

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут будівництва і архітектури
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

**Пояснювальна записка
до магістерської роботи
на тему
“ Аналіз критеріїв оптимізації системи тепlopостачання на
прикладі м. Рівне ”**

Виконав: студентка II курсу, групи ТГВ
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія» ОПП «Теплогазопостачання та вентиляція»
_____ Савсуненко Т.В.
Керівник_ _____ доц., к.т.н. Новицька О.С.
Рецензент _____ доц., к.т.н. Кізеєв М.Д.

Рівне-2024

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ _____	5
ВСТУП _____	6
РОЗДІЛ 1. ЦЕНТРАЛІЗОВАНЕ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТА ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ _____	9
1.1 Енергетична і економічна ефективність схеми централізованого теплопостачання _____	10
1.2 Інтеграція схем централізованого опалення в інфраструктуру сучасних Міст _____	15
1.3 Шляхи реформування системи теплозабезпечення з урахуванням світового і Європейського досвіду реформування систем теплозабезпечення _____	16
1.4 Стан сектора централізованого опалення в окремих групах країн _____	20
1.4.1 Сектор центрального опалення в країнах, що давно вступили в Європейський Союз _____	22
1.4.2 Розвиток централізованого опалення в країнах з перехідними економіками та в країнах, що нещодавно вступили до Європейського Союзу _____	25
1.4.3 Альтернативний досвід інших країн _____	27
1.5 Критерії та шляхи реформування системи теплопостачання _____	29
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІСТА РІВНЕ ТА НАПРЯМИ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ _____	38
2.1 Опис населеного пункту _____	38
2.1.1 Географічне положення міста _____	38
2.2 Населення _____	41
2.3 Кліматичні параметри _____	43
2.4 Основні інфраструктурні об'єкти м. Рівного _____	44
2.4.1 Газопостачання міста _____	44
2.4.2 Електропостачання міста _____	45

НУВГП ТГВ 03-02-367703 МР				
Зам.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата
Зав. Коф.		Шарова М. Д.		
Майстер		Савченко Т. В.		
Керівник		Савченко О. С.		
Рецензент		Шарова М. Д.		
Аналіз критеріїв оптимізації системи теплопостачання на прикладі м. Рівне				
		Лист	Аркуш	Аркуші
НУВГП, ІПО, ТГВ II курс, м.Рівне, 2024				

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						3
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5	Застосування конденсаційних утилізаторів тепла димових газів	47
2.6	Зниження температури теплоносія	49
2.7	Вибір когенераційних технологій	50
2.7.1	Коливання теплових і електричних навантажень	56
2.7.2	Утилізація теплової потужності	56
2.7.3	Умови майданчика і роботи обладнання	57
2.7.4	Рівень шуму	58
2.7.5	Енергетична ефективність	59
2.7.6	Оцінка маневрових можливостей електрогенеруючих установок	60
2.7.7	Газопоршнєві технології когенерації	65
2.8	Основні напрямки реконструкції мереж теплопостачання	67
2.8.1	Впровадження індивідуальних теплових пунктів (ІТП)	68
2.8.2	Впровадження трубопроводів з пінополіуретановою тепловою ізоляцією	70
2.8.3	Термомодернізація існуючих будівель	72
2.8.3.1	Впровадження відновлювальних джерел теплової енергії для забезпечення потреб ГВП медичних закладів	74
РОЗДІЛ 3. СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ М.РІВНЕ		76
3.1	Зони застосування системи теплопостачання	76
3.2	Аналіз енергетичної ефективності оптимізації системи теплопостачання	84
3.2.1	Впровадження ІТП на котельнях	86
3.3	Аналіз ефективності роботи джерел теплової енергії	87
3.3.1	Аналіз використання палива та відпуску теплової енергії	87
3.3.2	Аналіз існуючих температурних графіків відпуску теплової енергії та технічна і економічна можливість їх дотримання	89
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ М.РІВНЕ ПОКАЗНИКИ		91

4.1 Економічна ефективність реконструкції джерел теплопостачання	
ТОВ «Рівнетеплоенерго» з заміною та реконструкцією котлів	91
4.1.1 Розрахунок економічного ефекту реконструкції котлів марки	
КВ-ГМ-30	91
4.1.2 Розрахунок економічного ефекту заміни котлів з низьким ККД	
на високоекономічні котли	92
4.2 Економічна ефективність реконструкції джерел теплопостачання ТОВ	
«Рівнетеплоенерго» з впровадженням когенераційних технологій,	
біопаливних котлів та відновлювальних джерел енергії	93
4.3 Реконструкція мереж теплопостачання	94
4.3.1 Заміна існуючих теплопроводів на попередньо ізольовані	
трубопроводи (ПІТ) Визначення капіталовкладень (Кв)	96
4.3.1.1 Розрахунок економічного ефекту реконструкції на ПІТ	97
4.3.2 Впровадження ІТП. Визначення капіталовкладень (Кв)	99
4.3.2.1 Розрахунок економічного ефекту від будівництва ІТП	100
4.4 Висновки з оптимізації системи теплопостачання м.Рівне	105
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	111
ВИСНОВОК	116
Список використаної літератури	118

Перелік і зміст графічної частини МР

№	Назви аркушів	Обсяг
1.	Короткі відомості про магістерську роботу.	1 аркуш А1
2.	Джерела енергії та ефективність системи теплопостачання міста.	1 аркуш А1
3.	Основні етапи та критерії оптимізації системи теплопостачання.	1 аркуш А1
4.	Заходи оптимізації системи теплопостачання.	1 аркуш А1
5.	Заходи оптимізації системи теплопостачання.	1 аркуш А1
6.	Система теплопостачання міста Рівне	1 аркуш А1
7.	Варіанти оптимізації системи теплопостачання міста.	1 аркуш А1
8.	Економічні та екологічні критерії оптимізації системи теплопостачання м. Рівне	1 аркуш А1

Перелік прийнятих скорочень

МР – магістерська робота

ТЕЦ – теплоелектроцентрально

ТГВ – теплогазопостачання і вентиляція

ВДЕ - відновлювальних джерел енергії

ІТП – індивідуальний тепловий пункт

ПІТ - попередньо ізолюваний трубопровід

ГВП – гаряче водопостачання

КС - когенераційна станція

ЦТП – центральне теплопостачання

ГДК - гранично допустима концентрація

ПГУ - парогазова установка

УПГ - утилізаційний парогенератор

ГТ - газова турбіна

ГПД – газопоршневий двигун

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						6
	Арк.	№ зм.	Підпис	Дата		

Анотація

Магістерська робота на тему «Аналіз критеріїв оптимізації системи теплопостачання на прикладі міста Рівного». Пояснювальна записка містить: 122 с., 24 рис., 18 табл., 32 джерела.

Об'єкт дослідження – система теплопостачання міста Рівного.

Мета роботи - визначення та аналіз критеріїв оптимізації системи теплопостачання для зниження втрат теплової енергії, покращення ефективності та підвищення екологічності.

В роботі розглянуті нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії для країн ЄС та України. Наведено теперішній стан розвитку альтернативних джерел енергії в Україні та перспективи його розвитку.

Також у роботі розглянуто та проаналізовано критерії оптимізації системи теплопостачання на прикладі міста Рівне. Розглянуто шляхи реконструкції джерел тепла та системи теплопостачання між котельнями міста.

Проаналізовані основні вітчизняні та закордонні системи теплопостачання. Наведена коротка історична довідка, що дозволяє оцінити також не технічні аспекти розвитку систем теплопостачання.

Проведено аналіз технічного стану та ефективності роботи устаткування джерел тепла м. Рівного. Проаналізовано можливі варіанти покращення роботи системи теплопостачання м. Рівного.

Обґрунтована економічна доцільність проектування та модернізації діючих джерел теплової енергії і теплових мереж м. Рівного.

Передбачені заходи з охорони праці.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: теплопостачання, опалення, гаряче водопостачання, котельня, тепловий пункт, температурний графік, когенераційна установка.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						7
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність. Від радянських часів Україні дісталась досить розвинена система теплопостачання. Основними споживачами теплової енергії є житлово-комунальний сектор (44%) та промисловість (35%), інші галузі економіки разом споживають близько 21% тепла [1].



Теплопостачання країни забезпечують різноманітні джерела теплоти: промислові і опалювальні ТЕЦ, великі і середні районні опалювальні котельні, групові та автономні

промислово-опалювальні котельні, дрібні автономні опалювальні котельні, квартирні генератори, теплові вторинні енергоресурси, нетрадиційні та відновлювані джерела теплової енергії[1].

За даними Міністерства палива та енергетики України[1] на даний час працюють близько 250 ТЕЦ, з яких більше 200 — дрібні відомчі промислові установки. Основним паливом для ТЕЦ служить природний газ (76...80%), використовують також мазут (15...18%) і вугілля (5...6%). Обладнання на більшості ТЕЦ застаріле, не відповідає сучасним екологічним вимогам і нормативам, потребує реконструкції та модернізації.

Енергетика України, в даний час з точки зору енергоресурсів, знаходиться у важкому положенні, та змушена імпортувати всі види енергоресурсів. А саме: природний газ, нафтопродукти, вугілля та електроенергію.

В Україні є незначні запаси природного газу, що забезпечують приблизно 37% власних потреб, решта імпортується.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						8
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Через нестачу пального, морально застаріле обладнання електростанцій та воєнні події на сході країни впало виробництво електроенергії, що також стало статтею імпорту.

У зв'язку з усім вище згаданим особливу увагу потрібно приділяти раціональному використанню енергетичних ресурсів. Обмеження вжитку і попиту на енергію є одним з основних принципів збалансованого енергетичного розвитку. Енергозбереження - це істотна добавка енергетичних ресурсів. Обмеження вжитку і попиту на енергію є одним з основних принципів збалансованого енергетичного розвитку.

Енергозбереження - це істотна добавка енергетичних ресурсів, інакше кажучи, енергозбереження дає можливість заощадити енергоносії. При цьому, необхідне не лише впровадження нових енергозберігаючих технологій, а також заміна і енергетична модернізація тих, що існують.

Основні недоліки в паливно-енергетичному комплексі України:

- низький ККД вітчизняних електростанцій 29-31%. (найкращі зарубіжні енергоблоки досягають ККД 41%);
- морально застаріле обладнання;
- поганий стан розподільчих мереж теплопостачання;
- низька частка використання відновлюваної енергетики;
- низький рівень енергоефективності будівель житлово-комунального сектору.

Метою магістерської роботи є визначити та проаналізувати критерії оптимізації системи теплопостачання для покращення ефективності, зниження втрат теплової енергії та підвищення екологічності.

Об'єкт дослідження – система теплопостачання міста Рівного.

Предмет дослідження—оптимізація та інтеграція теплових мереж шляхом реконструкції джерел тепла та системи теплопостачання між котельнями м.Рівного.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						9
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Робота виконується на основі «Методики розроблення схем теплопостачання населених пунктів України», затвердженою наказом Міністерства розвитку громад та територій України № 235 від 02 жовтня 2020 року[31].

Схема теплопостачання міста Рівного розроблена згідно з діючими нормативними документами на період 10 років до 2030 року.

Періодичний перегляд схеми теплопостачання здійснюється щонайменше один раз на 5 років.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						10
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ЦЕНТРАЛІЗОВАНЕ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТА ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Значну роль на розвиток енергетичної галузі є вплив людини на екосистему, який значно зріс у останні десятиліття. Нестійкий характер сьогоdnішнього розвитку проявляється в зникненні видів, виснаженні природних ресурсів, забрудненні навколишнього середовища. Самим загрозливим наслідком нестійкого розвитку є зміна клімату, що ставить під загрозу нормальне життя людини на планеті Земля в майбутньому.

Якщо сьогоdnішній, нестійкий розвиток продовжиться, зростаюча кількість населення дійде до межі, обумовленої зникненням здорового навколишнього середовища.

На жаль, не існує дієвого світового керівництва, яке могло б керувати спільними зусиллями країн. Ініціативи окремих країн і всесвітніх організацій щодо стримування зміни клімату недостатні, щоб уникнути катастрофічної зміни клімату.

Серед безлічі загроз, нераціональне використання енергії є тією, яка може стати причиною глобальної кризи.

Центральне опалення - це технологія, яка може заощадити величезну кількість енергії, коли вона застосовується раціонально. Застосування високоякісного центрального опалення надзвичайно важливе для того, щоб впоратися з описаними вище проблемами.

Основні техніко-економічні переваги центрального опалення :

- кілька великих джерел виробництва тепла зазвичай коштують дешевше, ніж еквівалентна кількість дрібних;
- великі джерела виробництва тепла дозволяють спалювати низькосортне паливо і забезпечують ефективний процес спалювання з мінімальним і контрольованим рівнем викидів;
- поширення викидів в більш високих шарах атмосфери за рахунок використання високих димових труб;

- кілька видів палива, що спалюються на централізованих станціях, дозволяють вибрати найбільш доцільну і безпечну систему поставок палива;
- великі станції з виробництва тепла забезпечують природоохоронну і санітарну якість сучасних міст.

Сектора центрального опалення широко поширені і охоплюють близько 50% або більше попиту на тепло, в основному в колишніх соціалістичних країнах і в скандинавських країнах (Данія, Фінляндія, Ісландія та Швеція). Енергетична політика в багатьох європейських країнах зазвичай просуває технологію центрального опалення, але цей процес розгортання досить важкий і повільний. За оцінками близько 75% європейського населення живуть в містах і відповідають за 80% забруднювачів.

Централізоване виробництво енергії може бути сильним інструментом для вирішення екологічних проблем.

1.1 Енергетична і економічна ефективність схеми централізованого теплопостачання

Система теплопостачання – це комплекс взаємопов'язаних інженерних елементів, призначених для постачання теплової енергії з джерел тепла до споживачів для забезпечення опалення, гарячого водопостачання та інших потреб. Основна мета системи теплопостачання – створення комфортних умов для мешканців і підтримка необхідного температурного режиму в будівлях та інших об'єктах.

Котельні централізованого опалення зазвичай мають більш високу загальну (сезонну) ефективність, ніж дрібні котельні на рівні будівлі або квартири, завдяки застосуванню більш просунутих технологій, безперервного моніторингу, коректувань і регулярному обслуговуванню. Дрібні котельні також можуть мати високу ефективність, але їх робота періодична, тому втрати при пусковому прогріванні стають значними. Ефективність сезонного виробництва енергії індивідуальних котелень, що працюють на газу, зазвичай знаходиться в діапазоні 75% - 85% (розраховано

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						12
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

за нижчою теплотворною здатністю), в той час як добре конструйована і централізована станція може досягати річної ефективності 90%. Можна виявити навіть більшу різницю, якщо розглядати котельні, що працюють на деревині або газойлі.

Установка, так само як і обслуговування і експлуатація єдиної великої опалювальної котельні зазвичай дешевше, ніж сотні або тисячі дрібних котелень еквівалентної потужності. Установка великих газорозподільних мереж з великою кількістю додаткового обладнання також обходиться дорожче, ніж єдина труба, що прокладається до станції централізованого теплопостачання. Перевага централізованої станції в порівнянні з індивідуальними котельнями ще більш очевидна, коли використовуються більш важкі для спалювання, але більш дешеві види палива (такі види палива, як буре вугілля, важка паливна нафта).

Основним недоліком централізованого опалення, який враховується при плануванні опалення - наявність складних трубопроводних мереж, в яких втрачається частина теплової енергії, та додаткові витрати на установку та експлуатацію. Фізично втрати теплової енергії в трубопроводах, які відображають якість мережі центрального опалення, можна порівнювати, використовуючи теплотехнічні характеристики. Наприклад, мережі центрального опалення, що були збудовані кілька десятиліть тому мали теплоізоляцію, з коефіцієнтом теплопровідності 0,04-0,175 Вт / мК, в той час як сучасні системи центрального опалення можуть мати значення коефіцієнта теплопровідності близько 0,02-0,03 Вт / мК для ізоляції нових труб центрального опалення. Це безперечно впливає на втрати тепла в мережах. Наявні теплові втрати в теплових мережах можна контролювати і звести до мінімуму, використовуючи сучасні технології прокладання та діагностики трубопроводів.

Відносні втрати тепла в мережі центрального опалення залежать від обсягу тепла, що транспортується через систему трубопроводів, яка в свою

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						13
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

чергу залежить від щільності споживачів на одиницю зони, що обслуговується (теплове навантаження), кліматичних умов, температурного графіку.

В разі транспортування високотемпературного теплоносія в погано ізольованих трубопроводах можливі втрати тепла до 30% і більше від усього обсягу транспортованого тепла.

Досвід країн, які вже пройшли період реформ, демонструє деякі базові сценарії поганого і хорошого розвитку подій в плані створення мереж центрального опалення:

1. Системи центрального опалення, що мали низьку ефективність, мінімальне навантаження були децентралізовані шляхом установки місцевих джерел опалення;

2. Великі і перспективні схеми центрального опалення, що були залишені без регулювання і підтримки з боку держави у зв'язку з великою кількістю відключень, стали нежиттєздатні, ненадійні і були децентралізовані;

3. Мережі центрального опалення, що були збережені та поступово модернізовані зараз стали перспективною і корисною енергетичною інфраструктурою.

Якщо схема центрального опалення технічно та економічно ефективна і перспективна, режим регулювання повинен забезпечувати стимули і адекватні цінові сигнали для її поступового оновлення та розвитку. Наприклад, належне регулювання литовського сектора центрального опалення стимулювало скорочення вимірюваних втрат тепла при транспортуванні з 32,3% до 15,7% в період з 1996 по 2009 рік.

При порівнянні економічної ефективності альтернативних методів опалення з системою центрального опалення слід враховувати кілька факторів:

- можливі види палива, їх наявність та динаміку зміни ціни;

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						14
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

- існуючий ринок поставок палива, розвиток національної і місцевої енергетичної інфраструктури з майбутніми перспективами;
- щільність споживачів тепла;
- екологічні, санітарні або інші вимоги для певних видів палива.

Втрати в системі центрального опалення все ще значні у багатьох країнах з перехідною економікою, і із-за цього послуги центрального опалення конкурують в деяких випадках з індивідуальними газовими бойлерами (коли є природний газ).

Сучасні труби центрального опалення з гарними теплоізоляційними характеристиками дозволяють будувати дуже довгі і розгалужені системи. В Європі існують приклади, коли трубопроводи централізованого опалення протяжністю до 50 км з'єднують окремі міста, включаючи великі сміттєспалювальні або промислові заводи і формують дуже ефективні з економічної точки зору схеми центрального опалення.

Термін «когенерація» використовується, щоб позначити технологічний процес, в якому має місце паралельна генерація електричної і корисної теплової енергії одночасно. Електростанції з комбінованим виробництвом тепла та електроенергії, де тепло виробляється і доставляється в системи центрального опалення або для інших цілей, часто називають теплоелектричними станціями - теплоелектроцентралями .

Тепло використовується тільки в найхолодніший період (за винятком гарячого водопостачання), а електрична енергія використовується протягом всього року, тому метод когенерації обмежений певним періодом часу, хоча цей метод виробництва енергії є дуже ефективним.

Енергоефективність режиму когенерації можна продемонструвати, якщо порівняти з окремим виробництвом. З точки зору термодинаміки, генерація електроенергії з використанням енергії викопного, атомного або поновлюваного палива неминуче пов'язана зі скиданням частини теплової енергії від процесу в навколишнє середовище. Найбільша частина

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						15
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

електроенергії, виробленої в Європі, генерується з використанням парових котлів і бойлерів високого тиску і турбін (проте за останнє десятиліття широкого поширення набули нові газотурбінні установки з технологією теплоелектроцентралі, у них втрати тепла менше, але все ще значні). Після турбін пара повинна конденсуватися, і в більшості випадків це тепло скидається. Станції, що працюють по цій технології, коли основна частина тепла викидається, зазвичай називають конденсаційними електростанціями.

Зазвичай передбачається, що обсяг теплової енергії, що вивільняється під час спалювання палива, дорівнює 100% на базі нижчої теплотворної здатності (первинна енергія) при оцінці енергетичної ефективності. Якщо тепло виробляється окремо, майже вся енергія палива перетворюється зазвичай в теплову енергію. У той же час, якщо електроенергія виробляється окремо, то близько 45-70% первинної енергії, в залежності від технології і параметрів станції, просто втрачається. Навіть на дуже хороших конденсаційних електростанціях конденсують лише близько 40% енергії первинного палива перетворюється в кінці в електрику.

У Європі, як і в решті світу, марно витрачається величезний обсяг енергії. Наприклад, спалювання 1 м³ природного газу (за нормальних умов) дасть 3,72 кВт·год електроенергії, в той час як решта 5,57 кВт·год теплової енергії буде втратою тепла. У разі одночасного виробництва електричної та теплової енергії (когенерація) частка згенерованої електроенергії менше, але ефективність виробництва енергії зростає. У більшості країн ЄС існує мало можливостей доставляти вироблене тепло кінцевим споживачам (через відсутність необхідної системи розподілу тепла та зацікавленості з боку споживачів). Це можливо, лише у випадку коли мережі центрального опалення розвиваються і підключаються до когенеруючих станцій (теплоелектроцентралей).

Низькопотенційне тепло (менше 100°C), що отримується з електростанцій, є відмінним джерелом тепла для опалення будинків і

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						16
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

підготовки гарячої води. Втрати тепла при розподілі могли б бути набагато нижче, ніж втрати теплової енергії на електростанціях. Загальна енергоефективність схеми центрального опалення і комплексу теплоелектроцентралі частково залежить від наявного тепла, що доставляється кінцевим користувачам. Це пов'язано з кліматичними умовами, щільністю споживачів та іншими факторами.

1.2 Інтеграція схем централізованого опалення в інфраструктуру сучасних міст

Великі системи централізованого опалення дозволяють інтегрувати різних виробників теплової енергії та вирішувати непрямі проблеми, такі як утилізації міських відходів. Необхідність цього зростає в багатьох країнах світу в міру того, як переповнюються звалища для зберігання побутових відходів. Додаткова мотивація для використання сміття - викиди метану (парникового газу) від полігонів для зберігання відходів.

Муніципальні тверді відходи в багатьох країнах все ще складаються на звалищах або на полігонах. Спалюючи сміття на сміттєспалювальних заводах із сучасною системою фільтрації викидних газів, можна уникнути великої кількості шкідливих викидів, а енергію, створену в процесі спалювання, можна використовувати.

Сміттєспалювальні заводи технологічно можна порівняти з традиційними вугільними електростанціями. Потужність сміттєспалювального заводу, проте, обмежується кількістю сміття, яке можна спалювати в рік. Середнього розміру завод спалює в середньому 200 000 тон сміття на рік.

«Відходи в тепло» - це винятковий метод утилізації теплоти в Європі. В Нідерландах 2535 кВт·год електроенергії було вироблено в 2004 році з яких 78% було доставлено в енергосистему або на інші установки. Доля відходів в секторі ЦО в Норвегії в 2009 році була майже 35%.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						17
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Використання міського сміття для виробництва енергії, відповідно, може скоротити частку природного газу або іншого палива, що необхідне для виробництва енергії. Усе вище згадане може позитивно позначитися на тарифних сітках.

1.3 Шляхи реформування системи теплозабезпечення з урахуванням світового і Європейського досвіду реформування систем теплозабезпечення

Головними тенденціями на ринках теплової енергії країн світу є подальша централізація систем теплопостачання, підвищення рівня енергоефективності при виробництві, транспортуванні і, особливо, при споживанні теплової енергії, а також широке впровадження технологій нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.

Економічно необґрунтоване впровадження індивідуальних систем опалення завдало суттєвої шкоди централізованим системам теплопостачання. В країнах західної Європи більше 60 % житлового фонду використовувало індивідуальне опалення. А в таких країнах як Албанія, Вірменія, Грузія та у більшій частині Молдови й Азербайджану централізоване теплопостачання було практично зруйновано. Тому, останнім часом, його розвитку приділяється посилена увага.

У 2010 р в країнах ЄС частка централізованого теплопостачання становила всього 10%, але планується, що до 2030-го цей показник виросте до 30%, а до 2050 р - до 50%.

Перевагами централізованого теплопостачання є:

- високий рівень конкурентоспроможності систем теплопостачання при ущільненні забудови і збільшенні теплових навантажень;
- висока енергоефективність системи при застосуванні сучасних технологій виробництва теплової енергії;
- можливість суттєвого зниження втрат теплової енергії за рахунок

застосування новітніх технологій і матеріалів у будівництві теплових мереж;

- можливість використання місцевих видів палива і альтернативних джерел енергії, відповідно, покращення ефективності системи теплопостачання і зменшення шкідливого впливу на довкілля.

Підвищенню ефективності централізованих систем також сприяє впровадження проектів енергозаощадження, економічна привабливість яких зростає у зв'язку з підвищенням ціни енергоресурсів.

Системи централізованого теплопостачання з використанням технологій комбінованого виробництва теплової та електричної енергії стали домінуючими в державах Західної Європи. В останні десятиліття такі системи створювали Фінляндія, Швеція, Данія, Норвегія, Австрія та інші країни. Так, у Фінляндії із загальної кількості будинків 45 % обігріваються центральним опаленням. Данія за останні 20 років подвоїла частку централізованого теплопостачання на всьому ринку тепла, яка зросла з 30 % до 60 %. Швеція одна з лідируючих країн світу в області централізованого теплопостачання.

Стале зростання потужностей ТЕЦ і невеликих установок комбінованого циклу спостерігається у Німеччині, Нідерландах, США, Франції, Великобританії.

У Чехії 61 % багатоповерхових будинків приєднані до централізованого теплопостачання і навіть у сільській місцевості 25 % теплової енергії виробляється централізовано.

Директива Євросоюзу щодо розвитку відновлювальної енергетики (EU Renewable Energy Directive), прийнята в 2009 році, законодавчо закріплює для країн учасників орієнтир по скороченню викидів парникових газів в атмосферу на 20% до 2020 року.

Для забезпечення послуг безперебійного опалення та ГВП за рахунок поновлюваних джерел доцільно укрупнення одиничних потужностей і

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						19
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

створення взаємопов'язаних централізованих систем, що відрізняються взаємним резервуванням, здатністю задовольняти добові та сезонні піки споживання і обслуговуються фахівцями.

В даний час в європейських країнах, перш за все в Данії, впроваджуються СЦТ четвертого покоління систем централізованого тепло і холодопостачання.

Його характерними рисами є:

- теплові мережі, що працюють при знижених температурних графіках, що дозволяє зменшити товщину теплоізоляційного шару та корисно використати міські теплові викиди (дата центрів, метрополітенів, холодильних машин і гідроресурсів);
- інтеграція джерел енергії в єдину мережу;
- забезпечення доступу до інтегрованої теплової мережі незалежних постачальників теплової енергії;
- покриття максимальних навантажень на системи опалення, ГВП та вентиляції за рахунок місцевих джерел теплової та електричної енергії, що встановлюються в кожному будинку;
- зниження споживання теплової енергії шляхом поліпшення огорожувальних конструкцій, автоматизованих систем управління і регулювання будівель;
- ефективні накопичувачі теплової енергії, що встановлюються як на джерелі, так і у споживачів;
- динамічна взаємодія між постачальниками і споживачами теплової енергії;
- активна участь СЦТ в регулюванні електричних навантажень енергетичної системи;
- можливість бути складовою частиною інтегрованих інтелектуальних систем, в тому числі систем охолодження;

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						20
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

- можливість забезпечення керуючих структур необхідною інформацією для планування витрат, режимів роботи, стратегічних рішень. Чотири різних покоління систем централізованого опалення та їх споживання енергії зображено на рис. 1.1.

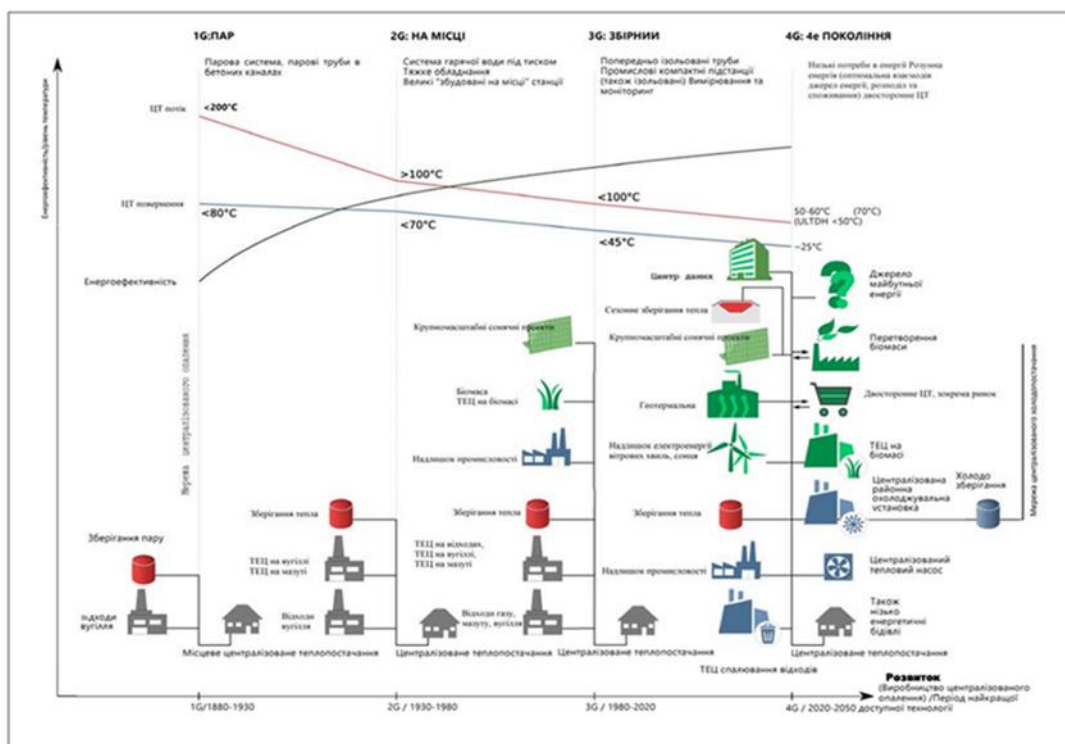


Рисунок 1.1 - Чотири різних покоління систем централізованого опалення та їх джерела енергії

В цілому в світі працює безліч систем централізованого тепlopостачання, про які можна судити як про належні до четвертого покоління. У місті Киршехір (Туреччина) експлуатація системи, що працює згідно з температурним графіком 57/38 °C, стартувала ще в 1995 році. Корисний відпуск теплової енергії від неї досягає 33,6 ГДж на рік. Теплова мережа з рекордними параметрами, відповідними категорії ультра низькотемпературних (тобто 39/31 °C), знаходиться в канадському місті Окотокс. Там щорічно з колекторів джерела тепла виходить близько 2,7 ГДж, а сумарне споживання абонентів не опускається нижче 2,5 ГДж, отже, втрати теплової енергії не перевищують заvidні для вітчизняних міст 10%.

Відповідно до Директиви 2012/27 ЄС «Про енергоефективність» система централізованого опалення вважається ефективною, якщо вона використовує 50% енергії від джерел відновлюваної енергії, або 50% скидного тепла промислових підприємств або скидного тепла побутових стоків, або 75% когенерації, або 50% комбінації перерахованих джерел.

1.4 Стан сектора централізованого опалення в окремих групах країн

Централізоване опалення є важливим енергетичним сектором в більшості країн з перехідною економікою в тих регіонах, де ця технологія є традиційною, і де цього вимагають кліматичні умови. На жаль, централізоване опалення головним чином, ґрунтується на дуже дорогому паливі – природному газі. Тому багато колишніх соціалістичних країн в великій мірі залежать від процесів на міжнародних паливних ринках. Індивідуальне опалення може конкурувати з централізованим опаленням, особливо, якщо втрати при розподілі / передачі тепла значні, і їх фінансова вартість стає дуже високою через високу вартість палива.

Важливість технології центрального опалення для національних енергетичних систем обумовлена попитом на тепло (кліматичними умовами), об'ємом теплової енергії, що поставляється через мережі центрального опалення, історично сформованою соціально-економічною ситуацією. Обсяг теплової енергії, що поставляється за допомогою систем центрального опалення в країнах Європи представлений на рис. 1.2. Таким чином, сектор центрального опалення в цих країнах є хорошою основою для розвитку когенерації та введення поновлюваних джерел енергії.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						22
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

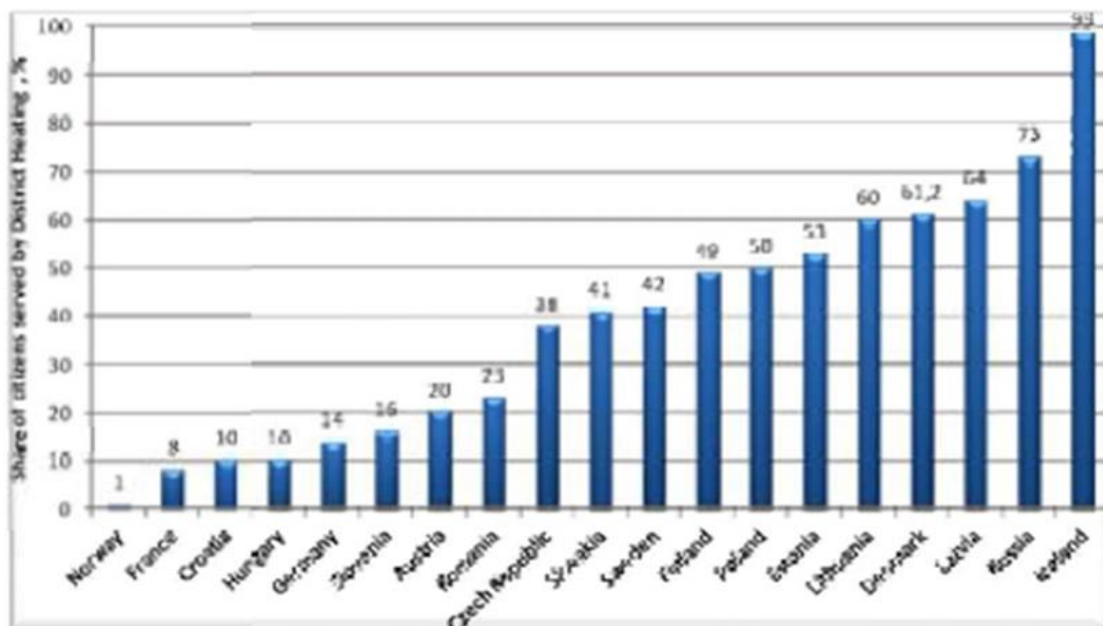


Рисунок 1.2 - Частка центрального опалення в загальному попиті на тепло країн Європи за 2009 рік

У Німеччині, Польщі та Швеції існують найбільші сектори центрального опалення в ЄС, і вони продають тепло в розмірі більш ніж 50 ТВт год / рік, але найвища частка центрального опалення в попиті на тепло всієї країни спостерігається в Скандинавських країнах (за винятком Норвегії).

Якщо підприємства центрального опалення в країнах, що давно вступили в Європейський Союз, розвивалися без істотних потрясінь, то недавній розвиток секторів центрального опалення в деяких колишніх соціалістичних країнах, навпаки, піддався 16 сильному впливу радикальних соціально-економічних змін в цих країнах.

Очевидно, що існує суттєва різниця між реформами в колишніх соціалістичних країнах, які нещодавно стали членами ЄС, і колишніми соціалістичними країнами, що не ввійшли в ЄС. Подальший огляд розвитку центрального опалення і аналіз відповідних систем регулювання класифікується відповідно до типових груп країн.

1.4.1 Сектор центрального опалення в країнах, що давно вступили в Європейський Союз

Схеми центрального опалення в країнах, що давно вступили в ЄС, були побудовані поступово і розвивалися відповідно до попиту на тепло і ґрунтувалися на принципі конкурентоспроможності без істотних потрясінь в плані правового, регулятивного і економічного режиму. Це дозволяло прогнозувати витрати і розширювати існуючі системи шляхом підключенням нових споживачів та реалізацією нових вимог та стандартів.

У північноєвропейських країнах централізоване теплопостачання широко використовується як важливе джерело теплопостачання житлових будинків, офісів й підприємств. Невід'ємним елементом теплопостачання є ТЕЦ. Роль, яку відіграє централізоване теплопостачання у тій чи іншій країні, залежить від таких факторів, як клімат, економічна або політична кон'юнктура й т.п [23].

У даний час енергетичні підприємства (ТЕЦ, котельні, сміттєспалювальні станції та ін.) країн Північної Європи поставляють приблизно 100 ТВт·год на рік теплоти для опалення й гарячого водопостачання. Це перевищує 35% ринку тепла для опалення й гарячого водопостачання у цих країнах. Найбільш ефективним і прибутковим централізоване теплопостачання виявляється у регіонах з високим питомим енергоспоживанням.

Для успішної роботи системи централізованого теплопостачання необхідні як ринок збуту, так і «дешеве місцеве джерело енергії», яким може бути теплота, що виробляється разом з електрикою (Данія і Фінляндія), геотермальна енергія (Ісландія), скидне тепло сміттєспалювальних заводів (Норвегія) або комбінація різних джерел енергії (Швеція).

Данія має великий досвід й традиції у використанні централізованого теплопостачання та сприятливі умови для його розвитку з використанням ТЕЦ. Так, 80% населення країни проживає у міських зонах, країна

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						24
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

відрізняється високим річним споживанням теплової енергії й тривалим опалювальним сезоном, практично всі великі електростанції розташовані у безпосередній близькості до основних міст. Внаслідок цього централізоване теплопостачання є найбільш розповсюдженим джерелом тепла. Системи централізованого теплопостачання існують у більш ніж 450 містах.

Починаючи з 1973 року Данія досягла значного успіху в реалізації енергетичних програм. Прийняті у 1979 і 1990 роках закони щодо теплопостачання дозволили збільшити частку теплоти, що виробляється у системах централізованого теплопостачання при комбінованому виробітку теплової й електричної енергії, з 33 до 64%. За рахунок відновлювальної енергії забезпечується 20% централізованого теплопостачання, спалювання відходів – 10%, спалювання біомаси – 9%, промислових відходів теплоти – 1%. Всього лише 16% теплоти централізованих систем виробляється при спалюванні органічного палива на водогрійних котельних (нафти – 1 %, природного газу – 11%, вугілля – 4%).

Столиця Данії Копенгаген використовує комбінований виробіток теплової й електричної енергії більше 50 років. З 1986 по 1990 рр. у Копенгагені були створені 2 транспортні системи теплопередачі потужністю 26 тис. ТДж/рік, що в основному реконструйованих котельних (до 2009 року їх число збільшене до 50); 9 різних установок, що забезпечують базове навантаження, у їх числі 4 сміттєспалювальні заводи і 4 ТЕЦ, які працюють на рідкому паливі, вугіллі або природному газі. Температурний графік всіх тепломереж складає 120/50°C при робочому тиску теплоносія 2,5 МПа.

Централізоване теплопостачання є основним методом теплопостачання в містах Фінляндії. Сьогодні частка теплофікації в теплопостачанні Фінляндії складає 45%, а у великих містах – більше 80%. У столиці Фінляндії ступінь теплофікації найбільший в Західній Європі. Системи централізованого теплопостачання експлуатуються більш ніж у 250 населених пунктах країни.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						25
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

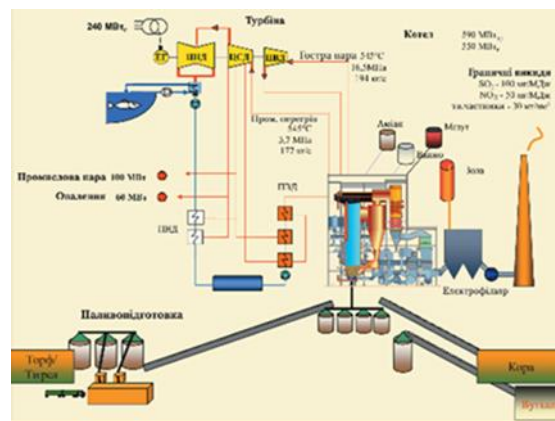


Рисунок 1.3 - Зовнішній вигляд і функціональна схема ТЕЦ «Albolmens Kraft-2» (Фінляндія)

ТЕЦ «Albolmens Kraft-2» (рис.1.3) введена в експлуатацію у 2002 році. Вона розташована на березі Ботнічної затоки та є складовою деревообробного й целюлозно-паперового комбінату. Парогенератором ТЕЦ служить котел ЦКШ продуктивністю 690 т/год виробництва компанії «KvaernerPower». ТЕЦ виробляє електроенергію, промислову пару й забезпечує централізоване тепlopостачання міста Піетарсаарі. Паливом для неї служать відходи основного виробництва комбінату, зокрема деревини (40%), 45% місцевого торфуга й 15% імпортованого кам'яного вугілля.

Більше 70% загальної теплоти централізованого тепlopостачання виробляють ТЕЦ, тоді як частка водогрійних котельних не перевищує 30%.

Основним паливом для централізованого тепlopостачання й комбінованого виробітку теплоти є вугілля, природний газ, торф та нафта. Частка нафти, яка використовується як резервне паливо, а також для покриття пікових навантажень, не перевищує 10%.

Теплота від ТЕЦ подається споживачам за допомогою води, температура якої коливається від 45 до 115°C. Сумарна довжина мереж централізованого тепlopостачання у 1996 році складала 7500 км.

У Гельсінкі середньорічна температура +5,3°C; населення Гельсінкі разом з пригородами перевищує 900 тис. жителів. Система централізованого

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						26
Арк.	№ зам.	Підпис	Дата			

теплопостачання у даний час покриває практично все місто, частка теплофікації досягла 92%, а поставка теплової енергії у 2001 році склала приблизно 6 ТВт·год. Загальна довжина тепломереж міста у 2001 році складала 1130 км (із них 33 км прокладені у скалах). Температурний графік тепломереж 120/65°C близький до датського, хоч температура зворотної води тут дещо вища.

У 1990 році місто Гельсінкі було нагороджене Почесною нагородою ООН у галузі охорони навколишнього середовища за реалізацію програми централізованого теплопостачання, яка використовувала комбінований виробіток для зниження рівня споживання палива і, в кінцевому результаті, покращення стану навколишнього середовища.

Централізоване теплопостачання Швеції складає 42% ринку теплової енергії, а у містах ця частка досягає 90%, забезпечуючи головним чином муніципальні потреби в опаленні й гарячому водопостачанні. Відпуск теплоти для муніципального й промислового секторів складає відповідно 27 і 4 ТВт·год за рік. Промислові споживачі використовують теплову енергію, що поставляється, у першу чергу для опалення. Системи централізованого теплопостачання у більшості випадків знаходяться в управлінні муніципальних підприємств, які, як правило, також відповідальні за електропостачання споживачів. Сумарна довжина трубопроводів централізованого теплопостачання – 9964 км. Частка теплоти, що поставляється ТЕЦ при комбінованому виробітку теплової й електричної енергії, – 25%, а частка теплової енергії, що поставляється водогрійними котельнями, – 75%

1.4.2 Розвиток централізованого опалення в країнах з перехідними економіками та в країнах, що нещодавно вступили до Європейського Союзу

Схеми централізованого опалення широко використовувалися в колишніх соціалістичних країнах, розташованих в холодних кліматичних

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						27
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

умовах. Розвиток інфраструктури міст за комплексними планами формувало можливість для будівництва великих систем централізованого опалення що працювали в поєднанні з когенераційними системами. Положення радикально змінилося в останні десятиліття XX століття.

На початковому етапі реформ виникла широко поширена недобросовісна конкуренція з використанням альтернативних методів опалення. Зазвичай, основними конкурентами систем централізованого опалення були газові котли, що встановлювалися для тепло забезпечення всієї будівлі або окремих квартир. Та незважаючи на різкі зміни в секторі центрального опалення для країн з перехідною економікою, та країн, що нещодавно стали членами ЄС вдалося зберегти схеми центрального опалення і поступово модернізувати їх. Продажі тепла були стабілізовані, що привело до створення економіки, заснованої на витратах, що створює надійний ґрунт для інвестування та подальшого розвитку технологій централізованого опалення. Центральне опалення є важливим енергетичним сектором в більшості колишніх соціалістичних країн, що нещодавно вступили до ЄС, оскільки воно покриває 40-60% загального попиту на опалення і гарячу воду.

Останнім часом, енергетична ефективність схем ЦО була істотно поліпшена в відповідних країнах. Найбільш загальними технічними умовами, впровадженими системи центрального опалення в даних країнах, є :

1. Джерела виробництва тепла були пристосовані до існуючих потреб теплопостачання: резервні котельні установки були законсервовані, виробництво тепла сконцентрувалося на великих і більш ефективних установках. Ці поліпшення різко знизили витрати на виробництво теплової енергії.

2. Розподільчі мережі теплопостачання були оптимізовані шляхом децентралізованої підготовки гарячої води; приблизно 10-30% старих трубопроводів були замінені попередньо ізольованими трубами; була введена сучасна діагностика втрат тепла і витоку гарячої води.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						28
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

3. Теплові пункти були обладнані сучасними системами контролю і моніторингу теплоспоживання будівель, що дозволило здійснювати віддалений контроль і зчитування інформації з об'єктів.

Незважаючи на істотне поліпшення ланцюжка постачання тепла, високе теплоспоживання в старих багатоквартирних будинках з неефективною тепловою ізоляцією і низька економічна спроможність більшості споживачів все ще залишаються найбільш суттєвими проблемами централізованого опалення в країнах, що нещодавно стали членам ЄС. Також однією з основних проблем є те, що в абсолютному вираженні (€ / МВт) центральне опалення є найдорожчим в північних країнах, але в відносному вираженні (рахунок / дохід) центральне опалення є найдорожчим для країн Східної Європи, де в паливній структурі центрального опалення домінує природний газ за світовими цінами.

В цілому, Центральній Європі і Балтії вдалося зберегти свої системи центрального опалення у відносно доброму стані в порівнянні з іншими країнами з традиційно (історично) широко поширеними системами центрального опалення.

1.4.3 Альтернативний досвід інших країн

У Канаді найбільшого поширення набуло децентралізоване (індивідуальне) опалення на основі природного газу. Підігрів води на побутові потреби здійснюється, як правило, 20 теплоізованим газовим бойлером. Однак, також застосовуються безбойлерні системи з безпосереднім підігрівом теплоносія за нагальним запитом, що дозволяє уникнути теплових втрат, що мають місце при збереженні запасу гарячої води в бойлері.

Що стосується опалення приміщень - панує система "Furnace" з підігрівом повітря і його прокачуванням вентилятором по повітропроводам. Такі системи дозволяють підключити до повітропроводів зволожувачі повітря та кондиціонери.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						29
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Дві радикальні ідеї, що набирають популярність:

1. Децентралізоване виробництво тепла і електроенергії. Найбільш розвинене цей напрям в Японії, де експериментальний район в 25 тисяч будинків обладнаний індивідуальними установками для виробництва електроенергії, що регулюється тепловим запитом. Тобто, як завжди при когенерації тепло і електрику виробляються спільно, але таким чином, що побічним продуктом є електроенергія. Це вигідно з точки зору, що електроенергію значно легше продавати мережі та передавати на відстань. Установка за умов повного теплового навантаження виробляє 1.2 кВт електроенергії. Люди, повертаючись з роботи, піднімають температуру в своїх будинках, генеруючи при цьому додаткову електроенергію, що якраз припадає на час вечірнього піку споживання.

Для перетворення теплової енергії в електричну застосовуються або двигуни внутрішнього згорання (Японія, США), або двигуни Стірлінга (Австралія), або термопари. ККД таких систем досягає 30%, що однак не є суттєвим, оскільки так як «побічна» електроенергія не викидається.

2. Використання в опалювальних цілях теплової енергії сонця. У Калгарі (Канада) побудований експериментальний мікрорайон на 200 будинків з індивідуальними теплопоглинальними сонячними батареями та встановленим накопичувачем теплової енергії. Сонячні батареї під'єднані теплоізованими трубами до центрального теплоаккумулятора, який складається з надземного бойлеру зі здвоєними стінками з термоізоляцією (для добових варіацій) і підземного бойлеру - на основі матеріалів з великою теплоємністю (для сезонних варіацій). На даний момент система за літо нагріває підземний бойлер до 85°C, що дозволяє задовольнити потреби в теплі приблизно на 90%. Решта 10% тепла поки що надходять від газових пальників будинків. Приблизна вартість споруд в перерахунку на один будинок приблизно \$25 тис., що, безсумнівно, дорого. Середній комунальний платіж за газ в Канаді приблизно 1500\$ на рік - тобто період виплати вкладень

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						30
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

при нинішніх цінах на газ - близько 17 років. Слід, однак, враховувати перспективи подорожчання енергоносіїв, а також потенційне здешевлення споруд у міру наростання обсягу виробництва і вдосконалення технології.

Автономні теплопоглинальні сонячні батареї на даху типового будинку в змозі забезпечити ГВП на 100% і опалення на 60% (без сезонного накопичення, що значно дешевше). Орієнтовна вартість приблизно 8000\$. Додатковими перевагами таких систем, є зниження витрат на охолодження влітку (частина тепла йде на нагрів води), також відкриваються можливості утилізації теплової енергії на виробництво електроенергії.

Набирають популярність і системи опалення на теплових насосах (thermo-pump), принцип роботи яких заснований на використанні низькопотенційної теплоти навколишнього середовища. Вважається можливим знизити споживання газу в 2-3 рази.

Якщо дивитися реалістично, перспективи відновлення і підтримки системи централізованого опалення в Канаді є досить не вигідними. Майбутнє в цій країні, за децентралізованими системами виробництва електричної та теплової енергії в поєднанні з більш досконалим накопиченням сонячної енергії.

Деякі компанії в Каліфорнії та Ізраїлю добувають електроенергію комбінованим способом, а саме поєднуючи традиційне вироблення електроенергії шляхом спалювання палива в котлах вночі та альтернативне вироблення електроенергії за рахунок сонячних полів вдень. Також цікавим є проект «SolarTower» Австралійської компанії «Enviromission», де сонячна енергія накопичена вдень дозволяє добувати електроенергію і після заходу сонця.

1.5 Критерії та шляхи реформування системи тепlopостачання

За останні роки для України енергозбереження на державному рівні визнано одним із пріоритетів економічної політики держави. В умовах залежності економіки України від імпорту паливно-енергетичних ресурсів і

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						31
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

тенденції до зростання цін на енергоносії їх ефективне використання стало нагальною потребою.

До основної проблематики теплопостачання міста Рівне треба віднести:

- неефективного використання енергоресурсів в усіх сферах життєдіяльності громади міста, а також у бюджетній сфері та в житлово-комунальному господарстві;
- зменшення частки централізованого теплопостачання у місті;
- технічний стан систем централізованого теплопостачання, особливо теплових мереж;
- економічний стан підприємств централізованого теплопостачання.

Вирішення порушених проблемних питань потребує значних інвестицій.

Дана робота виконувалася на основі «Методики розроблення схем теплопостачання населених пунктів України».

Розробка схем теплопостачання – це дорожня карта поєднання різних типів теплопостачання в населеному пункті оптимальним шляхом, що дозволяє приймати зважене управлінське рішення щодо підвищення енергоефективності, забезпечення енергетичної незалежності та зменшувати вплив на зміну клімату.

Тому, було запропоновано USAID Проєкт енергетичної безпеки (ПЕБ), який співпрацює з Урядом України, приватним сектором та лідерами громадянського суспільства для зміцнення енергетичної безпеки України, а також для перетворення енергетичного сектору України в сучасну, ринкову, інтегровану в ЄС рушійну силу.

У 2020 році Наказом Мінрегіону № 235 було затверджено оновлену Методику розроблення схем теплопостачання населених пунктів України[30].

Схеми системи теплопостачання розробляються для населених пунктів з кількістю жителів понад 20 тисяч осіб, та розбивають схему на зони.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						32
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Нова методика розробки схем теплопостачання – важливий крок вперед у плануванні систем теплопостачання в Україні. Окрім того, вводиться поняття ефективного централізованого теплопостачання. Враховуючи сучасний технічний стан систем централізованого теплопостачання у більшості українських міст, можна стверджувати, що завдяки увазі, яка приділяється енергоефективності та відновлюваним джерелам енергії у цій методиці, з’являється справжня можливість інтегрувати і джерела скидного тепла в комунальні системи, і оптимізувати паливний баланс виробництва тепла у населених пунктах. Саме такий підхід повністю узгоджується з новим баченням міжнародних фінансових організацій щодо фінансування муніципальних проєктів.

Загальна ціль даного Керівництва[26] полягає у наданні підтримки місцевим органам влади, суб’єктам централізованого теплопостачання, розробникам схем теплопостачання у використанні нової структури з розробки схем теплопостачання.

За новою Методикою[12] для планування та аналізу впроваджених заходів надається 20 років. Введено необхідність зонування території населеного пункту для цілей теплопостачання. Поставлені чіткі завдання для розрахунків та фінансування Керівництво складається зі вступу та 7-ми розділів, у яких чітко прописано послідовність дій:

Вступна частина;

1. Етапи та особливості розробки схем теплопостачання;
2. Визначення концепції розробки схеми теплопостачання;
3. Розробка та затвердження технічного завдання;
4. Вибір виконавця для розробки схеми теплопостачання;
5. Детальний опис процедури розробки схеми теплопостачання;
6. Затвердження та погодження схеми теплопостачання;
7. Процедура верифікації досягнення цілей, визначених в схемі теплопостачання;

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						33
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

8. Практичні приклади та конкретні ситуації.



Рисунок 1.4 - Блок-схема основних етапів розроблення схеми теплопостачання населеного пункту

Надалі ми розглянемо та проаналізуємо критерії оптимізації системи теплопостачання, які визначають ефективність, стабільність та стійкість теплових систем, забезпечуючи їх відповідність сучасним потребам.

Основними критеріями оптимізації є:

1. **Економічна доцільність.** Передбачає зменшення витрат на виробництво, транспортування та споживання тепла. Це включає використання енергоефективного обладнання, впровадження відновлюваних джерел енергії та модернізацію теплових мереж.

Існують значні резерви зниження витрат виробітку тепла та електроенергії для житлово-комунального господарства.

До найважливіших з них відносяться:

- впровадження сучасного високоекономічного устаткування у тому числі когенерація;

- встановлення за котлами додаткових хвостових поверхонь нагрівання (економайзерів) з метою використання тепла конденсації водяного пару продуктів згоряння;
- застосування сучасного високоекономічного обладнання для спалювання твердого палива;
- вдосконалення режимів роботи джерел тепlopостачання;
- вдосконалення водно-хімічних режимів котлів і теплових мереж;
- продовження й відновлення ресурсу основного тепломеханічного устаткування;
- вирішення екологічних проблем котельних.

Системи тепlopостачання забезпечують надійне енергопостачання споживачів, але від 30 до 80% різного типу устаткування виробили нормативний термін експлуатації та вимагають реконструкції або заміни.

У такій ситуації неможлива одноразова заміна застарілого устаткування. У переважній більшості випадків має проводитися діагностика стану вузлів і матеріалів, і при позитивній атестації ресурс продовжується з посилюванням термінів і режиму подальшої перевірки. Устаткування, що не пройшло перевірку однозначно піддається заміні або модернізації, а у разі неможливості проведення такої Вказаний підхід, що поєднується з якісно і своєчасно проведеними ремонтними роботами, дозволить працювати без зривів і аварій, забезпечуючи безперебійне постачання міста тепловою енергією. х робіт - виводиться з експлуатації.

При всьому вище зазначеному, необхідно знаходити можливості встановлювати сучасне високотехнологічне та екологічно безпечне обладнання. Встановлення котлів з економайзерами - використання тепла конденсації водяного пару продуктів згоряння котлів дозволяє уникати втрат до 8% вищої теплотворної здатності палива, що втрачається з димовими газами.

2. Енергоефективність. Передбачає мінімізацію втрат енергії на

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						35
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

всіх етапах – від генерації до споживання. Це досягається через утеплення будівель, автоматизацію систем та підвищення ККД обладнання.

Енергетична ефективність системи тепlopостачання є важливим показником, що визначає ступінь раціонального використання енергії в процесі генерації, транспортування і споживання теплової енергії. Це стосується як централізованих, так і децентралізованих систем. Поліпшення енергоефективності систем тепlopостачання дозволить зменшити витрати енергоресурсів, знизити вплив на довкілля та підвищити економічну рентабельність.

Генерація теплової енергії є першим і ключовим етапом у системі тепlopостачання. Ефективність генерації значною мірою впливає на загальну енергоефективність системи та її екологічність. Для підвищення ефективності генерації теплової енергії важливо використовувати сучасні технології та впроваджувати нові підходи.

Енергозбереження на рівні споживачів:

- утеплення будівель, встановлення енергоефективних вікон та дверей;
- встановлення індивідуальних теплових пунктів із системами регулювання.

3. Надійність і стабільність. Передбачає забезпечення безперебійного тепlopостачання навіть у пікові періоди або аварійних ситуаціях. Включає резервування джерел, швидке реагування на збої та використання сучасних систем моніторингу:

- автоматизація контролю температури, тиску та витрат у системах тепlopостачання;
- створення диспетчерських центрів для моніторингу стану мереж у реальному часі.

4. Екологічна сталість. Передбачає мінімізацію негативного впливу на довкілля шляхом переходу на чисті джерела енергії (біомаса, теплові насоси, геотермальна енергія) та зменшення викидів парникових газів.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						36
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

5. Соціальна доступність. Передбачає підтримку прийняттого рівня тарифів для населення та врахування соціальних аспектів при впровадженні змін.

Вартість енергоносіїв протягом останніх років постійно зростає, що в свою чергу впливає на ціну вироблення 1 Гкал теплової енергії для підприємств міста.

Особливо стрімко останнім часом зростають ціни на природний газ та відпускате тепло.

Зберігається також тенденція до зростання цін на енергоносії. Протягом останніх десяти років ціна на відпускну теплову енергію зросла на:

- для населення – 23 %;
- для ОСББ – 32,6%;
- для релігійних організацій – 89 %;
- для установ, що фінансуються з бюджету – 10 %;
- для інших споживачів - 17 %.

Зберігається тенденцію скорочення вироблення та розподілу теплової енергії за категоріями споживання:

- житлові будинки на 59,4%;
- бюджет на 45,91%;
- інші на 38,1%.

Триває активне відключення споживачів від послуг централізованого опалення та гарячого водопостачання, як серед населення, так і у споживачів бюджету та інших категорій. Відмова споживачів від централізованого тепlopостачання та гарячого водопостачання обумовлена зростанням цін на природний газ, та як слідство зростанням цін на теплову енергію.

Протягом останніх років спостерігається тенденція зменшення споживання енергоресурсів джерелами тепла м. Рівного:

- газу – 59%;
- води на підживлення 12,5%;

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						37
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

– електроенергії 57,4%.

6. Фінансова підтримка та інвестиції. Передбачає:

- Залучення інвесторів для модернізації систем.
- Впровадження державних програм підтримки енергозбереження.

Оптимізація за цими критеріями дозволить створити сучасні системи теплопостачання, які забезпечать економічну ефективність, екологічну безпеку та комфорт для споживачів. Це необхідний крок до енергетичної незалежності та сталого розвитку.

Висновки

Рациональне використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) є одним з істотних компонентів сталого розвитку суспільства, що приносить значні екологічно-енергетичні ефекти. Зростання участі відновлювальних джерел енергії в паливно-енергетичному балансі України сприяє поліпшенню ефективності використання та економії запасів енергетичної сировини, поліпшення стану навколишнього середовища через зменшення забруднень до атмосфери і води, а також зменшення кількості відходів виробництва і життєдіяльності людства.

В Україні відповідно до Енергетичної стратегії на період до 2035 року, частка відновлюваних джерел у генерації електроенергії у 2020 році має складати 7%, а в 2025 — понад 13%.

У зв'язку з цим підтримка розвитку альтернативної енергетики стає з кожним днем все актуальнішим завданням.

Використання екологічно сталої системи теплопостачання призведе до

- **Зменшення викидів парникових газів**, що буде відповідати міжнародним кліматичним угодам.
- **Рациональне використання ресурсів** збереже природні ресурси для майбутніх поколінь.
- **Економія коштів** зменшить витрат на енергоресурси через підвищення ефективності.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						38
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

- **Покращення якості повітря** скоротить забруднення, особливо у міських агломераціях.

Стабільність енергопостачання та використання ВДЕ зробить систему більш незалежною від коливань цін на викопне паливо

Екологічна сталість систем теплопостачання є не лише актуальним викликом, необхідністю, але й перспективою, що сприяє підвищенню якості життя населення та збереженню навколишнього середовища. Можливістю створення сучасної, ефективної та чистої енергетичної інфраструктури, яка відповідатиме потребам теперішнього та майбутнього поколінь. Впровадження екологічно чистих рішень у теплопостачання залежить від комплексного підходу, що поєднує інновації, державну підтримку та свідомість споживачів.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						39
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІСТА РІВНЕ ТА НАПРЯМКИ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

2.1 Опис населеного пункту міста Рівне

2.1.1 Географічне положення міста

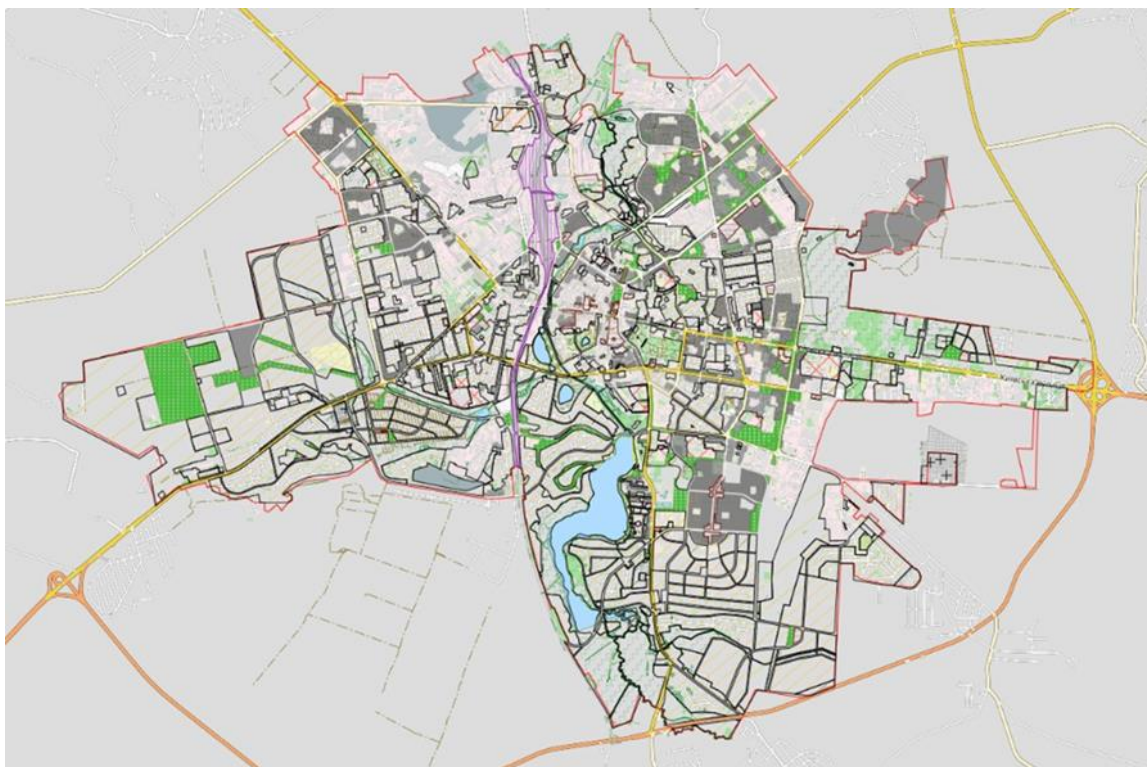


Рисунок 2.1 – Карта-схема меж території міста Рівного Рівненської області.

Місто Рівне (1939–1991- Ровно) - обласний центр України розташоване на північному заході України. Є одним з найбільших міст Українського Полісся. Розташований в лісостеповій зоні України на Волинській височині в південно-західній частині Рівненської області (рис.2.1). Географічні координати: 50°37' пн. ш., 26°15' сх. [15].

Місто вирізняється вдалим географічним розташуванням (рис.2.2). Розташування в межах поліської та лісостепової зон обумовлює різноманіття природного середовища, історичної спадщини, видів і напрямків виробничої діяльності.



Рисунок 2.2 – Розташування Рівненської області на карті України



Рисунок 2.3 - міжнародні автотранспортні та залізничні магістралі

Місто розташоване на річці Устя. Через місто проходить автошляхи Київ – Житомир – Рівне – Дубно – Львів – Чоп, Рівне – Луцьк – Устилуг і Старокостянтинів Острог – Здолбунів – Рівне – Сарни – Житковичі .Через місто проходять залізничні магістралі міжнародного сполучення Київ – Варшава – Берлін, Ковель – Одеса – Сімферополь (рис.2.3).

Загальна площа міста складає – 58,24 км² з них: 17,56 км² – сільськогосподарські угіддя, 36,56 км²– забудовані землі, 1,54 км²– відкриті

заболочені землі, 0,35 км² – землі з незначним рослинним покривом, 1,38 км² – землі водного фонду, 0,85 км² – ліси та інші лісо вкриті площі (в тому числі чагарники). Рівень забудови земель м. Рівного складає орієнтовно 62 %.

Місто знаходиться в одному часовому поясі з містами Гельсінкі, Мінськом, Софією, Афінами, Каїром та +2 години до Гринвіча.

Місто перетинає річка Устя - ліва притока річки Горинь. В м. Рівне знаходиться 146 артезіанських свердловин, з яких проводиться забір прісної підземної води.

Переважні відмітки міста – 187-220м (мінімальна відмітка – 180 м, максимальна - 235м). Переважні схили міста - 1,6 %. Мінімальний схил - 0,6 % (північно-західна частина міста в районі вулиці Млинівської), максимальний - 33 % (схили балок і долини річки Устя).

В геологічному відношенні територія міста є областю поширення четвертинних відкладень, що залягають на відкладеннях крейди і протерозою. Відкладення протерозою представлені алевритом, сланцем, пісковиком. Над відкладеннями протерозою залягають відкладення крейдового віку - крейда, глина. Над відкладеннями крейдового віку залягають суглинки, супіски щільні і лісо видні, глина, піски, торф четвертинного віку. Потужність четвертинних відкладень – 130 м.

Грунтові води зустрічаються на глибині 14 м. Високе стояння ґрунтових вод характерне лише для пойми річки Устя.

У середньому за рік в Рівному випадає 569 мм атмосферних опадів, найменше – в березні, найбільше – в липні. Відносна вологість повітря в середньому за рік становить 80 %, найменша вона у травні (71 %), найбільша – у грудні (88 %). Найбільшу повторюваність у місті мають вітри із заходу, найменшу – з північного сходу. Найбільша швидкість вітру – у грудні – січні, найменша – в серпні. У січні вона в середньому становить 4,8 м/с, у липні – 3,3 м/с.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						42
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Середньомісячна температура повітря в Рівному у 2010 – 2014 роках в опалювальний період наведена в таб. 2.1.

Таблиця 2.1 - Середньомісячна температура повітря в м. Рівному у 2010 – 2014 роки в опалювальний період (°С)

Місяці	Роки				
	2010	2011	2012	2013	2014
січень	- 9,7	- 2,9	- 4,5	- 5,4	- 4,8
лютий	- 4,5	- 6,1	-11,4	- 1,6	- 0,3
березень	+ 1,6	+ 0,5	+ 2,7	- 3,3	+ 5,9
квітень	+ 8,9	+ 6,7	+ 6,3	+ 4,2	+4,95
жовтень	+ 4,6	+ 3,5	+ 7,0	+ 9,6	+2,95
листопад	+ 6,4	+ 1,6	+ 4,5	+ 6,0	+ 2,3
грудень	- 4,8	+ 1,5	- 6,2	0,0	- 1,3

На основі інженерно-геологічних умов територія міста розділена на три будівельних типи: сприятливий, менш сприятливий і несприятливий для забудови.

Ґрунти - чорноземи неглибокі, а у проїмі річки Устя - лугово-чорноземні та лугово-болотні. Чорноземи містять 2,7 – 3,2 % гумусу. Всі ґрунти мають високу природну родючість і придатні для росту всіх видів зелених насаджень, що характерні для лісостепової зони України.

Корисні копалини міста і Рівненського адміністративного району представлені карбонатними породами (крейда), цегельно-череп'яною сировиною (суглинки, глина), торфом.

2.2. Населення

За даними Головного управління статистики у Рівненській області чисельність наявного населення міста станом на 01.12.2020 р. становила 246,003 тис. осіб. Упродовж 2020 р. чисельність населення скоротилась на 532 особи (рис. 2.4)



Рисунок 2.4 - Чисельність наявного населення у місті з 2011 р. по 2020 р.

У 2020 р. обсяг природного скорочення становив 103 особи.

Кількість живо народжених у 2020 р. становила 2171 особу, померлих – 2274 особи.

З початком російського вторгнення в Україну у 2022 році, місто почало страждати від обстрілів. 25 лютого 2022 року було завдано ракетного удару по аеропорту «Рівне». 14 березня 2022 року місто Рівне вперше постраждало від ракетного удару, а саме: ворог влучив у телевежу. За словами голови Рівненської ОДА Віталія Ковалю, загинуло 20 людей. Хоча російські війська і використовували територію Білорусі для наземної атаки на Україну, кордон з Рівненською областю вони не перетинали.

За час повномасштабного вторгнення, станом на 3 червня 2022 року, Рівненщина прийняла 53 000 людей з небезпечних регіонів, що були вимушені покинути свої домівки внаслідок бойових дій. Також, до міста переїхали різноманітні заклади, зокрема Луганський державний медичний університет, Луганський обласний онкодиспансер, мерія Кремінної (Луганська область) та інші.

В наслідок вимушеного переселення людей, відбувся значний приріст населення міста та області (таб.2.2). Разом з тим, значно зменшилась кількість населення чоловічої статті.

Таблиця 2.2 - Ріст населення у період 2020-2024 р.

2020 р.	246,003	2021 р.	253, 289	2022 р.	252 318	2024 р.	264026
----------------	---------	----------------	----------	----------------	---------	----------------	--------

2.3 Кліматичні параметри

Клімат м. Рівного - атлантично-континентальний, помірно теплий і вологий. Літо тепле, малохмарне, зима – помірно м’яка, часто похмура.

Середньорічна температура повітря становить 7,0 °С, найнижча вона у січні (мінус 5,4 °С), найвища – в липні (17,8 °С).

За даними ДСТУ-Н Б В.1.1-27-27:2010. Будівельна кліматологія [6] тривалість періоду із середньодобовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$ складає 202 діб.

Середньомісячні температури ґрунту та зовнішнього повітря за період 2015- 2019 р. р. по кожному місяцю окремо наведено в таб. 2.3.

Таблиця 2. 3 - Середньомісячні температури ґрунту та зовнішнього повітря

Місяць	К-сть днів	Середньомісячна температура, °С	
		Повітря за період 2015-2019 р. р.	Ґрунт
1	2	3	4
Січень	31	-3,74	5
Лютий	28	-1,08	5
Березень	31	3,18	5
Квітень	30	9,2	5
Травень	31	14,9	15
Липень	30	19,23	15
Червень	31	19,42	15
Серпень	31	20,34	15
Вересень	30	15,22	15

Продовження таблиці			
Жовтень	31	8,27	5
Листопад	30	3,11	5
Грудень	31	0,48	5
	365	9,1	9,19

Для всіх джерел тепла середньомісячні температури зовнішнього повітря, тривалість роботи теплових мереж та температурні графіки прийнято за інформацією Замовника.

Максимальна температура найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92 для розрахунків прийнята згідно будівельної кліматології [5] для Рівненської області становить мінус 21°C.

Середньомісячні температури ґрунту $t_{гр}^{ср.м}$ на середньому рівні осі теплопроводів при підземній канальній прокладці по кожному місяцю окремо прийнято 5°C для опалювального періоду та 15°C для міжопалювального періоду.

2.4 Основні інфраструктурні об'єкти м. Рівного

Енергопостачання міста Рівного здійснюють наступні підприємства:

- ПАТ «Рівнегаз» – природний газ;
- РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» – водопостачання та водовідведення;

ПрАТ «Рівнеобленерго» – електрична енергія.

2.4.1 Газопостачання міста

Газопостачання міста Рівного здійснюється від двох газорозподільних станцій, від яких газ до споживачів надходить через 37 газорегуляторних пункти (далі ГРП) та 174 шафових газорегуляторних пункти (далі ШРП) по газопроводах відповідно високого, середнього та низького тиску.

На кінець 2018 року загальна протяжність газових мереж по м. Рівне становила 663,8 км., в тому числі:

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						46
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

- ✓ газопроводи високого тиску II категорії від 0,3 до 0,6 МПа – 64,9 км.;
- ✓ газопроводи середнього тиску від 0,005 до 0,3 МПа – 123,89 км.;
- ✓ газопроводи низького тиску до 0,005 МПа – 275,02 км.;
- ✓ дворові вводи – 258,9 км.

З метою забезпечення безперебійної роботи систем газопостачання м. Рівного, підвищення їх експлуатаційних характеристик на кінець 2018 року проведені ремонтні роботи по заміні 3 ГРП, 2 ШРП, 2 установок катодного захисту та 0,51 км. газопроводу, а також в 2019 році заплановано замінити 2 ГРП, 2 ШРП, 7 установок катодного захисту.

Продовжуються роботи по підвищенню технічного оснащення виробничо- експлуатаційних служб та впровадженню досягнень науково-технічного прогресу.

Зокрема при переоснащенні газорозподільних систем використовуються сучасні та надійні матеріали та газорегулююче обладнання. Також при проведенні технічного огляду та обстеження газорозподільних систем використовуються сучасні прилади пошуку трас газопроводів, місць пошкоджень ізоляції та витоків газу.

2.4.2 Електропостачання міста

ПрАТ «Рівнеобленерго» – енергетична компанія України, що спеціалізується на передачі та постачанні електричної енергії на території міста Рівного та Рівненської області та є частиною енергетичного бізнесу однієї з провідних українських керуючих компаній — «ВС Енерджі Інтернейшнл Україна». Підприємство, охоплюючи своєю діяльністю територію у понад 20 тисяч км², обслуговує понад 400 тисяч побутових споживачів (населення) та понад 14 тисяч юридичних осіб (фізичні особи підприємці, установи, організації та підприємства). Сьогодні до складу ПрАТ «Рівнеобленерго» входять 16 районів електричних мереж (РЕМ).

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						47
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Електропостачання м. Рівне здійснюється Рівненським міським районом електричних мереж ПрАТ«Рівнеобленерго».

Станом на 01.01.2019 р. в м. Рівному нараховується понад 86,5 тисяч побутових споживачів (населення) та понад 3,5 тисяч юридичних осіб (фізичні особи підприємці, установи, організації та підприємства). Електропостачання в місті Рівному здійснюється за допомогою повітряних ліній (ПЛ) напругою 10 кВ протяжністю 58,345 км, повітряних ліній (ПЛ) напругою 0,4 кВ – 300,429 км, кабельних ліній (КЛ) напругою 10 кВ – 386,124 км, кабельних ліній (КЛ) напругою 0,4 кВ – 275,682 км, трансформаторних підстанцій (ТП) напругою 10/04 кВ - 372 одиниць.

2.4.3 Водопостачання та водовідведення міста

Рівненське обласне виробниче комунальне підприємство водопровідно- каналізаційного господарства «Рівнеоблводоканал» здійснює комплекс робіт, пов'язаних з видобутком, водопостачанням питної води, водовідведенням та очищенням стоків на території міста Рівного та Рівненської області.

Водопостачання міста здійснюється з підземних джерел. На території міста Рівне знаходяться 3 водозабори, загальною потужністю 40 тис.м³/добу до складу яких входить 52 арт свердловини. Крім того, в м. Рівне питна вода додатково подається з наступних водозаборів: «Горбаків» потужністю 50 тис.м³/добу, «Новомильськ» потужністю 20 тис.м³/добу. Кількість насосних станцій II та III підйомів – 5 од. на території м. Рівне, крім того на водозабірних майданчиках «Горбаків» та «Новомильськ» розташовані по одній насосній станції II-го підйому.

Кількість станцій знезалізнення води в м.Рівне – 1 од. потужністю 40 тис.м³/добу, на водозабірному майданчику «Горбаків» - 2 од. потужністю 40 тис.м³/добу кожна та с.м.т. Гоща – 1 од. потужністю 1,5 тис.м³/добу.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						48
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Кількість резервуарів чистої води в м. Рівне – 12 од., загальний об’єм яких становить 96 тис.м³, на водозабірних майданчиках «Горбаків» та «Новомильськ» - 5 резервуарів об’ємом 11,8 тис.м³. Режим водопостачання цілодобовий.

Загальна протяжність водопровідних мереж міста, які перебувають на балансі РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» складає 483,2 км, з них протяжність амортизованих та аварійних водопровідних мереж складає 91,2 км. У місті налічується 37 водорозбірних колонок та 856 пожежних гідрантів.

Загальна протяжність каналізаційних мереж міста, які перебувають на балансі РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» – 257,4 км, із них напірні колектори – 67,01 км, протяжність з амортизованих мереж – 82,7 км, 23 каналізаційних насосних станцій, потужністю 122,14 тис.м³/добу.

Загальний обсяг стоків міста Рівне становить 40-45 тис.м³/добу. Кількість каналізаційних очисних споруд – 1 од., потужністю 25 тис.м³/добу, введені в експлуатацію 1964 року і є за амортизовані і потребують реконструкції. У зв’язку з цим, решта стоків міста в кількості близькості 25-30 тис.м³/добу перекачується ГКНС на каналізаційні очисні споруди ПрАТ «Рівнеазот».

2.5 Застосування конденсаційних утилізаторів тепла димових газів

Підвищення ефективності використання палива в котлоагрегатах за рахунок утилізації теплоти димових газів є одним із головних напрямів в комунальній енергетиці. Використання конденсаційних теплоутилізаторів для утилізації тепла, в залежності від схеми використання, дозволяє збільшити коефіцієнт використання палива на 3-8%.

Однією з переваг конденсаційних економайзерів, на відміну від інших пристроїв для теплообміну з димовими газами, є можливість утилізації теплоти від конденсації пари, що міститься в димових газах, що призводить до збільшення ККД котлоагрегату. Зазвичай конденсаційні економайзери

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						49
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

дозволяють підвищити ККД водогрійного котла від 94 до 100%, а в окремих випадках навіть до 107% (слід зазначити, що мова йде про нижчу теплоту згорання палива).

Конденсаційний економайзер встановлюється поза котельнею на ділянці газового тракту між димососом і димовою трубою (рис.2.5) і дозволяє, не порушуючи технологічної схеми, використовуючи існуюче обладнання, працювати як в звичайному режимі, так і в режимі утилізації.

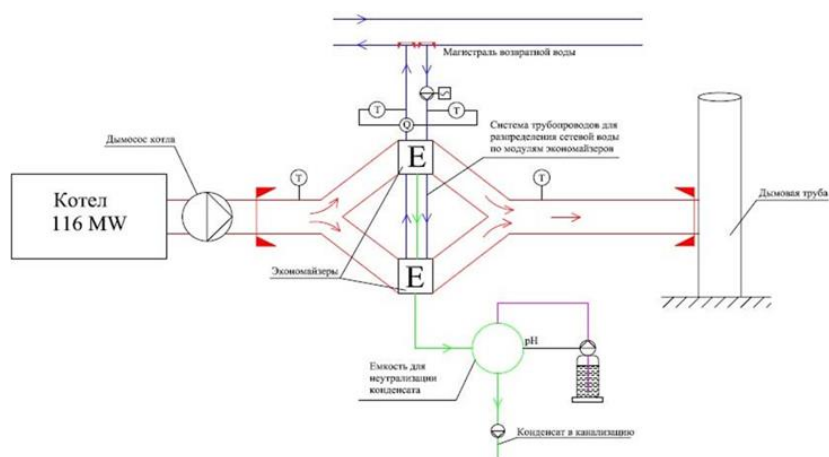


Рисунок 2.5 - Схема підключення конденсаційних економайзерів.

ККД сучасних газових водогрійних котелень по нижчій теплоті згорання досягає 90 ... 92%. Тим часом при згорянні 1 м³ природного газу утворюється 2 м³ водяної пари, на частку яких припадає 11 ... 13% теплоти. Температура газів на виході з водогрійної котельні становить 150° ... 180° С і подальше її зниження в теплообмінниках «сухої» теплопередачі визнано економічно недоцільним. У цих умовах єдиним суттєвим резервом підвищення економічності є використання теплоти конденсації парів. Так, при вологовмісті відхідних газів $X = 0,11 \dots 0,12$ кг/кг теплота, яка припадає на 1 кг газів, становить: 190 ... 220 кДж - фізична (визначається їх температурою), 310 ... 325 кДж - вологісна. Використання теплоти водяної пари можливо при їх конденсації, яка може відбуватися в тому випадку, коли поверхня труб має температуру нижче точки роси t_p , що становить для

продуктів згоряння природного газу величину $55^{\circ} \dots 56^{\circ}\text{C}$. Такі температури води, що нагрівається в водогрійних котельнях можуть мати місце в двох випадках:

- а) при нагріванні водопровідної води,
- б) при нагріванні зворотної води тепломережі.

У найпростішому варіанті з нагріванням в конденсаційному економайзері (КЕ) холодної водопровідної води до $40^{\circ} \dots 50^{\circ}\text{C}$ всі поверхні нагрівання мають температуру нижче $t_{p. i}$, згідно з розрахунком, в КЕ може бути сконденсовано до 85 ... 90% парів, що містяться в продуктах згоряння.

Ефективність цього варіанта найбільш висока в тому випадку, коли нагріта в КЕ вода використовується для гарячого водопостачання в значній кількості (рис. 2.6).

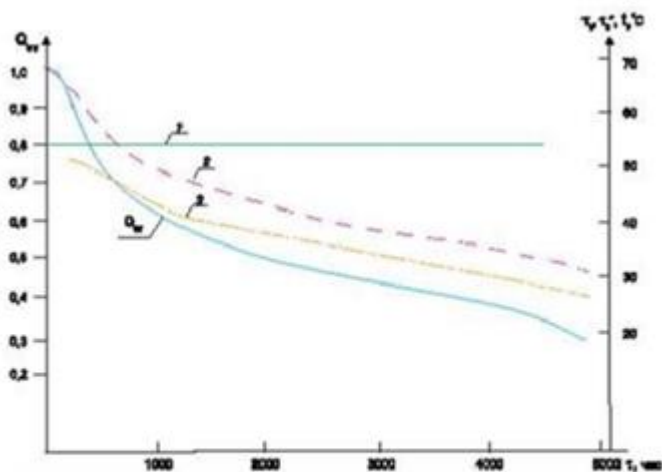


Рисунок 2.6 Температура води протягом опалювального сезону: після системи опалення (крива 1), після охолодження в теплообміннику системи гарячого водопостачання (крива 2) та точка роси відхідних газів (крива 3).

Рисунок 2.6 - Температура води протягом опалювального сезону.

2.6 Зниження температури теплоносія

Метод полягає в обґрунтованому «зрізанні» температурного графіка теплоносія при якісному регулюванні систем теплопостачання. Зниження температури в прямому трубопроводі дозволяє уникати «перетопів» й знизити втрати в теплових мережах. Можливість подачі теплоносія з

меншими температурами, обумовлена тим, що однократний повітрообмін, що враховується при розрахунку теплових втрат будинків, у сильні морози не комфортний. Тому він ніде реально не підтримується, і теплова потужність опалювальних систем при температурах, близьких до розрахункових, насправді, помітно менше розрахункового значення. Зниження температури теплоносія на виході з котельних перевірена роками і діє в системі теплопостачання ТОВ "Рівнетеплоенерго".

2.7 Вибір когенераційних технологій

Когенерація — це технологічний процес виробництва двох видів енергії одночасно, зокрема, електричної та теплової.

Когенераційна установка (рис.2.7) – це комплекс обладнання, що працює за способом комбінованого виробництва електричної та теплової енергії або перетворює складний енергетичний потенціал технологічних процесів в електричну й теплову енергію.



Рисунок 2.7 - Когенераційна установка

В умовах українсько-російської війни дві когенераційні установки потужністю по 200 кВт кожна отримали у КП «Здолбунівкомуненергія» від

USAID "Проект енергетичної безпеки"(малюнок 2.7). Це обладнання дасть змогу суттєво підвищити стійкість підприємства в разі виникнення надзвичайних ситуацій. Установки вироблятимуть одночасно тепло та електричну енергію. Це дозволить помітно розвантажити енергомережу, а також забезпечити безперебійне теплопостачання в умовах відключення світла [23].

Порівняння технологій генерації теплової та електричної енергій проводиться для когенераційних установок на основі газотурбінних і газопоршневих технологій.

Привід генератора від газового двигуна або від газової турбіни - це два абсолютно різних підходи. Їх об'єднує лише одне: обидва передають крутний момент на генератор через обертовий вал. Але, при однаковому споживанні палива, потужність на валу газового двигуна більше, ніж у газової турбіни. Або ж, кажучи інакше, співвідношення теплової та електричної потужності газової турбіни і газопоршневої установки різне(рис.2.8, рис.2.9).

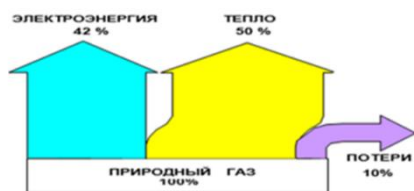


Рисунок 2.8 – Співвідношення теплової та електричної потужності газопоршневих установок

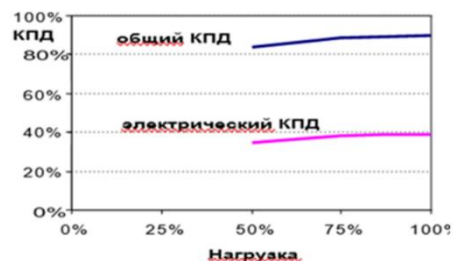


Рисунок 2.9 – Зміна ККД газопоршневої установки при зміні навантаження

Газові двигуни мають високий електричний ККД, який практично не змінюється в діапазоні навантаження від 30 до 100%.

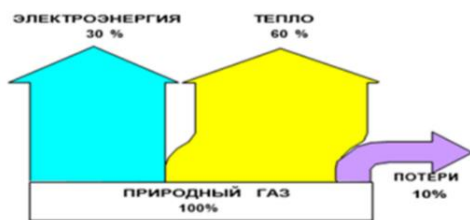


Рисунок 2.10 - Співвідношення теплової та електричної потужності газотурбінних установок

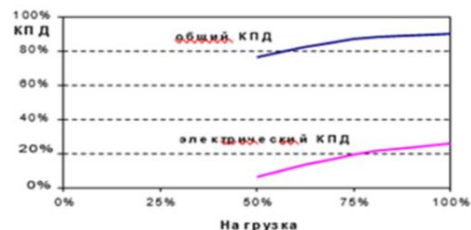


Рисунок 2.11 – Зміна ККД газотурбінної установки при зміні навантаження

Газові турбіни виробляють більше теплової енергії. ККД з електрики нижче, ніж у газового двигуна, і сильно залежне від навантаження (рис.2.10, рис.2.11).

Когенераційна установка з найкращим електричним ККД забезпечує:

- більше відношення виробленої електричної енергії до теплової;
- кращі економічні показники;
- нижчу собівартість вироблення електричної енергії;
- коротші терміни окупності капіталовкладень.

Наступними дуже важливими для когенераційних станцій є питання витрати палива і експлуатаційних витрат, які безпосередньо пов'язані з термінами окупності капітальних витрат. Питома витрата палива (рис.2.12) на вироблений кВт год менше у газопоршневої установки, причому при будь-якому навантажувальному режимі. Це пояснюється тим, що ККД поршневих машин становить 36 ... 48%, а газових турбін - 20 ... 39%.

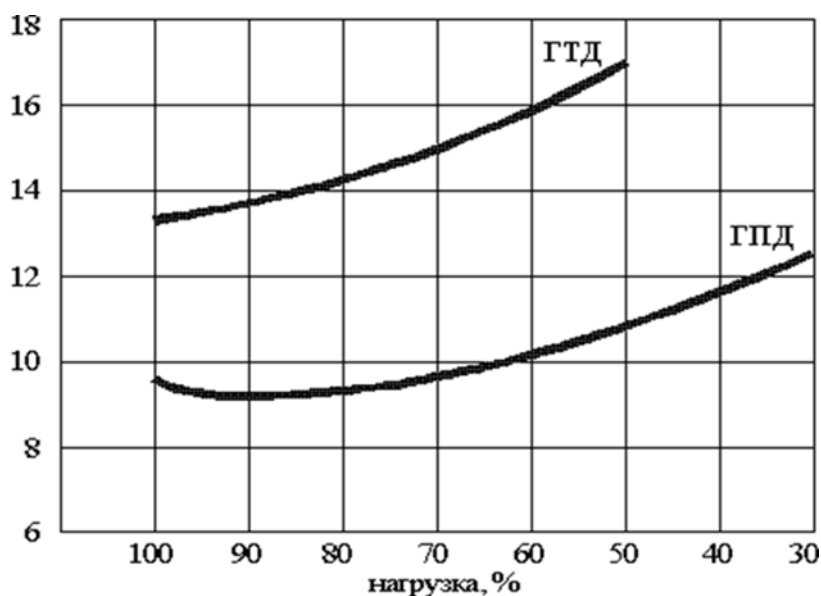


Рисунок 2.12 - Питомі витрати палива газопоршневої і газотурбінної установок

Важливою відмінністю між газотурбінним і газопоршневим двигунами є їх різна чутливість до частих зупинок і пусків.

Газопоршневий двигун може запускатися і зупинятися необмежену кількість разів в день, що є явною перевагою для резервних установок або роботи тільки в піковий час.

Газова турбіна не може запускатися і зупинятися з такою ж частотою. Для неї велика кількість запусків знижує моторесурс. Наприклад, сто пусків після останнього капітального ремонту, збільшують загальне вироблення ресурсу на 500 годин.

Час запуску, час виходу на номінальне навантаження набагато триваліше у газової турбіни. Зазвичай час запуску для газової турбіни складає 6-20 хвилин, тоді як для газового двигуна - 2-3 хвилини. При частих запусках і зупинках газової турбіни відбувається знос ущільнюючих елементів газоповітряного тракту, що призводить до зниження ККД.

Термін служби газового двигуна вдвічі більше терміну служби газової турбіни. По закінченню проектного терміну служби слід дотримуватися повного капітального ремонту, який для газової турбіни набагато більш дорогий і складний у порівнянні з газовим двигуном.

Проектний термін служби визначає, скільки годин повинен пропрацювати силовий агрегат до повного капітального ремонту. Обладнання, яке пройшло повний капітальний ремонт, може розглядатися як нове.

Термін служби до капітального ремонту у газової турбіни вполовину менше терміну служби газового двигуна і зазвичай становить 20 000 - 25 000 робочих годин. У той час як у газового двигуна цей показник дорівнює 60 000 робочих годин. За період до першого капітального ремонту газового двигуна у газової турбіни необхідно провести два повних капітальних ремонти. До того ж повний капітальний ремонт газової турбіни набагато складніше, ніж капремонт газового двигуна - він виконується тільки експертами і, як правило, на підприємстві-виробнику. Крім цього, запчастини для ремонту газової турбіни дуже дорогі, що робить загальну вартість ще вище. У газового

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						55
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

двигуна, навпаки, повний капремонт являє собою відносно простий комплекс робіт, який персонал, що обслуговує станцію, виконує на місці. Завдяки цьому, час простою газового двигуна в порівнянні з газовою турбіною скорочено, а витрати на запчастини і матеріали для капремонту набагато менше.

Серед недоліків когенераційних установок з газотурбінним приводом слід вказати більш високі питомі капіталовкладення на встановлений електричний кВт потужності, необхідність застосування в більшості випадків паливного компресора для забезпечення необхідного тиску газу (1,5 - 2,0 МПа).

Необхідно, однак, відзначити, що в разі додаткового спалювання палива в потоці відпрацьованих газів турбіни, зміст окислів азоту та вуглецю знижується, що дозволяє поліпшити екологічні характеристики когенераційної установки в порівнянні з спалюванням тієї ж кількості палива в окремо працюючих котлах і двигунах.

При виборі варіанту приводу необхідно враховувати питому вартість і експлуатаційні витрати на експлуатацію газопоршневої або газотурбінної установки (рис. 2.13).

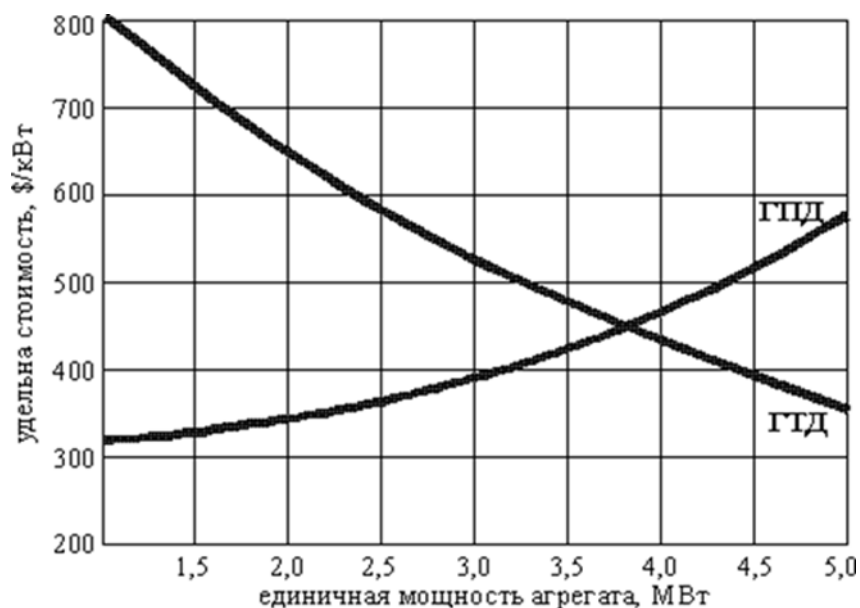


Рисунок 2.13 - Питома ціна поршневої і турбінної установки

Як видно з рисунка, при одиничних потужностях менше 3,5 МВт найменша питома вартість обладнання у поршневих машин. Слід зауважити, що, вартість обладнання і вартість станції не одне і теж, особливо в тому випадку, якщо мова йде про підводі газу високого тиску (що потрібно для газових турбін).

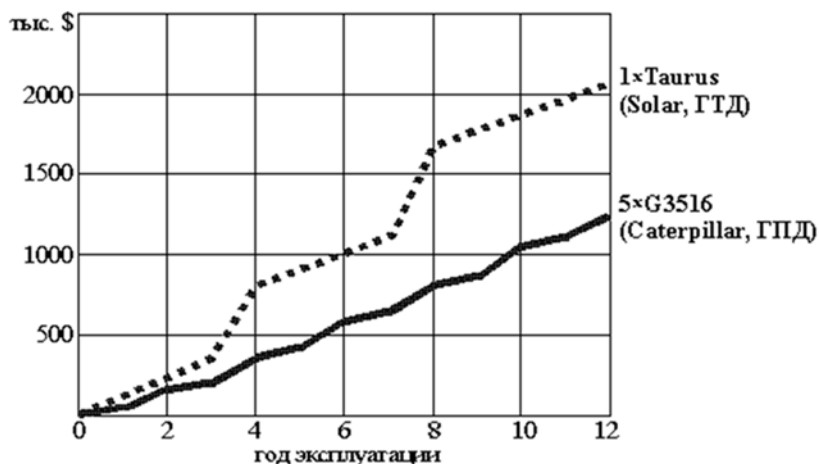


Рисунок 2.14 - Експлуатаційні витрати електростанцій

Експлуатаційні витрати на електростанцію (рис.2.14) з поршневими машинами нижче, ніж на електростанцію з газовими турбінами. Різкі стрибки на графіку ВМД - капітальні ремонти двигуна. В експлуатаційних витратах ГПД таких стрибків немає, капітальний ремонт вимагає значно менше фінансових і людських ресурсів.

Але в той же час, якщо питома вартість теплової та електричної енергії знаходяться на одному рівні, то ККД силового агрегату практично не змінює економічних показників когенераційної станції: при зниженні ККД силового агрегату зменшення при цьому електричної потужності компенсується збільшенням теплової потужності вихлопних газів приводного двигуна. Таким чином, при зміні ККД когенераційної установки енергетичний баланс установки залишається практично постійним, а економічні показники можуть коливатися тільки за рахунок питомої вартості теплової та електричної енергії. Існують безліч відмінностей і в експлуатаційних показниках газопоршневих і газотурбінних двигунів, які повинні

враховуватися при виборі електрогенеруючого обладнання для технологічної схеми когенераційної установки.

Установка газових турбін найбільш вигідна на великих промислових підприємствах, які мають значні (більше 20 МВт) електричні навантаження, власну виробничу базу, висококваліфікований персонал для експлуатації установки, введення газу високого тиску. Міні-ТЕЦ на базі газопоршневих двигунів перспективні в якості основного джерела електроенергії і теплоти на підприємствах самого широкого діапазону діяльності, а саме: на комунальних підприємствах, в сфері обслуговування - в готелях, санаторіях, пансіонатах і підприємствах харчової промисловості; в промисловості - на деревообробних і хімічних підприємствах; в сільському господарстві - в тепличних господарствах, на птахофермах і тваринницьких комплексах.

2.7.1 Коливання теплових і електричних навантажень

Діапазон навантажень відіграє істотну роль у створенні когенераційної схеми. При великому коливанні добових або сезонних теплових і електричних більше 40% у газопоршневих двигунів досягається при роботі під 100% навантаженням.

При зниженні навантаження до 50%, електричний ККД газової турбіни знижується майже в 2 рази. Для газопоршневого двигуна така ж зміна режиму навантаження практично не впливає як на загальний, так і на електричний ККД. Тому при побудові когенераційної схеми при змінних навантаженнях перевага віддається приводам від газопоршневого двигуна.

Недоліком газопоршневих машин є обмежена електрична потужність до 5-6 МВт для однієї машини. Тому при великих потужностях когенераційної установки вступає в силу інший критерій - економічна доцільність використання в схемі декількох газопоршневих машин або однієї газотурбінної установки.

2.7.2 Утилізація теплової потужності

Якщо когенераційна установка створюється на базі існуючих

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						58
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опалювальних котлів, то для агрегатів менше 10-15 МВт теплової потужності найкращим є застосування приводу електрогенератора від газопоршневих двигунів, що працюють за утилізаційною схемою, так як при цьому забезпечуються кращі економічні показники, ніж в схемах з використанням ГТУ. Це пояснюється тим, що ГТУ малої потужності мають велику питому вартість в порівнянні з ГПУ, мають обмеження в регулюванні електричних і теплових навантажень і відрізняються від ГПУ гіршим співвідношенням електричної і теплової потужності. Завдяки більш високому ККД газопоршневих двигунів, в порівнянні з ГТУ, в цьому випадку досягається максимально високе відношення електричної потужності до теплової при питомих витратах умовного палива близько 150 г.у.т. на вироблений кВт·ч електричної енергії.

При великих теплових потужностях когенераційної установки (понад 10 - 30 МВт) більш доцільним для приводу електрогенератора може виявитися застосування газотурбінних установок, яким притаманні великі абсолютні і питомі потужності агрегату, велика маневреність і великий діапазон регулювання теплових навантажень за рахунок додаткового спалювання палива в потоці вихлопних газів газової турбіни (утилізаційна схема з дожигом, вихлопних газів в топці котла). При реалізації такої технологічної схеми питома витрата умовного палива на 1 кВт·ч електричної енергії може досягати ≈ 130 г.у.т.

2.7.3 Умови майданчика і роботи обладнання

Номінальна потужність, як газового двигуна, так і газової турбіни залежить від місцевих умов майданчика: температури навколишнього повітря і висоти над рівнем моря. На відміну від газової турбіни газовий двигун, що працює на збідненій суміші, зберігає високий електричний ККД навіть при високих температурах навколишнього повітря. Для газової турбіни електричний ККД зазвичай падає на 15-20% при температурах вище + 30С. При порівнянні цих двох агрегатів видно, що газова турбіна більш

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						59
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

схильна до впливу високих оточуючих температур. При низьких температурах потужність газової турбіни зростає.

Газовий двигун має не тільки більш високий електричний ККД у всьому інтервалі температур, а й постійний аж до +25°C.

2.7.4 Рівень шуму

При виборі електрогенеруючого обладнання в технологічній схемі когенераційної установки слід враховувати місцеві умови по майданчику, виходячи з вимог забезпечення допустимих рівнів шуму відповідно до державних стандартів.

Характеристикою постійного шуму від приводних двигунів електростанцій є рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. В якості характеристики постійного широкосмугового шуму застосовується еквівалентний рівень звуку вимірюється в дБА.

Слід зазначити, що звуковий тиск від роботи газопоршневого і газотурбінного двигунів відрізняються спектрами звукової потужності. Для газотурбінного двигуна характерні високі рівні звукової потужності в октавних смугах з частотами 1000, 2000, 4000, 8000, що викликано роботою вхідного пристрою, вентилятора і компресора, для газопоршневого - низькі і середні.

Сучасні газотурбінні і газопоршневі електростанції забезпечують еквівалентний рівень звуку 80-85 дБА за рахунок шумопоглинаючих контейнерів і систем шумопоглинання, що допускає експлуатацію електростанцій у виробничій зоні.

На майданчиках, що знаходяться в безпосередній близькості до житловій зоні при установці таких електростанцій, необхідні додаткові заходи по шумопоглинанню і в першу чергу установка двигунів в спеціальних приміщеннях, що забезпечують еквівалентний рівень звуку для житлової зони.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						60
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Певні труднощі в погашенні високочастотного спектра шумів газотурбінних двигунів призводять до того, що застосування електростанцій з приводом від газотурбінного двигуна має обмеження щодо застосування в зв'язку з необхідністю розробки і застосування спеціальних шумопоглинаючих пристроїв або спеціальних будівель для зон з підвищеними вимогами по шуму.

Тому для комунальних котелень переважно використання в когенераційних схемах газопоршневих установок, які не вимагають спеціальних шумопоглинаючих пристроїв, і можуть розміщуватися в стандартних виробничих приміщеннях.

2.7.5 Енергетична ефективність

Оскільки основним ціноутворюючим елементом собівартості електроенергії, є паливна складова (яка досягає 70%), то, як правило, вибір схеми і основного обладнання для когенераційної установки проводиться на підставі показників, що дозволяють оцінити її енергетичну ефективність. До таких показників, які визначаються на стадії виконання техніко-економічного обґрунтування, відносяться коефіцієнт використання теплової енергії споживаного палива і співвідношення електричної і теплової енергії. При двох відмінних один від одного показниках не представляється можливим вибрати переважний варіант когенераційної установки. З цієї причини вибір переважного варіанту здійснюється шляхом порівняння питомих витрат умовного палива на вироблення одного кВт · год електричної енергії. Електричний ККД газової турбіни до 30% і близько 40% у газопоршневого двигуна. Ці величини досягаються при 100% навантаженні. При зниженні навантаження до 50%, електричний ККД газової турбіни знижується майже в 3 рази. Для газопоршневого двигуна така ж зміна режиму навантаження практично не впливає як на загальний, так і на електричний ККД.

Електрична потужність, як газопоршневого двигуна, так і газової турбіни

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						61
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

залежить від температури навколишнього повітря. При підвищенні температури навколишнього повітря від -30°C до $+30^{\circ}\text{C}$ електричний ККД у газової турбіни падає на 15-20%. При температурах вище $+30^{\circ}\text{C}$, ККД газової турбіни ще нижче. На відміну від газової турбіни газопоршневий двигун має більш високий і постійний електричний ККД у всьому інтервалі температур аж до $+25^{\circ}\text{C}$.

Тиск газу в підвідному до проектованого об'єкту газопроводі 0,1 МПа. Застосування газових турбін в цьому випадку вимагає використання дотискуючих паливних компресорів, які повинні розташовуватися в окремому будинку. Відповідно до правил безпеки систем газорозподілу і газоспоживання при сумарному витраті газу до 50 тис. $\text{м}^3/\text{год}$ кількість дотискуючих компресорів повинно бути не менше двох.

Для більш точного вибору типу генеруючого обладнання необхідне проведення техніко-економічних розрахунків.

2.7.6 Оцінка маневрових можливостей електрогенеруючих установок

Аналіз добових і річних графіків роботи ОЕС України в автономному режимі дозволяє відзначити негативний вплив на забезпечення графіку електричного навантаження і необхідної якості частоти електроенергії наступних чинників:

- наявність на ТЕС України основного електрогенеруючого обладнання, яке виробило нормативний термін безперервної роботи (30 років), що збільшує кількість позапланових зупинок;
- нестійка робота пилувугільних парових котлів на нерозрахованому паливі - вугіллі низької якості призводить до інтенсивного зносу поверхонь нагріву котлів,
- зменшує їх паропродуктивність,, збільшує терміни і витрати на ремонти, не дозволяє стабільно працювати в напівпіковій частини добових графіків електричних навантажень;

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						62
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

- нестача коштів для модернізації, і тим більше реконструкції, основного і допоміжного обладнання енергоблоків ТЕС, а також на закупівлю палива і створення резерву на вугільних складах;
- використання ГЕС не тільки для підтримки необхідної частоти струму і забезпечення пікових навантажень, але і для поповнення потужності енергосистеми при відсутності палива на ТЕС.

Як відомо, найбільш значущими експлуатаційними характеристиками, що визначають економічність, маневреність ПГУ, є тривалість пусків, зупинок, швидкість зміни навантаження при роботі блоків в межах регульовального діапазону навантажень і величина регульовального діапазону.

Кожен такий процес представляє не тільки потенційну загрозу довговічності елементів блоку, але і пов'язаний зі значними втратами тепла і енергії. Перебіг невстановлених процесів обмежено головним чином рівнем напружень в товстостінних елементах обладнання енергоблоку, таких як барабани котлів, вихідні колектори пароперегрівачів, паропроводи, корпуси стопорних клапанів високого тиску і ротори парових турбін.

Періодичні зміни навантажень при виконанні диспетчерського графіка в поєднанні з змінами тиску пара і його температури на нічний час в період мінімуму навантажень викликають циклічну втому матеріалу елементів енергоблоку.

Вичерпання довговічності матеріалів, особливо працюючих при високих температурах, буде призводити до появи втомних тріщин в елементах обладнання та тим швидше, чим більша кількість змін навантаження, пусків і зупинок буде відчувати матеріал. Найбільший втомний знос настає в так званих "критичних елементах" обладнання енергоблоку, до яких слід віднести перераховані вище елементи - барабани котлів, вихідні колектори пароперегрівачів, паропроводи, корпуси стопорних клапанів високого тиску і ротори парових турбін, і т.п.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						63
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Робота обладнання в умовах частих пусків і зупинок призводить до його підвищеного зносу, що викликає зниження економічності і надійності. Це необхідно мати на увазі при вирішенні питання про режим роботи енергоблоків в умовах змінного графіка навантажень. Особливо важко запобігти зниженню надійності і економічності турбоагрегатів при швидких пусках, необхідних для регулювання навантаження енергосистеми.

Для забезпечення економічної та надійної експлуатації енергосистем під час провалів електричного споживання в нічні години і неробочі дні енергоблоки повинні володіти сприятливими пусковими характеристиками, відповідними технічними вимогами по маневреності.

Крім швидкості або тривалості навантаження, важливо також і скорочення тривалості підготовчих пускових операцій. При більшій тривалості пускових операцій невиправдано зростають пускові втрати, ускладнюється організація роботи експлуатаційного персоналу, особливо під час пуску декількох блоків на станції.

Традиційно під маневреністю обладнання теплових електростанцій розуміються характеристики, що визначають швидкість і надійність виконання різних режимних функцій для забезпечення надійної роботи системи в нормальних і аварійних умовах.

У поняття маневреності входять:

- пускові характеристики, під якими розуміються тривалості пусків в блоків з різних теплових станів;
- швидкості набору і зміни навантаження;
- допустимий регульовальний діапазон навантажень блоків;
- допустимі тривалості роботи блоків на холостому ходу або на навантаженні власних потреб після скидів навантаження, а також кількість скидів навантажень, включаючи часткові скиди навантажень.

Природно, що характеристики маневреності обладнання визначаються, виходячи з дотримання вимог до надійності протягом тривалої експлуатації

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						64
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

(паркового ресурсу).

Час запуску - важливий показник гнучкості, але порівняння різних технологій і конструкцій залежить від того, як час запуску вимірюється різними виробниками.

При запуску газової турбіни (ГТ) послідовно збільшується частота обертання компресора - досягнення швидкості розпалювання запалювання, прискорення турбіни до самопідтримуваної швидкості, синхронізація і набір навантаження. Існують численні термо-механічні обмеження під час запуску ГТ, включаючи обмеження швидкості повітряного потоку через лопатки компресора (для запобігання зриву потоку), вібрації і температури горіння (для запобігання втомних напружень лопаток турбіни). При цьому важливим параметром є температура на впуску турбіни.

У комбінованому циклі при використанні утилізаційного парогенератора (УПГ) з'являються додаткові термічні обмеження, оскільки високотемпературна середовище призводить до появи в компонентах УПГ термічного напруження. Парогенератор приєднаний безпосередньо до газової турбіни, тому зміна параметрів вихлопних газів турбіни призводить до виникнення градієнтів витрати, температури і тиску всередині УПГ. Ці градієнти повинні ретельно контролюватися, щоб запобігти такому несприятливому впливу, як втома матеріалу, повзучість (пошкодження, викликане високими температурами) і корозію.

Крім того, парова турбіна може обмежити швидкість набору навантаження газової турбіни, якщо температура пари, що виходить з УПГ, перевищує граничні значення для парової турбіни. Щоб уникнути цього, при збільшенні швидкості газової турбіни виконуються переривання (з підтримкою постійного навантаження): це необхідно для того, щоб температура і тиск пари піднімалися в допустимих для використовуваних матеріалів межах.

Для холодного запуску УПГ і парової турбіни потрібно більше часу, ніж

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						65
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

для гарячого запуску. Визначення умов гарячого запуску залежить від виробника, але зазвичай запуск вважається гарячим, якщо він проведений протягом 8-16 годин після відключення УПГ. Тому час, що минув з моменту останнього відключення, сильно впливає на час запуску. Для подолання обмежень при запуску по температурі і тиску, що існують для парових барабанів, деякі виробники використовують прямоточні УПГ.

На парогазові установки (ПГУ) також поширюються вимоги до продування, спрямованої на запобігання самозаймання в результаті можливого накопичення горючих газів в газовій турбіні, УПГ і вихлопних системах. Перед повторним запуском агрегату потрібно продування. Час продувки залежить від обсягу котла і витрати повітря через УПГ, і зазвичай воно складає приблизно 15 хвилин. Цей час продувки збільшує загальний час запуску.

Щоб прискорити запуск і набір навантаження, виробники ПГУ спробували почати запуск газової турбіни з підігрівом УПГ і парової турбіни. Для ізоляції парової турбіни при цьому використовувалися байпасні системи, а для зниження викидів при наборі навантаження - системи спалювання з наднизькими рівнями викидів оксидів азоту (NOx). При цьому пароохолоджувачі підтримують у відповідних межах температуру пари.

Попереднє продування усуває необхідність продувки системи при наступному запуску. Його можна використовувати тільки в деяких установках з УПГ, які не мають каналних пальників, і тільки в тому випадку, коли газова турбіна працює на природному газі. Ці удосконалення призвели до більш високих швидкостей набору навантаження і більш короткому часу запуску: 30-35 хвилин, що приблизно вдвічі менше в порівнянні зі звичайним гарячим запуском, для якого потрібно проведення продувки і витримки ГТ. Однак використання режиму з високою циклічністю збільшує витрати на обслуговування ПГУ. Для простого циклу час запуску газових турбін становить, згідно з опублікованими даними, від 10 до 15 хвилин.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						66
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Завдяки швидкому займанню палива в циліндрах і скоординованому запуску декількох генераторних установок забезпечується дуже швидкий запуск електростанції на базі ГПД і вихід її на повне навантаження. В електростанціях на базі ГПД застосовується високоефективна технологія згоряння збідненої паливної суміші, що дозволяє в умовах гарячого запуску досягати повного навантаження за дві хвилини.

ГПД ідеально підходять для циклічної роботи, так як швидкий запуск, а також збільшення/зменшення навантаження не впливають на графік технічного обслуговування. Крім швидкого часу запуску, двигуни можуть зупинитися протягом однієї хвилини. Вони мають більш низькі рівні емісії завдяки використанню технології згоряння збідненої суміші.

2.7.7 Газопоршневі технології когенерації

Ключовою перевагою газопоршневих електростанцій (рис.2.15) є гнучкість паливних режимів.

Можливість швидкого пуску в експлуатацію робить такі електростанції ефективним джерелом електроенергії для покриття пікових навантажень.

Можливість швидкого пуску в експлуатацію робить такі електростанції ефективним джерелом електроенергії для покриття пікових навантажень.

Когенераційні установки на базі газопоршневих двигунів мають широкий спектр застосувань. В ГПД максимальний загальний ККД становить 80-90% (електричний ККД близько 40-48%, теплової - 40-45%).



Рисунок 2.15 – Приклад газопоршневої електростанції

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						67
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Електрична потужність одиничного блоку ГПД може бути від 1 до 16 МВт, а, з огляду на той факт, що установки можуть працювати паралельно, необхідна потенційному замовнику потужність практично не обмежена.

У процесі виробництва електроенергії газопоршневими електростанціями утворюється напрацьоване тепло різної температури. Тепло від мастила двигуна, водяної сорочки двигуна і водяних контурів охолодження надувного повітря може використовуватися для централізованого тепlopостачання (рис. 2.16)

Для відповідності екологічним вимогам у газопоршневих електростанціях лише іноді потрібна установка каталізаторів вихлопних газів. Висота димової труби для газопоршневих електростанцій визначається рівнем вмісту гранично допустимих концентрацій (ГДК) у навколишньому середовищі та рівнем шкідливих складових емісій самої газопоршневої електростанції, який достатньо низький, адже основне паливо – це газ, не виділяє при згорянні практично ніяких шкідливих речовин.

Переваги ГПД:

- більш високий ККД (порівняно з газотурбінними);
- широкий діапазон робочих режимів - від 15-20% до 110% номінальної



Рисунок 2.16 – Принципова теплова схема ГПД ТЕЦ

потужності при пропорційній витраті палива, незначне зниження ККД при зниженні електричного навантаження в діапазоні регулювання;

- стабільність ККД газопоршневої установки при зміні параметрів навколишнього середовища; менша чутливість (в порівнянні з газотурбінними установками) до частих пусків і зупинок;

- простота обслуговування газопоршневих Міні-ТЕЦ (техобслуговування і ремонт газопоршневих генераторів проводиться за місцем установки, тоді як газових турбін - на заводі виробнику);

- вищий моторесурс (у порівнянні з газотурбінними);

- низька питома вартість встановленої потужності (\$ 500-800 за 1 кВт) низька собівартість електроенергії.

2.8 Основні напрямки реконструкції мереж теплопостачання

Більшість теплотрас у містах України, включаючи Рівне, були побудовані десятки років тому і зараз значно зношені. Старі сталеві труби часто мають проблеми з корозією, що призводить до витоків тепла та води.

Стан ізоляційних матеріалів на трубах відіграє ключову роль у збереженні тепла під час транспортування. Застарілі ізоляційні матеріали, такі як мінеральна вата, значно втратили свої властивості, що спричиняє значні тепловтрати.

У старих мережах втрати тепла можуть досягати 15-30%, що значно підвищує витрати на виробництво тепла і збільшує рахунки для споживачів. Ці втрати відбуваються через недостатню ізоляцію трубопроводів, витoki та неправильне налаштування системи.

Основним резервом для скорочення витрат енергоресурсів при централізованому теплопостачанні є зниження втрат теплової енергії при транспортуванні до споживачів. При якісному виготовленні й монтажі трубопроводів можлива ліквідація наднормативних втрат на дефектних ділянках і зниження втрат нижче нормативних за рахунок впровадження прогресивних технологій. Основний ефект досягається за рахунок

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						69
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

скорочення втрат теплової енергії й хімічно очищеної води з витокami теплоносія, зниженням витрат електроенергії на циркуляцію мережної води.

2.8.1 Впровадження трубопроводів з пінополіуретановою тепловою ізоляцією

Найбільш ефективним рішенням проблеми втрат в теплових мережах є широке використання трубопроводів з високотехнологічною ізоляцією.

Передбачається заміна існуючих відпрацювавших свій ресурс сталевих трубопроводів з порушеною ізоляцією на труби попередньо ізольовані в пінополіуретановій оболонці (рис.2.17).

Найбільш ефективним рішенням проблеми втрат в теплових мережах є широке використання трубопроводів з пінополіуретановою тепловою ізоляцією.



Рисунок 2.17 - Труби попередньо ізольовані в пінополіуретановій оболонці

При такій конструкції ізольовані пінополіуретаном сталеві труби захищаються зовнішньою гідроізоляційною оболонкою з поліетилену при безканальній прокладці або оцинкованою сталлю при надземній прокладці. Своєчасне виявлення аварій та визначення їх місця можливе завдяки системі

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						70
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

дистанційного контролю та моніторингу технічного стану теплоізоляції тепломереж (СДКМ).

Використання пінополіуретану забезпечує надійність і довговічність конструкції без погіршення показників протягом періоду не менше 30 років.

При використанні попередньо ізольованих трубопроводів, на відміну від трубопроводів із традиційною теплоізоляцією, досягається:

- підвищення надійності тепlopостачання споживачів завдяки зниженню пошкоджуваності теплових мереж;
- економія енергоресурсів від зниження фактичних втрат теплової енергії до нормативних значень;
- економія води на підживлення теплових мереж;
- економія експлуатаційних витрат на технічне обслуговування й аварійно відновлювальні роботи;
- економія капітальних витрат на перекладку теплових мереж традиційними способами.

Окрім вищенаведеного способу існують й інші, що здатні істотно вплинути на економічне транспортування теплоносія з урахуванням сучасного технічного стану теплопроводів (при неможливості за відсутністю коштів на одночасне виконання всіх робіт по реконструкції системи тепlopостачання міста). Ці способи можна представити у вигляді послідовності наступних заходів:

- провести комплексне обстеження теплотрас від котельні до об'єктів тепlopостачання й виявити основні канали появи в них теплових втрат;
- провести гідравлічне налагодження теплотрас із використанням шайб на споживачах по розрахунковому споживаному ними тепловому навантаженню та згідно виконаних гідравлічних розрахунків;
- замінити низькоефективні вітчизняні мережні насоси на сучасні імпорتنі з більш високим ККД. При економічній доцільності (великий

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						71
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

потужності електродвигунів насосів) використати пристрої частотного регулювання швидкості обертання асинхронних двигунів;

- зробити заміну запірної арматури на трасі з використанням сучасних надійних засувок, що значно знизить теплові втрати в позаштатних і аварійних ситуаціях, що виключить появи витоків теплоносія через сальники засувок.

2.8.1 Впровадження індивідуальних теплових пунктів (ІТП)

Перехід від ЦТП до ІТП, розташованих в опалювальних будинках значно поліпшить ефективність розподілу тепла.

Індивідуальні теплові пункти (ІТП) можуть бути застосовані як для нового будівництва так і при реконструкції. Вони дозволяють досягти економії енергоресурсів при одночасному покращенні роботи системи опалення.

Плюси від впровадження ІТП (таб. 2.4):

1. Сприяє зниженню витрати паливних ресурсів для потреб теплопостачання, що дозволяє підключати до вже існуючих ТЕЦ і котелень більше нових будинків.
2. Використання ІТП дозволяє оптимізувати режим роботи теплових мереж, що веде до підвищення надійності всієї їх роботи.
3. Значно скорочується викид парникових газів і шкідливих речовин в атмосферу, що веде до поліпшення екологічної обстановки в містах.
4. Перехід від чотирьох-трубних до двотрубних внутрішньоквартальних систем доставки тепла дозволить додатково скоротити теплові втрати і вдвічі знизити експлуатаційні витрати теплопостачальних організацій на їх обслуговування.
5. Дозволяє різко зменшити обсяги водопідготовки в котельнях і на ТЕЦ з одночасним скороченням витрат хімічних реагентів.
6. Скорочує споживання електроенергії мережевими насосами, що явно посприяє збільшенню їх експлуатаційного ресурсу.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						72
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 - Економічний ефект встановлення ІТП

№ п/п	Основні фактори економії при застосуванні ІТП	Ефект в % від загального теплоспоживання	
		для житлових будинків	для адміністративних приміщень
1	Автоматичне зниження температури повітря в приміщеннях будівель в години відсутності там людей (вихідні та святкові дні, нічний час)	-	10-20
2	Зняття вимушених перетопів в перехідні, міжсезонні періоди	2-6	2-6
3	Зняття впливу на втрати тепла інерції теплової мережі	3-5	3-5
4	Застосування якісного і якісно-кількісного регулювання	3-10	3-10
5	Облік при управлінні температурою опалення побутових тепловиділень	4-7	-
6	Можливість нормованого зниження навантаження на опалення в години максимального навантаження на гаряче водопостачання	1-3	-
	Разом, сумарна середня економія при застосуванні ІТП	13-31	18-41

Все це справедливо як для нового будівництва, так і для вже існуючого житлового фонду. Замість реконструкції ЦТП доцільним на сьогодні є повна відмова від них і перехід на ІТП. Разом з теплоізоляцією будівель, установкою радіаторних терморегуляторів і переведенням споживачів на приладовий облік тепла, таке рішення дозволить домогтися 30-50% скорочення обсягів теплоспоживання.

Вибір схеми приєднання абонента до теплової мережі здійснюють, насамперед, за параметрами теплоносія на вводі в будівлю і характеристиками внутрішніх систем абонента. Параметрами теплоносія на вводі є: тиск у прямій та зворотній магістралі теплової мережі, статичний тиск згідно виконаних гідравлічних розрахунків, а також можливий діапазон коливання цих тисків, розрахунковий температурний графік.

При модернізації теплових пунктів в переважній більшості випадків доцільно застосовувати блочні теплові пункти. Вони зібрані і випробувані в заводських умовах, відрізняються надійністю. Монтаж обладнання

спрощується і здешевлюється, що, в кінцевому рахунку, знижує вартість модернізації.

2.8.3 - Термомодернізація існуючих будівель

Масштабна термомодернізація житлових будинків - один із стратегічних напрямків державної політики. Свідченням цього є ряд нормативно-правових актів, які детально визначають стандарти енергоефективності будівель і термомодернізаційних робіт. Серед законодавчих актів слід відзначити «Закон про енергоефективність будівель», який був ухвалено 22 липня 2017[4]. Згідно з ним в Україні впроваджується обов'язкова сертифікація ефективності використання енергії для певних категорій будинків, в тому числі для тих, які отримують державну підтримку на цілі термомодернізації. Шкала енергетичної ефективності розробляється з орієнтацією на аналогічні законодавчі акти і стандарти ЄС. Мінімальний рівень енергоефективності системи опалення (відповідно до ДСТУ EN 15232: 2014 року) [5]досягається за рахунок установки регулюючого обладнання: радіаторних терморегуляторів, автоматичних балансувальних клапанів стояків, автоматизації тепlopункту .

Таблиця 2.6 - Ефективність заходів по термомодернізації

№ п/п	Термомодернізаційні заходи	Зниження втрат тепла, %
1	Утеплення огорожувальних будівельних конструкцій (стін, даху, сумісного покриття і перекриття наднеопалювальним підвалом) не включаючи вікон	20 - 45
2	Заміна вікон на герметичні, з найкращим опором теплопередачі * Враховуючи інфільтрацію	25 – 47*
3	Модернізація теплового пункту, включаючи регулювання за погодними умовами і насосну циркуляцію.	10 – 30 (економія теплової енергії)
4	Комплексна модернізація внутрішньої системи центрального опалення, включаючи установку терморегуляторів на всіх опалювальних приладах, автоматичних балансувальних клапанів стояках, теплоізоляцію трубопроводів.	10 - 25

Термомодернізація будівель - один з важливих напрямків роботи з енергоефективності, яке гарантує зменшення споживання енергоресурсів і підвищення комфорту (таб.2.6, таб. 2.7).

Для існуючих будівель старої забудови можливі наступні заходи з термомодернізації:

- утеплення стін, даху, сумісного покриття і перекриття над неопалювальним підвалом і підлозі на ґрунті;
- заміна або ремонт вікон та зовнішніх дверей;
- модернізація теплового пункту при централізованому теплозабезпеченні з встановленням сучасних засобів автоматичного регулювання.

Таблиця 2.7 – Порівняння типових заходів теплової модернізації в багатоквартирному будинку

Тип термомодернізаційного заходу	Обсяг грошових коштів	Потенційний обсяг економії	Економічні показники	
			Простий термін окупності	Показник прибутковості проекту (рентабельності)
Освітлення (заміна ламп)	Мінімальний	Високий	Від 0,5 року	Високий
Установка або модернізація ІТП	Середній	Високий	Від 2 років	Високий
Балансування системи опалення	Середній	Низький	Від 3 років	Високий
Ізоляція труб для опалення та ГВП	Середній	Низький	Від 2 років	Середній
Промивання труб	Мінімальний	Низький	Від 2,5 років	Середній
Установка радіаторних терморегуляторів	Середній	Середній	Від 3 років	Середній
Утеплення зовнішніх систем	Високий	Високий	Від 7 років	Середній
Утеплення даху	Високий	Середній	Від 6 років	Середній
Утеплення перекриття над підвалом	Високий	Середній	Від 6 років	Середній
Заміна дверей (вхідна група)	Середній	Низький	Від 9 років	Низький
Заміна вікон в під'їздах	Високий	Низький	Від 11 років	Низький

2.8.3.1 Впровадження відновлювальних джерел теплової енергії для забезпечення потреб ГВП медичних закладів.

Розвиток сонячного централізованого теплопостачання постійно прискорюється. Схемою теплопостачання пропонується впровадження відновлювальних джерел теплової енергії для забезпечення послугами з ГВП медичних закладів розташованих в зоні дії 7 котельних м. Рівне.

Пропонується використовувати в якості джерела гарячого водопостачання сонячні колектори, а в разі несприятливих погодних умов чи недостатньої потужності – наявне джерело гарячого водопостачання.

Робота геліосистеми не стабільна в зв'язку з погодними умовами і обов'язково повинна дублюватися первинним джерелом тепла.

В опалювальний період року, коли найбільш висока потреба в тепловій енергії, геліосистема практично не працює. Тому геліосистема розраховується на покриття навантаження ГВП в неопалювальний період.

У листопаді 2024 року в одному із медичних закладів Рівного, запрацювала сонячна електростанція, яку встановили за гроші благодійних організацій. На даху закладу змонтувати понад дві сотні панелей. Потужність станції — 125 кіловат на годину. Будували її у дві черги для поліклінічного відділення та головного корпусу медзакладу. Вартість всієї станції складає близько трьох з половиною мільйонів гривень. У світлий сонячний день, сонячна станція закриває 50% потреб лікарні.

Встановлено два мережевих інвектора Huawei. Вони підключені до системи моніторингу і до системи обмеження перетоків електроенергії в мережу. Тобто станція працює тільки на компенсацію власного споживання, коли сонце світить, вся електроенергія йде на потреби будівлі. Загально в річному еквіваленті така станція може зекономити для даного об'єкту орієнтовно 30% від загального споживання.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						76
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Робота станції допоможе економити гроші, які можуть бути спрямовані на інші потреби закладу. В рік економія складатиме один мільйон двісті тисяч гривень.

Термін окупності встановлених сонячних панелей орієнтовно чотири роки.

Висновок:

Ефективна генерація теплової енергії є основою сучасних систем теплопостачання. Використання інноваційних технологій, перехід на відновлювані джерела енергії та зниження втрат під час виробництва дозволяють забезпечити енергетичну, економічну та екологічну ефективність, що є критично важливим у контексті сучасних викликів сталого розвитку.

Переваги підвищення енергоефективності:

- Зменшення витрат на енергоресурси.
- Скорочення викидів парникових газів.
- Поліпшення комфорту для кінцевих споживачів.
- Зниження залежності від викопного палива.

Основою для оптимізації системних рішень є електронна модель розвитку теплопостачання міста, створення і коректування якої дозволить ефективно управляти реалізацією програми, розраховувати і порівнювати різні варіанти оптимізації теплопостачання.

РОЗДІЛ 3. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ М.РІВНЕ

Схема теплопостачання міста Рівного (рис. 3.1) розроблена згідно з діючими нормативними документами на період до 2030 року[15].

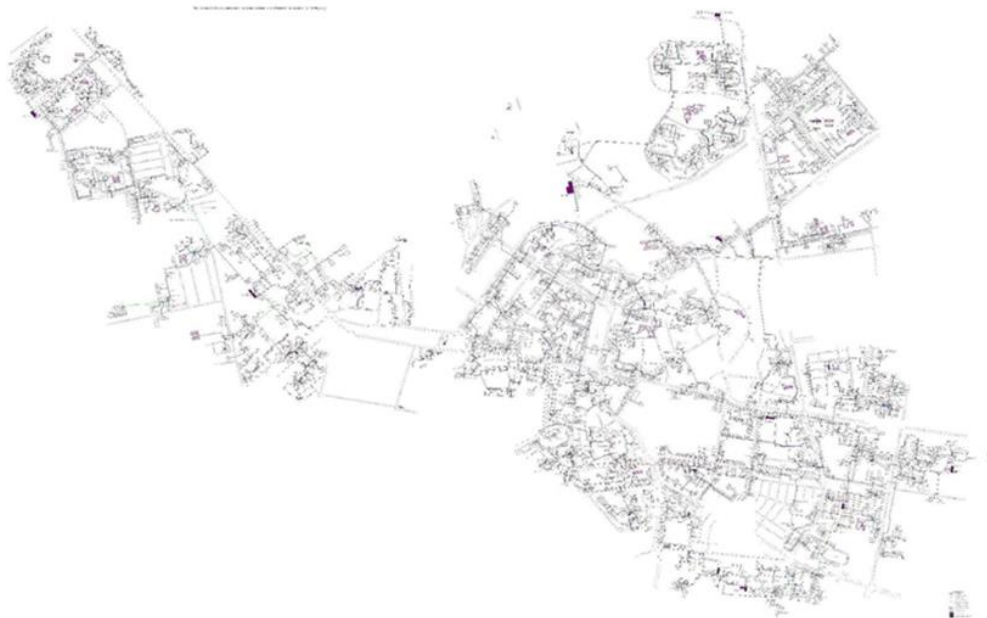


Рисунок 3.1 - Схема теплопостачання міста Рівного

3.1 Зони застосування системи теплопостачання (рис. 3.2)

У м. Рівному систему теплопостачання поділено на три основні зони:

I Західна зона (котельня №27 вул. Соборна, 225-К, котельня №16 вул. Коперніка, 44-Б, котельня №8 вул. Герцена, 5-А, котельня №31 вул. Біла, 35 (дахова), котельня №9 вул. Дворецька, 108-Д, котельня №10 вул. Дворецька, 57(дахова), котельня №19 вул. Кулика і Гудачека, 41, котельня «Еско-Рівне» вул. О.Олеся, 13).

Щільність теплового навантаження – 54,97 (Гкал/год)/км².

Площа забудови – 1,25 км².

II Центральна зона (котельня №14 вул. Небесної Сотні, 6-А, котельня №15 вул. Кн. Володимира, 75-Б, котельня №21 вул. Н. Хасевича, 26-Б, котельня вул. С. Ковалевської, 17, котельня №23 вул. Олексинська, 31-А).

Щільність теплового навантаження – 55,97 (Гкал/год)/км².

Площа забудови – 1,17 км².

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						78
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

III Східна зона (котельня №1 вул. Березовського, 20, котельня №3 вул. Будівельників, 8, котельня №4 вул. Буковинська, 12-А (дахова), котельня №5 вул. Буковинська, 14-А(дахова), котельня №6 вул. Відінська, 21-А, котельня №7 вул. Гагаріна, 17, котельня №12 вул. Київська, 60-Б, котельня №13 вул. Київська, 6-А, котельня №20 вул. М. Карнаухова, 41-В, котельня №26 вул. С. Бандери, 30-Б, котельня №29 вул. Чорновола, 74-В, котельня №33 вул. Чорновола, 49-В, котельня №18 вул. Стельмаха, 54-А, котельня №22 вул. Київська, 92-А, котельня «Еско-Рівне» вул. Карнаухова, 25-б, котельня «Еско-Рівне» вул. Чорновола, 72.

Щільність теплового навантаження – 51,07 (Гкал/год)/км²

Площа забудови – 3,33 км²

Окремо розташовані (котельня «Еско-Рівне» вул. Карнаухова, 25-б, котельня «Еско-Рівне» вул. Чорновола, 72, котельня №30 вул. Чорновола, 99-Д, котельня смт. Клевань, котельня №24 вул. Поліська, 5-Б, котельня №25 вул. Робітничий, 2-А, котельня №11 вул. Жукова, 22, котельня «Еско-Рівне» вул. Тиннівська, 82.

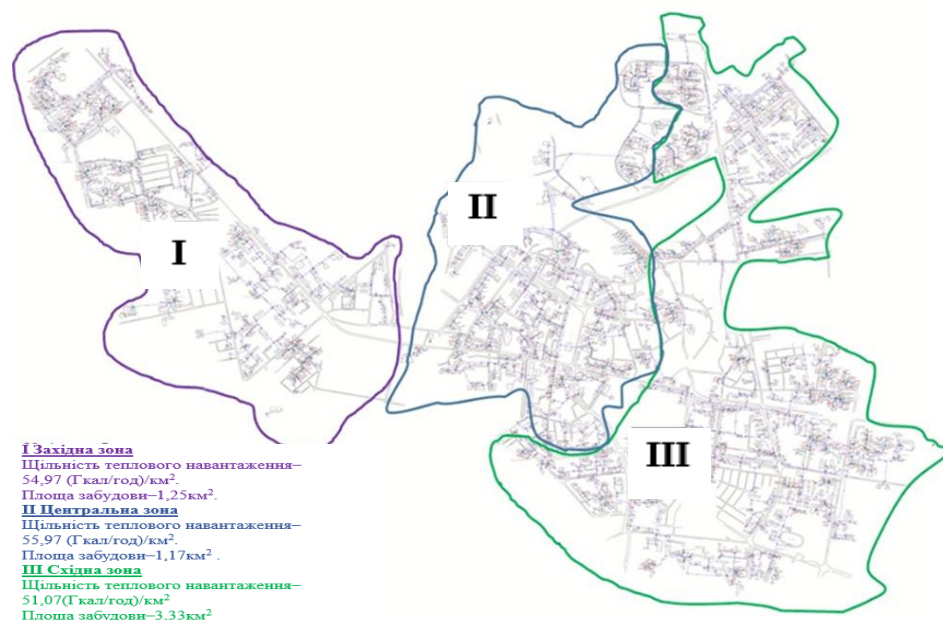


Рисунок 3.2 - Схема розташування котелень з зонами їх обслуговування на території міста

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						79
Арк.	№ зам.	Підпис	Дата			

В структуру системи теплопостачання м. Рівне входить селище міського типу Клевань.

Теплова енергія на потреби опалення подається цілодобово протягом опалювального періоду. Джерела теплової енергії працюють на групу споживачів надаючи послуги з опалення та гарячого водопостачання. Більшість жителів міста забезпечується послугами з гарячого водопостачання централізовано. Інші споживачі використовують місцеві системи гарячого водопостачання з Індивідуальними водонагрівачами. Централізована система гарячого водопостачання в місті – закрита, з використанням для потреб гарячого водопостачання питної води.

Загальна встановлена теплова потужність 36 джерел тепла у базовому 2020 р. становить – 652,3724 Гкал/рік.

Приєднане теплове навантаження $(310,8890369 + 4,73584) = 315,6268769$ Гкал/год в тому числі:

– опалення – $(290,55705 + 4,42814) = 294,9852$ Гкал/год;

– гаряче водопостачання – $(20,33198748 + 0,3097) = 20,64168748$ Гкал/год.

Фактичне середнє теплове навантаження – 2,795 Гкал/год.

Споживання паливно-енергетичних ресурсів на виробництво теплової енергії у 2020 р становить 72420,531 т. у. п., у тому числі:

– природний газ – 60640,124;

– деревина – 11780,407.

Загальна встановлена теплова потужність двох КГУ у базовому 2020 р. становить – 75,2266 Гкал/год.

Приєднане теплове навантаження двох КГУ у базовому 2020 р. становить – 64,788 Гкал/год.

Відпущена теплова енергія за базовий рік – $(411137,62 + 7868,5 + 3549,67) = 422555,80$ Гкал.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						80
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна опалювальна площа будівель міста
(4264909,31+64982,13)=4329891,44 м².

Загальна кількість житлових будівель, які під'єднані до системи централізованого теплопостачання - 821 од. та загальна опалювальна площа – (3093234,18+1546)= 3094780,18м².

Кількість відключених від системи централізованого опалення та ГВП будинків у місті Рівне складає 30 од., що становить 3,65 % від загальної кількості будівель підключених до системи централізованого опалення.

Опалювальна площа квартир з індивідуальним опаленням - 47126,41 м².

Регулювання відпуску теплоти на котельних – центральне якісне, здійснюється шляхом зміни температури мережної води у подавальному трубопроводі по затвердженим опалювальним графікам - 95°-70°С та 115-70°С, в залежності від температури зовнішнього повітря. Якісне регулювання відпуску теплової енергії передбачає, що витрата теплоносія у тепловій мережі і системах опалення є постійною величиною.

Послугу централізованого тепловодопостачання у місті Рівне забезпечують чотири підприємства:

- Товариство з обмеженою відповідальністю «Рівнетеплоенерго»;
- Приватне підприємство «Рівнетеплосервіс»;
- Товариство з обмеженою відповідальністю «Альтернативна Теплова Компанія»;
- Приватне акціонерне товариство «Еско-Рівне».

Основним завданням теплопостачальних підприємств є забезпечення споживачів тепловою енергією на потреби опалення, гарячого водопостачання та оптимальних комфортних умов. Теплова енергія на потреби опалення і ГВП подається цілодобово.

Найбільшими споживачами теплової енергії в місті є населення. Частка споживання тепла населенням становить 73% від загального споживання по місту.

Схема приєднання споживачів залежно-елеваторна або безпосередня.

Реконструкція системи теплопостачання м. Рівного буде сприяти підвищенню технологічного рівня систем теплопостачання спрямованого на надійне забезпечення споживачів послугами з теплопостачання, зменшенню негативного впливу на навколишнє природне середовище, поліпшенню фінансово-економічного стану підприємства, створенню умов та стимулювання залучення інвестицій у сфері теплопостачання.

На сьогоднішній день в місті централізована система теплопостачання має достатній ступінь зносу.

Централізованим теплопостачанням забезпечуються житлові будинки - 821 од., школи 46 од. та дошкільні навчальні заклади - 33 од., об'єкти закладів вищої освіти -25 од., об'єкти охорони здоров'я - 23 од., об'єкти соціально-культурної сфери, адміністративні заклади та інші споживачі.

Приготування гарячої води для господарсько-побутових потреб здійснюється централізовано у центральних теплових пунктах (надалі – ЦТП) з транспортуванням приготовленої води споживачам за допомогою мереж гарячого водопостачання та в індивідуальних теплових пунктах гарячого водопостачання (надалі – ІТП ГВП).

Постачальниками теплової енергії у м. Рівному є - ТОВ «Рівнетеплоенерго», ПП «Рівнетеплосервіс», ПрАТ «ЕСКО – РІВНЕ» та ТОВ «АльТеКо».

Загальне приєднане теплове навантаження м. Рівне на 01.01.2020 р. - 315,6268769 Гкал/год, у тому числі:

– опалення 294,9852 Гкал/год;

– ГВП 20,64169 Гкал/год.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						82
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Розподіл приєднаного теплового навантаження централізованої системи тепlopостачання міста Рівного у базовому році між тепlopостачальними організаціями наведено на рис. 3.3.

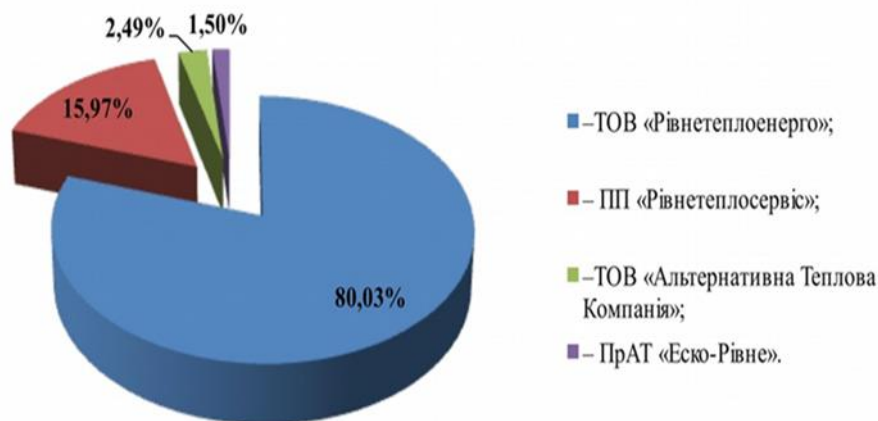


Рисунок 3.3 - Розподілення приєднаного теплового навантаження централізованої системи тепlopостачання.

На рисунку видно, що основну частку приєднаного теплового навантаження забезпечує ТОВ «Рівнетеплоенерго» - 252,6008 Гкал/год (80,03%).

Дванадцять котелень м. Рівного відпускають тепло тільки на опалення. Інші 24 котельні відпускають тепло на опалення і на гаряче водопостачання.

Загальна кількість житлових будинків, які не отримують гарячу воду централізовано - 425 од. Це складає 52,0% від загальної кількості.

Це пов'язано з тенденцією відключення споживачів від системи гарячого водопостачання та опалення.

На трьох котельнях м. Рівного виявлено дефіцит теплової потужності за джерелами теплової енергії.

За даними ТОВ «Рівнетеплоенерго» житлові будинки відключаються від системи централізованого та переходять на індивідуальне опалення.

Приєднане теплове навантаження споживачів м. Рівне (опалення, ГВП) на розрахунковий період (2020-2029 р.р.) залежить:

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						83
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

1. Від збереження у м. Рівне системи централізованого теплопостачання.

2. Від виконання планів по вводу в експлуатацію об'єктів будівництва та термомодернізації будівель.

В ході термомодернізації 31-го навчального закладу міста(одинадцять з них модернізуватимуть повністю, а двадцять – частково) приєднане теплове навантаження зменшилося на 1,951 Гкал/год .

На 2017 рік заходами енергозбереження в місті Рівному скорочено споживання природного газу усіма категоріями споживачів в 1,3 рази в порівнянні з 2014 роком.

Проведена реконструкція системи теплопостачання м Рівного, а саме:

- влаштування приладів обліку споживання теплової енергії в багатоквартирних житлових будинках;
- влаштування приладів обліку теплової енергії на джерелах теплопостачання;
- реконструкція котельні по вул. Київській, 6-А;
- виконання щорічної заміни аварійних ділянок теплових мереж з використанням попередньоізольованих трубопроводів в пінополіуретановій ізоляції;
- закрито нерентабельних 7 котелень.

За три роки дії Муніципальної програми сталого розвитку м. Рівного[32] реалізовано 270 енергоефективних проектів, загальною вартістю – 141 953 тис.грн. і внеском муніципалітету – 95 696 тис.грн. в тому числі :

- 81 проект з утеплення фасадів будинків;
- 85 будинків провели капітальний ремонт систем водопостачання, водовідведення та опалення;
- 55 будинків – капітальний ремонт покрівлі;
- 15 провели автоматизацію вузлів обліку системи опалення;

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						84
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

- 15 будинків і 10 навчальних закладів – встановили енергозберігаючі вікна та двері;
- 6 будинків відремонтували електромережи;
- 2 будинки встановили індивідуальне опалення;
- 1 будинок облаштував сонячні колектори.

У результаті виконання заходів з економії паливно-енергетичних ресурсів за період 2015 рік – 9 місяців 2019 року зекономлено близько 6 тис. т умовного палива, в тому числі:

- природного газу – 3,99 млн. м³;
- електричної енергії – 1,74 млн кВт-год.;
- теплової енергії – 3,73 тис. Гкал.

Вартість розробки і впровадження енергозберігаючих заходів становила 153,8 млн. гривень, а вартість зекономлених паливно-енергетичних ресурсів від впровадження становила 30,4 млн. гривень.

В рамках співпраці міста Рівного з Проєктом USAID "Муніципальна енергетична реформа в Україні" було розроблено План дій сталого енергетичного розвитку міста Рівного до 2020 року (далі – План дій), який затверджений рішенням міської ради від 21 квітня 2016 року № 780 (зі змінами, які затверджено рішенням Рівненської міської ради від 17 травня 2018 № 4443). В ньому було передбачено та здійснено 60 заходів та проєктів на загальну суму 1 944,4 млн грн, які було реалізовано у таких секторах:

- муніципальні будівлі (бюджетна сфера) та муніципальне обладнання/об'єкти (сфера теплопостачання та водопостачання);
- житловий сектор;
- транспортний сектор (громадський та муніципальний автотранспорт);
- вуличне освітлення;
- третинний сектор (сектор обслуговування).

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						85
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Реалізація заходів у повному обсязі дозволила скоротити викиди CO₂ на 132,5 тис. т/рік, що становило 20,1 % від показника базового 2010 року. За результатами моніторингу виконання Плану дій, на його реалізацію було залучено 421 млн.грн коштів з різних джерел або 24 % від необхідних сум, скорочено викиди CO₂ на 19,2 тис. тон або на 18 % від запланованих показників.

3.2 Аналіз економічної доцільності як один з критеріїв оптимізації системи теплопостачання

Економічна доцільність є ключовим критерієм при оптимізації систем теплопостачання, оскільки від неї залежить раціональне використання ресурсів, забезпечення доступності тепла для споживачів та фінансова стійкість енергетичної системи.

Цей критерій охоплює мінімізацію витрат на виробництво, транспортування та споживання теплової енергії без зниження якості послуг, а також досягнення оптимального співвідношення між початковими інвестиціями та довгостроковими вигодами.

Забезпечення населення м. Рівного тепловою енергією є однією із важливих складових діяльності місцевої влади. Теплова енергетика та сфера споживання теплової енергії міста сьогодні перебувають в кризовому стані, що негативно впливає на рівень енергетичної безпеки. Серед головних факторів, які суттєво впливають на ситуацію що склалася: незадовільний технічний стан об'єктів теплової енергетики, застарілий житловий фонд, які спричиняють надмірні втрати тепла при виробництві, транспортуванні і споживанні. Недосконала система ціноутворення не стимулює широкого впровадження заходів щодо підвищення енергоефективності. Відсутність необхідних інвестиційних коштів для модернізації основних фондів теплової енергетики та житлового фонду не дозволяє реалізувати сучасні технології в цій сфері. В результаті якість забезпечення населення тепловою енергією є недостатньою.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						86
	Арк.	№ 3 <i>ж</i> <i>м</i> <i>м</i> .	Підпис	Дата		

Незважаючи на різні розробки, удосконалення законодавства України, система енергетичної галузі занепадає, фінансовий стан підприємств теплоенергетики погіршується. Безумовно, цьому у значній мірі посприяє, війна у країні, економічна криза, але і стан виконання вже прийнятих рішень щодо модернізації системи, особливо щодо фінансування, потребує суттєвого покращення. До того ж, назріла негайна необхідність проведення кардинальних реформ у системі теплозабезпечення, що стосується як організації виробництва теплової енергії, так і сфери споживання.

В даній роботі проводиться аналіз стану теплоенергетичних систем та систем споживання теплової енергії в м. Рівному, та наводяться приклади та напрямки розвитку системи тепlopостачання міста з урахуванням досвіду провідних країн світу з реформування систем теплозабезпечення, впровадження сучасних технологій, включаючи технології енергозаощадження та технології відновлюваної енергетики.

Пропонуємо такі варіанти реконструкції (модернізації) системи тепlopостачання міста:

- зменшення кількості джерел тепlopостачання завдяки реконструкції існуючих більш потужних котельних та закриття малопотужних неефективних джерел тепlopостачання, які відпрацювали свій ресурс;
- вибір оптимального варіанту реконструкції (модернізації) системи тепlopостачання по кожному джерелу, який підлягає реконструкції, з виконанням техніко-економічних розрахунків;
- перемикання споживачів окремих котельних із морально застарілим обладнанням на реконструйовані районні котельні;
- реконструкція існуючих котельних із морально застарілим обладнанням і заміна на нове сучасне обладнання з високим ККД та визначення оптимального варіанту реконструкції;
- використання альтернативних видів палива (щепа, пелети, сонячна енергія);

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						87
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

- будівництво індивідуальних теплових пунктів для споживачів, гаряче водопостачання яких передбачається від підігрівачів, встановлених в будинках (відмова від ЦТП);
- заміна мереж теплопостачання, що відпрацювали свій ресурс, на нові з високотехнологічним ізоляційним покриттям з урахуванням закриття ряду котельних, виконанням гідравлічних розрахунків та розрахунків нормативних теплових втрат через ізоляцію трубопроводів та з витоком у трубопроводах теплових мереж міста;
- з'єднання теплових мереж від різних джерел теплопостачання для надійної роботи системи;
- визначення етапів реконструкції системи теплопостачання міста, основними критеріями яких буде стан системи теплопостачання та строк окупності.

3.2.1 Впровадження ІТП на котельнях (таб.3.1).

Економічний ефект від будівництва ІТП полягає в тому, що автоматизовані ІТП у поєднанні з індивідуальним автоматичним регулюванням тепловіддачі опалювальних приладів дозволяють повністю здійснити в будівлях заходи з економії тепла, води, електроенергії на перекачування, а також отримати зниження витрат на прокладання трубопроводів системи тепловодопостачання. Наявність малошумних циркуляційних насосів, компактних теплообмінників і приладів авторегулювання подачі та обліку тепла дозволяють успішно вирішити це завдання. Відмова від ЦТП і управління регулюванням подачею тепла на опалення і гаряче водопостачання в ІТП, окрім іншого, дозволяє скоротити втрати тепла внутрішньо квартальними теплопроводами і знизити витрати електроенергії на перекачування теплоносія. При цьому економія теплової енергії складає близько 20%.

Таблиця 3.1 – Кількість ІТП, що встановлюються на котельнях міста

Котельня	Кількість ІТП, шт		
	існуючих	Після реконструкції	
		менше 0,5 Гкал/год	більше 0,5Гкал/го д
Котельня №1 за адресою Березовського, 20	3	12	6
Котельня №3 за адресою Будівельників, 8	6	42	12
Котельня №6 за адресою Відінська, 21-А	5	18	6
Котельня №7 за адресою Гагаріна, 17	5	19	9
Котельня №9 за адресою Дворецька, 108-Д	0	6	0
Котельня №11 за адресою Жукова, 22	0	12	5
Котельня №12 за адресою Київська, 60-Б	1	14	9
Котельня №13 за адресою Київська, 6-А	16	11	1
Котельня №15 за адресою Кн. Володимира, 75-Б	2	52	12
Котельня №18 за адресою Курчатова, 54-А	0	2	0
Котельня №19 за адресою Макарова, 41	6	48	22
Котельня №24 Поліська, 5-Б		2	
Котельня №27 за адресою Соборна, 225-К	1	19	7
Котельня №29 за адресою Чорновола, 74-В	2	12	2
Разом	47	269	91

3.3 Аналіз ефективності роботи джерел теплової енергії

3.3.1 Аналіз використання палива та відпуску теплової енергії

Проведений аналіз на основі даних по споживанню газу джерелами теплової енергії м. Рівного (таб. 3.2) показує, що середня ефективність використання палива (КЕВП) на котельнях міста становить 86,3%.

Ефективність використання палива визначена методом обчислення прямого балансу всієї сукупності котелень на основі даних підприємства по споживанню газу та відпуску теплової енергії.

Таблиця 3.2 - Ефективність використання теплоти палива у котельних міста

№ та адреса котельні	Вироблена теплова енергія, Гкал/рік	Витрата палива, т у.п.	Ефективність використання теплоти палива, (%)
1	2	3	4
Котельня №1 за адресою Березовського, 20	17879,346	2935,0788	87,0
Котельня №3 за адресою Будівельників, 8	57904,980	9511,7583	87,0
Котельня №4 за адресою Буковинська, 12-А	828,607	196,35301	60,3
Котельня №5 за адресою Буковинська, 14-А	315,000	62,049486	72,5
Котельня №6 за адресою Відінська, 21-А	22910,736	3765,4345	86,9
Котельня №7 за адресою Гагаріна, 17	26988,753	4430,0509	87,0
Котельня №8 за адресою Герцена, 5-А	3628,732	589,35559	88,0
Котельня №9 за адресою Дворецька, 108-Д	4952,556	803,24111	88,1
Котельня №10 за адресою Дворецька, 57	392,921	65,735214	85,4
Котельня №11 за адресою Жукова, 22	10322,658	1683,2115	87,6
Котельня №12 за адресою Київська, 60-Б	15612,883	2539,2747	87,8
Котельня №13 за адресою Київська, 6-А	21870,143	3594,1707	86,9
Котельня №14 за адресою Небесної Сотні, 6-А	112,331	18,000099	89,2
Котельня №15 за адресою Кн. Володимира, 75-Б	73553,430	12700,739	82,7
Котельня №16 за адресою Коперніка, 44-Б	3019,724	500,18682	86,2
Котельня №18 за адресою Курчатова, 54-А	1891,393	348,94967	77,4
Котельня №19 за адресою Макарова, 41	57560,704	8748,5218	94,0
Котельня №20 за адресою М. Карнаухова, 41-в	9343,252	1536,1636	86,9
Котельня №21 за адресою Н. Хасевича, 26-Б	495,092	80,046675	88,4
Котельня №22 за адресою Київська, 92-А	203,850	34,0358	85,6
Котельня №23 за адресою Олексинська, 31-А	136,339	22,071611	88,2
Котельня №24 за адресою Поліська, 5-Б	774,744	129,37692	85,5
Котельня №25 за адресою Робітничий, 2-А	1526,063	253,55736	86,0
Котельня №26 за адресою С. Бандери, 30-Б	6896,687	1121,9649	87,8
Котельня №27 за адресою Соборна, 225-К	63950,614	10249,053	89,1
Котельня №29 за адресою Чорновола, 74-В	13506,339	2226,4596	86,7
Котельня №30 за адресою Чорновола, 99-Д	135,123	22,289408	86,6
Котельня №31 за адресою Біла, 35	71,656	11,770562	87,0
Котельня №32 за адресою Міцкевича, 32-А	57,885	10,444	79,2
Котельня №33 за адресою Чорновола, 49-В	7670,202	2140,1588	51,2
Котельня смт. Клевань	1238,469	217,52153	81,3
Разом по ТОВ "Рівнетеплоенерго"	425751,214	70547,02	
котельня повул. Карнаухова, 25-б	5553,001	802,89632	98,8
котельня повул. С. Ковалевської, 17	768,366	142,18004	77,2
котельня повул. Тиннівська, 82	552,560	92,98676	84,9
котельня повул. Чорновола, 72	221,540	37,89024	83,5
котельня повул. О. Олеся, 13	911,560	175,13796	74,4
Разом по ПрАТ "Еско-Рівне"	8007,027	1251,091	
Разом по м. Рівному	433758,241	71798,12	84

Ефективність використання теплоти палива (КЕВП) у м. Рівному складає в середньому 84% (для порівняння у розвинутих країнах КЕВП $\geq 92\%$).

Питоме споживання палива на одиницю виробленої теплової енергії на котельнях міста є різним, а в середньому ця цифра становить 176,2 кг у.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						90
	Арк.	№ зам.м.	Підпис	Дата		

п./Гкал (у розвинутих країнах питомі витрати палива на 1 Гкал складають 145 - 155 кг у. п.).

Одним із показників ефективної роботи джерел теплової енергії є коефіцієнт завантаження (використання встановленої потужності котельної).

На котельних, які мають коефіцієнт завантаження більше 2 встановлено котли завищеної потужності. Мінімальна потужність котлів за заводською документацією більше підключеного навантаження. Таке становище пояснюється відключенням споживачів та частковим припиненням надання послуг з гарячого водопостачання.

Загалом по місту Рівному завантаженість централізованої системи теплопостачання становить 48,2 % від номінальної потужності.

На шістнадцяти котельних міста встановлена потужність значно перевищує розрахункове приєднане теплове навантаження споживачів і тому коефіцієнт завантаження перевищує 2.

На трьох котельних міста приєднане теплове навантаження перевищує встановлену теплову потужність встановлених котлів, що вказує на необхідність збільшення на цих котельних встановленої потужності котлів, або подавати теплоносій по графіку з верхньою зрізкою.

3.3.2 Аналіз існуючих температурних графіків відпуску теплової енергії та технічна і економічна можливість їх дотримання

Регулювання відпуску теплоти котельних – центральне якісне, здійснюється шляхом зміни температури мережевої води у подавальному трубопроводі по затвердженому опалювальному графіку в залежності від температури зовнішнього повітря. Якісне регулювання відпуску теплової енергії передбачає, що витрата теплоносія у тепловій мережі і системах опалення є постійною величиною.

Системи теплоспоживання житлових і громадських будівель комунального сектора міста Рівного приєднано до теплових мереж за безпосередньою схемою.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						91
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Більшість котельних працюють за температурним графіком 95°C-70°C, 3 котельні працюють за температурним графіком 115°C-70°C.

В основу температурного графіка покладені розрахункові витрати води по кожній котельні.

Ці витрати покладено в основу розрахунку оптимального гідравлічного режиму теплової мережі.

Витрати води по фактичним графікам складає 9951,082 м³/год і перевищують проектні значення на 3692,111 м³ /год. Це приводить до збільшення споживання електричної енергії мережевими насосами.

Висновок.

Після реконструкції та заходів оптимізації системи теплопостачання м. Рівного буде підвищено технологічний рівень системи теплопостачання, спрямовано заходи на надійне забезпечення споживачів якісними послугами з теплопостачання, зменшено негативний вплив на навколишнє природне середовище, поліпшено фінансово-економічний стан підприємств теплопостачання, створено умови та стимулювання залучення інвестицій у сфері теплопостачання.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						92
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Метою даного розділу є розрахунок економічної ефективності енергозберігаючих заходів та інших пропонованих технічних рішень. Під енергозберігаючими заходами маються на увазі заходи, що забезпечують економію енергоресурсів на об'єкті – теплової енергії, природного газу, електроенергії та ін.

4.1 Економічна ефективність реконструкції джерел теплопостачання ТОВ «Рівнетеплоенерго» з заміною та реконструкцією котлів.

Ефективність капітальних вкладень характеризується показниками, що входять в систему показників економічної ефективності інвестицій, та в першу чергу, терміном окупності капітальних вкладень (років) – часом, протягом якого проект працюватиме «на себе». При цьому весь об'єм грошових коштів, що генерується проектом, яким є нерозподілений прибуток, зараховується як повернення на інвестований капітал.

При заміні котлів з низьким ККД на високоекономічні котли та при реконструкції котлів економічний ефект досягається за рахунок зниження споживання палива при більш ефективному процесі його спалювання для отримання теплової енергії.

Річна економія природного газу в натуральному вираженні розрахована по річному розрахунковому відпуску теплової енергії по кожній котельні.

Середньозважена вартість природного газу без ПДВ для виробництва теплової енергії по підприємству ТОВ "Рівнетеплоенерго" складатиме 6965,31 грн./тис. куб м.

4.1.1 Розрахунок економічного ефекту реконструкції котлів марки КВ- ГМ-30

Вартість реконструкції котла ПТВМ-30 визначалася на підставі тендерних пропозицій низки компаній (таб.4.1).

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						93
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Капіталовкладення реконструкції котла ПТВМ-30

Найменування	Обсяг робіт	Од. вим	Значення
Капітальний ремонт водогрійного котла ПТВМ-30М	- реконструкція екранів водогрійного котла ПТВМ-30М; - реконструкція конвективної частини водогрійного котла ПТВМ-30М.	млн. грн.	6,144
Заміна пальникових пристроїв та впровадженням автоматичної системи керування на котельнях	Заміна: - газопальникових пристроїв (поставка та монтаж); - системи автоматизації (поставка та монтаж); - проектно-конструкторські роботи; - реконструкція поверхонь нагріву котла, з урахуванням додаткового пакета (виготовлення і монтаж); - модернізація систем мережної води, подачі природного газу і газоповітряпроводів котла (виготовлення і монтаж); - пусконаладжувальні роботи, режимно-наладжувальні роботи та еколого-теплотехнічні випробування.	млн. грн.	6,680
РАЗОМ		млн. грн.	12,825

Загальна річна економія природного газу у зв'язку з реконструкцією котлів марки ПТВМ складає **992,8 тис. куб м на суму 6 915,030 тис. грн.**

4.1.2 Розрахунок економічного ефекту заміни котлів з низьким ККД на високоекономічні котли

Вартість устаткування визначається згідно договірних цін Постачальника обладнання. Крім того, додано 30% на допоміжне обладнання.

Вартість проектних робіт розрахована по ДСТУ Б Д.1.1-67:2013 [7] (Зміна № 3). Вартість будівельно-монтажних робіт – 40% від вартості устаткування.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						94
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Загальна річна економія природного газу у зв'язку з реконструкцією котелень з заміною котлів на більш економічні складає **1448,16 тис. куб м на суму 10086,918 тис. грн.**

Загальний середній термін окупності капітальних вкладень становитиме **7,03 років.**

4.2 Економічна ефективність реконструкції джерел теплопостачання ТОВ «Рівнетеплоенерго» з впровадженням когенераційних технологій , біопаливних котлів та відновлювальних джерел енергії.

Метою даного розділу є визначення економічної ефективності будівництва когенераційних станцій (КС) на котельнях підприємства ТОВ «Рівнетеплоенерго».

Для оцінки економічної ефективності проекту будівництва КС в розрахунковий період визначаються доходи, пов'язані з реалізацією цього проекту, які співставляють з очікуваними витратами.

На 4-х котельнях пропонується будівництво когенераційних станцій.

Ще на інших 4-х котельнях пропонується будівництво твердопаливних котлів.

Економічний розрахунок проводиться за прийнятих умов:

- період розрахунку – рік;
- фонд роботи котельні – цілорічний, з перервою на технічне обслуговування та ремонт технологічного обладнання і складає 8760 годин;
- річний період надання послуг з постачання гарячої води споживачам – 8760 годин;
- річний період надання послуг з опалення – 4200,0 годин;
- основна валюта розрахунку – гривна;
- 100% відпущеної продукції будуть сплачені споживачами;
- ставка дисконтування не застосовувалася;

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						95
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- курс долар США НБУ на 02.03.2021 – 28.00 грн./USD;
- курс євро НБУ на 02.03.2021 – 33.72 грн./EUR;
- втрати в мережах при транспортуванні теплової енергії дорівнюють 12%;
- амортизація лінійна, з розрахунку корисного терміну використання устаткування (термін експлуатації котельні 25 років);
- витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування обладнання - 20% від амортизаційних відрахувань;
- інші витрати –25% для котельних та газопоршневих установок, від суми амортизаційних відрахувань, витрат на заробітну плату та поточний ремонт.

По котлах з біопаливом (деревні відходи) можлива додаткова витрата біопалива після реконструкції. Розрахунок робиться з урахуванням вартості деревних відходів в сумі 1380,0 грн./тону без ПДВ.

4.3 Реконструкція мереж теплопостачання

Реконструкцією мереж теплопостачання передбачається демонтаж трубопроводів системи ГВП та заміни діючих трубопроводів системи теплопостачання на трубопроводи із попередньоізолюваних труб (ПІТ).

Основним резервом для скорочення витрат енергоресурсів при централізованому теплопостачанні є зниження втрат теплової енергії при транспортуванні до споживачів. При якісному виготовленні й монтажі попередньоізолюваних трубопроводів можливе скорочення втрат тепла охолодженням через ізоляцію в 2 - 3 рази й практично повна ліквідація втрат з витокami. Додатковий економічний ефект виникає від скорочення витрат води на підживлення мереж, також досягається зниження витрат електроенергії.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						96
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Заміні підлягають ділянки трубопроводів згідно існуючого стану теплових мереж, а також гідравлічних розрахунків реконструкції діючих мереж та проектування нових ділянок.

Довжина трубопроводів, які підлягають заміні у двотрубному обчисленні наведена в таб. 4.2.

Таблиця 4.2 Довжина трубопроводів, які підлягають заміні у двотрубному обчисленні

Діаметр зовн. мм	Довжина трубопроводів у двотрубному обчисленні, м																		
	Березовського, 20	Будівельників, 8	Відінська, 21-А	Гагаріна, 17	Дворецька, 108-Д	Жукова, 22	Київська, 60-Б	Київська, 6-А	Небесної сотні, 6-А	Кн. Володимир, 75-	Курчатова, 54-А	Макарова, 41	Н. Хасевича, 26-Б	Олексинська, 31-А	Поліська, 5-Б	Робітничий, 2-А	Соборна, 225-К	Чорновола, 74-В	Чорновола, 99-Д
21										4,0								40,0	
25				28,0	22,5	3,0	102,0			43,5							5,0	-	
32		62,5	15,0	130,0	109,5	-	19,5			236,0		91,0					36,0	17,5	
40		309		7,0	83,5	319,0	159,5			512,5		81,0					19,5	34,5	
45			3,0		222,0	6,0	61,5			47,0		36,5					63,0		
57	412,9	1453	1149,0	871,0	590,5	111,5	1253,5	385,5	18,0	3685,0	233,0	1720,5	44,0		365,5	41,0	2391,5	1733,0	
63				-	26,0	388,0		-			-					-			
76	395,00	1230,5	359,0	179,0	70,5	410,0	132,5	222,0		1796,0	103,0	771,8	90,0		110,5	27,0	708,5	373,0	
89	1103,2	3826	2502,5	1526,5	574,5	386,0	995,0	1165,5		3564,0	21,00	3095,5		10,0	144,0	58,0	2827,5	2151,8	44
108	1522,0	2870	2556,5	1076,0	606,5	242,0	1698,0	1440,0		4129,0	220,0	3614,5			570,0	116,0	2797,0	1296,5	45
110					123,5					73,5	-				-			36,0	
114										12,0									
133	99,0	594,5	841,5	285,0		1040,0	382,0	108,0		1215,0		2271,2				60,0	1204,0	995,3	
140					-					54,0		-							
159	1309,0	2413	2857,4	1839,0	126,0	506,0	549,5	1716,0		5241,0	110,0	1710,3			70,0		1592,5	2346,0	
219	20,0	2541	832,2	2747,0	383,0	280,5	357,0	1606,0		4700,5	364,0	3038,0					2460,0	2124,0	
273	1010,3	790	2381,0	594,0	-	362,0	996,0	503,0		1367,0		993,8					1728,0	1606,0	
325	-	1425,5	535,0	525,0	14,0	65,0	33,0	108,0		549,0		880,2					409,0	283,0	
377	-	150	504,0	311,0				-		494,0		-					-		
426	362,0	1687	4,0	24,0				33,0		620,0		81,8					44,0		
480												-							
530		438										105,0							
630																			
Разом	6233,3	19790	14540,1	10142,5	2952,0	4119	6739	7287	18	28343	1051	18491	134	10	1260	302	16285,5	13036,5	89

4.3.1 Заміна існуючих теплопроводів на попередньо ізольовані трубопроводи (ПТ) Визначення капіталовкладень (Кв)

Розрахунок вартості трубопроводів ПТ зроблено з урахуванням діаметру трубопроводу, договірної ціни трубопроводу за 1 п. м і протяжності замінюваної ділянки. Крім того, вартість комплектуючих матеріалів до трубопроводів складає близько 30% .

Вартість проектних робіт – 10% від вартості будівельно-монтажних робіт. Вартість будівельно-монтажних робіт – 30% від вартості устаткування.

Вартість пуско-налагоджувальних робіт – 5% від вартості устаткування.

Розрахунок капітальних вкладень на заміну мережі теплопостачання від котелень надано в таб. 4.3.

Таблиця 4.3 - Розрахунок капітальних вкладень на ПТ

Адреса котельні	БМР, тис.грн.	Інші витрати, тис. грн.	Всього Кв без ПДВ, тис. грн	Всього Кв з ПДВ, тис.грн.
1	2	3	4	5
Котельня №1, Березовського, 20 з підключенням споживачів від котелень Буковинська, 12-А та Буковинська, 14-А	25170,216	3686,443	28856,659	34627,991
Котельня №3, Будівельників, 8	103521,290	15161,784	118683,074	142419,686
Котельня №6, Відінська, 21-А з підключенням споживачів від котельні М.Карнаухова, 41-В	62442,102	9145,304	71587,405	85904,887
Котельня №7, Гагаріна, 17	89987,866	13179,671	103167,537	123801,045
Котельня №9, Дворецька, 108-Д	13074,477	1914,895	14989,372	17987,247
Котельня №11, Жукова, 22	12657,045	1853,758	14510,803	17412,963
Котельня №12, Київська, 60-Б	21021,143	3078,768	24099,911	28919,893
Котельня №13, Київська, 6-А	26960,317	3948,623	30908,939	37090,728
Котельня №14, Небесної сотні, 6-А	20,171	2,954	23,125	27,751
Котельня №15, Кн. Володимира, 75-Б	105861,341	15504,509	121365,849	145639,019
Котельня №18, Курчатова, 54-А	3367,143	493,154	3860,296	4632,355
Котельня №19, Макарова, 41	67999,910	9959,303	77959,214	93551,056
Котельня №21, Н. Хасевича, 26-Б	174,677	25,5833	200,260	240,313
Котельня №23, Олексинська, 31-А	17,072	2,500	19,572	23,487
Котельня №24, Поліська, 5-Б	2323,144	340,249	2663,393	3196,071
Котельня №25, Робітничий, 2-А	618,821	90,633	709,454	851,344

Продовження таблиці

Котельня №27, Соборна, 225-К з підключенням споживачів від котельні Коперника, 44-Б	57144,648	8369,436	65514,084	78616,900
Котельня №29, Чорновола, 74-В з підключенням споживачів від котельні С. Бандери, 30Б	48372,511	7084,664	55457,175	66548,610
Котельня №30, Чорновола, 99-Д	176,336	25,826	202,162	242,594
РАЗ ОМ	640910,228	93868,0562	734778,2847	881733,9416

Загальні капітальні вкладення на заміну мережі теплопостачання від котелень становитиме **881733,9416 тис. грн. з ПДВ.**

4.3.1.1 Розрахунок економічного ефекту реконструкції на ПІТ

Економічний ефект від впровадження попередньо ізольованих трубопроводів(таб.4.4) досягається за рахунок:

- скорочення теплових втрат в теплотрасах і, відповідно, зменшення витрати природного газу;
- зниження споживання електроенергії на транспортування теплової енергії.

Таблиця 4.4 – Річна економія втрат теплової енергії в трубопроводах

Адреса котельні	Втрати теплової енергії до реконструкції, Гкал	Втрати теплової енергії після реконструкції, Гкал	Економія втрат теплової енергії, Гкал	Економія втрат теплової енергії, тис. грн.
1	2	3	4	5
Котельня №1, Березовського, 20 з підключенням споживачів від котелень Буковинська, 12-А та Буковинська, 14-А	3156,235	2130,728	1025,507	1616,101
Котельня №3, Будівельників, 8	11975,115	6478,769	5496,346	8661,713
Котельня №6, Відінська, 21-А з підключенням споживачів від котельні М.Карнаухова, 41-В	9218,912	3580,432	5638,480	8885,704
Котельня №7, Гагаріна, 17	7765,698	2932,263	4833,435	7617,029
Котельня №9, Дворецька, 108-Д	1471,46	473,568	997,892	1572,582
Котельня №11, Жукова, 22	1969,792	970,137	999,655	1575,361
Котельня №12, Київська, 60-Б	2719,543	1818,780	900,763	1419,516

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						99
Арк.	№ зам.	Підпис	Дата			

Котельня №13, Київська, 6-А	6301,55	2945,277	3356,273	5289,165
Продовження таблиці				
Котельня №14, Небесної сотні, 6-А	30,769	15,779	14,990	23,623
Котельня №15, Кн.Володимира, 75-Б	21870,015	8587,411	13282,604	20932,109
Котельня №18, Курчатова, 54-А	623,244	133,021	490,222	772,544
Котельня №19, Макарова, 41	9892,173	6130,854	3761,319	5927,478
Котельня №21, Н. Хасевича, 26-Б	101,467	52,143	49,323	77,729
Котельня №23, Олексинська, 31-А	25,194	10,290	14,904	23,487
Котельня №24, Поліська, 5-Б	205,858	77,054	128,804	202,982
Котельня №25, Робітничий, 2-А	248,864	132,537	116,327	183,319
Котельня №27, Соборна, 225-К з підключенням споживачів від котельні Коперника, 44-Б	8884,065	3114,536	5769,529	9092,223
Котельня №29, Чорновола, 74-В з підключенням споживачів від котельні С. Бандери, 30Б	7054,45	2182,784	4871,666	7677,278
Котельня №30, Чорновола, 99-Д	29,71	13,6314	16,079	25,338
РАЗОМ	93544,11	41779,996	51764,119	81575,282

Річні втрати теплової енергії до заміни трубопроводу на попередньо ізольований складають загалом **93544,11 Гкал.**

Річні втрати теплової енергії після заміни трубопроводу на попередньо ізольований складатимуть загалом **41779,996 Гкал.**

Річна економія теплової енергії в натуральному вираженні складатиме **51764,119 Гкал.**

Річна економія втрат теплової енергії після заміни трубопроводу на попередньо ізольований складатимуть загалом **81575,282 тис. грн.**

Загальна річна економія енергоносіїв за рахунок заміни існуючого теплопроводу від котелень на попередньо ізольований трубопровід складатиме **52559,99 тис. грн., в т.ч.:**

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						100
Арк.	№ зам.	Підпис	Дата			

Адреса котельні	Економія газу, тис. м куб	Економія газу, тис. грн.	Економія електроенергії, тис. кВт·годин	Економія електроенергії, тис. грн	Сумарна економія енергоносіїв, тис. грн.
Котельня №1, Березовського, 20з підключенням споживачів від котелень Буковинська, 12-А та Буковинська, 14-А	138,586	965,293	17,099	50,259	1015,553
Котельня №3, Будівельників, 8	742,769	5173,62	187,977	552,501	5726,120
Котельня №6, Відінська, 21-А з підключенням споживачів від котельні М.Карнаухова, 41-В	761,977	5307,409	150,946	443,661	5751,069
Котельня №7, Гагаріна, 17	653,185	4549,633	153,253	450,442	5000,075
Котельня №9, Дворецька, 108-Д	134,854	939,299	34,893	102,557	1041,856
Котельня №11, Жукова, 22	135,092	940,959	27,220	80,005	1020,964
Котельня №12, Київська, 60-Б	121,728	847,873	18,645	54,802	902,676
Котельня №13, Київська, 6-А	453,563	3159,205	45,686	134,282	3293,487
Котельня №15, Кн. Володимира, 75-Б	1794,995	12502,7	326,820	960,589	13463,286
Котельня №18, Курчатова, 54-А	66,248	461,439	12,893	37,896	499,334
Котельня №19, Макарова, 41	508,300	3540,468	79,654	234,120	3774,588
Котельня №21, Н. Хасевича, 26-Б	6,665	46,427	0,741	2,177	48,604
Котельня №23, Олексинська, 31-А	2,014	14,029	0,339	0,999	15,027
Котельня №24, Поліська, 5-Б	17,406	121,241	5,147	15,129	136,370
Котельня №25, Робітничий, 2-А	15,720	109,496	3,881	11,407	120,904
Котельня №27, Соборна, 225-К з підключенням споживачів від котельні Коперника, 44-Б	779,687	5430,762	113,530	333,688	5764,450
Котельня №29, Чорновола, 74-В з підключенням споживачів від котельні С. Бандери, 30Б	643,122	4479,545	115,934	340,752	4820,298
Котельня №30, Чорновола, 99-Д	2,173	15,134	1,198	3,521	18,655
РАЗОМ	6995,34	48724,7	1304,87	3835,28	52559,99

- природного газу – **48724,7** тис. грн. (**6995,34** тис. куб м) ;
- електричної енергії – **3835,28** тис. грн. (**1304,87** МВт·годин).

4.3.2 Впровадження ІТП. Визначення капіталовкладень (Кв)

Розрахунок загальної вартості будівництва ІТП було зроблено для усередненої величини навантаження ІТП до 0,5 Гкал/годину вартістю за

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						101
Арк.	№ зам.	Підпис	Дата			

одиницю 920,637 тис. грн з ПДВ, ІТП більше 0,5 Гкал/годину вартістю за одиницю 1052,765 тис грн з ПДВ з урахуванням вартості обладнання, проектних, будівельно-монтажних, пусконаладжувальних робіт для теплового пункту з незалежним підключенням.

Вартість теплового пункту (таб.4.6) з незалежним підключенням перевищує вартість модульного ІТП аналогічної потужності, але з залежним підключенням приблизно в 2-2,5 рази.

Таблиця 4.6 - Кількість ІТП та капітальні вкладення на їх будівництво

Адреса котельні	Кількість, шт.	Капітальні вкладення без ПДВ, тис. грн.	Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.
Котельня №1, Березовського, 20	18	7235,10	8682,114
Котельня №3, Будівельників, 8	54	42749,93	51299,914
Котельня №6, Відінська, 21-А	24	9536,69	11444,024
Котельня №7, Гагаріна, 17	28	11236,24	13483,489
Котельня №9, Дворецька, 108-Д	6	2301,59	2761,909
Котельня №11, Жукова, 22	17	6796,44	8155,732
Котельня №12, Київська, 60-Б	23	9318,25	11181,898
Котельня №13, Київська, 6-А	12	4658,24	5589,883
Котельня №15, Кн. Володимира, 75-Б	64	50421,90	60506,279
Котельня №18, Курчатова, 54-А	2	767,20	920,637
Котельня №19, Макарова, 41	70	56126,15	67351,383
Котельня №27, Соборна, 225-К	26	10358,94	12430,724
Котельня №29, Чорновола, 74-В	14	5480,49	6576,584
Котельня №24 за адресою Поліська, 5-Б	2	877,30	1052,765
РАЗОМ	360	217864,45	261437,334

Загальна кількість будівництва ІТП – **360** одиниць, в т.ч.

- ІТП з навантаженням до 0,5 Гкал/годину – 269 одиниці;
- ІТП з навантаженням понад 0,5 Гкал/годину – 91 одиниць.

Загальні капітальні вкладення на впровадження ІТП складатимуть **261437,334 тис. грн. з ПДВ.**

4.3.2.1 Розрахунок економічного ефекту від будівництва ІТП

Економічний ефект від будівництва ІТП (таб.4.7) полягає в тому, що автоматизовані автоматизовані ІТП у поєднанні з індивідуальним автоматичним регулюванням тепловіддачі опалювальних приладів

дозволяють повністю здійснити в будівлях заходи з економії тепла, води, електроенергії на перекачування, а також отримати зниження витрат на прокладення трубопроводів системи тепловодопостачання. Наявність малошумних циркуляційних насосів, компактних теплообмінників і приладів авторегулювання подачі та обліку тепла дозволяють успішно вирішити це завдання. Відмова від ЦТП і регулювання подачею тепла на опалення і гаряче водопостачання в ІТП, окрім іншого, призводить до скорочення втрат тепла внутрішньо квартальними теплопроводами і до зниження витрати електроенергії на перекачування теплоносія. При цьому економія теплової енергії складає близько 20%.

Таблиця 4.7 - Розрахунок річної економії теплової енергії від будівництва ІТП

Адреса котельні	Розрахункове годинне навантаження Гкал/годину	Розрахунковий річний відпуск Гкал	Економія тепла за рахунок ІТП %	Річна економія тепла на котельній за рахунок ІТП, Гкал	Річна економія тепла на котельній за рахунок ІТП, тис. грн.
1	2	3	4	5	6
Котельня №1, Березовського, 20 з підключенням споживачів від котельні Буковинська, 12-А та Буковинська, 14-А					
Опалення	6,966	14120,462	20	2824,092	4450,498
ГВП	1,001	7294,644	20	5835,715	9196,527
Всього	7,967	21415,106		8659,808	13647,03
Котельня №3, Будівельників, 8					
Опалення	7,758	15727,869	20	3145,574	4957,122
ГВП	2,639	19235,283	20	15388,226	24250,367
Всього	10,398	34963,152		18533,8	29207,49
Котельня №6, Відінська, 21-А з підключенням споживачів від котельні М.Карнаухова, 41-В					
Опалення	7,758	15727,869	20	3145,574	4957,122
ГВП	1,024	7462,079	20	5969,663	9407,617
Всього	8,782	23189,948		9115,237	14364,74
Котельня №7, Гагаріна, 17					
Опалення	9,832	19930,518	20	3986,104	6281,717
ГВП	1,211	8821,961	20	7057,569	11122,05
Всього	11,04234	28752,479		11043,67	17403,77
Котельня №9, Дворецька, 108-Д					
Опалення	0,718	1456,097	20	291,219	458,934
ГВП	0,078	567,953	20	454,362	716,032

Продовження таблиці					
Всього	0,796	2024,050		745,582	1174,965
Котельня №11, Жукова, 22					
Опалення	6,182	12532,252	20	2506,450	3949,925
ГВП	0,761	5544,737	20	4435,789	6990,379
Всього	6,943	18076,988		6942,24	10940,3
Котельня №12, Київська, 60-Б					
Опалення	8,974	18192,437	20	3638,488	5733,907
ГВП	0,869	6337,248	20	5069,799	7989,516
Всього	9,844	24529,686		8708,286	13723,42
Котельня №13, Київська, 6-А					
Опалення	2,579	5229,385	20	1045,877	1648,202
ГВП	0,457	3328,372	20	2662,698	4196,156
Всього	3,036	8557,757		3708,575	5844,358
Котельня №15, Кн. Володимира, 75-Б					
Опалення	23,370	47375,907	20	9475,182	14931,976
ГВП	2,596	18914,912	20	15131,93	23846,468
Всього	25,966	66290,819		24607,11	38778,44
Котельня №18, Курчатова, 54-А					
Опалення	0,259	526,829	20	105,366	166,046
ГВП	0,028	204,011	20	163,209	257,202
Всього	0,288	730,840		268,575	423,248
Котельня №19, Макарова, 41					
Опалення	25,827	52357,143	20	10471,429	16501,966
ГВП	3,652	26608,908	20	21287,127	33546,468
Всього	29,479	78966,051		31758,56	50048,43
Котельня №24, Поліська, 5-Б					
Опалення	0,332	673,79	20	134,759	212,367
ГВП	0,042	306,02	20	244,814	385,803
Всього	0,374	979,812		379,573	598,169
Котельня №27, Соборна, 225-К з підключенням споживачів від котельні Коперника, 44-Б					
Опалення	9,234	18718,739	20	3743,748	5899,787
ГВП	0,873	6363,551	20	5090,841	8022,676
Всього	10,107	25082,29		8834,589	13922,46
Котельня №29, Чорновола, 74-В з підключенням споживачів від котельні С. Бандери, 30Б					
Опалення	3,804	7712,462	20	1542,492	2430,82

Продовження таблиці					
ГВП	0,308	2247,476	20	1797,981	2833,446
Всього	4,113	9959,939		3340,474	5264,266
РАЗОМ	129,137	343518,918		136646,1	215341,1

Загальна (проектна) річна економія теплової енергії за рахунок ІТП складатиме **136646,1 Гкал на суму 215341,1 тис. грн.**

Таблиця 4.8 - Розрахунок річної економії енергоресурсів у зв'язку з будівництвом ІТП

Адреса котельні	Річна економія газу, тис. мкуб	Річна економія газу, тис. грн.	Річна економія електроенергії тис. кВт*годин	Річна економія електроенергії, тис. грн.	Сумарна економія енергоносіїв, тис. грн.
1	2	3	4	5	6
Котельня №1, Березовського, 20 з підключенням споживачів від котелень Буковинська, 12-А та Буковинська, 14-А					
Опалення	381,644	2658,272	41,45	121,831	2780,103
ГВП	788,632	5493,063	17,76	52,213	5545,276
Всього	1170,276	8151,335	59,21	174,044	8325,379
Котельня №3, Будівельників, 8					
Опалення	425,089	2960,877	258,505	759,798	3720,675
ГВП	2079,546	14484,684	110,788	325,628	14810,312
Всього	2504,635	17445,561	369,293	1085,425	18530,986
Котельня №6, Відінська, 21-А з підключенням споживачів від котельні М.Карнаухова, 41-В					
Опалення	425,089	2960,877	111,826	328,679	3289,555
ГВП	806,733	5619,146	49,670	145,991	5765,137
Всього	1231,822	8580,023	161,496	474,670	9054,693
Котельня №7, Гагаріна, 17					
Опалення	538,677	3752,054	108,469	318,811	4070,864
ГВП	953,751	6643,173	46,487	136,633	6779,806
Всього	1492,428	10395,227	154,955	455,444	10850,671
Котельня №9, Дворецька, 108-Д					
Опалення	39,355	274,120	19,319	56,782	330,902
ГВП	61,402	427,684	8,280	24,335	452,019
Всього	100,757	701,804	27,598	81,117	782,921
Котельня №11, Жукова, 22					
Опалення	338,719	2359,280	30,819	90,583	2449,864
ГВП	599,447	4175,336	13,208	38,821	4214,157

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						105
Арк.	№ зам.	Підпис	Дата			

Продовження таблиці					
Всього	938,166	6534,616	44,027	129,405	6664,021
Котельня №12, Київська, 60-Б					
Опалення	491,701	3424,848	43,922	129,097	3553,945
ГВП	685,126	4772,118	18,824	55,327	4827,445
Всього	1176,827	8196,966	62,746	184,424	8381,391
Котельня №13, Київська, 6-А					
Опалення	141,339	984,467	46,774	137,478	1121,944
ГВП	359,834	2506,354	20,046	58,919	2565,273
Всього	501,172	3490,821	66,820	196,396	3687,217
Котельня №15, Кн. Володимира, 75-Б					
Опалення	1280,465	8918,832	246,510	724,542	9643,375
ГВП	2044,911	14243,436	105,647	310,518	14553,954
Всього	3325,375	23162,269	352,157	1035,060	24197,329
Котельня №27, Соборна, 225-К з підключенням споживачів від котельні Коперника, 44-Б					
Опалення	505,926	3523,928	71,501	210,155	3734,084
ГВП	687,970	4791,925	30,643	90,067	4881,991
Всього	1193,896	8315,853	102,144	300,222	8616,075
Котельня №29, Чорновола, 74-В з підключенням споживачів від котельні С. Бандери, 30Б					
Опалення	208,451	1451,923	65,240	191,754	1643,677
ГВП	242,977	1692,410	27,960	82,180	1774,590
Всього	451,428	3144,333	93,200	273,934	3418,267
РАЗОМ	18466,154	128622,486	1721,007	5058,382	133680,868

Загальна розрахункова річна економія енергоносіїв (таб.4.8) за рахунок будівництва ІТП складатиме **133680,868 тис. грн.**, в т.ч.:

- природного газу – **128622,486 тис. грн.(18466,154 тис. куб м);**
- електричної енергії – **5058,382 тис. грн. (1721,007 МВт•годин).**

Таблиця 4.9 - Зведені показники впровадження ПІТ та ІТП

Найменування	Загальні КВ ПІТ+ІТП з ПДВ, тис.грн	Загальний ефект від ПІТ та ІТП, тис. грн.	Загальний термін окупності ПІТ та ІТП, років	Загальна річна економія газу, тис. м куб	Загальне скорочення викидів CO ₂ , т/рік
Котельня №1, Березовського, 20 з підключенням споживачів від котелень Буковинська, 12-А та Буковинська, 14-А	43310,105	9340,932	3,86	1308,9	2486,8

Продовження таблиці

Котельня №3, Будівельників, 8	193719,602	24257,107	6,66	3247,4	6170,1
Котельня №6, Відінська, 21-А з підключенням споживачів від котельні М.Карнаухова, 41-В	97348,910	14805,762	5,48	1993,8	3788,2
Котельня №7, Гагаріна, 17	137284,534	15850,746	7,22	2145,6	4076,7
Котельня №9, Дворецька, 108-Д	20749,156	1824,777	9,48	235,6	447,7
Котельня №11, Жукова, 22	25568,695	7684,985	2,77	1073,3	2039,2
Котельня №12, Київська, 60-Б	40101,791	9284,066	3,60	1298,6	2467,3
Котельня №13, Київська, 6-А	42680,611	6980,703	5,10	954,7	1814,0
Котельня №15, Кн. Володимира, 75-6	206145,297	37660,615	4,56	5120,4	9728,7
Котельня №18, Курчатова, 54-А	5552,992	769,277	6,02	102,5	194,8
Котельня №19, Макарова, 41	160902,439	34304,411	3,91	4800,1	9120,2
Котельня №24, Поліська, 5-Б	4248,836	508,523	6,96	68,7	130,5
Котельня №27, Соборна, 225-К з підключенням споживачів від котельні Коперника, 44-Б	91047,625	14380,525	5,28	1973,6	3749,8
Котельня №29, Чорновола, 74-В з підключенням споживачів від котельні С. Бандери, 30Б	73125,194	8370,716	7,28	1109,8	2108,6
РАЗОМ	1141785,787	186023,147	5,58	25432,9	48322,5

Загальні капітальні вкладення на заміну існуючого теплопроводу на попередньо ізольований (ПІТ) та будівництво ІТП складатимуть **1141785,787 тис. грн.** з ПДВ.

Загальний річний ефект (річна економія енергоносіїв) від впровадження ІТП та ПІТ – **186023,147 тис. грн.**

Загальний середній термін окупності капітальних вкладень на ПІТ та ІТП по котельнях становитиме **5,58 роки.**

Завдяки заходам щодо впровадження ІТП та ПІТ буде досягнута значна економія палива. Результатом буде зменшення споживання природного газу, що дозволить зменшити викиди CO₂ в навколишнє середовище на **48322,5 т/рік.**

4.4 Висновки з оптимізації системи теплопостачання м.Рівне

Зведені показники ефективності по напрямкам реконструкції системи теплопостачання по котельнях надано в таб. 4.10.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						107
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 4.10 - Зведені показники ефективності по напрямкам реконструкції

Найменування	Реконструкція котельень	ПІТ	ІТП	РАЗОМ
1	2	3	4	5
Котельня №1 за адресою Березовського, 20				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	10738,493	34627,991	8682,114	54048,598
Річний ефект, тис. грн.	1293	1015,553	8325,379	10633,932
Термін окупності, роки	6,92	3,86		4,24
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	352,773	2486,837		2839,610
Котельня №3 за адресою Будівельників, 8				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	90878,029	142419,69	51299,914	284597,630
Річний ефект, тис. грн.	71085,93	5726,120	18530,986	95343,036
Термін окупності, роки	1,07	6,66		2,49
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	5156,227	6170,068		11326,296
Котельня №6 за адресою Відінська, 21-А				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	16531,504	85904,886	11444,024	113880,414
Річний ефект, тис. грн.	2373	5751,069	9054,693	17178,762
Термін окупності, роки	5,81	5,48		5,52
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	647,425	3788,219		4435,644
Котельня №7 за адресою Гагаріна, 17				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	14310,778	123801,045	13483,489	151595,313
Річний ефект, тис. грн.	1948,94	5000,075	10850,671	17799,681
Термін окупності, роки	6,12	7,22		7,1
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	531,631	4076,665		4608,296
Котельня №9 за адресою Дворецька, 108-Д				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	2132,957	17987,247	2761,909	22882,113
Річний ефект, тис. грн.	300,221	1041,856	782,921	2124,998
Термін окупності, роки	5,92	9,48		8,973
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	81,894	447,661		529,555
Котельня №11 за адресою Жукова, 22				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	6127,519	17412,963	8155,732	31696,214
Річний ефект, тис. грн.	679	1020,964	6664,021	8363,985
Термін окупності, роки	7,52	2,77		3,158
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	185,231	2039,190		2224,421
Котельня №12 за адресою Київська, 60-Б				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	9191,279	28919,893	11181,898	49293,07
Річний ефект, тис. грн.	988,419	902,676	8381,391	10272,485
Термін окупності, роки	7,75	3,60		4,00
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	269,621	2467,255		2736,876

Продовження таблиці

Котельня №13 за адресою Київська, 6-А

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	39565,434	37090,728	5589,883	82246,045
Річний ефект, тис. грн.	13227,23	3293,487	3687,217	20207,933
Термін окупності, роки	2,49	5,10		3,392
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	1988,479	1813,997		3802,476

Котельня №14, Небесної сотні, 6-А

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	-	27,751	-	27,751
Річний ефект, тис. грн.	-	14,522	-	14,522
Термін окупності, роки	-	1,59	-	1,59
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	-	3,849	-	3,849

Котельня №15 за адресою Кн. Володимира, 75-Б

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	153888,868	145639,019	60506,279	360034,165
Річний ефект, тис. грн.	84667,12	13463,287	24197,328	122327,735
Термін окупності, роки	1,51	4,56		2,453
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	761,126	9728,703		10489,829

Котельня №18 за адресою Курчатова, 54-А

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	-	4632,355	920,637	5552,992
Річний ефект, тис. грн.	-	499,334	269,943	769,277
Термін окупності, роки	-	6,02		6,02
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	-	194,832		194,832

Котельня №19 за адресою Макарова, 41

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	99 714,50	93551,056	67351,383	260616,935
Річний ефект, тис. грн.	72048,54	3774,588	30529,823	106352,951
Термін окупності, роки	1,15	3,91		2,04
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	6311,155	9120,214		15431,369

Котельня №21, Н. Хасевича, 26-Б

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	-	240,313	-	240,313
Річний ефект, тис. грн.	-	48,604	-	48,604
Термін окупності, роки	-	4,12	-	4,12
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	-	12,664	-	12,664

Котельня №23, Олексинська, 31-А

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	-	23,487	-	23,487
Річний ефект, тис. грн.	-	15,027	-	15,027
Термін окупності, роки	-	1,30	-	1,302
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	-	3,827	-	3,827

Котельня №24, Поліська, 5-Б

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	601,627	3196,071	1052,765	4850,463
Річний ефект, тис. грн.	69	136,370	372,153	577,523
Термін окупності, роки	7,27	6,96		7,00
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	18,829	130,473		149,302

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						109
Арк.	№ зам.	Підпис	Дата			

Продовження таблиці

Котельня №25, Робітничий, 2-А

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	814,207	851,344	-	1665,552
Річний ефект, тис. грн.	128	120,904	-	248,903
Термін окупності, роки	5,30	5,868	-	5,58
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	35,017	29,868	-	64,885

Котельня №27 за адресою Соборна, 225-К

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	10738,493	78616,900	12430,724	101786,118
Річний ефект, тис. грн.	835,943	5764,450	8616,075	15216,469
Термін окупності, роки	10,70	5,28		5,57
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	228,029	3749,807		3977,836

Котельня №29 за адресою Чорновола, 74-В

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	23656,8 36	66548,61	6576,584	96782,030
Річний ефект, тис. грн.	19263,8	4952,449	3418,267	27664,516
Термін окупності, роки	1,02	7,28		2,92
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	1032,654	2108,579		3141,233

Котельня №30, Чорновола, 99-Д

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	-	242,594	-	242,594
Річний ефект, тис. грн.	-	18,655	-	18,655
Термін окупності, роки	-	10,84	-	10,84
Скорочення викидів CO ₂ , т/рік	-	4,128	-	4,128

РАЗОМ

Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	478 890,52	881733,94	261437,334	1 622 061,79
Річний ефект, тис. грн.	268938,1385	52559,991	133680,868	455178,998
Середній термін окупності, роки	1,48	5,115		3,00
Загальне скорочення викидів CO ₂ , т/рік				65976,930

Загальні капітальні вкладення на реконструкцію системи теплопостачання м. Рівного становитиме 1 622 061,79 тис. грн. з ПДВ.

Загальна річна економія природного газу в зв'язку з реконструкцією системи теплопостачання по підприємству становитиме 34724,700 тис. куб м на суму 241868,302 тис. грн.,

Загальна річна економія електроенергії по підприємству складає 3025,878 МВт·годин на суму 8893,661 тис. грн.

Загальний середній термін окупності капітальних вкладень на реконструкцію системи теплопостачання становитиме 3,0 роки

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						110
Арк.	№ зам.	Підпис	Дата			

Однією з проблем тепломереж у Рівному — це їх застарілість. Через це ефективність теплопостачання в рази знижується.

Тепломережі оновлюють на сучасні ізольовані труби. Однак роботи в цьому напрямку чимало, адже 80% потребує заміни. Та завдяки інтеграції відновлювальних джерел енергії знижується навантаження на центральну систему опалення. Це не лише зменшує витрати на паливо, але й продовжує термін експлуатації існуючого обладнання. Крім того, зменшення споживання природного газу та вугілля сприяє зниженню викидів вуглекислого газу, що є важливим для боротьби зі змінами клімату. А це головна мета проєкту Net Zero Cities.

Висновки.

У сучасних містах питання ефективного та екологічного теплопостачання стає все більш актуальним. Обговорюються питання поєднання відновлюваних джерел енергії та центрального опалення, що може сприяти зниженню викидів вуглецю та підвищенню енергоефективності.

Основною ідеєю є інтеграція різних джерел відновлюваної енергії, таких як сонячні електростанції та теплові насоси, до наявної системи централізованого опалення. Це дозволяє знизити навантаження на котельні та зменшити залежність від викопних видів палива, що своєю чергою зменшить викиди вуглецю в атмосферу.

Також обговорюється концепція "островів" комбінованого гібридного управління, що передбачає створення мікромереж, які можуть автономно забезпечувати теплопостачання окремих районів міста. Це допоможе у зменшенні викидів CO₂, а також у критичних ситуаціях, зокрема під час блекауту.

На даний час у Рівному продовжують активно впроваджувати інноваційні рішення у сфері теплопостачання. У рамках проєкту Net Zero Cities місцеві фахівці працюють над поєднанням відновлюваних джерел

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						111
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

енергії та центрального опалення, що дозволить зменшити викиди вуглецю та підвищити енергоефективність.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						112
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є необхідним елементом кожного виробничого процесу. Багата кількість машин і механізмів потребує пильної уваги та беззаперечного виконання правил користування заводською технікою. Від того, наскільки обізнаний з цього питання працівник, залежить стан його здоров'я та фізична неушкодженість.

Правильна організація роботи з охорони праці має першорядне значення для підвищення продуктивності праці, ліквідації причин нещасних випадків, попередження травматизму, загальних і професійних захворювань на виробництві.

Керівник підприємства зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

Обов'язки, права та відповідальність посадових осіб за виконання покладених на них функцій з питань охорони праці мають передбачатися у посадових інструкціях, форма яких розроблена Держнаглядом охорони праці та узгоджена з Державним комітетом по стандартизації, метрології та сертифікації і Головним архівним управлінням при Кабінеті Міністрів України.

У рамках цих заходів працівник зобов'язаний:

- знати і виконувати вимоги нормативних актів з охорони праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- дотримуватися зобов'язань щодо охорони праці, передбачені колективним договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства;

- проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						113
	Арк.	№ 3 зм.	Підпис	Дата		

огляди;

- співробітничати з власником у справі організації безпечних і нешкідливих умов праці, особисто вживати посильних заходів щодо усунення будь-якої виробничої ситуації.

Види інструктажів

За характером і часом проведення інструктажі поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж провадиться з усіма працівниками, які щойно прийняті на постійну чи тимчасову роботу; з працівниками, які перебувають у відрядженні на підприємстві і беруть безпосередню участь у виробничому процесі;

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи з працівником, новоприйнятим на підприємство;

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою один раз у квартал, на інших роботах — один раз на півріччя.

Позаплановий інструктаж проводиться при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, внесенні змін та доповнень до них; при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації устаткування; при порушенні працівником нормативних актів про охорону праці;

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками при виконанні разових робіт, не пов'язаних з їх безпосередніми обов'язками за фахом (навантаження, розвантаження, разові роботи за межами підприємства тощо);

Котельні, котли відносяться до об'єктів підвищеної небезпеки. Тому, роботодавці повинні одержати дозвільні документи на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Без цього робітники не можуть бути допущені до робіт у котельні.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						114
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

Державна служба України з питань праці акликає усіх суб'єктів господарювання діяти відповідно до чинного законодавства. Передусім слід дотримуватися вимог Правил охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. До такого обладнання належать:

- опалювальні котли теплопродуктивністю понад 0,1 МВт;
- парові, водогрійні і пароводогрійні котли; котли-бойлери, а також автономні пароперегрівачі і економайзери;
- бойлери;
- енерготехнологічні котли (парові та водогрійні, в тому числі содорегенераційні котли);
- котли-утилізатори (парові та водогрійні);
- котли парові та рідинні, які працюють з високотемпературними органічними теплоносіями.

Так, при експлуатації котлів з високотемпературним органічним теплоносієм теплопродуктивністю понад 0,1 МВт роботодавець отримує дозвіл на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки відповідно до пункту 6 групи А Переліку машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки, затвердженого цього річ урядовою постановою.

Системи газопостачання природним і зрідженим газом суб'єктів господарювання, а також газовикористовуюче обладнання потужністю понад 0,1 МВт експлуатується на підставі Декларації відповідності матеріально-технічної бази вимогам законодавства з питань охорони праці, яка подається не пізніше ніж за п'ять робочих днів до початку виконання робіт (п. 4 групи Б Переліку машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки).

Також під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок слід керуватися Правилами охорони праці під час експлуатації

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						115
	Арк.	№ 3 <i>ж</i> <i>м</i> <i>м</i> .	Підпис	Дата		

обладнання, що працює під тиском, Правилами безпеки систем газопостачання.

Перед включенням у роботу установок сезонної дії, в тому числі опалювальних котлів, необхідно забезпечити очищення газоходів, перевірку справності газоходів і систем вентиляції, проведення технічного обслуговування газових приладів.

У вбудованих і прибудованих котельнях необхідно перевірити газонепроникність огорожувальних конструкцій приміщень.

Готовність до роботи обладнання сезонної дії, що використовує газ, необхідно оформляти відповідним актом.

Зняття заглушок і пуск газу допускаються за наявності документів, які підтверджують виконання цих робіт.

На підприємстві, де експлуатується система газопостачання власними силами, повинна бути створена газова служба, затверджено відповідне положення про газову службу та визначено особу, відповідальну за газове господарство.

До технічного обслуговування і ремонту споруд та об'єктів системи газопостачання промислових і сільськогосподарських підприємств, підприємств комунально-побутового обслуговування населення допускається залучення суб'єктів господарювання, що мають дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки відповідно до вимог Порядку видачі дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки.

До того ж, Держпраці нагадує роботодавцям про необхідність проведення щорічного спеціального навчання з питань охорони праці для машиністів (кочегарів) котелень та операторів котелень .

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						116
	Арк.	№ 3 <i>ж</i> <i>м</i> .	Підпис	Дата		

1. Вимоги до котлів і котельних

1.1. Не дозволяється залишати без нагляду кваліфікованого персоналу котли, які працюють. Виняток становлять котли, контроль та управління якими здійснюється з диспетчерського пульта.

1.2 В окремо розташованих котельних допускається встановлення закритих витратних баків для рідкого палива об'ємом не більше ніж 5 м³ (для мазуту) або 1 м³ (для легкого нафтового палива).

В приміщеннях котельних забороняється:

- проводити роботи, не пов'язані з технічним обслуговуванням і наглядом за обладнанням котельної;
- допускати до цих приміщень сторонніх осіб і доручати їм обслуговування котлів;
- сушити на котлах спецодяг, взуття, інші горючі матеріали;
- допускати підтікання рідкого палива або витікання газу із системи подавання палива;
- користуватись вогнем для виявлення витікання газу від газопроводів;
- користуватись несправними газовими пальниками та пристроями;
- подавати паливо при несправній системі подавання палива, погашених форсунках або газових пальниках;
- користуватись витратними баками, які не мають пристроїв для відведення палива в аварійну ємність (тобто безпечне місце) в разі пожежі;
- палити в топці при несправних приладах автоматичного регулювання, сигналізації та захисту обладнання;
- застосовувати відкритий вогонь або курити в приміщеннях, де встановлена ємність з паливом;
- використовувати як паливо відходи нафтопродуктів та інші легкозаймисті горючі рідини, не передбачені технічними умовами на експлуатацію котельного обладнання;
- застосовувати трубопроводи подавання палива з горючих матеріалів.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						117
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

В даній роботі було визначено та проаналізовано критерії оптимізації системи теплопостачання для зниження втрат теплової енергії, покращення ефективності та підвищення екологічності.

В першому розділі була розглянута енергетична та економічна ефективність схеми централізованого теплопостачання України.

У другому розділі була розглянута загальна характеристика міста Рівного, основні напрямки реформування обладнання котелень, теплових мереж, термомодернізація існуючих будівель

У третьому розділі було проведено детальний аналіз критеріїв системи теплопостачання міста Рівне.

У четвертому розділі було розглянуто техніко-економічні показники ефективності реконструкції джерел теплопостачання ТОВ «Рівнетеплоенерго» у разі змінення та реконструкції котлів, мереж теплопостачання та зроблено висновки з оптимізації та реконструкції системи теплопостачання.

У п'ятому розділі було розглянуто охорону праці та безпеку в надзвичайних ситуаціях.

Узагальнюючи, можна сказати, що необхідно дотримуватись наступних заходів для створення економічних систем теплопостачання:

- використання тепловізорів для виявлення місць з найбільшими тепловими втратами;
- замінити старі або пошкоджені ізоляційні матеріали на сучасні рішення з мінімальними втратами тепла;
- першочергова модернізація тих ділянок, де часто виникають аварії або спостерігаються найбільші втрати;
- встановлення сучасних систем моніторингу та управління тепловими потоками для оптимального розподілу тепла між споживачами;

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						118
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

- заміна на колельнях старих котлів на високоефективні та впровадження когенераційних установок;
- необхідно наближати температурний графік джерела тепла якомога ближче до температурного графіку споживачів;
- доцільно використовувати нетрадиційні джерела теплопостачання паралельно з традиційними системами;
- необхідно забезпечити відповідність проєктованих та фактичних параметрів системи.

Такі заходи можуть значно підвищити ефективність теплопостачання в м. Рівне, забезпечуючи надійне, екологічне та економічно вигідне тепло для жителів міста.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						119
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Закон України «Про теплопостачання» № 2633- IV від 02.06.2005р.
2. Закон України «Про енергозбереження» №74/94-ВР від 01.07.1994р.
3. Закон України «Про загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2009-2014 роки» № 1511- VI від 11.06.2009р.
4. Закон України від 22.06.2017 № 2118-VIII «Про енергетичну ефективність будівель».
5. ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. «Теплові мережі».
6. ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні».
7. ДСТУ-Н Б В .1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
8. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
9. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною № 1.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=59627
10. ДБН В.2.2-9-99 «Громадські будинки та споруди».
11. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні, КТМ 204 України 244-94.
12. Посібник та доповнення до «Норм та вказівок з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні», КТМ 204 України 244-94.
13. Методика розроблення схем теплопостачання населених пунктів України, затверджена Наказом Міністерства розвитку громад та територій України № 235 від 02 жовтня 2020 року.
14. Ковальчук, В. А. , Мацнєва, Т. С. Теплопостачання. НУВГП, Рівне, Україна. (2013), ISBN978-966-327-261-0, с.8

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						120
	Арк.	№ зам.	Підпис	Дата		

<file:///D:/%D0%9C%D0%A0/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%9A%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%87%D1%83%D0%BA%20%D0%9C%D0%B0%D1%86%D0%BD%D1%94%D0%B2%D0%B0.pdf>

15. СХЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ М. РІВНОГО

https://rvrada.gov.ua/portalfiles/1/232/11419/%D0%97%D0%B2%D1%82_%D0%A0%D0%B2%D0%BD%D0%B5_%D0%A2%D0%9E%D0%9C_2.pdf

16. СХЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ М. РІВНОГО

https://rvrada.gov.ua/portalfiles/1/232/11419/%D0%97%D0%B2%D1%82_%D0%A0%D0%B2%D0%BD%D0%B5_%D0%A2%D0%9E%D0%9C_1.pdf

17. СХЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ М. РІВНОГО

https://rvrada.gov.ua/portalfiles/1/232/11419/%D0%97%D0%B2%D1%82_%D1%80%D0%B2%D0%BD%D0%B5_%D0%A2%D0%9E%D0%9C_3.pdf

18. Черговий круглий стіл: Як у Рівному впроваджують інноваційні рішення у сфері теплопостачання. URL:

<https://rivne1.tv/news/159115-cherhoviyy-kruhliyy-stil-yak-u-rivnomu-vprovadzhuut-innovatsiyni-rishennya-u-sferi-teplopostachannya-video>

19. Реалізовані об'єкти, [Електронний ресурс] // Національна асоціація України з теплових насосів — Режим доступу до ст.:

http://www.unhpa.com.ua/realizovani_obiekty/

20. Вартість природного газу, [Електронний ресурс] // Тарифи для населення, ПАТ «Рівнегаз» — Режим доступу до ст.:

https://rvgaszbut.104.ua/ua/gas-supply/gas-cost/id/vartist-prirodnogo_gazu26001

21. Вартість електроенергії, [Електронний ресурс] // Тарифи для населення, Рівнеобленерго — Режим доступу до ст.:

<https://www.roe.vsei.ua/tarifs>

22. Енергетична стратегія України на період до 2030 року / Міністерство палива та енергетики України, Національна академія наук України. — 2008.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						121
Арк.	№ зам.	Підпис	Дата			

23. Особливості систем теплопостачання північноєвропейських країн (Данії, Фінляндії, Швеції, Норвегії й Ісландії).

[http://energetika.in.ua/ua/books/56-entsiklopediya/rozvitok teploenergetiki-ta-gidroenergetiki/chasina-1-teploenergetika/rozdil-5-tsentralizovane teplopostachannya-velikikh-mist/158-5-3-osoblivosti-sistem-teplopostachannya-pivnichnoevropejskikh-krajin-daniji-finlyandiji-shvetsiji-norvegiji-j-islandiji](http://energetika.in.ua/ua/books/56-entsiklopediya/rozvitok_teploenergetiki-ta-gidroenergetiki/chasina-1-teploenergetika/rozdil-5-tsentralizovane-teplopostachannya-velikikh-mist/158-5-3-osoblivosti-sistem-teplopostachannya-pivnichnoevropejskikh-krajin-daniji-finlyandiji-shvetsiji-norvegiji-j-islandiji)

24. У Рівному запустили потужну когенераційну установку. Газета «Рівне вечірнє», 24.10.2024.

URL:<https://rivne.cx.ua/y-rivnomy-zapystili-potyjny-kogeneraciiny-ystanovky/>

25. Для початку теплопостачання потрібно отримати дозвіл на роботи та подати декларацію відповідності, 28.09.2021.

<https://oppb.com.ua/>

<https://oppb.com.ua/news/dlya-pochatku-teplopostachannya-potribno-otrymaty-dozvil-na-roboty-ta-podaty-deklaraciyu>

26. Валентин Стоєцький. Протипожежний захист систем опалення

Матеріал надано редакцією журналу «Охорона праці і пожежна безпека».

<https://oppb.com.ua/articles/protypozhezhnyy-zahyst-system-opalennya-v-apk>

27. КЕРІВНИЦТВО З РОЗРОБКИ СХЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ Проект енергетичної безпеки (ПЕБ) Жовтень 2021 року.

file:///D:/%D0%9C%D0%A0/HSS_Manual_UKR-1.pdf

28. Стратегія сталого розвитку «Україна - 2020» 6 , затверджена Указом Президента України № 5 від 12 січня 2015 року.

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015#Text>

29. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»⁷ (далі - ЕСУ), затверджена розпорядженням КМУ № 605 від 18 серпня 2017 р.

<https://ips.ligazakon.net/document/NT1513>

30. Концепція реалізації державної політики у сфері теплопостачання 8 , затверджена розпорядженням КМУ № 569 від 18 серпня 2017 р.

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						122
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/569-2017-%D1%80#Text>

31. Про затвердження Методики розроблення схем теплопостачання населених пунктів України, Наказ Мінрегіону від 2 жовтня 2020 року № 235.

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1144-20#Text>

32. Енергетична стратегія України на період до 2030 року / Міністерство палива та енергетики України, Національна академія наук України. — 2008. — 129 с.

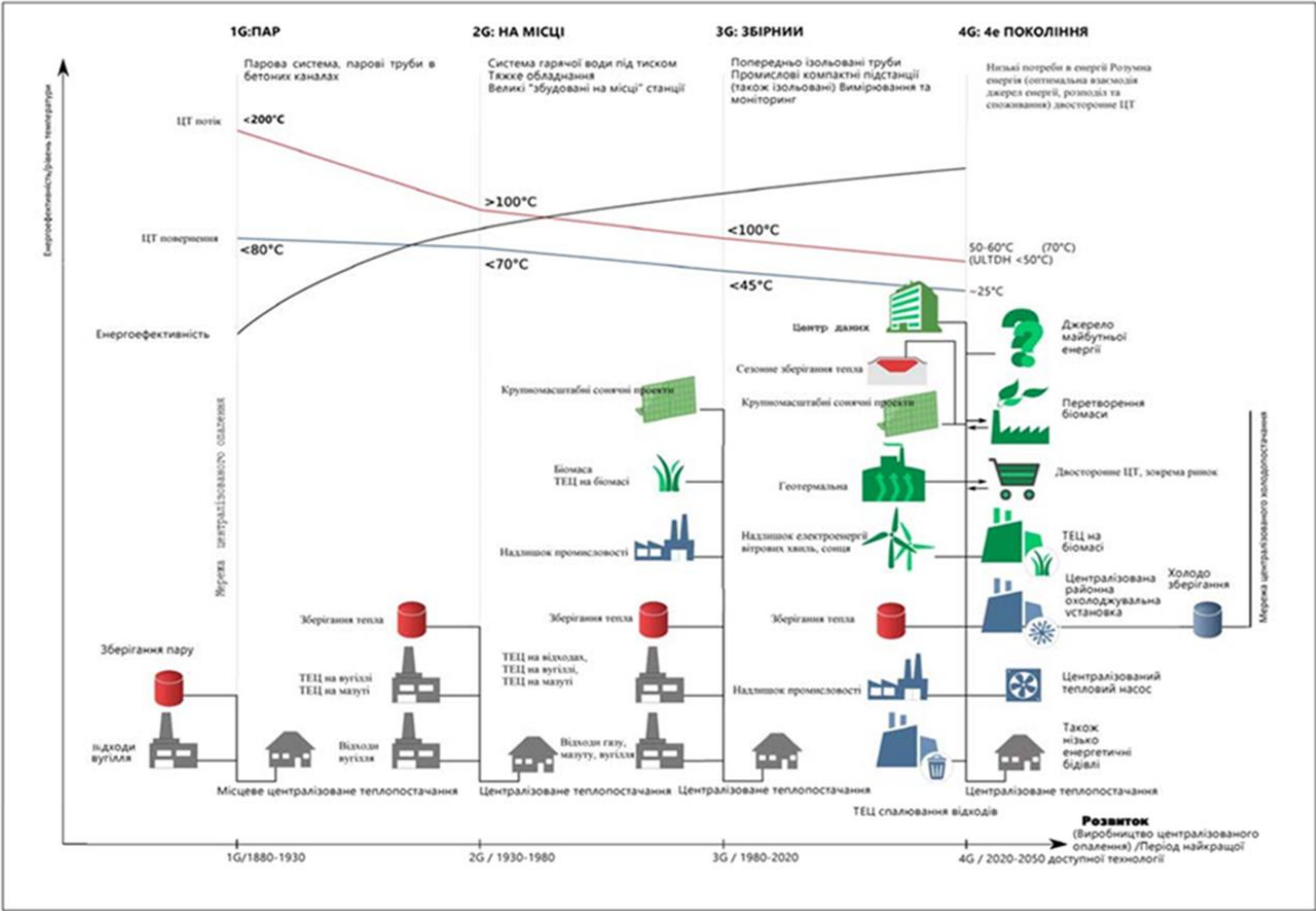
33. Про затвердження Муніципальної програми сталого розвитку Рівненської міської територіальної громади на 2024–2026 роки від 22.12.2023 р.

<https://rivnerada.gov.ua/PublicServicesAPI/api/search-document/load-senate-document/27008/0/4292/22-12-2023>

					ТГВ 03-02-367703 МР	Арк.
						123
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Джерела енергії та ефективність системи теплопостачання міста

Чотири різних покоління систем централізованого опалення та їх джерела енергії



Система централізованого опалення ефективна, якщо вона використовує:

- 50% енергії від джерел відновлюваної енергії, або
- 50% скидного тепла промислових підприємств або скидного тепла побутових стоків, або
- 75% когенерації, або
- 50% комбінації перерахованих джерел.

						НУВГП ІПО ТГВ 367703-МР			
						Аналіз критеріїв оптимізації системи теплопостачання на прикладі м. Рівне			
Змін.	Кл.	Арх.	Відок.	Підпис	Дата	Джерела енергії та ефективність системи теплопостачання міста	Стаття	Аркуш	Аркушів
керівник	Новицька	О.С.					МР	2	8
Консульт.	Новицька	О.С.				Чотири різних покоління систем централізованого опалення та їх джерела енергії; Основні недоліки системи теплопостачання; Показники ефективності системи централізованого теплопостачання			
Рецензент	Кізева	М.Д.							
Виконав	Савченко	Г.В.				НУВГП ІПО ТГВ			
Н.контр.	Новицька	О.С.							

Основні етапи та критерії оптимізації системи теплопостачання

Блок-схема основних етапів розроблення схеми теплопостачання населеного пункту



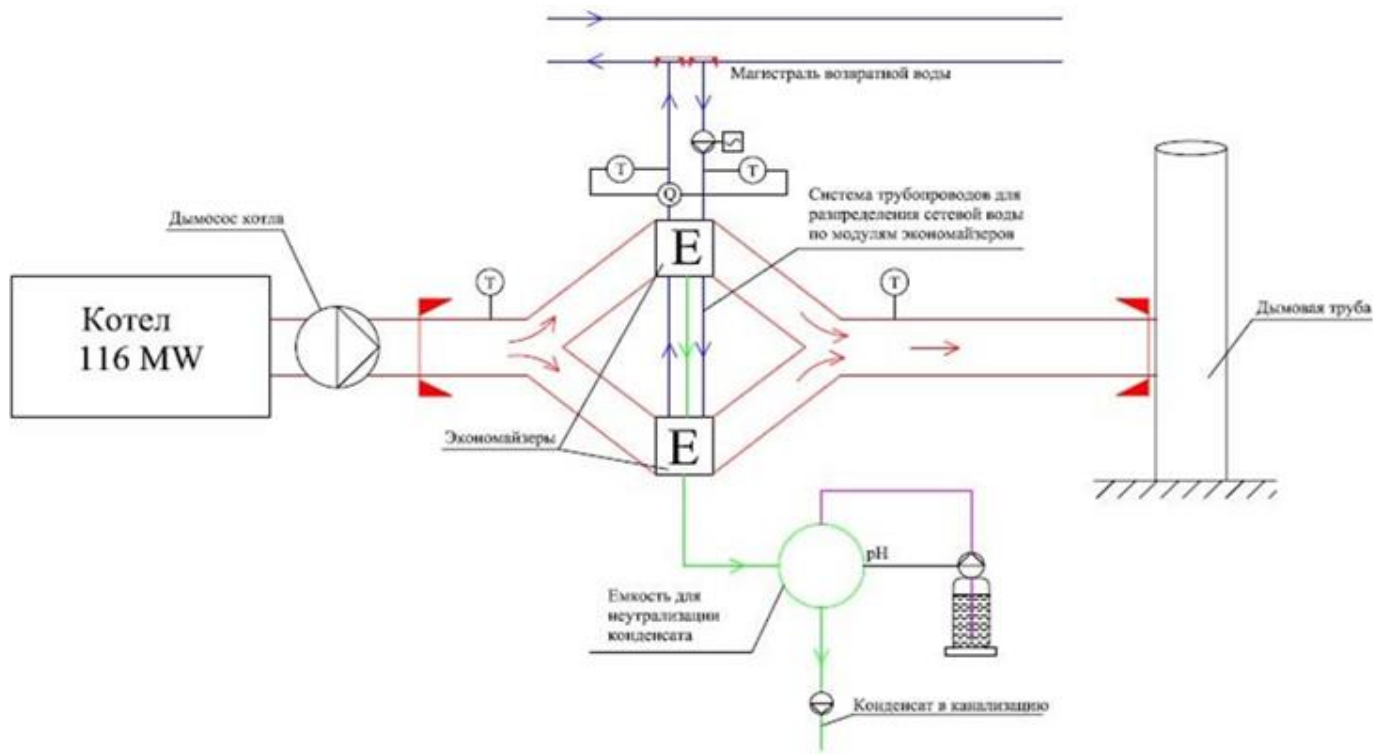
Критерії та шляхи реформування системи теплопостачання

№	Критерії оптимізації системи теплопостачання	Шляхи реформування системи теплопостачання
1.	Економічна доцільність	Передбачає зменшення витрат на виробництво, транспортування та споживання тепла. Це включає використання енергоефективного обладнання, впровадження відновлюваних джерел енергії та модернізацію теплових мереж.
2.	Енергоефективність	Передбачає мінімізацію втрат енергії на всіх етапах – від генерації до споживання. Це досягається через утеплення будівель, автоматизацію систем та підвищення ККД обладнання.
3.	Надійність і стабільність	Передбачає забезпечення безперебійного теплопостачання навіть у пікові періоди або аварійних ситуаціях. Включає резервування джерел, швидке реагування на збої та використання сучасних систем моніторингу.
4.	Екологічна сталість	Передбачає мінімізацію негативного впливу на довкілля шляхом переходу на чисті джерела енергії (біомаса, теплові насоси, геотермальна енергія) та зменшення викидів парникових газів.
5.	Соціальна доступність	Передбачає підтримку прийнятної рівня тарифів для населення та врахування соціальних аспектів при впровадженні змін.
6.	Фінансова підтримка та інвестиції	Передбачає: -Залучення інвесторів для модернізації систем. -Впровадження державних програм підтримки енергозбереження.

						НУВГП ІПО ТГВ 367703-МР			
						Аналіз критеріїв оптимізації системи теплопостачання на прикладі м. Рівне			
Змн.	Кіл.	Арк.	Неодоб.	Підпис	Дата	Основні етапи та критерії оптимізації системи теплопостачання	Стартя	Аркуш	Аркушів
Керівник		Новицька	О.С.				МР	3	8
Консульт.		Новицька	О.С.						
Рецензент		Кізева	М.Д.						
Виконав	Савченко	Т.В.				розроблення теплопостачання в містах Вінниці; Блок-схема основних етапів розроблення схеми теплопостачання населеного пункту; Критерії та шляхи реформування системи теплопостачання	НУВГП ІПО ТГВ		
Н. контр.	Новицька	О.С.							

Заходи оптимізації системи теплостачання

Схема підключення конденсаційних економайзерів



Температура води протягом опалювального сезону

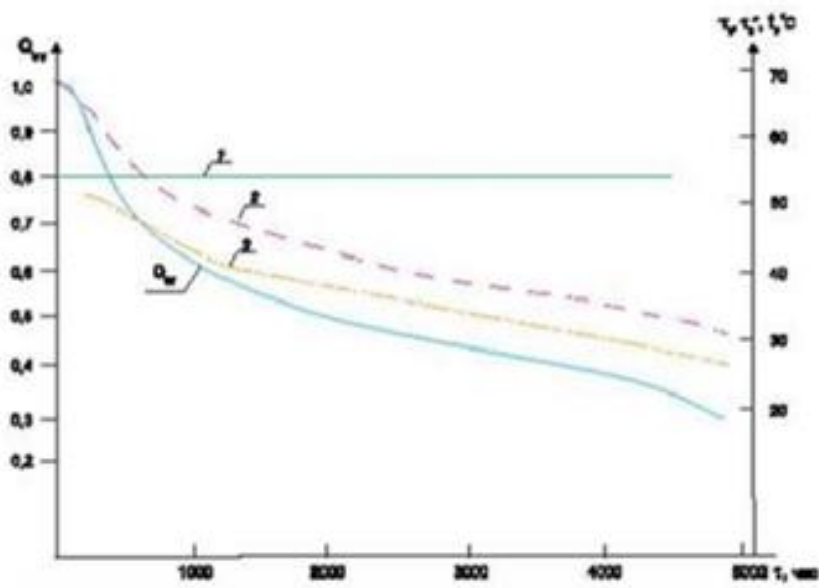


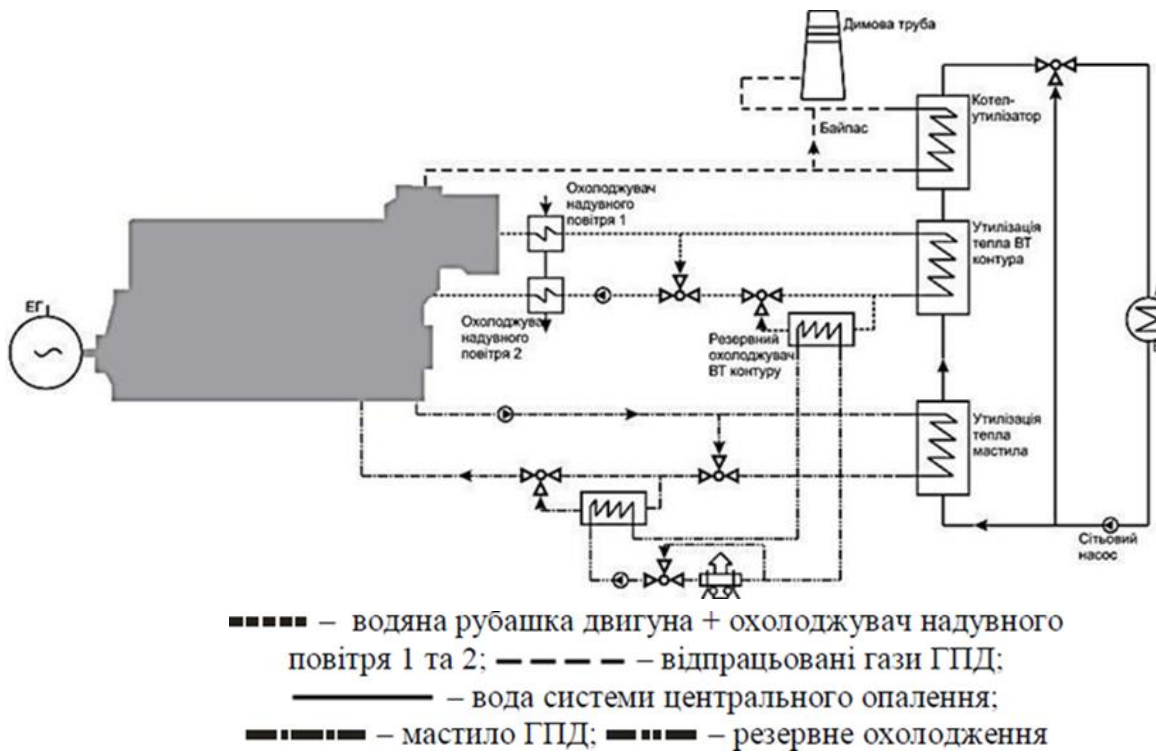
Рисунок 2.6 Температура води протягом опалювального сезону: після системи опалення (крива 1), після охолодження в теплообміннику системи гарячого водопостачання (крива 2) та точка роси відхідних газів (крива 3).

Когенераційна установка



Принципова тепла схема ГПД ТЕЦ

Газопоршнева електростанція



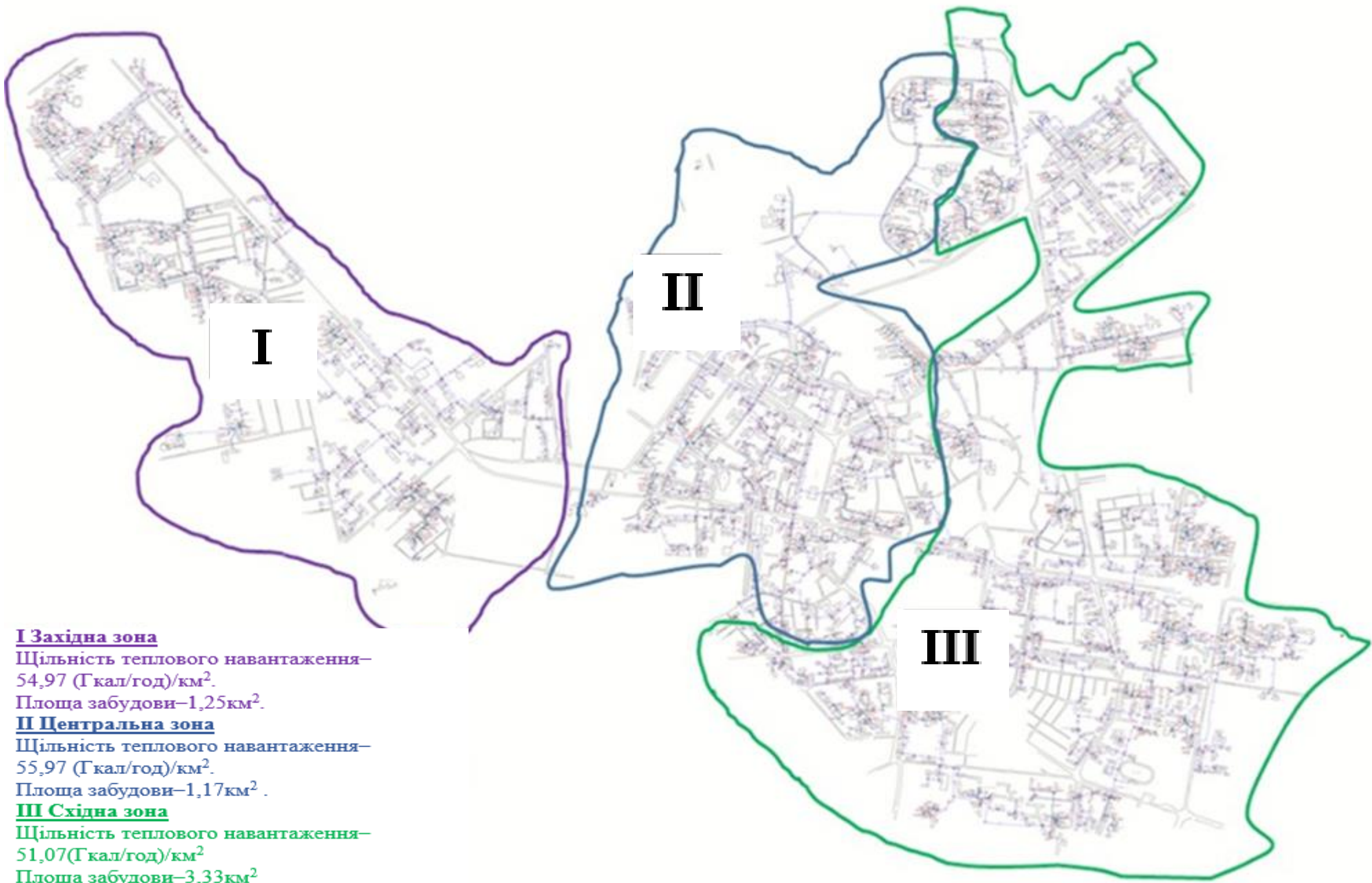
						НУВГП ІПО ТГВ 367703-МР			
						Аналіз критеріїв оптимізації системи теплостачання на прикладі м. Рівне			
Змн.	Кл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Заходи оптимізації системи теплостачання	Старший	Архив	Архив
Консульт.	Новицька О.С.						МР	4	8
Рецензент	Кісєв М.Д.								
Виконав	Савосніченко Т.В.					Географічне положення міста Рівне; Середньорічна температура повітря в м.Рівному; Основні інфраструктурні об'єкти м. Рівного; Схема підключення конденсаційного економайзера; Температура води протягом			
Н.контр.	Новицька О.С.								
							НУВГП ІПО ТГВ		

Система теплопостачання міста Рівне

Географічне положення міста Рівне

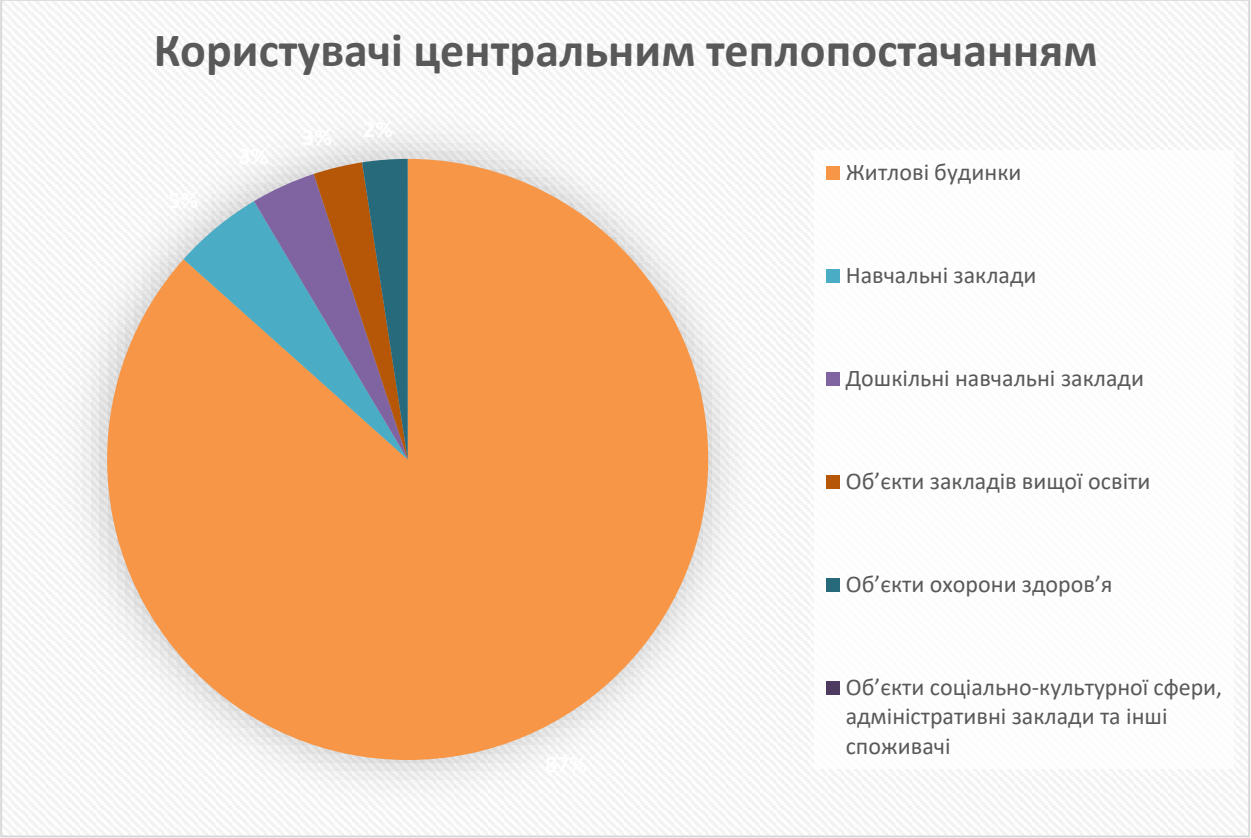


Зони застосування системи теплопостачання



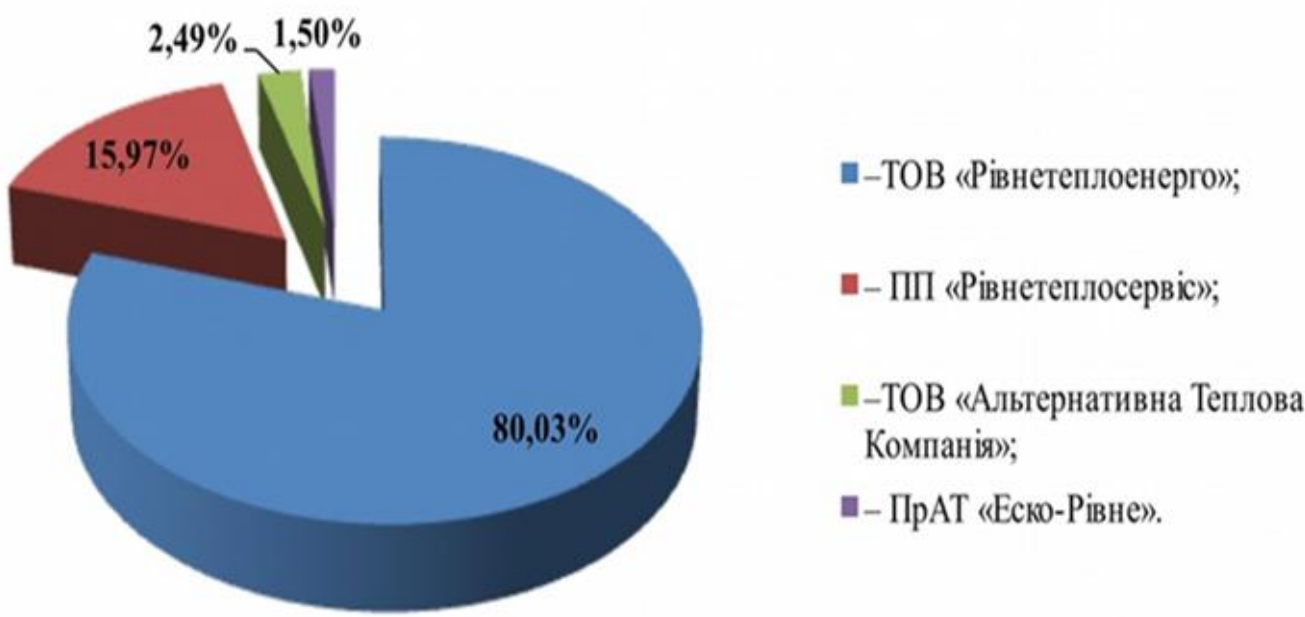
						НУВГП ІПО ТГВ 367703-МР			
						Аналіз критеріїв оптимізації системи теплопостачання на прикладі м. Рівне			
Змн.	Кіл.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Система теплопостачання міста Рівне	Стаття	Аркуш	Аркушів
Консульт.	Новицька	О.С.					МР	6	8
Рецензент	Кізева	М.Д.							
Виконав	Савицька	Т.В.				Система теплопостачання м.Рівного Зони застосування системи теплопостачання	НУВГП ІПО ТГВ		
Н.контр.	Новицька	О.С.							

Варіанти оптимізації системи теплопостачання міста



Постачальниками теплової енергії у м. Рівному є -

- ТОВ «Рівнетеплоенерго»,
- ПП «Рівнетеплосервіс»,
- ПрАТ «ЕСКО – РІВНЕ»
- ТОВ «АльТеКо»



Розподілення приєднаного теплового навантаження централізованої системи теплопостачання

Варіанти оптимізації системи теплопостачання міста:

- зменшення кількості джерел теплопостачання завдяки реконструкції існуючих більш потужних котельних та закриття малопотужних неефективних джерел теплопостачання, які відпрацювали свій ресурс;
- вибір оптимального варіанту модернізації системи теплопостачання по кожному джерелу, який підлягає реконструкції, з виконанням техніко-економічних розрахунків;
- перемикання споживачів окремих котельних із морально застарілим обладнанням на реконструйовані районні котельні;
- модернізація існуючих котельних із морально застарілим обладнанням і заміна на нове сучасне обладнання з високим ККД та визначення оптимального варіанту реконструкції;
- використання альтернативних видів палива (щепи, пелети) та джерел енергії (теплові насоси, геліосистеми);
- будівництво індивідуальних теплових пунктів для споживачів, гаряче водопостачання яких передбачається від підігрівачів, встановлених в будинках (відмова від ЦТП);
- заміна мереж теплопостачання, що відпрацювали свій ресурс, на нові з високотехнологічним ізоляційним покриттям з урахуванням закриття ряду котельних, виконанням гідравлічних розрахунків та розрахунків нормативних теплових втрат через ізоляцію трубопроводів та з витоком у трубопроводах теплових мереж міста;
- з'єднання теплових мереж від різних джерел теплопостачання для надійної роботи системи;
- визначення етапів реконструкції системи теплопостачання міста, основними критеріями яких буде стан системи теплопостачання та строк окупності.

Кількість ІТП, що встановлюються на котельнях міста

Котельня	Кількість ІТП, шт		
	існуючих	Після реконструкції	
		менше 0,5 Гкал/год	більше 0,5 Гкал/год
Котельня №1 за адресою Березовського, 20	3	12	6
Котельня №3 за адресою Будівельників, 8	6	42	12
Котельня №6 за адресою Відінська, 21-А	5	18	6
Котельня №7 за адресою Гагаріна, 17	5	19	9
Котельня №9 за адресою Дворецька, 108-Д	0	6	0
Котельня №11 за адресою Жукова, 22	0	12	5
Котельня №12 за адресою Київська, 60-Б	1	14	9
Котельня №13 за адресою Київська, 6-А	16	11	1
Котельня №15 за адресою Кн. Володимира, 75Б	2	52	12
Котельня №18 за адресою Курчатова, 54-А	0	2	0
Котельня №19 за адресою Макарова, 41	6	48	22
Котельня №24 Поліська, 5-Б		2	
Котельня №27 за адресою Соборна, 225-К	1	19	7
Котельня №29 за адресою Чорновола, 74-В	2	12	2
Разом	47	269	91

Температурний графік котелень міста 95°С-70°С.

3 котельні працюють за температурним графіком 115°С-70°С

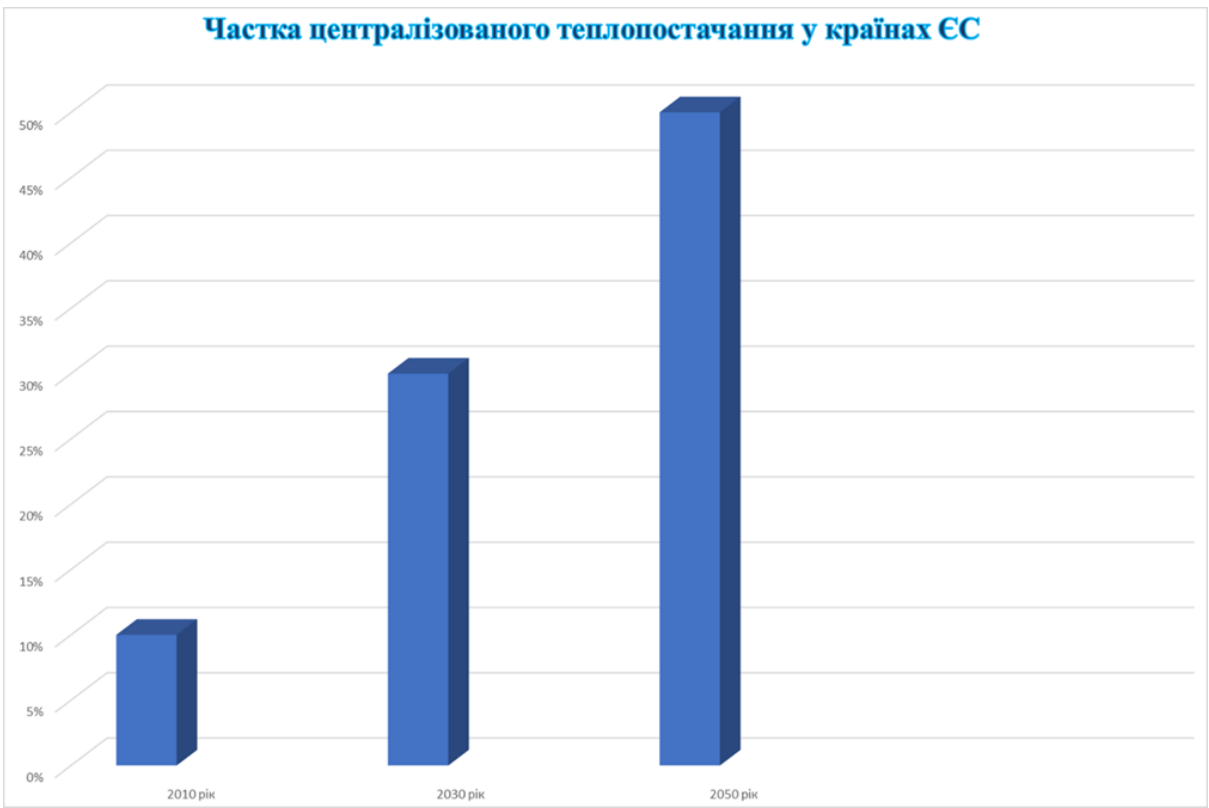
							НУВГП ІПО ТГВ 367703-МР			
							Аналіз критеріїв оптимізації системи теплопостачання на прикладі м. Рівне			
Змн.	Кіл.	Арж.	Неодк.	ІПолис	Дата		Варіанти оптимізації системи теплопостачання міста	Стадія	Аркуш	Аркушів
керівник	Новицька О.С.							МР	7	8
Консульт.	Новицька О.С.									
Рецензент	Кізеєв М.Д.									
Виконав	Савченко Т.В.						Користувачі та постачальники теплоенергії; Варіанти оптимізації системи теплопостачання міста; Кількість ІТП, що встановлюються на котельнях міста; Температурні графіки	НУВГП ІПО ТГВ		
Н.контр.	Новицька О.С.									

Економічні та екологічні критерії оптимізації системи теплопостачання м. Рівне

Найменування	Модернізація котелень	ПІТ	ІТП	РАЗОМ
Котельня №1 за адресою Березовського, 20				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	10738,493	34627,991	8682,114	54048,598
Річний ефект, тис. грн.	1293	1015,553	8325,379	10633,932
Термін окупності, роки	6,92	3,86		4,24
Скорочення викидів CO2, т/рік	352,773	2486,837		2839,610
Котельня №3 за адресою Будівельників, 8				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	90878,029	142419,69	51299,914	284597,630
Річний ефект, тис. грн.	71085,93	5726,120	18530,986	95343,036
Термін окупності, роки	1,07	6,66		2,49
Скорочення викидів CO2, т/рік	5156,227	6170,068		11326,296
Котельня №6 за адресою Відінська, 21-А				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	16531,504	85904,886	11444,024	113880,414
Річний ефект, тис. грн.	2373	5751,069	9054,693	17178,762
Термін окупності, роки	5,81	5,48		5,52
Скорочення викидів CO2, т/рік	647,425	3788,219		4435,644
Котельня №7 за адресою В.Червонія, 17				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	14310,778	123801,045	13483,489	151595,313
Річний ефект, тис. грн.	1948,94	5000,075	10850,671	17799,681
Термін окупності, роки	6,12	7,22		7,1
Скорочення викидів CO2, т/рік	531,631	4076,665		4608,296
Котельня №9 за адресою Дворецька, 108-Д				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	2132,957	17987,247	2761,909	22882,113
Річний ефект, тис. грн.	300,221	1041,856	782,921	2124,998
Термін окупності, роки	5,92	9,48		8,973
Скорочення викидів CO2, т/рік	81,894	447,661		529,555
Котельня №11 за адресою Жукова, 22				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	6127,519	17412,963	8155,732	31696,214
Річний ефект, тис. грн.	679	1020,964	6664,021	8363,985
Термін окупності, роки	7,52	2,77		3,158
Скорочення викидів CO2, т/рік	185,231	2039,190		2224,421
Котельня №12 за адресою Київська, 60-Б				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	9191,279	28919,893	11181,898	49293,07
Річний ефект, тис. грн.	988,419	902,676	8381,391	10272,485
Термін окупності, роки	7,75	3,60		4,00
Скорочення викидів CO2, т/рік	269,621	2467,255		2736,876
Котельня №13 за адресою Київська, 6-А				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	39565,434	37090,728	5589,883	82246,045
Річний ефект, тис. грн.	13227,23	3293,487	3687,217	20207,933
Термін окупності, роки	2,49	5,10		3,392
Скорочення викидів CO2, т/рік	1988,479	1813,997		3802,476
Котельня №14, Небесної сотні, 6-А				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	-	27,751	-	27,751
Річний ефект, тис. грн.	-	14,522	-	14,522
Термін окупності, роки	-	1,59	-	1,59
Скорочення викидів CO2, т/рік	-	3,849	-	3,849
Котельня №15 за адресою Кн. Володимира, 75-Б				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	153888,868	145639,019	60506,279	360034,165
Річний ефект, тис. грн.	84667,12	13463,287	24197,328	122327,735
Термін окупності, роки	1,51	4,56		2,453
Скорочення викидів CO2, т/рік	761,126	9728,703		10489,829
Котельня №18 за адресою Стельмаха, 54-А				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	-	4632,355	920,637	5552,992
Річний ефект, тис. грн.	-	499,334	269,943	769,277
Термін окупності, роки	-	6,02		6,02
Скорочення викидів CO2, т/рік	-	194,832		194,832
Котельня №19 за адресою Кулика і Гудачека, 41				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	99 714,50	93551,056	67351,383	260616,935
Річний ефект, тис. грн.	72048,54	3774,588	30529,823	106352,951
Термін окупності, роки	1,15	3,91		2,04
Скорочення викидів CO2, т/рік	6311,155	9120,214		15431,369
Котельня №21, Н. Хасевича, 26-Б				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	-	240,313	-	240,313
Річний ефект, тис. грн.	-	48,604	-	48,604
Термін окупності, роки	-	4,12	-	4,12
Скорочення викидів CO2, т/рік	-	12,664	-	12,664
Котельня №23, Олексинська, 31-А				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	-	23,487	-	23,487
Річний ефект, тис. грн.	-	15,027	-	15,027
Термін окупності, роки	-	1,30	-	1,302
Скорочення викидів CO2, т/рік	-	3,827	-	3,827
Котельня №24, Поліська, 5-Б				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	601,627	3196,071	1052,765	4850,463
Річний ефект, тис. грн.	69	136,370	372,153	577,523
Термін окупності, роки	7,27	6,96		7,00
Скорочення викидів CO2, т/рік	18,829	130,473		149,302
Котельня №25, Робітничий, 2-А				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	814,207	851,344	-	1665,552
Річний ефект, тис. грн.	128	120,904	-	248,903
Термін окупності, роки	5,30	5,868	-	5,58
Скорочення викидів CO2, т/рік	35,017	29,868	-	64,885
Котельня №27 за адресою Соборна, 225-К				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	10738,493	78616,900	12430,724	101786,118
Річний ефект, тис. грн.	835,943	5764,450	8616,075	15216,469
Термін окупності, роки	10,70	5,28		5,57
Скорочення викидів CO2, т/рік	228,029	3749,807		3977,836
Котельня №29 за адресою Чорновола, 74-В				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	23656,836	66548,61	6576,584	96782,030
Річний ефект, тис. грн.	19263,8	4952,449	3418,267	27664,516
Термін окупності, роки	1,02	7,28		2,92
Скорочення викидів CO2, т/рік	1032,654	2108,579		3141,233
Котельня №30, Чорновола, 99-Д				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	-	242,594	-	242,594
Річний ефект, тис. грн.	-	18,655	-	18,655
Термін окупності, роки	-	10,84	-	10,84
Скорочення викидів CO2, т/рік	-	4,128	-	4,128
РАЗОМ				
Капітальні вкладення з ПДВ, тис. грн.	478 890,52	881733,94	261437,334	1 622 061,79
Річний ефект, тис. грн.	268938,1385	52559,991	133680,868	455178,998
Середній термін окупності, роки	1,48	5,115		3,00
Загальне скорочення викидів CO2, т/рік				65976,930

				НУВГП ІПО ТГВ 367703-МР				
				Аналіз критеріїв оптимізації системи теплопостачання на прикладі м. Рівне				
Змн.	Кіл.	Арк.	Надок.	Підпис	Дата	Економічні та екологічні критерії оптимізації системи теплопостачання м. Рівне		
Керівник	Новицька	О.С.						
Консульт.	Новицька	О.С.						
Рецензент	Козак	М.Д.				Старший	Архус	Архусів
						МР	8	8
						Зведені показники ефективності по напрямкам реконструкції		
						НУВГП ІПО ТГВ		

Очікувані результати - підвищити ефективність теплопостачання в м. Рівне, забезпечуючи надійне, екологічне та економічно вигідне тепло для жителів міста.



					НУВГП ІПО ТГВ 367703-МР			
					Аналіз критеріїв оптимізації системи теплопостачання на прикладі м. Рівне			
Змн.	Кіл.	Арк.	№доку	Післяпис	Дата	Короткі відомості про магістерську роботу		
Керівник			Новицька О.С.			Стадія	Аркуші	Аркуші
Консульт.			Новицька О.С.			МР	1	8
Рецензент			Хісєєв М.Д.			Мета, об'єкт дослідження, предмет дослідження, очікувані результати		
Виконав			Савченко Т.В.			НУВГП ІПО ТГВ		
Н. контр.			Новицька О.С.					