам. інв.№	
						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		15

3. Технологічні рішення

3.1. Тепломеханічні рішення

Проект «Нове будівництво газопоршневої електростанції загальною потужністю 3,3МВт, будівництво мереж 10/0,4кВ для можливості приєднання електростанції на території районної котельні «Північна-1» комунального підприємства "Теплопостачання міста Одеси" Одеської міської ради за адресою: м.Одеса, вул. Героїв оборони Одеси, 80», виконано на основі:

- договору;
- технічних завдань;
- ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні» ;
- НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском»;
- ДНАОП 0.00-1.20-15 «Правила безпеки систем газопостачання України».

Електростанція, що проектується, заснована на роботі однієї когенераційної газопоршневої установки Jenbacher JMS 620 GS-N.L електричною потужністю 3352 кВт і тепловою потужністю 3531 кВт.

Вона розрахована для забезпечення потреб котельні "Північна 1" та працює в режимі когенерації: вироблення електричної енергії відбувається спільно з виробленням теплової енергії, яка виконуючи функцію охолодження газопоршневого двигуна, одночасно прямує на підігрів теплоносія в тепловій мережі.

Система, що розглядається, передбачається на два режими роботи:

- т. зв. «острівний» режим, установка працює окремо від електричної мережі, виробляючи електроенергію лише для потреб котельні;
- Режим паралельної роботи з електричною мережею. Приміщення КГУ - контейнер заводського виробництва Jenbacher розташовується на прилеглий території котельні.

Загальне теплове навантаження встановленого обладнання складає 3531 кВт. Вид палива-природний газ. Циркуляція теплоносія через когенератори

Зам. інв.№							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв.№ ор.							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підп.	Дата	Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							16

вимушена, циркуляційним насосом встановленим в приміщенні котельні. Для захисту когенерації від перевищення тиску запроектовано пружинні запобіжні клапани.

Когенератори індивідуально захищені від високої температури зворотного теплоносія сухими градирнями, що обладнані виробником та розташовані на контейнері.

Опис принципової схеми

Газопоршнева когенераційна установка має два окремі ступеня приготування теплоносія.

Перший ступінь - теплообмінник КГУ (теплоносій - вода) має 2157 кВт корисної теплової енергії (подається в теплову мережу) та має температурний графік 65/85°C. Даний контур захищений від перегріву теплоносія сухою градирнею, що розташована на покрівлі споруди.

Другий ступінь - економайзер відхідних газів (теплоносій - вода) має 1374 кВт корисної теплової енергії (подається в теплову мережу) та має температурний графік 85/100°C.

При перегріванні теплоносія в економайзері передбачена обхідна лінія димових газів "Байпас" із автоматичним керуванням гозоплотними клапанами на електроприводах.

В даному проекті запроектована теплова мережа від когенераційної установки контейнера JMC 620 GS-N.L до будівлі котельні, до зворотнього трубопроводу теплової мережі опалення для догріву теплоносія. Т

еплова потужність когенераційної установки 3531 кВт. Температурний графік 100-65 °C. Теплова мережа складається з двох трубопроводів зі сталевих електрозварних прямошовних труб 159x4.0 за ДСТУ8943:2019. Об'єм теплової мережі 2484 л. ТМ запроектована максимально використовуючи самокомпенсуючі властивості «Г, П, Z»- образних компенсаторів.

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ор.

						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							17
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

Технічні характеристики (модуля)

Найменування	Од. вим.	100%	75%	50%
<i>Корисна теплова енергія :</i>				
- Інтеркулер суміші 1-го ступеня	кВт	1195	689	279
- Масло	кВт	383	326	277
- Водяна рубашка	кВт	579	502	417
- Вихлопний газ, охолоджений до 120 °С	кВт	1374	1242	1033
<i>Загальна теплова вихідна потужність</i>	кВт	3531	2759	2026
<i>ККД Тепловий</i>	%	46,5	47,1	48,8
<i>ККД Загальний</i>	%	90,6	90,0	89,1
<i>Габарити :</i>				
<i>Довжина</i>	мм	16460		
<i>Ширина</i>	мм	~4188		
<i>Висота</i>	мм	~8135		
	к2	~80000		
<i>Вага Підключення (патрубки):</i>				
<i>Вхід / вихід гарячої води (А / В)</i>	Дп/РН	100/16		
<i>Вихід відхідних газів (С)</i>	Дп/РН	600/10		
<i>Паливний газ (D)</i>	Дп/РН	100/10		
<i>Масло заповнення (I)/ дренаж (J)</i>	мм	28		

Проходження теплової мережі через огорожувальні конструкції виконувати через гільзи. В якості гільз використовується сталева труба за ДСТУ8943:2019. Гільзи підібрані таким чином, щоб від ізоляції до стінки труби було 2-5 см згідно ДБН В 2.5-39.2008 - "Теплові мережі". Гільза повинна виступати за огорожувальну конструкцію на 30 мм. Простір між гільзою та тепловою мережею повинен бути заповненим монтажною вогнестійкою піною. Для захисту зовнішньої поверхні трубопроводів теплових мереж від корозії труби та елементи теплової траси необхідно вкрити ґрунтом ГФ-021 по ГОСТ 6-10-426-79.

В проєкті на принциповій схемі та плані розташування трубопроводів вказані місця установки повітревідвідників. При виниканні невідповідності змонтованої мережі з проєктними рішеннями, в верхніх точках теплової

Зам. інв.№						
	Підпис і дата					
Інв.№ ор.						
	Кваліфікаційна робота магістра					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Арк. 18

мережі потрібно встановити додаткові повітрівідвідники для нормального функціонування теплової мережі.

У випадку проведення ремонтних робіт, чи у випадках простою когенераційної установки потрібно злити воду з теплової мережі, для цього запроєктовані дренажні штуцери. Ізоляцію теплової мережі виконати з мін. вати на основі базальтових порід, товщиною 50 мм. В місцях де тепла мережа проходить на відкритій місцевості ізоляцію поверх покрити кожухом з оцинкованого листа 0,5 мм для запобігання механічних пошкоджень.

Інв. № ор.	Підпис і дата					Зам. інв. №	
						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		19

3.2. Видалення відпрацьованих газів

Машина має два патрубки видалення відпрацьованих газів Dn350, які з'єднуються в один патрубок Dn600 за допомогою Y-подібного адаптера. Далі димові гази потрапляють в шумоглушник знижуючи шумовий тиск.

Після шумоглушника гази потрапляють в економайзер, в якому відпрацьовується корисна теплова енергія. На вимогу безпеки експлуатації в конструкції економайзера передбачено обхідну лінію теплообмінника - "байпас". Кінцева запроектована точка відхідних газів - металевий боров котельні.

Димову трубу підключити до борова через гільзу та затампонувати негорючою речовиною.

Через боров димові гази потрапляють в загальну димову трубу котельні. Конструкція димових труб - двостінна утеплена система, що складається з прямих ділянок труби і фасонних елементів, виготовлених з кислотостійкої нержавіючої сталі. Служить для забезпечення захисту стінок від впливу агресивного конденсату, що утворюється при роботі опалювального обладнання.

Система покращує також аеродинамічні показники димоходу і забезпечує правильну роботу опалювального обладнання та безпеку експлуатації. Внутрішня стінка - нержавіюча сталь AISI 304, 316; Теплоізоляція - мін. вата товщиною 30мм; Зовнішня стінка - нержавіюча сталь AISI 201, 201;

В проекті використовується стандартний типоряд елементів заводавиробника системи димоходів. Прямі труби, відводи 90 та 45 градусів, трійники 90 та 45 градусів градусів діаметром 600мм-внутр. та 660мм зовн., фланцеві з'єднання та елементи кріплення до опорних конструкцій.

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ор.							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							20

3.3. Водовідведення

В даному проєкті запроєктован каналізаційний колодязь для водовідведення з когенераційної установки та допоміжного обладнання.

За ДБН В.2.5-64:2012 при денній витраті стоків меншими 1 м³ за добу, каналізаційний колодязь можна виконати без дна з фільтруючими матеріалами. Каналізаційний колодязь потрібен для відведення теплоносія з обладнання під час проведення ремонтних робіт.

Каналізаційний колодязь має внутрішній об'єм 1,5 м³ та складається з бетонних кілець та кришки виконаних по "Серия 3.900.1-14, выпуск 1".

В якості фільтраційний матеріалів замість плити дна використати настил піску та щебеню.

Стики між кільцями замастити цементним розчином для герметизації.

Зам. інв. №	Підпис і дата	Інв. № ор.							Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
										21
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

3.4. Газопостачання

Проект газопостачання газопоршневої електростанції загальною потужністю 3,3МВт, будівництво мереж 10/0,4кВ для можливості приєднання електростанції на території районної котельні «Північна-1» комунального підприємства "Теплопостачання міста Одеси" Одеської міської ради за адресою: м.Одеса, вул. Героїв оборони Одеси, 80», розроблений на підставі:

- завдання на проектування;

-технічних умов на газопостачання ПАТ "Одесагаз" № 25/09 від 22.03.2024 р.;

відповідно до:

- ДБН В.2.5 - 20 - 2018 «Газопостачання»,

- Кодексу 2:2021 «Газорозподільчі системи. Рекомендації щодо проектування, будівництва, контролювання за будівництвом, введення та виведення з експлуатації газорозподільчих систем»;

- НПАОП 0.00-1.76-15 «Правила безпеки систем газопостачання»;

- діючих СНіПів, ДБНів та інших нормативних документів, що діють на день випуску проекту, а також паспортні дані на обладнання, що встановлюється.

Як основні вихідні матеріали для розробки проекту газопостачання використані: -генплан з газопроводом, що підводить; -план будівлі зі схемою розміщення технологічного обладнання.

Відповідно до технічних умов на приєднання до газорозподільної системи АТ «Одессагаз » № 25/09 від 22.03.2024 р. газопостачання когенераційної установки здійснюється від діючого газопроводу високого тиску Ф530 мм, прокладеного до котельної.

Даним проектом передбачено:

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Кваліфікаційна робота магістра
Інв. № ор.	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Арк.

- прокладання зовнішнього газопроводу в/т Ø108x3,5мм (від точки приєднання до вимикаючого пристрою на котельню) по опорах до вузла обліку газу;

- Установка вузла обліку газу в шафе в огорожі існуючого ГРП;

- Встановлення шафового газорегуляторного пункту (ШРП) в огорожі існуючого ГРП;

- прокладання зовнішнього газопроводу с/т Ø159x4,0мм по опорах до когенераційної установки.

Газопостачальне обладнання змонтоване всередині контейнера, з виведенням фланця приєднувального на стіну контейнера.

Перед контейнером передбачений кульовий кран Ду150, що відключає.

Газова рампа поставляється в зборі як окремий блок для установки в газовий трубопровід модуля.

Складається з:

1. Основний газовий рампи
2. •запірна арматура
3. •Газового фільтра з чистотою фільтрації <3мкм
4. •Проміжної ділянки з відведенням до газової рампи форкамери
5. •Регулятора початкового тиску
6. •Манометр з краном з натискною кнопкою
7. •Регулятора високого тиску із запобіжним клапаном
8. •Відрізка стабілізації зі зниженням тиску
9. • Запобіжний спускний клапан
10. • Манометр з краном з натискною кнопкою
11. • Автоматичні запірні клапани
12. • Детектора витоків

Зам. інв.№
Підпис і дата
Інв.№ ор.

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підп.	Дата

Кваліфікаційна робота магістра

Арк.
23

- 13.● Регулятора тиску
- 14.● Перемикач тиску газу (мін. макс.)
- 15.● ТЕС ЖЕТ

2. Газова рампа форкамери:

- Кульовий кран
- Газовий фільтр з чистотою фільтрації
- Регулятор тиску
- Відрізок стабілізації зі зниженням тиску
- Манометр із краном з натискною кнопкою

Для зниження тиску газу з високого 0,6 МПа до робочого середнього 20 кПа прийнятий газорегуляторний пункт ШРП с регулятором МАДОС RG/2MB Ду65.

У теплогенераторної встановлена когенераційна газопоршнева машина Jenbacher – JMC 620 GS-N.L з витратой газу 799 м3/год.

Проект передбачає установку лічильника газу турбінного типу з вбудованим пристроєм перетворювання об'єму

Комплекс КВТ–1.01 А. Комплекси «КВТ-1.01 А» зареєстровані в Державному підприємстві «Івано-Франківський науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації» (ДП "Івано-Франківськстандартметрологія") за №UA.TR.055.Sn.043-19 Версія 3.

Дані комплекси призначені для вимірювання з урахуванням вимірюваних значень абсолютного тиску і температури газу об'єму природного газу, фізико-хімічні показники якого відповідають ГОСТ 5542-87, за стандартних умов за ГОСТ 2939-63 з урахуванням коефіцієнта

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Кваліфікаційна робота магістра
Інв. № ор.	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	24

стисливості, обчисленого за ГОСТ 30319-96, і обов'язковою перевіркою метрологічних характеристик комплексу на природному газі згідно з додатком Е ДСТУ EN 12261:2006. Комплекс КВТ–1.01А виготовлений з видом вибухозахисту «Іскробезпечний електричний ланцюг», має маркування Ex «II 2G Ex ib IIA T4 Gb», відповідає вимогам ДСТУ60079-0:2016, ДСТУ EN 60079-11:2016, ГОСТ 12.2.007.0.

Ступінь захисту за ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) для комплексу КВТ–1.01А IP65. Режим роботи – тривалий безперервний. Живлення комплексу здійснюється від модуля живлення виробництва СП «Радміртех» з вбудованою літійовою батареєю, яка забезпечує безперервну роботу протягом 8 років за умови зчитування архівів не частіше одного разу на добу.

Заміна модулю живлення повинна проводитися тільки на модуль живлення виробництва СП «Радміртех» поза вибухонебезпечними зонами.

Переваги Комплексів КВТ-1.01 А: - єдине закінчений пристрій для вимірювання об'єму природного газу при стандартних умовах, укладену в одному корпусі:

- а. лічильник газу турбінного типу;
 - б. перетворювач абсолютного тиску;
 - в. термоперетворювач опору;
 - г. електронний блоку обробки результатів вимірювання з панеллю управління (коректор)
- можливе визначення загальної основної відносної похибки при стандартних умовах;

Комплекси КВТ–1.01А призначені для установки на горизонтальних ділянках трубопроводу.

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ор.

						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							25
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

Під час монтажу Комплексу КВТ–1.01А на трубопровід необхідно, щоб напрямок стрілки на корпусі Комплексу КВТ–1.01А співпадав з напрямком потоку газу у трубопроводі.

Перед Комплексом КВТ-1.01А необхідна пряма ділянка не менше $L=5 DN$, за ним – не менше $L=4 DN$.

Діапазон вимірювання температури газу від мінус 30 до плюс 50 °С. Комплекси КВТ–1.01А повинні експлуатуватися в наступних кліматичних умовах навколишнього середовища: від мінус 25 до + 55 °С при відносній вологості повітря до 98% при температурі до 25 °С без конденсації вологи.

За впливом зовнішніх механічних перешкод Комплекси КВТ–1.01А класифікуються за класом М2 і застосовуються в місцях із значним або високим рівнем вібрації і ударів, наприклад, від механізмів і машин, що проходять поруч, або близько розташованих важких машин, транспортних стрічок тощо.

За впливом зовнішніх електромагнітних умов Комплекси КВТ–1.01А класифікуються за класом Е2 і використовуються в місцях з електромагнітними перешкодами, що подібні до перешкод, які можуть виникати в інших промислових будівлях.

Комплекси КВТ–1.01А підлягають процедурі перевірки відповідності ЗВТ вимогам технічного регламенту затвердженого постановою КМУ від 24.02.16 №163 (Модуль F) при випуску з виробництва, та процедури повірки після ремонту та під час експлуатації.

Міжповірочний інтервал – не більше 2 років.

Комплекси КВТ–1.01А призначені для установки на горизонтальних ділянках трубопроводу з напрямком потоку зліва направо або справа наліво.

Зам. інв. №							Арк.	
Підпис і дата							Кваліфікаційна робота магістра	26
Інв. № ор.	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

Комплекси КВТ–1.01А слід встановлювати в закритому приміщенні в місці, що провітрюється та захищені від впливу корозійноактивних речовин, високої вологості, розбризування води та інших рідин, або на відкритому повітрі в спеціальній шафі чи під навісом, які захищають Комплекси КВТ–1.01А від прямого впливу атмосферних факторів (попадання прямих сонячних променів, крапель дощу, бризок води, накопичення снігу, тощо).

Комплекси забезпечують перетворення об'ємної витрати і об'єму до стандартних умов згідно ДСТУ EN 12405 за методом перетворення як функція температури і тиску (PTZ - корекція);

- обчислення значень витрати і об'єму газу за робочих умов на підставі послідовності імпульсів, що надходять від лічильника газу;

- передачу інформації на верхній рівень по каналу зв'язку з інтерфейсом RS485 або з іншим інтерфейсом;

- формування і зберігання в пам'яті миттєвих, оперативних даних (даних за оперативний інтервал часу), тимчасових даних (даних за годинний інтервал) і добових даних у вигляді записів,

- містять результати вимірювань і обчислень і повідомлення про аварійну ситуацію в роботі і про втручання оператора в роботу;

- формування і передачі у відповідь на запити ЕОМ верхнього рівня інформації про результати вимірювань і обчислень по каналу зв'язку.

Згідно з паспортними даними мінімальна витрата газу в нормальних умовах:

$$V_{z.min} = 433 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Згідно з паспортними даними витрата газу в нормальних умовах коли працює все обладнання на 100% номінальної потужності.:

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
										27
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

$V_{з.нном} = 799 \text{ м}^3/\text{год.}$

Підвідний газопровід – високий тиск Ду100.

Максимальний надлишковий тиск - 0,6 МПа.

Мінімальний надлишковий тиск - 0,1 МПа

У відповідності до ГОСТ 2939-63, наказу №618 від 27.12.2005 р. та постанови національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг №2494 від 30.09.2015 р., "Про затвердження Кодексу газорозподільних систем," зареєстрованої, в Міністерстві юстиції України 06 листопада 2015 р., за №1379/27824 і зі змінами № 847 від 02.08.2022 р., розрахунок типорозміру лічильника виконується згідно формули:

$$q_{\max \text{ г.о.}} = \frac{q_{\max \text{ г.с.о.}} \cdot (t_{\max} + 273,15) \cdot 0,101325 \cdot Z}{(P_{\min} + 0,101325) \cdot 293,15}, \text{ м}^3/\text{год.};$$
$$q_{\min \text{ г.о.}} = \frac{q_{\min \text{ г.с.о.}} \cdot (t_{\min} + 273,15) \cdot 0,101325 \cdot Z}{(P_{\max} + 0,101325) \cdot 293,15}, \text{ м}^3/\text{год.}$$

За результатом розрахунків повинні виконуватися наступні нерівності при робочому тиску і робочій температурі $q_{\max \text{ г.о.}} \leq q_{\max \text{ г.л.}}$; $q_{\min \text{ г.о.}} \geq q_{\min \text{ г.л.}}$; де:

$q_{\max \text{ г.л.}}$ - максимальна пропускна здатність лічильника, згідно паспорта заводу виробника, м³ /год;

$q_{\min \text{ г.л.}}$ - мінімальна пропускна здатність лічильника, згідно паспорту заводу виробника, м³ /год;

$q_{\max \text{ г.о.}}$ - максимальна можлива витрата всього газоспоживаючого обладнання (далі - ГСО), м³ /год;

$q_{\min \text{ г.о.}}$ - мінімальна можлива витрата ГСО, м³ /год;

Зам. інв.№
Підпис і дата
Інв.№ ор.

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підп.	Дата

Кваліфікаційна робота магістра

Арк.
28

q_{\max} г.с.о. - максимальна можлива витрата всього ГСО при стандартних умовах, визначається згідно технічної документації на ГСО, м³ /год;

q_{\min} г.с.о.- мінімальна можлива витрата ГСО при стандартних умовах, визначається згідно технічної документації на ГСО, м³ /год; $t_{\max} = +30$ ОС - максимальна температура газу;

$t_{\min} = -10$ ОС - мінімальна температура газу;

$P_{\max} = 0,6$ МПа - максимальний робочий надлишковий тиск газу;

$P_{\min} = 0,1$ МПа - мінімальний робочий надлишковий тиск газу;

Z – коефіцієнт стислості газу при відповідних значеннях тиску та температури.

Коефіцієнт стислості газу для P_{\min} :

$Z = 0,9999$ при $P_{\min} = 0,1$ МПа та $t_{\max} = +30$ ОС;

$Z = 0,9994$ при $P_{\min} = 0,1$ МПа та $t_{\min} = -10$ ОС.

Коефіцієнт стислості газу для P_{\max} :

$Z = 0,9986$ при $P_{\max} = 0,6$ МПа та $t_{\max} = +30$ ОС;

$Z = 0,9950$ при $P_{\max} = 0,6$ МПа та $t_{\min} = -10$ ОС.

Значення витрати газу при Р.У. для зручності зведені в таблицю 1.

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Кваліфікаційна робота магістра
Інв. № ор.							Арк.
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	

Таблиця 1. Розрахунок витрати газу (Р.У.)

№ розрахунку	Пункт опису	Витрата газу, м ³ /ч (Н.У.)	Р _{изб.} Мпа	t, °С	К. стислості	Витрата газу, м ³ /ч (Р.У.)	
1	2.1. Мінімальне газоспоживання	433	0,100	-10	0,99940	$433 \times 263,15 \times 0,9994 \times 0,101325 / (0,201325 \times 293,15) =$	195,51
2		433	0,100	30	0,99990	$433 \times 303,15 \times 0,9999 \times 0,101325 / (0,201325 \times 293,15) =$	225,34
3		433	0,60	-10	0,99500	$433 \times 263,15 \times 0,995 \times 0,101325 / (0,701325 \times 293,15) =$	55,88
4		433	0,60	30	0,99860	$433 \times 303,15 \times 0,9986 \times 0,101325 / (0,701325 \times 293,15) =$	64,60
1	2.2. Максимальне газоспоживання	799	0,100	-10	0,99940	$799 \times 263,15 \times 0,9994 \times 0,101325 / (0,201325 \times 293,15) =$	360,76
2		799	0,100	30	0,99990	$799 \times 303,15 \times 0,9999 \times 0,101325 / (0,201325 \times 293,15) =$	415,81
3		799	0,60	-10	0,99500	$799 \times 263,15 \times 0,995 \times 0,101325 / (0,701325 \times 293,15) =$	103,11
4		799	0,60	30	0,99860	$799 \times 303,15 \times 0,9986 \times 0,101325 / (0,701325 \times 293,15) =$	119,21

Згідно отриманих даних вибираємо вимірювальний комплекс КВТ-1.01AG400-100-13-0,7-Г1-N0 (P_{max} = від 0.14 до 0,7 МПа) з максимальною витратою газу q_v - 650,0м³/год, мінімальною витратою газу q_v – 13 м³/год (при співвідношенні об'ємних витрат q_{min} / q_{max} -1/50).

Технічні характеристики і програмне забезпечення ЗВТ вузла обліку газу, відповідають вимогам наказу Мінпаливенерго України №618 від 27.12.2005 р.

Межі допустимої відносної похибки комплексу КТВ при вимірюванні об'єму газу робочих умов в діапазоні витрат:

- $0,1 \cdot Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ повинні бути в межах $\pm 1,0 \%$;
- $Q_{\min} \leq Q < 0,1 \cdot Q_{\max}$ повинні бути в межах $\pm 2,0 \%$.

У комплектацію поставки комплексу входять:

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ор.

Зм.	Кільк.	Арк.	№одок.	Підп.	Дата	Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							30

- а) Лічильник газу турбінного типу з вбудованим пристроєм перетворювання об'єму Комплекс КВТ-1.01А;
- б) Модуль для зв'язку з ініціативи УУГ «МС-IMod-Vega-1»;
- в) Кабель з пристроєм гальванічної розв'язки;
- г) Пристрій переносу інформації УПШ-2Mb;
- д) Пристрій 485- RJ;
- е) Пристрій USB-485;
- ж) Кабель USB-UART-RJ;
- з) Кабель RS485 з живленням.

Устаткування підприємства-виготовлювача (RS-485) змонтовано в приміщенні ГРП котельні на відстані не більше 30 м від вузла обліку. Зв'язок з диспетчерським пунктом АТ «Одесагаз» здійснюється модулем МС-IMod-Vega-1.

У місці установки перетворювача інтерфейсів передбачити підставку під ПЕОМ.

Протикорозійний захист.

Для захисту газопроводів, металевих опор та металевих кронштейнів від корозії проектом передбачені наступні заходи:

Надземний газопровід та металеві кронштейни фарбуються масляною фарбою за ГОСТ 10144-89 у два шари, по двох шарах ґрунтовки ГФ-021 за ГОСТ 25129-82.

Газопроводи та споруди на них.

Діаметри газопроводів, що проектуються, передбачені відповідно до гідравлічного розрахунку з урахуванням нормального газопостачання всіх

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							31
Інв. № ор.							Кваліфікаційна робота магістра
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	

споживачів у години максимального газоспоживання при максимально допустимих перепадах тиску.

Матеріал труб.

При проектуванні внутрішніх газопроводів прийнято труби сталеві електрозварні прямошовні зі спокійної мартенівської сталі Вст3 сп2 за ДСТУ 8943:2019. Фасонні частини на сталевих газопроводах слід застосовувати крутовигнуті, штамповані, гнуті заводського виготовлення за ГОСТ 17375-83, ОСТ 36-41-81, ОСТ 36-48-81 та за типовими деталями серії 5.905-15, виготовлені у базових умовах відповідно до вимог пункту 11.15 ДБН В.2.5-20-2018.

Повороти сталевих газопроводу у горизонтальній та вертикальній площинах при кутах повороту до 6 град. досягаються за рахунок природного вигину труб у межах пружної деформації. Повороти газопроводу за кутами до 15 град. можуть здійснюватися без фасонних частин за допомогою складання попередньо скошених торців труб.

З'єднання газопроводів.

З'єднання сталевих труб передбачається дуговим електрозварюванням встик. Типи, конструктивні елементи та розміри зварних з'єднань повинні відповідати ГОСТ 16037-80.

Зварні стики газопроводу повинні пройти контроль фізичним методом відповідно до ДБН В.2.5-20-2018.

Вимикаючі пристрої.

Вимикаючі пристрої на газопроводах, що проектуються, передбачити: - на газопроводі в/т у точці приєднання; - на газопроводі с/д перед генератором; - на продувному газопроводі; - на газопроводах безпеки.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам. інв.№							Арк.	
			Кваліфікаційна робота магістра							32
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

Як відключаючи пристрої прийняти сталеві кульові запірні конструкції КЗШС41нж за ГОСТ 21345-78, 28343-89, ТУ У04671406-02-96.

Герметичність засувок має відповідати 1 класу герметичності згідно з ГОСТ 9544-75*.

При недотриманні цієї вимоги у процесі поставки повинні бути виконані додаткові роботи з притирання та випробування затвора з урахуванням вимог ГОСТ 9544-75.

Приймання робіт.

Будівельно-монтажні роботи зі спорудження газопроводів (зварювання, укладання, монтаж тощо) контроль якості виконання всіх видів робіт, випробування та приймання в експлуатацію повинні проводитись у повній відповідності до вимог будівельних норм, а саме:

- Кодексу 2:2021 «Газорозподільчі системи»;
- НПАОП 0.00-1.76-15 "Правила безпеки систем газопостачання";
- ГОСТ 5267-80 «Ручне дугове зварювання.

З'єднання зварені» і навіть умовами, обумовленими за погодженні.

Перелік робіт, на які необхідне складання актів огляду прихованих робіт.

1. Дані про зварювання стиків газопроводу.
2. Очищення та продування внутрішньої порожнини газопроводу
3. Випробування на міцність та герметичність газопроводу

Зам. інв. №							Арк.	
								33
Підпис і дата							Кваліфікаційна робота магістра	
								33
Інв. № ор.	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Кваліфікаційна робота магістра	
								33

4. Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники енергетичних установок є важливими для оцінки їхньої ефективності, економічності й екологічності. Ось деякі ключові показники:

1. Коефіцієнт корисної дії (ККД):

- **Опис:** ККД є мірою ефективності перетворення енергії. Він показує, яка частка енергії, введеної в систему, перетворюється на корисну роботу або енергію, і яка втрата припадає на нагрівання та інші неефективні процеси.
- **Застосування:** Високий ККД важливий, адже це означає менші втрати та більшу ефективність. Наприклад, у теплових електростанціях ККД може варіюватися від 30% до 50%, а в газотурбінних установках – навіть до 60%.

2. Питомі витрати палива:

- **Опис:** Цей показник вказує на кількість палива, необхідну для вироблення одиниці енергії, зазвичай кіловат-години (кВт·год).
- **Застосування:** Зниження питомих витрат палива означає економію ресурсів і зменшення експлуатаційних витрат. Це критично для збереження паливних запасів і зниження витрат на виробництво енергії.

3. Капітальні витрати:

- **Опис:** Це витрати, пов'язані з будівництвом і обладнанням енергетичної установки. Вони включають вартість землі, закупівлю обладнання, будівництво споруд, підключення до мережі тощо.
- **Застосування:** Високі капітальні витрати можуть бути бар'єром для впровадження нових технологій, але зазвичай вони розглядаються поряд з майбутніми вигодами у вигляді зниження експлуатаційних витрат або підвищення ефективності.

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
										34
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

4. Експлуатаційні витрати:

- **Опис:** Це поточні витрати на операційне утримання енергетичної установки, включаючи заробітну плату, ремонт і технічне обслуговування, а також витрати на паливо.
- **Застосування:** Ефективне управління експлуатаційними витратами може значно знизити загальні витрати на енергоустановку протягом її життєвого циклу.

5. Час окупності:

- **Опис:** Період, протягом якого економія або доходи, отримані від роботи установки, покривають початкові капітальні витрати.
- **Застосування:** Чим коротший час окупності, тим привабливіше інвестиція. Це критичний показник для інвесторів і розробників проектів у виборі технології.

6. Екологічні показники:

- **Опис:** Включають обсяги викидів парникових газів (наприклад, CO₂) та інших шкідливих речовин (NO_x, SO₂), використання води, а також вплив на місцеву екосистему.
- **Застосування:** Сучасні нормативи та регуляторні акти все частіше вимагають зниження викидів та негативного впливу на довкілля, що робить ці показники критичними.

7. Надійність та строк служби:

- **Опис:** Надійність характеризує здатність установки безперервно функціонувати без відмов, а строк служби — час, протягом якого установка може ефективно працювати до списання.
- **Застосування:** Висока надійність і довгий строк служби важливі для безпеки стабільних постачань енергії та зниження неочікуваних витрат через збої або поломки.

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ор.							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

Ці показники дозволяють провести комплексну оцінку технологій та енергетичних систем для визначення найбільш ефективних рішень з точки зору економіки, екології та соціальних аспектів.

№№ п/п	Найменування показників	Од.вим.	К-ть
	Вид будівництва	Нове будівництво	
1	Тривалість експлуатації	роки	55
2	Потужність об'єкта:		
	- теплова	кВт	3352
	- електрична	кВт·год	2157
6	Ступінь вогнестійкості	ступінь	IIIа
11	Показники енергоефективності		
	- річна потреба у паливі	тис.м ³	1376,3
	- річна потреба в воді	м ³	-

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ор.

							Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
								36
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата			

5. Правила приєднання когенераційної установки до електричної мережі

5.1. Підключення когенераційної установки замовника до електричної мережі здійснюється власником мереж відповідно до договору про приєднання на підставі акта допуску, про що обов'язково повідомляється постачальник електричної енергії за регульованим тарифом, на території ліцензованої діяльності якого відбувається підключення. У разі, якщо когенераційна установка призначена для паралельної роботи з об'єднаною енергетичною системою України, про її підключення повідомляється державному підприємству, яке виконує функції диспетчерського (оперативно-технологічного) управління об'єднаною енергетичною системою України.

5.2. Підключення когенераційної установки замовника до електричної мережі проводиться відповідно до умов договору про приєднання протягом 5 робочих днів після виконання таких вимог:

1) схема інженерного електрозабезпечення і когенераційна установка замовника (нова, або реконструйована чи модернізована), схема розрахункового обліку електричної енергії відповідають вимогам чинних нормативних документів, технічним умовам приєднання когенераційної установки, проектній документації, узгодженій у встановленому порядку;

2) виконавча, технічна та приймально-здавальна документація надана замовником у повному обсязі і відповідає вимогам нормативних документів;

3) оформлено допуск на підключення когенераційної установки;

4) замовником оплачена вартість послуг з підключення відповідно до умов договору про приєднання;

5) укладені передбачені законодавством договори, пов'язані з виробництвом, передачею (у разі необхідності) та продажем виробленої електричної енергії;

Зам. інв. №						
	Підпис і дата					
Інв. № ор.						
	Кваліфікаційна робота магістра					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Арк.
						37

б) у замовника є електротехнічний персонал та особа, відповідальна за електрогосподарство, або укладений договір про обслуговування когенераційної установки з організаціями або фізичними особами, які пройшли навчання, атестовані та мають право на виконання таких робіт;

7) виконано роботи з уведення точок обліку електричної енергії до інформаційно-обчислювального комплексу електропередавальної організації та проведення погодження звітних макетів;

8) у разі потреби між власником транзитної електроустановки та організацією, яка має право на виконання відповідних робіт, укладено договір про оперативно-технічне обслуговування транзитних електроустановок (кабельних ліній, розподільчих пунктів, трансформаторних підстанцій тощо), які набули статусу транзитних після виконання технічних умов приєднання електроустановки замовника відповідно до договору про приєднання.

5.3. Оперативно-технічне обслуговування транзитної електроустановки може бути забезпечене її власником самостійно або шляхом передачі цієї електроустановки електропередавальній організації у встановленому законодавством України порядку.

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ор.							38
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	
Кваліфікаційна робота магістра							

6. Вибір електрогенеруючих установок для котелень

Підбір когенераційних установок (також відомих як установки комбінованого виробництва тепла й електроенергії або ТЕЦ) є складним інженерним завданням, яке вимагає всебічної оцінки потреб об'єкта та умов експлуатації. Ось основні етапи та фактори, які слід враховувати при виборі когенераційної системи:

1. Оцінка Енергетичних Потреб:

- Потрібно визначити, які обсяги тепла та електроенергії необхідні для забезпечення потреб об'єкта. Це може включати промислові, житлові або комерційні об'єкти.
- Аналіз проводиться з урахуванням пікових навантажень і середнього споживання, враховуючи сезонні та добові коливання.

2. Типи Пального:

- Визначення доступних видів пального: природний газ, біомаса, вугілля, дизель тощо.
- Економічно доцільним є вибір пального, яке забезпечує оптимальну ефективність та мінімальні викиди за менші витрати.

3. Конфігурація Установки:

- Обирається тип когенераційної установки: парові турбіни, газові турбіни, двигуни внутрішнього згоряння чи комбіновані установки.
- Враховується відповідність вибраного типу технологічним умовам і потребам, таким як температура відвідного тепла та тиск.

4. Економічна Ефективність:

- Розрахунок економічної доцільності включає врахування капітальних витрат на придбання і встановлення обладнання та експлуатаційних витрат.

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ор.							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							39

- Аналіз окупності інвестицій, який враховує економію на енергоресурсах та потенційні доходи від продажу надлишкової електроенергії.

5. Регуляторні та Екологічні Вимоги:

- Установа повинна відповідати національним і місцевим екологічним нормам та стандартам викидів.
- Оцінка екологічних переваг когенерації, таких як зниження викидів парникових газів.

6. Надійність та Сервісне Обслуговування:

- Врахування надійності різних технологій і виробників обладнання.
- Підхід до переваг, які забезпечують сервісне обслуговування та доступність запчастин.

7. Місцеві Умови:

- Розгляд наявності простору для розміщення установки, зокрема доступу до джерел пального та можливостей підключення до електромережі.
- Архітектурні та містобудівні обмеження можуть вплинути на вибір розташування установки.

Правильний підбір когенераційної установки дозволяє оптимізувати споживання енергії, знизити витрати на паливо, підвищити енергоефективність об'єкта та зменшити його вплив на довкілля. Співпраця з інженерними та консультаційними фірмами може суттєво спростити процес вибору і забезпечити відповідність всіх підсистем технологічної доцільності і нормативним вимогам.

Вибір типу двигуна, а також їх кількості для приводу електрогенераторів будь-якої потужності є досить складною техніко-економічною задачею. Спроби порівняння між собою в якості приводу поршневих та газотурбінних двигунів найчастіше робляться за умови використання у якості палива природного газу. Їх принципові переваги та недоліки неодноразово аналізувалися в технічній

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ор.

						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							40
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

літературі [5, 15], в рекламних проспектах, на сторінках Інтернету [16]. Як правило, в цих джерелах наводяться узагальнені відомості про різницю у витратах палива, у вартості двигунів без жодного врахування їх потужності та умов роботи. Слід відзначити, що реалізацію електрогенеруючого устаткування при потребі в електричній потужності об'єкту, що розглядається, менше 10 МВт доцільно формувати на базі поршневих двигунів, а більшої потужності – на базі газотурбінних. Очевидно одне: кожен тип двигуна має свої переваги та недоліки, і при виборі приводу потрібні хоча б орієнтовні, кількісні критерії їх оцінки.

В даний час на українському енергетичному ринку пропонується досить широка номенклатура як поршневих, так і газотурбінних двигунів. Обробка наявної інформації дозволила сформуванню наведеної нижче табл. 1, яка містить основні порівняльні характеристики ГПД та ГТУ. На жаль, частина характеристик взята з рекламних матеріалів, перевірити достовірність яких важко або практично неможливо.

З метою зменшення термінів окупності електрогенеруючого обладнання при виборі його потужності слід виходити з максимального навантаження протягом усього року. У зв'язку з тим, що режими роботи котельні по вул. Академіка Проскури (її переведення в міні-ТЕЦ розглядається) в зимовий та літній періоди суттєво різняться, а її потреби в електричній потужності складають 800 кВт, передбачається встановлення двох ГПД однакової потужності (по 400 кВт).

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ор.							41
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Кваліфікаційна робота магістра

Порівняння основних показників ГПД та ГТУ для міні-ТЕЦ

Показник	Тип двигуна	
	Поршневий	Газотурбінний
Діапазон одиничних потужностей двигуна (ISO), МВт	0,01...6,0	0,1...265,0
Необхідний тиск паливного газу, МПа	0,01...0,035	Більше 1,2
ККД по виробництву електроенергії при роботі на газі (ISO)	От 31 до 48 %	В простому циклі від 25 до 38 %
Питома витрата палива при 100 % та 50 % навантаженні	0,264...0,329 м ³ /кВт·год	0,375...0,503 м ³ /кВт·год
Зміна економічності при часткових навантаженнях	ККД більш стійкий, при зниженні навантаження на 50 % знижується на 8–10 %	ККД менш стійкий, при зниженні навантаження на 50 % знижується на 50 %
Співвідношення електричної потужності й кількості утилізованої теплоти, МВт/МВт (ISO)	1/(0,95...1,3)	1/(1,4...4,0)
Падіння напруги і час відновлення після 50 % набросу навантаження	22 % 8 с	40 % 38 с
Можливості використання утилізованої теплоти	Високопотенційну вихлопних газів – на виробництво пари для вироблення електроенергії Низькопотенційну від системи охолодження – на нагрів води до температури 90–115 С	На виробництво пари для вироблення електроенергії, холоду, опріснення води тощо; на нагрів води до температури 150 °С.
Моторесурс, годин	Більше (до 300 000 для середньоборотних двигунів)	Менше (до 100 000)
Питома витрата масла, г/кВт·год	0,3...0,4	0,05
Обслуговування	Зупинка після кожних 1000 год. роботи, заміна мастила; капітальний ремонт через 70000 год, виконується на ТЕЦ	Зупинка після кожних 2000 год.; капітальний ремонт через 30000 год, виконується на спеціальному заводі
Вартість капремонту	Дешевше	Дорожче

Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

Кваліфікаційна робота магістра

Арк.

42

Основними показниками, що впливають на вибір технічного рішення при переводі котельні у режим роботи міні-ТЕЦ шляхом встановлення електрогенеруючого обладнання на основі ГПД служать [15]:

- наявність на джерелі надлишкових парогенерируючих потужностей або відпускання пари споживачам після дроселювання;
- питома вартість 1 кВт встановленої потужності при реалізації кожного з розглянутих рішень (для імпорتنих ГПД складає 500–1000 дол. США);
- наявність вільних площ для установки (впливає на величину капітальних вкладень);
- максимальна величина електричної потужності, споживана на джерелі;
- ціна та вид споживаного палива;
- ціна електричної енергії в мережі;
- величина завантаження джерела з відпуску теплоти на протязі року;
- забезпеченість теплогенеруючими потужностями.

З урахуванням цих обмежень проведено розрахунки термінів окупності впровадження електрогенеруючого обладнання на основі ГПД. Дослідження ринку ГПД в Україні на відповідні параметри необхідної електричної потужності 400 кВт (при реалізації 2-х ГПД), стосовно до котельні по вул. Академіка Проскури, 1, дозволило зробити висновок, що для теплового розрахунку варіантів ТЕП, що порівнюються, можуть бути обрані ГПД трьох провідних Світових виробників: «MAN Diesel & Turbo» MAN-404N (по 404 кВт) [8], «MWM» TCG 2016 V08 C (по 400 кВт), [10] «Caterpillar» CAT-400 (по 395 кВт) [11]. Інвестиційні витрати на реалізацію переведення котельні у міні-ТЕЦ шляхом впровадження 2-х ГПД близькі та в середньому орієнтовно (уточнюються після тендерних процедур) становлять 480 тис. дол. США.

При виконанні розрахункових досліджень було розглянуто два варіанти умов роботи міні-ТЕЦ: електроенергія виробляється тільки на власні потреби станції, для себе і корпоративних споживачів (влітку працює один ГПД).

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
									43
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.		Дата

Розрахунки ТЕП міні-ТЕЦ виконувалися з урахуванням змін цін на природний газ, електроенергію та теплоту, які прогнозуються на протязі спливання терміну окупності проекту.

Інв. № ор.	Підпис і дата					Зам. інв. №	
						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							44
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

7. Оцінка енергетичної та економічної доцільності різних типів когенераційних установок

Під енергетичною ефективністю розуміємо витрату умовного палива на виробництво енергії. Для визначення ефективності використання когенерації на базі водогрійної котельні розроблено математичну модель та проведено числові дослідження за умов встановлення газопоршневої установки для часткового або повного забезпечення власних електричних потреб котельні. Розрахунки теплової схеми котельні та комбінованої установки виконувалися за відомими методиками [12], [13]. Витрата умовного палива в разі роздільної схем и вироблення теплової енергії Q_{bh} і електричної енергії для власних потреб котельні N_e визначається за рівнянням

$$B_c = \frac{Q_{bh}}{Q_{lHV} \eta_{bh}} + \frac{N_e}{Q_{lHV} \eta_{tps} \eta_{eg}},$$

де Q_{lHV} — теплота згорання умовного палива, МДж/кг;

η_{bh} — ККД котлів;

η_{tps} , η_{eg} — ККД конденсаційних електростанцій та ККД розподілу та транспортування електроенергії в електричних мережах відповідно.

В разі використання газопоршневої когенераційної установки для повного покриття власних потреб котельні в електричній енергії витрата умовного палива визначається

$$B_c^{chp} = \frac{Q_{bh} - Q_{chp}}{Q_{lHV} \cdot \eta_{bh}} + \frac{N_e}{Q_{lHV} \cdot \eta_{chp}}.$$

Тоді економія умовного палива порівняно з роздільною схемою енергопостачання

$$\Delta B_c = B_c - B_c^{chp}.$$

Величина економії умовного палива характеризує перевагу комбінованої схеми енергопостачання над роздільною з погляду енергетики.

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ор.

						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							45
Зм.	Кільк.	Арк.	Нодок.	Підп.	Дата		

Підвищення енергоефективності вироблення теплової енергії на котельні за рахунок встановлення когенераційної установки визначається зміною питомої витрати умовного палива

$$\Delta b_c = \frac{B_c}{Q_{bh}} - \frac{B_c^{chp}}{Q_{bh}}$$

Вважатимемо, що показником економічної ефективності зазначених систем енергопостачання є собівартість виробництва теплової енергії та термін окупності інвестицій у встановлення когенераційної установки для забезпечення власних потреб котельні у електричній енергії.

Собівартість виробництва теплоти за умов роздільного та комбінованого вироблення електричної енергії на забезпечення власних потреб котельні визначається як сума прямих матеріальних витрат, зокрема паливо, прямих витрат на оплату праці, загальновиробничих витрат та інших витрат [14].

Термін окупності інвестицій у встановлення когенераційної установки

$$T = \frac{K_{chp}}{C_v - C_v^{chp}},$$

де K_{chp} — капітальні вкладення в будівництво когенераційної установки;

C_v, C_v^{chp} — собівартість вироблення теплоти в котельні за роздільною та комбінованою схемою енергопостачання.

Для порівняльного аналізу роздільного і комбінованого енергопостачання розглянемо приклад впровадження когенерації на базі опалювальної водогрійної котельні з приєднаним тепловим навантаженням 53,2 МВт і власними потребами в електричній енергії в розрахунковому максимальному режимі 1070 кВт. Часткове або повне забезпечення власних електричних потреб котельні здійснюється на базі когенераційних установок Jenbacher (табл. 1), які працюють на природному газі з викидами $NO_x = 250$ мг/м³. В розрахунках взято, що ККД вугільної теплової електростанції 35 %, а втрати електроенергії

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ор.							Арк.
							Кваліфікаційна робота магістра
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	46

натранспортування від електростанції до споживача 13%. Результати розрахунків показані на рис. 1 та рис. 2

Технічні характеристики когенераційних установок на базі двигунів Jenbacher [15]

Марка	Jenbacher J208	Jenbacher J312	Jenbacher J412	Jenbacher J320	Jenbacher J416
Електрична потужність, кВт	294	635	851	1067	1141
Електричний ККД, %	37,6	39,5	40,3	39,9	41,2
Теплова потужність, кВт	410	766	979	1293	1362
Тепловий ККД, %	52,4	47,6	48,1	48,4	47,4

Для повного забезпечення власних потреб котельні в електричній енергії достатньо встановити когенераційну установку Jenbacher J320 з електричною потужністю 1067кВт. За умов впровадження такої установки можна досягти зменшення питомої витрати умовного палива на вироблення теплоти з $b_c = 47,1$ кг/ГДж до $b_c^{chr} = 40,7$ кг/ГДж.

На рис. 1 показані результати визначення економії умовного палива в разі встановлення когенераційних установок різних електричних потужностей (див. табл. 1) в порівнянні з роздільною схемою енергопостачання

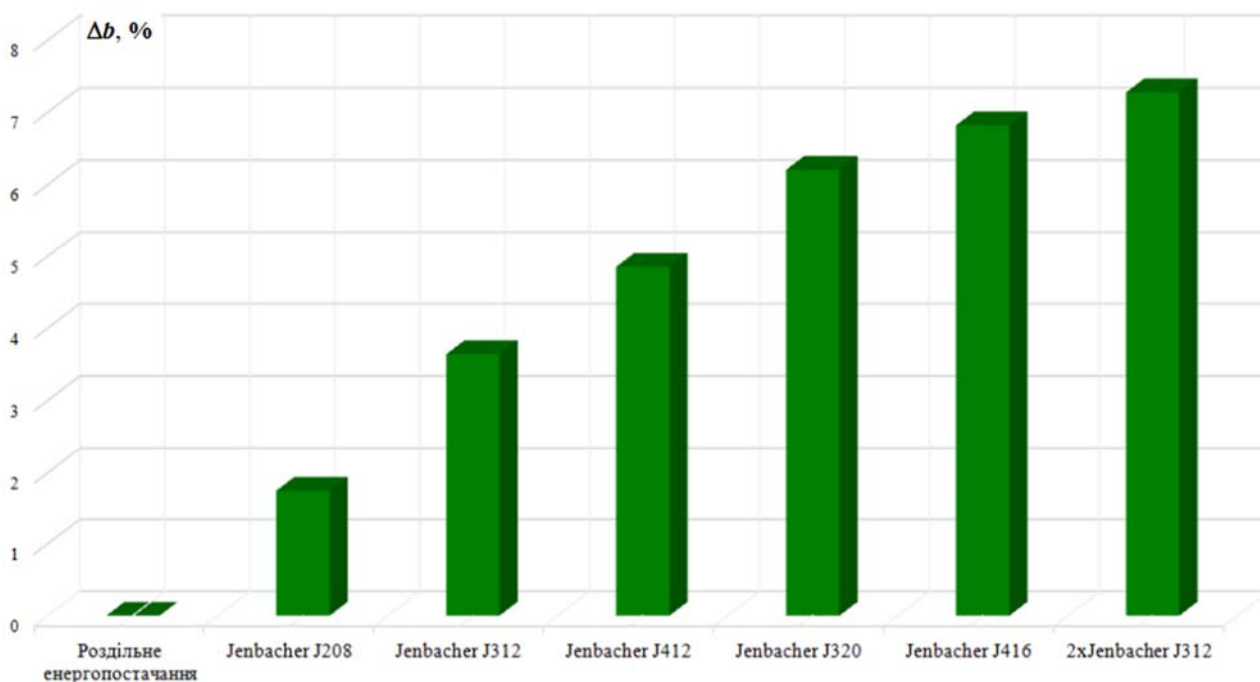


Рис. 1. Зменшення витрати умовного палива, Δb_c , %, під час роботи когенераційної установки, порівнюючи з роздільною схемою енергопостачання

З рис. 1 видно, що економія палива складає 1,7...7,3% і будетим більша, чим більша потужність когенераційної установки. Слід зазначити, що економія

Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

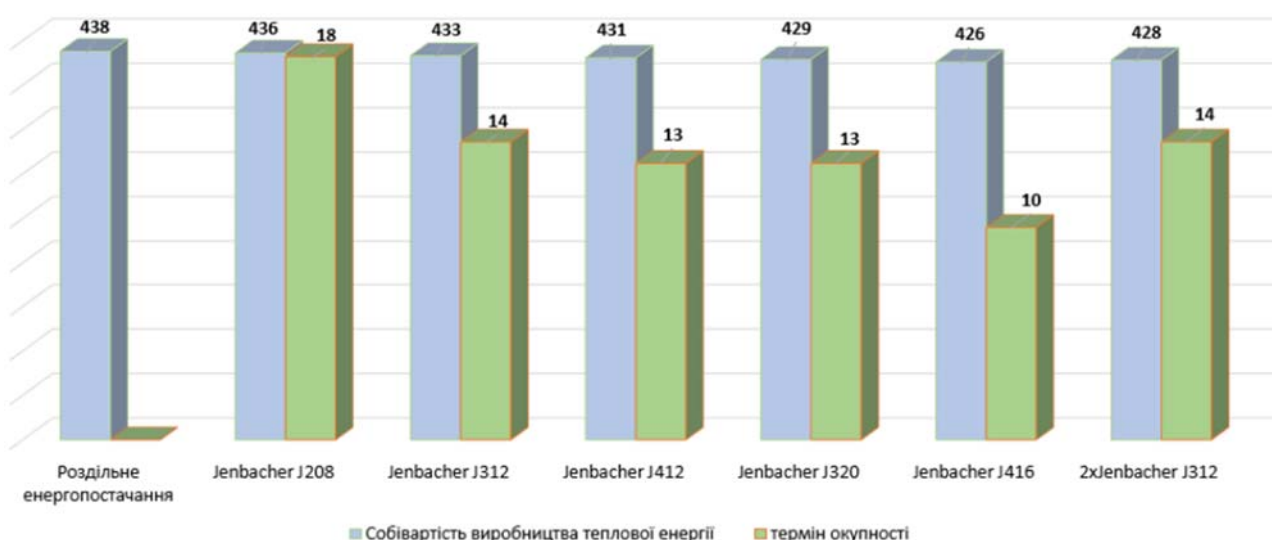
умовного палива викликає пропорційне зменшення викидів таких шкідливих речовин, як діоксид вуглецю, оксид сірки, оксиди азоту тощо, в процесі вироблення енергії.

Визначено річне зменшення валових викидів забруднювальних речовин і парникових газів в разі застосування газопоршневих двигунів в котельні за методиками [5], [16]. Результати розрахунків подані в табл. 2.

На рис. 2 показані результати визначення собівартості виробленої теплової енергії від котельні в разі роздільного та комбінованого енергопостачання, а також терміни окупності капіталовкладень на встановлення когенераційних установок різної потужності. Очевидно, що для середньозваженої ціни природного газу для вироблення теплоти 9грн/м³ і ціни газу для вироблення електроенергії 24грн/м³ використання газопоршневої когенераційної установки є економічно доцільним, не зважаючи на те, що прості терміни окупності інвестицій досить високі.

Річне зменшення валових викидів забруднювальних речовин

Показники	Тип двигуна					
	Jenbacher J208	Jenbacher J312	Jenbacher J412	Jenbacher J320	Jenbacher J416	2 x Jenbacher J312
Діоксид вуглецю, т/рік	884,68	1840,56	2453,25	3139,45	3451,15	3681,12
Оксиди сірки, т/рік	26,92	56,00	74,64	95,52	105,01	112,00
Оксиди азоту, т/рік	0,873	1,82	2,42	3,10	3,40	3,63



Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

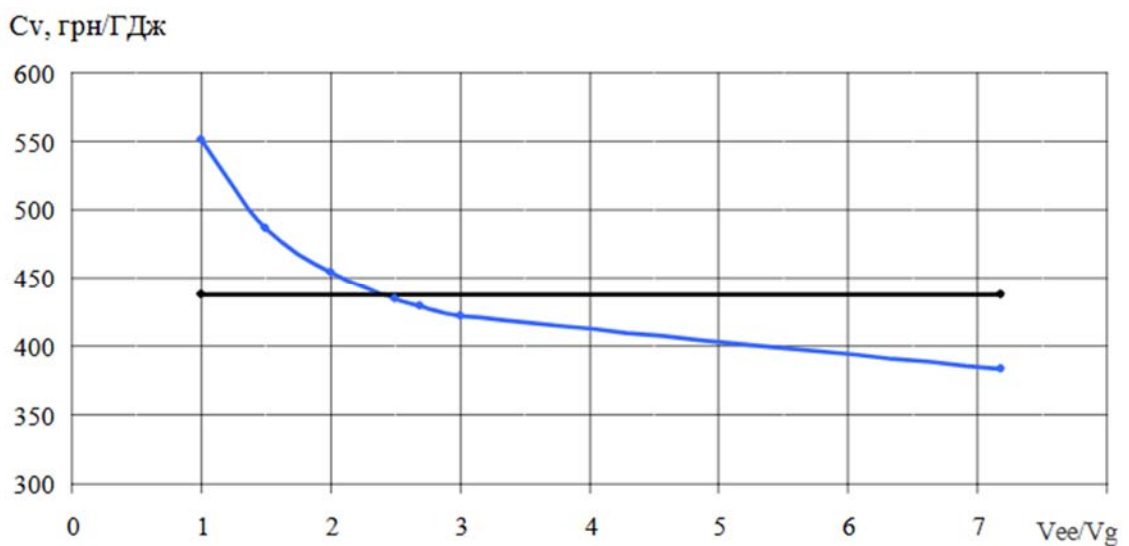
Зм.	Кільк.	Арк.	Нодок.	Підп.	Дата

Кваліфікаційна робота магістра

Арк.
48

На економічну доцільність впровадження газопоршневих когенераційних установок в системах централізованого теплопостачання суттєвий впливає співвідношення цін на електричну енергію та на природний газ. В розрахунках котельні взято, що ці на електроенергії $V_{ee} = 6,84$ грн/(кВт·год), а середньозважений тариф на природний газ $V_g = 9$ грн/м³. З урахуванням теплоти згорання природного газу 34 МДж/м³ співвідношення цін 1 кВт·год електроенергії та газу становить $(6,84 \cdot 9 \cdot 34000) / 3600 = 7,18$, тобто для цього підприємства електроенергія в 7,18 рази дорожчана ніж природний газ. Водно час комерційна ціна газу становить 24 грн/м³, тоді співвідношення цін електроенергії та природного газу дорівнює 2,7.

Проведено дослідження техніко-економічних показників водогрійної котельні централізовано-го теплопостачання з встановленням когенераційної установки Jenbacher J320 для різних співвідношень ціни на електроенергію та на комерційний природний газ. Результати числових досліджень показані на рис. 3.



Отже, використання газопоршневої когенераційної установки для покриття власних потреб в електроенергії джерела системи централізованого теплопостачання, стає економічно доцільним у разі співвідношення ціни 1 кВт·год електроенергії та природного газу більше ніж 2,4.

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ор.							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Кваліфікаційна робота магістра	
						49	

Використання когенераційних установок для забезпечення власних електричних потреб котельні зумовлює економію умовного палива, відповідне зменшення шкідливих викидів в порівнянні з роздільною схемою енергопостачання, стабілізацію роботи та зменшення навантаження на енергосистему країни. Прогнозовано, що зі збільшенням частки відновлюваних джерел енергії в енергосистемі потреба у надійних високоманеврених когенераційних станціях зростатиме.

Показано, що сучасні когенераційні установки забезпечують економію палива в масштабах держави, підвищують енергоефективність великої енергетики в зимовий період року, що зі свого боку сприяє декарбонізації енергетичної галузі та сповільненню процесів глобального потепління, забезпечують енергонезалежність країни і є важливими джерелами маневреної потужності для балансування енергосистеми.

Проведено числові дослідження ефективності встановлення когенераційної газопоршневої установки на базі двигунів Jenbacher для часткового або повного забезпечення власних електричних потреб водогрійної котельні. Визначено, що економія умовного палива становить 1,7...7,3 % для когенераційної системи в порівнянні з роздільною схемою енергопостачання, де за основу взяті показники ефективності вугільних теплових електричних станцій. При цьому річне зменшення валових викидів діоксиду вуглецю, оксидів сірки та оксидів азоту в разі встановлення двигуна Jenbacher J320 на базі опалювальної водогрійної котельні становитиме 3139,45 т/рік, 95,52 т/рік та 3,10 т/рік відповідно.

Досліджено вплив співвідношення цін електроенергії та комерційного природного газу на техніко-економічні показники котельні з когенераційною установкою Jenbacher J320. Визначено, що використання когенераційної установки для покриття власних електричних потреб економічно доцільно у разі співвідношення цін електроенергії та природного газу більше ніж 2,4.

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк.	
			Кваліфікаційна робота магістра							50
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

За результатами досліджень виявлено, що за середньозваженої ціни природного газу для вироблення теплоти 9 грн/м³ і ціни газу для вироблення електроенергії 24 грн/м³ використання газопоршневої когенераційної установки економічно доцільно, але має великий термін окупності інвестицій. За рахунок роботи КГУ можна отримати низку переваг, які не враховані на цьому етапі моделювання.

Інв. № ор.	Підпис і дата					Зам. інв. №	
						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							51
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

Список використаної літератури

1. Децентралізована генерація. Нові можливості для бізнесу та громад [Електронний ресурс]: WEB-ресурс Форуму від 05.08.2024 року – Режим доступу: <https://www.facebook.com/share/p/pZFyurfe7Bv26ER4/>.

2. Газові турбіни sgt / Офіційний сайт компанії Siemens Energy [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.siemens-energy.com/global/en/home/products-services/product/sgt-800.html>.

3. Газопоршньові двигуни / Офіційний сайт компанії INNIO Group [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.innio.com/en>.

4. «Стратегія розвитку розподіленої генерації на період до 2035 року» схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України №713-Р від 18.07.2024 року.

5. IEA. (2022). Combined heat and power technologies. International Energy Agency. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/combined-heat-and-power-technologies>

6. Стратегія розвитку енергетики для Одеської області до 2025 року (2012). Тадеуш Журек. Гданськ – Одеса. Фонд Енергозбереження у Гданську. 216с.

7. Енергоефективність в муніципальному секторі. Навчальний посібник для посадових осіб місцевого самоврядування /А.Максимов, І.Вахович, Т.Гутніченко, П.Бабічева, Н.Вакуленко, Н.Ігольнікова, Т.Цифра, О.Молодід, О.Молодід, О.Беленкова, Ю.Ячменьова, Ю.Дорошук, А.Скрипник, А.Ваколук, В.Бойко, М.Сегедій, Д.Вахович/ Асоціація міст України – К., ТОВ «ПІДПРИЄМСТВО «ВІ ЕН ЕЙ», 2015. –184 с.

8. Стратегія економічного та соціального розвитку міста Одеси до 2022 року/Ред. — Одеса: ТЕС, 2013. — 80 с.: Іл. – (Одеса–2022)

9. Котковський В. С. Повоєнне реформування енергетичного комплексу України // Європейські орієнтири розвитку України в умовах війни та глобальних викликів ХХІ століття: синергія наукових, освітніх та технологічних рішень : у 2

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
										52
			Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата		

т. : матеріали Міжнар. наук.- практ. конф. (м. Одеса, 19 травня 2023 р.) / за заг. ред. С. В. Ківалова. Одеса, 2023. Т. 1. С. 426-428.

10. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с.

11. Liu, H., & Wei, X. (2020). Performance analysis of gas engine cogeneration systems. Energy, 199, 117386. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117386>

12. Теоретико-прикладні аспекти декарбонізації та розвитку розподіленої електроенергетики України, кол. мо-ногр., М. О. Кизим, Ред. Харків: ФОП Лібуркіна Л. М., 2020, 344 с.

13. Г. Б. Варламов, Г. М. Любчик, і В. А. Маляренко, Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії, підруч. Київ, Україна: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003, 232 с.

14. Г. Г. Півняк, і Ф. П. Шкрабець, Альтернативна енергетика в Україні. Дніпропетровськ, Україна: НГУ, 2013, 109 с.

15. Т. І. Скібіна, «Організаційно-економічний механізм стимулювання розвитку когенераційного виробництва енергії в Україні,» Економіка та держава, No 2, с. 136-140, 2015. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.economy.in.ua/pdf/2_2015/31.pdf.

16. І. О. Казарова, «Підвищення ефективності систем енергопостачання за рахунок впровадження когенерації.» дис. канд. техн. наук., Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України, Харків, 2018.

17. Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу» зі змінами, внесеними Законом України від 21.10.2021. N 1818-ІХ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2509-15#Text>.

18. Енергетична стратегія України до 2035 року: «Безпека, енергоефективність,

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ор.							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		

конкурентоспроможність».[Електроннийресурс]. Режим доступу:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>

19. М. М.Чепурний, і С. Й. Ткаченко, Енергозбережні технології в теплоенергетиці. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2009, 114 с.

20. О. Г.Лялюк,Економіка енергетики : практикум. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2009, 118 с.

21. Когенераційні установки JENBACHER. Технічні характеристики. [Електроннийресурс]. Режим доступу:<https://www.kts-eng.com/product/jenbacher-j-412-b09/>. Дата звернення 10.02.2024

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ор.							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
							54

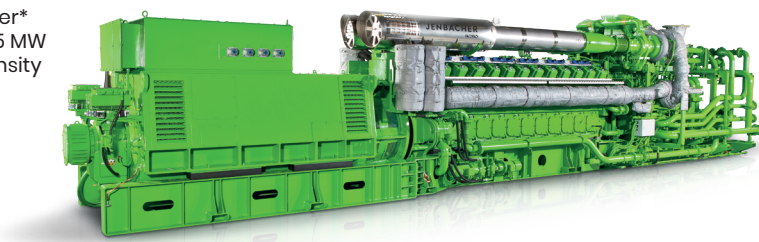
ДОДАТКИ

Інв. № ор.	Підпис і дата					Зам. інв. №	
						Кваліфікаційна робота магістра	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		55

Jenbacher type 6

Cutting-edge technology

Continuously refined based on our extensive experience, Jenbacher* type 6 engines are reliable, advanced products serving the 2 to 4.5 MW power range. The 1,500 rpm engine speed provides high power density and low installation costs. The type 6 pre-combustion chamber enables high efficiency with low emissions. Proven design and enhanced components support a service life of 60,000 operating hours before the first major overhaul. The J624 model features the advanced 2-stage turbocharging technology, which offers high electrical efficiency combined with improved flexibility over a wide range of ambient conditions.



Reference installations

J616 & J620 BMW in Regensburg and Leipzig, Germany

Fuel	Engine type	Electrical output	Thermal output	Commissioning
Natural gas	4 x J616 1 x J620	10,700 kW 3,000 kW	9,600 kW 3,120 kW	2011 2007

The cogeneration plants installed at BMW Group**'s factories in Regensburg and Leipzig can generate on-site power and capture and use engine waste heat to support the factories' production processes. Winter heating is obtained through a combination of the engines' waste heat and heat from existing boilers.



J620 Coca-Cola Hellenic, Romania

Fuel	Engine type	Electrical output	Thermal output	Commissioning
Natural gas	2 x J620	6,082 kW	2,208 kW	2009

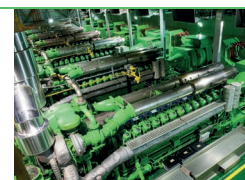
Since 2009, two J620 engines have been supplying the Coca-Cola Hellenic Bottling Company with energy and heat, as well as hot and chilled water for its operations. By fulfilling the facility's on-site power needs, the installed engines help reduce the company's carbon footprint and lower its overall operational costs.



J624 Hakha CES in Daejeon, South Korea

Fuel	Engine type	Electrical output	Thermal output	Commissioning
Natural gas	6 x J624	25,182 kW	25,350 kW	2014

With a total of six J624 engines running on natural gas, the Hakha, Daejeon site reaches a total of 25,182 kW of electrical output while achieving total efficiency of 87%. With the installation of these Jenbacher engines, the site has become one of the largest gas engine plants in South Korea.



J624 2-stage turbocharged Serres Vinet Greenhouse in Macheoul, France

Fuel	Engine type	Electrical output	Thermal output	Commissioning
Natural gas	2 x J624 2-stage turbocharged	8,800 kW	8,024 kW	2011

At this greenhouse facility, two Jenbacher J624 2-stage turbocharged gas engines enable French grower Serres Vinet to generate all of the hot water and electricity required for its extensive tomato and lettuce greenhouse operations. These are the first 2-stage turbocharged gas engines in France and give Serres Vinet the flexibility to switch among the energy sources to either provide electrical energy and thermal energy as economics dictate.



Technical features

Feature	Description	Advantages
Four-valve cylinder head	Centrally located purged pre-combustion chamber, developed using advanced calculation and simulation methods (CFD)	Reduced charge-exchange losses, highly efficient and stable combustion, optimal ignition conditions
Heat recovery	Flexible arrangement of heat exchanger, two stage oil plate heat exchanger on demand	High thermal efficiency, even at high and fluctuating return temperatures
Air / fuel mixture charging	Fuel gas and combustion air are mixed at low pressure before entering the turbocharger	Main gas supply with low gas pressure, mixture homogenized in the turbocharger
Pre-combustion chamber	The ignition energy of the spark plug is amplified in the pre-combustion chamber	High efficiency, lowest NOx emission values, stable and reliable combustion
Gas dosing valve	Electronically controlled gas dosing valve with high degree of control accuracy (for natural gas)	Very quick response time, rapid adjustment of air / gas ratio, large adjustable calorific value range
2-stage turbocharging	Next generation turbocharging technology concept (for J624 only)	Improved performance in terms of output and efficiency, increased flexibility regarding ambient conditions

Technical data

Configuration	V 60°
Bore (mm)	190
Stroke (mm)	220
Displacement / cylinder (lit)	6.24
Speed (rpm)	1,500 (50 Hz) 1,500 with gearbox (60 Hz)
Mean piston speed (m/s)	11 (1,500 1/min)
Scope of supply	Generator set, cogeneration system, containerized package
Applicable gas types	Natural gas, flare gas, biogas, landfill gas, sewage gas, Special gases (e.g., coal mine gas, coke gas, wood gas, pyrolysis gas)
Engine type	J612 J616 J620 J624
No. of cylinders	12 16 20 24
Total displacement (lit)	74.9 99.8 124.8 149.7

Dimensions l x w x h (mm)

	J612-J620	12,000/15,000 x 3,000/6,000 x 8,100		
Containerized package	J624	17,000 x 6,000 x 8,400		
	J612	7,600 x 2,200 x 2,800		
Generator set	J616	8,300 x 2,200 x 2,800		
	J620	8,900 x 2,200 x 2,800		
	J624	12,800 x 2,500 x 2,900		
	J612	7,600 x 2,200 x 2,800		
Cogeneration system	J616	8,300 x 2,200 x 2,800		
	J620	8,900 x 2,200 x 2,800		
	J624	12,800 x 2,500 x 2,900		
Weights empty (kg)	J612	J616	J620	J624
Generator set	24,000	29,200	36,900	52,100
Cogeneration system	24,500	29,700	37,500	52,100

Dimensions and weights are valid for 50 Hz applications

Outputs and efficiencies

Natural gas		1,500 1/min 50 Hz					1,500 1/min 60 Hz				
NOx <	Type	Pel (kW) ¹	ηel (%) ¹	Pth (kW) ²	ηth (%) ²	ηtot (%)	Pel (kW) ¹	ηel (%) ¹	Pth (kW) ²	ηth (%) ²	ηtot (%)
500 mg/m ³ _N	J612	2,007	45.4	1,904	43.0	88.4	1,979	44.7	1,915	43.3	88.0
	J616	2,676	45.7	2,503	42.7	88.4	2,654	45.3	2,517	42.9	88.2
	J620	3,360	45.6	3,172	43.0	88.6	3,334	45.2	3,186	43.2	88.4
	J624	4,404	46.5	4,058	42.9	89.4	4,380	46.3	4,077	43.1	89.4
250 mg/m ³ _N	J612	2,007	44.2	1,936	42.7	86.9	1,979	43.6	1,947	42.9	86.5
	J616	2,676	44.7	2,548	42.5	87.2	2,654	44.3	2,562	42.8	87.1
	J620	3,360	44.8	3,191	42.5	87.3	3,334	44.4	3,205	42.7	87.1
	J624	4,404	45.7	4,103	42.6	88.3	4,380	45.5	4,121	42.8	88.3

Biogas		1,500 1/min 50 Hz					1,500 1/min 60 Hz				
NOx <	Type	Pel (kW) ¹	ηel (%) ¹	Pth (kW) ²	ηth (%) ²	ηtot (%)	Pel (kW) ¹	ηel (%) ¹	Pth (kW) ²	ηth (%) ²	ηtot (%)
500 mg/m ³ _N	J612	1,816	43.8	1,668	40.3	84.1	1,798	43.4	1,678	40.5	83.8
	J616	2,433	44.0	2,225	40.3	84.3	2,411	43.6	2,238	40.5	84.1
	J620	3,043	44.1	2,782	40.3	84.4	3,022	43.8	2,797	40.5	84.3
250 mg/m ³ _N	J612	1,816	42.9	1,717	40.6	83.5	1,798	42.5	1,727	40.8	83.3
	J616	2,433	43.1	2,292	40.6	83.7	2,411	42.8	2,305	40.9	83.7
	J620	3,043	43.2	2,863	40.6	83.8	3,022	42.9	2,878	40.8	83.7

1) Technical data according to ISO 3046

2) Total heat output with a tolerance of +/- 8 %, exhaust gas outlet temperature 120°C, for biogas gas outlet temperature 180°C

All data according to full load and subject to technical development and modification.

Further engines versions available on request.



I JB-1 20 006-EN

Find your local support online:
www.innio.com/en/company/providers

© Copyright 2020 INNIO. Information provided is subject to change without notice. All values are design or typical values when measured under laboratory conditions.
 *Indicates a trademark **© Copyright BMW AG



Розрахунок та Підбір - Трьохходового клапана

Вихідні дані

87.00 м³/год	Розрахункова витрата води	7.00 бар	Тиск перед клапаном
90 °C	Максимальна температура води	0.20 бар	Втрати тиску на регульованій ділянці без урахування втрат тиску на клапані

Результати розрахунку

$(0.3 * [0.20 \text{ бар}]) / (1 - 0.3) = 0.09 \text{ [бар]}$	Нижній поріг втрат тиску на регулюючому клапані, який забезпечить оптимальне регулювання якщо витратна характеристика клапана логарифмічно-лінійна
$(0.5 * [0.20 \text{ бар}]) / (1 - 0.5) = 0.20 \text{ [бар]}$	Верхній поріг втрат тиску на регулюючому клапані, який забезпечить оптимальне регулювання
$dP_{\text{max}} = [0.20 \text{ бар} + 0.20 \text{ бар}] = 0.4 \text{ [бар]}$	Максимальний можливий перепад тиску на клапані
$K_v \text{ max} = [87.00 \text{ м}^3/\text{год}] / [0.09 \text{ бар}]^{0.5} = 290.0 \text{ [м}^3/\text{год}]$	Максимальна пропускна здатність регулюючого клапана
$K_v \text{ min} = [87.00 \text{ м}^3/\text{год}] / [0.20 \text{ бар}]^{0.5} = 194.5 \text{ [м}^3/\text{год}]$	Мінімальна пропускна здатність регулюючого клапана
$([G \text{ 87.00 м}^3/\text{год}] / [K_{vs} \text{ 220 м}^3/\text{год}])^2 = 0.16 \text{ [бар]}$	Падіння тиску на повністю відкритому клапані з $K_{vs}=220$ при витраті теплоносія 87.00 м³/год
$0.00000005 * [90 \text{ °C}]^3.658 = 0.70 \text{ [бар]}$	Абсолютний тиск насичення парів води при температурі 90°C
$0.2 * (7.00 + 1 - 0.70) = 1.46 \text{ [бар]}$	Нижня межа безкавітаційної втрати тиску на клапані
$0.6 * (7.00 + 1 - 0.70) = 4.38 \text{ [бар]}$	Верхня межа безкавітаційної втрати тиску на клапані
$dP_{\text{max}} \text{ 0.4 [бар]} \leq 1.46 \text{ [бар]}$	Кавітації на клапані не буде
$[87.00 \text{ м}^3/\text{год}] / \{3600 * 3.14 * ([DN125] * 0.001)^2 * 0.25\} = 2.0 \text{ [м/с]}$	Швидкість потоку у межах нормованої $V < 3.0 \text{ [м/с]}$

Результат підбору : Клапан регулюючий трьохходовий

Belimo : H7 N

Switzerland

DN 125 [мм]	Номинальний діаметр DN
Kvs 220 [м³/год]	Пропускна здатність
PN 16 [бар]	Номинальний тиск PN
логарифмічно-лінійна	Регульовальна характеристика
dT -10 ... 120°C	Допустимий діапазон температур
чавун	Матеріал корпусу



Результат підбору : Привід електричний лінійний

Belimo : EV24A-TPC, EV230A-TPC

1.3 [бар]	Максимальна різниця тисків між вхідним і вихідним патрубком клапана при якій електричний привід зможе перекрити клапан
------------------	--

EV24A-TPC ::: Керуючий сигнал [трьохточковий] : Зусилля [2500 N] : IP54
 Хід штока [40 mm] : Швидкість [3.75 sec/mm] : Кінцеві перемикачі [не передбачено]
 Напруга живлення [24V AC/DC | +/-50/60 Hz | 4.5 VA]

EV230A-TPC ::: Керуючий сигнал [трьохточковий] : Зусилля [2500 N] : IP54
 Хід штока [40 mm] : Швидкість [3.75 sec/mm] : Кінцеві перемикачі [не передбачено]
 Напруга живлення [230V AC | 50/60 Hz | 7.0 VA]



Розрахунок та Підбір – Циркуляційного Насоса

Вихідні дані

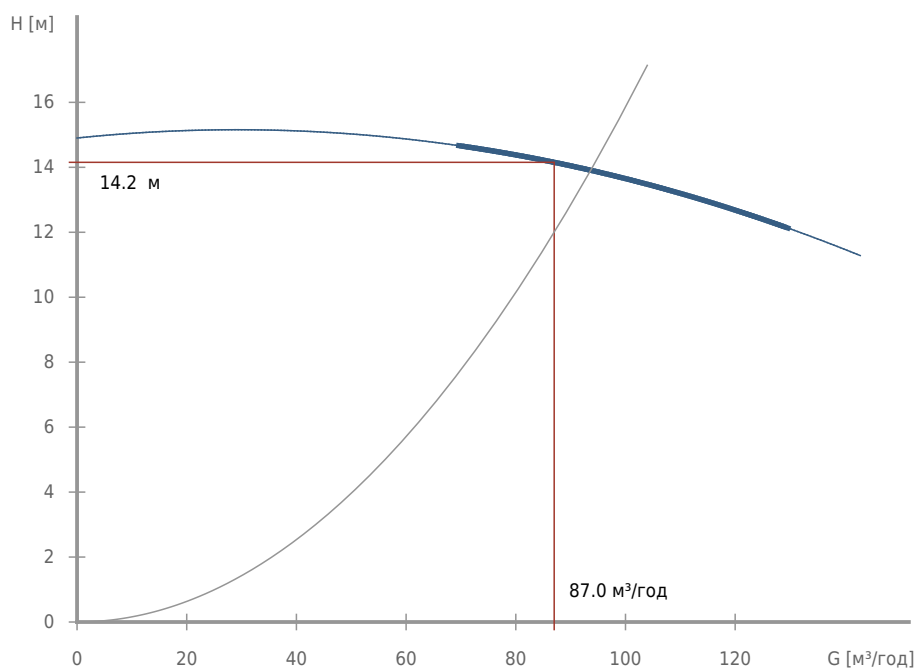
87.0 м³/год Витрата води
 12.0 м Напір

Результати розрахунку

Wilo : IL 100/220-5.5/4

Germany

87.0 м³/год Витрата води
 14.2 м Напір
 5.5 кВт Електрична потужність насоса
 400 V Напруга живлення
 dT (-20...140°C) Допустимий діапазон температур
 PN 25 / 16 бар Номінальний тиск PN
 100/100 DNвх./DNвих. Номінальний діаметр DN
 1450 об/хв Частота обертання робочого колеса



Матеріал корпусу : чавун : in line : фланцеве

Рекомендується для систем : HVAC - системи опалення, охолодження та кондиціонування повітря

Застосування для питної води : недопустимо

Клас захисту IP : IP55

Додаток 4

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, Позначення документа, опросного листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виробник	Одиниця виміру	Кілі – кість	Маса одиниці кг	Примітки
2		3	4	5	6	7	8	9
	<u>Обладання</u>							
1	Циркуляційний насос Q=87 м ³ /год, P=12 м	IL 100/250-7,5/4		Wilo	шт.	2		
2	Сідельний трьохходовий клапан, Ду 150, Kvs=320 м ³ /год	H7150N		Belimo	шт.	1		
3	Мембранний розширювальний бак V=300 л	I300		DAN-WATES	шт.	1		
4	Запобіжний клапан 2" регульований	IVR 369	136920001	IVR	шт.	1		
5	Фільтр осадовий фланцевий, Ду 150, PN16	арт 821A		Zetkama	шт.	1		
6	Кран кульовий фланцевий повнопрохідний Ду 150	Ballomax		Broen	шт.	2		
7	Засувка типу "Батерфляй" Ду 150	арт 497B		Zetkama	шт.	7		
8	Антивібраційна вставка фланцева, Ду 150	арт 700		Zetkama	шт.	4		
9	Клапан зворотній міжфланцевий, Ду 150	арт 407		Zetkama	шт.	2		
10	Кран кульовий муфтовий, Ду 25	Perfecta		F.I.V. (Італія)	шт.	1		
11	Кран кульовий муфтовий, Ду 20	Perfecta		F.I.V. (Італія)	шт.	5		
12	Кран кульовий муфтовий, Ду 15	Perfecta		F.I.V. (Італія)	шт.	3		
13	Клапан автоматичний що відводить повітря муфтовий Ду 15	арт 9461R004		F.I.V. (Італія)	шт.	3		
	<u>Матеріали</u>							
	Труби сталеві електрозварні прямошовні Ду 150	Труба 159x4,0 ГОСТ 10704-91 В-СтЗсп ГОСТ 10705-80			м	132		
	Труби сталеві електрозварні прямошовні Ду 100	Труба 108x4,0 ГОСТ 10704-91 В-СтЗсп ГОСТ 10705-80			м	1		
	Труби сталеві електрозварні прямошовні Ду 50	Труба 57x3,5 ГОСТ 10704-91 В-СтЗсп ГОСТ 10705-80			м	0,5		

Узгоджено

Інв. N подл

Підп. та дата

Інв. N подл

11/1403/2024 -ТМ.СО

Специфікація виробів та матеріалів

Стадія	Аркуш	Аркушів
П	1	

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, Позначення документа, опросного листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виробник	Одиниця виміру	Кілі – кість	Маса одиниці кг	Примітки
2		3	4	5	6	7	8	9
	Труба сталевіа водогазопровідна Ду 25	Труба 25 x 2,8 ГОСТ 3262-75			м	3,5		
	Відвід крутовигнутий Ду 150	Отвод 90° 159 x 4,5 Сталь 20 ГОСТ 17375-2001			шт.	24		
	Відвід крутовигнутий Ду 100	Отвод 90° 108 x 4,0 Сталь 20 ГОСТ 17375-2001			шт.	4		
	Відвід крутовигнутий Ду 50	Отвод 90° 57 x 3,5 Сталь 20 ГОСТ 17375-2001			шт.	2		
	Відвід крутовигнутий Ду 25	Отвод 90° 25 x 3,2 Сталь 20 ГОСТ 17375-2001			шт.	4		
	Перехід концентричний 150 x 100	К-159 x 4,5-108 x 4,0 Сталь 20 ГОСТ 17378-2001			шт.	4		
	Заглушка Ду 150				шт.	4		
	Фланець сталевий Ду 150 PN16	Фланець 1-157-16 ГОСТ 12820-80*			шт.	9		
	Фланець сталевий Ду 150 PN10	Фланець 1-157-10 ГОСТ 12820-80*			шт.	26		
	Фланець сталевий Ду 100 PN10	Фланець 1-108-10 ГОСТ 12820-80*			шт.	4		
	Прокладка ущільнюча Ду 150, 210 x 160 x 2	ГОСТ 17380-2001			шт.	35		
	Прокладка ущільнюча Ду 100, 161 x 106 x 2	ГОСТ 17380-2001			шт.	4		
	Різьба під приварення 2"	ГОСТ 3262-75			шт.	2		

Узгоджено

Інв. N подл. Підп. та дата. Взам. інв. N

Зм.	Кіл.уч.	Аркуш	N док.	Підпис	Дата
-----	---------	-------	--------	--------	------

11/1403/2024 - ТМ.СО

Аркуш
2

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, Позначення документа, опросного листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виробник	Одиниця виміру	Кілі – кість	Маса одиниці кг	Примітки
2	3	4	5	6	7	8	9	
	Різьба під приварення 1"	ГОСТ 3262-75			шт.	1		
	Різьба під приварення 3/4"	ГОСТ 3262-75			шт.	5		
	Різьба під приварення 1/2"	ГОСТ 3262-75			шт.	3		
	Згін роз'ємний 1"	Фітинг різьбовий			шт.	1		
	Ніпель перехідний 1" x 1/2"	Фітинг різьбовий			шт.	1		
	Ніпель 1"	Фітинг різьбовий			шт.	2		
	Фітинг різьбовий перехідник вн-зовн 1 1/4" x 1"	Фітинг різьбовий			шт.	1		
	Кутник 90°, різьба внутрішня-внутрішня, 1"	Фітинг різьбовий			шт.	1		
	Трійник 1"	Фітинг різьбовий			шт.	1		
	Болт М 20	ГОСТ 7798-62*			шт.	136		
	Гайка М 20	ГОСТ 59158-62			шт.	280		
	Шайба М 20	ГОСТ 11371-65			шт.	280		
	Болт М 16	ГОСТ 7798-62*			шт.	32		
	Гайка М 16	ГОСТ 59158-62			шт.	32		
	Шайба М 16	ГОСТ 11371-65			шт.	32		

Узгоджено

Інв. N подл
Підп. та дата
Взам. інв. N

Зм.	Кіл.уч.	Аркуш	N док.	Підпис	Дата
-----	---------	-------	--------	--------	------

11/1403/2024 -ТМ.СО

Аркуш
3

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, Позначення документа, опросного листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виробник	Одиниця виміру	Кілі – кість	Маса одиниці кг	Примітки
2		3	4	5	6	7	8	9
	Швелер М 10				м.п.	3		
	Відрогасники з фланцевим кріпленням для компенсації невеликих дисбалансів, DVE-45- М 10- А -60	DVE-A	434913		шт.	4		
	Анкер М 8/10 x 45 мм				шт.	8		
	Шпилька М 10 L=1000 мм				шт.	1		
	Кожух для труби діам. 159 мм з утеплювачем з мін.вати на основі базальтових парів 50 мм, Тзаст до 650 град				п.м.	138		
	Кожух для труби Ду 150 із нержавіючого листа 0,5 мм				п.м.	84		
	Опора рухома хомутова ОПБ 2 трубопроводу Ф 159 x 4.0. ГОСТ 14 911-82	ГОСТ 14 911-82			шт.	22		(аркуш 7)
	Опора нерухома хомутова трубопроводу Ф 159				шт.	2		(аркуш 8)

Узгоджено

Інв. N подл. Підп. та дата. Взам. інв. N

Зм.	Кіл.уч.	Аркуш	N док.	Підпис	Дата
-----	---------	-------	--------	--------	------

11/1403/2024 -ТМ.СО

Аркуш
4

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, Позначення документа, опросного листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виробник	Одиниця виміру	Кілі – кість	Маса одиниці кг	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Фланець сталевий плоский Ду 150, PN 16	Фланець 1-159-16 ГОСТ 12820-80*			шт.	6		
	Фланець сталевий плоский Ду 125, PN 16	Фланець 1-159-16 ГОСТ 12820-80*			шт.	2		
	Фланець сталевий плоский Ду 80, PN 16	Фланець 1-89-16 ГОСТ 12820-80*			шт.	1		
	Фланець сталевий плоский Ду 65, PN 16	Фланець 1-76-16 ГОСТ 12820-80*			шт.	1		
	Прокладка ущільнююча Ду 150, 210 x 160 x 2	ГОСТ 17380-2001			шт.	8		
	Прокладка ущільнююча Ду 125, 185 x 135 x 2	ГОСТ 17380-2001			шт.	2		
	Прокладка ущільнююча Ду 80, 141 x 87 x 2	ГОСТ 17380-2001			шт.	1		
	Прокладка ущільнююча Ду 65, 126 x 75 x 2	ГОСТ 17380-2001			шт.	1		
	Американка різьба ВЗ 1"	VTr.341.N.0006		Valtec	шт.	2		
	Різблення сталеве довге 1/2"	ГОСТ 3262-75			шт.	2		
	Футорка 1" x 1/2"	VTr.581.N.0604		Valtec	шт.	1		
	<u>Матеріали димоходів</u>							
	Коліно 90° для димоходів із фланцевим з'єднанням Dn600 Pn10			Kominus	шт.	1		
	Y-подібний адаптер 2xDn350/Dn600			Kominus	шт.	1		
	Фланець Dn600 Pn10 для димоходу Dn600/600 (Труба)			Kominus	шт.	1		
	Фланець Dn600 Pn10 для димоходу Dn600/600 (Розтруб)			Kominus	шт.	2		
	Фланець Dn600 Pn10 для димоходу глухий			Kominus	шт.	2		
	Прокладка ущільнююча Ду 600, 693 x 620 x 2	ГОСТ 17380-2001			шт.	8		
K 7	Засувка димохідна Dn600/660 під ел. привід			Kominus	шт.	1		
K 8	Засувка димохідна Dn200/260 під ел. привід			Kominus	шт.	1		
	Труба Ф 600/660 L=1м, н/оц			Kominus	шт.	20		
	Труба Ф 600/660 L=0,5м, н/оц			Kominus	шт.	2		
	Коліно 90° Ф 600/660 н/оц			Kominus	шт.	3		
	Коліно 45° Ф 600/660 н/оц			Kominus	шт.	1		
	Трійник 87° Ф 600/660 н/оц			Kominus	шт.	1		
	Трійник 45° Ф 600/660 із врізкою Ф 200/260 н/оц			Kominus	шт.	1		
	Ревізія Ф 600/660 н/оц			Kominus	шт.	1		
	Підставка настінна Ф 600/660 н			Kominus	шт.	1		

Погашено
 №в. N
 Взам. №в. N
 Підп. і дата
 №в. N підп.

Зм.	Кіл. уч.	Арк	N док	Підпис	Дата
-----	----------	-----	-------	--------	------

11/1403/2024 -ТХ.СВ

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, Позначення документа, опросного листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виробник	Одиниця виміру	Кілі – кість	Маса одиниці кг	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<i>Витратні матеріали</i>							
	<i>Круг відрізний А 24 126 х 2,5 х 22,23</i>				<i>шт.</i>	<i>20</i>		
	<i>Круг зачистний А 24 125 х 6 х 22,23</i>				<i>шт.</i>	<i>20</i>		
	<i>Емаль 3 в1 антикорозійна 2,7 кг</i>				<i>шт.</i>	<i>2</i>		
	<i>Чайт –спірт, 1,0 л</i>				<i>шт.</i>	<i>1</i>		
	<i>Льон,100 г, коса</i>				<i>шт.</i>	<i>1</i>		
	<i>Паста "UNIPAK", 250 г</i>				<i>шт.</i>	<i>1</i>		
	<i>Відомість теплоізоляційних матеріалів</i>							
	<i>Кожух для труди Dn159 з утеплювачем з мін.вати на основі базальтових порід 50 мм, Тзаст до 650 град</i>				<i>п.м.</i>	<i>36</i>		
	<i>Кожух для труди Dn76 з утеплювачем з мін.вати на основі базальтових порід 50 мм, Тзаст до 650 град</i>				<i>п.м.</i>	<i>1</i>		
	<i>Кожух ізоляційний з оцинкованої сталі товщ 0,5 мм для труди 159 мм в ізоляції 50 мм (фарбована)</i>				<i>п.м.</i>	<i>36</i>		
	<i>Кожух ізоляційний з оцинкованої сталі товщ 0,5 мм для труди 76 мм в ізоляції 50 мм (фарбована)</i>				<i>п.м.</i>	<i>1</i>		
	<i>Кожух для відвода Dn159 з утеплювачем з мін.вати на основі базальтових порід 50 мм, Тзаст до 650 град</i>				<i>шт.</i>	<i>14</i>		
	<i>Кожух для відвода Dn76 з утеплювачем з мін.вати на основі базальтових порід 50 мм, Тзаст до 650 град</i>				<i>шт.</i>	<i>1</i>		
	<i>Кожух ізоляційний з оцинкованої сталі товщ 0,5 мм для відвода 159 мм в ізоляції 50 мм (фарбована)</i>				<i>шт.</i>	<i>14</i>		
	<i>Кожух ізоляційний з оцинкованої сталі товщ 0,5 мм для відвода 76 мм в ізоляції 50 мм (фарбована)</i>				<i>шт.</i>	<i>1</i>		

Погоджено

Інв. N підл
Підп. і дата
Взам. інв. N

<i>Зм.</i>	<i>Кіл. уч.</i>	<i>Арк</i>	<i>N док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

11/1403/2024 -ТХ.СВ

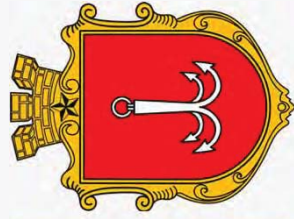
Арк
4

Узгоджено

Інв. N подл
Підп. та дата
Взам. інв. N

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опросного листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виробник	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<u>Обладнання</u>								
K 1	Когенераційна установка –контейнер 3352 кВт ел./3531 кВт	JMC 620 GS-NL		Jenbacher	шт.	1	80000	
K 2	Шумоглушник димових газів Dп600 мм, L=4010 мм			Apravis	шт.	1	1466	
K 3	Теплообмінник вихідних газів Q=1405 кВт, Dп600 мм, L=5700 мм	N-28-750/4000-1H-1AX-PG		Apravis	шт.	1	2570	
K 4	Клапан запобіжний Ду65/80 PN16, Pcp=4 бара	СППК –17 с 50 нж		Благовещенський арматурний завод	шт.	1		
K 5	Гідрофор 20 л, макс. Q=5 м ³ /ч, макс. H=42 м	Jet HWJ 20 L 203		Wilo	шт.	1		
K 6	Ємність 1000 л для гліколю	V-1000		Укрхімпласт	шт.	1		
<u>Арматура</u>								
1	Засувка типу "Батерфляй" Ду 150	арм 497В		Zetkama	шт.	4		
2	Кран кульовий муфтовий різьба ВВ, Ду 25	Perfecta		F.I.V. (Італія)	шт.	2		
3	Кран кульовий муфтовий різьба ВВ, Ду 15	Perfecta		F.I.V. (Італія)	шт.	2		
4	Клапан автоматичний що відводить повітря муфтовий Ду 15	арм 9461R004		F.I.V. (Італія)	шт.	2		
<u>Матеріали</u>								
	Труба сталева електрозварна прямошовна Ду 150	Труба 159x4,5 ГОСТ 10704-91 в-Стелп.ОС. 10705-80			м	36		
	Труба сталева електрозварна прямошовна Ду 80	Труба 89x4 ГОСТ 10704-91 в-Стелп.ОС. 10705-80			м	3		
	Труба сталева електрозварна прямошовна Ду 65	Труба 76x3,5 ГОСТ 10704-91 в-Стелп.ОС. 10705-80			м	1		
	Відвід крутовигнутий 90° Ду150	Відвід 90° 159 x 4,5 ГОСТ 17375-2001			шт.	14		
	Відвід крутовигнутий 90° Ду80	Відвід 90° 89 x 4,0 ГОСТ 17375-2001			шт.	1		
	Відвід крутовигнутий 90° Ду65	Відвід 90° 76 x 4,0 ГОСТ 17375-2001			шт.	1		
	Перехід концентричний 150 x 125	К-159 x 4,5-133 x 4,0 Сталь 20 ГОСТ 17378-2001			шт.	2		

						11/1403/2024 -ТХ.СВ		
						Нове будівництво газопарової електростанції загальною потужністю 3,3 МВт на території районної котельні «Північно-1» комунального підприємства "Теплопостачання міста Одеси" Одеської міської ради за адресою: м.Одеса, вул. Героїв оборони Одеси, 80		
Зм.	Кіл. уч.	Аркуш	N док	Підпис	Дата			
						Видалення відпрацьованих газів		
						Стадія	Аркуш	Аркушів
						П	1	
						Специфікація виробів та матеріалів		



ПРОЕКТ З ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ГЕНЕРАЦІЇ В М. ОДЕСА

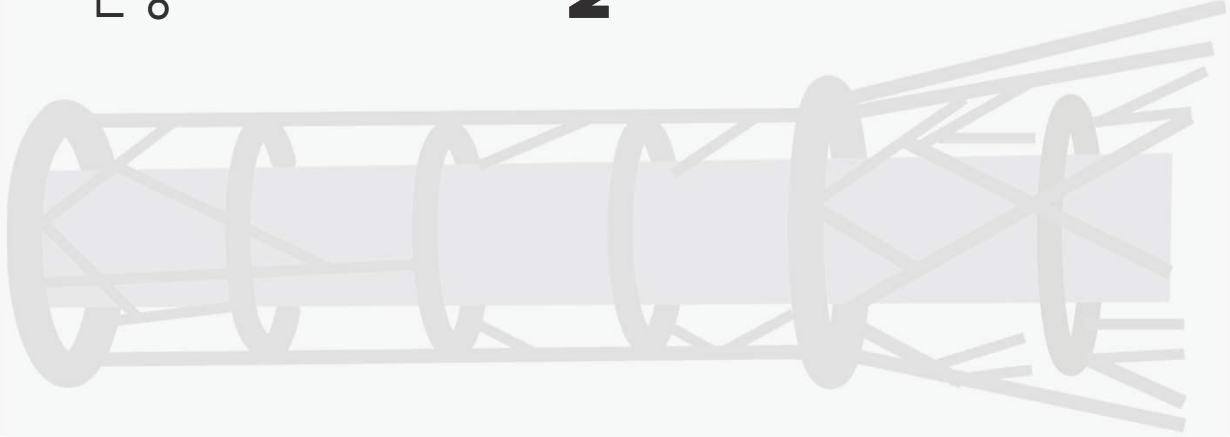
2024

Проект є спільною ініціативою, розробленою на базі співробітництва наступних організацій:

- UNDP (United Nations Development Programm , Програма розвитку Організації Об'єднаних Націй)
- Одеська міська рада
- КП “Теплопостачання міста Одеса”
- Інфоксводоканал
- НЕК Укренерго
- ДТЕК “Одеські електромережі”

Мета проекту

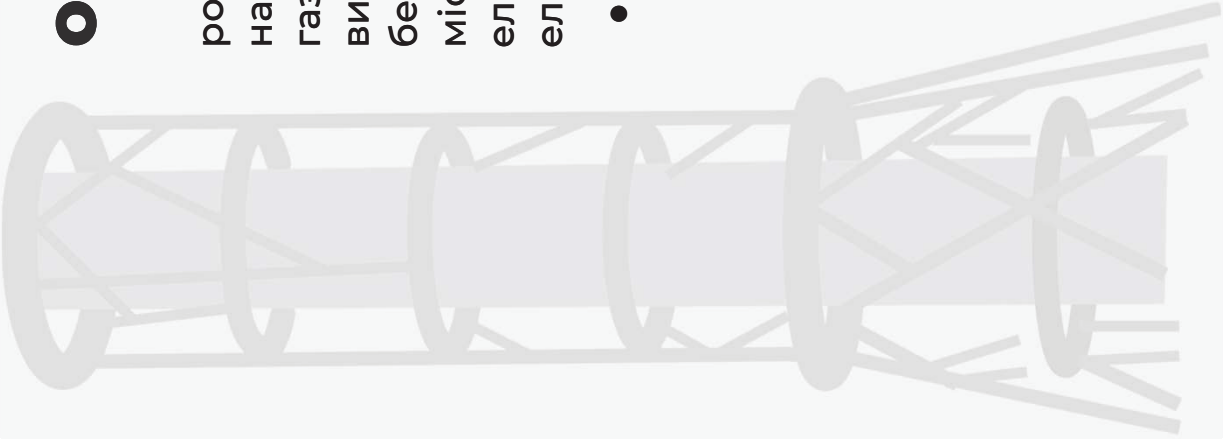
- забезпечення енергетичної безпеки інфраструктури м. Одеси за допомогою створення автономної розподіленої системи генерації електроенергії на базі газопоршневих когенераційних установок загальною електричною потужністю 29.7 МВт, що підтримує безперебійну роботу інфраструктурних об'єктів централізованих систем тепло- та водопостачання Одеси.
- підвищення енергоефективності роботи інфраструктурних об'єктів (оцікується зниження витрат на електроенергію на об'єктах, що беруть участь у проекті, не менше, ніж на 15-20%)



Опис проекту

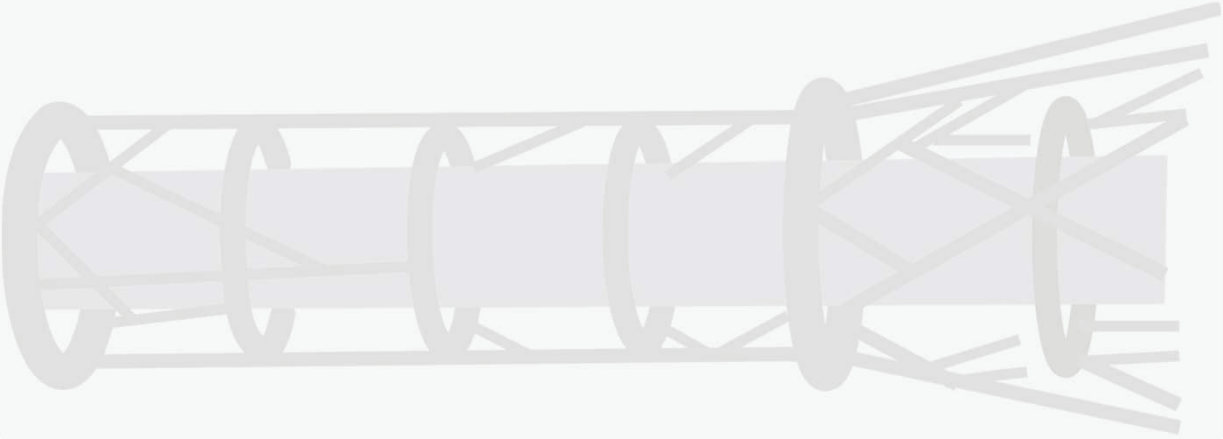
Розпорядженням міського голови від 15.12.2022 нар. № 580 створено робочу групу з питань енергетичної безпеки м. Одеси . У ході роботи цієї групи на підставі затвердженої Схеми теплопостачання м. Одеси, схем газопостачання, електричних мереж та мереж водопостачання та каналізації визначено технічні рішення та обладнання, необхідне для забезпечення безперебійної роботи інфраструктурних систем тепло- та водопостачання міста Одеси в «острівному режимі», тобто, при повному зникненні електроенергії у електромережах. Розглянута у проекті розподілена система електрогенерації структурно складається з наступних елементів:

- Чотириох окремих автономних газопоршневих електростанцій загальною електричною потужністю 29,7 МВт, що розташовані на районних опалювальних котельнях м. Одеси:
 - о на РК "Південна-2", Ак. Корольова 45а - 6,6 МВт
 - о на РК «Північна-1», гер . Оборони Одеси 80а - 3,3 МВт
 - о на РК «Північна-2», Паустовського 29а – 13,2 МВт
 - о на РК «10-й квартал», Інглезі 14 а – 6,6 МВт
- і периферійних інфраструктурних споживачів електроенергії, що підключаються до них (котелень, насосних станцій ВНС, каналізаційних насосних станцій КНС, станцій біологічного очищення СБО). Списки споживачів кожної окремої електростанції та їх електричні навантаження окремо розглядаються у розділі обладнання.

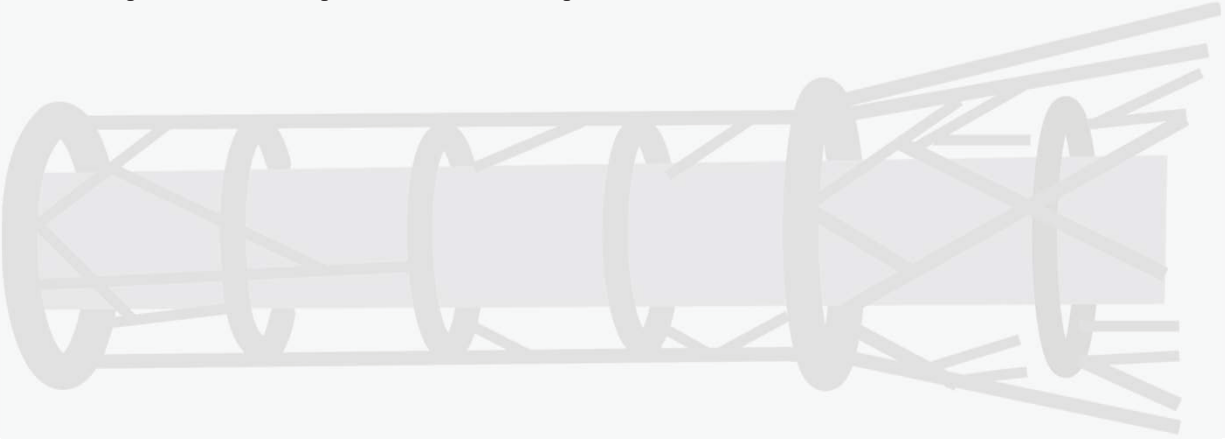


Електростанції, розташовані на районних котельнях, передбачається виконати на базі блочних газопоршневих когенераційних установок Jenbacher JMS 620 GS - N.L електричною потужністю 3352 кВт кожна. Когенераційна установка є газопоршневим двигуном внутрішнього згоряння, що працює на природному газі, який обертає генератор і виробляє при цьому електроенергію з ККД 44,4% (для порівняння: ККД звичайної електростанції, що працює на твердому паливі, не перевищує 32%). Одночасно тепло, що виділяється під час роботи двигуна установки (46,5%), через систему теплообмінників використовується для підігріву мережної води, що дозволяє економити газ на котельнях.

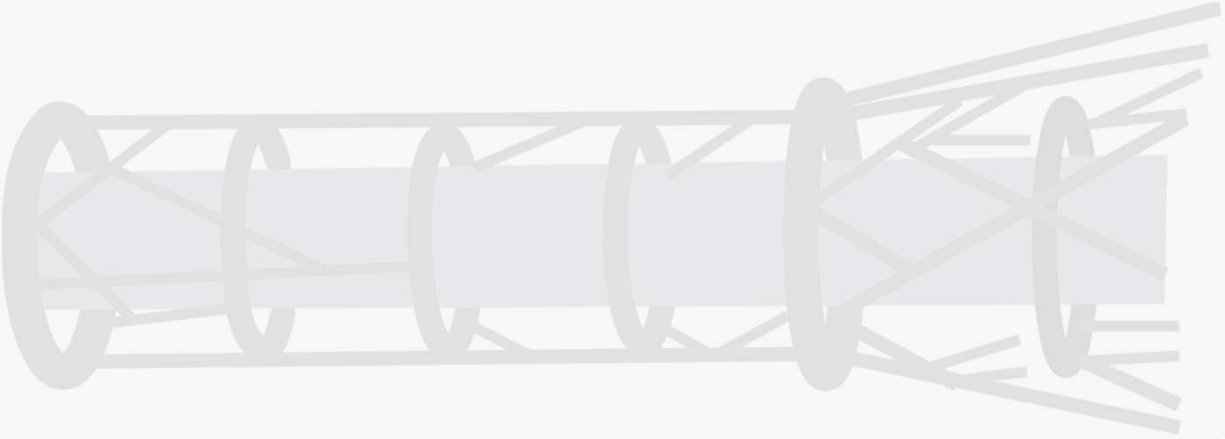
- Додаткового обладнання, необхідного для включення когенераційних установок в існуючу теплову схему районних котельень для використання теплової енергії, що виробляється ними, на підігрів теплоносія. Так, для включення кожної когенераційної установки в теплову схему районної котельні та утилізації 3 МВт теплової енергії, що виробляється їй, необхідний насос з витратою 260 м³/год і натиском 20 м.вод.ст. (при розрахунку на передачу тепла з $\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$), наприклад Wilo IL 150/270-22/4. Окремо, для котельні «Північна-2», знадобиться встановлення нового водогрійного котла потужністю 25000 кВт та периферійного обладнання для нього, оскільки існуюче там котельне обладнання не зможе працювати у зв'язці з когенераційною електростанцією (докладніше див. у відповідному пункті).



- ЗРУ (закритих розподільчих пристроїв) блочною типу для електростанції. Дані пристрої дозволяють робити автоматичний розподіл виробленої різними установками електроенергії на споживачів мережі.
- Обладнання для передачі електроенергії, що виробляється на електростанціях, до інших інфраструктурних об'єктів, що забезпечують роботу систем тепло- та водопостачання міста (тобто іншим котельним, ВНС, КНС, СБО).
- Передача енергії від електростанції вимагає організації низки трансформаторних підстанцій для підвищення/зниження напруги, прокладання високовольтних кабельних ліній, високовольтних муфт, транспозиційних шаф, установок осередків для підключення електростанцій до існуючих електромереж Укренерго та ДТЕК “Одеські електромережі”.

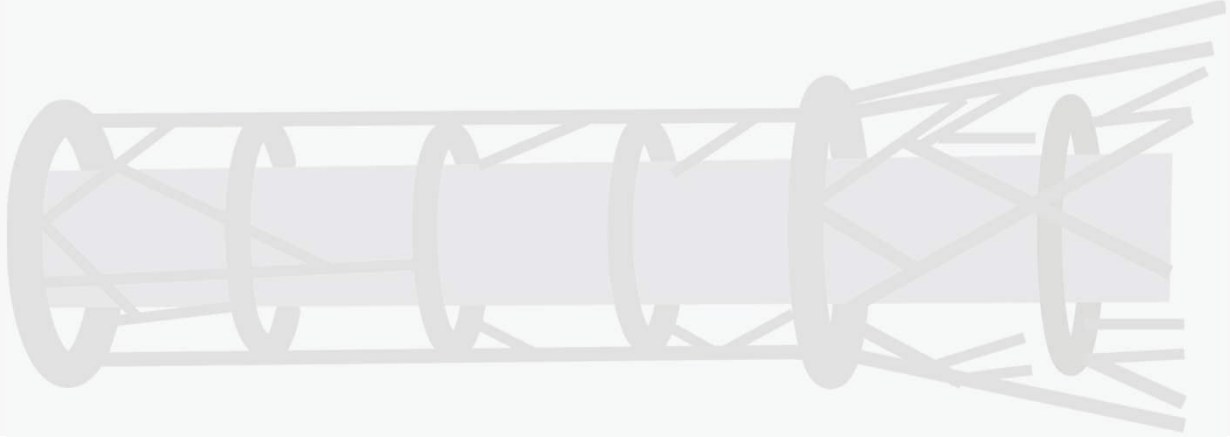


- Устаткування для частотного керування електродвигунами насосів, димососів, вентиляторів на котельнях та об'єктах інфраструктури водопостачання для забезпечення їх роботи в «острівному режимі» системи. Необхідність встановлення цього обладнання випливає у зв'язку з високими пусковими струмами, що виникають в моменти старту електродвигунів. Якщо у нормальному режимі роботи від електромережі ці струми компенсує електромережа та їх короткочасна поява не становить проблеми, то у разі роботи автономної системи енергопостачання, коли вся електроенергія надходить лише від когенераційних установок, існуючі електродвигуни обов'язково повинні бути забезпечені пристроями плавного пуску (частотними перетворювачами) що захистить систему від перевантажень. Крім того, обладнання електродвигунів на котельнях частотними перетворювачами дозволить суттєво економити електроенергію, дозволяючи використовувати їх у режимі необхідного в даний момент завантаження, а не на постійному максимальному режимі потужності, як це відбувається зараз.

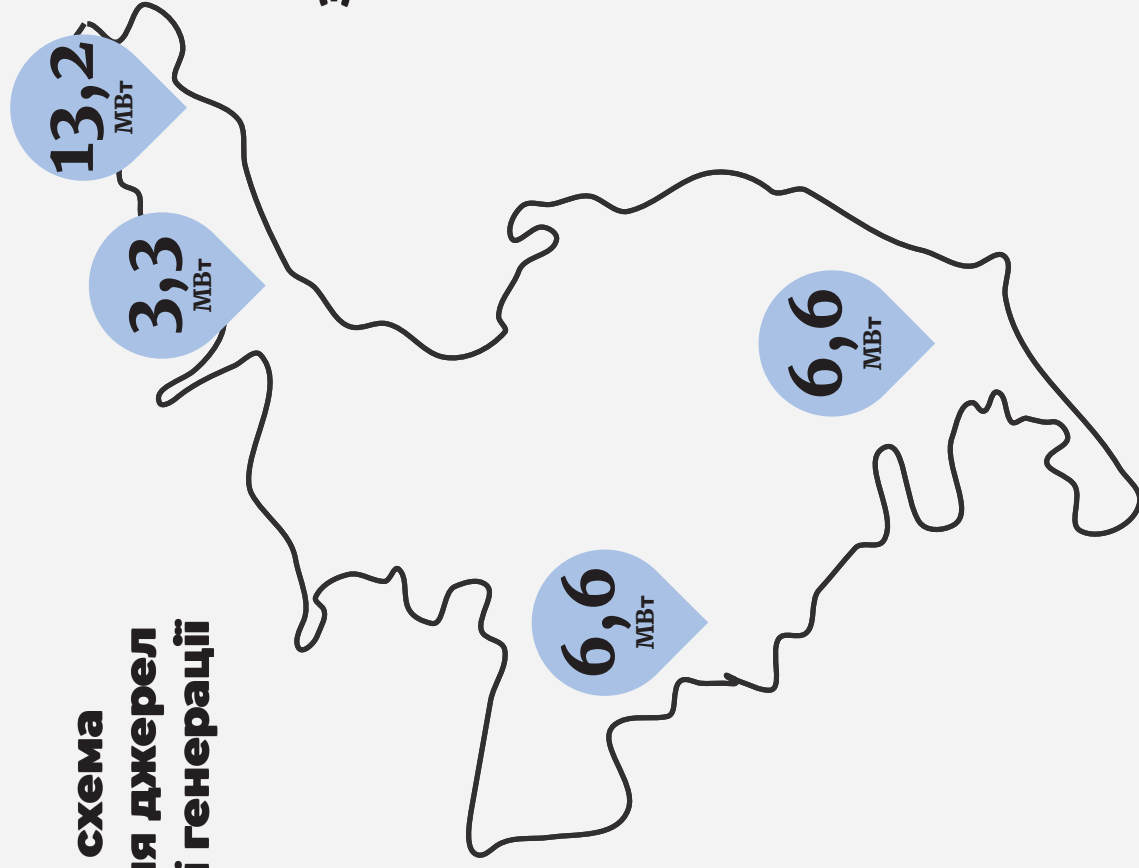


Таким чином, розташування когенераційних установок на районних котельнях дозволяє одночасно вирішити кілька різних завдань:

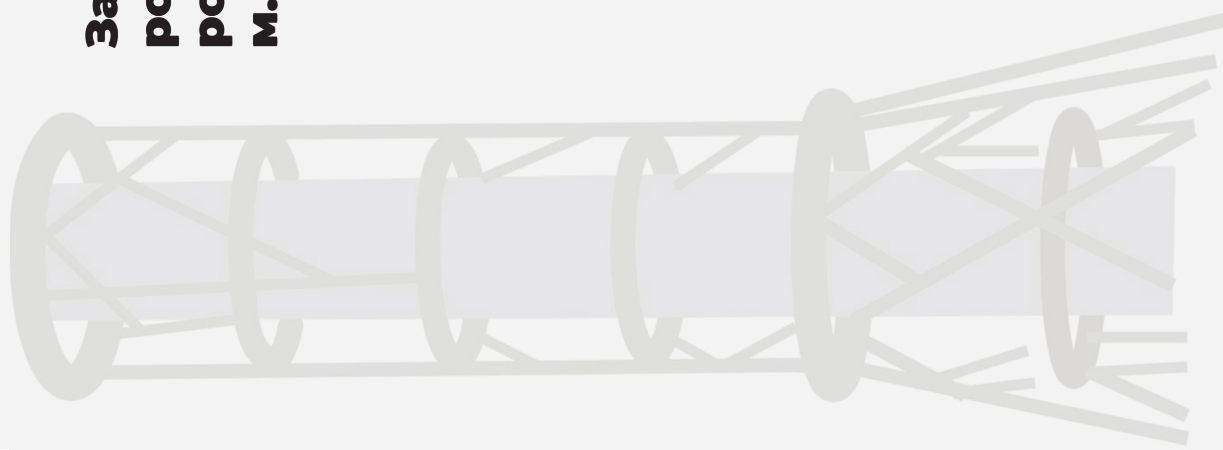
- о використувувати вже наявні на районних котельнях газові мережі для підключення до них когенераційних установок;
- о ефективно використовувати тепло, що виробляється електростанціями для підігріву теплоносія в теплових мережах міста, та економити газове паливо для котелень;
- о знизити витрати, необхідні для живлення електрообладнання районних котелень (мережеві насоси, димососи, дуттьові вентилятори).



Запланована схема розташування джерел розподіленої генерації м. Одеса



Загальна генерація



РК "Південна-2. РК «Південна-1»

Встановлення та приєднання 2-х когенераційних установок

- 2 когенераційні установки Jеnbасher JMC 620 GS - N . L загальною електричною потужністю 6,6 МВт;
- 2 насоси Wilo IL 150/270-22/4.

РП-10кВ (розподільчий пункт від КГУ) - 1 шт.

РП-10кВ («Опалювальний») з трансформаторами 1Т потужністю 1000 кВа напругою 10/6 кВ - 1 шт.

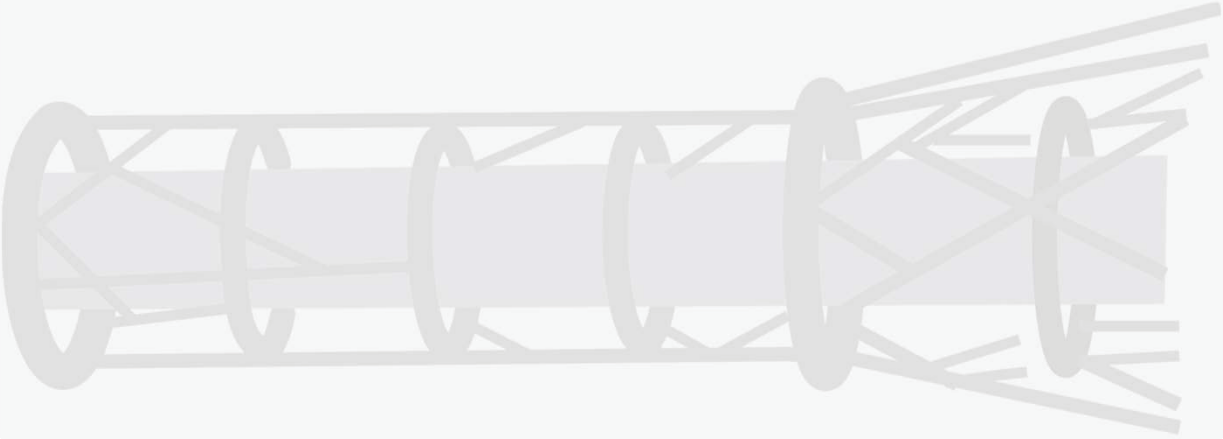
БКТП КГУ№1, КГУ№2 - 1 шт.

Контейнерна шафа керування з перетворювачами частоти 6,3 кВ та 0,4 кВ - 2 шт.

БКТП 10/0,4 (блочна-комплектна трансформаторна підстанція 10/0,4кВ) з двома трансформаторами 1600 кВа - 1 шт.

ПС 10/10кВ «Таїровська» - 1 шт.

- Комірка №168 типу КМ-1Ф (для передачі електроенергії від КГУ).



РК «Північна 1»

Встановлення та приєднання однієї когенераційної установки

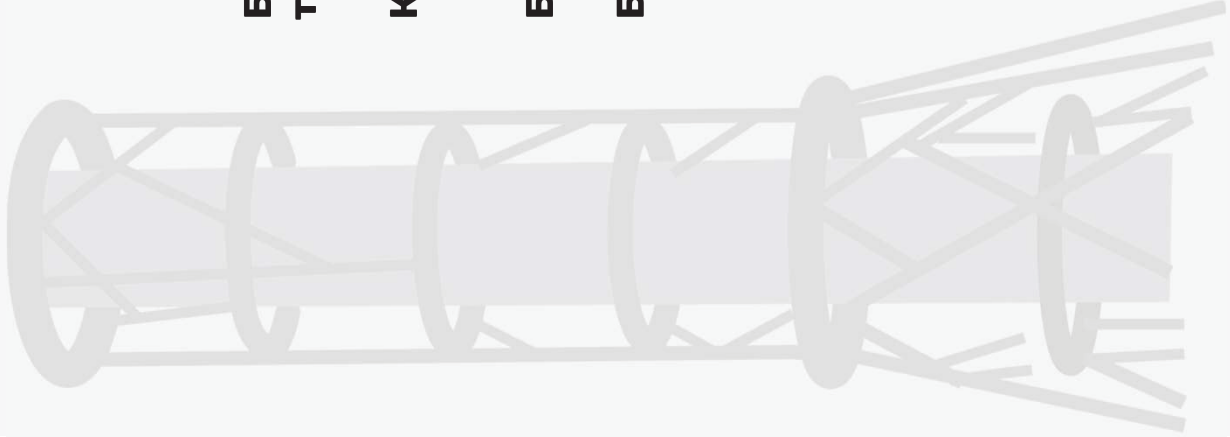
- 1 когенераційна установка Jenbacher JMC 620 GS - N . L 3,3 MBT;
- 1 насос Wilo IL 150/270-22/4.

БКТП 10/0,4 (блочна комплектна трансформаторна підстанція), х трансформаторна - 1 шт.

Комірка №214 типу КМ-1Ф - 1 шт.

БКТП КГУ1 - 1 шт.

БКТП 0,4 кВ - 1 шт.



РК «Північна -2»

Встановлення та приєднання 4-х когенеративних установок. Розмір ширина 10м длина 24м

- 4 когенеративні установки Jenbacher JMC 620 GS - N . L загальною електричною потужністю 13,2 МВт;
- 4 насоси Wilo IL 150/270-22/4.

БКТП 10/110 кВ потужністю 13,2Мв - 1 шт.

Лінійна комірка 110 кВ – 1 компл.

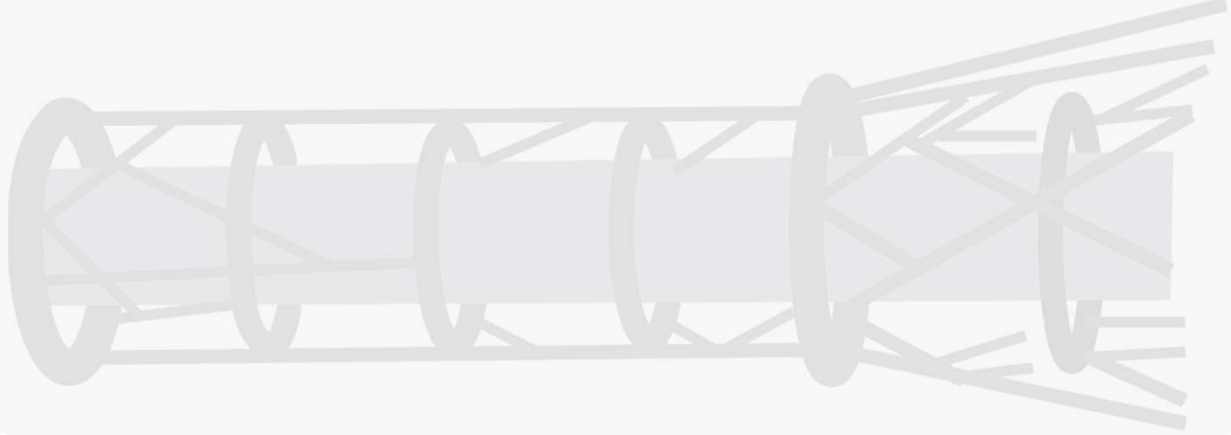
БКТП 10/6 (блочна-комплектна трансформаторна підстанція), 2х трансформаторна

БКТП КГУ 1, 2, 3, 4 - 1шт.

Контейнерна шафа керування з перетворювачами частоти 6,3 кВ та 0,4 кВ - 1шт.

Контейнерна шафа керування з перетворювачами частоти 6,3 кВ - 6шт.

Водогрійна котельна установка 25 МВт - 1шт.



РК «10 квартал», РК «8 квартал»

Встановлення та приєднання 2-х когенераційних установок.

- 2 когенераційні установки Jenbacher JMC 620 GS - N . L загальною електричною потужністю 6,6 МВт;
- 2 насоса Wilo IL 150/270-22/4.

БКТП 10/0,4 на «10 квартал» (блочна-комплектна трансформаторна підстанція), 2х трансформаторна - 1шт.

БКТП 10/0,4 на «8 квартал» (блочна-комплектна трансформаторна підстанція), 2х трансформаторна - 1шт.

БКТП КГУ 1, 2 - 1шт.

Контейнерна шафа керування з перетворювачами частоти 0,4 кВ - 1шт.

Контейнерна шафа керування з перетворювачами частоти 6,3 кВ - 2шт.

Комірка 10 кВ на ПС 10/10 кВ - 1шт.

