

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

Пояснювальна записка

до магістерської роботи
на тему

**«Застосування альтернативних джерел теплової енергії на
прикладі приватного житлового будинку»**

Виконав:

студент групи ТГВ

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

_____ Ничипорчук І.Ю.

Керівник:

_____ доц., к.т.н. Новицька О.С.

Національний університет водного господарства та природокористування

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення будівництва та архітектури

Кафедра, циклова комісія теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Теплогазопостачання та вентиляція»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

зав. кафедри ТГВ та СТ

_____ М.Д. Кізеєв

“ _____ ” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Ничипорчуку Івану Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Застосування альтернативних джерел теплової енергії на прикладі приватного житлового будинку

керівник проекту (роботи) Новицька Ольга Сергіївна, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “18” 11 2022 року С№1104

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 12.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Розташування об'єкту та його характеристики, характеристики обладнання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Сучасний стан та перспективи розвитку альтернативних джерел теплової енергії України та країн Європи. 2. Визначення теплового навантаження та підбір обладнання системи опалення будівлі. 3. Характеристики теплових насосів для комбінованих схем джерел теплової енергії житлового будинку. 4. Техніко-економічні розрахунки комбінованих джерел теплопостачання. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Аркуші: 1 Аналіз нетрадиційних відновлювальних джерел енергії. 2. Теплові насос як нетрадиційне відновлювальне джерело енергії. 3. Опалення першого поверху будівлі. Підлогове опалення 4. Опалення першого поверху будівлі. Опалення конвекторами 5. Опалення другого поверху будівлі 6. Комбінована схема джерела теплової енергії будівлі 7. План теплогенераторної на плані будівлі першого поверху. 8. Порівняння характеристик теплових насосів та техніко-економічних показників комбінованих джерел теплопостачання будівлі. 9. Схема прийнятої комбінованої схеми теплопостачання будівлі

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Наукова частина	Новицька О.С., канд.техн.наук, доцент кафедри ТГВ та СТ		
Опалення	Новицька О.С., канд.техн.наук, доцент кафедри ТГВ та СТ		
Економіка	Кравченко Н.В., канд.техн.наук, доцент кафедри ТГВ та СТ		
Охорона праці	Филипчук В.Л., доктор техн.наук, завідувач кафедри ОП БЖД		

7. Дата видачі завдання 09.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вихідні дані до роботи	10.09.22	
2	Сучасний стан та перспективи розвитку альтернативних джерел теплової енергії України та країн Європи	25.09.22	
3	Визначення теплового навантаження та підбір обладнання системи опалення будівлі	20.10.22	
4	Аналіз характеристик теплових насосів для комбінованих схем джерел теплової енергії житлового будинку	20.11.22	
5	Техніко-економічний розрахунок комбінованих схем теплопостачання	01.12.22	
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	10.12.22	
7	Оформлення графічної частини дипломного проекту	25.12.22	
8	Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту	25.12.22	

Магістрант

(підпис)

Ничипорчук І.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Новицька О.С.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота на тему «Застосування альтернативних джерел теплової енергії на прикладі приватного житлового будинку».

Метою магістерської роботи є аналіз альтернативних джерел теплової енергії для приватних житлових будинків.

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

В магістерській роботі був зроблений аналіз комбінованої схеми опалення з використанням теплового насоса та газового котла для приватного житлового будинку.

В роботі були проаналізовані ефективність застосування теплових насосів в комбінованих схемах джерел теплової енергії.

Виконано та підібрано основне обладнання для комбінованих схем джерел теплової енергії з використанням нетрадиційних джерел енергії, а саме: тепловий насос та газовий котел у вигляді додаткового джерела теплоенергії.

Здійснено техніко – економічне порівняння комбінованих схем джерел теплової енергії за капітальними, експлуатаційними, приведеними витратами. На основі цих показників була підібрана раціональна схема джерел теплової енергії.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Зав. Каф.		Кізеєв М. Д.			Застосування альтернативних джерел теплової енергії на прикладі приватного житлового будинку	Лит.	Аркуш	Аркушів
Магістрант		Ничипорчук І.Ю.						
Керівник		Новицька О.С.				НУВГП, ННІБА, ТГВ		
Рецензент		Проценко С.Б.						

Зміст

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ОПАЛЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ ТА КРАЇН ЄВРОПИ.....	6
1.1 Сучасний стан та перспективи розвитку відновлювальної енергетики України	6
1.2 Впровадження «зеленого будівництва» в світі	10
1.3 Тенденція використання теплових насосів у світі.....	14
1.4 Використання теплових насосів як відновлювального джерела енергії.....	16
1.5 Складення державної програми по широкому впровадженню теплових насосів в Україні.....	24
Висновок	26
РОЗДІЛ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ БУДІВЛІ.....	28
2.1 Вихідні дані об'єкта.....	28
2.1.1 Параметри зовнішнього повітря.....	28
2.1.2 Параметри внутрішнього повітря.	29
2.1.3 Умови експлуатації огорожень	29
2.1.4 Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огороження.....	29
2.1.5 Теплотехнічні показники матеріалів огорожень	30
2.2. Розрахунок проектного теплового навантаження будівлі	32
РОЗДІЛ 3. ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ	35
3.1 Опис системи опалення.....	35
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ КОМБІНОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	55
4.1 Розрахунок техніко – економічних показників комбінованих схем джерел теплової енергії.....	56
4.2 Техніко – економічне порівняння схеми джерела теплопостачання за капітальними витратами	65
4.3 Техніко – економічне порівняння схеми джерела теплопостачання за експлуатаційними витратами	66
4.4 Техніко – економічне порівняння схеми джерела теплопостачання за приведеними витратами	67
4.5 Опис та технічна характеристика теплового насоса марки Panasonic WH-UX16HE8.....	69
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	78
5.1 Охорона праці	78
5.1.1 Організація та управління охороною праці на підприємстві Права та обов'язки керівника та працівника щодо охорони праці	78
5.1.2 Виробнича санітарія	83
5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	84

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Нині у світі ми спостерігаємо дефіцит природних енергоресурсів газу, нафти та вугілля. Все більше країн переходять на відновлювані джерела енергії, цей процес відбувається на основі збільшення попиту на природні джерела теплоти і, тим самим, стрімкого зростання в ціні. Ще однією глобальною проблемою, що постала перед людством, є наслідки переробки деяких природних джерел теплоти, таких, наприклад, як вугілля. Катастрофічним результатом антропогенних забруднень атмосфери є зміна кліматичних поясів деяких країн світу, аномальні пожежі та відсутність мінусової температури в холодні пори року.

Зробивши висновки з наслідків енергетичних криз, уряди більшості розвинених країн завчасно готували свою економіку для існування в епоху дефіциту запасів нафти і газу. Наприклад, в Швеції питання енергозбереження почали широко реалізовуватися з моменту нафтової енергетичної кризи 1970 року, і за 43 роки країні вдалося істотно знизити залежність енергетичної галузі промисловості від органічного і ядерного палива. Так, якщо в 1970 році більше 80% теплової енергії в Швеції вироблялося з викопного вуглеводневого палива, то вже до 2012 року в результаті впровадження енергозберігаючих технологій і переходу на нетрадиційні джерела енергії ця частка знизилася до 32%. А до 2020 року, за заявою міністра енергетики, спалювання газу, вугілля та рідкого палива буде повністю виключено з процесів генерації теплоти для комунальних потреб в системах опалення та гарячого водопостачання країни. Одним із шляхів досягнення таких результатів є широкомасштабне впровадження теплонасосних технологій.

На відміну від інших генераторів тепла, в тепловому насосі відновлювальна низькотемпературна енергія навколишнього середовища може використовуватися для нагрівання води, опалення та кондиціювання. Це пристрій здатний «добувати» розсіяну енергію сонця з повітря.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосування теплових насосів є економічно виправданим, якщо тепла енергія використовується безпосередньо на місці установки обладнання.

Тепловий насос є надійним, високоефективним, безпечним та екологічним джерелом відновлюваної енергії для використання у системах опалення та гарячого водопостачання

Мета магістерської роботи: аналіз альтернативних джерел теплової енергії для приватних житлових будинків.

Об'єкт досліджень: джерела теплової енергії приватних житлових будинків.

Завдання:

1. Проаналізувати застосування відновлювальних джерел енергії в Україні.
2. Проаналізувати комбіновані схеми джерел теплової енергії для приватного житлового будинку.
3. Проаналізувати ефективність застосування різних типів теплових насосів в комбінованих схемах джерел теплової енергії.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ОПАЛЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ ТА КРАЇН ЄВРОПИ

1.1 Сучасний стан та перспективи розвитку відновлювальної енергетики України

Україна має нагальну потребу у переході до енергетично ефективних та екологічно чистих технологій, якими є, в тому числі, і нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії (далі НВДЕ). Але, незважаючи на декларацію щодо усвідомлення цієї потреби з боку різних гілок влади та низку нормативнозаконодавчих актів, які стосуються розвитку НВДЕ, реальних кроків щодо впровадження НВДЕ зроблено досить мало. Частка НВДЕ в енергетичному балансі країни становить лише 7,2 % (6,4 % — позабалансові джерела енергії; 0,8 % — відновлювані джерела).



Рис.1.1 – Структура кінцевого споживання енергії у 2013р. та 2020р.

Загалом, втрати теплової енергії упродовж року складають, в середньому, понад 13 млн. Гкал, що становить 11 % від обсягів відпущеної теплової енергії або марно витрачаються понад 2,1 млрд. м³ природного газу. Найбільші втрати теплової енергії спостерігаються у житловому фонді - біля 30 %. Можливості використання НВДЕ мають всі

області країни (рис.1.1). Серед факторів сприяння розвитку НВДЕ в Україні можна назвати:

- зростання ціни на традиційні енергоносії;
- підвищення вимог екологічних норм і стандартів; · можливості реалізації механізмів Кіотського протоколу для фінансування проєктів впровадження НВДЕ;
- покращення можливості входження до європейської спільноти;
- необхідність заміни зношених основних засобів.

№ п/п	Області	Сонячна енергетика	Геотермальна енергетика	Мала гідро-енергетика	Енергія біомаси	Теплова енергія стічних вод	Теплова енергія ґрунту та ґрунтових вод	Всього по областях	Споживання орг. палива		% заміщення орг. палива за рахунок НВДЕ
									Комунальний сектор	Всього	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	АР Крим	0,39	0,68	0,05	0,59	0,16	0,35	2,22	0,133	2,193	101,2
2.	Вінницька	0,25	0	0,09	1,08	0,08	0,42	1,91	0,097	7,777	24,8
3.	Волинська	0,18	0	0,03	0,29	0,05	0,29	0,84	0,054	3,064	27,4
4.	Дніпропетровська	0,32	0	0,03	1,90	0,59	1,36	4,20	0,203	27,023	15,54
5.	Донецька	0,27	0	0,05	1,16	0,50	1,36	3,34	0,285	33,795	9,88
6.	Житомирська	0,26	0	0,09	0,38	0,06	0,30	1,09	0,079	2,399	45,4
7.	Закарпатська	0,13	7,40	1,05	0,21	0,05	0,45	9,29	0,065	1,175	79,6
8.	Запорізька	0,28	0	0,03	1,13	0,19	0,34	1,97	0,108	14,568	13,5
9.	Івано-Франківська	0,13	0,51	0,09	0,17	0,11	0,49	1,50	0,076	6,916	21,7
10.	Київська	0,26	0	0,06	1,02	0,63	1,14	3,11	0,258	16,458	18,9
11.	Кіровоградська	0,23	0	0,04	1,26	0,06	0,33	1,91	0,065	2,855	66,9
12.	Луганська	0,27	0	0,10	1,11	0,16	0,93	2,57	0,150	10,630	24,2
13.	Львівська	0,22	0,45	0,42	0,41	0,32	1,05	2,87	0,144	8,604	33,4
14.	Миколаївська	0,26	0	0,04	0,97	0,08	0,30	1,65	0,070	5,22	31,6
15.	Одеська	0,37	0	0,01	0,42	0,21	0,35	1,37	0,136	7,046	19,4
16.	Полтавська	0,26	0,39	0,09	1,43	0,11	0,81	3,08	0,092	10,492	29,4
17.	Рівненська	0,17	0	0,08	0,36	0,06	0,27	0,95	0,062	2,282	41,6
18.	Сумська	0,22	0,96	0,08	0,79	0,06	0,40	2,50	0,072	5,122	48,8
19.	Тернопільська	0,15	0	0,09	0,44	0,05	0,34	1,06	0,060	2,560	41,4
20.	Харківська	0,29	0,37	0,06	1,69	0,35	1,07	3,82	0,168	15,298	25,0
21.	Херсонська	0,31	0	0,01	1,09	0,06	0,23	1,69	0,065	3,455	48,9
22.	Хмельницька	0,20	0	0,07	0,79	0,07	0,39	1,52	0,079	2,579	58,9
23.	Черкаська	0,21	0	0,09	0,36	0,10	0,38	1,13	0,079	4,819	23,5
24.	Чернівецька	0,09	0	0,21	0,29	0,03	0,19	0,81	0,048	1,348	60,1
25.	Чернігівська	0,28	1,24	0,04	0,66	0,06	0,35	2,62	0,072	3,672	71,4
Всього		6,00	12,00	3,00	20,00	4,2	13,89	59,09	59,02	202,07	29,2
Обсяги заміщення органічного палива за рахунок "великої" гідроенергетики по Україні								7,0			3,6
Обсяги заміщення органічного палива за рахунок енергії вітру по Україні								15,0			7,4
Технічно досяжний енергетичний потенціал позабалансових джерел енергії								12			4,9
ВСЬОГО								93		202,07	46

Рис. 1.2 – Можливості використання НВДЕ в усіх областях України

Біоенергетика в Україні має широкий спектр сировинних ресурсів, які можна використовувати як шляхом прямого спалювання, так і для виробництва біогазу, біодизелю, біоетанолу, твердих паливних брикетів тощо. Це і відходи лісового господарства, сільського господарства, побутові відходи, спеціально вирощувана біомаса, зокрема – ріпак, сприятливі умови для вирощування якого є в багатьох регіонах України. Це особливо стосується західних областей України, де сировинна база (відходи лісового

господарства) дозволяє заміщати використання дорогого природного газу для опалення приміщень.

Вітроенергетика на даний час є одним з видів НВДЕ в Україні, що розвиваються. Україна має власні розробки вітроенергетичних установок (ВЕУ) та власне промислове виробництво, є і ліцензійні ВЕУ. Працюють вісім вітрових електростанцій (ВЕС) у Приазов'ї та в Карпатському регіоні. Починаючи з 1997 року, коли була прийнята Комплексна програма будівництва ВЕС, вітроенергетика в Україні отримала державну підтримку у вигляді надбавки до тарифу за електроенергію та прямого фінансування.

Головним стримуючим фактором розвитку вітроенергетики в Україні є низька техніко-економічна ефективність ВЕУ, що не дозволяє їй конкурувати на рівних з традиційними видами енергії. Шлях досягнення найвищих показників ефективності – це збільшення одиничної потужності ВЕУ до мегаватного класу, залучення приватного капіталу для інвестування у вітроенергетичну промисловість.

Вітроенергетика вже сьогодні могла б вийти на високий рівень виробітку електроенергії в країні в разі достатнього її фінансування та відповідної державної політики. Для активації цього напрямку необхідно провести технологічне оновлення ВЕС за рахунок потужніших вітроенергетичних установок (до 1МВт) та вирішити організаційні питання, зокрема, розділення управління розробкою і виробництвом вітчизняних ВЕУ та виробітком і продажем електроенергії виробленої ВЕС.

Сонячна енергія в Україні на сьогодні використовується для гарячого водопостачання, опалення з використанням сонячних колекторів та виробництва електроенергії на основі фотоелектричних перетворювачів.

Сонячні колектори випускаються підприємствами України, вітчизняні фотоелектричні установки тільки починають виходити на ринок, хоча відчувається гостра потреба в сировині за прийнятною ціною.

Потрібна державна підтримка для відродження існуючого в країні потенціалу з виробництва сонячного кремнію (раніше 10 % світового виробництва було в Україні).

Сонячна енергетика має шанс значно збільшити свій внесок за рахунок впровадження передових вітчизняних розробок сонячних колекторів та відродження виробництва сонячного кремнію в Україні.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Геотермальна енергетика є досить перспективним джерелом енергії для України. Найсприятливіші умови для використання геотермальних вод існують у Закарпатті.

Геотермальні води можуть бути використані для опалення та гарячого водопостачання. Перспективним напрямом також є спорудження ГеоТЕС, які є екологічно чистими і рентабельними з низькими термінами окупності (менше 5 років).

Використання геотермальних вод в Україні знаходиться на початковій стадії (використовується не більше 2 % існуючого потенціалу). Для інвестування цього економічно привабливого сектору необхідно залучити приватний капітал, для чого потрібно створити відповідне сприятливе нормативно-законодавче середовище.

Науково-промисловий потенціал для створення вітчизняного виробництва теплонасосних установок (ТНУ) в Україні достатній. Екологічна ефективність та економічна доцільність розвитку цього напрямку доведені світовим досвідом. Перепонами на шляху широкомасштабного впровадження цих надзвичайно перспективних технологій в Україні є поки що відносно висока ціна системи з використанням ТНУ для приватних будинків та відсутність досвіду і спеціального обладнання для влаштування теплонасосних систем.

За останні три роки в Україні було введено більше, ніж 1,6 ГВт теплових потужностей, що працюють не на газі, а на альтернативних видах палива. Такі інновації не тільки залучили місцеві види опалення, але й збільшили кількість робочих місць в країні.

Станом на 2017 рік в Україні збільшилась кількість сонячних панелей аж до 1109 господарств. Для порівняння, у 2015 році їхня кількість складала 244 господарств. За офіційними даними, 2016 рік став дуже плідним, адже кількість сонячних батарей збільшилась у 4 рази порівняно із попереднім роком. Більше того, домогосподарства почали встановлювати потужніші сонячні батареї. Відтак обсяг потужності сонячних панелей зріс майже у 7 разів: з 2,2 МВт станом на кінець 2015 року до 16,7 МВт наприкінці 2016 року.

До 2050 року використання традиційних джерел енергії значно знизиться: в першу чергу світ відмовиться від вугілля. Україна слідує глобальним тенденціям, постійно нарощуючи потужності альтернативної енергетики. В нашій країні ще багато незайнятих ніш на ринку зеленої

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергії, а в поєднанні з високим цінами на «екологічну» електрику — це досить перспективний напрямок для інвестування (рис.1.3).



Рис. 1.3 – Статистика та прогноз заміни газу за рахунок біоенергетики в Україні (за даними Біоенергетичної асоціації України)

1.2 Впровадження «зеленого будівництва» в світі

Будинок є одним з найбільших споживачів енергії. На кількість енергії, використаної для опалення та охолодження будинків припадає близько 40% усієї використаної енергії, що перевищує навіть відсоток споживання в промисловості та транспорті. Більше половини цих витрат можна було б уникнути шляхом здійснення заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності, в тому числі за допомогою будівництва відповідно до сертифікатів енергоефективності.

В даний час під терміном «Зелене будівництво» розуміється практика будівництва і експлуатації будівель, метою якої є зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів при одночасному збереженні або підвищенні якості будівель і комфорту їх внутрішнього середовища.

Зняття цих агресивних умов представляється можливим в комплексному знанні, структуровані стандартами проектування і будівництва,

спрямованими на сталий розвиток. Регламентувати стійкий підхід в будівництві покликані Зелені стандарти. У той час, як рівень життя в містах погіршується, в усьому світі ціни на енергоресурси зростають. Світова проблема енергетичної кризи тісно пов'язана з будівництвом. «Будівельна індустрія і ЖКГ споживають до 40% всієї первинної енергії в економіці розвинених країн».

Також слід зазначити, що будівництво має суттєвий вплив на екологію, витрачаються невідновлювані природні ресурси. У зв'язку з вищесказаним, очевидно, що настав час для перегляду всього процесу проектування та будівництва. Рішення перерахованих проблем є метою зеленого будівництва. Постановленим завданням є виявлення перешкод на шляху впровадження «Зелених» стандартів в Україні і внесення пропозицій щодо їх подолання.

Зарубіжний досвід Проектування стійкого середовища проживання важливо розглядати комплексно. «Зелена будівля» - це не тільки зниження витрат на опалення і вентиляцію, але набагато ширше поняття. Сюди входить і підвищення рівня комфортності, і зниження що завдається навколишньому середовищу і здоров'ю людей. Саме тому в світовій практиці найбільшого успіху в зеленому будівництві досягли за допомогою стандартів, які задають рейтингові системи оцінки - таких, як LEED і BREEAM, що дозволяють оцінити різнобічні аспекти будівлі. На відміну від звичних нам нормативних документів, ці стандарти не вводять строгих рамок і не наказують застосовувати будь-які конкретні матеріали і рішення, а дозволяють оцінити кожен проект індивідуально. Загальний принцип роботи для всіх рейтингових систем оцінки зелених будівель наступний: - проводиться оцінка проекту або будівлі окремо по кожній категорії; - виставляється єдина оцінка; - на основі єдиної оцінки присвоюється рівень відповідності і видається сертифікат. Розглянемо найбільш відомі та успішно застосовуються в світі системи «зелених» стандартів [2].

1) У Великобританії в 1990 р прийнята система добровільної сертифікації енергоефективних будівель BREEAM, що є найбільш прийнятною в світі - на сьогоднішній день по ній сертифіковано понад 116 тис. Об'єктів. Характерною особливістю системи є наявність власної програми навчання незалежних оцінювачів, які проводять оцінку по всіх категоріях і подають звіт для отримання сертифіката. Також клієнт має можливість залучити експерта вже на стадії проектування. Особливістю переліку критеріїв оцінки є наявність категорії «транспорт», також більше уваги приділяється оцінці факторів, що впливають на здоров'я і комфорт людини.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) В США з 1993 р діє система LEED, по якій на сьогоднішній день в світі сертифіковано понад 11 тис. Об'єктів. Істотною відмінністю від системи BREEAM є принцип роботи експертів - в системі LEED акредитовані фахівці консультують клієнта, самостійно збирає вихідну інформацію для оцінки. У переліку критеріїв також є відмінності. Наприклад, присутній категорія «регіональна специфіка», не розглянута системою BREEAM. Більше уваги приділено розвитку території та водоефективності.

3) У Німеччині з 2009 р прийнята система DGNB, по якій сертифіковане трохи більше 200 будівель. Важливою відмінністю від інших систем сертифікації є оцінка життєвого циклу, що дозволяє розглянути за допомогою утиліт розрахунку LCA і LCC 50 років функціонування будівлі. Дана методика дає можливість ще при проектуванні прийняти рішення, які забезпечать найбільшу економію при експлуатації будівлі.

В Україні був прийнятий закон відповідно до якого сертифікація енергетичної ефективності будівель є обов'язковою для:

- об'єктів будівництва;
- будівель та відокремлених частин будівель, які продаються або передаються в найм (оренду) на строк не менше одного року;
- будівель, в яких у приміщеннях загальною опалюваною площею більше 250 квадратних метрів розташовані державні органи та які часто відвідуються громадянами з метою здійснення ними права на звернення та на отримання адміністративних послуг відповідно до законодавства;

З метою оптимізації споживання енергії технічними (інженерними) системами, конструктивними елементами будівель у державних будівельних нормах встановлюються мінімальні вимоги до енергетичної ефективності технічних (інженерних) систем, конструктивних елементів будівель під час їх будівництва та для закінчених об'єктів будівництва, зокрема вимоги до встановлення таких систем, оцінювання, коригування та контролю показників їх функціонування.

Вимоги до енергетичної ефективності встановлюються для:

- огорожувальних конструкцій;
- систем освітлення;
- систем опалення;
- систем гарячого водопостачання; систем вентиляції;
- систем кондиціонування повітря;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- комбінації таких систем.

План імплементації актів законодавства ЄС з питань технічного регулювання у будівництві передбачає виконання статті 56 та пункту 2.23 Додатку III Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони (далі – Угода) із завершенням строку імплементації у 2020 році

Метою імплементації Регламенту (ЄС) № 305/2011 є встановлення основних вимог до будівель та споруд протягом усього життєвого циклу і до процедур технічної апробації будівельних виробів з метою їх розміщення на ринку, а також до суб'єктів, що беруть участь у процедурах технічної апробації та декларування будівельної продукції.

Основними завданнями імплементації є:

- підвищення безпеки експлуатації будівель та споруд;
- підвищення якості будівельних виробів, а також конкурентоспроможності національних виробників на внутрішньому та зовнішньому ринку;
- поширення дії нормативної бази у будівництві на весь життєвий цикл будівель та споруд;
- введення додаткової вимоги до споруд щодо раціонального використання ресурсів.

Також в Україні є представництво міжнародної компанії BETEN International що є засновником Української Ради з Зеленого Будівництва (UaGBC) і в силу своєї корпоративної відповідальності підтримує принципи «зеленого» будівництва, енергоефективності та активно реалізує проекти з використанням відновлюваних джерел енергії, серед яких сонячна електростанція, 30 МВт і проект з переведення котельні на біомасу, 6МВт.

Прийняття енергетичної стратегії України на період до 2035р «Безпека, енергоефективність, конкурентноспроможність» адаптація законодавства України до вимог ЄС відкриває нові можливості пошуку та впровадження інноваційних розробок формування нової енергетичної політики держави спрямованої на масштабне впровадження відновлювальних джерел енергії. З 2018р має запрацювати фонд енергоефективності, який має стати потужним джерелом підтримки впровадженню енергозберігаючих заходів у житловому будівництві.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з Директивою Європейського Парламенту та Ради 2010/31/ЕС від 19 травня 2010 року про енергозбереження будівель, стаття 2 пункт 18 «Тепловий насос» - машина, пристрій або установка, призначена для передачі тепла від природного середовища, таких, як повітря, вода або ґрунт, будівлі або промислового приміщення шляхом перетворення природного потоку більш низької температури в тепловий потік з високою температурою.

1.3 Тенденція використання теплових насосів у світі

У Німеччині стали вводити державні програми щодо забезпечення установ, виробництв, просто житлових приміщень тепловими насосами. Завдяки гарному економічному розвитку країни вже понад 40% таких приміщень по всій країні вдалося оснастити необхідною технікою. Якщо говорити про цифри, то 450 00 пристроїв вже встановлено.

Разом з Німеччиною щодо впровадження даних технологій в Європі лідирує Франція і Італія. Всі ці країни вважаються орієнтирами і прикладами успішного застосування геотермального опалення та теплових насосів у всій Європі.

Важливо, що німецька держава частково спонсорує геотермальні проекти і допомагає тим, хто приймає рішення перейти на теплові насоси. Але також важливо, що і прості німці, які встановили системи самостійно, залишаються в захваті, завдяки чистому довкіллі, якісному обігріву приміщень, а також справній роботі насосів.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

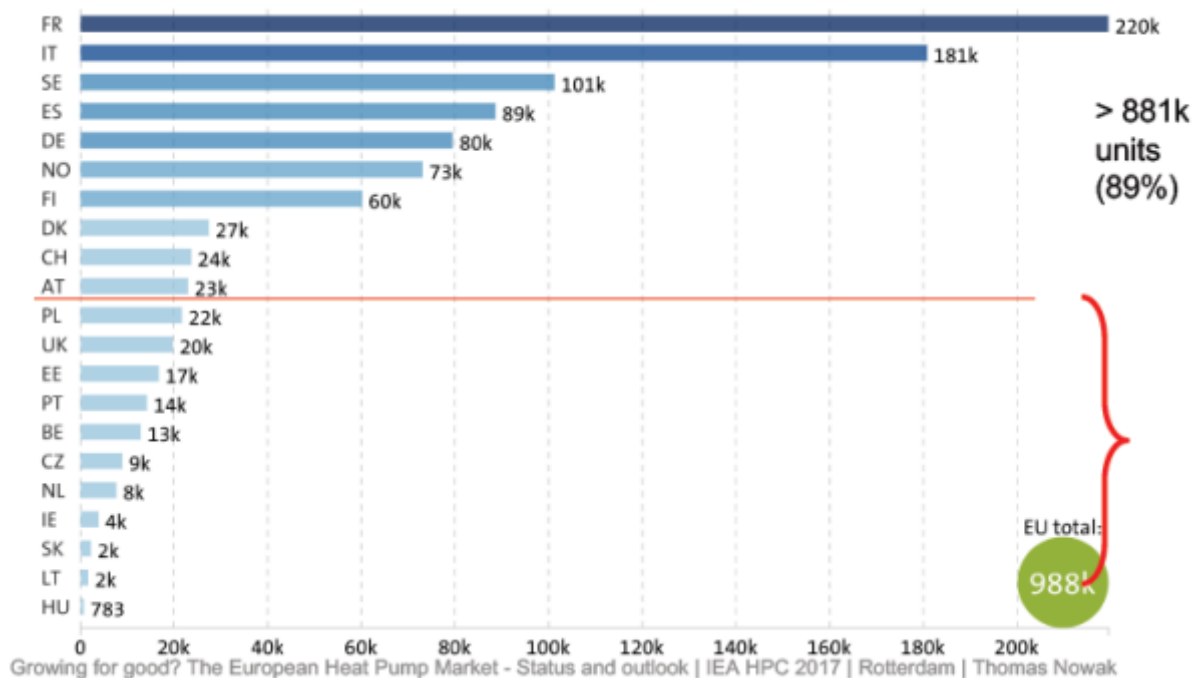


Рис. 1.4 Рейтинг країн Європи за кількістю встановлених теплових насосів.

Державна програма Німеччини та її результати

Головна програма Marktanreizprogramm (MAP) підтримує використання відновлюваної енергії та видає гранти - субсидії на установку теплових насосів. Зокрема ґрунтові теплонасоси отримують таку підтримку:

- до 10 кВт - 2,4 тис євро;
- 10-20кВт - 2,4 тис євро плюс 120євро / 1кВт;
- 20-100кВт - 2,4 тис євро плюс 100 євро / 1 кВт.

Згідно з пунктами VDI 4650 сезонний коефіцієнт продуктивності SPF ґрунтових насосів повинен становити не менше 3.8, заміри проводить незалежний тестовий центр. У 2012р. було прийнято мінімальне відповідність насосів соляний розчин-вода приписами Ecolabel (ЕНРА Quality Label V 1,4) з коефіцієнтом 4,3.

EEWarmeG висуває вимоги до забудовників, які зобов'язані покривати потреби тепла на 50% за рахунок невичерпних джерел енергії. Для ремонту установок опалення вторинного ринку житла діють аналогічні законодавчі програми. Теплорегулювання в Німеччині відповідає Європейській будівельної директиві і вдосконалюється з 2001р. Відповідно до даної програми та аналогічних програм інших країн ЄС відображений графік кількості продажу теплових насосів (рис. 1.5)

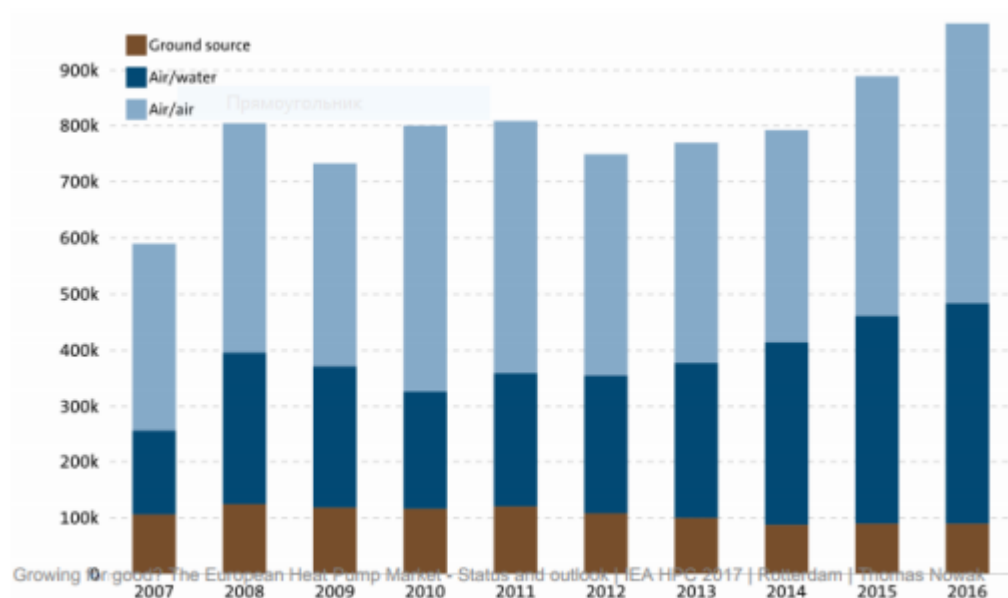


Рис. 1.5 Продаж теплових насосів у Європі в залежності від джерела енергії за 2007 – 2016 роки

1.4 Використання теплових насосів як відновлювального джерела енергії

На відміну від інших генераторів тепла, в тепловому насосі відновлювальна низькотемпературна енергія навколишнього середовища може використовуватися для нагрівання води, опалення та кондиціювання. Це пристрій здатний «добувати» розсіяну енергію сонця з повітря.

Крім теплового насоса, система опалення будинку складається з пристрою розподілу тепла та пристрої забору. А сам прилад включає в себе наступні частини:

- Компресор. Живиться від мережі.
- Випарник.
- Конденсатор.
- Дросельний клапан.

Розглянемо принцип роботи теплового насоса (рис. 1.6).

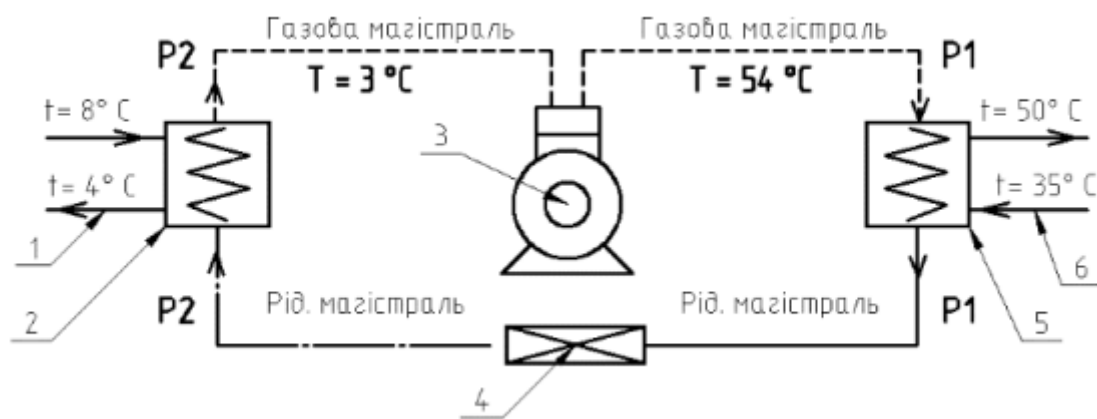


Рис. 1.6 Принципова схема роботи теплового насоса

1. зворотній трубопровід ґрунтового колектору;
2. випарник;
3. компресор;
4. терморегулюючий вентиль;
5. конденсатор;
6. зворотній трубопровід системи калориферу.

В корпус випарника 2 надходить тепла енергія низького потенціалу з середньою температурою $t_{n'} = 8^\circ\text{C}$ від ґрунтового колектору. Відбір теплової енергії залежить від виду ґрунту і в середньому складає:

- для сухого піщаного $q_e = 10...15 \text{ Вт/м}^2$;
- для вологого піщаного $q_e = 15...20 \text{ Вт/м}^2$;
- для сухого глинистого $q_e = 20...25 \text{ Вт/м}^2$;
- для вологого глинистого $q_e = 25...30 \text{ Вт/м}^2$;
- з ґрунтовими водами $q_e = 30...35 \text{ Вт/м}^2$.

Колектори виготовляються з поліетиленових труб діаметрами 20мм...40 мм максимальною довжиною 100 м.

По випарнику 5 протікає зріджений холодоагент R22, який має знижений тиск P_2 і температуру $T_0 = 3^\circ\text{C}$. Холодоагент, підігріваючись теплом води низького потенціалу, починає випаровуватися, охолоджуючи при цьому воду до температури $t = 4^\circ\text{C}$. Компресор 1 всмоктує з випарника насичені пари і стискає їх до тиску P_1 . При цьому зростає ентальпія і температура пари до $t = 54^\circ\text{C}$. Робота, що витрачається, дорівнює зміні ентальпії $A = \Delta i$, кДж/кг. Пара при температурі конденсації надходить в теплообмінник, де передає своє тепло іншому теплоносію, після чого пара конденсується при незмінному тиску P_1 . В дросельному терморегулювальному клапані 4 відбувається

зниження тиску рідини від P1 до P2. Рідкий холодильний агент частково випаровується і утворюється парорідинна суміш. При дроселюванні ентальпія пари залишається незмінною, а температура знижується до $T_0 = 3^\circ\text{C}$. Парорідинна суміш надходить на випарник, де процес повторюється.

Залежно від джерела відбору низько потенціального тепла теплові насоси підрозділяються на:

1. Геотермальні (використовують тепло землі, наземних або підземних ґрунтових вод)

- *горизонтальні (ґрунт)*. Колектор розміщується кільцями або спіралями в горизонтальних траншеях нижче глибини промерзання ґрунту (зазвичай від 1,2 м і більше) з розрахунку: один метр труби еквівалентний 20-30 Вт. Труби заповнюються антифризом (розчин пропілен-гліколю). Відстань між трубами повинна бути не менше 0,5- 0,6 м. Після нескладних математичних підрахунків визначаємо, що для отримання 10 кВт енергії, буде потрібно контур довжиною 333-500 метрів. Контур укладається досить компактно, займаючи приблизно до 600 квадратних метрів площі. Такий спосіб є найбільш економічно ефективним для житлових об'єктів за умови відсутності дефіциту земельної площі під контур. При правильному розрахунку контур мало впливає на зелені насадження. Зовнішній вид горизонтального геотермального теплового насоса з горизонтальним контуром приведений на рис. 1.7



Рис. 1.7 Геотермальний тепловий насос з горизонтальним контуром (система “ґрунт-вода”)

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- *вертикальні (грунт, гірська порода)*. Колектор розміщується вертикально в свердловині, кожен метр труби буде дорівнювати 50-60 Вт енергії. Для нормальної роботи геотермального насоса потужністю 10 кВт, буде потрібно створити контур загальною глибиною 170-200 м. Труби заповнюються, як правило, антифризом (розчин пропіленгліколю). Свердловина заповнюється ґрунтовими водами природним шляхом, і вода проводить тепло від ґрунту чи каменю до теплоносія. При недостатній довжині свердловини або спробі отримати від ґрунту надлишкову потужність, ця вода і навіть антифриз можуть замерзнути що і обмежує максимальну теплову потужність таких систем. Цей спосіб застосовується у випадках, коли площа земельної ділянки не дозволяє розмістити контур горизонтально або існує загроза пошкодження ландшафту або у гірській місцевості. Зовнішній вид геотермального теплового насоса з вертикальним контуром приведений на рис. 1.8.



Рис. 1.8 Геотермальний тепловий насос з вертикальним контуром (система “ґрунт-вода”)

- *водні (водойми)*. Колектор розміщується спіралями або кільцями у водоймі (озері, ставку, річці) нижче глибини промерзання. Такий варіант є ідеальним за всіма показниками: короткий контур, найбільш висока температура навколишнього середовища, як наслідок висока ефективність роботи. Один метр труби підводного контуру дорівнює 30 Вт теплової енергії. Для отримання 10 кВт тепла, потрібно 330 метра контурної труби. Це найбільш дешевий варіант, але є вимоги по мінімальній глибині і обсягом води у водоймі для конкретного регіону. Зовнішній вид геотермального теплового насоса для водойм (з притопленим контуром) приведений на рис. 1.9.



Рис. 1.9 Геотермальний тепловий насос з притопленим контуром (система “вода-вода”)

- водні (грунтові води). Грунтові води є кращим джерелом енергії, завдяки тому, що навіть в зимовий час температура цього ресурсу не опускається нижче негативної позначки та знаходиться в діапазоні від +5 до +15 °С. Насоси, які отримують енергію від ґрунтових вод, мають найбільш високий ККД. Проходячи через нього, вода віддає своє тепло. Зовнішній вид геотермального теплового насоса з використанням ґрунтових вод приведений на рис. 1.10.



Рис. 1.10 Тепловий насос з використанням ґрунтових вод (система “вода-вода”)

2. Повітряні (джерелом відбору тепла є повітря) використовують як джерело низькопотенційної теплової енергії повітря. Причому джерелом

теплоти може бути не тільки зовнішній (атмосферне) повітря, а й витяжний вентиляційний повітря (загальнообмінної або місцевої) вентиляції будівель. Даний агрегат не вимагає монтажу підземного чи підводного контуру. Як правило, установки даного типу використовуються в тому випадку, коли інші варіанти відбору тепла не можуть бути реалізовані. Теплова енергія повітря використовується до позначки $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Якщо вдарили сильні морози, і температура опустилася нижче цього показника, за справу в загальному випадку береться додатковий теплогенератор, але теплові насоси Heloitem мають робочий діапазон температур від -25 до $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ і додатковий теплогенератор не потрібний. Зовнішній вид повітряного теплового насоса (система “повітря-вода”) приведений на рис. 1.11.



Рис. 1.11 Повітряний тепловий насос (система “повітря-вода”)

3. Теплові насоси, які використовують вторинне тепло (наприклад, тепло трубопроводу центрального опалення, вентиляційні викиди тощо). Подібний варіант є найбільш доцільним для промислових об'єктів, де є джерела скидного тепла, яке вимагає утилізації. Одним з найефективніших джерел даного типу являється використання відпрацьованого тепла повітряних та холодильних компресорів, оскільки воно має високу температуру. За останні роки в різних засобах масової інформації, включаючи Інтернет видання, з'явилися численні публікації, що стосуються використання технології теплових насосів в системах опалення і гарячого водопостачання об'єктів різної сфери - від окремих будинків до житлових мікрорайонів. Виникли десятки компаній, що пропонують теплові насоси різних виробників для згаданих цілей, був прийнятий ряд урядових рішень щодо використання теплових насосів в комунальній сфері. Однак, на

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	

сьогоднішній день в Україні не реалізовано жодного, скільки-небудь значимого проекту, пов'язаного з використанням теплових насосних технологій. Автори мають багаторічний досвід спільного науково-технологічного співпраці з провідними технічними університетами та промисловими компаніями Західної Європи в області розробок і практичного використання теплових насосних технологій. Сьогодні світ весь час прагне до вдосконалення. В області енергетики це виражається в розвитку енергоефективних технологій. Ще 15-20 років тому більшість новозбудованих будівель розраховувалися за середніми тепловтратами до 100 Вт/м². Зараз практикуючому інженерутеплотехніку важко уявити собі приміщення з втратою тепла вище, ніж 75 Вт/м², а бувають випадки, коли до уваги береться цифра в 25 Вт/м². Внаслідок зниження питомих тепловтрат будівлі актуальною стала тематика низькопотенційних систем опалення. Актуалізація сталася через те, що знизилися розрахункові температурні режими систем, а це спричинило за собою зменшення габаритних розмірів опалювальних приладів (у більшості випадків радіаторів).



Рис. 1.12 Повітряний тепловий насос (система “повітря-повітря”)

Переваги теплових насосів.

Тепловий насос використовує споживану енергію на порядок ефективніше котлів, що спалюють паливо або використовують електричну енергію. Низький рівень споживання енергії досягається за рахунок високого коефіцієнта перетворення системи (COP в реальних системах 3 - 5) і дозволяє отримати на 1 кВт витраченої електроенергії 3-5 кВт теплової енергії. У разі реалізації системи пасивного охолодження можливо на 1 кВт електричної енергії отримати до 15-20 кВт потужності пасивного охолодження.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепловий насос - більш екологічно чистий метод опалення та кондиціювання, ніж газовий або електричний котел. Під час роботи відсутні шкідливі викиди в навколишнє середовище CO, CO₂, NOX, SO₂, PbO₂, що роблять шкідливий вплив на організм людини і природу.

Тепловий насос вибухо- і пожежобезпечний. Немає палива, немає відкритого вогню, небезпечних газів або сумішей. Вибухати тут просто нема чому, не можна також учадіти або отруїтися. Жодна деталь не нагрівається до температур, здатних викликати займання горючих матеріалів. Холодоагент в природних умовах летючий, безбарвний, що не горючий газ. Тому справний тепловий насос не може бути джерелом пожежі. Зупинки пристрою не його поломок або замерзання рідин.

В одному комплекті обладнання споживач отримує одночасно систему опалення, охолодження та нагріву води. 28 По надійності тепловий насос стоїть на щабель вище електро і газових котлів. Особливість теплового насоса в тому, що всі процеси переносу тепла відбуваються в замкнутому, герметичному контурі.

Термін служби теплових насосів більше, ніж у класичних джерел тепла. Теплові насоси при правильному розрахунку можуть прослужити до 20-30 років і після цього терміну збережуть свою працездатність, шляхом заміни зношених вузлів. До місця згадати про термін служби побутового холодильника, погодьтеся, Ви можете згадати екземпляри, які працюють не одне десятиліття.

Оскільки робота теплового насоса не залежить від поставок органічного палива, відповідно не потрібно прокладати газо- комунікації. Нагадаємо, що Україна експортує електроенергію, в той час як власний видобуток покриває лише 20% потреби в газі.

При правильному розрахунку тепловий насос створює такий же рівень комфорту, як класичний газовий або електродкотел і працює в автоматичному режимі.

Недоліки теплових насосів.

Більш висока початкова ціна усього комплексу робіт по установці, щодо до газового або електро опалення. Це є основним мінусом теплових насосів. Звичайно, необхідно при цьому враховувати, що окупність системи складає в середньому 3-7 років в залежності від інших джерел тепла.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В котельні тепловий насос займе стільки ж площі, як і газовий котел, а ось з територією ділянки доведеться попрацювати. Для вертикальних зондів буде потрібно площу близько 25 м² на 1 кВт теплової потужності теплового насоса. Горизонтальний ділянку «з'їсть» близько 250 м² на 1 кВт теплової потужності. Розміщення в водоймі також зажадає наявності доступу до берега і площі самої водойми або річки.

Багато фахівців про це мовчать, але необхідно мати на увазі, що «серцем» теплового насоса є компресор, як правило, спіральний з частотою обертання близько 3000 об / хв. Хоча виробники теплових насосів і застосовують всілякі шумоізоляційні матеріали, звук від теплового насоса може перевищувати 29 звичний шум від газового котла. Особливо це відноситься до моделей теплових насосів з тепловою потужністю більше 15-18 кВт. Для них рекомендується наявність окремого приміщення котельні, а для моделей 40-100 кВт, можливо, застосування додаткових заходів по шумоізоляції приміщення котельні.

Для стабільної роботи теплового насоса, як правило, необхідна наявність трифазної електромережі. Також не потрібно забувати, що у компресора теплового насоса присутні високі пускові струми. Отже, електроживлення мережа повинна бути на це розрахована, якщо ж такого немає, то до теплового насос необхідно додавати пристрої плавного пуску.

Виконання бурових робіт досить трудомістка. У разі застосування вертикального теплообмінника (геотермальні зонди) при монтажі теплового насоса можливе додаткове узгодження бурових робіт. В українському законодавстві на даний момент безліч прогалин щодо документування свердловин під теплові насоси. Можна сказати, його просто немає. І це не дивно, адже технологія ще порівняно нова. Однак не потрібно забувати, що є нормативні документи щодо проведення бурових робіт, і при монтажі теплового насоса на це може піти додатковий час і кошти.

1.5 Складення державної програми по широкому впровадженню теплових насосів в Україні

Враховуючи особливості теплових насосів у порівнянні з сонячними панелями та вітряками, де енергія відновлювального джерела виробляє електрику і її надлишок продається державі. Теплові насоси в цьому питанні потребують більшої уваги, адже вони працюють на опалення, гаряче

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водопостачання та кондиціонування будинку, а виробляти надлишкову енергію такого типу нераціонально.

Відповідно до закону України "Про альтернативні джерела енергії". Отриману за допомогою теплових насосів аеротермальну, гідротермальну або геотермальну теплову енергію слід вважати видобутою з відновлюваних джерел енергії за умови, що кінцевий вихід енергії значно перевищує первинне споживання енергії, потрібної для приведення в дію теплових насосів. Обчислення частки енергії, виробленої тепловими насосами, з метою формування звіту для Енергетичного Співтовариства про досягнутий прогрес у сприянні та використанні енергії з відновлюваних джерел, здійснюється відповідно до методики, розробленої центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері енергозбереження, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива.

Для більш широкого впровадження теплових насосів необхідно ввести такі поправки:

- звільнити від податків підприємства про виробництву теплових насосів на термін 5-10 років. Це дасть змогу вийти на ринок вітчизняним виробникам і значно знизить ціни на продукцію.
- запровадити програму державної енергоефективності компенсуючи покупцям 35-40% вартості теплових насосів (як приклад програма IQ-energy, головним фінансовим донором якої є Швеція, компенсує населенню 35% вартості теплових насосів).
- зробити максимальну доступність державної підтримки (враховувати державну компенсацію на цінниках в магазині), інформувати про це населення.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Висновки

В даному розділі було виконано аналітичний огляд енергоощадного будівництва (зеленого будівництва) на прикладі світових стандартів LEED і BREEAM. Розглянуто енергетичну класифікацію будинків в Україні відповідно до закону «Про енергетичну ефективність будівель». Розглянувши всі варіанти відновлювальних джерел та їх потенціал, альтернативним вибором джерела енергії буде встановлення теплових насосів з можливістю роботи на підігрів та охолодження в системі вентиляції. Встановлені основні переваги та недоліки теплових насосів різних типів.

Зібрано дані з статистики продажів теплових насосів у світі та проаналізовано ефективні державні програми по їх встановленню. На

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прикладі діючої програми сонячної енергетики та програм західних держав, розроблено механізм широкого впровадження теплових насосів в Україні.

Впровадження енергозберігаючих технологій метою яких є проектування енергоощадної будівлі на прикладі «Зеленого будівництва». Забезпечить екологічну безпеку будівельних матеріалів що не мають екологічного впливу та зумовлюють комфортне перебування в приміщенні.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ БУДІВЛІ

В роботі розглядається застосування відновлювального джерела енергії для двохповерхового приватного житлового будинку, який розташовується в Київській області. Спочатку розраховане теплове навантаження будівлі, підібране основне обладнання системи опалення. Потім проведено аналіз комбінованих схем джерела теплової енергії, а саме теплогенераторної із застосуванням теплових насосів.

2.1 Вихідні дані об'єкта

Географічна локація будівлі – с. Ходосіївка (Київська область)

Кількість поверхів – 2

Висота поверху (від підлоги до підлоги) – 3,0 м.

Матеріал утеплювача огорожувальних конструкцій:

- утеплювач стіни *плити пінополістирольні екструзійні, 35 кг/м³*

Система опалення:

Тип опалювальних приладів: конвектори, тепла підлога

2.1.1. Параметри зовнішнього повітря

Розрахункова температура для опалення в холодний період (найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю 0,92) $t_z = -22^\circ\text{C}$; [6, табл. 2]

1. Температурна зона будівництва – І зона [7, додаток В] .

2. Тривалість опалювального періоду – 176 діб [6, табл.2]

3. Середньорічна температура – $t_r = 8.0^\circ\text{C}$ [6, табл.2]

4. Кількість градусо-діб визначається за формулою:

$$S = (t_v - t_{on}) \cdot n_{on} \quad (2.1)$$

де t_v - розрахункова температура внутрішнього повітря приміщень будинків, [7, табл.Г2];

t_{on} - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, [6, табл.2]

n_{on} - тривалість діб опалювального періоду, [6, табл.2]

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S = (20 - 0,1) \cdot 176 = 3502 \text{ градусодіб}$$

2.1.2 Параметри внутрішнього повітря.

Ці величини зручно представляти у вигляді таблиці (табл. 2) в якій зазначені, для основних приміщень (кухня, ванна кімната, вбиральня тощо) такі показники:

- температура внутрішнього повітря, °С [8, табл. 4];
- відносна вологість повітря, %;

Параметри внутрішнього повітря приміщень житлового будинку наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри внутрішнього повітря

№	Назва приміщення	Температура повітря t_v , °С	Відносна вологість ϕ_v , %	Режим вологості приміщення
1.	Житлова кімната	20	55	Нормальний
2.	Вітальня столова	20		Нормальний
3.	Кабінет	20		Нормальний
4.	Кухня	18		Нормальний
5.	Ванна	24		Вологий
6.	Санвузол	20		Нормальний
7.	Коридор	20		Нормальний
8.	Сходові клітина	18		Нормальний
9.	Гардеробна	18		Нормальний

2.1.3 Умови експлуатації огорожень

Умови експлуатації матеріалу огорожень визначають за [7, дод. К] залежно від режиму вологості приміщень житлового будинку. Для нормального режиму вологості умови експлуатації Б.

2.1.4 Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огороження

Залежно від температурної зони експлуатації будинку для кожного виду зовнішнього огороження приймають мінімально допустимі значення опору теплопередачі R_{qmin} , $m^2 \cdot K/Вт$ [7, табл. 1]:

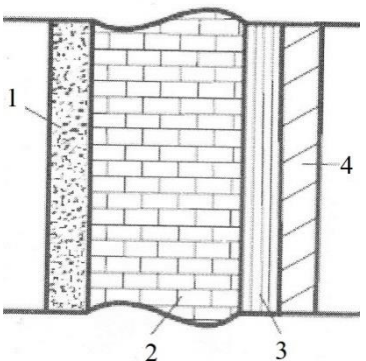
Таблиця 2.2 - Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} , $m^2 \cdot K/Вт$, для I температурної зони
1	Зовнішні стіни	4,0
2	Горищні покриття та перекриття неопалювальних горищ	6,0
3	Суміжне покриття	7,0
4	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,9
5	Зовнішні двері	0,7

2.1.5 Теплотехнічні показники матеріалів огорожень

Для матеріалів з яких складається конструкція огороження задано товщину δ , м і густину ρ , $кг/м^3$ матеріалу. Визначаємо, враховуючи умови експлуатації, розрахункові коефіцієнти теплопровідності λ_p , $Вт/(м^2 \cdot K)$. Всі показники зводимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Теплотехнічні показники матеріалів огорожень

№ з/п	Найменування матеріалу	Густина ρ , $кг/м^3$	Товщина шару, δ , м	Коефіцієнт теплопровідності, λ_p , $Вт/(м^2 \cdot K)$	Схема огороження
1	2	3	4	5	6
Зовнішня стіна					
1	Вапняно-піщаний розчин	1600	0,02	0,93	
2	Цегла керамічна на цементно-піщаному розчині	1800	0,51	0,81	
3	Плити пінополістирольні	35	δ	0,050	

4	Цементно-піщаний розчин	1800	0,02	0,81	
Горищне перекриття					
1	Стяжка Цементно-піщана	1600	0,02	0,81	
2	Руберойд	600	0,001	0,17	
3	Плити мінераловатні	70	δ	0,055	
4	Залізобетонна плита	2500	0,061	2,04	
5	Вапняно-піщаний розчин	1600	0,02	0,81	

Необхідну товщину теплоізоляційного шару визначають за умовою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}} \quad (2.2)$$

де $R_{\Sigma \text{ пр}}$ - приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції (опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції), $\text{м} \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$R_{q \text{ min}}$ - мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції або непрозорої частини огорожувальної конструкції, $\text{м} \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{a_B} + \sum_{i=1}^n l_j + \frac{1}{a_3} = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{a_3}, \quad (2.3)$$

де a_B, a_3 - коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $(\text{м} \cdot \text{К})/\text{Вт}$;

R_{Σ} - тепловий опір теплового шару конструкції, $(\text{м} \cdot \text{К})/\text{Вт}$;

δ_i - товщина теплового шару конструкції, м ;

λ_{ip} - кількість шарів огорожувальної конструкції.

Відповідно фактичні значення опору теплопередачі складають для зовнішньої стіни складають $0,24 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, для горищного перекриття $0,15 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

2.2. Розрахунок проектного теплового навантаження будівлі

Теплова потужність системи опалення залежить від тепловтрат будинку, які дорівнюють сумі розрахункових втрат тепла опалюваними приміщеннями Q , кВт.

До початку розрахунку на плані поверху нумеруємо усі приміщення, де будуть встановлені опалювальні прилади. Згідно ДБН п. 6.3.4. «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [п. 6.3.4.]. теплове навантаження системи опалення слід визначати згідно з ДСТУ Б EN 12831.

Проектне теплове навантаження всієї будівлі обчислюють за такою формулою:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i}, \text{ Вт} \quad (2.4)$$

де: $\sum \Phi_{T,i}$ – сума проектних втрат тепла за рахунок теплопередачі через всі огороження будівлі, за винятком того тепла, що передається всередині будівлі, Вт; $\sum \Phi_{V,i}$ – сума проектних вентиляційних втрат тепла, Вт; $\sum \Phi_{RH,i}$ – сума надлишків теплової потужності, що необхідні для компенсації наслідків зменшення продуктивності системи опалення, Вт.

Згідно стандарту EN 12831 [4] розрахунок проектних втрат тепла опалюваного простору за рахунок теплопередачі визначаємо:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (2.5)$$

де: $H_{T,ie}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до навколишнього середовища (e) через оболонку будівлі, Вт/К; $H_{T,iue}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до навколишнього середовища (e) через неопалювані простори (u), Вт/К; $H_{T,ij}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до суміжного опалюваного

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

простору (j) за різниці температур більше 3°C (тобто до суміжного опалюваного простору в тій самій частині будинку або в прилеглий частині будинку), Вт/К ; $\theta_{int,i}$ – проектна внутрішня температура опалюваного простору (i), $^{\circ}\text{C}$; θ_e – проектна зовнішня температура, $^{\circ}\text{C}$.

Значення коефіцієнта втрат тепла $H_{T,ie}$ за рахунок теплопередачі з опалювального простору (i) до навколишнього середовища (e) залежить від розмірів та характеристик елементів будинку, що відділяють опалюваний простір від зовнішнього середовища, таких як: стіни, підлоги, покриття, двері, вікна. Згідно зі стандартом EN 12831 [4], також враховують вплив лінійних теплових мостів:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \text{Вт/К} \quad (2.6)$$

де: A_k – площа елемента будинку (k), м^2 ; U_k – коефіцієнт теплопередачі огородження (k) прирівнюємо до коефіцієнта теплопередачі K , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ (див. п.2, табл.5); ψ_l – коефіцієнт теплопередачі лінійного теплового мосту (l), $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; l_l – довжина лінійного теплового мосту (l) між внутрішнім і зовнішнім просторами, м ; e_k , e_l – поправочні коефіцієнти на орієнтацію огородження з урахуванням впливів таких факторів, як тип ізоляції, абсорбція вологи елементами будівлі, швидкість вітру та температура повітря (у випадку, якщо ці впливи не були враховані раніше при визначенні коефіцієнта U_k).

Коефіцієнт $H_{T,ij}$ враховує втрати тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до суміжного опалюваного простору (j) за суттєвої різниці температур. У випадку розрахунку втрат тепла в суміжний опалюваний простір з нижчою температурою не враховують вплив теплових мостів. Суміжним опалюваним простором може бути сусіднє приміщення в тій самій квартирі або приміщення в іншій квартирі чи навіть у прилеглому будинку. Коефіцієнт $H_{T,ij}$ обчислюють за таким виразом:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k, \text{Вт/К} \quad (2.7)$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: f_{ij} – коефіцієнт пониження температури, що враховує різницю між температурою суміжного опалюваного простору та проектною зовнішньою температурою, який визначають за виразом:

$$f_{ij} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_j}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}, \quad (2.8)$$

де: $\theta_{\text{int},i}$ – проектна внутрішня температура опалюваного простору (i), °С; θ_j – температура прилеглого опалюваного простору, °С; θ_e – проектна зовнішня температура, °С.

Розрахунок проектних вентиляційних втрат тепла опалюваного простору:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e), \text{ Вт} \quad (2.9)$$

де: $H_{V,i}$ – коефіцієнт проектних вентиляційних втрат тепла, Вт/К;

Мінімальна об'ємна витрата повітря, згідно з гігієнічними вимогами, надходить в опалюваний простір (i), може бути обчислена за таким виразом:

$$\dot{V}_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \cdot V_i, \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.10)$$

де: n_{min} – мінімальна кратність повітрообміну згідно з гігієнічними вимогами, год^{-1} , в курсовому проекті приймаємо $n_{\text{min}} = 0,5 \text{ год}^{-1}$ кухня [5, табл. 12]; V_i – об'єм опалюваного простору (i), обчислений на підставі внутрішніх розмірів (у світлі стін і перекриттів), м^3 .

Запас теплової потужності для компенсації наслідків пониження продуктивності опалення визначається за виразом:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}, \text{ Вт} \quad (2.11)$$

де: A_i – внутрішня площа підлоги опалюваного простору (i), м^2 ; f_{RH} – питома надбавка нагрівання, Вт/м². У курсовому проекті приймаємо постійний тепловий режим, тому величину питомої надбавки приймаємо нулю.

Обрахунок тепловтрат будинку проводимо в програмі AudytorOZC 6.1. Загальні розрахункові дані для проектування системи опалення в табл. 2.4.

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР

Таблиця 2.4. – Розрахунок витрат тепла у приміщеннях

Опис приміщення	Площа приміщення, м ³	Розрахункова внутрішня температура, $\Theta_{int,H}$, °C	Тепловтрати приміщення, Φ_{HL} , с, Вт
1	2	3	4
Розрахунок першого поверху			
Холл-сходи	26,2	18	1993
Вітальня-столова	50,3	20	3827
Кухня	17,8	20	1354
Житлова кімната	12,9	20	981
Гардеробна	12,2	18	928
Ванна кімната	15,3	24	1164
Господарська кімната	9,0	18	685
Туалет	3,1	20	235
Загальні витрати 1-го поверху			$\Sigma=11167$
Розрахунок другого поверху			
Хол-сходи	11,17	18	850
Спальня	20,44	20	1555
Дитяча кімната	17,14	20	1304
Ванна кімната	7,08	24	538
Гардеробна кімната	10,75	18	818
Дитяча кімната	17,81	20	1355
Кабінет	20	15,62	1188
Загальні витрати 2-го поверху			$\Sigma=7608$
Загальні витрати будинку			$\Sigma=18700$

2.3. Підбір обладнання системи опалення житлового будинку

Джерелом теплопостачання є котельня на базі теплового насосу мари та газового одноконтурного котла (28кВт), з виходом під бойлер та вбудованим 3-х ходовим клапаном марки Vaillant VU 240/5-5 24/28кВт.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність системи опалення складає 18,7 кВт. Гідравлічний опір системи складає 35,6 кПа.

Система опалення будинку – тепла підлога, розміщена згідно з завдання на проектування. Параметри теплоносія 45/35°C. Для досягання необхідної величини параметрів теплоносія передбачається установка змішуючого вузла теплої підлоги.

Від розподільчої гребінки на базі насосних груп зі змішувачем 20-45°C COLEPRO OTF-WP-25-03-45-130 в приміщенні тепло генераторної та до розподільчих гребінок підлогового опалення першого та другого поверхів трубопроводи Т1, Т2 запроектовано з труб поліетиленових stabì glass PN 16 KAN-therm PN 16 (S3.2/SDR7.4) Glass. Від розподільчих гребінок теплової підлоги на першому та другому поверхах трубопроводи Т1, Т2 – PE-RT Ø16x2,0 (P=6 бар) з антидифузійним захистом EVOH марки HERZ.

Трубопроводи систем опалення типу stabì glass ізольовані Thermoflex FRZ товщиною 9мм.

В приміщенні №3 на першому поверсі додатково встановлюється внутрішньопідлогові конвектори марки Polvax KV.230.67-MINI, довжиною L=3000мм.

2.3.1. Підбір обладнання для підлогового опалення

Система опалення будинку – тепла підлога, розміщена згідно з завдання на проектування. Параметри теплоносія 45/35°C. Для досягання необхідної величини параметрів теплоносія передбачається установка змішуючого вузла теплої підлоги.

Від розподільчої гребінки на базі насосних груп зі змішувачем 20-45°C COLEPRO OTF-WP-25-03-45-130 в приміщенні теплогенераторної та до розподільчих гребінок підлогового опалення першого та другого поверхів трубопроводи Т1, Т2 запроектовано з труб поліетиленових stabì glass PN 16 KAN-therm PN 16 (S3.2/SDR7.4) Glass (рис. 2.1).

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

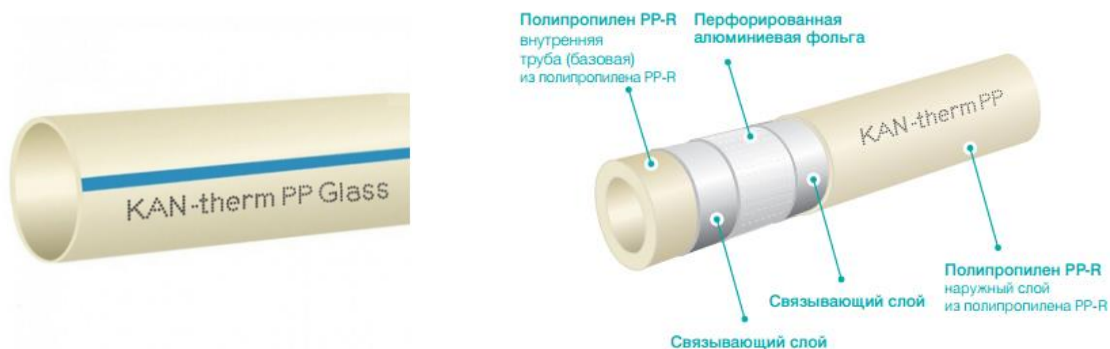


Рис. 2.1 – Поліпропіленова труба stabl glass PN 16 KAN-therm PN 16 (S3.2/SDR7.4) Glass

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика поліпропіленових труб stabl glass PN 16 KAN-therm PN 16 (S3.2/SDR7.4) Glass

Характеристика	
Діаметр	32 мм.
Товщина стінки	4,4 мм.
Матеріал	поліпропілен
Тип з'єднання	Під пайку
Максимальний тиск	16 бар

Поліпропіленові труби KAN GLASS використовують у системах холодного та гарячого водопостачання. Відрізняються між собою діаметром та мають багат шарову конструкцію. Перевагою труби є висока якість матеріалу, стійкість до агресивних середовищ, простота в установці та довговічність. Труба виготовлена з поліпропілену, середній шар зі скловолокна (становить 40% товщини стінки труби) забезпечує високу міцність труб та їх мале теплове подовження. Конструкції з поліпропілену прості в монтажі, якщо використовувати їх відповідно до інструкції.

Від розподільчих гребінок теплової підлоги на першому та другому поверхах трубопроводи T1, T2 – PE-RT Ø16x2,0 (P=6 бар) з антидифузійним захистом EVONH марки HERZ.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Характеристика	
Виробник	HERZ
Максимальна робоча температура	70 град.
Країна виробник	Австрія
Внутрішній діаметр	14 мм.
Колір	Червоний
Товщина стінки труби	2 мм.
Область застосування труби	Для теплої підлоги
Зовнішній діаметр	16 мм.
Довжина бухти	600 м.
Тип матеріалу труби	Зшитий поліетилен

Рис. 2.2 – Поліетиленова труба Herz PE-RT та технічні характеристики поліетиленової труби Herz PE-RT

Поліетиленова труба Herz PE-RT 16x2 підвищеної термічної стійкості з антидифузионной захистом EVONH призначена для застосування в системах підлогового і панельного опалення, системах охолодження і промислового панельного опалення.

П'ятишарова труба HERZ PE-RT складається з наступних шарів:

- Внутрішній базовий шар поліетиленової труби PE-RT підвищеної термічної стійкості;
- З'єднувальний (адгезійний) шар;
- EVONH - шар як бар'єр від проникнення кисню;
- З'єднувальний (адгезійний) шар;
- Зовнішній шар поліетилену PE-RT для захисту EVONH від пошкодження.

Розподільчі гребінки системи підлогового опалення оснащені автоматичним регулятором перепаду тиску з внутрішньою різьбою - 5...30 кПа, HERZ. У автоматичному регуляторі плавне налаштування

перепаду тиску в діапазоні від 5 до 30 кПа. Корпус виконаний з латуні, стійкої до селективного вимивання цинку.



Характеристика	
Бренд	Herz
Діаметр, мм.	20
Комплектуючі	регулятори перепаду тиску
Країна виробництва	Австрія
Тип підключення	різьбове

Розподільча гребінка №1, яка обслуговує перший поверх, на 10 відділень. Гребінка постачає 8 кімнат та 10 контурів підлогового опалення.

розподільча гребінка на 10 відведень
системи підлогового опалення
1-го поверху

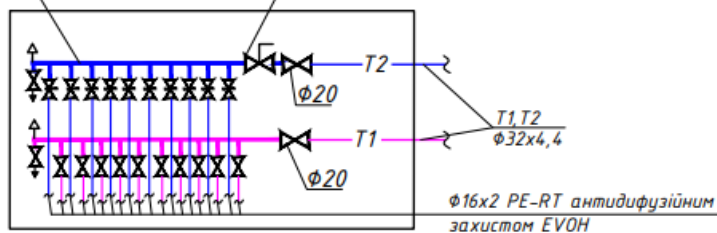


Рис. 2.3 – Розподільча гребінка першого поверху

Таблиця 2.6 – Технічні розрахунки підлогового опалення

Опис приміщення	Площа приміщення, м ³	№ Контура	L	B	ΔP
1	2	3	4	5	6
Господарська кімната	9,0	Контур 1	66		8052
Туалет	3,1				
Кухня	17,8	Контур 2	82		10004
Житлова кімната	12,9	Контур 3	104		12688

Холл-сходи	26,2	Контур 4	102	0,15	12444
Гардеробна кімната	12,2	Контур 5	104		12688
Ванна кімната	9,0	Контур 6	106		12932
Вітальня-столова	50,3	Контур 7	100		12200
		Контур 8	104		12688
		Контур 9	64		7808
		Контур 10	60		7320

Розподільча гребінка №2, яка обслуговує перший поверх, на 12 відділень. Гребінка постачає 7 кімнат та 12 контурів підлогового опалення.

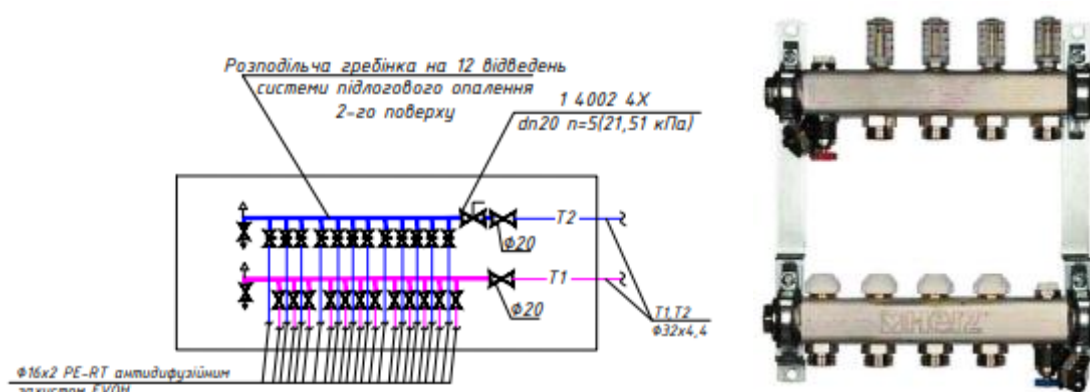


Рис. 2.5 – Розподільча гребінка другого поверху

Таблиця 2.7 – Технічні розрахунки підлогового опалення

Опис приміщення	Площа приміщення, м ³	№ Контура	L	B	ΔP
1	2	3	4	5	6
Холл-сходи	11,17	Контур 1	60	0,15	11940
Дитяча кімната	17,14	Контур 2	82	0,15	10004
		Контур 3	104	0,15	12688
Ванна кімната	7,08	Контур 4	102	0,10	12444
Спальня	20,44	Контур 5	104	0,15	12688

		Контур 6	106	0,15	12932
Гардеробна кімната	10,75	Контур 7	50	0,10	9950
Кабінет	15,62	Контур 9	82	0,10	16318
		Контур 10	86	0,10	17114
Дитяча кімната	17,81	Контур 11	64	0,15	12736
		Контур 12	80	0,15	15920

Із чистого опалювального навантаження і присутньої обігрівуючої площі (базова площа приміщення за винятком заставлених місць) розраховується питоме опалювальне навантаження:

$$q_{spez} = \frac{P_{NB}}{A_R}, \text{Вт/м}^2 \quad (2.12)$$

де q_{spez} - питоме опалювальне навантаження, Вт/м²;

P_{NB} – чисте опалювальне навантаження, Вт;

A_R - площа підлоги, м².

Якщо опір теплопередачі підлогового опалення до моменту проектування вже відомий, то використовується наступне значення:

$$R_{\lambda B} = 0,1, \text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт} \quad (2.13)$$

$$R_{\lambda B} = 0, \text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Розрахунок початкової температури теплоносія:

$$t_{VL} = t_i + t_{mH} + \frac{\sigma}{2}, \text{°C} \quad (2.14)$$

t_{VL} - початкова температура теплоносія, °C;

t_{VL} - температура повітря в приміщенні, °C;

t_{mH} - надмірна температура теплоносія, °C;

σ - перепад температури теплоносія.

Загальна довжина одного циркуляційного контура не повинна перевищувати 100 – 200 метрів. Не варто до того ж забувати про підведення

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР

до розподільників (L_{ZU}) і про прохідних трубопроводах інших опалювальних контурів.

$$L = \frac{A_R}{a} + 2 \cdot L_{ZU} - 2 \cdot L_D, \text{ м} \quad (2.15)$$

A_R - площа приміщення, м;

a - крок укладки, м;

L_{ZU} – довжина підведень, м;

L_D - довжина труб опалювального контура, м.

Сумарна втрата тиску:

$$\Delta p_v = R \cdot L + Z, \text{ Па} \quad (2.16)$$

R – втрати тиску на 1м труби, Па/м;

L – довжина труби, м;

Z – втрати тиску на місцях місцевого опору, Па.

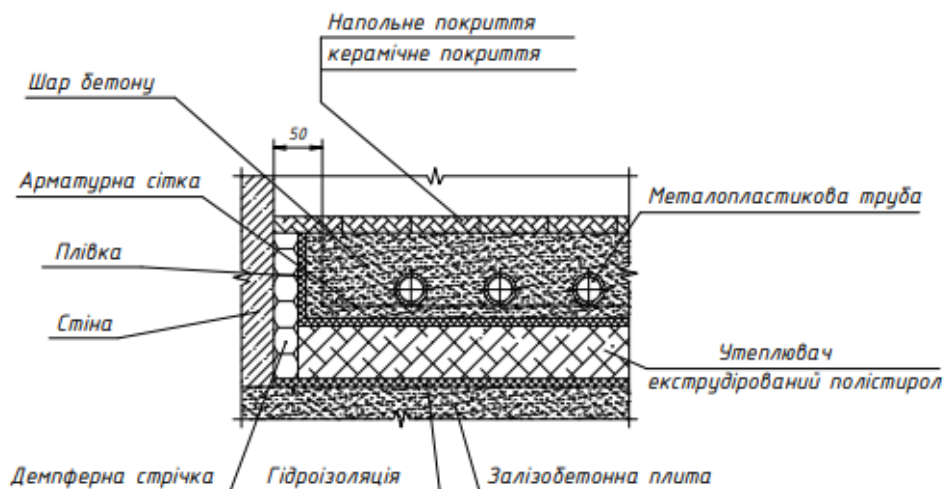


Рис. 2.6 – Конструкція теплої підлоги

2.3.2. Підбір обладнання для конверторного обладнання

Для забезпечення відповідної температури кімнати №3 (Вітальня-столова), було вирішено додатково встановити в кімнату ще одне джерело тепlopостачання, а саме внутрішньопідлогові конвектори марки Polvax KV.230.67-MINI, довжиною $L=3000\text{мм}$. Площа вітальні-столової $50,3 \text{ м}^2$,

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР				

тому встановлені конвектори є логічною дією для забезпечення оптимальною температури приміщення. Внутрішньопідлогові конвектори монтуються в підлогу приховано, що також впливає на загальну картину інтер'єру приміщення.

Внутрішньопідлоговий конвектор Polvax, оснащений спеціальним кутовим термостатичним клапаном компанії HERZ, модель TS-90-V (1772867), що дозволяє регулювати потік теплоносія через опалювальний прилад, таким чином регулюючи загальну температуру кімнати, до найбільш оптимальної.



Рис. 2.7 Термостатичний клапан HERZ TS-90-V

Матеріал корпусу внутрішньопідлогового конвектора виконаний з пофарбованої сталі. Всередині короба розташовується мідно-алюмінієвий теплообмінник з вентилятором, адже конвектор KV.230.67-MINI з примусовою конвекцією. Технічні характеристики конвектора наведені в табл. 2.6.

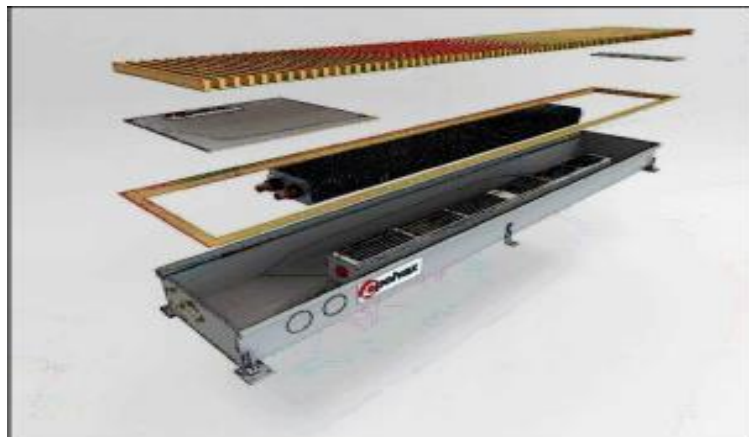


Рис. 2.8 – Загальний вид внутрішньопідлогового конвектора марки Polvax KV.230.67-MINI

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6 - Технічні характеристики внутрішньопідлогового конвектора марки Polvax KV.230.67-MINI

Конвекція	примусова
Теплообмінники	1 шт.
Вентилятор	перемінного струму (12 V)
Вид теплоносія	водяний
Робочий тиск	10 бар
Максимальний тиск	24 бара
Робоча температура	40-90
Максимальна температура	110
Підключення	G ½
Діаметр труби	½ дюйма
Довжина	600-3000 мм. (з кроком 250мм)
Ширина	230 мм.
Висота	67 мм.

Внутрішньопідлоговий конвектор Polvax KV.230.67 Mini українського виробництва призначений для роботи в системі водяного опалення.

Цей внутрішньопідлоговий радіатор також характеризується наявністю вбудованого тихого енергоефективного вентилятора на 24 Вт, що збільшує його теплові потужності.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

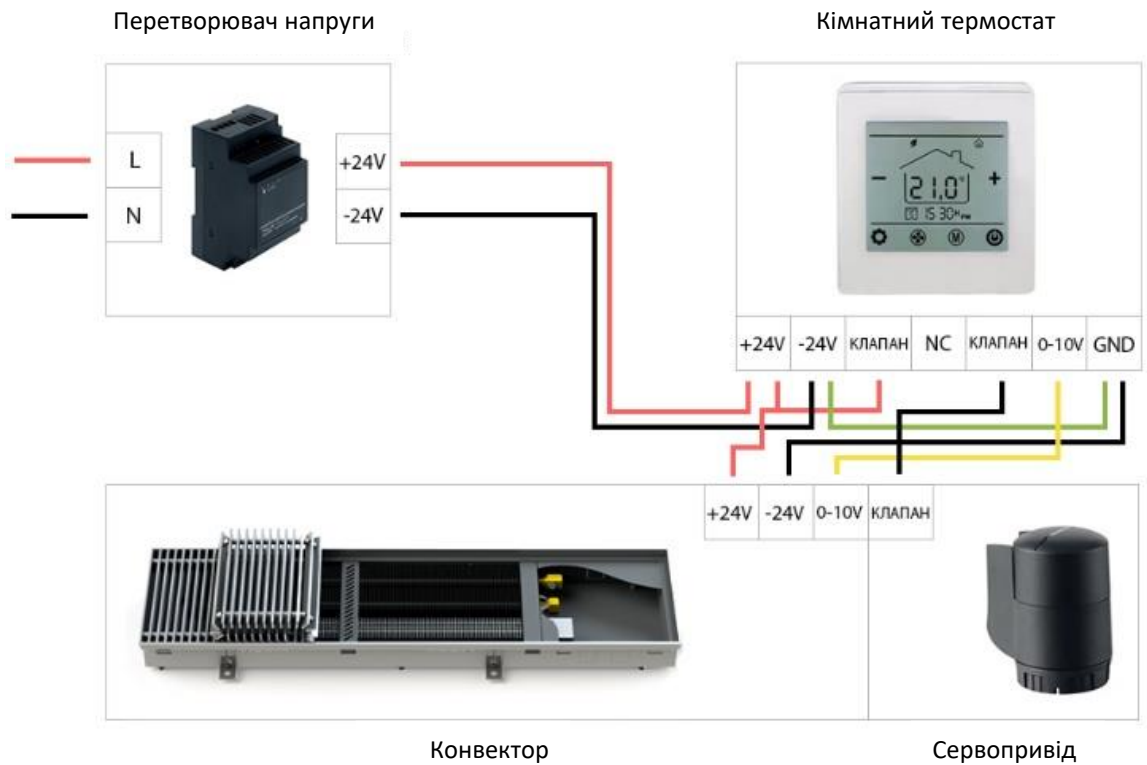


Рис. 2.9 Схема підключення конвектора Polvax KV.230.67-MINI

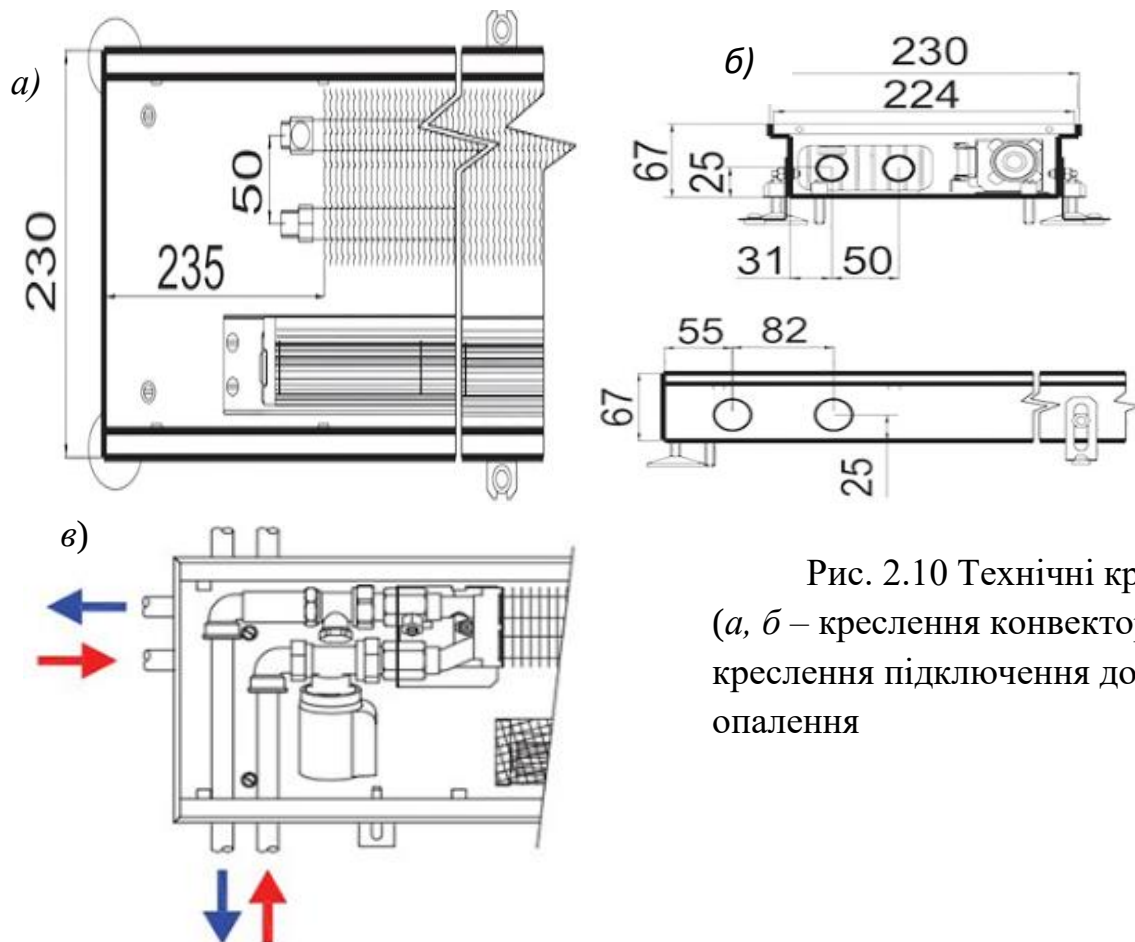


Рис. 2.10 Технічні креслення.
(а, б – креслення конвектора, в –
креслення підключення до системи
опалення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР

Арк.

РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ КОМБІНОВАНИХ СХЕМ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

В роботі розглядається комбінована схема джерела теплової енергії для приватного житлового будинку. Навантаження на опалення та гаряче водопостачання (ГВП) розподіляється між тепловим насосом та газовим котлом (рис.3.1).

Тепловий насос разом з газовим котлом комбінується, та використовується як в системі гарячого водопостачання так і для опалення будинку. Тепловий насос працює на низьких температурах та може нагрівати теплоносії до 40°C. У випадку, необхідності збільшення температури теплоносія можна використовувати газовий котел як додатково, так і взагалі змінити пріоритет як основного джерела теплопостачання. Обидва джерела теплопостачання працюють і на ГВП і на опалення будинку, тому комбінувати ці джерела можна різними методами. Тепловий насос можна підключати до ГВП, а газовий котел для підлогового опалення і навпаки.

В роботі розглядаються три теплові насоси для порівняння ефективності комбінованих схем джерел теплової енергії. це тепловий насос типу «повітря-вода» Panasonic WH-UX16HE8, тепловий насос типу «ґрунт-вода» Climaveneta Prana BWR MTD2 та ще один тепловий насос «повітря-вода» Mitsubishi Electric PUNZ-SW160YKA.

У четвертому розділі за допомогою техніко-економічних розрахунків буде вирішено, який із теплових насосів буде найоптимальніший за проведеними економічними порівняннями капітальних, експлуатаційних, приведених витрат трьох схем джерел теплопостачання для житлового будинку.

СХЕМА

1. Тепловий насос
2. Буферна ємність
3. Насосна група зі змішувачем 20-45°C

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Насосна група зі змішувачем 20-45°C
5. Розширювальний бак
6. Бойлер ГВП
7. Запобіжний клапан
8. Газовий котел
9. Кульовий кран
- 10.Зворотній клапан
- 11.Фільтр грубої очистки
- 12.Фільтр магнітний-дешламатор
- 13.Клапан автоматичного підживлення
- 14.3-х ходовий переключаючий клапан з приводом
- 15.Клапан підключення баку
- 16.Запобіжний клапан бойлера
- 17.Манометр радіальний
- 18.Автоматичний повітровідвідник
- 19.Загальні датчики температури
- 20.Зовнішній датчик температури
- 21.Датчик температури бойлера
- 22.Датчик температури бойлера
- 23.Підігрів піддону

За розрахунками теплового навантаження був підібраний газовий котел
Villant vu 240/5-5 (рис. 3.2)

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.2 - Газовий котел Vaillant vu 240/5-5

Опис газового котла Vaillant vu 240/5-5

- Газовий настінний опалювальний апарат з природним відводом продуктів згоряння
- Модулююча пальник, діапазон потужності від 30% до 100%
- Вбудована комунікаційна шина eBus.
- Середній ККД до 91%
- Опалення і приготування гарячої води (у комбінації з ємнісним водонагрівачем)
- Можливість установки в житловій зоні
- Продуманий дизайн, стандартне горизонтальне підключення і габарити ідентичні минулого покоління котлів
- Сервісні крани і підключення входять в комплект поставки

Оснащення vaillant vu 240/5-5

- Надійний мідний первинний теплообмінник.
- Низьке споживання електроенергії. Насос з автоматичним перемиканням швидкостей

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Бронзові гідравлічні компоненти
- Панель управління з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом і принципом управління «поверни і натисни»
- Низький рівень шуму
- Можливість комбінації з сонячними системами і тепловими насосами
- Розширювальний бак, автоматичний повітровідвідник, регульований байпас, запобіжний клапан
- Захист від заклинювання насоса і пріоритетного перемикаючого клапана при їх простой більше 23 год
- Електронний розпал
- Контроль стану і пошук несправностей на дисплеї за допомогою системи діагностики (DIA-System)

Табл. 3.1 - Технічні характеристики газового котла

Теплова потужність (у режимі 80/60°C), кВт	10,5 – 28,0
Температура димових газів хв/макс, °C	85/113
Масова витрата димових газів хв/макс, м/с	22,85/24,95
Клас NOx	3
Залишковий напір циркуляційного насоса, мбар	340
Хв. / макс. температура подаючої магістралі, °C	30-80
Обсяг розширювального бака, л	10
Макс. робочий тиск в контурі опалення, бар	3
Номінальний витрата опалювальної води, л/год	1206
Підключення до електромережі, В / Гц	230/50
Споживання електроенергії, не більше, Вт	93
Газопровід, "	G ½
Контури опалення, ГВП, "	G ¾
Висота, мм	800
Ширина, мм	440
Глибина, мм	338
Вага (не заповнений), кг	35

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепловий насос «повітря-вода» Panasonic WH-UX16HE8 (рис.4.2) з номінальною тепловою потужністю 16 кВт.



Ран

Табл. 3.2 - Технічні характеристики теплового насоса

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Технічний показник
Тип теплового насоса		Повітря-вода
Теплова потужність	кВт	16
Холодопродуктивність	Вт	12,2
Електрична потужність	кВт	3,7
Коефіцієнт перетворення		4,28
Холодоагент		R-410a
Режим роботи		Нагрівання/охолодження
Максимальна t° подачі теплоносія	°C	60
Мінімальна t° довкілля	°C	-28
Рівень шуму		54

Тепловий насос марки Panasonic WH-UX16HE8 призначений для побутового та комерційного застосування та здатний задовольнити будь-які

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потреби в обігріві, охолодженні та гарячому водопостачанні за допомогою бойлера непрямого нагріву.

Використовує 75% відновлюваної енергії з повітря та 25% електроенергії, відповідає вищому класу енергоефективності A++.

Тепловий насос здатний безвідмовно працювати навіть за суворої вуличної температури аж до (-28°C), а винятковою особливістю даної моделі є функція постійної продуктивності без просідання за потужністю, аж до (-20°C), що робить тепловий насос Panasonic WH-UX16HE8 чудовим та надійним вибором для опалення та кондиціонування будинку.

Принцип роботи теплового насоса заснований на відборі тепла біля зовнішнього повітря та передачі його за допомогою сучасного ротаційного інверторного компресора з фреонопроводів у теплообмінник, який розташований у гідромодулі.

Переваги теплового насоса Panasonic WH-UX16HE8:

- Panasonic WH-UX16HE8 – це відмінне рішення для зниження експлуатаційних витрат із найкращими показниками ефективності.
- Вбудована панель забезпечує зручне та інтуїтивно зрозуміле управління.
- Опціонально може бути оснащений Wi-Fi модулем, який дозволяє здійснювати віддалений доступ до теплового насосу Panasonic WH-SXC16H9E8/WH-UX16HE8 та керувати ним за допомогою смартфона або планшета з будь-якої точки світу.
- Постійна теплопродуктивність без втрати потужності до -20°C.
- Зовнішній блок оснащений передовим захистом від утворення криги на теплообміннику.
- Антикорозійне покриття захищає теплообмінник від різноманітних шкідливих впливів, таких як: солоне повітря, дощ, пил, вітер і від багатьох інших факторів, що викликають корозію.
- При виготовленні гідравлічного модуля використовуються лише високоякісні матеріали, мідь, латунь, нержавіюча сталь.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Надійна та ефективна робота навіть у найсуворіших зимових умовах з гарантованою теплопродуктивністю до -28°C .

Тепловий насос «ґрунт-вода» Climaveneta Prana BWR MTD2
(рис.3.14) з номінальною тепловою потужністю 16 кВт.



Рис.3.3 Тепловий насос Climaveneta Prana BWR MTD2

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики теплового насоса

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Технічний показник
Тип теплового насоса		Ґрунт-вода
Теплова потужність	кВт	16
Холодопродуктивність	Вт	21,3
Електрична потужність	кВт	3,5
Коефіцієнт перетворення		4,57
Холодоагент		R-410a
Режим роботи		Нагрівання/охолодження
Максимальна t° подачі теплоносія	$^{\circ}\text{C}$	55
Мінімальна t° довкілля	$^{\circ}\text{C}$	-26
Рівень шуму		59

Теплові насоси BWR DHW2 (PRANA), що оптимізовані для геотермальних систем, є реверсивними агрегатами для цілорічного використання в будь-якому режимі роботи: одиночний цикл (охолодження, опалення, ГВП), а також комбінований цикл з повною рекуперацією тепла (ГВП одночасно з охолодженням). Енергоефективність є найвищою під час літнього циклу, коли завдяки охолодженню води для кондиціонування та використанню цього тепла виробництво гарячої води є безкоштовним. Під час комбінованого використання теплообмінник ГВП використовує температуру стиснутого гарячого газу для нагрівання санітарної води до 65 °С. Передове електронне регулювання, розроблене Climaveneta, забезпечує максимальну експлуатаційну гнучкість, швидкий вихід на режим, значне збільшення загальної COP, поряд із скороченням електроспоживання та займаного простору. Переваги у поєднанні з можливістю повністю відмовитися від традиційного котла роблять теплові насоси BWR DHW2 (PRANA) ідеальним рішенням для енергозбереження в житлових, готельних та малих секторах.

Тепловий насос «повітря-вода» Mitsubishi Electric PUHZ-SW160YKA
(рис.3.4) з номінальною тепловою потужністю 16 кВт



Рис.3.4 – Тепловий насос Mitsubishi Electric PUHZ-SW160YKA

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 - Технічні характеристики теплового насоса

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Технічний показник
Тип теплового насоса		Повітря-вода
Теплова потужність	кВт	16
Холодопродуктивність	Вт	16
Електрична потужність	кВт	4,2
Коефіцієнт перетворення		3,11
Холодоагент		R-410a
Режим роботи		Нагрівання/охолодження
Максимальна t° подачі теплоносія	°C	60
Мінімальна t° доквіля	°C	-26
Рівень шуму		58

Mitsubishi Electric PUNZ-SW160YKA – це тепловий насос «повітря-вода» (тепло передається від повітря до води) із зовнішнім теплообмінником, який можна застосовувати як для обігріву, так і для охолодження повітря в невеликих будинках, а також для подачі гарячої води. Ця система робить житло комфортним, безпечним і повністю автономним. При цьому вона відрізняється високою енергоефективністю (на кожний спожитий 1 кВт електроенергії може виробити від 3 до 5 кВт теплової) та мінімальним впливом на навколишнє середовище (тепло, яке виробляється у повсякденному житті, використовується повторно). Існує можливість впровадження даного теплового насоса в систему «Розумний дім». Особливістю даної моделі є можливість підключення до зовнішнього (винесеного за межі зовнішнього блоку) теплообмінника «фреон-вода». Такий спосіб збирання системи ідеально підходить для холодних регіонів. А відсутність необхідності застосування антифризів та проміжних теплообмінників також сприяє підвищенню енергоефективності системи.

До переваг системи Mitsubishi Electric PUNZ-SW160YKA відносяться наступні критерії:

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР

- внаслідок застосування інверторного керування скорочуються витрати на експлуатацію системи;
- температура води може досягати +60оС;
- можливе каскадне підключення теплових насосів при використанні контролерів PAC-IF061B-E та PAC-SIF051B-E;
- також існує можливість моніторингу електрики, що споживається.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ КОМБІНОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

В даному розділі наведені розрахунки економічної доцільності влаштування комбінованих джерел теплопостачання житлового будинку. Здійснено економічне порівняння капітальних, експлуатаційних, приведених витрат трьох схем джерел теплопостачання.

4.1. Розрахунок техніко – економічних показників комбінованих схем джерел теплової енергії

Визначення вартості для комбінованих схем джерел теплопостачання здійснено за допомогою каталогів фірм-виробників за цінами 2022 року. Визначення експлуатаційних витрат здійснено згідно з чинними тарифами та цінами 2022 року. Вартість води для системи опалення та ГВП в експлуатаційних показниках не враховується, оскільки буде однаковою для всіх варіантів.

4.1.1 Експлуатаційні витрати при влаштуванні газового котла

Витрата газу становить:

$$V_{\text{об.газ.}} = B_{\text{год}} \cdot S \cdot n_{\text{оп}}, \text{ М}^3 / \text{оп. сезон} \quad (4.1)$$

де $B_{\text{год}}$ – витрата 1 м³ газу на 1 м² опалюваної площі, витрата газу 4,84М³;

S – опалювальна площа будинку, ($S=251,2 \text{ м}^2$);

$n_{\text{оп}}$ – тривалість опалювального періоду, (враховуючи те, що основним джером теплопостачання буде тепловий насос, тоді приймаємо, що тривалість опалювального сезону з використанням газового котла складе 1 місяць).

$$V_{\text{об.газ.}} = 2,8 \cdot 251,2 \cdot 1 = 703,4 \text{ м}^3 / \text{оп. сезон}$$

Вартість становить:

$$V_{\text{вар.газ.}} = V_{\text{об.газу}} \cdot T_{\text{н}}, \text{ грн /оп. сезон} \quad (4.2)$$

$$V_{\text{дост.газ.}} = V_{\text{об.газу}} \cdot T_{\text{д.н}}, \text{ грн /оп. сезон}$$

де $T_{\text{н}}$ – тариф газу для населення, 7,96 грн/м³

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{д.н}$ – тариф доставки газу для населення, 1,8 грн/м³

$$V_{вар.газ.} = 703,4 \cdot 7,96 = 5599 \text{ грн /оп. сезон}$$

$$V_{д.газ.} = 703,4 \cdot 1,8 = 1267 \text{ грн /оп. сезон}$$

Підсумкова вартість газу становить:

$$V_{газу} = V_{вар.газ.} + V_{д.газ.}, \text{ грн/оп. сезон} \quad (4.3)$$

$$V_{вар.газ.} = 5599 + 1267 = 6866 \text{ грн /оп. сезон}$$

Робота автоматики становить:

$$P_{ав} = E_{ав} \cdot n, \text{ кВт} \cdot \text{год/оп. сезон} \quad (4.4)$$

де $E_{ав}$ - потреба в електроенергії для мотора шнека, кВт·год.

$$P_{ав} = 0,93 \cdot 18 \cdot 30 = 502,2 \text{ год /оп. сезон}$$

Вартість становить:

$$B_{еТН} = E_{ТН} \cdot T_{н}, \text{ грн / оп.сезон} \quad (4.5)$$

де $B_{еТН}$ - вартість електроенергії для ТН;

$T_{н}$ – тариф в електроенергії для населення при споживанні більше 100 кВт, грн./кВт.

$$B_{еТН} = 502,2 \cdot 1,68 = 844 \text{ грн}$$

4.1.2 Комбінована схема з застосуванням газового котла та теплового насоса «повітря-вода» Panasonic WH-UX16HE8

При розрахунку комбінованої системи опалення з застосуванням газового котла та теплового насоса «повітря-вода» враховані наступні показники: капітальні витрати (табл.4.1.), експлуатаційні витрати, витрати на опалення та ГВП, витрати в опалювальний і неопалювальний періоди.

Таблиця 4.1 Капітальні витрати для схеми з застосуванням газового котла та теплового насоса

Найменування обладнання		Вартість, грн
Тепловий насос «повітря-вода» Panasonic WH-UX16HE8		240000

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Буферна ємність 60л OLE-PRO Uni-tank OUT-60-2-D-i	20100
Насосна група зі змішувачем OLE-PRO OTF-WP-20-08-45-130	$13900 \cdot 2 = 27800$
Бойлер ГБП 300 л Reflex AF300	38400
Газовий одно контурний котел Vaillant VU- 240/5-5	40000
Додаткове обладнання	125700
Разом	492000
Монтаж обладнання	96000
РАЗОМ	588000

Експлуатаційні витрати при влаштуванні теплового насоса «повітря-вода» складуть:

Річні витрати електроенергії тепловим насосом Panasonic WH-UX16HE8:

Потреба в електроенергії теплового насоса на опалення становить:

$$E_{\text{ТНОП}} = E_{\text{П.ТН}} \cdot T \cdot n, \text{кВт} / \text{оп.сезон} \quad (4.6)$$

де $E_{\text{ТНОП}}$ - потреба в електроенергії для ТН, кВт/оп.сезон;

$E_{\text{П.ТН}}$ - електрична потужність ТН, кВт/год;

T - тривалість роботи ТН, (прийнято 18 годин);

n – тривалість опалювального періоду, 176 діб [12, табл.2].

$$E_{\text{ТНОП}} = 3,7 \cdot 18 \cdot 176 = 11721,6 \text{ кВт} / \text{оп.сезон}$$

При $\text{COP} = 4,28$ витрата електроенергії складе:

$$E_{\text{ТН}} = \frac{e_{\text{ТН}}}{\text{COP}}, \text{кВт} / \text{оп.сезон} \quad (4.7)$$

де $E_{\text{ТН}}$ – витрата ТН в електроенергії, кВт·год/оп.сезон;

$e_{\text{ТН}}$ – потреба в електроенергії теплового насоса на опалення, кВт/оп.сезон;

COP – коефіцієнт перетворення, дорівнює 4,28.

$$E_{\text{ТН}} = \frac{11721,6}{4,28} = 2738,7 \text{ кВт} / \text{оп.сезон}$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість становить:

$$B_{e_{TH}} = E_{TH} \cdot T_n, \text{ грн} / \text{оп.сезон} \quad (4.8)$$

де: $B_{e_{TH}}$ - вартість електроенергії для ТН, ;

T_n — тариф в електроенергії для населення при споживанні більше 100 кВт,
грн./кВт.

$$B_{e_{TH}} = 2738,7 \cdot 1,68 = 4601 \text{ грн}$$

Електроенергія в неопалювальний сезон становить:

$$E_{TH_{ГВП}} = e_{TH} \cdot t_{p.ГВП} \cdot T_p, \text{ кВт} / \text{рік} \quad (4.9)$$

де $E_{TH_{ГВП}}$ — витрата ТН в електроенергії, кВт/рік;

e_{TH} — потреба в електроенергії теплового насоса на ГВП, кВт/год;

T_p — тривалість неопалювально періоду, дорівнює 189 днів;

$t_{p.ГВП}$ — тривалість роботи ТН, для потреб ГВП, год/добу.

$$E_{TH_{ГВП}} = 3,7 \cdot 12 \cdot 189 = 8391,6 \text{ кВт} / \text{рік}$$

При $COP = 4,28$ витрата електроенергії за формулою (4.7) складе:

$$E_{TH_{ГВП}} = \frac{8391,6}{4,28} = 1960 \text{ кВт} / \text{оп.сезон}$$

Вартість за формулою (4.8) складе:

$$B_{e_{TH_{ГВП}}} = 1960 \cdot 1,68 = 3294 \text{ грн} / \text{оп.сезон}$$

Приймаємо, що витрати на електроенергію насосною групою складуть 5% від вартості на електроенергії тепловим насосом, тоді:

Витрати насосної групи в опалювальний період складуть – 231 грн

Витрати насосної групи в неопалювальний період складуть – 165
грн

Витрати на поточний ремонт становлять

$$P = KB \cdot 1\%, \text{ грн} / \text{рік} \quad (4.10)$$

$$P = 492000 \cdot 1\% = 4920 \text{ грн} / \text{рік}$$

Зведені техніко – економічні показники для комбінованої схеми з застосуванням газового котла , теплового насоса «повітря-вода» наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Зведені техніко – економічні показники для комбінованої схеми з застосуванням газового котла та теплового насоса «повітря-вода»

Показник	Опалювальний сезон	Неопалювальний сезон	Річні витрати
Капітальні витрати (грн.)	588000		588000
Ціна палива (газу) (грн.)	6866	-	6866
Ціна електроенергії (грн.)	5676	3459	9135
Ремонт (грн.)	4920		4920
Експлуатаційні витрати (грн.)	15002	5919	20921

4.1.3 Комбінована схема з застосуванням газового котла та теплового насоса «грунт-вода» Climaveneta Prana BWR MTD2

При розрахунку комбінованої системи опалення з застосуванням газового котла та теплового насоса «грунт-вода» враховані наступні показники: капітальні витрати (табл.4.3.), експлуатаційні витрати, витрати на опалення та ГВП, витрати в опалювальний і неопалювальний періоди.

Таблиця 4.3 – Капітальні витрати для схеми з застосуванням газового котла та теплового насоса

Найменування обладнання	Вартість, грн
Тепловий насос «грунт-вода» Climaveneta Prana BWR MTD2	312000
Буферна ємність 60л OLE-PRO Uni-tank OUT-60-2-D-i	20100

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Насосна група зі змішувачем OLE-PRO OTF-WP-20-08-45-130	13900 · 2 = 27800
Бойлер ГВП 300 л Reflex AF300	38400
Газовий одно контурний котел Vaillant VU-240/5-5	40000
Додаткове обладнання	125700
Разом	564000
Монтаж обладнання	124800
Буріння свердловин під тепловий насос	60000
Разом	184800
РАЗОМ	748800

Експлуатаційні витрати при влаштуванні теплового насоса «ґрунт-вода» складуть:

Річні витрати електроенергії тепловим насосом Climaveneta Prana BWR MTD2:

Потреба в електроенергії теплового насоса на опалення за формулою (4.6) становить:

$$E_{\text{ТНОП}} = 3,5 \cdot 18 \cdot 176 = 11088 \text{ кВт / оп.сезон}$$

При COP = 4,57 витрата електроенергії за формулою (4.7) складе

$$E_{\text{ТН}} = \frac{11088}{4,57} = 2426,3 \text{ кВт / оп.сезон}$$

Вартість за формулою (4.8) становить:

$$B_{\text{еТН}} = 2426,3 \cdot 1,68 = 4077 \text{ грн}$$

Електроенергія на неопалювальний сезон за формулою (4.9) становить

$$E_{\text{ТН}_{\text{ГВП}}} = 3,5 \cdot 12 \cdot 189 = 7938 \text{ кВт / рік}$$

При COP = 4,57 витрата електроенергії за формулою (4.7) складе:

$$E_{\text{ТН}} = \frac{7938}{4,57} = 1737 \text{ кВт / оп.сезон}$$

Вартість за формулою (4.8) становить:

$$B_{\text{еТН}} = 1737 \cdot 1,68 = 2919 \text{ грн}$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо, що витрати на електроенергію насосною групою складуть 5% від вартості електроенергії тепловим насосом, тоді:

Витрати насосної групи в опалювальний період складуть – 204 грн

Витрати насосної групи в неопалювальний період складуть – 146 грн

Витрати на поточний ремонт за формулою (4.10) складає:

$$P = 564000 \cdot 1\% = 5640 \text{ грн/рік}$$

Зведені техніко – економічні показники для багатовалентної схеми з застосуванням газового котла та теплового насоса «грунт-вода» наведені в таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – Зведені техніко – економічні показники для комбінованої схеми з застосуванням газового котла та теплового насоса «грунт-вода»

Показник	Опалювальний сезон	Неопалювальний сезон	Річні витрати
Капітальні витрати (грн.)	748800		748800
Ціна палива (газу) (грн.)	6866	-	6866
Ціна електроенергії (грн.)	5125	3065	8190
Ремонт (грн.)	5640		5640
Експлуатаційні витрати (грн.)	14811	5885	20696

4.1.4 Комбінована схема з застосуванням газового котла та теплового насоса «повітря-вода» Mitsubishi Electric PUNZ-SW160YKA

При розрахунку комбінованої системи опалення з застосуванням газового котла та теплового насоса «повітря-вода» враховані наступні показники: капітальні витрати (табл.4.5.), експлуатаційні витрати,

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

витрати на опалення та ГВП, витрати в опалювальний і неопалювальний періоди.

Таблиця 4.5 – Капітальні витрати для схеми з застосуванням газового котла та теплового насоса

Найменування обладнання	Вартість, грн
Тепловий насос «повітря-вода» Mitsubishi Electric PUNZ-SW160YKA	261000
Буферна ємність 60л OLE-PRO Uni-tank OUT-60-2-D-i	20100
Насосна група зі змішувачем OLE-PRO OTF-WP-20-08-45-130	$13900 \cdot 2 = 27800$
Бойлер ГВП 300 л Reflex AF300	38400
Газовий одно контурний котел Vaillant VU-240/5-5	40000
Додаткове обладнання	125700
Разом	513000
Монтаж обладнання	104400
РАЗОМ	617400

Експлуатаційні витрати при влаштуванні теплового насоса «повітря-вода» складуть:

Річні витрати електроенергії тепловим насосом Mitsubishi Electric PUNZ-SW160YKA

Потреба в електроенергії теплового насоса на опалення за формулою (4.7) становить:

$$E_{\text{ТНОП}} = 4,2 \cdot 18 \cdot 176 = 13305,6 \text{ кВт / оп.сезон}$$

При COP = 4,57 витрата електроенергії за формулою (4.7) складе:

$$E_{\text{ТН}} = \frac{13305,6}{3,11} = 4278,3 \text{ кВт / оп.сезон}$$

Вартість за формулою (4.8) становить:

$$B_{\text{еТН}} = 4278 \cdot 1,68 = 7188 \text{ грн}$$

Електроенергія на неопалювальний сезон за формулою (4.9)

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

становить

$$E_{\text{ТН}_{\text{ГВП}}} = 4,2 \cdot 12 \cdot 189 = 9529,8 \text{ кВт / рік}$$

При $\text{COP} = 4,57$ витрата електроенергії за формулою (4.7) складе:

$$E_{\text{ТН}} = \frac{9529,8}{3,11} = 3064,2 \text{ кВт / оп.сезон}$$

Вартість за формулою (4.8) становить:

$$B_{\text{еТН}} = 3064,2 \cdot 1,68 = 5148 \text{ грн}$$

Приймаємо, що витрати на електроенергію насосною групою складуть 5% від вартості електроенергії тепловим насосом, тоді:

Витрати насосної групи в опалювальний період складуть – 360 грн

Витрати насосної групи в неопалювальний період складуть – 258 грн

Витрати на поточний ремонт за формулою (4.10) складає:

$$P = 513000 \cdot 1\% = 5130 \text{ грн/рік}$$

Зведені техніко – економічні показники для багатовалентної схеми з застосуванням газового котла та теплового насоса «повітря-вода» наведені в таблиці 4.6

Таблиця 4.6 – Зведені техніко – економічні показники для багатовалентної схеми з застосуванням газового котла та теплового насоса «повітря-вода»

Показник	Опалювальний сезон	Неопалювальний сезон	Річні витрати
Капітальні витрати (грн.)	617400		617400
Ціна палива (газу) (грн.)	6866	-	6866
Ціна електроенергії (грн.)	8392	5406	13798
Ремонт (грн.)	5130		5130
Експлуатаційні витрати (грн.)	17823	7971	25794

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Техніко – економічне порівняння комбінованих схем джерел тепlopостачання за капітальними витратами

За капітальними витратами найкращою схемою джерела тепlopостачання є схема з застосуванням теплового насоса «повітря-вода» Panasonic WH-UX16HE8 (588000 грн.), а найдорожчим варіантом є схема тепlopостачання з використанням теплового насоса «грунт-вода» Climaveneta Prana BWR MTD2 (748800 грн.).

Капітальні витрати

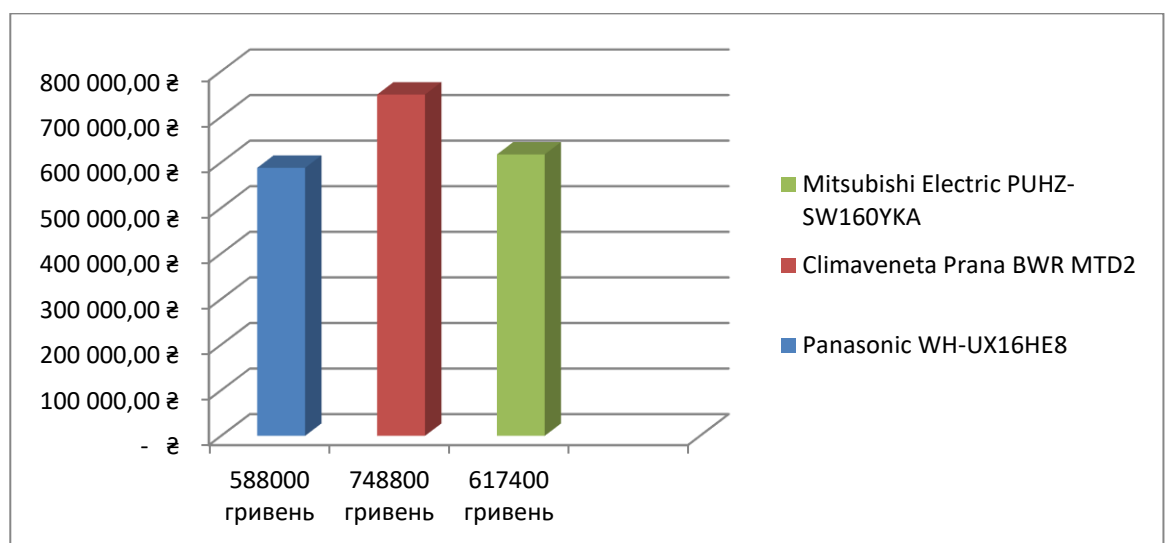


Рис. 4.1 – Порівняння схем джерел тепlopостачання за капітальними витратами

Визначимо вартість капітальних вкладень, які припадають на 1 м² опалюваної площі будинку:

$$B_m = \frac{KB}{S}, \text{ грн/м}^2 \quad (4.11)$$

де B_m - вартість 1 м² опалювальної площі за капітальними витратами, грн/м²;

KB – капітальні витрати, грн;

S – опалювана площа будинку, м².

Для схеми з використанням теплового насоса «повітря-вода» Panasonic WH-UX16HE8 вартість 1 м² опалюваної площі будинку

становить:

$$B_m = 588000/251,2 = 2341 \text{ грн/м}^2$$

Для схеми з використанням теплового насоса «грунт-вода» Climaveneta Prana BWR MTD2 вартість 1 м² опалюваної площі будинку становить:

$$B_m = 748800/251,2 = 2981 \text{ грн/м}^2$$

Для схеми з використанням теплового насоса «повітря-вода» Mitsubishi Electric PUHZ-SW160YKA вартість 1 м² опалюваної площі будинку становить:

$$B_m = 617400/251,2 = 2458 \text{ грн/м}^2$$

4.3. Техніко – економічне порівняння схеми джерела теплопостачання за експлуатаційними витратами

За експлуатаційними витратами найкращою схемою джерела теплопостачання є схема з застосуванням газового котла та теплового насоса «грунт-вода» (20696 грн.), а найдорожчим варіантом є схема теплопостачання з використанням газового котла та теплового насоса «повітря-вода» від компанії Mitsubishi (25794 грн.).

Визначимо вартість експлуатаційних витрат, які припадають на 1 м² опалюваної площі будинку:

$$B_{EB} = \frac{EB}{S}, \text{ грн/м}^2 \quad (4.12)$$

де B_{EB} – вартість 1м² опалювальної площі за експлуатаційними витратами, грн/м²;

EB – капітальні витрати, грн.;

S – опалювана площа будинку, м²;

Для схеми з використанням теплового насоса «повітря-вода» Panasonic WH-UX16HE8 вартість 1 м² опалюваної площі будинку становить:

$$B_{EB} = 20921/251,2 = 84 \text{ грн/м}^2$$

Для схеми з використанням теплового насоса «грунт-вода» Climaveneta Prana BWR MTD2 вартість 1 м² опалюваної площі будинку становить:

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_{EB} = 20696/251,2 = 83 \text{ грн/м}^2$$

Для схеми з використанням теплового насоса «повітря-вода» Mitsubishi Electric PUNZ-SW160YKA вартість 1 м² опалюваної площі будинку становить:

$$B_{EB} = 25794/251,2 = 103 \text{ грн/м}^2$$

Експлуатаційні витрати

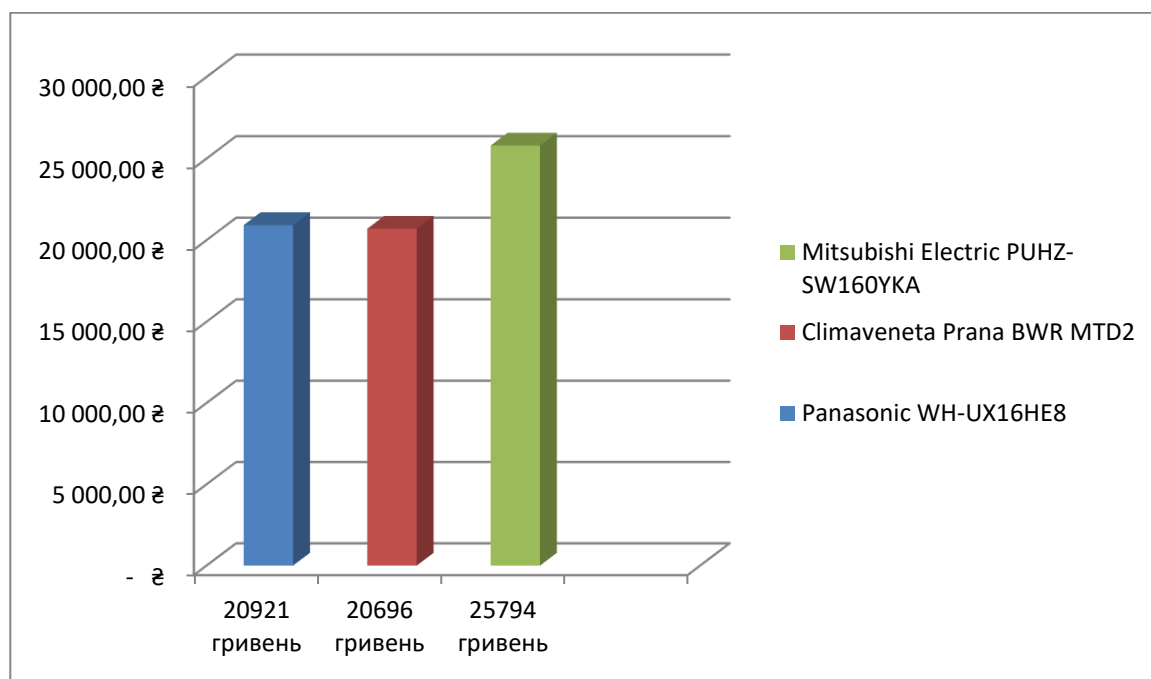


Рис. 4.2 – Порівняння схем джерел теплопостачання за експлуатаційними витратами

4.4. Техніко – економічне порівняння схем джерел теплопостачання за приведеними витратами

Приведені витрати визначають за формулою:

$$PB = EB + E \cdot KB \quad (5.12)$$

де: $E = 0,15$

Приведені витрати для схеми з використанням теплового насоса «повітря-вода» Panasonic WH-UX16HE8:

$$PB = 20921 + 0,15 \cdot 588000 = 109121 \text{ грн}$$

Приведені витрати для схеми з використанням теплового насоса «ґрунт-вода» Climaveneta Prana BWR MTD2:

$$PB = 20696 + 0,15 \cdot 748800 = 133016 \text{ грн}$$

Приведені витрати для схеми з використанням теплового насоса «повітря-вода» Mitsubishi Electric PUHZ-SW160YKA:

$$ПВ = 25794 + 0,15 \cdot 617400 = 118404 \text{ грн}$$

За приведеними витратами найкращою є схема з застосуванням теплового насоса «повітря-вода» Panasonic WH-UX16HE8 (109121 грн.), а найдорожчою є схема з застосуванням теплового насоса «грунт-вода» Climaveneta Prana BWR MTD2 (133016 грн.).

Приведені витрати

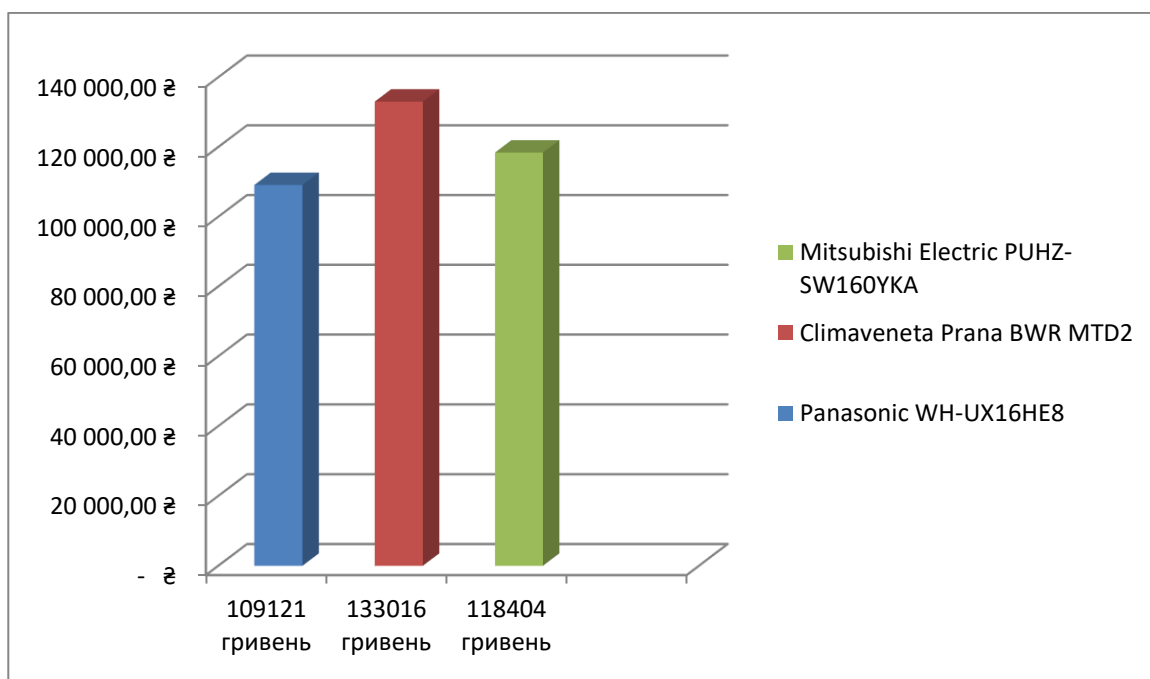


Рис. 4.3 – Порівняння схем джерел тепlopостачання за приведеними витратами

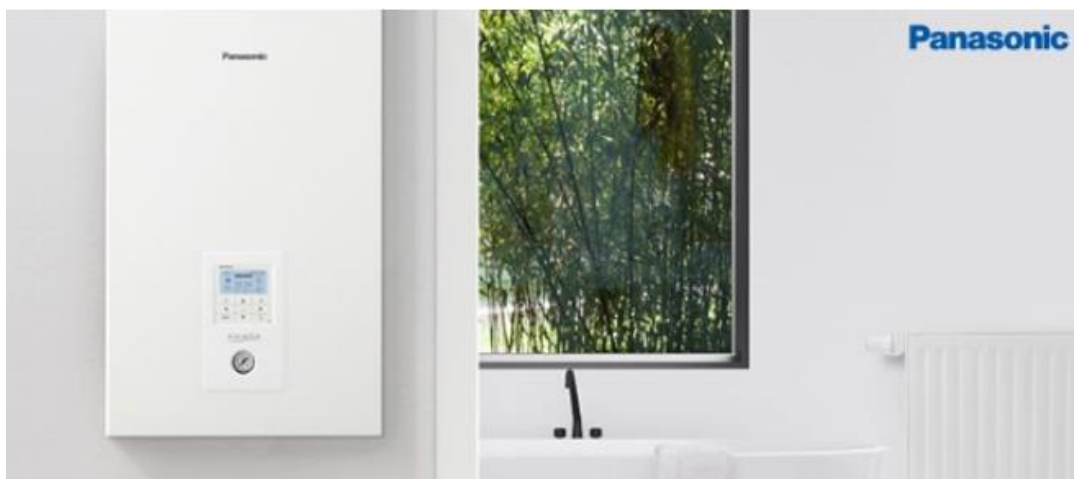
Зведені розрахунки трьох схем систем тепlopостачання зведені в таблицю 4.7.

Таблиця 4.7 – Зведені розрахунки для трьох схем теплопостачання житлового приватного будинку

Витрати	Схема з використанням теплового насоса «повітря-вода» Panasonic WH-UX16HE8	Схема з використанням теплового насоса «грунт-вода» Climaveneta Prana BWR MTD2	Схема з використанням теплового насоса «повітря-вода» Mitsubishi Electric PUHZ-SW160YKA
Капітальні витрати, грн/рік	588000	748800	617400
Експлуатаційні витрати, грн/рік	20921	20696	25794
Електроенергія, грн/рік	9135	8190	13798
Витрати на газ, грн/рік	6866		
Ремонт, грн/рік	4920	5640	5130
Витрати на опалювальний сезон, грн	12542	11991	15258
Витрати на неопалювальний сезон, грн	3459	3065	5406

4.5 Опис та технічна характеристика теплового насоса марки Panasonic WH-UX16HE8

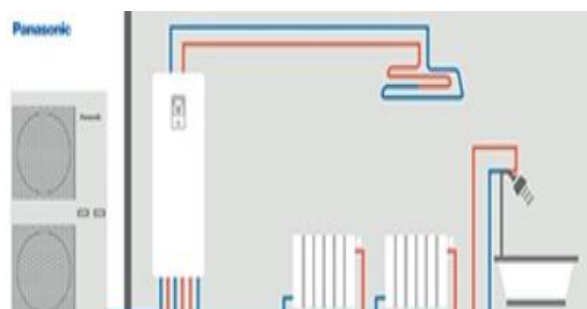
Panasonic Aquarea WH-SXC16H9E8/WH-UX16HE8 тепловий насос типу повітря вода. Це чудова альтернатива традиційним опалювальним системам, що працюють на газі, електроенергії або рідкому паливі.



Тепловий насос марки Panasonic WH-UH16HE8 призначений для побутового та комерційного застосування та здатний задовольнити будь-які потреби в обігріві, охолодженні та гарячому водопостачанні за допомогою бойлера непрямого нагріву.

Використовує 75% відновлюваної енергії з повітря та 25% електроенергії, відповідає вищому класу енергоефективності A++.

Тепловий насос здатний безвідмовно працювати навіть за суворої вуличної температури аж до (-28°C), а винятковою особливістю даної моделі є функція постійної продуктивності без просідання за потужністю, аж до (-20°C), що робить тепловий насос Panasonic WH-UH16HE8 чудовим та надійним вибором для опалення та кондиціювання вашого будинку.



Принцип роботи теплового насоса заснований на відборі тепла біля зовнішнього повітря та передачі його за допомогою сучасного ротаційного інверторного компресора з фреонопроводів у теплообмінник, який розташований у гідромодулі.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепловий насос Panasonic WH-UX16HE8 був удостоєний великої кількості нагород у сфері енергоефективності, впровадження високих технологій у повсякденне життя, якості та екологічності матеріалів, що використовуються.

Переваги теплового насоса Panasonic WH-UX16HE8:

- Panasonic WH-UX16HE8 – це відмінне рішення для зниження експлуатаційних витрат із найкращими показниками ефективності.
- Вбудована панель забезпечує зручне та інтуїтивно зрозуміле управління.
- Опціонально може бути оснащений Wi-Fi модулем, який дозволяє здійснювати віддалений доступ до теплового насосу Panasonic WH-SXC16H9E8/WH-UX16HE8 та керувати ним за допомогою смартфона або планшета з будь-якої точки світу.
- Постійна теплопродуктивність без втрати потужності до -20°C.
- Зовнішній блок оснащений передовим захистом від утворення криги на теплообміннику.
- Антикорозійне покриття захищає теплообмінник від різноманітних шкідливих впливів, таких як: солоне повітря, дощ, пил, вітер і від багатьох інших факторів, що викликають корозію.
- При виготовленні гідравлічного модуля використовуються лише високоякісні матеріали, мідь, латунь, нержавіюча сталь.
- Надійна та ефективна робота навіть у найсуворіших зимових умовах з гарантованою теплопродуктивністю до -28°C.

Вбудована панель керування

Нова панель управління має унікальний дизайн і також дозволяє максимально просто та швидко налаштувати Panasonic WH-SXC16H9E8/WH-UX16HE8 під ваші потреби.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- 1) Рідкокристалічний дисплей з діагоналлю 3,5 дюйми.
- 2) Копка назад, повернення до попереднього екрану.
- 3) Кнопка швидкого меню.
- 4) Копка головного меню налаштування функцій.
- 5) Кнопка увімкнення/відключення теплового насоса Panasonic WH-SXC16H9E8/WH-UH16HE8.
- 6) Індикатор помилок системи: блимає у разі збою або аварії.

Постійна теплопродуктивність -20°C

Для оптимізації продуктивності випарника на виході з конденсатора встановлений протиточний переохолоджувач з рідким високотемпературним холодоагентом у внутрішній трубі і низькотемпературним газоподібним холодоагентом у зовнішній трубі.

Переохолодження рідкого холодоагенту значно покращує теплообмін у випарнику, внаслідок чого підвищується ефективність.

У поєднанні із збільшеною поверхнею випарника зростає номінальний коефіцієнт теплопродуктивності.

Два вентилятори конденсатора, встановлені у тепловому насосі, також збільшують продуктивність процесу випаровування.

- 1) Внутрішня труба.
- 2) Зовнішня труба.
- 3) Холодоагент у газоподібному стані з низькою температурою.
- 4) Високотемпературний рідкий холодоагент.

Приготування ГВП за допомогою бойлера непрямого нагріву

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР				

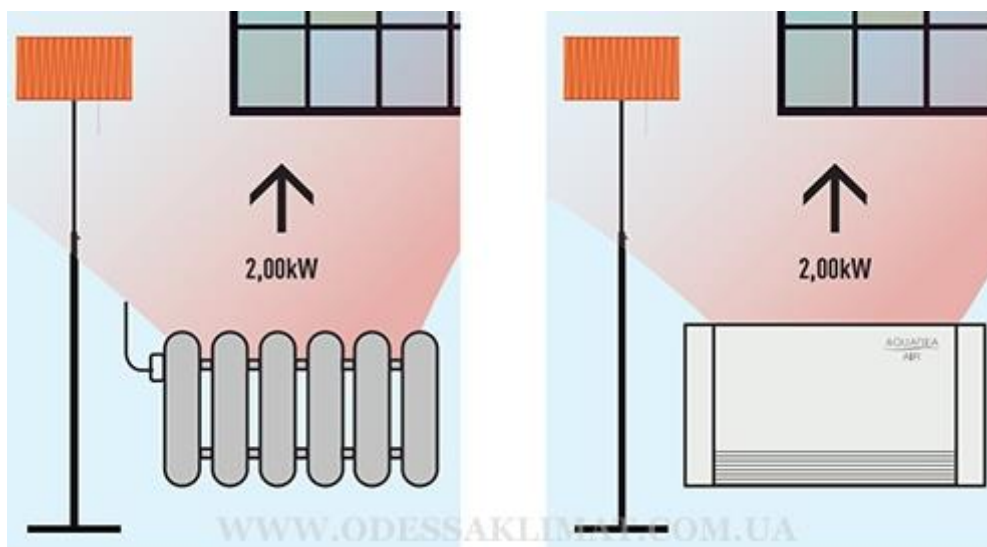


Робота теплового насосу Panasonic WH-SXC16H9E8/WH-UX16HE8 у комбінації з бойлером непрямого нагріву PAW-TA20C1E5STD забезпечить Вас запасом гарячої води, що безпосередньо відбивається на комфорті.

Використання баків ГБП PAW-TA20C1E5STD необхідне, якщо у Вас є кілька точок водорозбору.

Комбінація Панасонік Aquarea KIT-WC03J3E5 з бойлером непрямого нагріву PAW-TA20C1E5STD забезпечить Вас безперебійною подачею гарячої води, навіть при одночасному використанні кількох душових.

Спільна робота з фанкойлами та конвекторами



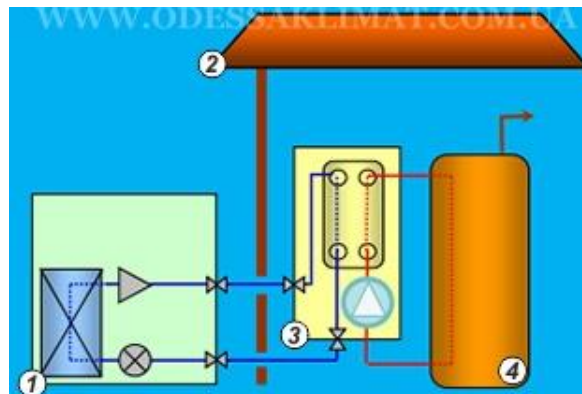
Тепловий насос Panasonic WH-UX16HE8 в комбінації з фанкойлами та конвекторами здатний видавати таку ж кількість тепла, що і зі звичайними

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР

радіаторами, при цьому конвекторам потрібна більш низька температура теплоносія, завдяки чому тепловий насос додатково скорочує експлуатаційні витрати в слід. теплоносії.

Panasonic WH-UX16HE8 загальна схема

- 1) Зовнішній блок.
- 2) Фотоелектрична система.
- 3) Гідромодуль.
- 4) Бойлер непрямого нагріву



Тепловий насос Panasonic WH-UX16HE8 в систем опалення можна комбінувати з будь-якими типами нагрівачів: водяна тепла підлога, різні види радіаторів, конвекторів та фанкойлів.

Опція онлайн управління



Повітряний тепловий насос Panasonic WH-UX16HE8 може додатково оснащений Wi-Fi модулем. Wi-fi модуль дозволяє керувати повітряним тепловим насосом, використовуючи Ваш смартфон (з виходом в в інтернет) незалежно від місця, де ви знаходились.

Завдяки Wi-Fi модулю Ви можете використовувати всі функції теплового насоса повітря вода Panasonic WH-UX16HE8, якими можна керувати системним пультом, а також:

- Якісну візуалізацію та контроль над усіма елементами системи.
- Розширену функцію програмування.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Статистику енергоспоживання із виведенням на екран у вигляді графіків.
- Повідомлення про несправності.

Додаткове обладнання

Регулятор PAW-A2W-RT



Wi-Fi модуль CZ-TAW1



Тепловий насос Panasonic WH-UX16HE8 може додатково оснащений кімнатним регулятором PAW-A2W-RT.

Програмований термостат PAW-A2W-RT має унікальний сучасний дизайн з підсвічуванням та режим тижневого програмування.

Завдяки точному програмуванню та розподілу навантаження термостат PAW-A2W-RT здатний знизити експлуатаційні витрати до 10%.

За допомогою Wi-fi модуля CZ-TAW1 Ви отримаєте можливість віддаленого керування тепловим насосом Panasonic WH-SXC16H9E8/WH-UX16HE8 за допомогою Вашого смартфона.

Таблиця 4.8 – Характеристики теплового насоса Panasonic WH-UX16HE8

Технічні характеристики теплового насоса	
Теплопродуктивність кВт	16,0
Холодопродуктивність кВт	12,2
Номінальний коефіцієнт енергоефективності (обігрів)	4,28
Номінальний коефіцієнт енергоефективності (охолодження)	2,57

Сезонний коефіцієнт енергоефективності (обігрів)	4.08
Клас енергоефективності	A++
Рівень шуму (гідромодуль) дБа	33
Рівень шуму (зовнішній блок) дБа	54
Макс. робочий тиск у контурі опалення бар	3
Компресор тип	Герметичний роторний
Холодоагент	R-410a
Робочий діапазон	
Діапазон зовнішніх температур (нагрів) °C	-28/+35
Діапазон зовнішніх температур (охолодження) °C	+16/+43
Температура води контуру опалення (Мін. - Макс.) °C	+20/+60
Температура води контуру охолодження (Мін. - Макс.) °C	+5/+20
Температура ГВП у комбінації з бойлером (Мін. - Макс.) °C	+40/+75
Основні електричні параметри	
Потужність (нагрів), що споживається Вт	3740
Потужність, що споживається (охолодження) Вт	4760
Резервний нагрівальний елемент кВт	3X3
Підключення до електромережі Ф/В/Гц	3~/400/50
Габаритні розміри (гідромодуль)	
Висота мм	892
Ширина мм	500
Глибина мм	340
Вага кг	45
Габаритні розміри (зовнішній блок)	
Висота мм	1340
Ширина мм	900
Глибина мм	320
Вага кг	118

Висновок:

В розділі було проведене економічне порівняння капітальних, експлуатаційних та приведених витрат трьох схем джерел тепlopостачання для житлового приватного будинку. Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок, що найбільш економічно доцільною є схема з використанням теплового насоса «повітря-вода» Panasonic WH-UX16HE8. Оскільки за капітальними та приведеними витратами дана схема є вигіднішою але поступається лише в експлуаційних витратах. За експлуатаційними витратами комбінована схема з використанням теплового насоса «повітря-вода» Panasonic WH-UX16HE8 поступається лише на 1,1% ніж схема з використанням теплового насоса «ґрунт-вода» Climaveneta Prana BWR MTD2, та майже на 20% економічніша, ніж комбінована схема з застосуванням теплового насоса «повітря-вода» Mitsubishi Electric PUNZ-SW160YKA. За капітальними витратами схема з використанням теплового насоса марки Panasonic лідирує в даному списку. Даний тепловий насос на 21% економічніший за тепловий насос фірми-виробника Mitsubishi, та на 5% економічніший за тепловий насос «ґрунт-вода» від Climaveneta.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

5.1.1 Організація та управління охороною праці на підприємстві.

Права та обов'язки керівника та працівника щодо охорони праці

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

З цією метою власник забезпечує функціонування системи управління охороною праці, для чого:

- Створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції з їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій;

- Розробляє за участю профспілок і реалізує комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів з охорони праці, впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- Забезпечує усунення причин, які призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, і виконання профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- Організовує проведення лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам з охорони праці в порядку і строки, що встановлюються законодавством, контролює виконання заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

Обов'язки, права та відповідальність посадових осіб за виконання покладених на них функцій з питань охорони праці мають передбачатися у

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

посадових інструкціях, форма яких розроблена Держнаглядом охорони праці та узгоджена з Державним комітетом по стандартизації, метрології та сертифікації і Головним архівним управлінням при Кабінеті Міністрів України

У рамках цих заходів працівник зобов'язаний:

- Знати і виконувати вимоги нормативних актів з охорони праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;
- Дотримуватися зобов'язань щодо охорони праці, передбачені колективним договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства;
- Проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;
- Співробітничати з власником у справі організації безпечних і нешкідливих умов праці, особисто вживати посилюючих заходів щодо усунення будь-якої виробничої ситуації.

Види інструктажів

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

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

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

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

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Відповідальність роботодавця та працівника щодо порушення вимог з охорони праці.

За порушення законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці, створення перешкод у діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці, винні особи притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно із законом.

Дисциплінарна відповідальність регулюється Кодексом законів про працю і передбачає такі види покарання, як догана та звільнення.

Адміністративна відповідальність регулюється Кодексом про адміністративні правопорушення і передбачає накладення на службових осіб, громадян-власників штрафів у розмірі від 2 до 14 неоподаткованих мінімумів доходів громадян.

Матеріальною відповідальністю передбачено відшкодування збитків, завданих підприємству працівником або завданих підприємством працівникам (або членам їх сімей), які постраждали від нещасного випадку або профзахворювання.

Посадові особи підприємств або громадяни - суб'єкти підприємницької діяльності, винні у порушенні вимог законодавства про охорону праці, якщо це порушення заподіяло шкоду здоров'ю потерпілого, притягаються до кримінальної відповідальності: штрафом до 50 неоподаткованих мінімумів доходів громадян або виправними роботами на термін до 2-х років. А якщо ці

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порушення спричинили загибель людей, то посадові особи можуть бути позбавлені волі на термін до 7-ми років.

Соціальне страхування працівників

Усі працівники згідно із законом підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності.

Поширення соціального страхування на працівників.

Усі працівники підлягають обов'язковому державному соціальному страхуванню.

Право громадян на державне соціальне страхування базується на ст. 46 Конституції України та Основах законодавства України про загальнообов'язкове державне соціальне страхування, затверджених 14 січня 1998 року. Соціальне страхування поширюється на всіх без винятку працівників державних, громадських, кооперативних і приватних підприємств, організацій, установ, незалежно від характеру і часу трудових відносин (постійні, тимчасові, сезонні), походження, соціального і майнового стану, расової і національної належності, статі, освіти, мови, ставлення до релігії, роду і характеру занять, місця проживання та інших обставин, за умови сплати ними страхових внесків.

До робіт з підвищеною небезпекою які виконуються в системі опалення житлового будинку відносяться:

- Електрозварювальні, газополум'яні, наплавочні і паяльні роботи. Контроль за зварювальними з'єднаннями.
- Обслуговування агрегатів і котлів, працюючих на газі і рідкому паливі.
- Роботи, пов'язані з обслуговуванням, експлуатацією та ремонтом компресорних та холодильних установок, працюючих на вибухонебезпечних а токсичних газах.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– Випробування та обслуговування парових і водогрійних котлів, економайзерів, паропроводів, трубопроводів гарячої води, пароперегрівників, теплообмінників, тепломеханічного устаткування, посудин, що працюють під тиском.

Підставою для страхових виплат є акт «Н1»

Виплати надають:

1. *Підприємство*

- допомога при тимчасовій непрацездатності;
- виплата у разі переведення на простішу роботу;
- виплати у разі смерті.

2. *Пенсійний фонд* –

- пенсія по інвалідності, її розмір залежить від зарплати, страхового стажу, та групи інвалідності, та не повинна перевищувати середній заробіток; -
- у разі загибелі працівника, виплачується членам сім'ї, які мають на це право.

3. *Виплати дотаційного фонду соціального страхування від надзвичайних ситуацій*

- одноразова та щомісячна соціальна виплата до повернення непрацездатності;
- компенсація на медичну та соціальну допомогу;
- щомісячні виплати під час реабілітації;
- одноразова виплата сім'ї та утриманцям у разі смерті потерпілого, у розмірі 100 мінімальних заробітних плат, 30 мінімальних на кожного утриманця, окрім того оплачується лист непрацездатності.

4. *Фонд із тимчасової втрати працездатності*

Виплачується за медичним листом лікаря. Також цей фонд виплачує кошти у разі не виробничого травматизму, або виробничого травматизму не пов'язаного із виробництвом.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1.2 Виробнича санітарія

Мікроклімат приміщень житлового будинку

Мікроклімат у житлових будівлях формують наступні параметри:

- температура повітря;
- вологість повітря;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність інфрачервоного випромінювання.

Розрізняють такі види мікроклімату:

1. Нагріваючий - це мікроклімат, який може призвести до перегрівання організму
2. Охолоджуючий - це мікроклімат, який може призвести до переохолодження організму
3. Оптимальний - це мікроклімат, який при тривалому систематичному впливі забезпечує нормальне почуття комфорту .
4. Допустимий - це мікроклімат, який при тривалому і систематичному впливі може викликати скороминучі зміни теплового стану організму, що супроводжуються дискомфорtnими тепловими відчуттями.
5. Гранично-допустимий - це мікроклімат, який при тривалому і систематичному впливі може привести до стійких змін теплового стану організму.

При оцінці мікрокліматичних умов житла основне значення має його температурний режим. Так, взимку оптимальна температура в приміщенні половина становити 18-19 °С (для помірного поясу) і 17-18 °С (для жаркого). Відносна вологість повітря (при температурі повітря 18-20 °С) має бути в межах 40-60 %. Третій компонент мікроклімату - швидкість руху повітря, яка в зимову пору року не повинна перевищувати 0,2-0,3 м/с.

Для регулювання, нормалізації мікроклімату в тепловому пункті встановлюють ECL Comfort 310 – це електронний регулятор для регулювання температури в системах централізованого тепло- та холодопостачання.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У кінцевому підсумку вимоги до мікроклімату в житлових приміщеннях зводяться до того, щоб людина, вдягнена в легкий одяг і взуття, яка знаходиться тривалий час в малорухливому стані, не мала неприємних відчуттів: охолодження чи перегрівання.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Розглянемо декілька надзвичайних ситуацій у табличній формі, таблиця 5.1

Таблиця 5.1 – Надзвичайні ситуації

Код	Назва
10213	НС унаслідок пожежі, вибуху у будівлі або споруді житлової призначеності
10640	НС унаслідок руйнування будівлі чи споруди житлової призначеності
20321	НС, пов'язана з дуже сильним морозом (температура повітря -30°C і нижче)
30400	Установлення вибухового пристрою у багатолюдному місці, установі (організації, підприємстві), житловому секторі, транспорті

Основними надзвичайними ситуаціями, що можуть виникнути на нашому об'єкті є НС унаслідок пожежі, вибуху у будівлі або споруді житлової призначеності.

Отже, у будинку може виникнути пожежа, яка є надзвичайною ситуацією об'єктового рівня. Державний класифікатор надзвичайних ситуацій (далі - ДКНС) є складовою частиною Державної системи класифікації і кодування техніко-економічної та соціальної інформації в Україні. В даному проекті пожежі, вибухи у будівлях та спорудах громадського призначення код 10213.

Перерахуємо основні дії людей при пожежі:

- Виявивши починається пожежа, необхідно в першу чергу, як скоріше повідомити про це пожежну охорону, повідомивши свою точну адресу,

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

об'єкт пожежі і зустріти пожежну охорону. Слід мати на увазі, що чим швидше приїдуть пожежники, тим легше і з меншим збитками буде локалізована пожежа. Пожежну команду потрібно викликати також при появі навіть невеликої кількості диму в будинку, коли є небезпека виникнення пожежі в недоступному для огляду місці або якщо неможливо встановити причину появи диму.

- Дітям - якщо поруч є дорослі, відразу покликати їх на допомогу;
- Ні в якому разі не гасити водою палаючі електропроводку і електроприлади, що перебувають під напругою - це небезпечно для життя; - якщо ви бачите, що не зможете справитися з вогнем, і пожежа набуває загрозливих розмірів, терміново залишити приміщення; - ніколи не ховатися в задимленому приміщенні.
- Якщо пожежу було помічено пізно і наявних вогнегасних засобів недостатньо, потрібно вжити заходів до того, щоб затримати розповсюдження вогню. Для цього необхідно по можливості щільно закрити всі двері, вікна в приміщенні, де почалася пожежа. Закласти щілини між підлогою і дверима можна мокрою тканиною, перекрити газ, відключити електроенергію. Якщо будинок або квартира заповнюються димом, дихати треба через мокру тканину, а рухатися якомога ближче до підлоги (там менше диму). Слід пам'ятати, що діти, злякавшись вогню або диму, можуть сховатися в затишних місцях (під ліжком, у шафі) і не відгукуватися на незнайомі голоси.
- Перш ніж відкрити зачинені двері в будинку, що горить, доторкніться до неї зворотною стороною долоні. Не відкривайте її, якщо ви відчуєте, що двері тепла - за нею вогонь. Намагайтесь вивести людей з палаючого будинку, які там знаходяться. Не намагайтесь захопити з собою цінні речі та інше майно.
- Вибирайте як найбільш безпечний шлях евакуації і намагайтесь не панікувати. Ніколи не біжіть навмання. По прибуттю пожежних повністю підкоряйтесь їх командам. Не заходьте назад в палаюче

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщення до тих пір, поки пожежники не скажуть, що небезпека минула.

Необхідно пам'ятати, що правильне і повне повідомлення про пожежу дозволить пожежній охорони передбачати можливу обстановку і прийняти необхідні рішення, що дають можливість в найкоротший термін зосередити у місця пожежі відповідні сили і засоби щодо його ліквідації. На додаток до відомостей про об'єкт пожежі та його адресу необхідно вказати місце виникнення, зовнішні ознаки пожежі, наявність загрози людям, зручний проїзд, а також повідомити своє прізвище.

Існує правило: хто викликає пожежних, той повинен організувати їх зустріч і вказати найкоротший шлях прямування на пожежу.

Якщо пожежа виникла будинку, можливо, евакуюватися доведеться в темряві і з іншими труднощами. Вибиратися з палаючого приміщення буде набагато простіше, якщо заздалегідь спланувати і продумати свій шлях евакуації:

- Переконайтеся, що спланований вами шлях евакуації не має перешкод, покриття підлоги не має дефектів, про які можна спіткнутися;
- Якщо є серйозні труднощі з пересуванням (інвалідність), бажано, щоб ваша кімната знаходилася на першому поверсі або якомога ближче до виходу;
- У разі необхідності допомоги при пересуванні близько ліжка має бути оповіщає пристрій (дзвінок або телефон).

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року / Міністерство палива та енергетики України, Національна академія наук України. — 2008. — 129 с.
2. Наукова стаття «Аналітичний огляд використання теплових насосів як відновлювальних джерел» [Електронний ресурс]
<http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/7D8D3D7C-D80A-4600-AE38-E42986C37E36.pdf>
3. З. С. Сірко. «Використання теплових насосів для опалення та гарячого водопостачання будівель підприємств на прикладі установок helioterm.». Національний університет біоресурсів і природокористування України В. А. Коренда, І. Ю. Вишняков, О. С. Протасов, С. М. Охріменко, Н. Л. Цірень // Український державний науково-дослідний інститут «ресурс»
4. Фіник І. В. «Особливості використання теплових насосів в системах теплопостачання приватних будинків» Вінницький національний технічний університет.
5. Калініченко А.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, Калініченко В.М., кандидат сільськогосподарських наук Полтавська державна аграрна академія «Ефективність використання теплового насосу типу «повітря – вода» у системах теплопостачання» Рецензент – доктор сільськогосподарських наук, професор П.В. Писаренко
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 “Будівельна кліматологія” . – К.: Мінрегіонбуд України, 2011.
7. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. К.: Мінрегіонбуд України, 2021.
8. ДБН В.2.2-15:2019 "Житлові будинки. Основні положення" – К.: Держбуд України, 2019.
9. EN 12831:2003 (E) Heating systems in buildings – Method for calculation of the design heat load. – CEN, 2003. – 76.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Методичні вказівки до розрахунку проектного теплового навантаження систем опалення будівель за EN 12831 / С.Б. Проценко, О.С. Новицька. – Рівне: НУВГП, 2016. – 40 с.
11. ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціювання". – К.: Мінрегіонбуд України, 2013.
12. ДСТУ Б В.2.5-44:2010. «Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами».
13. Реалізовані об'єкти, [Електронний ресурс] // Національна асоціація України з теплових насосів — Режим доступу до ст.: http://www.unhpa.com.ua/realizovani_obiekty/
14. Вартість природного газу, [Електронний ресурс] // Тарифи на газ для населення в Київській області у грудні 2022, ТОВ ГК "Нафтогаз України" - Режим доступу до ст.: <https://index.minfin.com.ua/ua/tariff/gas/>
15. Вартість доставки природного газу, [Електронний ресурс] // Тарифи на газ для населення в Київській області у грудні 2022, ПАТ "Київоблгаз" - Режим доступу до ст.: <https://index.minfin.com.ua/ua/tariff/gas/>
16. Вартість електроенергії, [Електронний ресурс] // Тарифи для населення — Режим доступу до ст. <https://index.minfin.com.ua/ua/tariff/electric/index.php/>

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-172044 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		