

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Нафти, газу та екології

Кафедра екології, води та природоохоронних технологій.

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Освітня програма Технології захисту навколишнього середовища



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему **Екологічна оцінка теплового забезпечення житлового будинку**

Здобувач Городніченко О.С.

2 курсу ТЗС-467 групи

Керівник доцент Шевченко Р.І.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2023 р., протокол № _____

Завідувач кафедри ЕВтаПТ _____ Олексій ГАРКОВИЧ

Одеса - 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Нафти, газу та екології

Кафедра екології, води та природоохоронних технологій.

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Освітня програма Технології захисту навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри
к-т біол. наук, доц.

_____ **О.Л. Гаркович**

“ _____ ” _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

_____ Городніченка Олексія Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Екологічна оцінка теплового забезпечення житлового будинку»

Затверджена наказом ОНТУ від “27” 01 2023 року, наказ № 21-03

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 01 грудня 2023

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Теплове забезпечення багатоквартирних будинків, розрахунки тепловтрат, екологічні аспекти теплозабезпечення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) обґрунтування актуальності роботи та методів дослідження, екологічні аспекти теплового забезпечення житлових приміщень, класифікація та оцінка екологічних аспектів інновацій, обґрунтування методології оцінки впливу на довкілля, обґрунтування рекомендацій з мінімізації впливу на довкілля

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) таблиці та схеми, інші ілюстрації, що відображають хід виконання кваліфікаційної роботи магістра, висновки та рекомендації роботи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 Аналітичний огляд літератури	Шевченко Р.І., к.т.н., доц.	17.09	24.09.
2 Об'єкт та методи дослідження	Шевченко Р.І., к.т.н., доц.	17.09	01.10.
3 Дослідження ефективності енергозберігаючих заходів	Шевченко Р.І., к.т.н., доц.	17.09	12.11
4 Охорона праці	Шевченко Р.І., к.т.н., доц.	17.09	29.11
5 Цивільний захист	Шевченко Р.І., к.т.н., доц.	17.09	01.12

7. Дата видачі завдання 17.09.2023 р.

Керівник..... Шевченко Р.І.

Завдання прийняв до виконання Городніченко О.С.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускного проекту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Обґрунтування актуальності	21.09.23	
2	Теплове забезпечення домашніх господарств України	24.09.23	
3	Вплив виробництва та споживання теплової на довкілля. Методи оцінки	27.09.23	
4	ОВД теплового забезпечення	12.11.23	
5	Дослідження ефективності енергозберігаючих заходів	25.11.23	
6	Охорона праці, цивільний захист	29.11.23	
7	Висновки та рекомендації	01.11.23	
8	Оформлення результатів виконаної роботи	01.12.23	

Здобувач-дипломник Городніченко О.С.

Керівник роботи Шевченко Р.І.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник Городніченко Олександр Сергійович

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи: сторінок – 93, рис. – 17, табл. – 8, формули – 11, література – 51.

Перелік ключових слів: теплоенергетика, енергоспоживання, енергозбереження, інновації, оцінка впливу на довкілля, експертні методи оцінки.

Тема: Екологічна оцінка теплового забезпечення житлового будинку.

Об'єкт дослідження – теплове забезпечення житлового будинку.

Предмет дослідження – економія тепла в побуті.

Метою дослідження є зменшення впливу на довкілля через мінімізацію витрат тепла на теплове забезпечення житлових будівель.

У першому розділі розглянуто систему забезпечення теплом домашніх господарств України, державну політику в сфері теплопостачання, вплив виробництва та споживання тепла на довкілля та інновації, що покликані зменшити споживання електроенергії в системі теплозабезпечення.

В другому розділі встановлено та охарактеризовано об'єкт та методи дослідження, розроблено програму та обрано методи дослідження.

В третьому розділі проведено оцінку життєвого циклу системи теплопостачання, обґрунтовано підходи до оцінки ефективності енергозберігаючих інновацій та проведено відповідні розрахунки.

В четвертому та п'ятому розділах розглянуто окремі питання охорони праці та цивільного захисту для житлових будівель, пов'язаних із забезпеченням теплом житлових будівель.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I Аналітичний огляд літератури.....	8
1.1 Споживання тепла в домашніх господарствах України.....	8
1.2 Системи теплопостачання побутових споживачів.....	10
1.3 Державна політика в сфері теплопостачання.....	18
1.4 Вплив на довкілля систем теплопостачання.....	20
1.5 Енергозбереження в системі теплозабезпечення.....	22
Висновки до розділу I.....	26
РОЗДІЛ II Об'єкти і методи дослідження	27
2.1 Об'єкт дослідження	27
2.2 Схема проведення досліджень.....	27
2.3 Методи дослідження	28
Висновки до розділу II.....	38
РОЗДІЛ III Дослідження екологічної ефективності енергозберігаючих заходів.....	39
3.1 Дослідження життєвого циклу системи теплозабезпечення.....	39
3.2 Оцінка ефективності енергозберігаючих інновацій.....	45
3.2.1 Перехід на індивідуальне теплопостачання та встановлення автоматичних вузлів обліку і регулювання.....	48
3.2.2 Промивка трубопроводів системи опалення і гарячого водопостачання.....	50
3.2.3 Розрахунок екологічної ефективності використання теплової ізоляції.....	52
Висновки до розділу III.....	59
Розділ IV Охорона праці. Охорона праці при експлуатації систем теплопостачання.....	61
Розділ V Цивільний захист. Захист населення при виникненні надзвичайних ситуацій на системах теплопостачання	73

5.1 Вплив надзвичайних ситуацій на системи теплопостачання. Можливий характер аварій та пошкоджень, способи їх виявлення.....	74
5.2 Відключаючі пристрої на кем, їх розміщення та порядок відключення аварійних та пошкоджених ділянок системи теплопостачання.....	76
5.3 Способи екстреного усунення аварій на системах теплопостачання та тимчасового відновлення пошкоджених ділянок.....	77
5.4 Особливості виконання робіт у районах виникнення надзвичайних ситуацій.....	78
5.5 Особливості виконання робіт у районах стихійного лиха, аварій і катастроф.....	80
5.6 Заходи безпеки при проведенні робіт на мережах і спорудах теплопостачання.....	82
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	85
ДОДАТКИ.....	92
Додаток А Енергометр Cat II. Інструкція користувача.....	93

ВСТУП

Сучасне теплогенеруюче обладнання та раціональне використання тепла в побуті дозволяють звести до мінімуму втрати тепла під час виробництва, передачі та споживання. Разом з цим сьогодні одним з пріоритетних напрямків зменшення енергоспоживання в побуті є створення умов для мінімізації потреб в ньому.

Актуальність питання пов'язана з дефіцитом основних енергоресурсів, зростаючою вартістю їх виробництва, а також з глобальними екологічними проблемами, пов'язаними з енергозабезпеченням побутових потреб.

Впровадження енергозберігаючих технологій в господарську діяльність як підприємств, так і приватних господарств на побутовому рівні, є одним з важливих кроків у вирішенні багатьох екологічних проблем – зміни клімату, забруднення атмосфери, виснаження природних ресурсів та інші.

Наукова новизна – на основі проведеного дослідження здійснено техніко-економічне обґрунтування заходів, що дозволяють зменшити використання тепла в побуті та, відповідно, зменшити навантаження на природне середовище.

Практична цінність результатів роботи: заходи із зменшення витрат на теплопостачання, що базуються на сучасних досягненнях в сфері будівництва та енергетики, дозволить суттєво зменшити матеріально-енергетичні витрати на теплозабезпечення побутових користувачів.

Мета кваліфікаційної роботи: зменшити вплив на довкілля, пов'язаний із використанням тепла в побуті.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **завдання:**

- визначити головні екологічні проблеми виробництва, розподілу та споживання тепла, охарактеризувати сучасні методи екологічної оцінки впливу теплової енергетики на довкілля;

- охарактеризувати сучасні методи економії та раціонального використання енергоресурсів;

- проаналізувати особливості теплового забезпечення в багатоквартирних будинках;
- дослідити сучасні методи економії та раціонального використання теплової енергії;
- оцінити ефективність інноваційних заходів в системі теплозабезпечення багатоквартирних будинків.

РОЗДІЛ І

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Споживання тепла в домашніх господарствах України.

За даними Державної служби статистики України [1] енергоспоживання домашніми господарствами в Україні є досить значним і становить біля третини всього енергоспоживання в країні (табл. 1.1, рис. 1.1).

Таблиця 1.1 – Загальне кінцеве енергоспоживання в Україні в 2020 р.

		Одиниці виміру	Значення
1	Загальне кінцеве енергоспоживання	тис. т н.е.	47773
2	<i>Промисловість</i>	тис. т н.е.	15956
2	<i>Транспорт</i>	тис. т н.е.	8012
3	<i>Домашні господарства</i>	тис. т н.е.	13601
4	<i>Сектор послуг</i>	тис. т н.е.	4863
5	<i>Сільське, лісове та рибне господарство</i>	тис. т н.е.	1662
6	<i>Неенергетичне використання енергії</i>	тис. т н.е.	3679

Переважна частина енергоспоживання домашніми господарствами приходить на теплозабезпечення, перш за все опалення приміщення та забезпечення господарство гарячою водою. При цьому понад 50 % енергоспоживання домашніми господарствами обумовлено витратами на опалення житлових приміщень, а 14 % – на підігрів води (табл. 1.3).

Слід зазначити, що ця інформація не дає уявлення про ефективність використання енергії в домогосподарствах, але може дати уявлення про тип теплопостачання: централізоване чи індивідуальне (або децентралізоване). Так, джерело енергії «теплова енергія» очевидно буде відноситись до централізованих систем теплопостачання, а «тверде паливо», «біопаливо та відходи» – більшою мірою до систем індивідуального теплозабезпечення.

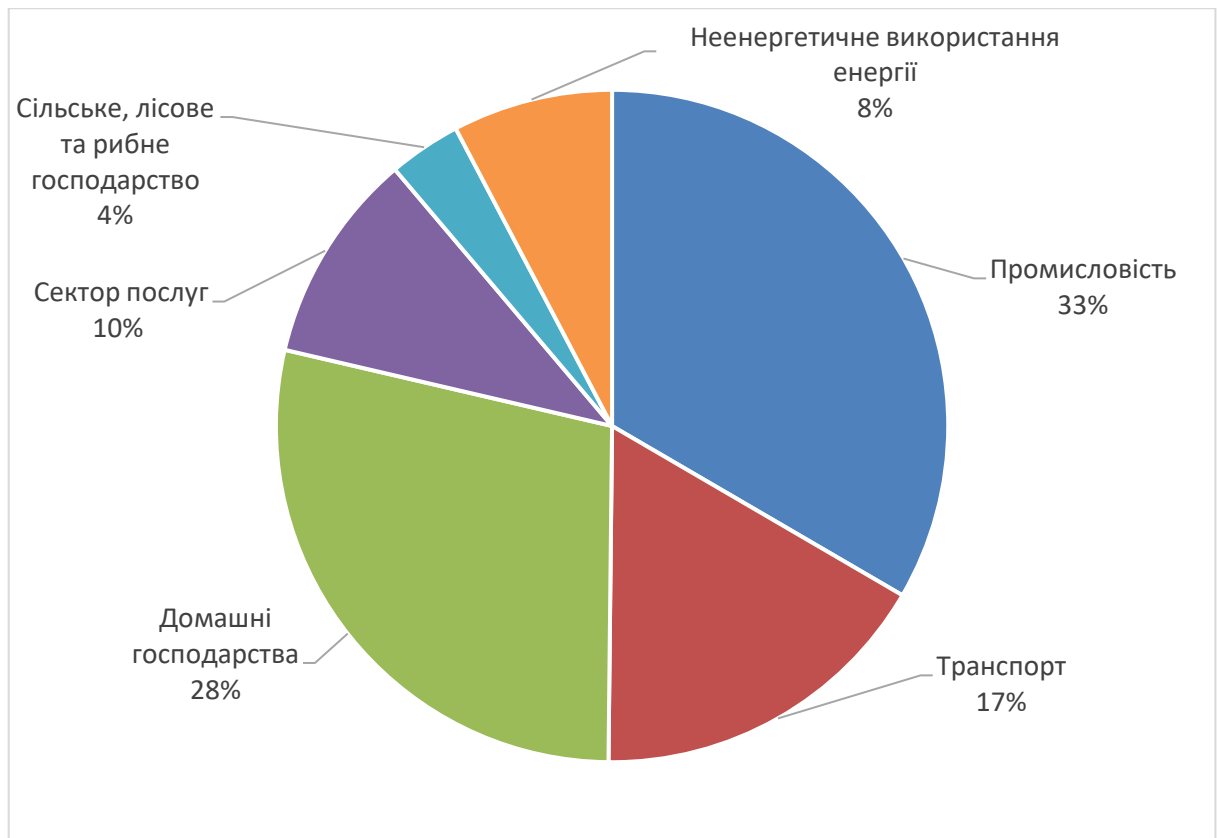


Рис. 1.1 – Загальне кінцеве енергоспоживання в Україні в 2020 р.

Таблиця 1.3 – Структура кінцевого споживання енергії домогосподарствами за цілями призначення у 2020 році, %

Джерела енергії	Призначення						
	Усього	Опалення житлових приміщень	Кондиціонування (охолодження) житлових приміщень	Підігрів води	Приготування їжі	Освітлення та живлення побутових пристроїв	Інше
Електроенергія	100,0	5,7	3,1	10,4	12,1	68,5	0,2
Теплова енергія	100,0	62,0		38,0			-
Природний газ	100,0	59,8		12,5	27,7		-
Тверде паливо ¹	100,0	94,2		5,4	0,4		-
Нафтопродукти ²	100,0	10,3		11,0	78,7		-
Біопаливо та відходи	100,0	97,2		2,8	0,0		-
Усього	100,0	53,0	0,7	14,2	16,2	15,8	0,1

¹⁾ Включає вугілля та брикети торф'яні.

²⁾ Зріджений нафтовий газ (пропан, бутан).

Електроенергія для цілей опалення та підігріву води майже повністю буде відноситись до індивідуального використання. Про місце використання природного газу та нафтопродуктів однозначно стверджувати важко.

Для подальшого аналізу ефективності функціонування системи теплопостачання домогосподарств України, зокрема їх екологічних та енергетичних показників, доцільно розглянути її класифікаційні ознаки.

1.2 Системи теплопостачання побутових споживачів [2-4]

Системи теплопостачання, в залежності від розміщення джерела теплоти по відношенню до споживачів розділяються на *децентралізовані* і *централізовані*.

У децентралізованих системах джерело теплоти і теплоприймачі споживачів або суміщені в одному агрегаті, або розміщені так близько, що передача теплоти від джерела до теплоприймачів може здійснюватися практично без проміжної ланки – *теплової мережі*.

Системи децентралізованого теплопостачання розділяються на *індивідуальні* та *місцеві* [4].

У *індивідуальних системах* теплопостачання кожного приміщення (ділянки цеху, кімнати, квартири) забезпечується від окремого джерела. До таких систем, зокрема, відносяться *пічне* і *поквартирне опалювання*. У *місцевих системах* теплопостачання кожної будівлі забезпечується від окремого джерела теплоти, зазвичай від місцевої або індивідуальної котельної. До цієї системи, зокрема, відноситься так зване *центральне опалювання будівель*.

Розподілення теплоти через розгалужену систему трубопроводів від джерела теплоти до споживачів називають *централізованим теплопостачанням* [2, 3]. У системах централізованого теплопостачання джерело теплоти та теплоприймачі споживачів розміщені роздільно, часто на значній відстані, тому теплота від джерела до споживачів передається по *теплових мережах* [3].

В сучасних умовах системи централізованого теплопостачання в країнах Північної Європи досягають рівня 60 %, а в країнах СНД - 80% від всіх систем, що подають теплоту до житлових та виробничих приміщень в містах та населених пунктах.

Однією з головних переваг систем централізованого теплопостачання є можливість використання таких видів палива, які є оптимальними з техніко-економічної точки зору та забезпечують більшу екологічну чистоту навколишнього середовища. Система централізованого теплопостачання на базі комбінованого виробництва теплової та електричної енергії на теплоелектроцентралях (ТЕЦ) – це ефективна технологія, яку доцільно використовувати для забезпечення зростаючих потреб в одержанні цих двох видів енергії та зменшення загального об'єму шкідливих викидів в атмосферу.

Централізоване теплопостачання, а також комбіноване виробництво теплоти та електроенергії має такі переваги [2]:

- гнучкість у використанні різних видів палива;
- зменшення проблем, пов'язаних з ліквідацією відходів;
- висока ефективність;
- висока екологічність;
- зменшення забруднення атмосферного повітря;
- висока рентабельність.

При роздільному виробництві теплової та електричної енергії електричну енергію виробляють на конденсаційних станціях, де більше 60% теплоти втрачається в атмосферу з димовими газами та в градирнях з охолоджувальною водою. Більшу частку теплової енергії, яка втрачається, можна використовувати шляхом подачі гарячої води або пари для теплопостачання будівель та виробничих процесів, що дозволило б збільшити ефективність використання палива.

При порівнянні децентралізованого виробництва теплоти з централізованим на базі комбінованого виробництва теплової та електричної енергії слід брати до уваги економічні та екологічні переваги останнього, особливо з використанням ефективних технологій очищення димових газів, а також можливість

використання теплоти, яка втрачається, використання біомаси та інших низькопотенційних джерел теплоти.

Отже, централізоване теплопостачання має багато переваг, але умови його широкого застосування в різних регіонах та країнах відрізняються, що пояснюється не тільки кліматичними умовами, а й іншими факторами:

- доступністю місцевих ресурсів (газ, вугілля, нафта, гідроенергія);
- конкуренцією між газопостачальниками та підприємствами централізованого теплопостачання;
- капіталовкладення в системи централізованого теплопостачання є довгостроковими та вигідними для суспільства, що часто не відповідає прагненню приватних корпорацій щодо швидких доходів.

Так, наприклад, перехід від індивідуальної системи опалення до централізованої значно впливає на зменшення рівня забруднення атмосфери в містах. Досягнення аналогічного ефекту без використання системи централізованого теплопостачання потребує великих капіталовкладень в нові технології.

Виходячи з вищенаведених переваг виробництва теплової енергії на ТЕЦ і централізованого теплопостачання, можна дійти висновку, що такі системи будуть ще довгий час визначати стратегічний напрямок у розвитку теплоенергетики багатьох країн світу. При цьому для збереження високої ефективності постає задача забезпечення доставки теплової енергії до споживача з найменшими втратами. Основними засобами транспорту теплоти при централізованому теплопостачанні є сталеві труби з різними видами теплової ізоляції, а переважаючим способом прокладання трубопроводів в містах є підземне прокладання. Ці трубопроводи з необхідним спорядженням утворюють *теплові мережі*.

В Україні одна з найвищих у світі насиченість міст тепловими мережами. Загальна протяжність теплопроводів в нашій державі становить близько 47 тисяч кілометрів у двотрубному обчисленні. На балансі підприємств комунальної теплоенергетики України перебуває 20,8 тисяч кілометрів теплових мереж у двотрубному обчисленні діаметром від 50 до 800 мм.

Близько 80 % сучасних теплових мереж прокладені в непрохідних залізо-бетонних каналах з ізоляцією у вигляді мінеральної вати. Канали в більшості не захищені від проникнення ґрунтової та іншої води, що призводить до значних втрат теплової енергії, корозійного пошкодження теплопроводів і аварійного відключення споживачів. Загальні втрати теплової енергії в діючих мережах систем централізованого теплопостачання становлять в середньому 30 %, а у деяких регіонах досягають 40 %. Термін безаварійної експлуатації таких теплових мереж не перевищує 10—15 років.

Зазначені обставини значною мірою є причиною того, що в Україні витрата теплоти на опалення об'єктів рівної площі в 2-3 рази більша, ніж у країнах Західної Європи [5].

Система теплопостачання складається з джерела теплоти, теплової мережі, вузлів управління, транспортування та розподілу теплоти (насосні перекачувальні станції, теплові пункти тощо) та систем споживання теплоти [2, 3]. Залежно від ступеня централізації системи централізованого теплопостачання можна розділити на такі чотири групи [2]:

- 1) групове – теплопостачання від одного джерела групи будівель;
- 2) районне – теплопостачання від одного джерела декількох груп будівель (району);
- 3) міське – теплопостачання від одного джерела декількох районів;
- 4) міжміське – теплопостачання від одного джерела декількох міст.

Крім того, системи теплопостачання *класифікують залежно від* [2]:

- 1) джерела теплоти; 2) виду теплоносія; 3) способу подачі води на гаряче водопостачання; 4) кількості трубопроводів; 5) способу забезпечення споживачів теплотою і т. ін. Розглянемо докладно класифікацію систем теплопостачання, їх переваги та недоліки [2].

1. *Залежно від джерела теплоти* системи теплопостачання поділяють на:

- централізовані на базі комбінованого виробництва теплової та електричної енергії на теплоелектроцентралях (ТЕЦ) – теплофікаційні;

- централізовані від районних опалювальних та промислово- опалювальних котелень;
- децентралізовані від малих котелень, індивідуальних джерел теплоти та інше;

Перевагами систем централізованого теплопостачання є:

- можливість використання різних, в тому числі і низькосортних видів палива;
- зменшення витрат палива;
- зменшення кількості обслуговуючого персоналу і зниження у зв'язку з цим експлуатаційних витрат:

- поліпшення стану повітряних басейнів міст внаслідок ефективного застосування фільтрів для очищення димових газів;
- можливість широкого застосування автоматики для контролю і регулювання параметрів теплоносія;
- розвантаження міського і залізничного транспорту від зайвих перевезень палива;
- вивільнення площ, зайнятих малими котельнями і чисельними складами палива;
- зменшення небезпеки пожеж.

До недоліків централізованих систем теплопостачання слід віднести:

- необхідність спорудження та експлуатації теплових мереж, що веде до збільшення вартості систем теплопостачання;
- потребу в коштах та металі для випереджаючого вкладання їх у джерела теплопостачання і теплові мережі з урахуванням перспектив розвитку району, який обслуговується;
- теплові втрати при транспортуванні теплоти.

2. *За видом теплоносія системи теплопостачання поділяють на водяні та парові.*

Водяні системи теплопостачання використовують для теплопостачання сезонних споживачів теплоти та гарячого водопостачання, а в деяких випадках і

для технологічних процесів. В системах централізованого теплопостачання для опалення, вентиляції і гарячого водопостачання житлових, громадських і промислових будівель слід використовувати теплоносії у вигляді перегрітої води. Пару використовують для теплопостачання технологічних споживачів, які її потребують. Використання пари як теплоносія для систем опалення, вентиляції і гарячого водопостачання промислових підприємств допускається при техніко-економічному обґрунтуванні.

Переваги водяних систем теплопостачання:

- можливість транспортування води на більшу відстань, ніж пари;
- нескладність приєднання систем опалення, вентиляції і гарячого водопостачання до водяних теплових мереж;
- можливість центрального регулювання теплових навантажень;
- вода має більшу теплоємність, ніж пара, та більшу акумулюючу здатність;
- більший термін безаварійної роботи систем опалення і вентиляції.

Недоліки водяних систем теплопостачання:

- витрати електроенергії на транспортування теплоносія;
- значно підвищений гідростатичний тиск внаслідок значної густини води.

Переваги парових систем теплопостачання:

- можливість використання пари не тільки для санітарно-технічних споживачів, а і для технологічних потреб;
- швидкий прогрів та охолодження систем парового опалення, що доцільно використовувати для приміщень із періодичним опаленням;
- пара має невелику об'ємну масу, що дозволяє не враховувати в парових системах опалення гідростатичний тиск і дає можливість використати пару як теплоносії в багатоповерхових будинках, а також при складному рельєфі місцевості району теплопостачання;
- відсутність витрати електроенергії на транспортування пари.

Недоліки парових систем теплопостачання:

- значні втрати теплоти паропроводами внаслідок високої температури пари;
- неможливість підтримувати нормативну температуру на поверхні опалювального пристрою;
- неможливість транспортування пари на тривалі відстані (більше 5 км);
- термін експлуатації парових систем опалення значно менший, ніж водяних, внаслідок інтенсивної корозії внутрішньої поверхні конденсатопроводів;
- складність збору та повернення конденсату.

3. *Залежно від способу подачі теплоти на гаряче водопостачання водяні системи* поділяють на *закриті та відкриті*. У *закритих водяних системах теплопостачання* воду з теплових мереж використовують для нагрівання в підігрівачах поверхневого типу водопровідної води, яка подається в систему гарячого водопостачання. У *відкритих водяних системах теплопостачання* гаряча вода з теплової мережі безпосередньо подається до водорозбірних пристроїв місцевої системи гарячого водопостачання.

4. *Залежно від кількості трубопроводів від джерела теплоти до споживачів* системи теплопостачання поділяють на *однотрубні, двотрубні та багатотрубні*.

5. *За способом забезпечення споживачів тепловою енергією* відрізняють *одноступеневі та багатоступеневі* системи теплопостачання. В *одноступеневих системах теплопостачання* споживачів теплоти безпосередньо приєднують до теплових мереж. Вузли приєднання споживачів теплоти до теплових мереж називають *тепловими пунктами*. В тепловому пункті кожного будинку встановлюють (при необхідності) підігрівачі гарячого водопостачання, елеваторні або насосні вузли змішування, арматуру, контрольно-вимірювальні пристрої для регулювання параметрів та витрати теплоносія для місцевих опалювальних та водорозбірних пристроїв, а також лічильники води та теплоти. Якщо до теплового

пункту приєднано один будинок або частину будинку чи технологічну установку, то його називають *індивідуальним тепловим пунктом (ІТП)*. Безпосереднє приєднання опалювальних пристроїв до теплових мереж обмежене межами допустимих тисків в теплових мережах, бо високий тиск, який потрібний для транспортування теплоносія до кінцевих споживачів, є небезпечним для опалювальних пристроїв. Внаслідок цього одноступеневі системи використовують для теплопостачання обмеженої кількості споживачів від котельні з невеликою довжиною теплових мереж.

В *багатоступеневих системах теплопостачання* між джерелом теплоти та споживачами розміщують *центральні теплові пункти (ЦТП)*, в яких параметри теплоносія можуть змінюватись залежно від потреб місцевих споживачів теплоти. У центральних теплових пунктах можуть бути встановлені насоси та підігрівачі, регулювальна, запірна та запобіжна арматура, контрольно-вимірювальні пристрої, які призначені для забезпечення групи споживачів в кварталах або районах теплою з потрібними параметрами. За допомогою насосів та підігрівачів магістральні трубопроводи (перший ступінь) відповідно частково або повністю гідравлічне ізолюються від розподільних мереж (другий ступінь). З центрального теплового пункту теплоносій з допустимими або установленими параметрами для місцевих систем теплоспоживання по загальних або окремих трубопроводах другого ступеня подається до індивідуальних теплових пунктів (ІТП) кожного будинку. В індивідуальному тепловому пункті здійснюється лише підмішування зворотної води, яка повертається після місцевих опалювальних установок, а також регулювання витрати води на гаряче водопостачання та облік витрати теплоти. Повна гідравлічна ізоляція теплових мереж першого та другого ступенів підвищує надійність теплопостачання та збільшує дальність транспортування теплоносія. Багатоступеневі системи теплопостачання з центральними тепловими пунктами дозволяють зменшити кількість підігрівачів систем гарячого водопостачання, циркуляційних насосів та регуляторів температури, які встановлюють в індивідуальних теплових пунктах при використанні одноступе-

невої системи теплопостачання. В ЦТП можливе встановлення пристроїв для обробки водопровідної води для запобігання корозії трубопроводів в системах гарячого водопостачання. Спорудження ЦТП дозволяє зменшити експлуатаційні витрати та кількість обслуговуючого персоналу.

1.3 Державна політика в сфері теплопостачання

Важливість теплопостачання в національному масштабі підтверджується значною увагою держави до цього питання, що знайшло своє відображення в Законі України «Про теплопостачання» [6], в якому, зокрема, сформульовано основні принципи державної політики у сфері теплопостачання, а саме:

- забезпечення енергетичної безпеки держави;
- державного управління і регулювання відносин у сфері теплопостачання;
- оптимального поєднання систем централізованого та автономного теплопостачання відповідно до затверджених місцевими органами виконавчої влади схем теплопостачання з періодом перегляду п'ять років;
- державної підтримки та стимулювання у сфері теплопостачання;
- формування цінової та тарифної політики;
- пріоритетного розвитку застосування технології комбінованого виробництва теплової та електричної енергії (когенерації) та використання альтернативних джерел енергії, нетрадиційних і поновлювальних джерел енергії;
- забезпечення захисту прав та інтересів споживачів;
- взаємної відповідальності суб'єктів відносин у сфері теплопостачання за якісне постачання теплової енергії та своєчасну її оплату;
- періодичного перегляду, удосконалення та техніко-економічної оптимізації схем теплопостачання, затверджуваних місцевими органами виконавчої влади;

- додержання правил і норм усіма суб'єктами відносин у сфері теплопостачання;
- забезпечення технологічної безпеки функціонування систем теплопостачання під час припинення газопостачання;
- створення умов для функціонування сфери теплопостачання на принципах самоокупності;
- сприяння розвитку конкурентних відносин на ринку теплової енергії;
- встановлення відповідальності суб'єктів теплопостачання за порушення законодавства у сфері теплопостачання;
- підвищення екологічної безпеки систем теплопостачання;
- створення умов для впровадження енергозберігаючих технологій;
- забезпечення комерційного обліку постачання теплової енергії.

Значну увагу також приділено розвитку систем теплопостачання. Основними напрямками розвитку систем теплопостачання відповідно до Закону України «Про теплопостачання» є:

- планування теплопостачання, розроблення та реалізація схем теплопостачання міст та інших населених пунктів України, строк дії яких становить 10 років на основі оптимального поєднання централізованих та автономних систем теплопостачання;
- впровадження когенераційних установок, у тому числі на базі діючих опалювальних котелень;
- використання нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії, у тому числі енергії сонця, вітру, біогазу, геотермальних вод, відходів виробництва;
- впровадження високоефективного теплоенергетичного обладнання і матеріалів у новостворюваних та діючих системах теплопостачання, зокрема, котлів з підвищеним коефіцієнтом корисної дії, утилізаторів тепла вихідних газів, малогабаритних теплообмінних апаратів, уніфікованих блочних пальникових пристроїв з автоматикою, приладів диспетчерського контролю та управління технологічними процесами;

- зниження втрат під час транспортування теплової енергії в магістральних та місцевих (розподільчих) теплових мережах шляхом впровадження сучасних видів теплоізоляції;
- підвищення строків експлуатації трубопроводів методами впровадження нових видів антикорозійних покриттів та засобів електрохімічного захисту, використання неметалевих трубопроводів;
- впровадження попереджувальної діагностики (енергетичного обстеження) стану систем теплопостачання у процесі експлуатації.

Державно політика в сфері теплопостачання реалізується у відповідності до Енергетичної стратегії України, що постійно вдосконалюється [7-9]. На основі цих стратегічних документів розробляються національні та регіональні плани [10-12].

1.4 Вплив на довкілля систем теплопостачання [13]

Вплив на довкілля систем теплопостачання пов'язаний з типом та кількістю ресурсів, насамперед палива, що використовуються для їх функціонування. На теплопостачання житлових будинків витрачається приблизно четверта частина всього органічного палива, що використовується в Україні. Опалювальні котельні працюють на органічному паливі з середнім коефіцієнтом корисної дії 80...84%. Значна кількість теплової енергії виробляється електричними теплогенераторами, а також установками, які використовують вторинні теплові енергоресурси та відновлювані джерела енергії. Близько 80 % всього палива, яке використовують ТЕЦ, складає природний газ. Основним паливом для котелень є природний газ (~ 55%), вугілля та мазут.

Непродуктивні втрати теплової енергії при виробництві та транспортуванні коливаються в межах 5...32 %, інколи, навіть, перевищують 40 %.

При цьому питомі втрати (інтенсивність втрат) теплової енергії у середньостатистичному будинку, звичайно, складають 50...100 Вт/м². У результаті, на

відновлення теплового балансу одиниці площі витрачається 780...1560 МДж теплової енергії на рік або 27...60 кг у.п. по країні, що у 2...2,5 рази перевищує показники економічно розвинених країн.

Викопне паливо, яке сьогодні головним джерелом енергії для теплопостачання домашніх господарств, при спалюванні продукує викиди парникових газів та інше забруднення довкілля.

Сучасна система теплопостачання в Україні характеризується високою вартістю та низькою енергоефективністю виробництва.

Пріоритетними завданнями в тепловій енергетиці, до якої належать електростанції та котельні на органічному паливі, є зменшення викидів забруднювальних речовин (твердих частинок, двоокису сірки, оксидів азоту) та парникових газів в атмосферне повітря, запобігання забрудненню поверхневих і підземних вод, у тому числі і теплового, зменшення забруднення земель, угідь, що відводяться під енергооб'єкти, склади та відвали, рекультивация земель, зайнятих об'єктами, що вичерпали свій ресурс, для їх подальшого використання.

У зв'язку із постійним погіршенням екологічної ситуації спеціалісти все активніше шукають реальні можливості використання відновлюваних екологічно чистих джерел енергії – вітру, сонця, морських і земних глибин, біогазу, біодизельного палива, біоетанолу тощо. Перспективність широкого застосування альтернативних джерел енергії підтверджується експлуатацією відповідних об'єктів і установок у ряді районів нашої країни та за кордоном. Вони є більш екологічно безпечними, що надзвичайно важливо для оздоровлення повітряного та водного басейнів і їх значення зростає в зв'язку з суттєвим подорожчанням традиційних паливних ресурсів – нафти, газу, вугілля [14].

1.5 Енергозбереження в системі теплозабезпечення

В роботах [15-19] наведено такі основні шляхи вирішення проблеми економії ресурсів в системах теплозабезпечення.

1. *Економія енергоресурсів і зниження тепловтрат.* Вирішення цього завдання пов'язане зі здійсненням комплексу інженерно-технічних заходів, головні з яких є:

- *Теплова ізоляція, збільшення термічного опору огорожувальних конструкцій будинків.*

Важливе значення під час будівництва нових об'єктів має використання теплоефективних стінових панелей, перехід на нові конструктивні рішення з урахуванням підвищених вимог у частині опору теплопередачі конструкцій, що їх обгороджують, у процесі будівництва будинків з цегли, блоків і монолітного залізобетону. Приймати такі ухвали потрібно, використовуючи розроблені нові технічні рішення з підвищення теплоефективності зовнішніх стін.

Поряд з утепленням стін новозбудованих споруд важлива роль належить теплоізоляційним роботам з реконструкції будинків старої забудови, пов'язаним з нанесенням на стіни будинків додаткових теплоізоляційних шарів. Не менше значення має підвищення теплозахисту вікон і балконних дверей за сучасними вимогами щодо теплозахисту.

- *Модернізація систем тепло- й водопостачання.*

До основних заходів цього напрямку можна зарахувати: поступову заміну центральних теплових пунктів на індивідуальні в блок-модульному виконанні; впровадження там, де це економічно доцільно, децентралізованих джерел теплопостачання; зниження тепловтрат в інженерних мережах шляхом поступового переходу на сучасні трубопроводи, зокрема й на теплові мережі з пінополіуретановою ізоляцією; оптимізацію режимів роботи мереж тепло- й водопостачання через впровадження систем автоматизованого керування і регульованого приводу насосних агрегатів, заміну насосів із завищеною встановленою потужністю; реконструкцію теплових пунктів із застосуванням ефективного тепломеханіч-

ного устаткування (наприклад, пластинчатих водонагрівачів); застосування в системах тепло- й водопостачання замість поверхневих теплообмінників (бойлерів) трансзвукових струминнофорсуночних апаратів, що поєднують у собі одночасно функції теплообмінника і насоса та не мають обертових і тертьових частин; широкое використання апаратури контролю й діагностики стану внутрішньої поверхні устаткування і систем тепло- і водопостачання; застосування новітніх методів і технологій для очищення від відкладень поверхні теплообмінного устаткування, котлів, систем водопостачання; заміну спрацьованої запірної арматури і санітарно-технічних пристроїв у квартирах та індивідуальних будинках; оптимізацію процесів горіння в топках котелень і впровадження оптимальних графіків регулювання з використанням засобів автоматики і контролю, перерозподіл теплових навантажень шляхом кільцювання теплових мереж; забезпечення режимів водопідготовки, заміну і прочищення мереж; проведення режимно-наладних робіт у теплових мережах та системах опалення й гарячого водопостачання будинків.

- *Використання нетрадиційних джерел енергії.*

Застосування таких джерел можна розглядати як один з перспективних напрямків енерго- і ресурсозбереження в житлово-комунальному господарстві, що є водночас одним з аспектів розв'язання екологічних проблем, їх можна використовувати для гарячого водопостачання побутових приміщень, літніх баз відпочинку, санаторіїв, плавальних басейнів, для нагрівання поливальної води в теплицях, житлових будинках, у котеджах та індивідуальних будинках, для підігріву мережної води в котельнях. Важлива роль у скороченні витрат енергоресурсів належить також теплонасосним установкам, що забезпечують ефективну утилізацію потенційного тепла доквілля, промислових і побутових стоків. Рентабельним джерелом електроенергії можуть слугувати вітроенергетичні установки. Один такий агрегат потужністю 5-10 кВт здатен забезпечити електроенергією середній котедж.

2. *Облік і регулювання споживання енергоресурсів і води.*

Обов'язкове застосування приладів для обліку й регулювання споживання

енергоресурсів передбачено Законом України "Про енергозощадження" і комплексною державною програмою енергозощадження. Першорядне значення має вибір пріоритетних об'єктів і заходів щодо енерго- і ресурсозбереження, що дають найбільший ефект, вибір оптимальної тактики оснащення приладами обліку за категоріями споживачів енергоресурсів і води. Розробляючи підпрограми забезпечення приладами у складі обласних, муніципальних і місцевих програм енергозощадження, слід вирішувати такі питання як: вибір і оптимізація номенклатури технічних засобів (приладів обліку, регулювання, засобів метрологічного забезпечення, засобів оперативного збору й обробки інформації і диспетчеризації тощо); оцінка обсягів потреби в технічних засобах; визначення необхідності в зміні схем тепло- й водопостачання для здійснення обліку приладами обліку, особливо поквартирного; визначення оптимальної черговості виконання робіт з урахуванням техніко-економічних обласних (муніципальних) можливостей. Аналіз показує, що в більшості випадків фактичне споживання тепла становить 30-60 % від розрахункових навантажень стосовно опалення і гарячого водопостачання. Як наслідок, скоротяться приписки в обсягах ресурсів, що їх поставляють тепло-, водопостачальні організації.

До числа першочергових завдань належить також оснащення приладами обліку введів у будинки і приміщення, зайняті організаціями бюджетної сфери. Уживання таких заходів дає бюджетним організаціям і муніципальним підприємствам економію платежів за тепло і воду від 15 до 60 %. На вводах у суспільні будинки варто також установлювати регулятори тиску, що до мінімуму скорочують надлишкові напори, які є причиною нераціональних витрат води з кранів і витоків із санітарно-технічної арматури. Обираючи конкретні прилади, слід урахувати, що істотною складовою витрат на експлуатацію приладів є витрати на їхню періодичну перевірку, обсяг яких визначається тривалістю між повірками інтервалів, установлених для кожного приладу, і доступністю засобів перевірки.

Важливим складником є вибір оптимальних схем організації обліку енергоресурсів і експлуатації приладів. Вирішенню цього завдання мають передувати заходи щодо аналізу схем тепло- й водопостачання, визначення причин і джерел

найбільших втрат, а також обґрунтування норм енергоресурсоспоживання для розглянутого об'єкта. Схеми організації обліку мають розроблятися для всіх рівнів споживання – теплового району, житлового мікрорайону, товариства власників житла, житлового будинку, квартири. У всіх випадках варто прагнути до мінімізації парку приладів обліку і до скорочення (уніфікації) їхньої номенклатури. Доцільно використовувати всі технічні й економічні можливості для створення автоматизованих систем оперативного-диспетчерського керування обліком і споживанням енергоресурсів і води з використанням сучасних засобів комунікації, телеметрії та комп'ютеризації.

В роботі [18] пропонуються такі основні заходи зі заощадження енергії та тепла в побуті.

- Утеплення житла.
- Раціональне освітлення квартири.
- Економія електроенергії при готуванні їжі.
- Економія електроенергії при користуванні радіотелевізійною апаратурою. дами.
- Економія електроенергії при користуванні електропобутовими приладами.
- Економія води.

Доцільно всі енергозаощаджуючі заходи в системах теплопостачання розглядати в комплексі з системами вентиляції та кондиціонування повітря, об'єднуючи їх в дві групи [17]:

1. Зниження витрат енергоресурсів при виконанні технологічних процесів.
2. Економія енергоресурсів, що витрачаються в житлово-комунальному господарстві, громадських будівлях, а також при забезпеченні умов для виконання цих процесів.

Перша група включає заходи щодо переходу на енергозаощаджуючі технологічні процеси і устаткування; підвищенню ККД технологічних процесів або устаткування (при їх вдосконаленні); утилізації вторинних енергоресурсів для технологічних потреб, а також горючих відходів технологічного виробництва.

До другої групи входять енергозаощаджуючі заходи, що спрямовані на оптимізацію рівня теплозахисту в будівлях різного призначення; зниження втрат теплоти ізольованими теплопроводами; підвищення ККД котельних; владштування переривистого опалювання; зниження витрат теплоти на нагрів зовнішнього повітря, що подається в будівлі; використання вторинних енергоресурсів для припливного повітря і в системах гарячого водопостачання; використання геотермальних вод і сонячної енергії для опалювання, вентиляції і кондиціонування повітря; вдосконалення систем опалювання, вентиляції і СКВ, включаючи диспетчеризацію і автоматизацію роботи цих систем.

Висновки до розділу I

1 Сучасна система теплопостачання в Україні характеризується високою вартістю та низькою енергоефективністю.

2 Викопне паливо, яке сьогодні головним джерелом енергії для теплопостачання домашніх господарств, при спалюванні продукує викиди парникових газів та інше забруднення довкілля.

3 На державному рівні приділяється значна увага питанню модернізації та екологізації в сфері теплопостачання

4 Основним шляхом зменшення негативного впливу на довкілля є підвищення ефективності системи теплопостачання на усіх його етапах: виробництво, транспортування, споживання.

5 На рівні побутового споживача підвищення ефективності системи теплопостачання можливе за рахунок покращення теплоізолюючих характеристик помешкання.

РОЗДІЛ II

ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Об'єкт дослідження

Об'єкт дослідження – теплове забезпечення житлового будинку.

Предмет дослідження – економія тепла в побуті.

Метою дослідження є зменшення впливу на довкілля через мінімізацію витрат тепла на теплове забезпечення житлових будівель.

В ході дослідження ми розглянемо квартири, що відрізняються ступенем теплоізоляції. Для запропонованих умов розглянемо параметри теплозабезпечення та ефективність утеплення.

2.2 Схема проведення дослідження

За результатами аналізу літературних джерел та виходячи з особливостей обраних для дослідження об'єктів пропонується наступна схема проведення дослідження (рис. 2.1).

Відповідно до представленої схеми на першому етапі досліджень було розглянуто систему забезпечення теплом домашніх господарств України, державну політику в сфері теплопостачання, вплив виробництва та споживання тепла на довкілля та інновації, що покликані зменшити споживання електроенергії в системі теплозабезпечення.

Другим етапом були уточнення мети і постановка завдань дослідження, підбір об'єкту дослідження та опис методики дослідження.

На третьому етапі було проведено оцінку життєвого циклу системи теплопостачання, обґрунтовано підходи до оцінки ефективності енергозберігаючих інновацій та проведено відповідні розрахунки.



Рис. 2.1 – Схема досліджень

На останньому етапі розглянуто питання з охорони праці та цивільного захисту стосовно системи теплозабезпечення.

Зроблено відповідні висновки та розроблено рекомендації.

2.3 Методи дослідження

В роботі використовувались загальнонаукові (емпіричні: спостереження, опис; теоретичні: аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, індукція, дедук-

ція, пояснення, класифікація тощо), а також системний, структурно-функціональний, розрахункові та спеціальні методи дослідження.

Використання спеціальних методів дослідження обумовлено специфікою об'єкту дослідження і вимагає використання спеціальних вимірювальних приладів. В системі тепlopостачання використовуються:

- лічильники теплової енергії;
- води – для холодного і гарячого водопостачання;
- газу та електричної енергії – в системах індивідуального опалення;
- пірометри – контроль теплоізолюючих параметрів огорожувальних

конструкцій та виявлення місць втрат.

Лічильники теплової енергії (Рис. 2.2) призначений для комерційного обліку кількості спожитої теплової енергії в закритих системах тепlopостачання у квартирах, котеджах та інших непромислових приміщеннях із горизонтальним розведенням.



Рис. 2.2 – Лічильник теплової енергії [20].

Теплолічильник складається з витратоміра й обчислювача з термопарами та є єдиним приладом обліку теплової енергії. Теплолічильник відповідає ДСТУ

EN 1434-1:2006. Наявність оптичного порту дає змогу дистанційно знімати інформацію. Можуть використовуватися як під час первинного встановлення, так і у разі заміни. У пам'яті лічильника зберігаються дані за останні 10 років 18 місяців і 45 діб. Термін експлуатації батареї не менш ніж 6 років [20].

Лічильники води (Рис. 2.3) можуть бути для холодної (що йде на нагрівання) та гарячої (від мережі централізованого теплопостачання, або після нагріву в системі індивідуального теплопостачання). Лічильник механічного типу з металевою крильчаткою, через що термін його роботи виробником оцінюється до 12 років [21, 22].

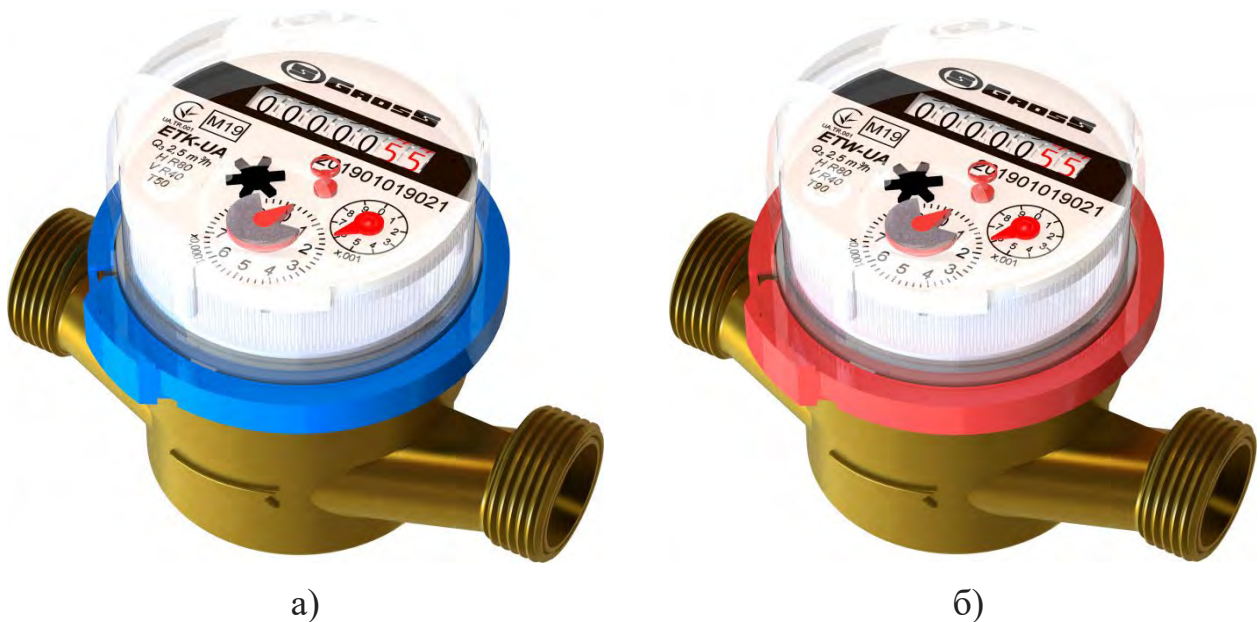


Рис. 2.3 – Лічильники води: а) холодної, б) гарячої [21, 22]

Лічильник газу (Рис. 2.4) [23] мембранні для газопроводів низького тиску з обсягом споживання природного газу, що не перевищує $6 \text{ м}^3 / \text{год}$, для вимірювання газу в побутових умовах, комерційного обліку, а також під час технологічних процесів. Лічильники можуть успішно використовуватися як при первинній установці, а також при заміні. Гарантія від виробника – 5 років.



Рис. 2.4 – Лічильник газу [23]

Переваги та відмінні риси лічильників:

- мембранні лічильники з металевим корпусом і восьмирозрядним рахунковим механізмом;
- при виробництві лічильників застосовані мембрани фірми Helsacom GmbH (Німеччина);
- крива похибки переважно розташовується в позитивній області;
- конструкція рахункового пристрою лічильників оснащена механізмом передачі обертання від мембрани за допомогою магнітної муфти;
- лічильники обладнані захистом від зовнішнього магнітного впливу;
- корпус лічильників виготовлений із сталі високої якості;
- внутрішні деталі лічильників виготовлені з матеріалів, що не підлягають корозії;
- надійне антикорозійне покриття металевих частин лічильників;
- сучасний привабливий дизайн, зручні компактні розміри, невелика вага лічильників;
- при виробництві лічильників використані тільки високоякісні матеріали, що забезпечує надійну і безперервну роботу приладів;

- метрологічні характеристики лічильників відповідають ДСТУ 3336 і ДСТУ EN 1359,

- лічильники внесені до Державного реєстру України за № 2513.

Лічильник електроенергії. З метою точного контролю витрачання електрики домашньою технікою використовується енергометр – **Енергометр ватметр вольтметр амперметр Bodasan (pmb02-eu)** [24] (Додаток А).

Він призначений для визначення параметрів електромережі і даних по витраті енергії певним електроприладом. Універсальний пристрій поєднує в собі функції мультиметра, показуючи величину струму, напруги, частоти.

Завдяки таким властивостям, енергометри можуть служити відмінною підмогою при оптимізації витрат по оплаті електроенергії – в домашньому бюджеті, в приватному офісі або фірмі.



Рисунок 2.5 – Енергометр [24]

Більшість пристроїв даного типу працюють як мультиметр і виконують наступні виміри:

- напруга – до 999 У,
- частота змінного струму – до 100 Гц,
- коефіцієнт потужності – до 1,

- величина споживання – до 100 А.

Також модель може показувати, скільки техніка викидає в атмосферу вуглекислого газу. Дані демонструються на рідкокристалічному екрані, дозволяючи завжди знати параметри мережі, енерговитрати конкретного приладу.

Також прилад для вимірювання витрати електроенергії згодиться для визначення енерговитрат ввімкнених в електромережу, але не працюючих приладів.

Ще одна перевага енергометрів – опція розрахунку вартості витраченої електроенергії. У конструкцію приладу входить мікрочіп, який дозволяє провести цю операцію. Потрібно ввести дані по тарифу – вартість 1 кіловат в годину – в прилад на дисплеї, вставити його в мережу і підключити через нього пристрій. Енергометр видасть показання витрат електрики по введеному тарифом і покаже його вартість.

Прилад обліку витрати електроенергії різних виробників має схожу конструкцію. Це компактний пристрій, корпус якого зроблено з пластику, а дисплей має три рядки відображення даних. Вбудована вилка підключається в розетку електромережі, а випробовуване техніка – у розетку самого енергометра. Управління приладом для вимірювання витрати електроенергії зазвичай складається з чотирьох кнопок, але можуть бути варіанти. В інструкції до кожної моделі докладно зазначено, як користуватися приладом (налаштування, показання, введення тарифу тощо). Перед застосуванням потрібно вставити у відсік батарейки для пам'яті, куди будуть відправлятися отримані дані.

Прилад не рекомендується застосовувати в сирому приміщенні і на мережах з перевищенням параметрів, зазначених для даної моделі. Простота, надійність і точність показань енергометра допоможуть його власнику контролювати витрату електроенергії приладів і завжди знати параметри електрики в мережі.

Пірометр [25, 26] (Рис. 2.6) дозволяє дистанційно вимірювати температуру різних поверхонь, що робить його незамінним помічником як в побуті, так

і в професійних сферах. За принципом дії пірометр схожий на звичайний кімнатний термометр. Різниця полягає в тому, що пірометр вміє вимірювати температуру на відстані і більшого діапазону. Таким чином, щоб дізнатися температуру об'єкта, немає нагальної потреби торкатися до нього. Це дуже зручно, тому що можна виміряти дуже гарячі поверхні. Зустрічаються також і контактні пірометри.



Рис. 2.6 – Безконтактний інфрачервоний пірометр Venetech GM333 [25]

Пірометр застосовується:

- для розрахунку тепловтрат приміщення. Порівнявши температуру стін, вікон і дверей можна виявити «місток холоду».
- перевірки тепловіддачі опалювальної системи. Відповідність температури батарей заявлених.

Пристрій працює наступним чином: тепловий (інфрачервоний) датчик приймає інфрачервоне випромінювання від об'єкта і передає його на електронний блок. Електронний блок обробляє випромінювання і видає показники температури на дисплей пристрою.

Виробник вказує оптичну роздільну здатність на кожному пристрої, щоб розуміти на якій відстані необхідно вимірювати температуру об'єкта. Наприклад, на приладі Venetech GM1500 вказано оптична роздільна здатність 12:1 означає, що для правильного виміру температури необхідно розташувати прилад на відстані рівній $12 \cdot S$, де S - це діаметр плями, з якої тепловий датчик знімає показники температури. Припустимо нам необхідно дізнатися температуру ділянки діаметром 3 см. Для точних показань нам необхідно тримати пристрій на відстані $12 \cdot 3 = 36$ см. Якщо ми будемо тримати трохи далі, діаметр заміряної плями збільшиться (як промінь в ліхтарику) і показання будуть зняті не тільки з необхідної ділянки, але і з оточуючої.

Пристрій має червоний промінь маркер. Промінь показує місце заміру. Датчик знаходиться нижче маркеру. Якщо пірометр піднести занадто близько до об'єкта, то пляма вимірювання буде знаходитись нижче променя, і ми знімемо покази не з того місця, з якого хотіли. Саме тому важливо тримати пристрій на правильній відстані.

Також при замірах важливо враховувати коефіцієнт випромінювання (емісії) об'єктів, які перевіряємо. Кожен матеріал певним чином випромінює тепло, причому ступінь випромінювання може бути різним в залежності від кольору об'єкта, матової / дзеркальної поверхні і окислення (у випадку металів). Тобто коефіцієнт випромінювання - це співвідношення енергії, випромінюваної поверхнею матеріалу до енергії випромінювання абсолютно чорного об'єкта при рівній температурі. Для абсолютно чорних тіл цей коефіцієнт дорівнює 1. Для інших же матеріалів цей коефіцієнт свій.

У недорогих пірометрах зазвичай встановлено фіксований коефіцієнт емісії, що дорівнює 0,95. Для більшості вимірюваних матеріалів він підійде. Однак,

якщо ви, наприклад, захочете дізнатися температуру чистого листового заліза, у якого коефіцієнт рівний 0,7, то похибка буде немаленькою.

Для вимірювання не надто гарячих предметів можна вийти з положення, наклеївши чорну ізоляційну стрічку. Ізострічка мало глянцева, тому її коефіцієнт випромінювання якраз становить 0,95. Температура на ній і буде температурою предмета. Звичайно, якщо необхідно часто працювати з різними матеріалами, то краще купити модель зі зміною коефіцієнта емісії.

Представлений на рис. 2.6 пірометр **GM333** виробництва компанії **Benetech** має такі характеристики:

- Діапазон вимірювання: від -50 °C до 400 °C;
- Дискретність: 0.1 °C або 0.1 °F;
- Похибка: 1.5%;
- Коефіцієнт візування: 12:1;
- Час відгуку: 500 мс;
- Спектральний діапазон: 5-14 мкм;
- Коефіцієнт випромінювання (EMS): 0.95;
- Лазерний покажчик: однопроменевий;
- Робоча температура: від 0 до +40 °C;
- Робоча вологість: 10-95%.

До спеціальних методів дослідження слід віднести метод оцінки життєвого циклу [27].

Метод ОЖЦ. Оцінка життєвого циклу здійснюється на основі групи міжнародних стандартів ІСО 14040. Метод адресує екологічні аспекти та потенційну дію на навколишнє природне середовище (використання ресурсів та екологічні наслідки цього) через життєвий цикл продукції від сировини, виробництва, використання, переробки та утилізації.

До основних особливостей оцінки життєвого циклу продукції належать:

– системна й адекватна оцінка екологічних аспектів продукції на стадіях її життєвого циклу, тобто оцінка екологічних аспектів продукційних систем, що

являють собою модель життєвого циклу продукції — від одержання сировини, матеріалів до переробки або захоронення відходів;

– залежність глибини деталізації і часових меж оцінки життєвого циклу від поставлених цілей, і завдань;

– певні заходи щодо захисту конфіденційності й доречності використання результатів оцінки життєвого циклу залежно від їх передбачуваного застосування.

Екологічна ефективність і фактор

Екологічну оцінку теплового забезпечення житлового будинку здійснювали за показником екологічної ефективності [28, 29], що розраховується за формулою:

$$\text{Екоефективність} = \text{Споживча вартість} / \text{Екологічна вартість} \quad (3.1)$$

де Споживча вартість – функції об'єкту оцінювання, робота, якість, термін служби, і т.і., що визначає його корисність. Може бути виражений кількісно, становлячи фізичні кількості, економічну вартість, і т.і.;

Екологічна вартість – показники, що характеризують вплив на навколишнє середовище, включаючи глобальне потепління, використання ресурсу (електроенергія, споживання води, споживання залізної руди, і т.і.), і ефекти використання шкідливих речовин (толуол, ртуть, і т.і.).

Показник екологічної ефективності має приймати до уваги (оцінювати) повний життєвий цикл продукту.

Для порівнюваних об'єктів дослідження використовується показник «Фактор», який розраховується як відношення значення показника «Екологічної ефективності» нового об'єкту порівняння до значення показника «Екологічна ефективність» вихідного об'єкту порівняння:

$$\text{Фактор} = \text{Екоефективність}_2 / \text{Екоефективність}_1 \quad (3.2)$$

Для автоматизації розрахунків використовували Microsoft Excel.

Висновки до розділу II

В даному розділі було встановлено та охарактеризовано об'єкт дослідження, розроблено програму та обрано методи дослідження, надано опис контрольно-виміральної апаратури, яку в побуті можна використати для покращення показника екологічної ефективності.

РОЗДІЛ III

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОЗБЕРІ- ГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

3.1 Оцінка життєвого циклу системи теплозабезпечення

Оцінка життєвого циклу, як метод оцінювання екологічних аспектів продукції й потенційних впливів на навколишнє середовище, передбачає етапи [27]:

- визначення цілей і змісту оцінки життєвого циклу;
- формування переліку вхідних і вихідних параметрів (інвентаризаційної відомості вхідних і вихідних матеріальних та енергетичних потоків) на стадіях життєвого циклу продукції;
- оцінка потенційних впливів на навколишнє середовище, пов'язаних із вхідними й вихідними потоками речовини та енергії;
- інтерпретація результатів інвентаризаційного аналізу й аналізу впливів.

Життєвий цикл системи теплозабезпечення включає в себе наступні стадії (Рис. 3.1).

Представлений на рис. 3.1 життєвий цикл системи теплозабезпечення розглядає впливи на навколишнє середовище впродовж усього життєвого циклу двох основних складових системи теплозабезпечення:

- будівлі, обладнання та комунікації, призначені для виробництва, транспортування та використання тепла;
- споживачі тепла, яких відповідно до прийнятої методики обліку, поділяють на категорії: населення, бюджетні установи, релігійні організації, інші споживачі.

Детальний аналіз кожної стадії життєвого циклу системи теплопостачання дозволяє виділити основні вхідні та вихідні потоки речовини та енергії, для яких проводять оцінку впливу на навколишнє середовище та здоров'я людини.



Рис. 3.1 – Життєвий цикл системи теплозабезпечення

Особливістю життєвого циклу системи теплозабезпечення є постійний суттєвий вплив на довкілля в процесі виробництва тепла та розподілений в часі, що визначається терміном використання, вплив на довкілля від конструкційних матеріалів будівель та систем технічного забезпечення: обладнання для виробництва тепла, трубопроводів, технічних засобів використання тепла (найбільш широко вживані – радіаторні батареї). Розподілений в часі вплив визначається терміном експлуатації і для досліджуваної системи може складати від 10 (обладнання) до 50 (будівельні конструкції) років. По факту термін використання є набагато більшим. Особливо це характерно для технічних систем теплозабезпечення, що використовуються в Україні: більшість котелень і комунікацій вже вичерпали гарантійний термін експлуатації.

Отже, основний вплив на довкілля буде пов'язаний з процесами виробництва тепла та обслуговування системи теплозабезпечення. Розглянемо стадію виробництва тепла детальніше (рис. 3.2).

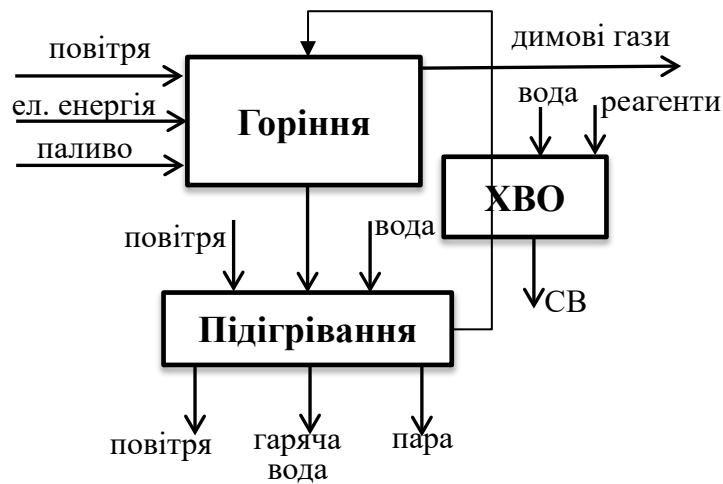


Рис. 3.2 – Виробництво тепла

Відповідно до представленої схеми виробництво тепла включає спалювання палива, за рахунок чого нагрівається очищена хімічними методами вода. Як правило нагрівання проводиться до отримання перегрітої пари, яка потім використовується для нагріву теплоносія – води чи повітря. Менш потужні системи можуть безпосередньо енергією палива чи електроенергією нагрівати повітря для обігріву приміщень, або воду для автономних систем теплозабезпечення.

Найбільш екологічно несприятливим є процес спалювання палива. Для спалювання палива необхідна велика кількість повітря, яка подається у котел разом з паливом. При спалюванні палива утворюються продукти згоряння – теплоносій, який у поверхнях нагріву віддає теплоту робочому тілу (воді). Після поверхонь нагріву продукти згоряння при відносно низькій температурі видаляються з котла через димову трубу в атмосферу.

Обслуговування будівель та систем теплозабезпечення (рис. 3.3) включає в себе, крім планового обслуговування обладнання, транспортної та розподільної системи (ТО), проведення ремонтно-аварійних робіт.

Для проведення усіх зазначених робіт необхідно використання спеціалізованого обладнання та витратних матеріалів: будівельних та запасних частин. З переліку будівельних найбільш цікавими є ізоляційні матеріали та системи, значення яких останнім часом стає все більш значним.

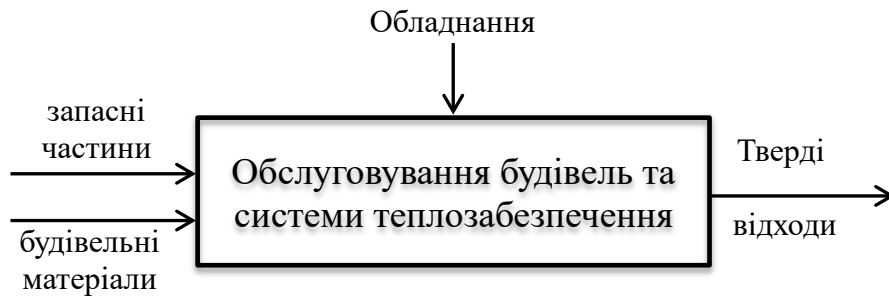


Рис. 3.3 – Обслуговування будівель та системи теплозабезпечення

Основним вихідним аспектом на стадії обслуговування будівель та системи теплозабезпечення є тверді відходи, до складу яких входять відпрацьовані будівельні матеріали та їх залишки після проведення робіт з обслуговування, зламні та непридатні до подальшого використання елементи системи генерації, транспортування та використання тепла.

Оцінка потенційних впливів на навколишнє середовище, пов'язаних із вхідними та вихідними потоками виробництва тепла та обслуговування будівель та системи теплозабезпечення

Аналіз вхідних та вихідних потоків елементів життєвого циклу є досить надійним методом виявлення найбільш ефективних шляхів зменшення впливу на навколишнє середовище для всього життєвого циклу досліджуваної системи.

Зведені для двох етапів життєвого циклу дані представлені на рис. 3.4 та в табл. 3.1. Крім потоків, описаних вище (Рис. 3.2, 3.3), враховували потоки, характерні для допоміжних процесів: використання автомобільного транспорту, забезпечення ремонтних робіт енергією та інше.

Відповідно до представлених даних основними вхідними потоками є паливо, повітря, будівельні матеріали, хімічні реагенти.

На виході маємо такі потоки: димові гази при виробництві тепла, електроенергії, роботі транспорту, теплові втрати, тверді відходи, стічні води.



Рис. 3.4 – Вхідні і вихідні потоки речовини та енергії на стадіях виробництва тепла та обслуговування будівель та системи теплозабезпечення

Таблиця 3.1 — Оцінка потенційного впливу на навколишнє природне середовище на стадіях виробництва тепла та обслуговування будівель та системи теплозабезпечення

Потоки	Екологічний аспект	Потенційний вплив на НПС
Вхідні		
Паливо	Вилучення з навколишнього середовища, транспортування та підготовка до використання	Порушення природного стану НПС, використання ресурсів
Повітря	Вилучення з природного середовища	Використання повітря пов'язано з процесами окиснення палива та інших органічних речовин, наприклад в процесі біохімічної обробки, з утворенням оксидів вуглецю та інших продуктів окиснення
Масильні матеріали	Вилучення з навколишнього середовища	Порушення природного стану НПС, використання ресурсів

Продовження табл. 3.1

	вища, транспортування та підготовка до використання	
Земельні ресурси	Вилучення з природних екосистем	Порушення природної стійкості екосистем
Тара	Використання додаткових нецільових матеріалів	Виробництво, впливи пов'язані з її утилізацією
Вода	Вилучення з природного середовища	Зменшення кількості доступних водних ресурсів. Використання електроенергії, обладнання, реагентів для підготовки до використання та подачі користувачу
Хімічні реагенти	Вплив в процесі видобування сировини та виробництва	Вплив по методиці ОЖЦ. Вплив, як правило, незначний у зв'язку із невеликою кількістю використовуваних реагентів
Вихідні		
Стічні води	Забруднення водойм	Зміна хімічного складу, підвищення температурного режиму, зараження земель та водойм хвороботворними мікроорганізмами
	Забруднення ґрунту	Втрата родючості, розвиток патогенних мікроорганізмів
Тверді відходи	Забруднення земельних ресурсів	Погіршення стану земельних ресурсів та ґрунтових вод, виділення токсичних матеріалів, інфільтрація токсичних речовин
Пил, зола	Забруднення атмосфери та поверхневого шару ґрунту	Зниження здатності фотосинтезу, зниження прозорості атмосфери Порушення рівноваги природного середовища, погіршення умов проживання живих організмів
Димові гази	Забруднення атмосфери та поверхневого шару ґрунту, водних об'єктів	Забруднення повітря продуктами згорання, погіршення якості умов проживання живих організмів, накопичення продуктів горіння палива в ґрунті, потрапляння важких металів до продуктів харчування, канцерогенна дія.
Теплові втрати, пара	Теплове забруднення атмосфери	Порушення температурного режиму, порушення стійкості екосистем

Продовження табл. 3.1

Втрата ПММ	Забруднення ґрунтового покриву, підземних вод та водних об'єктів	Порушення стійкості системи, зміна хімічного складу, втрата біорізноманіття
Вихлопні гази	Забруднення атмосфери та поверхневого шару ґрунту	

Аналізуючи потенційний вплив основних екологічних аспектів життєвого циклу системи теплозабезпечення, можна зробити висновок, що основний вплив на навколишнє середовище буде пов'язаний з енергетичними процесами (виробництво тепла та електроенергії, забезпечення роботи автомобільного транспорту).

Слід зазначити, що значний вклад в життєвий цикл може здійснювати праця людини. Так чи інакше людська праця забезпечує усі процеси протягом життєвого циклу.

3.2 Оцінка ефективності енергозберігаючих інновацій

Особливістю системи теплопостачання з точки зору впливу на довкілля є поєднання кількох важливих взаємопов'язаних аспектів: ефективність виробництва тепла, його транспортування до споживача та використання (Рис. 3.5).

Як видно з рис. 3.5 ефективність, в тому числі екологічна, яка, насамперед визначається рівнем споживання ресурсів – в нашому випадку, перш за все, палива, системи теплопостачання досягається підвищенням рівня ефективності функціонування складових.

Виробництво тепла:

- використання більш екологічного палива та підвищення ефективності виробництва тепла (підвищення коефіцієнту корисної дії системи) за рахунок використання досконаліших систем спалювання, теплопередаючих пристроїв;

- утилізації низькопотенційного тепла викидів;
- мінімізації втрат палива та тепла через поверхню обладнання;
- покращення екологічності викидів через використання системи їх очищення, висотного розсіювання та ін..

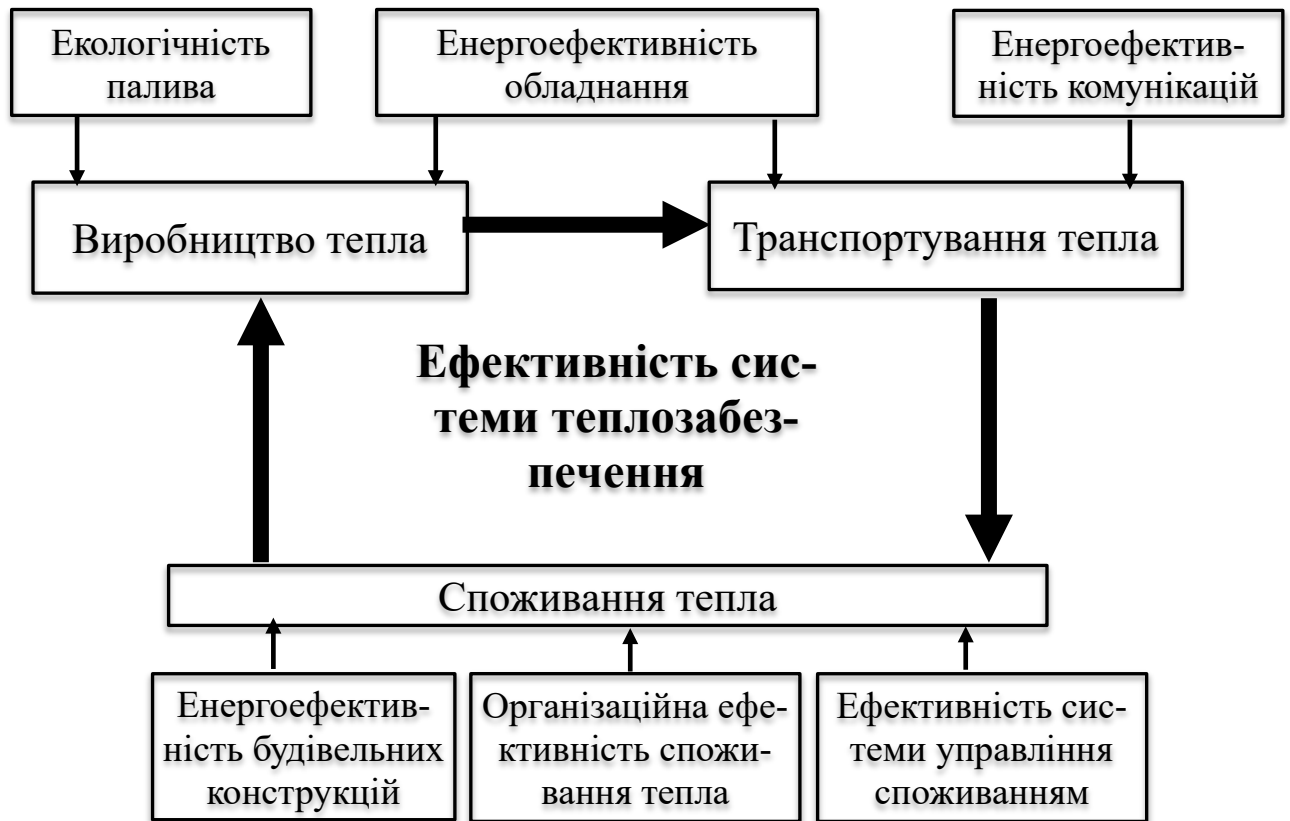


Рис. 3.5 – Коло ефективності системи теплозабезпечення

Транспортування тепла:

- мінімізація відстані транспортування (до нуля при використанні індивідуального опалення);
- використання сучасного розподільного та насосного обладнання;
- використання сучасних матеріалів у теплоподаючих трубах з тривалим терміном експлуатації та стійких до відкладень;
- ефективне утеплення комунікацій із зменшенням тепловтрат під час транспортування.

Споживання тепла:

- зменшення потреби в теплі та екологічного тиску через використання сучасних будівельних технологій та матеріалів, що володіють високими теплоізолюючими властивостями, тривалим терміном експлуатації та відрізняються низьким споживанням ресурсів під час виробництва;
- відповідальне ставлення до економії тепла в побуті;
- ефективне регулювання подачі та споживання тепла в залежності від потреб.

На рівні побутового використання тепла найбільш важливими аспектами є тип теплопостачання: централізований чи індивідуальний, наявність чи відсутність можливості регулювання кількості споживаного тепла. Варіанти теплозабезпечення та заходи щодо підвищення його ефективності, які можливо реалізувати на рівні побутового споживача, зведемо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Варіанти теплозабезпечення та енергозберігаючих заходів

Характеристика	Вид теплозабезпечення			
	Централізоване забезпечення теплом та гарячою водою.	Роздільне забезпечення		Індивідуальне забезпечення теплом та гарячою водою (приватні будинки)
		централізоване - теплом	індивідуальне – гарячою водою	
Паливо (переважаючий вид)	Природний газ	Природний газ	Природний газ Електроенергія	Природний газ / Електроенергія / Вугілля / Нафтопродукти / Біопаливо
Можливість регулювання споживання	Тепло: будинку (старий фонд), квартири (новий фонд) Гаряча вода - індивідуально	Будинку (старий фонд) Квартири (новий фонд)	Так	Так

Продовження табл. 3.2

Утеплення приміщення	<p>Колективне – огорожуючі конструкції місць колективного користування (парадна, сходи, ліфт, міжсходові та міжквартирні площадки), дах, підвал</p> <p>Індивідуальне – огорожуючі конструкції квартири (вікна та стіни, що виходять назовні чи на місця колективного користування, 1 поверх – підлога, верхній – стеля)</p>	Індивідуально – усі огорожуювальні елементи
Встановлення контролюючої апаратури	Є можливість	

Розглянемо варіанти оцінки ефективності енергозберігаючих заходів. З безлічі можливих варіантів оцінки будемо орієнтуватись на найбільш прості, зрозумілі побутовому споживачу та орієнтовані на грошову оцінку порівнюваних варіантів.

3.2.1 Перехід на індивідуальне теплопостачання та встановлення автоматичних вузлів обліку і регулювання

Досвід компаній, що займаються питаннями енергозбереження, показує, що висока зношеність обладнання і неможливість залежного від погоди регулювання подачі теплоносія в систему теплопостачання є основними причинами неефективного використання енергоресурсів з боку системи опалення будівлі. Надмірне споживання тепла житловим фондом на сьогоднішній день, за оцінками фахівців, становить близько 30-40%. Одночасно з неефективним використанням теплової енергії, щорічно відбувається зростання тарифів. Економії теплової енергії в системах теплопостачання до 20-30% можна досягти за рахунок автоматичного регулювання теплоспоживання. Найбільш повно і ефективно завдання автоматизації можуть бути реалізовані за допомогою індивідуальних теплових пунктів будівель з можливістю регулювання теплоспоживання за бажанням споживача в залежності від температури зовнішнього повітря, призначення об'єкта та ін. [30, 31].

Перехід з централізованого теплопостачання на індивідуальні теплові пункти може забезпечити зниження теплової навантаження на опалення житлових багатоквартирних будинків, в середньому на 33,5%, а використання автоматичних вузлів обліку та регулювання теплопостачання – ще на 22 % [30-32].

Для оцінки економії теплової енергії в результаті впровадження енергозберігаючих заходів, а саме встановлення вузлів обліку та автоматичного регулювання безпосередньо на ввіді в будинок, обраний житловий багатоквартирний будинок з фактичним споживанням за 2022/2023 рік 2345,3 Гкал або у вартісному вираженні в цінах 2022 року $1\ 813,94 * 2345,3 = 4\ 254,2$ тис. грн. з ПДВ [33].

Розрахунок економії теплової енергії зведено в табл. 3.3

Таблиця 3.3 – Оцінка середньої економії в системі теплопостачання

Показник	Одиниці вимірювання	Індивідуальний тепловий пункт	Автоматичне регулювання
Фактичне споживання теплової енергії	Гкал	2345,3	
Економія теплової енергії		450,7	296,0
	тис.грн	817,5	536,9
	%	33,5	22
Сумарна економія теплової енергії	Гкал	746,6	
	тис.грн	1354,4	
	%	55,5	

З огляду на вартість індивідуального теплового пункту та системи контролю та автоматичного регулювання споживання тепла, більш ефективним є встановлення автоматичного регулювання.

3.2.2 Промивка трубопроводів системи опалення і гарячого водопостачання

Відкладення в трубопроводах і на внутрішніх поверхнях теплообмінних апаратів є наслідком фізико-хімічного процесу. На інтенсивність цього процесу впливають кілька факторів: хімічний склад води, швидкість руху води, характер внутрішньої поверхні, температурні умови.

Відкладення здатні вносити корективи в установлений гідравлічний і тепловий режими доставки теплоносія до кінцевого споживача, тому своєчасне їх видалення з використанням сучасних технологій є заходом, що дозволяє усунути збої в теплопостачанні а також знизити витрати електричної енергії на прокачку теплоносія. У тому випадку якщо відкладення сформувалися на внутрішній поверхні радіаторів, вони виступають в ролі додаткового опору теплопередачі [30].

Розрахунок

Дані, що приймаються до розрахунку:

- внутрішній діаметр труби - $D = 0,2\text{ м}$;
- товщина внутрішніх відкладень - $\delta = 1\text{ мм}$;
- довжина трубопроводу - $L = 100\text{ м}$;
- температура води всередині труби – $t = 70^\circ\text{C}$;
- витрати води – $G = 10\text{ л/с}$;
- ККД насоса - $\eta_n = 0,85$;
- тариф на електричну енергію – $T = 6\text{ грн/кВт}\cdot\text{год}$ [34];
- річне число годин роботи трубопроводу – 5000 год ;

Тепер визначаємо швидкість потоку води за формулою (3.1):

$$\omega = \frac{G}{\rho \cdot S} = \frac{50}{1000 \cdot 3,14 \cdot (0,2/2)^2} = 1,59 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (3.1)$$

Характер течії визначаємо за формулою (3.2):

$$Re = \frac{D \cdot \omega}{\nu} = \frac{0,2 \cdot 1,59}{0,4154 \cdot 10^{-6}} = 975759,93. \quad (3.2)$$

Відношення перепаду тиску розраховуємо за формулою (3.3):

$$\frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} \approx \frac{D_1^5}{D_2^5} = \frac{0,2^5}{(0,2 - 0,002)^5} = 1,05 \quad (3.3)$$

Знаходимо коефіцієнт втрат на тріння за формулою (3.4):

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}} = \frac{0,316}{\sqrt[4]{975759}} = 0,01 \quad (3.4)$$

Визначаємо втрати тиску за формулою (3.5):

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2} = 0,01 \cdot \frac{100}{0,2} \cdot \frac{1000 \cdot 1,59^2}{2} = 25281 \text{ Па} = 25,281 \text{ кПа}. \quad (3.5)$$

Затрати на перекачування визначаються по формулі (3.6):

$$N = \frac{\Delta P \cdot V}{\eta_{\text{н}}} = \frac{25281 \cdot 0,05}{0,85} = 14871,18 \text{ Вт} = 14,871 \text{ кВт}. \quad (3.6)$$

Визначаємо річну різницю в затратах електроенергії по формулі (3.7):

$$\Delta w = \Delta N \cdot T \cdot \Pi = 14,871 \cdot 8760 \cdot 0,05 = 6513,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (3.7)$$

Річна економія в грошовому еквіваленті визначається за формулою (3.8):

$$E_{\text{рік}} = \Delta w \cdot T = 6513,4 \cdot 6 = 39,08 \text{ тис. грн}. \quad (3.8)$$

Термін окупності визначаємо, виходячи з ціни проведення заходу в 24 тис. грн, отже за формуло (3.9) маємо:

$$\text{Ток} = 24 / 39,08 = 0,6 \text{ років} \quad (3.9)$$

Отже, окупність заходу складає трохи більше семи місяців, а з огляду на тривалість опалювального сезону – трохи більше року.

3.2.3 Розрахунок екологічної ефективності використання теплової ізоляції

Сучасна індустрія пропонує широкий спектр теплоізоляційних матеріалів, що характеризуються різним призначенням та різними технічними та якісними характеристиками. Переважними видами теплоізоляційних матеріалів є скловолокно та кам'яна вата, їхня частка становить відповідно 38 і 37%. Значна частка (близько 22%) належить пінополістиролу, зокрема екструзійному (5,3%).

За рахунок застосування ізоляційних матеріалів загальне енергоспоживання будівель може бути знижено, за експертними оцінками, на 50-55%. Високе споживання теплової енергії в системі теплостачання пов'язане як з високими тепловими, насамперед трансмісійними втратами будівель, так і з високими тепловими втратами в системах теплостачання.

Основними факторами, що дозволяють знизити енергоспоживання будівель до мінімального рівня 15-30 кВт-год/(м² рік), є:

- підвищення термічного опору конструкцій, що захищають, до максимального технічно можливого рівня;
- збільшення термічного опору світлопрозорих конструкцій до максимального технічного рівня;
- зведення до мінімуму теплових мостів;

- забезпечення необхідної герметичності будівлі щодо надходження зовнішнього повітря;
- створення систем примусової вентиляції приміщень із рекуперацією тепла вентиляційного повітря;
- оптимізація архітектурних форм та розташування будівлі з урахуванням впливу вітру та можливості використання сонячної радіації.

Поєднання зазначених вище факторів забезпечує мінімальне енергоспоживання будівлі. При цьому визначальними факторами підвищення енергоефективності будівлі є збільшення термічного опору його конструктивних елементів.

Для зниження енергоспоживання будівель до рівня Passive House необхідно підвищити термічний опір огорожуючих конструкцій будівель. Такі значення термічного опору не можуть бути отримані за допомогою традиційних конструктивних рішень та будівельних матеріалів (цегли, бетону та ін.) без застосування ефективних утеплювачів. Необхідний рівень теплозахисту будівель досягається шляхом застосування багатошарових будівельних конструкцій з використанням ефективних утеплювачів.

Варіанти сучасних багатошарових будівельних конструкцій з використанням ефективних утеплювачів зображено на рис. 3.6.

Ефективність застосування утеплювачів розглянемо на прикладі утеплення стін пінополістиролом (рис. 3.7) як найбільш простого способу, який можливо використовувати для покращення теплоізоляційних характеристик існуючих будівель. Пропонується їх утеплення пінополістирольними плитами товщиною 10 см з використанням кріпильних елементів з наступною штукатуркою.



А



Б



В



Г

Рисунок 3.6 – Утеплені огорожувальні конструкції: А – каркасна стіна; Б - система зовнішнього утеплення зі штукатурним покриттям; В – конструкція навісного вентиляованого фасаду; Г - багатшарова конструкція плоского покриття з рулонною покрівлею.

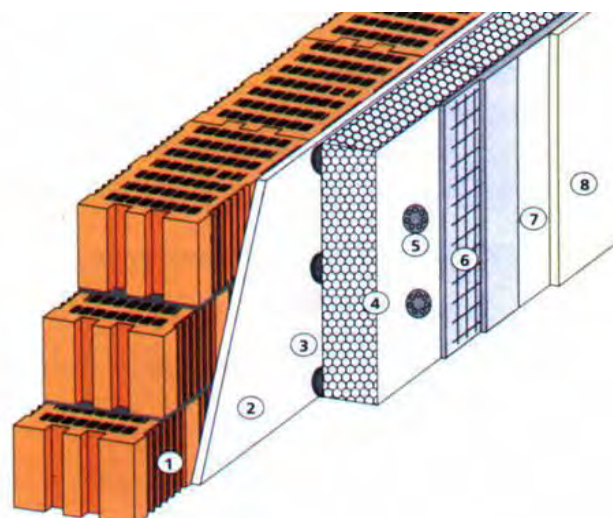


Рисунок 3.7 – Система додаткового утеплення зовнішніх стін за допомогою пінополістиролу

Умовні позначення до Рис. 3.7: 1. Стіна. 2. Наявна штукатурка. 3. Клеюча маса. 4. Пінополістиролова плита. 5. Розпірний штифт із притискнутою прокладкою. 6. Сітка зі скловолокна, вкрита клеєм. 7. Грунтувальний шар. 8. Тонкий шар штукатурки.

Розглянемо ситуацію з втратами тепла через огорожувальні конструкції будівлі старої забудови, у якої зовнішні стіни зовсім не утеплені і мають товщину 500 мм. Значення опору теплопередачі складає $0,776 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$. Потреба в опаленні складає 3537,6 градусо-діб.

Для збільшення опору теплопередачі пропонується утеплити матеріалом, який має велике значення питомого термічного опору - пінопластом.

Розрахунки залежності товщини утеплювача (пінопласту) на цегляній стіні виконані згідно ДБН В.2.6-31: 2006 «Теплова ізоляція будівель» для утеплювача, який найбільш часто вживають в утепленні фасадів – пінопласту ПСБ-С 25. Розрахунок проводили на 1 м^2 , що збільшує універсальність застосування результатів. Ціни на матеріали та роботу взяті із доступних джерел [35-40] та усереднені для наочності розрахунку. Термін експлуатації з мінімальними витратами на обслуговування приймаємо 20 років (за [35-40] – від 10 до 20-30 років). Вартість тепла – 1813,94 грн/Гкал з ПДВ [33]. Нормативні втрати тепла згідно з ДБН складають $0,02 \text{ Гкал}/\text{м}^2$. Результати розрахунків зведено до табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Зведені результати розрахунків

Показник	Значення						
Товщина пінопласту, мм	0	20	50	80	100	120	140
Річні тепловтрати, кВт*год	123,7	75,9	48,1	35,2	29,8	25,9	22,9
Фактичні тепловтрати, Гкал/рік	0,106	0,065	0,041	0,030	0,026	0,022	0,020

Продовження табл. 3.4

Наднормативні витрати тепла, Гкал/рік	0,086	0,045	0,021	0,010	0,006	0,002	0,000
Річні витрати за тепло, грн	192,28	117,91	74,37	54,42	47,16	39,91	36,28
Економічний ефект по теплу за сезон, грн.	-	74,37	117,91	137,86	145,12	152,37	156,00
Вартість утеплення (матеріал+робота), грн/рік	0	34	35	36,5	37,5	38,5	39,25
Річні витрати, грн	192,28	151,91	109,37	90,92	84,66	78,41	75,53
Економічний ефект за сезон, грн.	0	40,37	82,91	101,36	107,62	113,87	116,75

Як видно з рис. 3.8 економічний ефект обумовлено зменшенням плати за тепло, що деякою мірою нівелюється витратами на будівельні матеріали та роботу.

Отримані в результаті розрахунків дані використаємо для порівняльної оцінки екологічної ефективності утеплення.

Оскільки умовами прикладу, який ми розглядаємо, передбачається незмінність температури в приміщенні, в яке подається тепло (адже саме комфортна температура в приміщенні є тією користю від опалення, яка потрібна споживачу), то показник споживчої вартості для усіх варіантів оцінювання буде незмінним. Приймаємо його за 100 одиниць для зручності розрахунків.

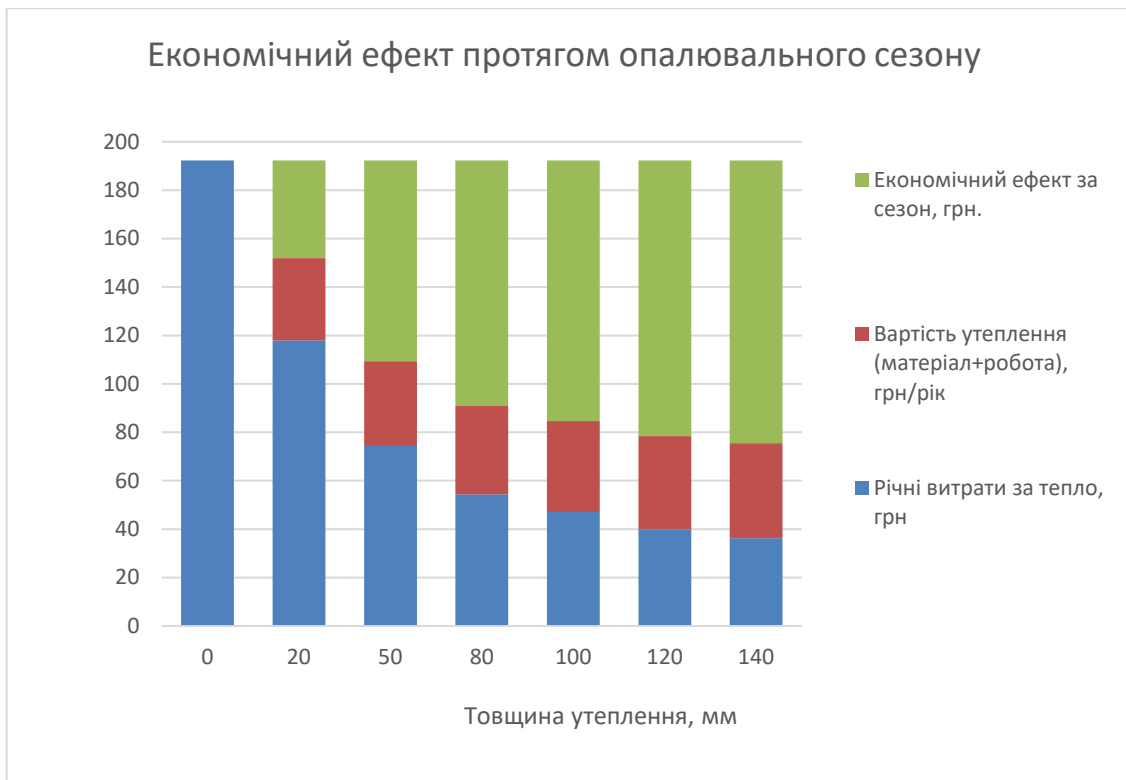


Рис. 3.8 – Економічний ефект утеплення

Екологічна вартість включає в себе вплив на довкілля, пов'язаний з виробництвом тепла (у вираженні вартості – для спрощення розрахунків), вартості матеріалів та роботи для облаштування утеплення.

Результати розрахунків зведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Екологічна ефективність утеплення в залежності від товщини утеплювача

Показник	Значення						
	0	20	50	80	100	120	140
Товщина пінопласту, мм	0	20	50	80	100	120	140
Річні витрати за тепло, грн /рік	192,28	117,91	74,37	54,42	47,16	39,91	36,28
Вартість утеплення, грн/рік	0	34	35	36,5	37,5	38,5	39,25

Продовження табл. 3.5

Сумарні річні витрати, грн	192,28	151,91	109,37	90,92	84,66	78,41	75,53
Екологічна ефективність	0,52	0,66	0,91	1,10	1,18	1,28	1,32
Фактор	1,00	1,27	1,75	2,12	2,27	2,46	2,54

Проведемо дослідження показників Екологічної ефективності та Фактору за допомогою засобів Microsoft Excel. Для цього побудуємо графіки зміни показників, знайдемо їх математичний опис та добудуємо отриманих графік розрахованих даних лінією тренду(рис. 3.9 та 3.10).

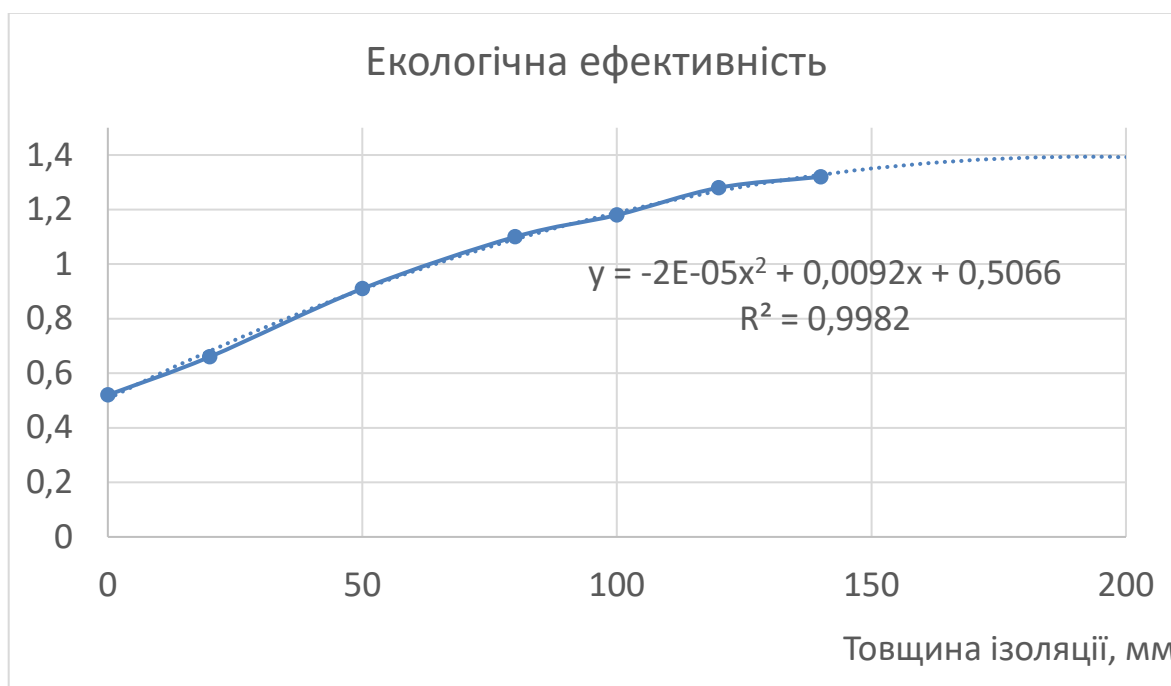


Рис. 3.9 – Залежність Екологічної ефективності від товщини ізоляційного шару

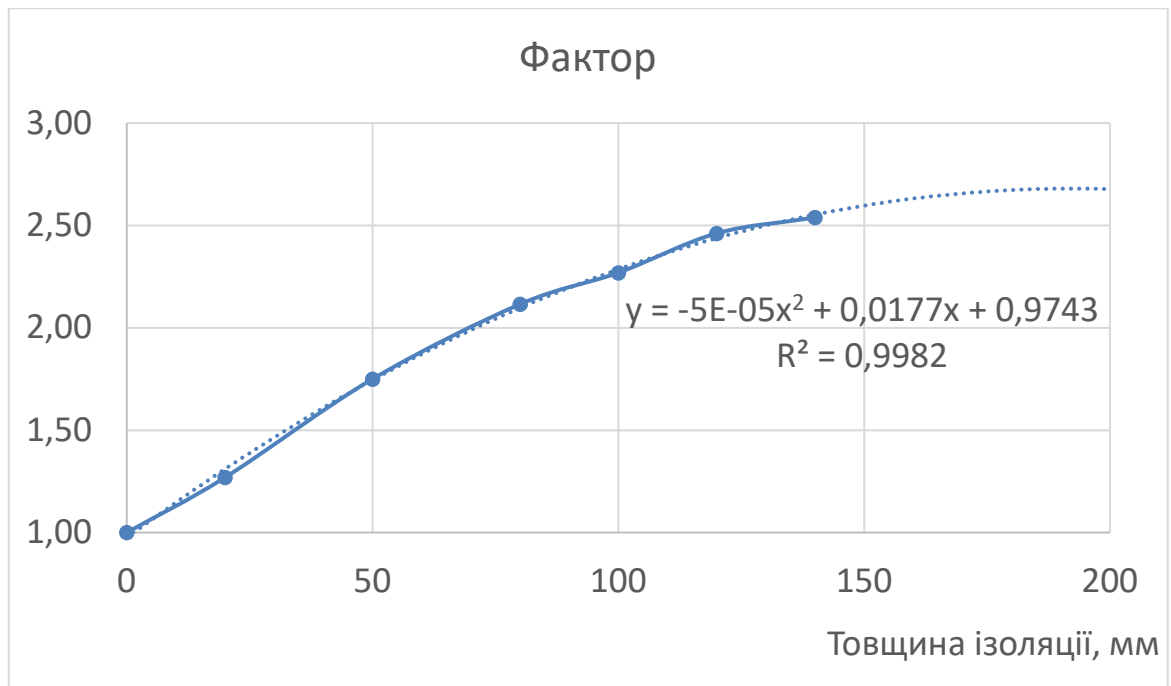


Рис. 3.10 – Залежність Фактору від товщини ізоляційного шару

Отримані математичні залежності є поліномами другого ступеню і з дуже високою достовірністю, близькою до одиниці, описують зміну досліджуваних показників. Як видно із представлених даних збільшення товщини ізоляції до 175 мм ще буде досить повільно підвищувати екологічну ефективність енергозберігаючого заходу. Скоріш за все точкою максимуму будуть характеристики будівлі, що відповідають рівню Passive House. В подальшому отримана математична модель прогнозує відсутність змін, але, очевидно, має відбутись зменшення екологічної ефективності і фактору. Адже вартість матеріалів та роботи з утеплення будуть зростати не приносячи при цьому економію теплової енергії.

Висновки до розділу III

В третьому розділі було здійснено оцінку життєвого циклу системи теплозабезпечення, проаналізовано найбільш важливі складові: виробництво тепла та обслуговування системи теплозабезпечення, для яких на основі аналізу вхідних та вихідних потоків проведено оцінку потенційного впливу на навколишнє середовище.

Оцінку ефективності енергозберігаючих інновацій проводили, грунтуючись на розробленій схемі «кола ефективності» системи теплозабезпечення.

Проведено розрахунки, на прикладі яких продемонстровано принципи оцінювання енергетичної, економічної та екологічної ефективності впровадження інноваційних енергозберігаючих заходів.

РОЗДІЛ V

ОХОРОНА ПРАЦІ

Основні вимоги безпеки під час виконання робіт на тепломеханічному обладнанні зазначені в НПАОП 0.00-1.69-13 «Правила охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок» [47] та НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском» [48].

Безпечне користування системами теплопостачання можливе за умови відповідної та своєчасної підготовки теплового обладнання до роботи в опалювальному періоді. Для цього власники теплового обладнання мають перед опалювальним сезоном здійснювати певні організаційно-технічні заходи, дотримуючись при цьому заходів безпеки [49].

Організаційно-технічні заходи підготовки до опалювального , зокрема, повинні передбачати:

- виконання ремонтно-профілактичних робіт устаткування тепловикористовувальних установок і внутрішньобудинкових систем;
- усунення порушень, виявлених у гідравлічних та теплових режимах тепловикористовувальних установок;
- промивання устаткування, тепловикористовувальних установок, трубопроводів та систем теплоспоживання;
- виконання ремонтно-профілактичних робіт приладів обліку та регулювання теплової енергії та їх повірки;
- відновлення теплової ізоляції;
- перевірку та відновлення (за необхідності) герметизації інженерних вводів;
- гідравлічні випробування внутрішньобудинкових систем централізованого опалення;

- налагодження систем теплоспоживання.

Одним із головних чинників, що впливають на безпечну і надійну експлуатацію котлів та іншого тепломеханічного обладнання, є якість підготовки теплоносія (води) для котлів та тепломеханічного обладнання, дотримання вимог проектної, експлуатаційної та ремонтної документації заводів-виготовлювачів. Таку обробку має проводити теплопостачальна компанія.

Вибір способу обробки води для живлення котлів і підживлення системи опалення повинен здійснюватися відповідно до вимог експлуатаційної документації виробника. Підживлювання сирого водою котлів, обладнаних пристроями для докотлової обробки води, не допускається.

Для парових та водогрійних котлів з урахуванням вимог Правил [47], інструкцій виробників та інших НД, налагоджувальною організацією повинні бути розроблені інструкції з ведення водно-хімічного режиму та інструкції з експлуатації установки (установок) для докотлової обробки води з режимними картами. Дані інструкції повинні бути затверджені роботодавцем підприємства (установи), яке експлуатує котел, і знаходитись на робочих місцях обслуговувального персоналу.

Необхідно розуміти, що якщо не проводити докотлову обробку води, то безперервне відкладення накипу і шламу, підвищення відносної лужності і твердості котлової води до небезпечних меж призводить до наступного:

- зростання фінансових затрат на понаднормові витрати палива, ремонт і заміну котлів та нагрівальних приладів;
- розвиток корозії металу;
- зменшення пропускної здатності труб;
- збільшення внутрішнього тертя;
- зниження теплопровідності і енергоефективності котла;
- вихід із ладу котла і ризик виникнення вибуху.

Вимоги до теплового обладнання [47]

Усі гарячі частини обладнання, трубопроводи, баки та інші елементи, торкання до яких може викликати опіки, повинні мати теплову ізоляцію. Температура на поверхні ізоляції за температури навколишнього повітря +25°C не повинна перевищувати +43°C.

Усі гарячі ділянки поверхонь обладнання і трубопроводів, що розташовані в зоні можливого потрапляння на них легкозаймистих, горючих, вибухонебезпечних або шкідливих речовин, необхідно покрити металевою обшивкою для захисту теплової ізоляції від просочування цих речовин.

Трубопроводи агресивних, легкозаймистих, горючих, вибухонебезпечних або шкідливих речовин повинні бути герметичними

Елементи обладнання, арматуру та прилади, що потребують періодичного огляду, необхідно розміщувати у зручних місцях, забезпечуючи вільний прохід для їх обслуговування.

Елементи обладнання, арматуру, пристрої для вимірювання, керування і регулювання, а також прилади, розміщені на висоті понад 1,3 м над рівнем підлоги (робочої площадки), необхідно обслуговувати із стаціонарних площадок із застосуванням огорожень та драбин.

Засувки і вентиля, для відкривання яких потрібні великі зусилля, необхідно забезпечувати механічними або електричними приводами.

Усі пускові пристрої і арматуру необхідно пронумерувати і нанести написи відповідно до технологічної схеми.

На маховиках керування арматурою повинні бути стрілки, що показують напрямок обертання, і літери «В» - відкрито, «З» - закрито.

На пристроях керування арматурою з електричним (електромагнітним) або механічним (пневматичним) приводом повинні наноситись написи щодо їх призначення і слова, що показують напрямок ходу: «відкр.», «закр.».

Пристрої аварійного вимикання обладнання (кнопки, важелі) повинні бути червоного кольору, мати написи про їх призначення і бути легкодоступними для обслуговуючих працівників.

Рухомі частини обладнання повинні мати надійно і міцно закріплені захисні огороження для унеможливлення випадкового торкання до них і травмування працівників.

Захисні огороження повинні бути відкидними, розсувними або знімними, виготовленими з окремих секцій. Огороження, що відкриваються уверх, повинні мати фіксацію у відкритому положенні.

В огороженнях повинні передбачатись дверцята і кришки для зручності обслуговування захищених частин машин і механізмів.

Огороження, дверцята і кришки повинні бути забезпечені пристроями для надійного утримування їх у закритому (робочому) положенні, а у разі потреби їх необхідно заблокувати з приводом машин і механізмів для вимкнення цих пристроїв у разі знімання (відкривання) огорожень.

Виготовляти огороження з наварених на каркас машин і механізмів дротиків та смуг заборонено.

Вимоги безпеки при обслуговування обладнання

Перед початком проведення робіт необхідно перевірити підготовку робочого місця і допуск бригади до роботи відповідно до вимог глави 4 розділу V Правил [47], що стосуються майбутньої роботи. У разі невиконання цих вимог і незабезпечення працівників необхідним спецодягом, спецвзуттям і засобами індивідуального захисту працівники не мають права розпочинати роботу незалежно від того, хто дав їм вказівку на її виконання.

У разі появи у процесі проведення роботи будь-якої небезпеки працівники повинні припинити роботу і повідомити про це керівника робіт. Продовжувати роботу дозволяється тільки після усунення виявлених порушень.

Обходити та оглядати обладнання дозволяється тільки після отримання дозволу від оперативних працівників, які контролюють режим роботи цього обладнання.

Перебування працівників поблизу люків, лазів, водовказівного скла, а також біля запірної, регулювальної та запобіжної арматури і фланцевих з'єднань

трубопроводів, що перебувають під тиском, дозволяється тільки у разі виробничої необхідності.

Не дозволяється ходити по трубопроводах, а також по конструкціях і перекриттях, що не призначені для проходу по них, а також спиратись і ставати на огороження площадок.

Під час пуску, обпресування та випробування обладнання і трубопроводів під тиском поблизу них дозволяється перебувати тільки працівникам, які безпосередньо проводять ці роботи.

Під час проведення гідравлічного випробування обладнання у разі підвищення тиску до випробувального перебування працівників на цьому обладнанні заборонено.

Дозволяється проводити огляд зварних швів випробовуваних трубопроводів і обладнання тільки після зниження випробувального тиску до робочого без простукування зварних швів.

У разі виявлення свищів у паропроводах, камерах, колекторах та трубах котла, що не обігриваються, живильних трубопроводах і корпусах арматури тощо необхідно негайно повідомити про це відповідального для вжиття необхідних заходів.

Заборонено проводити пуск, випробування і короткочасну роботу механізмів або пристроїв за відсутності огорожень або у разі їх несправного стану. Заборонено також прибирати поблизу механізмів, які не мають запобіжних огорожень.

Для обтиральних матеріалів використовуються бавовняні або лляні ганчірки.

Брати в руки, торкатись обірваних, завислих, оголених, з пошкодженою ізоляцією проводів або струмопровідних предметів (дротів, труб, тросів, мокрих мотузок тощо), що стикаються з цими проводами, а також наступати на проводи, що лежать на землі чи підлозі, заборонено.

Обладнання, що експлуатується, повинно бути справним і не мати несправних або вимкнених пристроїв аварійного вимикання, блокування, захисту та сигналізації.

Обладнання дозволяється ремонтувати тільки за умови виконання технічних заходів, що унеможливають його помилкове введення в дію (пуск двигуна, подавання пари або води тощо), а також самочинне переміщення або рух.

Після закінчення очищення або ремонту обладнання необхідно перекона- тись у тому, що в ньому не залишилися працівники і будь-які сторонні предмети.

Капітальні й середні ремонти обладнання необхідно проводити за ППР або технологічною документацією (технологічними картами, інструкціями та технічними умовами на ремонт), що містить конкретні вимоги з охорони праці під час підготовки до роботи та у процесі її проведення.

У ППР повинні бути визначені такі вимоги:

- забезпечення монтажної технологічності конструкцій та обладнання;
- безпечне розміщення машин і механізмів;
- наявність місць і засобів кріплення страхувальних канатів і запобіж-них поясів під час проведення робіт на висоті;
- забезпечення засобами контейнеризації і тарою для переміщення поштучних і сипких матеріалів;
- забезпечення вантажозахоплювальними пристроями (вантажними стропами, траверсами, монтажними захватами) з урахуванням маси й габаритів вантажу, що переміщується, умов стропування і монтажу;
- забезпечення засобами тимчасового закріплення елементів, що роз-бираються, під час проведення демонтажу конструкцій;
- улаштування захисних перекриттів або козирків під час проведення суміщених робіт по одній вертикалі.

Крім того, у ППР повинні зазначатись:

- номенклатура пристроїв, приладів і засобів індивідуального і колек-тивного захисту працівників;

- засоби підмоцнення, що призначені для виконання певного виду робіт або певної операції;
- шляхи й засоби піднімання працівників на робочі місця.

Під час проведення ремонтних робіт, пов'язаних з монтажем або демонтажем обладнання та трубопроводів, а також із заміною елементів обладнання, виконується передбачена ППР або технологічною картою послідовність операцій щодо забезпечення стійкості елементів обладнання, що залишились або щойно встановлюються, і запобігання падінню його демонтованих частин.

Збіг болтових отворів під час збирання фланцевих з'єднань необхідно перевіряти за допомогою ломів або оправок.

Для відмивання і знежирювання деталей та обладнання необхідно використовувати пожежобезпечні технічні мийні засоби. Ці роботи забороняється виконувати із застосуванням легкозаймистих речовин (гасу, бензину, бензолу, ацетону тощо), а також хлорпохідних вуглеводнів (трихлоретилену, дихлоретану тощо).

У виняткових випадках з дотриманням необхідних заходів пожежної безпеки допускається використовувати розміщені в закритій тарі з матеріалу, що не б'ється, горючі рідини (розчинники, бензин тощо) у кількостях, необхідних для разового використання, але не більше 1 л.

Відігрівати замерзлі трубопроводи з горючими, вибухонебезпечними і шкідливими речовинами, а також їхню арматуру необхідно вологою парою або гарячою водою. Ці роботи не дозволяється виконувати із застосуванням джерела тепла з відкритим вогнем.

Місця, небезпечні для проходу або перебування в них пішоходів, необхідно обгородити і вивісити застережні знаки безпеки згідно з чинним законодавством.

Очищення світильників і замінювання перегорілих електроламп, розміщених на висоті до 2,5 м, можуть виконувати працівники технологічних цехів, які мають групу з електробезпеки не нижче II, за умови забезпечення зручного і безпечного доступу до світильників.

Замінювати плавкі вставки, оглядати і ремонтувати освітлювальну мережу, а також замінювати лампи і очищувати світильники на висоті понад 2,5 м повинні працівники електричного цеху.

У місцях, що не мають стаціонарного освітлення, обслуговування обладнання повинно здійснюватись із застосуванням достатньої кількості справних переносних акумуляторних ліхтарів та електричних світильників із захисною сіткою навколо лампи. Ці ліхтарі та світильники повинні передаватись між змінами.

Переносні ручні електричні світильники в приміщеннях з підвищеною небезпекою і в особливо небезпечних приміщеннях повинні живитись від мережі напругою до 42 В, а за особливо несприятливих умов, коли загроза ураження електричним струмом посилюється через тісноту, незручність виконання роботи, можливість торкання працівника до металевих заземлених елементів, - напругою до 12 В.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки дозволяється користуватись переносними електричними світильниками напругою 220 В.

Ремонтні роботи

Електрозварювальні, газополум'яні та інші вогневі роботи необхідно проводити з дотриманням вимог [Правил пожежної безпеки в Україні](#), затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій від 19 жовтня 2004 року № 126, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 04 листопада 2004 року за № 1410/10009 (далі - НАПБ А.01.001-2004).

Організація і проведення газонебезпечних робіт у резервуарах та підземних спорудах повинні відповідати вимогам розділів 1, 4, 6, 7 [НПАОП 0.00-1.20-98](#) та (або) інших чинних нормативно-правових актів, що застосовуються у відповідній галузі.

Техніка безпеки при проведенні теплоізоляційних робіт

Теплоізоляційні роботи необхідно виконувати за умови відсутності виходу пари, витікань, викидів горючих газів у зоні проведення робіт і за температури на поверхні обладнання до +60°C.

Антикорозійні, фарбувальні та теплоізоляційні роботи на обладнанні та конструкціях необхідно проводити відповідно до вимог чинних нормативно-правових актів.

Проводити теплоізоляційні роботи на обладнанні у разі несталого режиму його роботи, а також у разі несталого режиму роботи сусіднього діючого обладнання, розташованого на небезпечній відстані від нього, заборонено.

Дозволяється виконувати розбирання окремої ділянки ізоляції на діючому обладнанні для визначення нещільності за умови дотримання необхідних заходів безпеки (використання гаків на довгих держаках, перебування з боку, протилежного місцю виходу пари в атмосферу або витікання тощо).

Не дозволяється проводити ізоляційні роботи на обладнанні під час його гідравлічного і пневматичного випробування, а також у зоні випробування обладнання або трубопроводів.

Наносити ізоляційну мастику необхідно у гумових рукавицях і захисних окулярах.

Роботи з мінеральною ватою і скловатою та виробами з неї необхідно проводити у захисних окулярах, протипиловому респіраторі і рукавицях з міцної тканини. Під час проведення цих робіт брюки надягати поверх чобіт (навипуск) і не засукувати рукава. Рукава та комірці спецодягу потрібно застебнути.

Роботи з рідким склом, теплоізоляційними та іншими матеріалами у вигляді мастик, до складу яких входить рідке скло, а також роботи з нанесення ізоляції і штукатурки з використанням вапняно-азбестоцементних, перлітових, вермикулітових розчинів і мастик необхідно виконувати у гумових кислото- і лугостійких рукавицях і захисних окулярах.

Різання теплоізоляційних виробів стаціонарною або переносною циркулярною пилюкою повинні виконувати працівники, які пройшли відповідне навчання та інструктаж (цю роботу дозволяється виконувати лише у разі жорсткого закріплення пилюки, установлення огорожень та за умови увімкненої витяжної вентиляції).

Під час проведення різальних робіт необхідно користуватись дерев'яними підштовхувачами, а також уникати наближення рук до диска пилюки, що обертається.

Під час проведення теплоізоляційних робіт із застосуванням дроту кінці дротяного каркаса ізоляції і дротяних кріпильних деталей повинні бути загнутими і закритими шаром ізоляції. Залишати кінці дроту незагнутими, а також використовувати невідпалений дріт заборонено.

Сипкі ізоляційні матеріали необхідно складувати у штабелі заввишки до 1,2 м. Брати сипкі матеріали із штабелів необхідно тільки зверху.

Подавання ізоляційних матеріалів на висоту необхідно механізувати.

Курні ізоляційні матеріали, мінеральну вату або скловату необхідно подавати на місце проведення робіт у контейнерах або пакетах з дотриманням умов, що унеможливають їх розпилювання.

Не дозволяється під час розбирання ізоляції та обмурування ударяти по стінках трубопроводів і обладнання. Ізоляцію необхідно розбирати у напрямку тільки зверху вниз із застосуванням захисних окулярів, а також зволожувати, щоб уникнути пиловиділення.

Під час розкроювання і різання листового металу і склопластиків руки необхідно тримати якомога далі від леза ножа ножиць і застосовувати захисні рукавиці, щоб уникнути порізу рук задирками і гострими краями.

Перед початком пневматичного транспортування ізоляційних матеріалів необхідно переконатись у справності установки пневматичного подавання розчинів.

Працювати з несправними елементами установки пневматичного подавання розчинів, а також за відсутності або несправності манометрів, що показують тиск повітря, що транспортується, забороняється.

Шланги, якими подається розчин або мастика, не повинні бути перегнутими.

Розчинопроводи після монтажу і надалі (не рідше ніж через кожні 3 місяці) повинні проходити гідравлічне випробування тиском, що в 1,5 рази перевищує робочий. Результати випробувань розчинопроводів необхідно оформлювати актом та робити відмітки у технічному паспорті.

Не дозволяється ремонтувати розчинопроводи, що перебувають під тиском, а також підтягувати їхні фланцеві з'єднання.

Якщо розчин не проходить через з'єднання (стики) розчинопроводів, необхідно вимкнути компресор, розібрати несправний вузол і усунути пробку, що утворилася. Простукувати розчинопровід для усунення пробки заборонено.

Перед тим, як виконати очищення барабана розчиномішалки, рубильник необхідно вимкнути, зняти запобіжники з електродвигуна розчиномішалки, заземлити кабель живлення електродвигуна і на рубильнику вивісити заборонний знак безпеки «Не вмикати! Працюють люди».

Барабан розчиномішалки необхідно закривати захисною сіткою з вічками розміром не більше 70x70 мм.

Під час роботи розчиномішалки просувати руки у барабан, а також розвантажувати його на ходу заборонено.

Очищати приямок для завантажувального ковша розчиномішалки дозволяється тільки після фіксації ковша у піднятому положенні.

Не дозволяється працівникам перебувати під піднятим і незафіксованим ковшем.

Під час продування і чищення розчинопроводу необхідно працювати у захисних окулярах.

Під час продування розчинопроводу стисненим повітрям необхідно вивести із зони продувки на відстань понад 10 м усіх працівників, крім тих, хто безпосередньо виконує цю роботу.

Під час нанесення ізоляції на обладнання напилюванням необхідно вжити заходів, що унеможливають забруднення розміщеного поруч обладнання.

РОЗДІЛ VI

ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Захист населення при виникненні надзвичайних ситуацій на системах теплопостачання.

У комплексі захисних заходів важливе значення має проведення робіт з відновлення роботи комунально-енергетичних мереж та об'єктів життєзабезпечення населення. Також їх мета полягає в локалізації аварій та усунення пошкоджень, що перешкоджають проведенню рятувальних робіт та створення умов для ефективного проведення відновлювальних робіт.

В розділі розглядаються питання виявлення та ліквідації пошкоджень, проведення аварійно-відновлювальних робіт стосовно систем теплопостачання в умовах виникнення надзвичайних ситуацій.

Дії об'єктових спеціалізованих служб (комунально-технічних, енергетики, інженерних, технічних, транспортного забезпечення), територіальних і об'єктових формувань цивільного захисту (аварійно-технічних, аварійно-відновлювальних, інженерних, ремонтно-відновлювальних, відновлення доріг та мостів, механізації робіт, ремонтних, транспортних) при проведенні аварійно-рятувальних та аварійно-відновлювальних робіт сформульовано у ряді навчально-методичних розробок, з яких можна виділити розробки Навчально-методичного центру цивільного захисту та безпеки життєдіяльності Івано-Франківської області [50] та [51].

5.1 Вплив надзвичайних ситуацій на системи теплопостачання. Можливий характер аварій та пошкоджень, способи їх виявлення.

Вплив надзвичайних ситуацій на системи теплопостачання.

Надзвичайні ситуації техногенного, природного, соціального та воєнного характеру суттєво впливають на роботу системи теплопостачання населення та суб'єктів господарювання.

Можливий характер аварій та пошкоджень, способи їх виявлення.

Об'єми і терміни проведення аварійно-відновлювальних робіт залежать від ступеня руйнування будівель, споруд і суб'єктів господарювання. При визначенні ступеню руйнування враховується характер руйнування, збитки і можливості подальшого використання і відновлення.

Прийняті наступні ступені руйнування:

- повне;
- сильне;
- середнє;
- слабке.

Кожному ступеню руйнування відповідає своє значення збитків і об'єму аварійно-відновлювальних робіт.

Повне руйнування – руйнування і обвалення всіх елементів системи, включаючи надземні і підземні. Збитки складають більше 70% вартості основних виробничих фондів (більше 70% балансової вартості комунікацій), подальше їх використання неможливе. Відновлення можливе тільки у порядку нового будівництва.

Сильне руйнування – руйнування частини надземних і підземних елементів системи. Збитки складають від 30 до 70% вартості основних виробничих фондів (балансової вартості комунікацій), можливе обмежене використання потужностей, які збереглися. Відновлення можливе у порядку капітального ремонту.

Середнє руйнування – руйнування головним чином другорядних елементів системи. Збитки складають від 10 до 30% вартості основних виробничих фондів

(балансової вартості комунікацій). Робота системи відновлюється в порядку середнього ремонту, а окремі елементи – після капітального ремонту.

Слабке руйнування – руйнування окремих другорядних елементів системи. Збитки складають до 10% вартості основних виробничих фондів (балансової вартості комунікацій). Відновлення можливе у порядку середнього або поточного ремонту.

Із загальної кількості аварій і відключень на КЕМ приймається для систем: водозабезпечення – 20%, каналізації – 20%, газозабезпечення – 25%, теплозабезпечення – 15%, електрозабезпечення – 20%.

Характеристика мережі теплопостачання

Мережа теплопостачання забезпечує подачу теплової енергії (гарячої води, підігрітого повітря, пари) від її джерел до споживачів. Вона складається із зовнішньої розвідної і внутрішньої мереж.

Мережа теплопостачання може бути комунальною або промисловою. Комунальна використовується для опалення. Теплоносієм у ній служить гаряча вода з температурою до 150°C і тиском від 6 до 14 атм. У промисловій мережі теплоносієм служить підігріте повітря або пара з тиском до 25 атм, які використовуються для технологічних потреб.

Мережа теплопостачання має два трубопроводи: по одному теплоносії подається споживачу, по іншому – конденсат пари або охолоджена вода повертається у котельню або бойлерну.

Способи виявлення аварій на системах теплопостачання.

Аварії на системах теплопостачання виявляються за їх характерними ознаками.

Руйнування ліній теплопостачання може привести до затоплення гарячою водою (заповнення парою) приміщень, особливо підвальних, опіків людей, які знаходяться поблизу місць руйнування. Ця небезпека особливо велика при продовженні роботи насосних станцій ТЕЦ та котелень і збереженні тиску в мережах теплопостачання.

Характерними аваріями на мережах теплопостачання можуть бути: розриви або пошкодження стиків труб, утворення тріщин, порушення герметичності фланцевих з'єднань, утворення протікання у місцях установки регулюючої апаратури і сальникових компенсаторів. Витік у тепломережі фіксується падінням тиску на щиті приладів. Для виявлення зони витіку на короткий час по черзі відключають теплові магістралі або відгалуження від них. Якщо після відключення підпитка зменшується, а тиск піднімається, то це значить, що витік відбувається на відключеній ділянці.

Місця руйнування на лініях теплопостачання виявляються по паруванню над зруйнованою ділянкою, по просіданню ґрунту над місцем розриву труби, а зимою по таненню снігу в зоні пошкодження.

5.2 Відключаючі пристрої на кем, їх розміщення та порядок відключення аварійних та пошкоджених ділянок системи теплопостачання.

З метою запобігання травмування та загибелі людей а також припинення розвитку аварійної ситуації на системах теплопостачання та безпечного проведення аварійно-відновлювальних робіт проводиться, в першу чергу, відключення окремих ліній та ділянок системи теплопостачання, на яких виникла аварія, для їх локалізації. Для цього застосовуються різноманітні відключаючі пристрої.

При пошкодженні тепломагістралей необхідно перекрити витік води шляхом відключення пошкодженої магістралі.

На теплових мережах встановлюють запірну та регулюючу арматуру. В якості запірної арматури застосовують засувки. На трубопроводах з великим тиском діаметром 350 мм і більше встановлюють засувки з обвідним пристроєм, який полегшує їх відкривання.

Перед початком аварійно-відновлювальних робіт в першу чергу відключають аварійну магістраль закриттям найближчих до пошкодженої ділянки засувок

з боку станції. Після цього закривають засувки, розміщені далі по ходу від станції і зменшують тиск на пошкодженій ділянці до нуля.

5.3 Способи екстреного усунення аварій на системах теплопостачання та тимчасового відновлення пошкоджених ділянок.

Аварійно-відновлювальні роботи на системах теплопостачання організуються і проводяться з таким розрахунком, щоб у першу чергу локалізувати і ліквідувати ті аварії, які загрожують життю людей, затрудняють проведення рятувальних робіт або можуть викликати нові аварії (вибухи, пожежі і т. ін.).

Роботи на системах теплопостачання здійснюються аварійно-технічними командами. Кожна команда складається з одної, двох або трьох спеціалізованих груп. У складі груп є ланки по теплових мережах, електромонтери, сантехніки, газопровідники і т. д. Групи (ланки) притягуються до аварійних робіт у відповідності до їх спеціалізації.

При пошкодженнях у мережі теплопостачання (руйнування труб, розриви зварних стиків і т. п.) необхідно негайно перекрити витік води шляхом відключення пошкодженої магістралі. В першу чергу закривають засувку, найближчу до пошкодженої ділянки зі сторони станції, потім далі по ходу від станції. Гаряча вода і пара відводяться у безпечні місця. Теплопровід охолоджується.

При розриві сталевих труб або при утворенні в них великих тріщин пошкоджені місця заварюють або замінюють труби новими. Протікання у фланцевих з'єднаннях усувають зачеканкою щілин дерев'яними клинами, азбестом або заміною фланцевих прокладок.

При будь яких пошкодженнях теплопроводів роботи починають тільки після повного відключення ділянки і її охолодження.

Теплоізоляція відновлювальних теплових мереж проводиться у випадках, коли існує можливість їх промерзання (в холодну зимову погоду).

5.4 Особливості виконання робіт у районах виникнення надзвичайних ситуацій

Проведення робіт у районах суцільних завалів і масових пожеж.

Підземні комунальні мережі, до яких належать системи теплопостачання, частково або повністю руйнуються, але можуть отримати і пошкодження. Трубопроводи – найстійкіші елементи мереж. Значно слабкіші оглядові колодязі, підземні резервуари. Транспортні споруди (мости, шляхопроводи) руйнуються або отримують пошкодження, в тому числі і сильні. Повітряні лінії електропередач і зв'язку руйнуються повністю. У завалі дерев'яні конструкції змішуються з кам'яними, із-за чого відбувається сильне задимлення, тління, але великі пожежі малоімовірні.

Характеристика завалів.

При повному руйнуванні багатоповерхових будівель житлово- цивільного призначення завали являють собою безладні нагромадження уламків стін, перекриттів, сходових маршів, сантехнічного обладнання і комунікацій, меблів, іншого майна, словом всього того, з чого побудована і чим наповнена будівля.

Значна частина залізобетонних конструкцій перетворюється у щебінь, оголюється арматура, зберігаються лише окремі частини деформованих особливо міцних конструкцій.

Висота суцільних завалів в осередку ураження при руйнуванні будівель залежить від щільності їх забудови, кількості поверхів та конструкції і можуть досягати 3-4 м у висоту.

Таким чином у місті може утворюватися один або декілька осередків ураження із зруйнованими будівлями, спорудами і мережами комунального господарства на великих площах. Можуть виникати масові пожежі. Більш низинні місця території можуть бути затоплені водою із пошкоджених мереж водопостачання, а вузькі вулиці завалені.

Руйнування у великому осередку ураження в тому чи іншому об'ємі зачеплять всі галузі міського господарства: промисловість, енергетику, зв'язок, тра-

нспорт, комунальне господарство. Тому у рятувальних і аварійно- відновлювальних роботах обов'язково прийматимуть участь спеціальні служби і формування ЦЗ, створені на базі будівельних, монтажних, експлуатаційних, ремонтних та інших організацій, які у звичайних умовах забезпечують життєдіяльність міста, роботу промисловості, енергетики, комунального господарства. Багатогранність і складність міського господарства вимагає особливо тісної, завчасно організованої взаємодії всіх служб ЦЗ, формувань і підрозділів при їх роботі в осередку ураження.

Завчасні заходи з підвищення стійкості, живучості систем КЕМ дають змогу знизити об'єм руйнувань і створити сприятливі умови для проведення рятувальних робіт.

Рятувальні та інші невідкладні роботи в осередках ураження включають у себе:

- розвідку;
- локалізацію і гасіння пожеж;
- розшук і розкриття завалених ЗС ЦЗ;
- розшук і вивільнення із завалів постраждалих, надання їм медичної допомоги;
- евакуацію населення із зон можливого катастрофічного затоплення, радіаційного або хімічного зараження;
- санітарну обробку людей і обеззараження одягу, транспорту, техніки, доріг, будівель;
- невідкладні аварійні роботи.

Характеристика районів масових пожеж.

Масові пожежі виникають у результаті великої кількості загорянь. У цій зоні робота аварійних формувань неможлива без локалізації або гасіння пожежі.

Пожежі виникають у більше ніж 20% будівель і споруд і на протязі 1-2 год. в залежності від характеру і щільності забудови розповсюджуються на сусідні будівлі. При щільності більше 20% утворюються зони суцільних пожеж. При за-

будові окремими будівлями і комплексами з щільністю до 7% пожежі не розповсюджуються.

В деяких умовах при щільній забудові спорудами пониженої вогнестійкості можливо виникнення **вогневих штормів**, які характеризуються швидким вигоранням на протязі кількох годин всього, що може горіти. Це явище відбувається внаслідок притоку до зони вогню значних мас повітря з великою швидкістю (50-65 км/год.).

У районах сучасної забудови новими будівлями підвищеної вогнестійкості при щільності забудови менше 30% ймовірність виникнення вогневих штормів практично виключається.

5.5 Особливості виконання робіт у районах стихійного лиха, аварій і катастроф.

Роботи з ліквідації наслідків виробничих аварій і катастроф, стихійного лиха мають свої особливості, які необхідно враховувати при їх організації і проведенні.

1. Велика різноманітність робіт по виду, характеру і масштабах виконання. Необхідна спеціальна підготовка підрозділів і формувань, які притягуються до їх виконання, оснащення їх відповідними машинами, механізмами, обладнанням, які потрібні тільки для даних специфічних умов стихійного лиха або виробничої аварії. В першу чергу це відноситься до проведення робіт на об'єктах промисловості, які становлять підвищену небезпеку (шахти, рудники, нафтопромисли, заводи хімічної промисловості і т. п.).

2. Рятувальні роботи в районах стихійного лиха і в осередках деяких виробничих аварій за своїм складом аналогічні роботам в осередках ураження при ядерному вибуху, але як правило, об'єм робіт дещо менший і умови мирного часу дозволяють мобілізувати і використовувати великі сили для ліквідації наслідків стихійних лих і аварій.

3. При стихійних лихах (урагани, повені, цунамі) виникнення і наближення небезпеки може бути спрогнозоване і повідомлене. Це дає можливість для

відповідної підготовки і прийняття термінових заходів для попередження або послаблення можливих наслідків. Об'єм і характер руйнувань багато в чому залежить від прийнятих заходів безпеки (виведення людей із будівель, евакуація в безпечні райони, проведення протипожежних заходів і т. ін.).

4. Для виконання робіт з ліквідації наслідків аварій і стихійних лих можлива концентрація у великих масштабах сил і засобів із врахуванням залучення їх із інших районів, які не постраждали. Крім спеціалізованих формувань можуть залучатися військові частини і місцеве працездатне населення, можливе використання великої кількості різноманітної техніки та інших засобів механізації робіт.

5. Для керівництва роботами з ліквідації наслідків НС створюються спеціальні комісії з широкими повноваженнями, створюється апарат управління, оснащений засобами зв'язку з працюючими в осередках ураження підрозділами і формуваннями.

6. Ліквідація наслідків НС вимагає здійснення комплексу організаційних, інженерно-технічних та інших заходів, які проводяться як завчасно, так і в ході виконання робіт.

Для завчасної підготовки до ліквідації виробничих аварій насамперед потрібно виявити ті виробничі об'єкти, аварії на яких можуть привести до великих руйнувань, ураження людей, зараження територій (АЕС, нафтодобувні та нафтопереробні підприємства, об'єкти хімічної промисловості, шахти, гідротехнічні споруди). На кожен з таких об'єктів необхідно відпрацювати характерні для даного об'єкта варіанти ймовірних аварій і встановити можливі масштаби наслідків, виконати необхідні розрахунки і скласти плани дій для ліквідації наслідків НС (в тому числі оповіщення, розвідки осередку ураження, заходи з рятування людей та їх евакуації, локалізації та ліквідації наслідків аварійних ситуацій та інші питання).

Таким документом, який відпрацьовується для кожного ПНО, є ПЛАС. Форма та зміст його визначені Положенням щодо розробки ПЛАС, введеним у дію Наказом Міністра праці та соціальної політики від 17.06.1999 р. №112.

Основою успішного проведення аварійних робіт є цілеспрямована підготовка і навчання робітників, службовців, спеціалізованих формувань із врахуванням конкретних особливостей кожного об'єкта (розташування, планування, забудова, інженерні комунікації і обладнання, технологія виробництва, природнокліматичні і погодні умови і т. д.).

5.6 Заходи безпеки при проведенні робіт на мережах і спорудах тепlopостачання:

Ці роботи пов'язані з великою небезпекою із-за великих (до 300°C) температур і тиску.

Найбільш відповідальні роботи виконують по спеціальних нарядах із дотриманням особливих заходів безпеки. До таких робіт відносяться:

- відключення діючих теплопроводів (в т. ч. установка і зняття заглушок);
- ремонт електрообладнання і зварювальні роботи в камерах і тунелях;
- нанесення теплоізолюючого шару на діючий теплопровід;
- прогрів і запуск паропроводів;
- випробування на розрахункові температури і т. д.

Камери (колодязі) підземних теплопроводів повинні мати не менше двох люків з драбинами і скобами. Тільки у раніше збудованих камерах з внутрішньою площею до 2,5 м² допускається мати один люк.

Аварійні люки з прохідних і напівпрохідних каналів (тунелів) повинні споруджуватися через кожні 200 м, а паропроводів – через 100 м. Кришки люків повинні легко відчинятися зсередини.

Ремонт у напівпрохідних камерах дозволяється проводити тільки при відключенні трубопроводів з двох сторін і температурі теплоносія не більше 80°C. При температурі 40-50°C дозволяється працювати не більше 20 хв. з перервами і виходом із камери не менше, ніж на 20 хв.

Прогрів і запуск паропроводів відноситься до найбільш небезпечних робіт. При цьому:

- заповнюють тепломережу водою з температурою не більше 70°C тільки через зворотню лінію;
- якщо відсутнє стаціонарне освітлення – використовують акумуляторні ліхтарі. Користуватися відкритим вогнем заборонено;
- роботи на обладнанні, яке знаходиться під тиском і напругою, виконувати заборонено;
- концентрація газу в камерах і тунелях не повинна перевищувати 1/5 нижньої межі його вибухонебезпечності і не перевищувати санітарних норм.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В роботі проаналізовано сучасний стан системи теплозабезпечення в Україні та встановлено, що:

- Сучасна система теплопостачання в Україні характеризується високою вартістю та низькою енергоефективністю.
- Викопне паливо, яке сьогодні головним джерелом енергії для теплопостачання домашніх господарств, при спалюванні продукує викиди парникових газів та інше забруднення довкілля.
- Основним шляхом зменшення негативного впливу на довкілля є підвищення ефективності системи теплопостачання на усіх його етапах: виробництво, транспортування, споживання.
- На рівні побутового споживача підвищення ефективності системи теплопостачання можливе за рахунок покращення теплоізолюючих характеристик помешкання.

Здійснено оцінку життєвого циклу системи теплозабезпечення, проаналізовано найбільш важливі складові: виробництво тепла та обслуговування системи теплозабезпечення, для яких на основі аналізу вхідних та вихідних потоків проведено оцінку потенційного впливу на навколишнє середовище.

Запропоновано проводити вибір та оцінку ефективності енергозберігаючих інновацій ґрунтуючись на розробленій схемі «кола ефективності» системи теплозабезпечення.

Рекомендується проводити оцінювання енергетичної, економічної та екологічної ефективності впровадження інноваційних енергозберігаючих заходів використовуючи нормовані та модифіковані розрахункові методи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1) Державна служба статистики України. Офіційний сайт URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 18.08.2023)
- 2) Єнін П.М., Швачко Н.А. Теплопостачання (частина I “Теплові мережі та споруди”). Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007. – 244 с.
- 3) Оптимізація систем теплопостачання із використанням економіко-математичного моделювання: монографія / За заг. ред. О. М. Гаврися – Х.: НТУ “ХПІ”, 2015. – 209 с.
- 4) Білоцерківський О.Б. Використання економіко-математичного моделювання для оптимізації систем теплопостачання // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Соціально-економічний розвиток країн: досвід та перспективи», 30-31 травня 2014 р. Львів: у 3 ч. – Ч. 2. – Львів: ЛЕФ, 2014. – С. 82-85.
- 5) Білоцерківський О.Б. Аналіз економіко-математичних моделей оптимізаційних задач у теплоенергетиці та їх удосконалення // Кримський економічний вісник. – Крим: ТОВ «Видавничий дім «Гельветика». – 2014. - №3 (10) червень 2014. – С. 6-9.
- 6) Про теплопостачання: Закон України від 02.06.2005 № 2633-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2633-15#Text> (дата звернення: 22.08.2023)
- 7) Про затвердження Енергетичної стратегії України на період до 2030 р. : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 1071-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13#Text> (дата звернення: 22.08.2023)
- 8) Про затвердження Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 № 605-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#n8> (дата звернення: 28.08.2023)

9) Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року»: Розпорядження Кабінету Міністрів України від від 21 квітня 2023 р. № 373-р URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> (дата звернення: 28.08.2023)

10) Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу: Закон України від 05.04.2005 № 2509-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2509-15#Text> (дата звернення: 28.08.2023)

11) Про затвердження Порядку розроблення регіональних програм модернізації систем теплопостачання: Постанова Кабінету Міністрів України від 02.04.2009 № 401. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/211987502> (дата звернення: 28.08.2023)

12) Про затвердження Порядку погодження Мінрегіоном схем теплопостачання населених пунктів з кількістю жителів більш як 20 тисяч осіб та регіональних програм модернізації систем теплопостачання: Наказ Міністерства розвитку громад та територій України № 101 від 28.04.2020 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0564-20#Text> (дата звернення: 28.08.2023)

13) Теплопостачання. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%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> (дата звернення: 28.08.2023)

14) Екологічні проблеми енергетики. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт (частина 2) студентами спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» □ А. Г. Рудченко. – Дніпро: Національний гірничий університет, 2017. – 55 с. https://ir.nmu.org.ua/jspui/bitstream/123456789/151207/1/%D0%9F%D1%80_%D0%B7_%D0%95%D0%9F%D0%95_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0_2.pdf (дата звернення: 2.09.2023)

15) Маляренко В.А., Лисак Л.В. Енергетика, довкілля, енергозбереження: Монографія / Під ред. проф. В.А. Маляренка. – Х.: Рубікон, 2004. – 368 с.

16) Маляренко В.А. Енергозбереження – пріоритетний напрямок розвитку та вдосконалення комунальної енергетики // Наука і техніка. - № 11(127), 2007. – С. 14-18.

17) Оптимізація систем теплопостачання із використанням економіко-математичного моделювання: монографія / за заг. ред. О. М. Гаврися – Х.: НТУ "ХПІ", 2015. – 209 с.

18) Ключі до успішного енергозбереження. Почни з себе! / А.Г. Шапар, М.А. Ємець, П.І. Копач та ін.: монографія. – Д.: Моноліт, 2008. – 196 с.

19) Теплозабезпечення великих міст України: поточний стан і напрями модернізації : кол. моногр. / за ред. М. О. Кизима, Є. І. Котлярова; авт. кол. : Кизим М. О., Котляров Є. І., Хаустова В. Є., Салашенко Т. І., Красноносова О. М., Костенко Д. М., Крячко Є. М., Пономаренко Є. В., Рудика О. В., Хаустов М. М. Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2021. 340 с.

20) Лічильник тепла GROSS WMZ-UA 15 Class 3. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/3862325/p3862325/> (дата звернення: 12.09.2023)

21) Лічильник води GROSS ETK-UA 15-110. URL: https://rozetka.com.ua/ua/gross_etk-ua_15-110/p80080076/ (дата звернення: 12.09.2023)

22) Лічильник води GROSS ETW-UA 15-110. URL: https://rozetka.com.ua/ua/gross_etw-ua_15-110/p80093216/ (дата звернення: 12.09.2023)

23) Лічильник GROSS GAS MGM-UA G1.6 2Z. URL: https://prom.ua/ua/p495833629-lichilnik-gross-gas.html?utm_source=google_pmax&utm_medium=cpc&utm_content=pmax&utm_campaign=Pmax_cpa_50_b2b&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA98WrBhAYEiwA2WvhOg-5Ij5xYIVCPXEVVRbu9byTxRi7bqi0KVrLwk8-fpV4l-SpYK-mqnBoCw3EQAvD_BwE (дата звернення: 12.09.2023)

24) Енергометр ватметр вольтметр амперметр Bodasan (pmb02-eu). URL: <https://rozetka.com.ua/ua/369754278/p369754278/> (дата звернення: 12.09.2023)

25) Безконтактний інфрачервоний пірометр Benetech GM333 URL: https://rozetka.com.ua/ua/benetech_gm333/p176801808/ (дата звернення: 12.09.2023)

26) Пірометр. Безконтактний вимір температури URL: <https://starcom.com.ua/pirometr.-beskontaktnyy-zamer-temperatury./> (дата звернення: 12.09.2023)

27) ДСТУ ISO 14040:2013. Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура (ISO 14040:2006, IDT). URL: http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page?id_doc=70997 (дата звернення: 2.09.2023). (дата звернення: 12.09.2023)

28) Конспект лекцій з освітнього компоненту "Екологічна ефективність" для здобувачів спеціальностей 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» галузі знань 18 «Виробництво та технології», СВО «бакалавр», денної та заочної форм навчання / Укладач: Р.І. Шевченко. – Одеса: ОНТУ, 2023. – 102 с.

29) Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу "Екологічна ефективність" для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» денної та заочної форм навчання / Р.І. Шевченко, Т.П. Григор'єва. – Одеса: ОНТУ, 2023. – 43 с.

30) Пирков В. В. Сучасні теплові пункти. автоматика та регулювання.- К.: П ДП «Такісправі», 2007. – 252 с.

31) Hegner HD, Vogler I. Energiee in sparv eror dnung EnEV-fürdie Praxis kommentiert: Wärmeschutz und Energie bilanzen für Neubau und Bestand. Rechenverfahren, Beispiele und Auslegungenfür die Baupraxis // Ernst&SohnVerlagfür Architektur und technischeWissenschaften GmbH & Co. KG.Berlin. 2002. – 153 p. (дата звернення: 11.10.2023)

32) «Кращі з доступних технологій для житлово-комунального господарства України». Керівництво з відбору технологій/Під редакцією С. Єрмілова. – К.: «Поліграф плюс», 2016. – 134 с.

33) Розрахунок тарифів на теплову енергію на плановий період: 2023-2024 рр. | Теплопостачання міста Одеси. Теплопостачання міста Одеси | Комунальне підприємство «Теплопостачання міста Одеси». URL: <https://www.teplo.od.ua/2023/09/05/rozrakhunok-tarifiv-na-teplovu-energiyu-na-planovii-period-2023-2024-rr/> (дата звернення: 09.11.2023).

34) Тарифи на електроенергію для бізнесу 5-7 грн/кВт-год в опалювальний період 2022-2023 років. | Укравтономгаз. Укравтономгаз. URL: <https://ukravtonomgaz.ua/blog/tarifi-na-elektroenergiyu-dlya-biznesu-5-7-grnkvt-god-v-opalyvalniy-period-2022-2023-rokiv> (дата звернення: 09.11.2023)

35) Фасадні роботи. м. Київ URL: <https://dzubak.com.ua/budivelni-poslugi/fasadni-roboti> (дата звернення: 09.11.2023)

36) Утеплення фасадів: вартість утеплення фасаду - вибираємо найекономніший спосіб. Утеплення стін і фасадів будинків термоблоками - ТЕРМОДОМ. URL: <https://termobloki.org.ua/uk/uteplennja-fasadiv-vartist-uteplennja-fasadu-vibiraiemo-najekonomnishij-sposib/> (дата звернення: 09.11.2023).

37) Утеплення стін пінопластом: ціни 2023 за 1 м² роботи. Robotniki.UA. URL: <https://www.rabotniki.ua/uk/price/uteplenie-sten-penoplastom> (дата звернення: 09.11.2023).

38) Утеплення фасаду будинків під ключ. URL: <https://vip-oksher.com.ua/> (дата звернення: 09.11.2023).

39) Утеплення фасаду ціна за роботу у Львові. URL: <https://uteplennya.lviv.ua/uteplennya-fasadu-lviv-cziny/> (дата звернення: 09.11.2023).

40) Ціна утеплення фасадів. URL: <https://kievrem.com.ua/ua/price/cina-uteplennya-fasadiv/> (дата звернення: 09.11.2023).

41) Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).

42) ДСТУ-БА 2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції,

освітленні та гарячому водопостачанні. – 2015. – 145 с. – (Державний стандарт України).

43) Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – [Чинний від 01.04.2007]. - К.: Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).

44) ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні [Текст]. – На заміну ГОСТ 2662985 ; чинний з 01.01.2013. – К. : НДІБК, 2011. – 229 с. – (Державний стандарт України).

45) Про затвердження Методики визначення економічно доцільного рівня енергетичної ефективності будівель. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0823-18#Text> (дата звернення: 01.11.2023).

46) Про енергетичну ефективність будівель. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text> (дата звернення: 01.11.2023).

47) Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок. Наказ Міністерство енергетики та вугільної промисловості України № 892 від 02.12.2013 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2127-13#Text> (дата звернення: 22.11.2023).

48) Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. Наказ Міністерства соціальної політики України № 333 від 05.03.2018 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-18#Text> (дата звернення: 22.11.2023).

49) Підготовка теплогосподарств до опалювального періоду: яких вимог дотримуватися? - Охорона праці і пожежна безпека. Охорона праці і пожежна безпека. URL: <https://oppb.com.ua/news/pidgotovka-teplogospodarstv-do-opalyvalnogo-periodu-yakuh-vymog-dotrymuvatysya> (дата звернення: 22.11.2023).

50) Дії об'єктових спеціалізованих служб (комунально-технічних, енергетики, інженерних, технічних, транспортного забезпечення), територіальних і об'єктових формувань цивільного захисту (аварійно-технічних, аварійно-відновлювальних, інженерних, ремонтно-відновлювальних, відновлення доріг та мостів, механізації робіт, ремонтних, транспортних) при проведенні аварійно-рятувальних та аварійно-відновлювальних робіт. Методична розробка. Навчально-методичний центр цивільного захисту та безпеки життєдіяльності Івано-Франківської області. Розглянуто та схвалено педагогічною радою Навчально-методичного центру цивільного захисту та безпеки життєдіяльності Івано-Франківської області Протокол № 5 від 18.11.2016р. URL: https://old.nung.edu.ua/files/attachments/2_9-diyi-komun-teh-inzh-kurylovych-sp.pdf

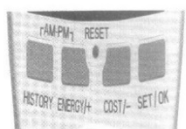
51) Цивільний захист: Навчально-методичний комплекс для підготовки спеціалістів освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» в аграрних вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації для всіх напрямів підготовки за вимогами кредитно-модульної системи / М.М. Сакун, А.С. Окіпняк, В.Ф. Нагорнюк та ін.; за редакцією М.М. Сакуна та А.С. Окіпняка. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2015. – 480 с.

ДОДАТКИ

Енергометр Cat II. Інструкція користувача

Power Meter instruction manual

● **Function Description:** Plug the POWER METER into a home power socket. It will start working. Plug your electric appliances or equipment to the Power Monitor. Power Meter measures power in Watts and electrical energy consumption in KW-hr. It shows cost of operating appliance and help users reduce the power bill and carbon emissions with monitoring and controlling power usages. You get the control over how much power you are consuming for your items like TV, Refrigerator, Microwave oven, etc. It has advanced feature of history bar graph of past Days/Weeks/Months daily consumption. This provides proper prospective of electrical usage.



● **Operation Steps:**

Firstly remove the plastic pull tab from the battery compartment cover so that data is stored when the meter is removed from power or during power failure.

- By Pressing "ENERGY+" button repeatedly, LCD display will show Volts, Current in Amp, Power in Watt, Frequency, and Power Factor.
- By pressing "HISTORY" button repeatedly, LED display shows Consumption, KWH (unit of electricity) Daily, Weekly & Monthly.
- By pressing "COST-" button repeatedly, LED display shows Power in Watt at the top line and at the 2nd line it shows Total Cost, Tariff or electrical rate, Multi Tariff information (advanced feature), Carbon dioxide information, Time elapsed, Total KWH used.

Reset Button (Red): Press the small red button inside with a pencil or nail to reset all the historical data.

● **Setup Clock:**

To set clock, press "COST/-" button to see the time screen, then keep pressing "SET/OK" button for 3 seconds, ⓐ will be flashing. Press "HISTORY" to select the digit position. Press "ENERGY/+" or "COST/-" setting to change the digits. Finally, press "OK" button to finish, it will logout the current setup after 10 seconds if no any action and save the old setting.



12/24H exchange, in clock screen, press "HISTORY" and "ENERGY/+" together and keeping more than 3 seconds:



● **Setup Tariff (Electrical rate, \$ per KWH)**

Press "COST/-" to go back to tariff screen and then, keep pressing "SET/OK" for 3 seconds.

When "TARIFF 1" flashes, press "ENERGY/+" or "COST/-" select "TARIFF 1" or "DUAL TARIFF", then press "HISTORY" to confirm.

You use "HISTROY" button to move to the digit position and "ENERGY/+" and "COST/-" to change the number. Press "SET/OK" button for set

If you have selected simple tariff "TARIFF 1", you just need to set the rate of "TARIFF 1", then press "SET/OK" button for saving all parameters. It will enter into initial LCD displayed mode.

The range starts from 0.00 COST/KWH. After you set it, press "SET/OK" to confirm. For example, you may set 0.14 for \$0.14 per Kwh rate of electricity of your area



If you have selected "DUAL TARIFF", Press "HISTORY" to the correct position, then press "ENERGY/+" or "COST/-" to the setting.

Setting Time of Tariff 1: In "TIME START" screen, press "HISTORY" select the correct position by pressing "ENERGY/+" or "COST/-" to the setting of the time. When you are done with settings, press "OK" button.



Setting Time of Tariff 2 : Press "HISTORY" button to choose the twinkle number(the second rank of LCD),then press "ENERGY/+" or "COST/-" button to set rate(range:0.000~9999COST/KWH). When selected, ,press "OK" button to set.



Time of Tariff 2 setting: Go to "TIME START" screen, press "HISTORY". Select the correct position ,press "ENERGY/+" or "COST/-" to setting of the time. When you finished selection of digits, press "OK" button.



Clock & Electric Display:

Turn on the power supply, LCD displays the clock in second rank. Press "COST/-" to see the electric rate set by you.



Cumulative time : When is Power in more than 2W, the product will start clocking and recording energy use data.



Accumulative electric power range: 0.000KWH~9999KWH

3



2.5 Accumulative electric charge range: 0.00COST~9999COST



2.6 Cost of Tariff 1: 0.00COST/KWH~9999COST/KWH



2.7 Time of Tariff 1:



2.8 Cost of Tariff 2: 0.00COST/KWH~9999COST/KWH



2.9 Time of Tariff 2:



2.10 Volume Kg of CO2 0.00~9999KG GO2/KWH



2.11 Total Volume Kg of CO2 0.00~9999KG CO2