

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА СТВОРЕННЯ
МІКРОКЛІМАТУ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Виконав студент групи ТГ-21з
Спеціальності 192 – Будівництво та
цивільна інженерія

Олійник О.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., професор

Коп І.В.
(прізвище та ініціали)

«6» 06 2023 р.

Рецензент:

Толовиз М.М. Андр
(прізвище та ініціали)

«7» 06 2023 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Гагуняк Г.С.
(прізвище та ініціали)

«8» 06 2023 р.

Вінниця ВНТУ 2023

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, теплоенергетики та газопостачання

Кафедра Інженерних систем у будівництві

Освітній ступінь Магістр

Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво
(шифр і назва)

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва)

Освітня програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
(підпис) 06 2023 року

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Олійника Олега Анатолійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема проєкту (роботи) «Енергоефективна система створення мікроклімату
індивідуального житлового будинку»**

керівник проєкту (роботи) Коц Іван Васильович, к.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

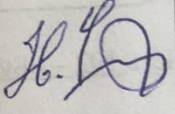
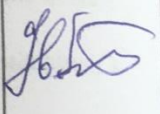
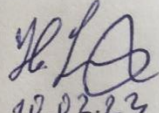
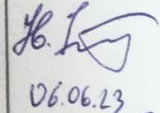
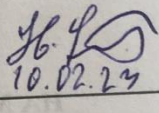
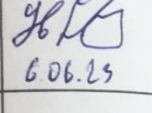


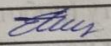
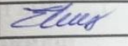
затверджена наказом закладу вищої освіти № 68 від «20» березня 2023 р.

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 05 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи): Архітектурно-будівельні креслення плану 1-го та 2-го поверху індивідуального житлового будинку. Для обґрунтовальної частини роботи вихідними даними є аналітичний огляд систем теплопостачання на основі ґрунтових теплообмінників, результати досліджень інших авторів. Місце розташування будівлі с. Давидківці Хмельницького р-ну.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ (актуальність, мета і задачі, об'єкт, предмет та новизна наукових досліджень, практична значимість, методи досліджень), аналітичний огляд системи теплопостачання, техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень та постановка задач дослідження, теоретичне обґрунтування вибору системи, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень, охорона праці, техніко-економічні показники від реалізації прийнятих рішень, загальні висновки, список використаної літератури, додатки

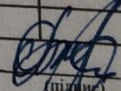
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Плакати: актуальність, мета і завдання, об'єкт і предмет дослідження; креслення: схеми та плани розташування системи теплопостачання, вузлові креслення основного обладнання, аксонометричні схеми; календарний план монтажу системи.

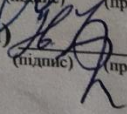
6. Консультанти розділів проєкту (роботи)		Підпис, дата	
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	завдання видав	завдання прийняв
Аналітичний огляд сучасного стану використання теплонасосних установок та сонячних колекторів для житлових будинків котеджного типу, техніко-економічне обґрунтування	Коц І.В., професор	 10.02.23	 4.06.23
Теоретичне та проєктне обґрунтування параметрів систем тепlopостачання житлового будинку	Коц І.В., професор	 10.02.23	 06.06.23
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	Коц І.В., професор	 10.02.23	 6.06.23
Заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І.М., доцент Поліщук О.В., доцент		
Економічний розділ	Лялюк О.Г., доцент		

7. Дата видачі завдання 10 лютого 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Складання вступу до МКР	23.03.2023	вик.
2	Аналітичний огляд сучасного стану використання теплонасосних установок та сонячних колекторів житлового будинку котеджного типу, техніко-економічне обґрунтування	02.04.2023	вик.
3	Теоретичне та проєктне обґрунтування параметрів систем тепlopостачання житлового будинку котеджного типу	15.04.2023	вик.
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	19.04.2023	вик.
5	Техніко – економічні показники	29.04.2023	вик.
6	Охорона праці та техніка безпеки	10.05.2023	вик.
8	Матеріали презентації МКР, креслення, плакати	01.06.2023	вик.
9	Попередній захист	05.06.2023	вик.
10	Відгук опонента (рецензента)	10.06.2023	вик.
11	Захист МКР	15.06.2023	вик.

Студент  Олійник О.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)  Коц І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У даній магістерській кваліфікаційній роботі проведено аналіз характеристик систем теплопостачання в будівлях котеджного типу, зосереджуючись на їх конструктивних особливостях. Були розглянуті наявні методики та рекомендації для теоретичних розрахунків в цій галузі.

Основною метою дослідження було теоретичне та проектне обґрунтування параметрів системи теплопостачання з використанням теплового насосу. Були проведені моделювання процесів тепломасообміну в житловому будинку котеджного типу.

Для успішної реалізації проектних рішень щодо монтажу системи теплопостачання було розроблено заходи з організаційно-технологічного забезпечення. Були визначені необхідні матеріали та їх кількість, а також потреба в допоміжних матеріалах і необхідних інструментах. Також був визначений склад ланок та розряд робітників. Для ефективного виконання робіт були обрані методи їх виконання, а також складено графік виконання робіт на основі трудомісткості монтажних процесів.

Також було проведено техніко-економічне обґрунтування запропонованих варіантів систем теплопостачання. Це дозволило оцінити витрати та переваги запропонованих рішень з точки зору технічних характеристик і економічної ефективності.

Графічна частина роботи включає плани першого і другого поверхів будинку, а також плани опалювальних приладів та схеми прокладання трубопроводів системи теплопостачання. Також у роботі містяться аксонометричні схеми систем опалення, монтажні креслення, календарний план монтажних робіт системи теплопостачання, графіки руху робітників, а також графіки руху машин та механізмів.

Отримані результати дослідження підтверджують ефективність використання системи індивідуального опалення будівлі котеджного типу з використанням теплового насосу. Застосування такої системи дозволяє забезпечити комфортний рівень теплопостачання при енергоефективному використанні ресурсів. Дослідження також підкреслює важливість організаційно-технологічного забезпечення монтажу системи теплопостачання, оскільки правильне планування та виконання робіт є ключовим фактором успішної реалізації проекту.

Отже, дана магістерська кваліфікаційна робота пропонує комплексний аналіз і проектування системи індивідуального опалення будівлі котеджного типу з використанням теплового насосу. Результати дослідження можуть бути використані для практичної реалізації подібних систем тепlopостачання і сприяти покращенню енергоефективності та комфорту житлових будинків.

ABSTRACT

This diploma work analyzes the characteristics of heat supply systems in cottage-type buildings, focusing on their structural features. Available methods and recommendations for theoretical calculations in this field were considered.

The main goal of the study was the theoretical and design justification of the parameters of the heat supply system using a heat pump. Simulations of heat and mass exchange processes in a cottage-type residential building were carried out.

Measures for organizational and technological support were developed for the successful implementation of project decisions regarding the installation of the heat supply system. The necessary materials and their quantity, as well as the need for auxiliary materials and necessary tools, were determined. The composition of the units and the rank of workers were also determined. For the effective performance of the works, the methods of their execution were chosen, and the schedule of the works was drawn up based on the labor intensity of the assembly processes.

Technical and economic substantiation of the proposed options for heat supply systems was also carried out. This made it possible to assess the costs and advantages of the proposed solutions in terms of technical characteristics and economic efficiency.

The graphic part of the work includes plans for the first and second floors of the building, as well as plans for heating devices and piping schemes for the heat supply system. Also, the work contains axonometric diagrams of heating systems, assembly drawings, a calendar plan for installation works of the heat supply system, schedules of workers, as well as schedules of machines and mechanisms.

The obtained results of the study confirm the effectiveness of using a system of individual heating of a cottage-type building using a heat pump. The use of such a system makes it possible to ensure a comfortable level of heat supply with energy-efficient use of resources. The study also emphasizes the importance of organizational and technological support for the installation of the heat supply system, since the correct planning and execution of work is a key factor in the successful implementation of the project.

So, this thesis offers a comprehensive analysis and design of a system of individual heating of a cottage-type building using a heat pump. The results of the research can be used for the practical implementation of similar heat supply systems and contribute to improving the energy efficiency and comfort of residential buildings.

Зміст

ВСТУП.....	11
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ТА СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ДЛЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ КОТЕДЖНОГО ТИПУ	14
1.1 Характеристика об'єкта	14
1.2 Загальна характеристика та аналіз існуючих видів і режимів роботи теплових насосів	14
1.3 Геліотеплонасосні системи теплопостачання	19
1.4 Визначення найбільш доцільного варіанту системи теплопостачання...20	
1.5 Техніко-економічні обґрунтування.....	21
1.5.1 Потенціал теплових насосів.....	21
1.5.2 Окупність теплового насоса.....	26
1.6 Висновки до розділу.....	30
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЄКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ КОТЕДЖНОГО ТИПУ	31
2.1 Теоретичне обґрунтування параметрів систем	31
2.1.1 Характеристика досліджуваної системи, її технічні можливості та економічна доцільність.....	31
2.1.2 Обґрунтування проектної потужності об'єкта.....	32
2.1.3 Наявність сировинної бази, забезпечення основними матеріалами та енергоресурсами.....	32
2.1.4 Обґрунтування розміщення об'єкта	32
2.1.5 Оцінка впливів на навколишнє середовище.....	33

2.2	Моделювання теплотехнічних процесів, що визначають технічні характеристики системи.....	33
2.2.1	Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції будівлі.....	33
2.2.2	Розрахунок опору теплопередачі зовнішніх стін будівлі, та підбір оптимальної товщини утеплювача.....	34
2.2.3	Розрахунок горищного перекриття.....	35
2.2.4	Розрахунок термічного опору вікон.....	36
2.3	Розрахунок теплових втрат приміщення.....	37
2.4	Вибір опалювальних приладів.....	38
2.5	Конструювання системи опалення.....	38
2.6	Гідравлічний розрахунок трубопроводів.....	38
2.7.	Підбір обладнання.....	39
2.7.1	Підбір циркуляційних насосів.....	39
2.7.2	Підбір розширювального бака.....	40
2.8	Розроблення схеми влаштування теплового насосу	41
2.9	Гідравлічний розрахунок ґрунтових зондів.....	41
2.10	Висновки до розділу.....	43
3.	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ	45
3.1	Організаційно-технологічне забезпечення монтажу	45
3.1.1	Аналіз конструктивних особливостей об'єкту.....	45
3.1.2	Отримання об'єкту під монтажні роботи.....	46
3.1.3	Основні та допоміжні матеріали і вироби, склад і об'єми робіт.....	46

3.1.4	Склад і об'єми робіт систем теплопостачання.....	49
3.1.5	Монтаж обладнання систем теплопостачання.....	55
3.1.6	Випробування та пуск системи.....	55
3.1.7	Підбір машин, механізмів, пристосувань.....	57
3.1.8	Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт.....	58
3.1.9	Витрати на паливні та енергетичні ресурси.....	59
3.1.10	Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану.....	60
3.2	Експлуатація, налагодження та ремонт устаткування.....	60
3.2.1	Вказівки із техніки безпеки при влаштуванні та експлуатації теплового насоса	60
3.2.2	Експлуатація геліоустановок	61
3.2.3	Монтаж колекторів	62
3.2.4	Обслуговування і поточний ремонт елементів сонячних систем заповнення первинного контуру теплоносієм.....	65
3.2.5	Монтаж ґрунтового насосу.....	70
3.2.6	Заходи щодо зменшення шкідливого впливу шуму для ґрунтового насосу.....	70
3.2.7	Прийняття в експлуатацію ґрунтового насосу.....	71
3.2.8	Технічне обслуговування і ремонт ґрунтового насосу.....	72
3.3	Заходи з енергозбереження та охорони довкілля.....	72
3.4	Висновки до розділу.....	75
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	76
4.1.	Технічні рішення з безпечної організації робочих місць будівельно-монтажного персоналу під час монтажу інженерного	

обладнання.....	76
4. 1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць.....	77
4.1.2 Електробезпека.....	79
4.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	81
4.2.1. Мікроклімат.....	81
4.2.2 Склад повітря робочої зони.....	82
4.2.3. Виробниче освітлення.....	82
4.2.4. Виробничий шум.....	83
4.2.5. Виробничі вібрації.....	85
4.2.6. Психофізіологічні фактори.....	86
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	88
4.4 Висновок до розділу.....	92
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....	93
5.1. Значення основних техніко-економічних показників наведено в табл.....	94
5.2 Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1.....	95
5.3 Висновки до розділу.....	100
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	101
ЛІТЕРАТУРА.....	102
ДОДАТКИ.....	105

ВСТУП

Актуальність теми: Проблема ефективності системи теплопостачання є актуальною як для власників індивідуальних житлових будинків, так і для економіки всієї України. Більшість індивідуальних житлових будинків в Україні мають низьку ефективність систем теплопостачання, зокрема системи приготування гарячої води, які використовують енергію викопних видів палива. Низька ефективність системи теплопостачання призводить до марнотратства паливно-енергетичних ресурсів, витрати яких на виробництво тепла на душу населення в опалювальний сезон значно перевищують витрати в розвинених країнах з активною політикою енергозбереження.

Енергозбереження в сучасній економіці України - це не лише бережливе використання енергії і палива, а й технічна політика, яка потребує наукового підходу до генерації, розподілу та використання енергії, а також до всього технологічного базису сучасного суспільного виробництва з метою найбільш раціонального використання енергії, праці, основних фондів, сировини та матеріалів для виробництва тепла.

Проблема енергозбереження сьогодні є однією з найбільш актуальних і має важливе значення не тільки на місцевому рівні, але й на загальнодержавному рівні. У сучасних умовах виробництва тепла немає можливості використовувати енергозберігаючі технології. Тому існує нагальна потреба в реформуванні та створенні альтернативної системи автономного опалення та гарячого водопостачання на основі інноваційних рішень в галузі енергозбереження. Створення сприятливих умов для здорової конкуренції в цьому секторі призведе до покращення якості послуг і зниження тарифів.

Дана робота має прямий зв'язок з науковими програмами, планами та темами. Магістерська кваліфікаційна робота була виконана відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт, які реалізуються кафедрою інженерних систем в будівництві під назвою "Розробка енергоефективних систем теплогазопостачання, вентиляції і кондиціонування в галузі будівництва та цивільної інженерії" (Державний реєстраційний номер №01184000209).

Метою та завданням цього дослідження є теоретичне обґрунтування та розробка конструктивних рішень енергоощадних систем, які забезпечують необхідні параметри теплопостачання на основі ґрунтових теплообмінників і сонячних колекторів для житлових будівель котеджного типу.

Для досягнення поставлених цілей визначено такі **основні завдання**:

1. Проведення аналітичного огляду сучасного стану використання теплових насосів та сонячних колекторів для теплопостачання житлових будівель котеджного типу.

2. Виконання теоретичного і проєктного обґрунтування робочих параметрів системи теплопостачання.

3. Розроблення моделей теплообмінних процесів системи.

4. Розроблення заходів з організаційно-технологічного забезпечення для реалізації проєктних рішень.

5. Підготовка рекомендацій щодо заходів з енергозбереження.

Об'єктом дослідження є системи теплопостачання житлового будинку котеджного типу, а предметом дослідження є закономірності теплообмінних та гідродинамічних процесів використання відновлювальних джерел енергії в системах забезпечення теплопостачання.

Наукова новизна даного дослідження полягає в наступному:

1. Уточнено фізичну і математичну модель тепломасообмінних процесів при створенні системи теплопостачання на основі комбінованого застосування ґрунтових теплообмінників та сонячних колекторів, що дозволяє обґрунтувати вибір їх раціональних параметрів та характеристик з урахуванням особливостей конструктивного виконання.

2. На основі методів системного аналізу досліджено і обґрунтовано умови комбінованого застосування теплового насоса і сонячних колекторів.

3. Запропоновано аналітичні залежності - критерії для вибору оптимальних режимів функціонування комбінованої системи теплопостачання будівлі котеджного типу.

Практичне значення даної роботи полягає у наступному:

Розроблено проєкт комбінованої системи теплопостачання житлового будинку котеджного типу, яка включає ґрунтові теплообмінники, тепловий насос, сонячні теплові колектори та резервний електричний котел. Ця система може бути використана як при будівництві нових будинків, так і при

термомодернізації існуючих житлових, соціально-бюджетних та громадських будівель.

Також розроблено науково обґрунтовану методику та рекомендації щодо практичного використання подібних комбінованих систем тепlopостачання.

Апробація результатів магістерської дипломної роботи проводилася на науково-технічній конференції в місті Вінниця у 2023 році.

Основні результати дослідження та окремі розділи магістерської кваліфікаційної роботи були доповідані на цій конференції, а також **опубліковані** в тезах та матеріалах доповідей Вінницького національного технічного університету.

Структура та обсяг бакалаврської дипломної роботи такі: вступ, три розділи основної частини, загальний висновок, список використаних джерел літератури, найменувань та додатки.

1. Аналітичний огляд сучасного стану використання теплонасосних установок та сонячних колекторів для житлових будинків котеджного типу

1.1 Характеристика об'єкта.

В даній магістерській кваліфікаційній роботі передбачено проектування ефективної системи теплопостачання двоповерхового житлового будинку котеджного типу в с. Давидківці Хмельницької області.

Для розробки системи теплопостачання використовуються наступні вихідні дані: проєктна документація на будівництво та технічна документація на технологічне та допоміжне обладнання.

Мікроклімат в житловому будинку визначається такими факторами, як чисте повітря, тепловий режим будинку та освітлення. Він залежить від швидкості руху повітря, його температури, відносної вологості та температури оточуючих поверхонь.

У даному житловому будинку котеджного типу передбачено застосування автономної системи водяного опалення з фанкойлами і теплою підлогою, як нагрівальними приладами. Теплоносієм системи опалення буде вода. Важливо забезпечити комфортне перебування мешканців в будинку, забезпечивши внутрішній мікроклімат згідно з вимогами, де розрахункова температура внутрішнього повітря повинна складати 20 °С, а розрахункове значення відносної вологості - 55%.

Для налаштування температури в приміщенні під індивідуальні особливості мешканців передбачено встановлення зональної автоматики, якою є змога керувати віддалено з мобільного додатку.

1.2 Загальна характеристика та аналіз існуючих видів і режимів роботи теплових насосів

Первинним джерелом теплової енергії для теплових насосів слугує природна енергія повітря, води або ґрунту. Також джерелом теплової енергії для них може бути будь-яка інша відпрацьована теплота.

Для вибору основного з перелічених вище джерел теплової енергії слід зауважити такі критерії:

- вищий рівень температур;
- достатня кількість;
- вищі акумулюючі властивості;
- достатня регенерація;
- низькі витрати на технічне обслуговування.

Знімання теплової енергії із ґрунту за використання теплових насосів здійснюється через систему полімерних труб прокладених на великій площі в

грунті. Прокладання полімерних труб в ґрунті здійснюється на глибині 1,2-1,5м. Довжина контурів трубопроводів повинна бути не більше 100м, для запобігання великим втратам тиску і необхідності встановлення насосів з більшою продуктивністю і як наслідок перевищенням електроспоживання системи. Кінці трубопроводів з'єднуються в розподільних гребінках. Для забезпечення можливості розповірення системи трубопроводів, розподільчі гребінки потрібно розмістити трохи вище самих трубопроводів. На кожному трубопроводі має бути окрема запірна арматура. Знімання накопиченої теплової енергії ґрунту здійснюється шляхом перекачування циркуляційним насосом розсолу полімерними трубопроводами.

За умов обмеженої площі прибудинкової ділянки, прокладання контурів трубопроводів і земляних колекторів часто є неможливим. У таких випадках перевагу надають вертикальним ґрунтовим зондам, які проникають на глибину від 50 до 150 метрів. Трубопроводи ґрунтових зондів зазвичай складаються з поліетиленових труб. Звичайно встановлюються подвійні U-подібні трубні зонди, які складаються з чотирьох паралельно розташованих труб. Розсіл рухається двома трубопроводами від розподільника до низу і повертається через паралельно розташовані два трубопроводи назад до колектора.

Для використання ґрунтових вод необхідно отримати дозвіл відповідних організацій. Для забезпечення ефективного теплообміну потрібно пробурити відсмоктуючу і інфільтраційну свердловини. Якість води в цих свердловинах повинна відповідати встановленим граничним значенням, щоб уникнути проблем з експлуатацією свердловин. Однак на практиці ґрунтові води рідко мають відповідну якість і достатню кількість.

У теплових насосах типу повітря-вода, параметри джерела теплової енергії визначаються розмірами обладнання або його конструкцією. У цьому випадку, необхідна кількість повітря подається через повітряні канали до вбудованого вентилятора у випарник, де воно охолоджується. Теплові насоси повітря-вода можуть працювати в моновалентному режимі за температур зовнішнього повітря до -20 °С.

Контур ґрунтового колектора розміщується на глибині від 1,2 до 1,5 метрів, де температура протягом року є досить стійкою. Щоб уникнути гідравлічних перепадів тисків по контурах, всі контури ґрунтового колектора повинні бути однакової довжини. Трубки колектора вкладаються в ґрунт під невеликим кутом, щоб запобігти заповіренню. Далі вони збираються на колекторні гребінки, з яких теплоносій направляється в тепловий насос, де передає

накопичену теплову енергію. Прокладання ґрунтових колекторів вимагає значного обсягу земляних робіт.

Результати попередніх досліджень показали, що розміри необхідної площі і кількість корисного тепла суттєво залежать від кліматичних умов, зокрема від теплофізичних властивостей ґрунту і сонячної енергії. Теплопровідність і об'ємна теплоємність ґрунту суттєво залежать від його стану і складу, таких факторів, як вміст мінеральних компонентів (польового шпату та кварцу) в воді, а також від заповнених повітрям пор. Властивості акумуляції тепла і теплопровідність ґрунту залежать від вмісту води, причому вищий вміст води в ґрунті сприяє кращій акумуляції тепла. Крім того, значення впливають частка мінеральних компонентів і розміри пор.

Потужність, яку можна вилучити з ґрунту за допомогою ґрунтового теплообмінника, який використовує горизонтальний метод, складається наступним чином:

- Вологий глинистий ґрунт: $q_g = 25-30 \text{ Вт/м}^2$.
- Вологий піщаний ґрунт: $q_g = 15-20 \text{ Вт/м}^2$.
- Ґрунт з ґрунтовими водами: $q_g = 30-35 \text{ Вт/м}^2$.
- Сухий глинистий ґрунт: $q_g = 20-55 \text{ Вт/м}^2$.
- Сухий піщаний ґрунт: $q_g = 10-15 \text{ Вт/м}^2$.

Встановлення вертикальних ґрунтових теплообмінників має деякі переваги порівняно з горизонтальними теплообмінниками. Цей метод потребує меншого обсягу земляних робіт та менше часу на встановлення. У процесі влаштування вертикального теплообмінника свердловину закладають зондом, який заповнюється бентонітом - спеціальним розчином з високою теплопровідністю.

Потужність, яку можна отримати з ґрунту при влаштуванні вертикальних ґрунтових теплообмінників, є вищою, ніж при горизонтальному влаштуванні. Залежно від типу ґрунту, потужність може становити від 20 до 70 Вт/м. Наприклад, для твердої кам'яної породи з високою теплопровідністю потужність становить 70 Вт/м, для нормальної твердої кам'яної породи, насиченої водою, - 50 Вт/м, а для "поганого" ґрунту, такого як суха осадова порода, - 20 Вт/м.

Зі збільшенням відстані між трубопроводами в вертикальних теплообмінниках їх взаємовплив зменшується, що призводить до збільшення температури ґрунту між трубопроводами. Це означає, що теплота накопичується в ґрунті. З цієї причини мінімальна відстань між двома вертикальними зондами на глибині 100 м і більше повинна складати принаймні 6 метрів.

Існує два основних режими роботи теплового насоса:

1. Моновалентний режим: у цьому режимі тепловий насос працює як єдиний теплогенератор, який забезпечує всю теплопостачання будівлі. Для цього необхідно розраховувати систему низькотемпературного опалення, яка має температуру подачі нижче максимальної температури подачі теплового насоса. Високий щорічний коефіцієнт корисного використання теплового насоса можна досягнути тільки в поєднанні з низькотемпературною системою опалення, яка має максимальну температуру подачі близько 35 °С.

На рисунку 1.1 зображено принцип роботи теплового насоса в моновалентному режимі. Вертикальна вісь представляє навантаження відсотками, а горизонтальна вісь - зовнішню температуру в градусах Цельсія.

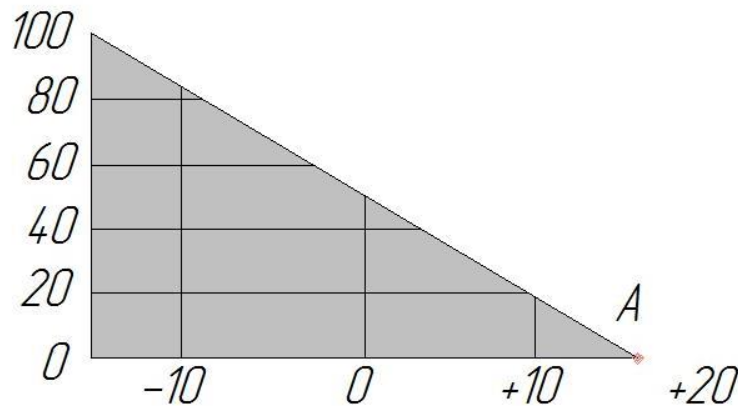


Рис. 1.1 – Принцип роботи теплового насоса в моновалентному режимі.

A – температура опалення

Останні роки показали, що бівалентний режим працює краще за моновалентний. У цьому режимі передбачається взаємодія двох теплогенераторів, що працюють у взаємозалежності. Допоміжний теплогенератор вмикається контролером відповідно до зовнішніх умов температури та потреб споживачів.

При виборі потужності ґрунтового теплового насосу доцільно обрати значення від 50% до 70% від максимального теплоспоживання будівлі. Це забезпечить оптимальну ефективність роботи системи.

На рисунку 1.2 зображено принцип роботи теплового насосу у бівалентному режимі. Вертикальна вісь відображає навантаження відсотками, а горизонтальна вісь - зовнішню температуру в градусах Цельсія.

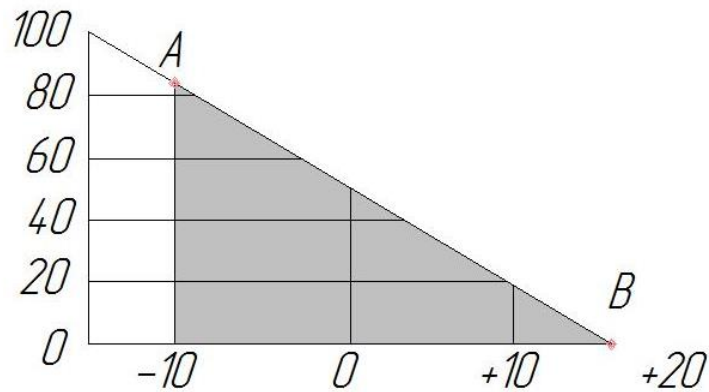


Рис. 1.2 – Принцип роботи теплового насосу в альтернативному бівалентному режимі. А – точка бівалентності; В- температура опалення

На рис. 1.3 зображено принцип роботи теплового насосу в допоміжному бівалентному режимі, при якому вертикальна вісь зображує навантаження в %, а горизонтальна – зовнішню температуру в °С.

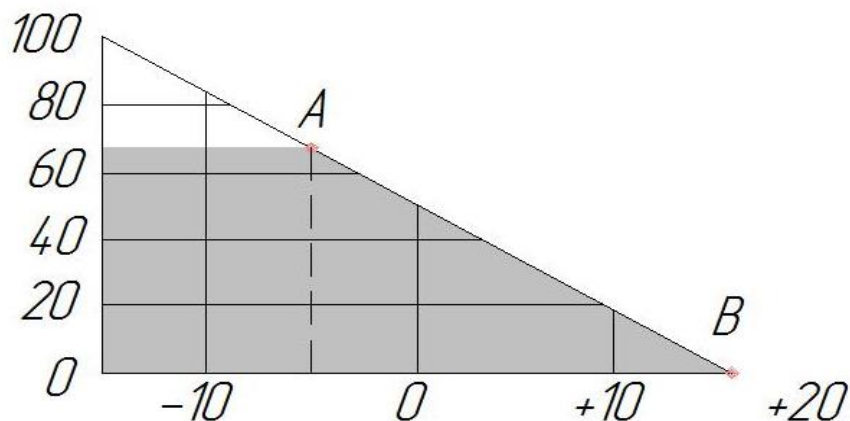


Рис. 1.3 – Принцип роботи теплового насосу в допоміжному бівалентному режимі. А – точка бівалентності; В – температура опалення.

На рис. 1.4 зображено принцип роботи теплового насосу в комбінованому бівалентному режимі, при якому вертикальна вісь зображує навантаження в %, а горизонтальна – зовнішню температуру в °С.

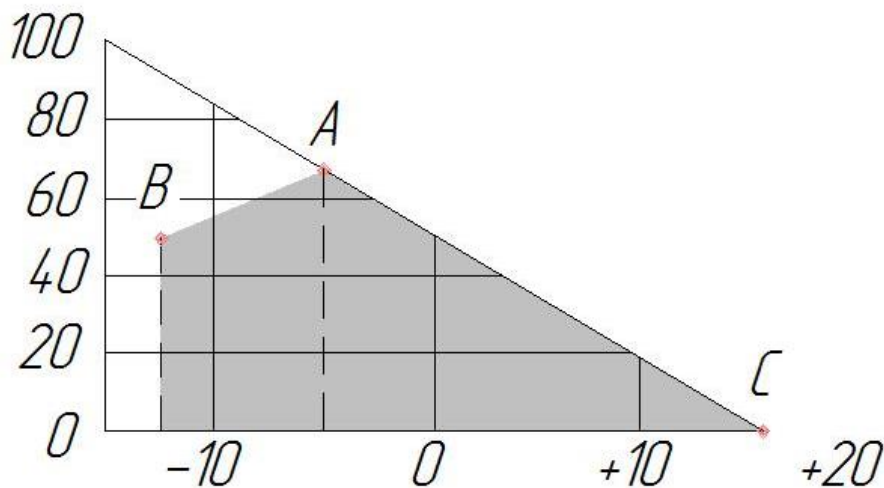


Рис. 1.4 – Принцип роботи теплового насосу в комбінованому бівалентному режимі. А – точка бівалентності; В – точка вимкнення теплового насосу; С – температура опалення.

1.3 Геліотеплонасосні системи теплопостачання

Геліотеплонасосні системи теплопостачання (ГТНСТ) представляють собою поєднання елементів теплових насосів і сонячних систем. Ці системи можуть бути пасивними або активними. Активна геліосистема включає такі компоненти:

- Сонячний колектор (СК): він збирає теплову енергію сонячного випромінювання і нагріває газоподібний або рідкий теплоносіє.
- Тепловий акумулятор: цей пристрій зберігає накопичену теплову енергію, яка використовується, коли сонячне випромінювання недостатнє або відсутнє.
- Резервне джерело енергії (РДЕ): це додаткове джерело енергії, яке використовується у випадку, коли сонячне випромінювання або тепла енергія з акумулятора недостатні.
- Насос або вентилятор: використовується для подачі теплоносія (газоподібного або рідкого) по системі.
- Теплообмінні пристрої і трубопроводи: вони забезпечують з'єднання та передачу теплової енергії у дво- і багатоконтурних системах.

- Присутність пристроїв автоматичного керування режимами роботи системи.

Рисунок 1.5 візуалізує структуру активної геліосистеми теплопостачання з використанням теплового насосу.

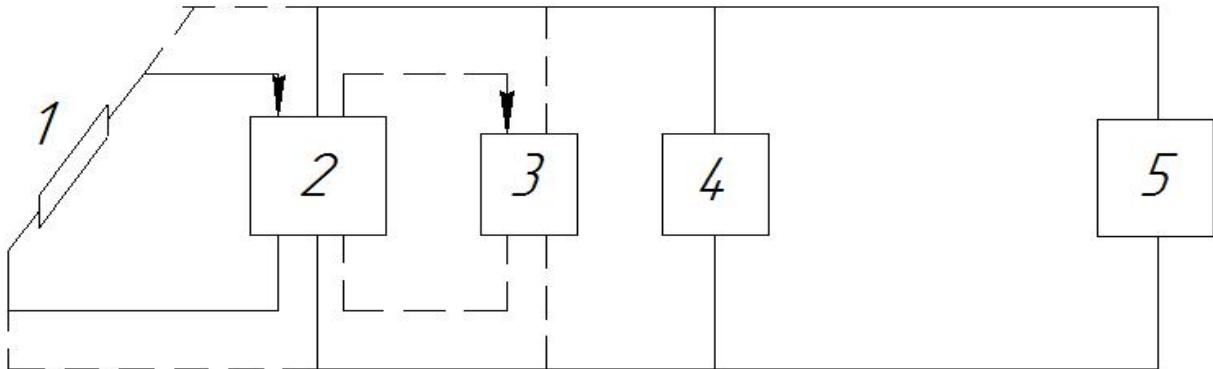


Рис. 1.5 - Принципова схема геліотеплонасосної системи теплопостачання:

- 1 – сонячний колектор;
- 2 – тепловий акумулятор;
- 3 - тепловий насос;
- 4 - резервне джерело теплової енергії;
- 5 - споживачі теплової енергії.

1.4 Визначення найбільш доцільного варіанту системи теплопостачання

Пасивні геліотеплонасосні системи теплопостачання використовуються для збирання і накопичення енергії сонячного випромінювання у самій будівлі або в прибудованій теплиці. Рух теплоносія відбувається шляхом природної конвекції. Ці системи доповнюються елементами активного використання енергії сонячного випромінювання.

Для досягнення ефективного використання енергії сонячного випромінювання, важливо знизити теплові втрати будинку ще на етапі проєктування. Геліотеплонасосні системи використовують теплові насоси, які використовують низькопотенційну теплову енергію навколишнього середовища та вторинні енергетичні ресурси. Поєднання сонячних колекторів і теплових насосів в єдину систему дозволяє отримати нові техніко-економічні переваги

Існують дві основні схеми геліотеплонасосних систем теплопостачання: паралельна і послідовна. Розглянемо більш детально послідовну схему. Її особливості такі:

- Теплова енергія, нагріта сонячним колектором при температурі 3-40 °С, використовується для створення потенціалу високого коефіцієнта

продуктивності (COP) теплового насоса (приблизно 3-7) у парокомпресійному циклі. Сонячний колектор має високий коефіцієнт корисного використання енергії в зазначеному діапазоні температур.

- У системі присутній спеціальний тепловий насос.

- ГТНСТ досягає високої ефективності, що дозволяє значну частку енергії сонячного випромінювання використовувати для покриття теплового навантаження. Навіть в холодному кліматі вимагається більша площа сонячних колекторів.

- Система використовує резервне електричне джерело теплової енергії з COP = 1, що суттєво знижує сезонний коефіцієнт продуктивності системи.

1.5 Техніко-економічні обґрунтування

1.5.1 Потенціал теплових насосів

Проблема забезпечення енергетичних потреб людства є важливою і потребує пошуку нових шляхів. Дійсно, ресурси, такі як нафта, газ і вугілля, є обмеженими і вичерпуються з кожним роком. Це призводить до зростання їхньої собівартості і дисбалансу в світовій економіці.

Відновлювані джерела енергії, такі як сонячна, вітрова і гідроенергія, стають все більш популярними альтернативами. Вони забезпечують стійкі джерела енергії без вичерпання природних ресурсів і мають менший вплив на навколишнє середовище. Сонячна енергія, наприклад, може бути використана для виробництва електричної енергії за допомогою сонячних панелей, а вітрова енергія - за допомогою вітрових турбін.

Теплові насоси є ще одним енергоефективним рішенням. Вони використовують електричну енергію для перенесення тепла з одного середовища до іншого. Наприклад, в зимовий період тепловий насос може забирати тепло з зовнішнього середовища (навіть при низьких температурах) і передавати його усередину будинку для опалення. Такий процес забезпечує ефективне використання електричної енергії, оскільки відношення наданої теплової енергії до спожитої електричної енергії (коефіцієнт перетворення COP) може бути від 2 до 6, що робить його конкурентоздатним рішенням.

Щодо проблеми тепловтрат під час транспортування теплової енергії, дійсно, це може бути проблемою при використанні теплових мереж. Проте, існують методи теплоізоляції трубопроводів та системи теплового утеплення, які

допомагають зменшити ці втрати. Також, розробляються нові технології для ефективного транспортування теплової енергії.

Узагалі, для забезпечення потреб в енергії майбутнього, необхідно комбінувати різні джерела енергії, включаючи відновлювані джерела та енергоефективні технології. Також важливо зосередитись на розвитку нових технологій, які дозволять забезпечити стійкий доступ до енергії для всього населення, зменшуючи залежність від обмежених природних ресурсів. Тепловий насос, є пристроєм, який надає використанню електричної енергії для теплопостачання конкурентоспроможності. Теплова енергія Q_1 , яку надає тепловий насос для системи теплопостачання будинку, суттєво перевищує спожиту ним електричну енергію. Таке співвідношення називають коефіцієнтом перетворення COP, діапазон якого сягає від 2 до 6 і залежить від типу теплового насосу, температури відведення і температури підведення теплової енергії (Рис. 1.6).

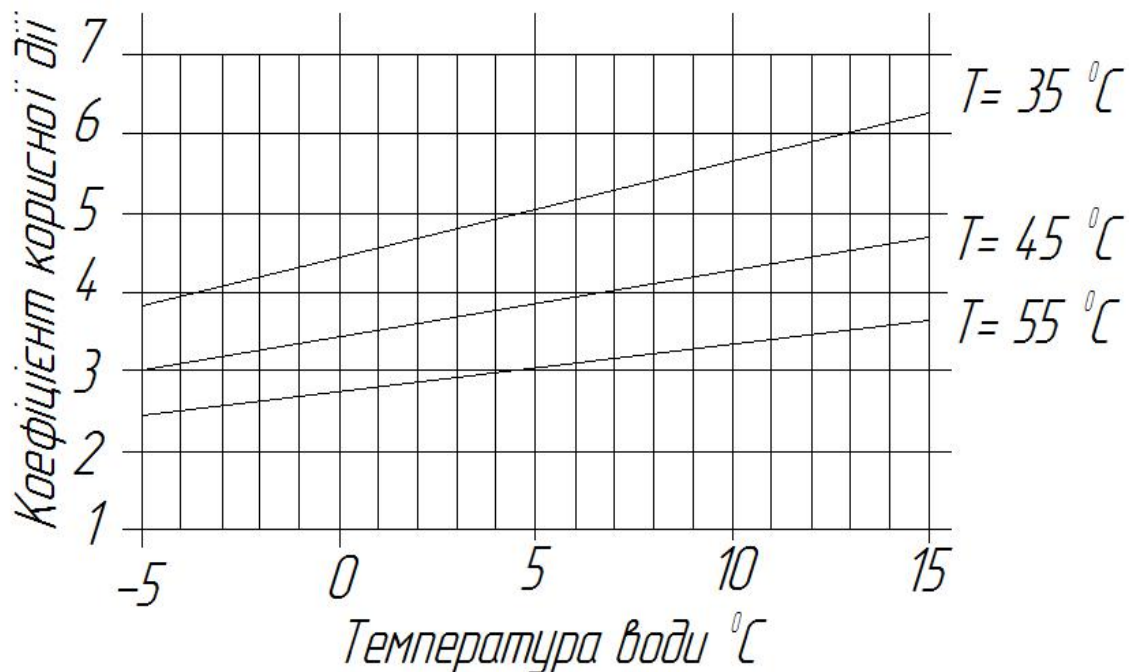


Рис.1.6 - Взаємозв'язок між температурою низькопотенційного джерела енергії і конденсатора з COP.

В цьому випадку, за умови ККД=0,4, енергія Q_1 , яка виділяється на обігрів, може перевищувати вдвічі теплову енергію згоріння палива, яка використовується для вироблення електричної енергії. Таким чином, спостерігається серйозна економія ресурсів.

Проведено ряд досліджень для визначення економічності теплових насосів порівняно з газовими або нафтовими системами. Наприклад, якщо у Західній Європі замінити котли, що споживають газ або нафтопродукти, на котли, що працюють на електроенергії, то економія первинної енергії складе понад 109 кВт·год на рік. Крім того, така заміна покращить екологічну ситуацію, зменшить кількість викидів шкідливих газів у атмосферу та знизить теплове забруднення навколишнього середовища.

Враховуючи вказані переваги використання електроенергії та високу вартість газових котлів, можна стверджувати, що теплові насоси будуть замінити газові котли. За останніми підрахунками, у світі нараховується понад 21 мільйон теплових насосів. Їх загальна теплова потужність становить понад 270 ГВт, а річний виробіток теплової енергії перевищує 1 млрд Гкал, що еквівалентно 90 млн тонн умовного палива. Незважаючи на їх високу вартість, Світовий енергетичний комітет (МІРЕК) прогнозує збільшення частки теплових насосів у світовому ринку.

Основними перевагами використання теплових насосів є:

1. Можливість теплопостачання у місцях, де відсутні теплові мережі: Теплові насоси можуть бути використані для постачання тепла в окремих будівлях або регіонах, де немає доступу до централізованих теплових мереж. Це забезпечує незалежність від існуючих інфраструктурних систем та можливість отримання тепла в будь-якому місці.
2. Уникнення багатьох економічних проблем: Використання теплових насосів може допомогти уникнути деяких економічних проблем, пов'язаних з традиційними системами опалення. Вони ефективніші за рахунок використання відновлювальних джерел енергії та забезпечують економію палива.
3. Уникнення екологічних негативних наслідків: Теплові насоси використовують відновлювальні джерела енергії, такі як тепло повітря, ґрунт або вода, тому вони мають низький вуглецевий слід. Використання теплових насосів сприяє зменшенню викидів шкідливих газів та забруднення навколишнього середовища.
4. Збільшення ККД: Теплові насоси мають високий коефіцієнт корисної дії (ККД), що означає, що вони ефективно перетворюють використану енергію на тепло. За рахунок використання теплових насосів можна забезпечити високу енергоефективність систем опалення та гарячого водопостачання.

Використання теплових насосів у поєднанні з системами рекуперації тепла у будівлях з активною приточно-витяжною вентиляцією дозволяє економити до 60% тепла, завдяки підігріву повітря, що надходить у будівлю.

Теплові насоси можуть бути інтегровані як у традиційні схеми використання теплової енергії, так і в кільцеві схеми, де можливий перерозподіл теплової енергії між приміщеннями, а також використання надлишку для гарячого водопостачання.

Так, розширення виробництва теплових насосів, особливо в Китаї, може суттєво вплинути на зниження їх ціни. Збільшення обсягів виробництва допомагає знизити витрати на виробництво, що в свою чергу може призвести до зниження ціни для споживачів.

Щодо умов, необхідних для енергетичної ефективності та економічної доцільності застосування теплового насосу в системі тепlopостачання житлового будинку котеджного типу, основні фактори включають:

1. Достатня електрична потужність: Електрична система житлового будинку повинна мати достатню потужність для забезпечення роботи теплового насосу разом з іншим електричним устаткуванням в будинку.
2. Доступ до джерела низькопотенційної теплової енергії: Якщо неподалік будинку немає доступу до такого джерела, то використання теплового насосу може бути неможливим.
3. Низькотемпературна система тепlopостачання: Система опалення будинку повинна бути розрахована на низькотемпературний режим роботи, що передбачає використання відповідних опалювальних приладів, таких як водяне підлогове опалення, панельне опалення або повітряне опалення. Це дозволить досягти максимальної ефективності теплового насосу.
4. Правильний розрахунок потужності теплового насосу: Важливо правильно визначити максимальну потужність теплового насосу, щоб він відповідав потребам опалення та гарячого водопостачання будинку.
5. Інтеграція з сонячними колекторами: Використання сонячних колекторів спільно з тепловим насосом і джерелом низькопотенційної теплової енергії може покращити ефективність системи тепlopостачання. Надлишки сонячної енергії можуть використовуватись для підтримки опалення та поповнення теплового резервуара теплового насосу в теплий період року.

Дійсно, оцінити ефективність теплового насоса можна здійснити за допомогою порівняння цін на газ та електрику та визначення співвідношення між ними. Ця величина називається коефіцієнтом рівноцінності (COP) теплового насоса і вказує на кількість одиниць тепла, яку насос може виробити за одну одиницю електроенергії.

При оцінці ефективності теплового насоса порівнюють COP з вартістю газу. За приблизною оцінкою, коефіцієнт рівноцінності COP має бути не менше 10, щоб тепловий насос був економічно вигіднішим у порівнянні з газовим котлом.

Формула для цього співвідношення виглядає наступним чином:

$$G / E * COP \geq 10$$

де G / E - відношення ціни одного кубометра газу до ціни одного кіловат-години електроенергії.

Якщо дана нерівність виконується для конкретного теплового насоса, то він вважається більш економічно ефективним порівняно з газовим котлом.

Варто зазначити, що ці оцінки є приблизними, оскільки ціни на газ та електрику можуть змінюватись з часом. Також, ефективність теплового насоса може залежати від різних факторів, таких як кліматичні умови та індивідуальні особливості системи опалення. Розрахунок ефективності теплового насоса варто проводити з урахуванням конкретних умов та параметрів.

Дійсно, існує розповсюджений міф про те, що витрати на встановлення та обслуговування теплового насоса перевищують витрати на газовий котел. Однак, при детальному аналізі цього питання можна прийти до іншого висновку.

Оперуючи наступними факторами, можна розібратися з міфом про переваги газового котла над тепловим насосом:

1. Витрати на проведення трубопроводу газового котла від центральної газової магістралі до будинку можуть бути значними, особливо якщо відстань велика. Такі витрати не враховуються при порівнянні з встановленням теплового насоса, який працює на електроенергії і не потребує газового трубопроводу.
2. При встановленні газового котла можуть виникнути додаткові витрати на придбання, експлуатацію та обслуговування кондиціонера, особливо в ситуаціях, коли газовий котел не забезпечує охолодження приміщення влітку.

За використання теплового насоса, який може працювати в режимі кондиціонера, ці додаткові витрати можуть бути уникнуті.

3. У багатьох країнах спостерігається тенденція до зростання цін на газ, що часто корелює з цінами на газ у Європі, де вони значно вищі, ніж ціни на електрику. Отже, при порівнянні вартості електроенергії та газу варто враховувати можливі зміни в цінах і врахувати, що в деяких випадках електроенергія може бути більш економічним варіантом для житлового опалення за допомогою теплового насоса.

З урахуванням наведених факторів, тепловий насос може бути більш доцільним варіантом для опалення житлових будинків порівняно з газовим котлом. Додаткові наукові досягнення і технологічний прогрес можуть сприяти подальшому зростанню коефіцієнта продуктивності (COP) теплових насосів і поліпшенню їхньої ефективності.

1.5.2 Окупність теплового насоса

Для розрахунку окупності теплового насоса у системі тепlopостачання необхідно порівняти капітальні і експлуатаційні витрати між різними варіантами, такими як газовий котел, тепловий насос або електродкотел. Розрахунок окупності допоможе знайти варіант, який поверне витрачені кошти на капітальні вкладення шляхом зниження експлуатаційних витрат.

Розрахунок вартості опалення житлового будинку котеджного типу потребує врахування таких факторів, як площа будинку, його теплова ізоляція, температурний режим та енергоефективність системи опалення. Звичайно, цей розрахунок є складнішим і включає більше параметрів, але загальна ідея полягає в порівнянні капітальних і експлуатаційних витрат між різними варіантами систем опалення.

Важливо врахувати, що розрахунок окупності є лише одним з аспектів при прийнятті рішення про вибір системи опалення. Крім окупності, слід враховувати також інші фактори, такі як екологічність, комфорт, довговічність та енергоефективність системи опалення.

Розглянемо конкретний приклад.

Будинок в 2а поверхи, добре утеплений, загальною площею 220 м кв.

Система розведення трубопроводів тепло / опалення: контур 1 - радіатори, контур 2 – тепла підлога.

Встановлено газовий котел для опалення і гарячого водопостачання, наприклад 14 кВт, одноконтурний.

Пропонується заміна на тепловий насос з функціями опалення / охолодження і сонячні колектора. Комплектується вбудованим електронагрівачем. Тобто, опалення стає повністю електричним - система моноенергетичного, розраховується під тариф для електроопалення.

Давайте розрахуємо вартість опалення середньостатистичного будинку площею 220 квадратних метрів за допомогою трьох технологій: електричного котла, газового котла та теплового насоса.

Спочатку розрахуємо кількість кВт/год*рік теплової енергії, яка необхідна протягом опалювального сезону. Враховуючи, що опалювальний сезон триває 176 днів, ми використовуємо потужність системи опалення, розраховану для холодної п'ятиденки з температурою -21 °С. Таким чином, для покриття тепловтрат нам потрібно 14 кВт теплової енергії. Але з урахуванням середньої температури в регіоні, яка становить 0 °С, споживання енергії за опалювальний сезон складе 7 кВт.

Отже, $176 \text{ днів} \times 24 \text{ години} \times 7 \text{ кВт} = 29\,568 \text{ кВт/год*рік}$.

Тепер, щоб порівняти газовий котел і тепловий насос, переведемо кубометри газу в кВт/год. За 1 кубометр газу ми отримуємо 10,35 кВт. Коефіцієнт корисної дії газового котла складає 92%, що дає нам $10,35 \text{ кВт} \times 0,92 \text{ ККД} = 9,52 \text{ кВт}$.

Поточні вартості електроенергії на 2023 рік для населення складають 1,68 грн/кВт, а вартість газу для населення - 8,54 грн/м³. Тепер переведемо кубометри газу в кВт/год, використовуючи вартість 8,54 грн за 9,52 кВт, отримаємо 0,90 грн/кВт.

Тепер ми готові провести розрахунки вартості опалення будинку за кожною технологією.

Електричний котел:

- Враховуємо двозональний тариф на електроенергію.
- Нічний тариф: 0,84 грн/кВт (з 23:00 до 07:00).
- Денний тариф: 1,68 грн/кВт.

- 3 29 568 кВт/год*рік віднімаємо 77% для нічного тарифу, що дорівнює 6 800 кВт, і отримуємо 22 768 кВт для денного тарифу.

Розраховуємо витрати на опалення за рік:

1) 6 800 кВт x 0,84 грн = 5 712 грн (витрати електричним котлом за нічний тариф протягом року)

2) 22 768 кВт x 1,68 грн = 38 250 грн (витрати електричним котлом за денний тариф протягом року)

3) 5 712 грн + 38 250 грн = 43 962 грн (загальні витрати на рік електричним котлом)

Газовий котел:

1) 29 568 кВт x 0,90 грн = 26 611 грн (витрати газовим котлом протягом опалювального сезону)

Тепловий насос (COP = 4) COP (коефіцієнт продуктивності) у геотермального теплового насоса вказує на співвідношення між виробленим теплом і спожитою електроенергією. Вищий COP означає більшу ефективність системи:

- Розраховуємо витрати на опалення за рік:

1) 5 712 грн + 38 250 грн = 43 962 грн (загальні витрати на рік електричним котлом)

2) 43 962 грн / 4 COP = 10 990 грн (загальні витрати на опалювальний сезон тепловим насосом)

Отже, підведемо підсумки і визначимо переможця:

1. Тепловий насос - 10 990 грн/рік

2. Газовий котел - 26 611 грн/рік

3. Електричний котел - 43 962 грн/рік

Звичайно, якщо враховувати ціну за транспортування газу, підключення газу до будинку, то ціна за газ буде ще вищою, а термін окупності теплового насоса ще коротшим. Також перевагою теплового насоса є те, що він влітку працює на охолодження, і нам не потрібно буде купувати систему кондиціонування.

Розрахунок терміну окупності теплового насоса дозволяє порівняти його економічну вигоду з газовим та електричним опаленням. Окупність оцінюється шляхом порівняння зростання капіталовкладень (витрат на придбання, монтаж та підключення системи) та зниження експлуатаційних витрат (оплата за енергоресурси).

У першому розрахунку, порівнюється тепловий насос з газовим котлом. Вартість обладнання та установки газової котельні складає приблизно 10 200 євро, а вартість теплового насоса з монтажем - 14 700 євро. Таким чином, зростання капіталовкладень складає 4 500 євро (або близько 180 000 грн).

При порівнянні експлуатаційних витрат, припустимо, що річні витрати на газове опалення становлять 26 611 грн, тоді як витрати на експлуатацію теплового насоса оцінюються на рівні 10 990 грн. Таким чином, зниження експлуатаційних витрат складає 15 621 грн на рік.

Термін окупності розраховується, діленням зростання капіталовкладень на зниження експлуатаційних витрат: $180\,000 \text{ грн} / 15\,621 \text{ грн/рік} = 11,5$ року.

У другому розрахунку, порівнюється тепловий насос з електричним котлом. Вартість обладнання та установки електричної котельні складає близько 9 000 євро, а вартість теплового насоса з монтажем - 14 700 євро. Зростання капіталовкладень складає 5 700 євро (або близько 228 000 грн).

Припустимо, що річні експлуатаційні витрати на електричне опалення становлять 43 962 грн, тоді як витрати на експлуатацію теплового насоса оцінюються на рівні 10 990 грн. Таким чином, зниження експлуатаційних витрат складає 32 972 грн на рік.

Термін окупності розраховується, діленням зростання капіталовкладень на зниження експлуатаційних витрат: $228\,000 \text{ грн} / 32\,972 \text{ грн/рік} = 6,9$ року.

Отже, результати розрахунків показують, що тепловий насос окупиться за 11,5 років порівняно з газовим котлом та за 6,9 року порівняно з електричним котлом. Враховуючи ці дані, можна прийняти рішення про вибір оптимального опалювального рішення з урахуванням економічної переваги та витрат на довгострокову експлуатації.

6. Висновки

Розглянувши порівняння теплового насоса з газовим котлом і електричним котлом, можна зробити наступні висновки:

1. Тепловий насос з ґрунтовим теплообмінником є перспективним рішенням для теплопостачання індивідуальних житлових будинків. Він має численні переваги, такі як зменшення витрат на експлуатацію, підвищення енергетичної незалежності і покращення екологічності системи опалення.

2. Для досягнення максимальних переваг теплового насоса, необхідно враховувати кілька умов. Низький рівень тепловтрат будинку є важливим фактором, оскільки це забезпечує ефективність роботи насоса. Також важливо мати оптимальне розподілення теплової енергії у приміщеннях і використовувати автоматизацію для регулювання рівнів температури.

3. Порівнюючи тепловий насос з газовим котлом, було встановлено, що термін окупності теплового насоса становить 11,5 року, тоді як газовий котел окупиться тривалий період часу. Тепловий насос має вигоди в енергоефективності та зниженні експлуатаційних витрат.

4. У порівнянні з електричним котлом, тепловий насос також демонструє більш короткий термін окупності. Це обумовлено зниженням експлуатаційних витрат і збільшенням енергоефективності.

Загалом, враховуючи переваги та економічну вигоду, застосування теплових насосів з ґрунтовими теплообмінниками може бути доцільним рішенням для опалення індивідуальних будинків, забезпечуючи збереження енергії, зменшення витрат і покращення екологічності.

2. ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЄКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ КОТЕДЖНОГО ТИПУ

2.1 Теоретичне обґрунтування параметрів систем

2.1.1 Характеристика досліджуваної системи, її технічні можливості та економічна доцільність.

Для опалення та теплопостачання даного двоповерхового житлового будинку у с. Давидківці, Хмельницькому районі, Хмельницькій області, рекомендовано розглянути використання теплового насоса з ґрунтовим теплообмінником. З урахуванням площі опалювальних приміщень (220 м²) та висоти поверху (2,8 м), можна прогнозувати витрати на опалення та теплопостачання.

Цегляна будівля з теплоізоляційним шаром в 100 мм забезпечує додаткову ізоляцію та зменшує тепловтрати. Проте, для ефективної роботи теплового насоса важливо також забезпечити низький рівень тепловтрат у будинку. Рекомендується провести додаткову ізоляцію стін, покрівлі та віконних конструкцій для зменшення втрат тепла.

У приміщеннях передбачена вентиляція з механічним спонуканням, що забезпечує належну циркуляцію повітря. Це важливо для підтримки комфортних умов в будинку.

Однією з переваг використання ґрунтового теплообмінника є стабільна температура ґрунту на глибині, яка становить 10 °С і не залежить від зовнішніх факторів. Це забезпечує постійне джерело теплової енергії для роботи теплового насоса.

У даному випадку, використання газу для забезпечення теплової енергії не є доцільним, оскільки вимагатиме будівництва окремої котельні та підключення до газової мережі. Тепловий насос з ґрунтовим теплообмінником є більш енергоефективним та екологічно чистим рішенням.

Рекомендується провести детальний розрахунок і проектування системи з врахуванням особливостей будинку та його енергетичних потреб. Також необхідно врахувати вартість інсталяції та монтажу теплового насоса з ґрунтовим теплообмінником. Застосування теплового насоса може забезпечити зменшення витрат на експлуатацію, підвищення енергетичної незалежності та поліпшення екологічності системи теплопостачання вашого житлового будинку.

2.1.2 Обґрунтування проєктної потужності об'єкта.

Додавання ґрунтового теплового насоса та сонячних колекторів до системи теплопостачання є добрим рішенням. Застосування цих двох установок по 50% від необхідної потужності кожна має кілька переваг.

По-перше, це дозволить зменшити кількість свердловин для ґрунтового теплового насоса. Якщо обидва джерела енергії працюватимуть по 50%, то потужність, яку потрібно отримати з кожного джерела, буде меншою, а це означає, що достатнє забезпечення енергією можна здійснити за допомогою меншої кількості свердловин.

По-друге, такий підхід робить систему більш надійною. Якщо один з джерел енергії тимчасово вийде з ладу, інше джерело зможе взяти на себе більшу частину навантаження, що забезпечить неперервне опалення будинку.

Для економії передбачається використання двотрубної системи. Це означає, що труби будуть розведені на дві паралельні лінії - подачу та зворотну лінію. Це дозволить забезпечити кращий контроль та регулювання температури в приміщеннях.

Для даного проєкту рекомендується використовувати поліпропіленові труби. Вони мають високу міцність, витримують високі температури та не піддаються корозії. Поліпропіленові труби також є легкими у монтажі та мають довгу експлуатаційну довговічність.

Усі ці заходи сприятимуть оптимальному та ефективному функціонуванню системи теплопостачання вашого будинку у с. Давидківці, Хмельницькому районі, Хмельницькій області.

2.1.3 Наявність сировинної бази, забезпечення основними матеріалами та енергоресурсами.

Влаштування ґрунтових теплових насосів передбачає буріння свердловин. Дані свердловини передбачені і враховані при проєктуванні будівлі, тому їх влаштування не матиме ніяких перешкод. Середня кількість теплової енергії, яка відбиратиметься із ґрунту складає 50 Вт/м, що вважається достатнім показником. Кількість теплової енергії ґрунту практично незмінна протягом року.

2.1.4 Обґрунтування розміщення об'єкта

Для влаштування теплового насоса було передбачено територію для влаштування трьох свердловин. Тепловий насос буде розташований у спеціальному приміщенні всередині будівлі.

2.1.5 Оцінка впливів на навколишнє середовище

Тепловий насос не спричиняє значної негативної шкоди навколишньому середовищу. Проте останні дослідження показують незначне виродження ґрунтів, що зазвичай пов'язано з нерівномірним відбором теплової енергії з ґрунту протягом холодного періоду та її віддачею протягом теплого періоду. Збалансування обсягів використання теплової енергії допоможе зменшити негативний вплив на ґрунт. Також слід розробити заходи для зменшення вібрації, яку можуть створювати теплові насоси та сонячні колектори, з метою зниження їх негативного впливу.

2.2 Моделювання теплотехнічних процесів, що визначають технічні характеристики системи

2.2.1 Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції будівлі

Система опалення повинна компенсувати теплові втрати через огороження будівлі, а також втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, що потрапляє через відчинені двері, прорізи, щілини притворів та відчинені зимою двері.

Теплотехнічний розрахунок має на меті визначити коефіцієнт теплопередачі окремих огорожувальних конструкцій будинку, таких як зовнішні стіни, стеля верхнього поверху, перекриття над підвалом та вікна. Це дозволить визначити необхідну потужність опалювального обладнання та здійснити розрахунок розмірів опалювальних приладів, обсягів теплоносія та необхідних перерізів трубопроводів у системі.

Тепловтрати через зовнішні огороження будинку при заданому тепловому режимі визначаються величиною теплового потоку в ваттах (Вт) і залежать від конструкції та теплофізичних властивостей будівельних матеріалів огорожень, а також від архітектурно-планувальних рішень будинку.

Вибір відповідних теплозахисних зовнішніх огорожень дозволяє отримати ефективне розрахункове теплове навантаження на опалювальну установку. Теплообмін через огороження між суміжними опалюваними приміщеннями враховується при розрахунках тепловтрат лише при різниці температур внутрішнього повітря цих приміщень більше 5°C.

Загальні тепловтрати приміщень (Q_3) складаються з основних (Q_{Γ}) і додаткових ($Q_{\text{д}}$) тепловтрат, виражених в ваттах (Вт):

$$Q_3 = Q_{\Gamma} + Q_{\text{д}} \quad (2.1)$$

Втрати теплової енергії через окремі огорожувальні конструкції визначаються з точністю до 10 Вт і визначаються за формулою:

$$Q_{\text{огор.}} = F(t_{\text{в}} - t)(1 - \eta) = \kappa F(t_{\text{в}} - t)(1 - \eta) \quad (2.2)$$

де F - розрахункова площа огорожувальної конструкції в квадратних метрах (м^2),

κ - коефіцієнт теплопровідності даної огорожувальної конструкції в $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$,

R_0 - опір теплопередачі конструкції в $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$,

$t_{\text{в}}$ - розрахункова температура повітря в $^\circ\text{C}$,

t - розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду року в $^\circ\text{C}$,

η - коефіцієнт, який враховує положення зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря,

- додаткові тепловтрати відносно основних тепловтрат.

Згідно карти-схеми температурних зон м. Хмельницький відноситься до першої температурної зони зі значенням 3600 градусо-днів. Нормоване зниження опору теплопередачі для даної температурної зони визначається згідно ДБН "Теплова ізоляція будівель". Попередньо встановлюється конструкція стіни залежно від конструктивних особливостей, навантаження на стіну, її призначення та матеріалу шарів.

2.2.2. Для розрахунку опору теплопередачі зовнішніх стін будівлі і підбору оптимальної товщини утеплювача ми використовуємо наведені теплотехнічні характеристики будівельних матеріалів.

Відповідно до заданих матеріалів та їх теплотехнічних характеристик, структура зовнішньої стіни буде наступною:

1. Штукатурка (розчин цементно-піщаний) з товщиною $d_1 = 0,02$ м та коефіцієнтом теплопровідності

$$l_1 = 0,47 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}. \quad (2.3)$$

2. Цегла глиняна з товщиною $d_2 = 0,380$ м та коефіцієнтом теплопровідності $l_2 = 0,7 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$.

3. Утеплювач - шар пінополістиролу з коефіцієнтом теплопровідності

$$l_3 = 0,037 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}. \quad (2.4)$$

4. Штукатурка (розчин цементно-піщаний) з товщиною $d_4 = 0,02$ м.

Відповідно до рисунку 2.1, розраховуємо необхідний опір теплопередачі утеплювача. Заданий нормативний термічний опір теплопередачі для стін в першій температурній зоні ($R_{\text{стнорм}}$) дорівнює $3,3 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$. Коефіцієнти тепловіддачі внутрішнього повітря до стіни ($\alpha_{\text{вн}}$) і від стіни до зовнішнього повітря ($\alpha_{\text{зн}}$) становлять відповідно $8,7 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ і $23 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$.

За формулою, визначаємо термічний опір стіни без утеплювача, необхідний опір та товщину утеплювача:

$$R_{\text{стбез}} = (d_1 / l_1) + (d_2 / l_2) + (d_4 / l_1) \quad (2.5)$$

$$R_{\text{стн}} = R_{\text{стнорм}} - R_{\text{стбез}}$$

$$x = 0.1 \text{ (м)}$$

$$R_{\text{ст}} = R_{\text{стн}} / x$$

Приймаємо товщину утеплювача 10 см ($0,1$ м) і розраховуємо приведений термічний опір стіни:

$$R_{\text{ст}} = 0,29 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт} \quad (2.6)$$

Отже, оптимальна товщина утеплювача для даної конструкції зовнішньої стіни будівлі становить 10 см.

2.2.3 Для розрахунку горищного перекриття ми використовуємо наведені теплотехнічні характеристики будівельних матеріалів.

Відповідно до заданих матеріалів та їх теплотехнічних характеристик, структура горищного перекриття буде наступною:

1. Штукатурка гіпсова з товщиною $\delta_1 = 0,015$ м та коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_1 = 0,47$ Вт/(м·К).
2. Залізобетонна плита з товщиною δ_2 і коефіцієнтом теплопровідності λ_2 .
3. Гідроізоляція з товщиною $\delta_4 = 0,002$ м та коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_4 = 0,22$ Вт/(м·К).
4. Цементно-піщана стяжка з товщиною $\delta_3 = 0,025$ м та коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_3 = 0,58$ Вт/(м·К).

За формулами, визначаємо термічний опір стіни без утеплювача:

$$R_{\text{стбез}} = (\delta_1 / \lambda_1) + (\delta_2 / \lambda_2) + (\delta_4 / \lambda_4) + (\delta_3 / \lambda_3) \quad (2.7)$$

Далі, знаходжуємо необхідну товщину утеплювача $\lambda_{\text{ут}}$:

$$R_{\text{перн}} = 4,95 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт} \quad (2.8)$$

$$\alpha_{\text{вн}} = 8,7 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)}$$

$$\alpha_{\text{зн}} = 12 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)}$$

$$\lambda_{\text{ут}} = 0,037 \text{ Вт / (м} \cdot \text{К)}$$

Товщина плити обрана 17 см (0,17 м), і розраховуємо приведений термічний опір горищного перекриття:

$$R_{\text{пер}} = 1 / k \quad (2.9)$$

$$k = 0,194$$

Отже, оптимальна товщина плити для даного горищного перекриття становить 17 см.

2.2.4 Розрахунок термічного опору вікон

Для розрахунку опору теплопередачі віконного блоку ми використовуємо наведені технічні характеристики профільної системи REHAU SYNEGO.

За даними, віконний блок має наступні характеристики:

- Склопакет: двокамерний з товщиною 51 мм.

- Термічний опір: $R_{\text{в}} = 1,06 \text{ м}^2 \cdot \text{К / Вт}$. (2.10)

- Ущільнювач: два контури поліпластичного полімеру.
- Водонепроникність: до 9-го класу 9А згідно з EN 12208.
- Повітропроникність: клас 4 згідно з EN 12207.
- Зламобезпека: до класу RC3.

Для розрахунку опору теплопередачі використовуємо різницю температур внутрішнього та зовнішнього повітря. Задані значення різниці температур:

$$t_{в1} - t_{з} = 22 - (-21) = 43 \quad (2.11)$$

$$t_{в2} - t_{з} = 12 - (-21) = 33$$

$$t_{в4} - t_{з} = 19 - 21 = -2$$

За формулою $k = 1 / R$, отримуємо значення коефіцієнта теплопровідності:

$$k = 1,9$$

Отже, для даного віконного блоку з профільною системою REHAU SYNEGO та наведеними технічними характеристиками, значення коефіцієнта теплопередачі становить 1,9.

2.3 Розрахунок теплових втрат приміщення

Для розрахунку головних тепловтрат будинку ($Q_{Г}$), використовується формула:

$$Q_{Г} = (1/R_{0ф}) \cdot F \cdot (t_{в} - t_{з}) \cdot n \quad (2.12)$$

де:

- F - теплопередаюча поверхня огорожувальної конструкції в квадратних метрах (m^2).
- $R_{0ф}$ - повний фактичний термічний опір огорожувальної конструкції в метрах квадратних градусів на ват ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$).
- $t_{в}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря в градусах Цельсія ($^\circ C$).
- $t_{з}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря в градусах Цельсія ($^\circ C$), яку приймають як середню температуру найхолоднішої п'ятиденки.
- n - коефіцієнт, що враховує додатковий захист огорожувальної конструкції від зовнішніх температур (береться з таблиці або вказується окремо).

Значення головних тепловтрат ($Q_{Г}$) розраховуються для кожної огорожувальної конструкції окремо.

Додаткові тепловтрати ($Q_{д}$) враховуються окремо і додаються до загальних тепловтрат.

Більш детальний розрахунок тепловтрат будинку проводиться за допомогою комп'ютерної програми, яку можна знайти в додатку Б.

У таблиці 1 описані умовні позначення огороджувальних конструкцій та їх орієнтація.

Також, для розрахунку теплових втрат, важливо визначити площу теплопередачі, товщину та тепловий опір кожної огороджувальної конструкції. Ці дані використовуються в формулі (2.12) для розрахунку тепловтрат.

Загальні тепловтрати (Q_z) будинку складаються з головних тепловтрат (Q_g) та додаткових тепловтрат (Q_d), які потрібно врахувати при розрахунку системи опалення для компенсації всіх тепловтрат будинку.

2.4 Вибір опалювальних приладів

Для опалення будинку застосовується двотрубна система опалення/кондиціонування з розводкою по стелі. Марка каналних фанкойлів "АЕРОСТАР" вибирається згідно теплової потужності при низькотемпературному режимі експлуатації з каталогу виробника. Фанкойли працюють як на опалення, так і на охолодження. Крім того, в усіх кімнатах і приміщеннях встановлена система панельного опалення.

2.5 Конструювання системи опалення

Стояки позначаються на плані у вигляді кружочків і нумеруються, починаючи з лівого верхнього кута будинку за часовою стрілкою. При двотрубній системі показують лише подаючі стояки до приладів. Нумери стояків позначаються на всіх планах за віссю стояків в кружках з зовнішньої сторони стін будинку. Обігрівальні прилади відображаються на плані у вигляді прямокутників. Магістральні системи опалення відображаються на плані підвального поверху. На плані підвального поверху відображаються подаючі і зворотні магістралі і стояки. Після відображення обігрівальних приладів і трубопроводів на плані будинку складається аксонометрична схема опалення в масштабі 1:100. Всі подаючі трубопроводи показуються однією суцільною лінією, а зворотні - пунктирно. Підводи до приладів зображуються в тому ж масштабі, в якому виконується вся схема системи.

2.6 Гідравлічний розрахунок трубопроводів

Розрахунок трубопроводів виконується після визначення всіх тепловтрат приміщень, вибору і розміщення обігрівальних приладів, складання схеми опалення в аксонометрії. Гідравлічний розрахунок полягає у визначенні

оптимальних діаметрів трубопроводів на кожній ділянці циркуляційних кілець. Розрахунок починається з найбільш невіддаленого циркуляційного кільця, яке проходить через найвіддаленіший обігрівальний прилад. Обране циркуляційне кільце ділиться на ділянки. Крізь кожен ділянку протікає постійний об'єм води, а межі ділянок знаходяться в точках зміни потужності потоку. Для попереднього підбору діаметра труб на ділянках розрахункового циркуляційного кільця необхідно знати витрати води на ділянці G , кг/год, і допустиму питому середню втрату тиску на 1 м через тертя R_d , Па/м. Витрати води визначаються за формулою:

$$Q = (t_g - t_o) / \Delta t, \quad (2.13)$$

де: Q - теплове навантаження ділянки циркуляційного кільця, Вт;

t_g - температура гарячої води, °С;

t_o - температура охолодженої води, °С.

Для даної системи приймається використання сталевих труб для прокладання стояків та поліетиленових труб з сшитого поліетилену Рех-А. З таблиць вибирають діаметр трубопроводу, питомі витрати тиску через тертя на 1 м і динамічний тиск відповідно до витрат і швидкості руху води на ділянці (G , кг/год, V , м/с), а потім визначають втрати тиску через тертя на ділянці. Втрати тиску в місцевих опорах визначаються за формулою:

$$P = S_x \cdot R_d, \quad (2.14)$$

де: ξ - коефіцієнт місцевого опору, визначається з каталогів виробників фасонних частин;

R_d - динамічний тиск, визначається [].

Після цього підраховують суму втрат тиску через тертя і суму втрат тиску через місцеві опори. Потім визначають сумарні втрати тиску в циркуляційному кільці і порівнюють їх з розрахунковим циркуляційним тиском. Гідравлічний розрахунок проводиться за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel, яка наведена у додатку В.

2.7. Підбір обладнання

2.7.1 Підбір циркуляційних насосів.

Для системи опалення підбираємо два циркуляційних насоси, один з яких робочий інший резервний. Приймаємо до встановлення Grundfos PT 40-60/2. [¹]

Технічні параметри даного насосу:

- Витрата – 4000 л/год
- Мінімальний тиск на вході – 0,315 бар
- Діапазон температур оточуючого середовища - (-30°C /+40°C)
- Максимальний експлуатаційний тиск – 10 бар
- Рівень шуму – не більше 35dB
- Клас захисту (IEC 34-5) – 55 Dust/Jetting

2.7.2 Підбір розширювального бака

Розширювальний бак типу Reflex NG 50 є мембранним баком, призначеним для використання в системах опалювання. Основні характеристики цього бака включають:

1. Місткість: Розширювальний бак має об'єм 50 літрів, що дозволяє компенсувати зміни об'єму теплоносія при зміні температури.
2. Незамінювана мембрана: Бак оснащений мембраною, яка розділяє його на дві камери - водяну і повітряну. Мембрана є незамінюваною, що означає, що вона не потребує підтримки або заміни з часом.
3. Максимальна робоча температура: Мембрана бака витримує максимальну робочу температуру до 70 градусів. Це означає, що бак може використовуватись в системах опалення з підвищеними температурними режимами.
4. Під'єднання: Розширювальний бак має різьбове під'єднання, що спрощує його монтаж у систему опалення.
5. Корпус: Корпус бака виготовлений з листової високоякісної сталі і покритий пічною емаллю темно-червоного або білого кольору. Це забезпечує міцність і довговічність бака.

¹ Grundfos PT 40-60/2 [Електронний ресурс]–Режим доступу: <https://product-selection.grundfos.com/product-detail.product-detail.html?custid=GMA&productnumber=96401928&qcid=465734722>

6. Повітряна камера: В боці повітряної камери розташовано пневмоклапан, який дозволяє регулювати тиск повітря. Це важливо для забезпечення правильного функціонування бака та компенсації змін тиску в системі.

7. Приєднувальний патрубок: Надходження і вихід води з розширювального бака здійснюється через різьбовий приєднувальний патрубок.

Розширювальний бак типу Reflex NG 50 є надійним і ефективним компонентом системи опалення, який дозволяє компенсувати зміни об'єму теплоносія і підтримувати стабільний тиск в системі.

2.8 Розроблення схеми влаштування теплового насосу

Для забезпечення необхідної теплової енергії для системи тепlopостачання заплановано використовувати систему ґрунтових теплових насосів та сонячних колекторів.

Ґрунтовий тепловий насос, який буде використовуватись, - Vaillant Flexo THERM exclusive VWF 157/4 з потужністю 14,5 кВт. Технічні характеристики цього насосу наведені в додатку Л. Ця система є ефективною протягом року, оскільки температура ґрунту на достатній глибині стабільна і становить приблизно 10 °С. Це дозволяє відбирати стабільну кількість теплової енергії з кожної ділянки ґрунту.

Також передбачено встановлення 4 сонячних колекторів марки Vaillant auro THERM exclusive VTK 1140/2. Ці колектори допомагатимуть забирати теплову енергію з сонячного випромінювання і використовувати її для системи тепlopостачання. Це дозволить зменшити потребу у бурових роботах та забезпечити надійний забір теплової енергії навіть у разі виходу ґрунтового теплового насосу з ладу. Крім того, система під'єднана до електро-котла як резервний джерело тепlopостачання у випадку потреби.

Ці рішення забезпечать необхідну теплову енергію для системи тепlopостачання та дозволять зберігати ефективну роботу системи протягом усього року.

2.9 Гідравлічний розрахунок ґрунтових зондів

Як було зазначено, загальне навантаження явної теплової енергії на будівлю дорівнює 13.1 кВт. Половина необхідного холоду забезпечуватиметься влаштуванням теплового насосу Vaillant потужністю 14,5 кВт. Розрахунок зондів виконується за подільшою схемою.

Середній забір потужності $q_E = 50 \text{ Вт/м}$ довжини зонда. Тоді, довжина зонда:

$$l = \frac{Q_K}{q_E} = \frac{14500}{50} = 290 \text{ (м)}. \quad (2.15)$$

Кількість необхідних зондів довжиною 100 м:

$$n = \frac{290}{100} = 3 \text{ (шт)}. \quad (2.16)$$

Обрана труба для зонда: РЕ32х3,0(2,9)м при 0,531 л/м. Трубний зонд має вигляд повійної U-подібної труби.

Кількість теплоносія визначається за формулою 2.33:

$$m = 2 \cdot l \cdot 2 \cdot V + l_l, \quad (2.17)$$

де V- об'єм трубопроводу, м³;

l_l - довжина подавальної лінії трубопроводу, м.

Тоді кількість теплоносія в одному трубопроводі дорівнює:

$$m = 2 \cdot 120 \cdot 2 \cdot 0,531 + 6 \cdot 0,531 = 258 \text{ (л)} \approx 260 \text{ (л)}.$$

Загальна кількість теплоносія:

$$m = 3 \cdot 260 = 780 \text{ (л)}.$$

Продуктивність даного теплового насосу: 8600 л/год.

Витрата на кожну U-подібну трубу:

$$8600/20=430 \text{ (л/год)}.$$

Втрати тиску Δp , Па, визначаються за допомогою питомих втрат тиску R, які наведені в рекомендаціях до розрахунку [2]

Значення R для РЕ32х3,0(2,9) при 430 л/год = 105 Па/м.

Значення R для РЕ32х3,0(2,9) при 8600 л/год = 689 Па/м.

² Опалення, вентиляція та кондиціонування : ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинний від 01.01.2014р.]-К. : Київ Мінрегіон України, - Київ, 2013.

Втрати тиску на U-подібні труби:

$$\Delta p = 105 \cdot 20 \cdot 100 = 210000 \text{ (Па)}. \quad (2.18)$$

Втрати тиску по довжині:

$$\Delta p = 689 \cdot 11 = 7579 \text{ (Па)}. \quad (2.19)$$

Втрати тиску теплового насоса згідно його технічного паспорту:

$$\Delta p = 44000 \text{ (Па)}. \quad (2.20)$$

Загальні втрати тиску:

$$\Delta p = 210000 + 7579 + 44000 = 261579 \text{ (Па)} = 2615,79 \text{ (мбар)} = 3,2 \text{ (м.вод.ст)}. \quad (2.21)$$

2.10 Висновки.

Результати моделювання теплових масообмінних процесів та гідравлічного режиму системи опалення житлових будівель котеджного типу демонструють, що застосування енергоефективного обладнання, такого як тепловий насос Vaillant Flexo THERM exclusive VWF 157/4 та сонячні колектори марки Vaillant auro THERM exclusive VTK 1140/2, забезпечує надійну та економічну роботу системи опалення та теплопостачання.

Згідно з моделюванням, для задоволення потреби у тепловій енергії необхідно влаштувати 3 свердловини глибиною по 100 метрів кожна, а також встановити 4 сонячні колектори. Такий підхід дозволяє забезпечити необхідну кількість теплової енергії та підтримувати температурні режими у приміщеннях будівлі.

Для подальшого розрахунку та реалізації систем опалення необхідно розробити організаційні заходи. Це можуть включати планування та виконання бурових робіт для свердловин, встановлення сонячних колекторів, підключення обладнання, проведення монтажних та налагоджувальних робіт. Крім того, можуть бути необхідні роботи з прокладання трубопроводів, установка регуляційного обладнання та систем контролю.

Організаційні заходи повинні враховувати необхідні стандарти та нормативи, а також керуватися принципами ефективного використання енергії та екологічності. Планування та виконання цих заходів сприятимуть оптимальному функціонуванню системи опалення, забезпеченню комфорту для мешканців будівлі та зменшенню споживання енергії.

3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Організаційно-технологічне забезпечення монтажу

3.1.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту

В описаній системі теплопостачання для житлової будівлі котеджного типу використовуються ґрунтовий тепловий насос Vaillant Flexo THERM exclusive VWF 157/4 потужністю 14,5 кВт та сонячний колектор Vaillant auro THERM exclusive VTK 1140/2.

Для влаштування ґрунтового теплового насосу необхідно виконати буріння 3 свердловин глибиною по 100 метрів кожна. В свердловини розміщують по 2 U-подібних труби PE 32x2,9 мм, які заповнюють спеціальним теплопровідним розчином бентонітом.

Для функціонування теплового насосу необхідно встановити розширювальний бак, циркуляційний насос, вимірювальні пристрої та запірно-регулюючу арматуру. Також потрібно облаштувати розширювальний бак, насосну групу, бак-акумулятор, вимірювальні пристрої та запірно-регулюючу арматуру.

Система опалення використовує горизонтальне розведення теплопроводів і має двохтрубну конфігурацію. Трубопроводи теплоізолюються, а вертикальні стояки виконуються з поліпропіленових труб. Гільзи з негорючих матеріалів використовуються для прокладання трубопроводів в місцях перетину перекриттів, внутрішніх стін та перегородок.

У приміщенні розташований розподільчий колектор, а на кожній гілці теплопостачання встановлена насосна група. Для можливості регулювання систем опалення №1 та №2 на їх гілках встановлені триходові клапани з сервоприводом. Схема теплопостачання колекторів детально зображена на аркуші 6-7.

Ця система теплопостачання забезпечує ефективну та економічну роботу, зокрема завдяки використанню ґрунтового теплового насосу та сонячних колекторів, що забезпечують по 50% потужності.

3.1.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи

Перед початком монтажних робіт необхідно забезпечити готовність будівлі до установки трубопроводів, приладів та обладнання. Це включає в себе наступні вимоги та роботи:

1. Всі будівельні конструкції, на які буде встановлюватись обладнання або прокладатись трубопроводи, повинні бути завершені.
2. Фундаменти мають бути виконані з отворами для фундаментних болтів, які необхідні для монтажу колекторів, гідромодулів тощо.
3. Всі отвори для прокладання трубопроводів, згідно з проектом, повинні бути залишені чи пробиті в перекриттях, стінах та перегородках.
4. Мають бути залишені монтажні пройми та шляхи для зручного транспортування обладнання до місць монтажу.
5. Необхідно виділити приміщення відповідних розмірів для комплектування та збирання трубопроводів в укрупнені вузли.
6. Забезпечити вільний доступ до всіх місць, де виконуються монтажні роботи.
7. Підвести електричні лінії для підключення інструментів та забезпечити належну освітленість робочих місць.
8. Приготувати риштування та підмостки для роботи на висоті.

Крім того, потрібно виділити місце для складування матеріалів, санітарно-технічних заготовок та обладнання. Також необхідно мати комору для зберігання малогабаритного інструменту.

Група підготовки виробництва монтажних організацій, разом з керівництвом монтажної ділянки, повинна ретельно контролювати повне, своєчасне та якісне виконання всіх загально-будівельних робіт, пов'язаних з системою теплопостачання.

3.1.3 Основні та допоміжні матеріали і вироби, склад і об'єми робіт

Кількість матеріалів та обладнання, які необхідні для влаштування теплового насоса наведено в таблиці 3.1, сонячного колектора – в таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 – Кількість матеріалів та обладнання, необхідних для влаштування теплового насосу.

Найменування матеріалу або інструменту	Тип, марка	Од. виміру	К-ть	Маса, кг	
				од.	заг.
Тепловий насос	Vaillant Flexo THERM exclusive VWF 157/4 [21]	шт	1	345	345
Земляний зонд	Muovitech PEM 32x2,9 PN16 PE100SDR17[22]	м	4822	0,376	1813
Розподільна гребінка	Vaillant Flexo THERM[44]	шт	1	3,4	3,4
Пакет пристроїв для підключення розсолю з реле тиску, повітровідвідником, запобіжним клапаном, запірними органами, стіною консоллю, підключенням до розширювальної ємкості, первинним насосом	Vaillant Flexo THERM	шт	1	15,7	15,7
Реле тиску розсолу	Vaillant Flexo THERM	шт	1	0,21	0,21
Контрольно-вимірювальні прилади	Оптіма-енерго-сервіс	шт	10	0,65	6,5
Всього:					2184

Таблиця 3.2 – Кількість матеріалів та обладнання, необхідних для влаштування сонячного колектора [3]

Найменування матеріалу або інструменту	Тип, марка	Од. виміру	К-ть	Вага, кг	
				од.	заг.
Сонячний колектор	Vaillant auro THERM exclusive VTK 1140/2	шт.	4	37	144
Комплект труби типу 2 в 1 DN 16 або DN 20 "15 м"	Valtec	шт.	4	7,5	30
Комплект додаткових хомутів	Solomon	шт.	4	0,176	0,7
Комплект монтажних з'єднань	Vaillant	шт.	4	0,462	1,848
Датчик температури сонячного колектора	Vaillant	шт.	4	0,246	0,984
Комплект подовжувальних з'єднань для сонячних колекторів, призначених для горизонтального положення системи колекторів	Vaillant	шт.	4	1,180	4,72
					182,25

В таблиці 3.3 наведено допоміжне обладнання, яке необхідне для монтажних робіт по влаштуванню систем тепlopостачання.

Таблиця 3.3 – Допоміжне обладнання, яке необхідне для монтажних робіт по влаштуванню систем тепlopостачання[21]

Допоміжні матеріали	Од. виміру	Витрата матеріалів	
		Шифр	Маса
Ножиці для різки труб PPR PN20	шт	111-1668	0,430
Поліпропіленові фланці, d _y 20-75	кг	130-0965	32,6
Болти із шайбами та гайками 16	кг	130-0040	28,8
Гумові прокладки	кг	111-1746	3,5
			65,3

³ Обладнання для монтажних робіт: підручник / Ю.Д. Абрашкевич,

Тоді, загальна маса матеріалів та обладнання на влаштування теплового насосу дорівнює 2184 кг.

Загальна маса матеріалів та обладнання на влаштування системи сонячних колекторів дорівнює 182,25 кг.

Загальна маса інструментів дорівнює 2366,25 кг.

Загальна маса матеріалів, обладнання та інструментів дорівнює 2431,55кг.

3.1.4 Склад і об'єми робіт для систем тепlopостачання:

Монтаж теплового насосу проводиться у такій послідовності:

1. Доставка деталей до місця монтажу та їх складування.
2. Встановлення теплового насосу.
3. Буріння свердловин.
4. Влаштування зондів.
5. Встановлення гідравлічного модуля.
6. Встановлення розподільчої гребінки.
7. Встановлення запірно-регулюючої арматури.
8. Встановлення манометрів.
9. Встановлення термометрів.
10. Заповнення системи розсолем та проведення випробувань на герметичність з'єднань.
11. Гідравлічне випробування розсольного контуру.
12. Вивезення деталей та обладнання з місця монтажу.

Монтаж системи сонячних колекторів виконується з дотриманням наступних кроків:

- Ознайомлення з рекомендаціями щодо техніки безпеки та інструкцією з монтажу перед вибором місця розташування приладу.
- Максимальне направлення скляної поверхні сонячного колектора на південь.

- Закріплення сонячних колекторів на опорній поверхні за допомогою анкерних кріплень при їх встановленні на терасах.
- Переконавання, що жодні об'єкти (наприклад, будівлі, дерева і т.д.), які створюють тінь протягом дня, не заважають прямому сонячному промінню до колекторів при їх розташуванні з сонячної сторони.
- Переконавання, що місце, де встановлені сонячні колектори, є достатньо міцним, щоб витримати навантаження установки.
- Переконавання, що конструкція, на якій встановлені сонячні колектори, відповідає вимогам нормативу EN1991 щодо снігового навантаження (2,3 кН/м²) та вітрового навантаження (1,6 кН/м²).

Згідно документів "Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи" та "Єдині норми і розцінки на будівельні, монтажні і ремонтно-будівельні роботи" визначено склад бригад та середній розряд робітників для виконання необхідних робіт. Результати представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи тепlopостачання

Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год	Трудомістк. люд/дні	Виконавці		Трив. днів
					К-ть	Склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставка деталей до місця монтажу та їх складування	1т	2,4	2,1	1,52	3	Водій-1, монтажн. 3р -2	0,5
Встановлення сонячних колекторів	1шт	4	79,56	9,95	3	монтаж. 5р -1 3р -2	3
Встановлення теплового насосу	1шт	1	41,66	5,2	3	монтаж. 5р -1 3р -2	1,5
Прокладання поліпропіленових трубопроводів діаметром 20мм	100п.м.	2,06	89,9	23,15	6	2 бр. монтаж. 4р -1 3р -2	4
Прокладання поліпропіленових трубопроводів діаметром 32 мм	100п.м.	1,48	106,1	19,63	6	2 бр. монтаж. 4р -1 3р -2	3

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Прокладання поліпропіленових трубопроводів діаметром 40 мм	100п.м.	0,38	115,6	5,49	6	2 бр. монтажн. 4р -1 3р -2	1
Прокладання поліпропіленових трубопроводів діаметром 50 мм	100п.м.	0,88	117,6	12,94	6	2 бр. монтажн. 4р -1 3р -2	2
Влаштування гнучких вставок	1шт	130	4,28	69,55	6	2 бр. монтажн. 4р -1 3р -2	11,5
Ізоляція трубопроводів	100п.м.	8,2	41,09	42,12	6	2 бр. монтажн. 4р -1 3р -2	7
Встановлення запірно-регулюючої арматури	1шт	195	3,05	74,34	6	2 бр. монтажн. 4р -1 3р -2	12
Встановлення гідравлічного модуля	1шт	2	21,32	5,33	2	монтажн. 4р -1 3р -1	2,5
Встановлення манометрів	1шт	7 5	0,3 6	3,38	2	монтажн. 4р -1 3р -1	1,5
Встановлення	1шт	75	0,51	4,78	2	монтажн.	2

термометрів						4р -1	
						3р -1	
Буріння свердловин	100м	3	50,62	75,93	6	2 бр. МОНТАЖН.	12
						5р -1	
						3р -2	

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Прокладання труб розсольного контуру	1000м	44,22	48,71	26,92	6	2 бр. МОНТАЖ н. 5р -1 3р -2	4
Влаштування розподільчої гребінки	1шт	1	11,25	1,41	2	МОНТАЖН. 4р -1 3р -1	0,5
Влаштування датчиків та пристроїв автоматики	1шт	66	0,51	4,21	3	2 бр. МОНТАЖ н. 5р -1 4р - 1 3р -1	1
Гідравлічне випробовування розсольного контуру	1000м	4,42	8,22	4,54	4	сл.сантех 6р - 1 5р -1 4р - 1 3р -1	1
Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу	1т	3,2	2,1	0,84	3	Водій-1, МОНТАЖН. 3р -2	0,25

3.1.5 Монтаж обладнання систем теплопостачання

В даній частині тексту наведено інформацію щодо монтажу обладнання систем теплопостачання та випробування та пуску системи. Згідно з наведеною інформацією, основні кроки монтажу трубопроводів для системи теплопостачання включають наступні дії:

1. Розмітити вісі та встановити підвіски із плаваючими хомутами.
2. Прокласти труби, вузли і заготовки по наміченим вісям.
3. Зібрати трубопроводи та приєднати до них монтажні вузли.
4. Встановити задані уклони.
5. Встановити і закріпити гільзи.
6. Закріпити трубопроводи на опорах та підвісках.

3.1.6 Випробування та пуск системи.

Після завершення монтажу систему теплопостачання необхідно випробувати та запустити. Випробування та пуск системи складаються з таких етапів:

1. Зовнішній огляд системи для перевірки виконаних монтажних робіт, міцності закріплення труб, наявності необхідного обладнання та дотримання вимог проєкту.
2. Гідравлічне випробування трубопроводів, яке включає наповнення окремих частин системи водою до заданого тиску, огляд на предмет дефектів, спуск води та усунення дефектів, повторне наповнення системи та огляд і перевірка герметичності та інших параметрів.
3. Здача системи після успішного випробування.
4. Пневматичні випробування систем опалення, якщо це необхідно.

Здача системи в експлуатацію включає подачу комплекту виконавчої документації генпідряднику, включаючи робочі креслення зі змінами, акти приймання прихованих робіт, паспорти обладнання, а також акти гідравлічного і теплового випробувань системи.

Зазначені в тексті деякі назви матеріалів, обладнання та пристроїв, такі як гнучкі вставки, протипожежні муфти "Фенікс", тепловий насос Vaillant Flexo THERM exclusive VWF 157/4, ізоляція з вспіненого поліетилену "Теплоізол" та манометр Іста No244.

3.1.7 Підбір машин, механізмів, пристосувань

Влаштування сонячних колекторів та теплового насоса а також труби, деталі, конструкції та обладнання привозяться централізовано автомашинами Mercedes [4] технічні характеристики автомашини Mercedes наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Технічні характеристики автомашини Мерседес (Mercedes)

Найменування	Значення
Тип техніки	бортова тентована вантажівка
Марка	Мерседес (Mercedes)
Модель	818 Atego Mega Space
Тип двигуна	дизель, турбо, интеркуллер
Об'єм двигуна	4.6 л
Потужність двигуна	132 кВт
Розмір шин	R 17.5
Вантажопідйомність	до 8 т
Корисний об'єм	46 куб. м
Матеріал борту	алюміній
Екологічність двигуна	Euro 3

Інформація щодо інструментів та обладнання для такелажних робіт, роботи на висоті, зварювальних робіт і гідравлічного випробування виглядає наступним чином:

1. Лебідка електрична типу Л-1,25:

- Діаметр канату: 11,5 мм.
- Блоки.
- Поліспасти.
- Ковзани для переміщення вантажу до місця монтажу.

2. Вишка-тура виробника «Сандра»:

- Робоча висота: 5 м.
- Розмір настилу: 2 x 1,2 м.

3. Зварювальні апарати PPR Candan:

- Максимальна потужність: 2 кВт.
- Межі регулювання струму: 20-160 А.
- Напруга мережі: 220 В.
- Маса: 6 кг.

⁴ Mercedes Atego 818 [Електронний ресурс] – Режим доступу:<https://tentovanye-gruzoviki/24-mercedes-atego-818.html>

4. Поршневий компресор СБ/С-50.LB30:

- Потужність: 2,2 кВт.
- Продуктивність: 440 л/хв.
- Максимальний тиск: 10 атм.
- Маса: 71 кг.

5. Бурова установка KB30/150:

- Глибина буріння: 150 м.
- Маса: 6500 кг.
- Двигун привідний потужністю: 95 кВт.

Названі виробники "Сандра" і "PPR Candan" є умовними назвами, оскільки конкретні моделі зазначеного обладнання відсутні у моїй базі даних, яка має обмеження до 2021 року. Будь ласка, зверніться до документації або виробників для отримання актуальної інформації про конкретні моделі обладнання.

3.1.8 Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт

Для запобігання можливості виникнення нещасних випадків під час заготівельних робіт та монтажу систем опалення необхідно дотримуватись правил техніки безпеки. Роботи з монтажу систем опалення мають виконуватись відповідно до правил внутрішнього розпорядку і бути погодженими з загально-будівельними та іншими спеціальними роботами. У разі нещасного випадку, працівник, що перебуває поруч, повинен надати допомогу потерпілому та негайно повідомити майстра.

Для запобігання пожежі на місці монтажу або в заготівельній майстерні необхідно бути обережним з вогнем та дотримуватись всіх протипожежних заходів. Вогнебезпечні матеріали слід зберігати в спеціальних приміщеннях. Електромережа повинна бути в справному стані. У разі пожежі перед прибуттям пожежної команди слід використати всі доступні засоби пожежогасіння.

Якщо людина отримала ураження від електричного струму, необхідно негайно звільнити її від дії струму. Для цього слід вимкнути рубильник, а якщо це неможливо, відірвати постраждалого від дроту чи предмета, що перебуває під напругою. При цьому особа, що надає допомогу, не повинна торкатися враженого голими руками: вона має мати гумові рукавички та діелектричні калоші або стати на суху дошку та обмотати руки сухим матеріалом. Після цього необхідно надати штучне дихання постраждалому.

У разі пожежі з бензином, гасом, нафтою, змащувальними матеріалами необхідно гасити вогонь пінними вогнегасниками та піском. Під час пожежі всі працівники повинні обов'язково виконувати всі розпорядження керівника та активно брати участь у гасінні пожежі.

3.1.9 Витрати на паливні та енергетичні ресурси

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою

$$E = P \times \tau \times k, \quad (3.1)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – тривалість роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання [5].

Витрата електроенергії зварювальним пристроєм PPR Candan:

$$E = 2 \cdot 80 \cdot 0,8 = 128 \text{ (кВт.год)}.$$

Витрата електроенергії електричної лебідки :

$$E = 0,63 \cdot 84 \cdot 0,8 = 43 \text{ (кВт.год)}$$

Витрата електроенергії поршневого компресора СБ/С-50.LB30 :

$$E = 2,2 \cdot 8 \cdot 0,33 = 5,8 \text{ (кВт.год)}.$$

Витрата електроенергії буровою установкою KB30/150:

$$E = 95 \cdot 6 \cdot 0,33 = 188,1 \text{ (кВт.год)}.$$

Сумарні витрати електроенергії становлять:

$$E = 128 + 43 + 5,8 + 188,1 = 364,9 \text{ (кВт.год)}.$$

⁵ Смирнов А.Г. Довідкові дані з розрахунковими коефіцієнтами електричних навантажень/ А.Г. Смирнов. – Москва: ТЯЖПРОМ – ЕЛЕКТРОПРОЕКТ, 1990. – 118 с.

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань 16 км, кількість ходок $n = 2$, витрата пального $Q = 17$ л/100км.

Необхідна кількість пального для доставки матеріалів:

$$Q = Q \cdot 2 \cdot n \cdot l = 0,17 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 20 = 13,6 \text{ (л)}.$$

3.1.10 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану

Загальний строк будівництва: $T_{\text{заг.}} = 35$ днів.

Загальна трудомісткість: $Q_{\text{заг.}} = 561,27$ люд·дні.

Середня чисельність робочих: $R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}}/T_{\text{заг.}} = 561,27/35 = 15$ робітників.

Максимальна чисельність робітників: $R_{\text{мах.}} = 24$ робітника.

Надлишкова трудомісткість: $Q_{\text{надл.}} = 86,5$ люд·дні.

Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва: $\alpha_1 = R_{\text{сер.}}/R_{\text{мах.}} = 15/24 = 0,63$.

Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам: $\alpha_2 = Q_{\text{надл.}}/Q_{\text{заг.}} = 86,5/561,27 = 0,15$.

Коефіцієнт, який характеризує використання часу робочих протягом будівництва: $\alpha_3 = T_{\text{уст.}}/T_{\text{заг.}} = 35/35 = 1$.

Розроблено заходи щодо організаційно-технологічного забезпечення монтажу системи теплопостачання. Визначено необхідні матеріали, їх кількість, потребу в допоміжних матеріалах, необхідні інструменти, визначено склад ланок та розряд робітників. На основі календарного плану здійснено розрахунок техніко-економічних показників, де визначено загальну трудомісткість виконання робіт, яка склала 561,27 люд·днів, і тривалість виконання монтажних робіт - 35 днів.

3.2 Експлуатація, налагодження та ремонт устаткування

3.2.1 Вказівки із техніки безпеки при влаштуванні та експлуатації теплового насоса.

Для ефективної експлуатації теплового насоса, перш за все, необхідно детально ознайомитися з інструкцією щодо його установки та зберігати її протягом усього періоду використання.

Уведення в експлуатацію теплового насоса повинно проводитись спеціалізованою організацією, яка має відповідний дозвіл на виконання таких робіт.

Помилки в управлінні можуть призвести до травмування персоналу або пошкодження обладнання, тому доступ до приладу повинні мати тільки особи, які володіють необхідними навичками користування ним.

Ремонт теплового насоса повинен виконуватися лише спеціалізованим підприємством. Неналежно виконаний ремонт може спричинити небезпечні ситуації під час експлуатації та негативно позначитися на роботі обладнання.

Варто використовувати тільки оригінальні запчастини.

Необхідно проводити регулярний контрольний огляд та технічне обслуговування теплового насоса, які повинні здійснювати спеціалізовані підприємства з відповідними дозволами.

3.2.2 Експлуатація геліоустановок

Кількість розроблених та впроваджених сонячних систем гарячого водопостачання (ССГВ) зростає з кожним днем, оскільки постійно вдосконалюється сонцесприймальне, теплообмінне, теплогенеруюче та інше обладнання, що створює нові можливості їх використання та нові схеми ССГВ.

Системи сонячного гарячого водопостачання можуть бути у різних варіантах: з рідинними сонячними колекторами, одно-, дво- або багатоконтурні, з природною або вимушеною циркуляцією, з суміщеним або несуміщеним баком-акумулятором і теплообмінником. Найпростіші системи - одноконтурні, включають сонячні водонагрівачі та безнапірні баки-акумулятори. Для роботи за такою схемою необхідні колектори, що мають високу стійкість до корозії.

Для підвищення стійкості до корозії та забезпечення роботи з антифризом взимку, системи можуть бути дво- або багатоконтурні.

Існує також тенденція до інтенсифікації теплообміну, що призводить до виникнення схем з проміжним контуром. Шляхом стратифікації води в акумуляторі можна підвищити ефективність системи. Це досягається розбиттям сумарної ємності бака-акумулятора на секції. Завдяки різниці температур у секціях, теплоносій подається до сонячного колектора з нижчою температурою. Це також збільшує робочий час, оскільки в післяполудневій годині сонячний колектор може працювати лише з секцією, яка має нижчу температуру, що значно підвищує тепловий вихід системи. Проте, через обмежену ємність останньої секції, система не може працювати протягом усього світлового дня. Встановлення швидкісного теплообмінника після останньої секції акумулятора (у напрямку руху теплоносія в контурі сонячного колектора) дозволяє ССГВ працювати протягом усього періоду сонячної активності.

Сонячні колектори компактні, володіють високою стійкістю і їх монтаж є досить простим. Однак, їх експлуатація вимагає дотримання певних вимог:

- При транспортуванні колекторів їх слід розташовувати горизонтально, не більше 15 штук, розміщених один на одному. Колектори повинні бути надійно закріплені, а скло повинно бути захищене картоном. Якщо кількість колекторів у зв'язці перевищує 3 штуки, слід використовувати розпірки згідно з рекомендаціями виробника.

- У складських приміщеннях, де температура повітря перевищує 0 °С, колектори можуть зберігатись без обмеження терміну. Пряме сонячне випромінювання на абсорбер колекторів має бути уникнуто, оскільки різкі зміни температури можуть призводити до конденсації води всередині колектора. Рекомендується використовувати захисні покриття перед заповненням колектора теплоносієм.

- Для монтажу колекторів рекомендується використовувати опорні конструкції на основі анодованого алюмінію, які можуть бути встановлені на нахилений дах, плоский дах до 8 метрів або на землю, а також на плоский дах до 20 метрів. При монтажі колектора слід уникати навантаження трубок, що виходять з нього, згинальними або обертовими моментами. Рекомендована максимальна кількість колекторів в одному ряду становить 10 штук.

- Для теплоносія доцільно використовувати антифриз. Використання колекторів для прямого підігрівання води або доповнення первинного водного контуру не допускається.

- Допоміжне обладнання, яке забезпечує оптимальну потужність і надійну експлуатацію сонячного обладнання, повинно бути схвалено державними випробувальними інститутами.

3.2.3 Монтаж колекторів

Так, для встановлення колекторів на похилий дах використовують опорну конструкцію, яка забезпечує стійке кріплення і зручний монтаж. Зазвичай, для цього не потрібні додаткові ущільнення, оскільки використовуються спеціальні крюки, на яких кріпиться вся конструкція.

Комплект опорної конструкції зазвичай містить елементи для установки двох або трьох колекторів і дозволяє формувати ряди до 10 колекторів. Для з'єднання елементів конструкції використовуються спеціальні з'єднувальні елементи, які забезпечують надійне кріплення.

Упаковка включає окремі елементи конструкції разом з матеріалами для монтажу. Якщо нахил даху значно відрізняється від необхідного кута 45°, існують профілі різної довжини, які використовуються для коригування цього

кута. Такі профілі дозволяють підібрати оптимальний нахил колекторів для отримання максимальної ефективності сонячного збору.

Таблиця 3.6 Довжина профілю для корекції кута

Довжина, мм	Коректування кута, (°)
500	15
750	21
1000	27

Монтаж колекторів на плоску поверхню

Для монтажу колекторів на плоский дах або іншу горизонтальну поверхню використовується спеціальна конструкція. Якщо колектори монтуються на землі, то необхідно забезпечити висоту нижньої межі колекторів не менше 0,5 м.

Опорні конструкції для монтажу на плоскому даху комплектуються в двох варіантах: для висоти до 8 метрів і до 20 метрів над рівнем землі. Конструкції зазвичай поставляються на 2 або 3 колектори з можливістю з'єднання до 10 колекторів. Всі окремі елементи конструкції упаковуються разом з інструкцією з монтажу. Для з'єднання конструкцій між собою використовуються спеціальні з'єднувальні елементи.

Якщо кількість колекторів у колекторному полі складає 4 або більше, то їх необхідно закріпити під крайніми колекторами за допомогою повітряного кріплення. Для систем з двох або трьох колекторів достатньо одного кріплення.

Монтаж колекторів, вмонтованих у дах, підходить особливо випадкам, коли будується будинок або проводиться реконструкція даху. У таких випадках колектори виконують роль покриття. Для цих систем поставляються профілі з анодованого алюмінію. Вертикальні зазори між колекторами в одному ряду ущільнюються за допомогою алюмінієвого U-подібного профілю товщиною 0,6 мм та змащенням на основі силікону. Горизонтальні зазори між колекторами та покрівлею закриваються металеву половою.

Монтаж первинного контуру починається з закріплення бойлерів, насосів, теплообмінників або вузлів керування. Елементи розміщуються так, щоб бути доступними для контролю та обслуговування. Трубопроводи зазвичай виконуються з міді або сталі. Тип і розмір трубопроводів вибираються згідно з типом і схемами з'єднання опалювального обладнання. Монтаж сталевих труб може виконуватися зварюванням або за допомогою різьбових з'єднань.

Колектори підключаються таким чином, щоб подавати холодний теплоносій до нижнього входу і виводити його через верхній зворотний патрубок.

Під час монтажу необхідно уникати потрапляння стружок та іншого бруду в труби. Для підтягування гайок на бойлерах, теплообмінниках і колекторах рекомендується використовувати два ключі, щоб уникнути надмірного механічного навантаження. Також необхідно враховувати розширення трубопроводів досягає величини 2 мм на 1 метр, тому необхідно приймати відповідні заходи для компенсації цих розширень. Розширювальний бак підключають таким чином, щоб між ним і колектором не було жодного запірнього елемента.

Насос підживлення може бути підключений до системи постійно, але це не є обов'язковим. В будь-якому випадку, він підключається через запірну арматуру. Циркуляційні насоси можуть працювати лише в замкнутому контурі, тому необхідно звернути на це увагу при монтажі насосів у вторинних контурах і розмістити їх у місцях без засмоктування повітря. Вісь обертання насоса повинна знаходитись в горизонтальному положенні.

Зливний кран рекомендується підключати в найнижчій точці обладнання, що полегшить процес заміни теплоносія. Використання вузла керування значно спрощує монтаж, оскільки в ньому зосереджені майже всі елементи первинного контуру. Його можна просто закріпити на стіні з мінімальною площею покриття. Щодо розміщення окремих елементів гідравлічного контуру, не існує особливих вимог, але не рекомендується зосереджувати їх в одному місці. Зазвичай їх встановлюють біля бойлера або накопичувача тепла.

Після перевірки щільності всіх трубопроводів їх слід ізолювати, щоб забезпечити ефективну роботу системи. Загальний монтаж сонячної системи вимагає уважності, дотримання інструкцій та застосування відповідних технік безпеки.

Монтаж електричного обладнання та засобів регулювання

При підключенні до регулятора сонячної установки необхідно виконати наступні кроки:

1. Підключити джерело живлення до регулятора з напругою 220 В та частотою 50 Гц.
2. Підключити виводи циркуляційних насосів до регулятора.
3. Підключити датчики температури до регулятора.
4. Підключити виходи триходових вентилів до регулятора.

Кожен регулятор повинен бути супроводжений інструкцією з монтажу, де будуть вказані конкретні схеми підключення.

Регулятор слід розмістити поряд з обладнанням і захистити його від потрапляння вологи. Термоелектричне керування триходовими вентилями підключається до мережі з напругою 220 В. В складних системах, де використовуються допоміжні реле, рекомендується використовувати реле з котушкою на 220 В змінного струму.

Проводи з напругою 220 В повинні мати стандартну ізоляцію з мінімальним перерізом 0,5 мм². Електроприлади з напругою 220 В обов'язково повинні бути підключені до заземлення або занулення. Датчики температури підключаються двожилиними кабелями. При підключенні датчика температури колектора слід звернути особливу увагу на стійкість з'єднання з кабелем в умовах атмосферного впливу. Якщо використовується система з опором 100 Ом і довжиною кабеля понад 10 метрів, необхідно враховувати мінімальний переріз проводів від температурних датчиків.

Для підключення електричного обладнання допускається тільки кваліфікований персонал.

3.2.4 Обслуговування і поточний ремонт елементів сонячних систем заповнення первинного контуру теплоносієм.

Сонячні установки заповнюються виключно теплоносієм на основі антифризу. Тільки під час перевірки на герметичність допускається використання чистої води в неморозну погоду. До систем, обладнаних вузлом керування, додається інструкція щодо їх заповнення.

За допомогою манометра перевіряють тиск у розширювальному бачі і у разі необхідності його підкачують або спускають тиск до 250 кПа. Ручним насосом підкачують теплоносій через запірний кран доти, доки з другого не почне витікати постійний потік речовини. Потім другий кран закривають і доводять тиск до 350 кПа.

Після цього від'єднується головний запірний болт. Після запуску насосу через певний час спускають повітря в найвищій точці системи. Для надійної роботи системи необхідно повторно видалити повітря з системи три або чотири рази. У контурах з повітровідвідником на цьому закінчується підготовка системи до експлуатації. В іншому випадку після одного-двох днів роботи системи необхідно повторно видаляти повітря, яке виділилося з рідини.

Під час видалення повітря слід спостерігати за тиском, і у випадку його зниження підкачувати теплоносій.

Перевірка на герметичність

Перевірку на герметичність слід виконувати після закінчення монтажу за нормальних робочих умов. Випробувальний тиск становить 550 кПа. У літній період рекомендується використовувати для перевірки чисту воду, яку потім замінюють на антифриз. Заповнену систему очищують від повітря і доводять до нормального робочого тиску.

Налагодження робочих параметрів сонячної установки

Властивість сонячного обладнання пов'язана з технічними параметрами елементів, які використовуються. Оптимальна експлуатація системи залежить від налагодження електронного регулятора і витрат циркуляційного насоса. Одноконтурні регулятори зазвичай поставляються з двома регулювальними кнопками:

- гранична температура води в бойлері;
- різниця температур.

У одному і тому самому об'ємі води за більш високої температури можна накопичити більшу кількість енергії, проте ця температура не повинна перевищувати 65°C. Щоб уникнути утворення накипу, не можна подавати гарячу воду в трубопроводі вище 65°C. Різницю температур налагоджують залежно від довжини трубопроводу між колекторами і теплообмінником.

У випадку багатоконтурних установок налагоджують різницю температур таким же чином, враховуючи правило, що кожен наступний контур має меншу граничну температуру, ніж попередній. Налагодження витрат дуже зручне у випадку використання витратоміра. У таблиці 3.7 наведено орієнтовані дані щодо підігріву теплоносія залежно від його витрати і потужності колекторного поля з урахуванням теплових втрат 10% в відмінному стані, коли коефіцієнт передачі тепла в колекторі становить 100%.

Таблиця 3.7 Орієнтовні дані перепаду температур залежно від витрат теплоносія і потужності колекторного поля

Потужність Колекторів, Вт	Витрата теплоносія, л/год						
	20	50	100	200	500	1000	2000
100	5	2	1	0,5	0,2	0,1	-
200	10	4	2	1	0,4	0,2	0,1
500	25	10	5	2,5	1	0,5	0,2
1000	50	20	10	5	2	1	0,5
2000	100	40	20	10	4	2	1
5000	-	100	50	25	10	5	2,5
10000	-	-	100	50	20	10	5

Зрозуміло, ось перелік можливих несправностей, які можуть виникнути в сонячній установці, і методи їх усунення:

1. Падаючий тиск:

- Перевірте систему на наявність витоків і ущільніть або замініть несправні компоненти.

- Переконайтеся, що заповнення теплоносія вірне.

2. Перевищена температура:

- Перевірте регулятори температури і налаштуйте їх відповідно до вимог.

- Переконайтеся, що система не перегрівається через надмірне сонячне випромінювання.

3. Наявність повітря у системі:

- Відкрийте повітряний клапан, щоб вивільнити повітря з системи.

- Переконайтеся, що система повністю заповнена теплоносієм.

4. Несправність насоса:

- Перевірте підключення і роботу насоса.
- Переконайтеся, що немає перешкод, що заважають його роботі.

5. Пошкоджена теплоізоляція:

- Перевірте теплоізоляцію системи і виправте пошкодження.
- Замініть пошкоджені ділянки, якщо потрібно.

6. Засмічення колекторів:

- Очистіть колектори від забруднень, які можуть заважати нормальній роботі.
- Використовуйте рекомендовані методи чи зверніться до фахівця.

7. Несправність запобіжного клапана:

- Перевірте роботоздатність запобіжного клапана і відремонтуйте або замініть його при необхідності.

8. Несправність електричного обладнання:

- Перевірте електричне обладнання і з'єднання.
- Виконайте ремонт або заміну несправних елементів відповідно до вимог.

Важливо регулярно перевіряти сонячну установку для виявлення можливих проблем і вчасно усувати несправності для забезпечення оптимальної роботи системи. Якщо виникають серйозні проблеми, рекомендується звернутися до кваліфікованих фахівців для додаткової допомоги.

Таблиця 3.8 Причини несправностей і способи їх усунення

Опис несправності	Причина	Спосіб усунення
1. Температура колектора дуже висока, але до споживача надходить невелика кількість тепла, чи тепло зовсім не надходить	а) відключений пошкоджений насос; б) повітря в системі; в) забитий фільтр; г) закрита запірна арматура; д) відключений або неправильно налаштований регулятор; е) вторинний контур без води або в ньому повітря	а) включити чи замінити насос; б) видалити повітря; в) прочистити фільтр; г) відкрити арматуру; д) включити або налаштувати регулятор; е) ліквідувати несправність як в п. 1а-1д.
2. Перепад температур на колекторі понад 500 °С.	Витрати теплоносія дуже малі.	Переключити насос на менші витрати або налаштувати головний вентиль. Підкрутити, почистити чи замінити.
3. Перепад температур на колекторі постійно менше 40 °С.	Витрати теплоносія дуже великі.	
4. Тиск постійно спадає.	а) нещільність повітровідвідника; б) нещільність з'єднань.	Підкрутити чи запаяти прокладки, Дуже велике поле або як п.1. Консультуватися із спеціалістом
5. Часта поява повітря.		
6. Температура води в бойлері не досягає необхідного рівня	а) мало колекторів; б) орієнтація і нахил колектора не відповідає оптимальному; в) несправності як у п.1. г.	а) додати колектор; б) відкоригувати орієнтацію і нахил колекторів; в) несправність як у п.1.г; г) великі витрати тепла.
7. Регулятор багатоконтурних систем не переключає контури.	Неправильне налагодження. Великі витрати теплоносія.	Налагодити як у п.3. ^[6]

⁶ [Експлуатація теплоенергетичних установок і систем \[Електронний ресурс\] – Режим доступу:](#)

3.2.5 Монтаж ґрунтового насосу

Підключення теплового насоса та робота з холодоагентом дійсно потребують відповідної кваліфікації і повинні здійснюватися кваліфікованим персоналом.

При монтажі, ремонті або обслуговуванні теплового насоса, необхідно дотримуватися мінімальних відстаней для забезпечення належної роботи та безпеки:

- Відстань збоку має бути не менше 30 см. Це дозволяє забезпечити належну циркуляцію повітря навколо насоса і запобігти перегріву.
- Відстань з заднього боку повинна бути не менше 40 см. Це забезпечує доступ для обслуговування та ремонту, а також забезпечує вільний потік повітря.
- Перед тепловим насосом повинне бути вільне місце не менше 80 см. Це дозволяє забезпечити вільний доступ до насоса та легкість обслуговування.

Щодо місця установки теплового насоса, важливо дотримуватися наступних умов:

- Насос повинен бути встановлений в закритому приміщенні з температурою експлуатації між +5°C та +45°C.
- Приміщення повинно бути сухим, без негативних температур і з належною вентиляцією.
- Воно також повинно бути вільним від значної кількості пилу та високої вологості повітря.
- Поряд з тепловим насосом не повинні розміщуватися горючі матеріали.
- Також слід уникати встановлення насоса в зоні з вібрацією та коливаннями.

Тепловий насос має бути встановлений на залізобетонний фундамент, а в зоні його установки не повинні прокладатися теплотраси або інші інженерні мережі.

Ці заходи допоможуть забезпечити безпечну та ефективну роботу теплового насоса і зберегти його функціональність протягом тривалого періоду.

3.2.6 Заходи щодо зменшення шкідливого впливу шуму для ґрунтового насосу

Для зменшення шуму від теплового насоса можна вжити такі заходи:

1. Вибір тихого теплового насоса: Перед придбанням насоса слід дослідити різні моделі теплових насосів та звернути увагу на рівень шуму, вказаний в їх технічних характеристиках. Оберіть модель з найнижчим рівнем шуму.

2. Правильна установка: Важливо дотримуватися рекомендацій виробника щодо установки теплового насоса. Це включає правильне закріплення насоса на фундаменті, використання амортизаторів або ізоляційних матеріалів для зменшення передачі вібрацій та шуму.

3. Дотримання мінімальних відстаней: Врахуйте вимоги до мінімальних відстаней між насосом та стінами або іншими об'єктами. Це допоможе зменшити резонанс і перенесення шуму.

4. Використання звукоізоляційних матеріалів: При установці теплового насоса можна використовувати звукоізоляційні матеріали, такі як спеціальні звукоізоляційні панелі або ущільнювачі, щоб зменшити шум, який може передаватися через стіни або підлогу.

5. Регулярне технічне обслуговування: Правильне технічне обслуговування теплового насоса може допомогти уникнути проблем, які можуть спричинити посилення шуму. Регулярно очищайте та перевіряйте насос, щоб виявити можливі пошкодження або забруднення, які можуть призводити до шуму.

Дотримання цих рекомендацій допоможе забезпечити більш тиху роботу теплового насоса і знизити вплив шуму на оточуюче середовище.

3.2.7 Прийняття в експлуатацію ґрунтового насосу

Перед прийомом в експлуатацію теплового насоса слід виконати такі кроки:

1. Перевірити, що всі гідравлічні підключення є герметичними. Впевнитися, що немає видимих витоків або протікань.

2. Заповнити систему опалення та резервуар аккумулятора водою. Переконайтеся, що рівень води в системі відповідає рекомендаціям виробника

3. Перевірити з'єднання теплового насоса і ущільнень. Впевнитися, що всі з'єднання є надійними і щільними.

4. Видалити повітря з кругообігу розсолу. Забезпечити, щоб в системі не було повітряних бульбашок, оскільки це може вплинути на ефективність роботи насоса.

5. Перевірити обладнання, таке як манометри та лічильники з'єднувальної арматури, на наявність пошкоджень або несправностей.

6. При прийомі в експлуатацію теплового насоса повинен бути присутній замовник (власник) установки. Обов'язково скласти акт, в якому будуть вказані всі виконані роботи та їх результати.

Перед передачею установки теплового насоса під відповідальність користувача, слід перевірити установку та оформити акт приймання в експлуатацію, в якому фіксуються всі відповідні дії та стан установки.

3.2.8 Технічне обслуговування і ремонт ґрунтового насосу

Технічний догляд не є обов'язковим для теплового насоса з 3 кг холодоагенту, але рекомендується проводити щорічний контроль для виявлення можливих проблем. Під час перевірки особливу увагу слід звернути на герметичність всіх деталей, що мають контакт з холодоагентом.

Однак, якщо установка містить більше ніж 3 кг холодоагенту (у герметично замкнених системах - більше ніж 6 кг), щорічний контроль установки та холодоагентного контуру є обов'язковим.

Результати контролю слід фіксувати в спеціальній книзі для контролю, що додається.

Щодо інших компонентів установки теплового насоса (з боку джерела тепла та з боку споживача тепла), необхідно перевіряти герметичність та працездатність циркуляційних насосів, клапанів і настроювальних пристроїв. Також слід перевірити роботу датчика потоку.

Тепловий насос повинен бути розташований в добре провітрюваному, сухому приміщенні, захищеному від негативних температур. Причистку обшивки слід проводити сухою або слабко зволоженою ганчіркою.

Заборонено використовувати луги, кислоти та розчинники для очищення або обробки теплового насоса.

3.3 Заходи з енергозбереження та охорони довкілля

Ви правильно вказуєте, що енергозбереження є важливою стратегією для зменшення споживання енергії, зниження витрат на рахунках та захисту довкілля. Ефективне використання енергії може призвести до значних економій і зниження викидів парникових газів.

Один зі способів вимірювання енергоефективності будівель - це проведення енергетичного аудиту. Енергетичний аудит дозволяє оцінити потоки енергії в будівлі, процесі або системі та виявити можливості збереження енергії. Це

перший крок у визначенні можливостей зниження витрат на енергію та зменшення викидів вуглецю для комерційної та промислової нерухомості.

Процес енергетичного аудиту включає такі етапи:

1. Збір вихідних даних, який включає отримання інформації про будівлю, системи та енергетичні показники.
2. Аналіз фінансової та технічної інформації, що дозволяє оцінити витрати на енергію та ідентифікувати можливі області збереження.
3. Складання балансів споживання та розподілу енергії, що включає визначення енергетичних потоків і втрат.
4. Виявлення нераціональних втрат, таких як неефективна ізоляція, неправильна робота систем опалення, вентиляції та кондиціонування.
5. Розробка енергозберігаючих заходів, які можуть включати у себе впровадження енергоефективних технологій, зміни в енергетичних системах або процесах.
6. Видача рекомендацій та оцінка ефекту від впровадження запропонованих заходів.

Одним зі способів покращення енергоефективності ОВК є встановлення теплового насосу. Проте, важливо пам'ятати, що успішність теплового насосу залежить від ефективності та енергоощадності системи, на яку він встановлюється. Система опалення, вентиляції та кондиціонування також повинна бути максимально енергоефективною.

Окрім встановлення теплового насосу, існують інші способи зниження енерговитрат систем ОВК:

1. Вибір оптимальної системи опалення, вентиляції та кондиціонування, що відповідає потребам будівлі та забезпечує ефективну роботу.
2. Організація обліку та контролю використання енергоносіїв, що дозволяє виявити недоліки та оптимізувати споживання енергії.
3. Застосування організаційних та технічних заходів енергозбереження, таких як періодичне вимикання обладнання протягом дня на короткий період часу.

Також важливо встановити системи регулювання температури, які дозволяють забезпечити оптимальний режим температури в приміщенні. Сучасні

технології, такі як "smart" термостати, можуть допомогти регулювати температуру в залежності від потреб користувача і забезпечити енергоефективну роботу системи опалення. Додатково, регулювання витяжної вентиляції шиберами може призвести до економії електроенергії.

Загалом, впровадження енергоефективних заходів, таких як встановлення теплового насосу і застосування енергозберігаючих технологій, може допомогти знизити споживання енергії, скоротити викиди шкідливих речовин та знизити витрати на утримання будівлі. Проте, для оцінки енергоефективності та визначення найбільш ефективних заходів, рекомендується провести енергоаудит, що дозволить виявити слабкі місця системи та розробити відповідні рекомендації.

3.4 Висновки до розділу

У данному розділі було проведено ретельний аналіз системи, яка була прийнята до монтажу. Проведений аналіз допоміг визначити основне та допоміжне обладнання, інструменти та механізми, необхідні для виконання монтажних робіт. Також було складено розрахунок обсягу робіт, їх трудомісткості та тривалості, що дозволило скласти календарний план виконання монтажних робіт.

Важливою частиною даного розділу є надання рекомендацій щодо техніки безпеки під час виконання монтажних робіт. Це включає заходи щодо запобігання нещасним випадкам та забезпечення безпеки працівників під час роботи. Також було проведено розрахунок захисту від ураження електричним струмом у випадку дотику до металевих неструмопровідних частин, що можуть бути під напругою через пошкодження ізоляції.

У цьому розділі також було розроблено та запропоновано рекомендації щодо експлуатації, заходів з енергозбереження та техніки безпеки. Ці рекомендації спрямовані на покращення функціонування системи, забезпечення оптимального використання ресурсів та зниження ризиків небезпеки.

Весь цей комплекс робіт з організаційно-технологічного забезпечення допомагає забезпечити якісний та безпечний монтаж системи, дотримуючись вимог техніки безпеки та оптимальних економічних показників.

4.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1.Технічні рішення з безпечної організації робочих місць будівельно-монтажного персоналу під час монтажу інженерного обладнання

Під час виконання будівельно-монтажних робіт з врахуванням небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зазначених у вступі, безпека праці під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд повинна відповідати вимогам Норм, заходам безпеки, зазначеним у проєктно-технологічній документації (ПОБ, ПВР тощо), і зокрема необхідно передбачати:

- огорожу будівельного майданчика – висота огорожі не менше 2м;
- організацію руху пішоходів, яка виключає прохід їх через зону будівництва (ширина проходу не менше 1м);
- огорожу та обладнання необхідними помостами та драбинами робочих місць;
- забезпечення будівельного майданчика аптечками та засобами для надання першої медичної допомоги;
- влаштування майданчиків для складування матеріалів – ширина проходу не менше 1 м, ширина проїзду – не менше 3м;
- під час виконання робіт на висоті робочі місця повинні бути обладнані вентиляцією, засобами пожежогасіння;
- додержанням спеціальних заходів безпеки під час травлення і знежирення трубопроводів;
- забезпечення водопровідною водою, якість, якої відповідає вимогам нормативних документів; мийні та деззасоби, які використовують дозволені МОЗУ;

Всі будівельні матеріали і вироби, що використовуються при виконанні робіт згідно проєкту, повинні мати сертифікати. Також небезпечними факторами є можливість ураження електричним струмом. Характер впливу електричного струму на організм людини,

а відтак і наслідки ураження, залежать від цілої низки чинників, які умовно можна підрозділити на чинники електричного (сила струму, напруга, опір тіла людини, вид та частота струму) та неелектричного характеру (тривалість дії струму, шлях проходження струму через тіло людини, індивідуальні особливості людини, умови навколишнього середовища тощо). Допустимі значення струму наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Допустимі значення струму

Час протікання струму через тіло людини, с	Допустима сила струму, мА	Опір тіла людини, Ом	Напруга на людину, В
0,2	250	700	175
0,5	100	1000	100
0,7	75	1065	80
1	65	1150	75
30	6	3000	18
Понад 30	1	6000	6

Внутрішні або зовнішні електроустановки, які експлуатуються на відкритому повітрі або під навісом, прирівнюються до електроустановок в особливо небезпечних приміщеннях.

4. 1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць

Перед початком роботи на будівельному майданчику, треба перевірити справність устаткування, пристосувань і інструмента, огорож, захисного заземлення, вентиляції. Перевірити правильність складування заготівель і напівфабрикатів.

Монтаж систем опалення та вентиляції необхідно виконувати у відповідності із ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 та технічними умовами на монтаж обладнання. Передбачено розміщення обладнання з урахуванням створення необхідних проходів при виконанні монтажних та ремонтно-експлуатаційних робіт.

Під час монтажних роботи, необхідно виконувати всі правила використання технологічного устаткування, дотримуватися правил безпечної

експлуатації транспортних засобів, тари та вантажо-підіймальних механізмів, дотримуватися вказівок про безпечне утримання робочого місця.

Під час монтажу трубопроводів і обладнання стикування та з'єднання отворів і перевіряння їх збігу в деталях, що монтуються, необхідно виконувати за допомогою спеціального інструменту (конусних оправок, складальних пробок тощо). Перевіряти збіг отворів у деталях, що монтуються, пальцями рук не допускається. Забороняється перебування людей під обладнанням, що встановлюється, монтажними вузлами обладнання і трубопроводів до їх остаточного закріплення. Монтаж обладнання, трубопроводів і повітропроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтується) виконується при знятій напрузі.

Відповідно ДБН А.3.2-2-2009 п.19.3 під час монтажу обладнання повинні бути вжиті заходи із запобігання самовільному чи випадковому його вмиканню. Під час монтажу обладнання з використанням домкратів необхідно вжиття заходів, що запобігають перекосу чи перекиданню домкратів.

Роботи по монтажу системи опалення відповідно до проекту проводяться використанням електричного інструменту - електродриль BoschPSB 750, різьбонарізний пристрій Rems Amigo. Перед роботою необхідно провести ретельний огляд інструмента на предмет наявності несправностей. Використовувати інструмент в тому режимі, для якого інструмент призначений. В процесі експлуатації забороняється триматися за електричний шнур, знімати стругають з обертових деталей, передавати інструмент не атестованим особам. Використання електродрилі на драбині або стільці допускається на висоті не більше 2,5 м.

Монтаж обладнання, трубопроводів і повітропроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтується) виконується при знятій напрузі.

Електрозварювальні установки, що працюють при постійному і змінному струмі мають бути забезпечені пристроями автоматичного відключення. Захист робочих полягає в забезпеченні засобами індивідуального захисту: спецвзуттям,

спецодягом, засобами захисту органів дихання, голови, очей.

В цілях безпеки при монтажних робіт, котрі супроводжуються відлітання осколків, стружки, іскри, пилу важливо користуватися запобіжними засобами. Гострі кромки і краї повинні зачищатися. Обрізки металу необхідно складати в ящики. Прибирати з робочого місця дрібні металеві відходи дозволяється тільки щіткою. Ширина смуги металу, очищеної від фарби, повинна бути не менше 200 мм (по 100 мм на сторону).

4.1.2 Електробезпека

Приміщення в яких виконуються монтажні роботи по умовам небезпеки електротравматизму відносяться до категорії приміщень з підвищеною небезпекою так, як роботи виконуються в теплий період року є ймовірність підвищення температури повітря до 28° С і є можливість одночасного контакту працюючих з корпусом електрообладнання та з металоконструкціями, що мають контакт із землею.

Тип електричної мережі, від якої живиться обладнання будівлі підприємства (припливна вентиляційна установка, електродвигуни вентиляторів, світильники робочого та зовнішнього освітлення), – трифазна, чотирипровідна електрична мережа напругою 380 х 220 В (фазна напруга -220 В, а між фазна лінійна – 380 В) з глухозаземленою нейтраллю.

Живлення будівлі здійснюється від двох незалежних джерел. Застосований тип кабелів АВВГ. Кабелі прокладаються на кабельних конструкціях і в електрозварних трубах. Кабельні конструкції являють собою оцинковані, перфоровані сталеві листи, зігнуті за формою швелера, що підвішуються до стіни на кронштейнах.

Технічні рішення щодо запобігання електротравматизму від контакту з нормально струмоведучими елементами обладнання:

1. Ізоляція нормально струмоведучих частин: застосований тип кабелів АВВГ, кабелі прокладаються на кабельних конструкціях і в електрозварних трубах.

2. Забезпечення недоступності неізольованих струмоведучих частин: розташування їх на недоступній висоті та в металевих шафах, прокладання живлення в захисних пластмасових коробах, застосування огорожень.

3. Передбачене використання засобів орієнтації в електроустаткуванні: написи, таблички, попереджувальні знаки, сигналізація, різнобарвна ізоляція провідників окремих елементів електросхем, що попереджає помилкові дії при обслуговуванні й експлуатації електроустаткування.

4. Застосування знижених напруг:

- напруга 42 В – для живлення переносного освітлення;

Оскільки вся мережа трифазна, чотирипровідна з глухозаземленою нейтраллю, то для усунення небезпеки ураження людини струмом у випадку її дотикання до неструмоведучих металевих частин електроустановок, які знаходяться під напругою, проектом передбачене використання занулення металевих корпусів електроустаткування, каркасів, щитів та шаф. В якості занулених проводів використовуються резервні жили кабелів та вільні жили проводів. При зануленні пробій на корпус призводить до короткого замикання фази (контур «нульовий провідник – фаза – фазний провідник – корпус споживача – нульовий провідник»). Спрацьовує захист від короткого замикання (автомат зі струмовим захистом), і ушкоджений провідник відключається від мережі.

При цьому дотримуються вимоги нормативів щодо занулення, а саме: забезпечуються необхідна кратність струму короткого замикання, а також цілісність нульового провідника і достатня його провідність – за рахунок вибору достатнього перерізу провідника та використання повторних заземлювачів нульового провідника.

Захисному зануленні підлягають металеві частини електроустановок доступні для дотику людиною і не маючи інших видів захисту забезпечуючих електробезпеку.

Занулення слід виконувати електричним з'єднанням металевих частин електроустановок з заземленою точкою джерела живлення електроенергією за допомогою захисного провідника (ГОСТ 12.1.030- 81).

Періодична перевірка контуру заземлення, опір контуру заземлення не повинно перевищувати 4 Ом.

4.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1. Мікроклімат

Монтажні роботи відповідно до календарного плану виконуються у теплий період року. Відповідно до санітарних норм [29] допустимі норми відносної вологості, температури, швидкості руху повітря в робочій зоні при виконанні монтажних робіт зводяться в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Нормовані допустимі параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий Холодний	Середньої важкості, Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
		17-23	до 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні оптимальних параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.

Якщо температура поверхонь вище або нижче оптимальної температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них.

Для забезпечення нормованих значень руху кисню проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Під час виконання монтажних робіт виділяється нетоксичний пил. За величиною ГДК_{рз} (гранично допустима концентрація в робочій зоні) в повітрі робочої зони при виконанні монтажних робіт може утворюватись нетоксичний пил, який відноситься до 4 класу небезпеки (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони в кабіні проектувальника установки

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил	0,5	0,15	4

Для забезпечення параметрів мікроклімату та складу повітря робочої зони передбачено періодичне провітрювання приміщень та використання засобів індивідуального захисту.

4.2.3. Виробниче освітлення

Рациональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Для умов, що розглядаються в проєкті: об'єкт розрізнення становить від 0,5 до 1,0 мм (поділki на шкалі манометра тощо), тому розряд зорової роботи IV. Контраст об'єкта з фоном середній, характеристика фону – середній (бетонна підлога, оштукатурені стіни) підрозряд "г". Нормовані значення освітленості приймаються за ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» і наведено в таблиці 4.3.

Природне освітлення одностороннє і здійснюється через вікна, які орієнтовані на схід. Виробниче освітлення - джерела світла прийняті світлодіодні лампи ЛПО-02. Ступінь захисту світильників приймається з урахуванням середовища приміщення. Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Таблиця 4.3- Нормовані значення освітленості

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта бачення, мм	Розряд зорової роботи	Під розряд зорової роботи	Штучне освітлення			Природне освітлення	Сумісне освітлення
				Освітленість, лк				
				комбіноване		Загальне		
				всього	у т.ч. від заг.			
Середньої точності	0,5-1	IV	г	500	200	200	4	2,4

Для забезпечення параметрів освітлення робочої зони передбачені такі рішення:

- штучне освітлення має здійснюватися системою загального рівномірного освітлення, а в разі необхідності і комбінованого (сумарного загального і місцевого) освітлення;
- віконні прорізи обладнують регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки);
- система загального освітлення має становити суцільні або переривчасті лінії світильників, розташовані з боку робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих.
- при експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

4.2.4. Виробничий шум

Рівень звуку вимірюється в децибелах і визначається за формулою:

$$L = 20 \cdot \lg \left(\frac{P}{P_0} \right) = 20 \cdot \lg \left(\frac{U}{U_0} \right),$$

де L - рівень шуму, дБ;

P - звуковий тиск, Па;

U₀ –коливальна швидкість, 5·10⁻⁸ м/с;

P₀ - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньо геометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним 2·10⁻⁵ Па. Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів

обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки».

Таблиця 4.4 – Рівень звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньо геометричними частотами, Гц									Рівні звукового тиску, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На пост. роб.місцях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Джерелами шуму в умовах, що розглядаються в проєкті є електродріль «BoschPSB 750Ю, перфоратори, зварювальний апарат. Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

безпосередньо біля джерел шуму використовувати

звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.

для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

організувати перерви в роботі (15 хвилин), після кожної години роботи з пристроями що є джерелом шуму Заходи та засоби захисту від шуму

раціональне розташування виробничих ділянок, устаткування та робочих місць,

використовувати засоби захисту (наушники, що забезпечують зниження рівнів звукового тиску).

4.2.5.Виробничі вібрації

Джерелами шуму в умовах, що розглядаються в роботі, є

Електродріль ударний DeWalt D21810KS

Перфоратор DeWalt SDS-Max:

Відбійний молоток DeWalt D25980:

Очікувані рівні звукового тиску і рівень звуку відповідно до шумових характеристик цих джерел (ШХ) дорівнюють: 93-114 дБ, що може призвести до порушень слуху. У безпосередній близькості від джерела шуму рівень звукового тиску падає на 6 дБ з кожним подвоєнням відстані.

Систематичний вплив вібрації призводить до різноманітних порушень здоров'я і може стати причиною погіршення здоров'я. Вона впливає на нервову систему, серце, вестибулярний апарат, може порушити обмін речовин, сон людини і т.д. Загальна вібрація на виробничій ділянці по джерелу виникнення відноситься до категорії третього типу «а» - технологічна, критерій оцінки – межа зниження продуктивності праці. Ця вібрація діє на операторів стаціонарних машин і обладнання або передається на робочі місця, де немає джерела вібрації. Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях

Вид вібрації	Октавні полоси з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	<u>2,8</u> 115	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109

В чисельнику – середньоквадратичне значення вібрації, м/с²·10⁻², в знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Для зменшення дії віброакустичних коливань на працюючих, вживають такі методи та заходи:

- технічні - зниження вібрації в джерелі її виникнення, зниження діючої вібрації на шляху розповсюдження від джерела виникнення (вібропоглинання, віброгасіння, віброізоляція);
- організаційно-технічні (своєчасний ремонт та обслуговування обладнання за технологічним регламентом, контроль допустимих рівнів вібрації).

4.2.6. Психофізіологічні фактори

Оцінка умов праці за психофізіологічними факторами проводиться відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Вільна зручна поза, можливість зміни пози (сидячи, стоячи) за бажанням працівника. Знаходження в позі стоячи до 40% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 250.

Нахили корпусу (вимушені, більше 30), кількість за зміну: до 50.
Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 4

Інтелектуальні навантаження:

Відсутня необхідність прийняття рішення.

Зміст роботи: Сприймання сигналів, але без потреби в корекції дій,
Обробка та виконання завдання, Робота за індивідуальним планом

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) до 25.

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи до 75.

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження до 5.

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) до 2.

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 100% до 90%. Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) до 16.

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за виконання окремих елементів завдання. Вимагає додаткових зусиль в роботі з боку працівника.

Ступінь ризику для власного життя – Виключений.

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб - Виключений.

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово більше 10.

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (с.) більше 100.

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) менше 75.

Режим праці:

Фактична тривалість робочого дня (год.) 6–7.

Змінність роботи Однозмінна робота (без нічної зміни)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви регламентовані, достатньої тривалості 7% і більше часу зміни.

Для забезпечення допустимих параметрів шуму (поліпшення шумового клімату) рекомендується використовувати засоби індивідуального захисту під час роботи з даними інструментами – навушники.

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Захисні споруди цивільної оборони призначаються для захисту в мирний час персоналу, який переховується від наслідків аварій, катастроф та стихійного лиха, які загрожують масовому ураженню людей, а також у воєнний час - від сучасної зброї масового ураження [20]. В мирний час захисні споруди використовуються для господарчих потреб.

Сховища слід розміщувати у підвальних та цокольних поверхах будинків та споруд, відповідно в будівлі громадського призначення передбачається приміщення сховища в підвальному поверсі.

Місткість сховища розраховується на повну чисельність розрахункового складу за планом використання будівлі.

У сховищах слід передбачати основні та допоміжні приміщення. До основних відносяться приміщення для населення, яке переховується, пункти керування, медпункти.

До допоміжних відносяться фільтровентиляційні приміщення (ФВП), санітарні вузли, захищені дизельні електростанції (ДЕС), електрощитова, приміщення для зберігання продовольства, станція перекачки, балонна, тамбур-шлюз, тамбури.

Фільтровентиляційне обладнання слід розміщувати у фільтровентиляційних приміщеннях (ФВП), розташованих біля зовнішніх стін. Розміри ФВП необхідно визначати в залежності від габаритів обладнання і площі, необхідної для його обслуговування. Протипилові фільтри у системах вентиляції електроручними вентиляторами повинні мати захисний екран, який виключає можливість прямого опромінювання обслуговуючого персоналу.

Систему вентиляції укриття проєктуємо на два режими: чистої вентиляції (режим I) та фільтровентиляції (режим II) [20].

При режимі чистої вентиляції подача у сховище очищеного від пилу зовнішнього повітря забезпечує необхідний обмін повітря та видалення з приміщень тепловиділень та вологи. При фільтровентиляції зовнішнє повітря,

яке подається у сховище очищається від газоподібних засобів масового ураження, аерозолей та пилу.

Кількість зовнішнього повітря, яке подається у сховище приймаємо:

- при чистій вентиляції (режим I) - $8\text{ м}^3/(\text{люд.год})$;
- при фільтровентиляції (режим II) - з розрахунку $2\text{ м}^3/\text{год}$ на одного переховуваного, $5\text{ м}^2/\text{год}$ на одного працюючого у приміщеннях пункту керування та $10\text{ м}^3/\text{год}$ на одного працюючого у фільтровентиляційній камері з електроручними вентиляторами.

Розрахункова місткість укриття становить 400 осіб. Таким чином необхідна продуктивність системи вентиляції в режимі II становить:

$$L_{II}=400\times 2+5+10=815\text{ м}^3/\text{год}$$

Застосовуємо електроручні вентилятори, які призначені для подачі повітря в приміщення різних споруд і можуть працювати як від електричної мережі так і від ручного приводу.

Складовими частинами електроручного вентилятора є: радіальний вентилятор, редуктор для підвищення числа обертів при ручному приводі, муфта зчеплення та рукоятка ручного приводу.

Розрахункова продуктивність забезпечується вентилятором ЕРВ-4

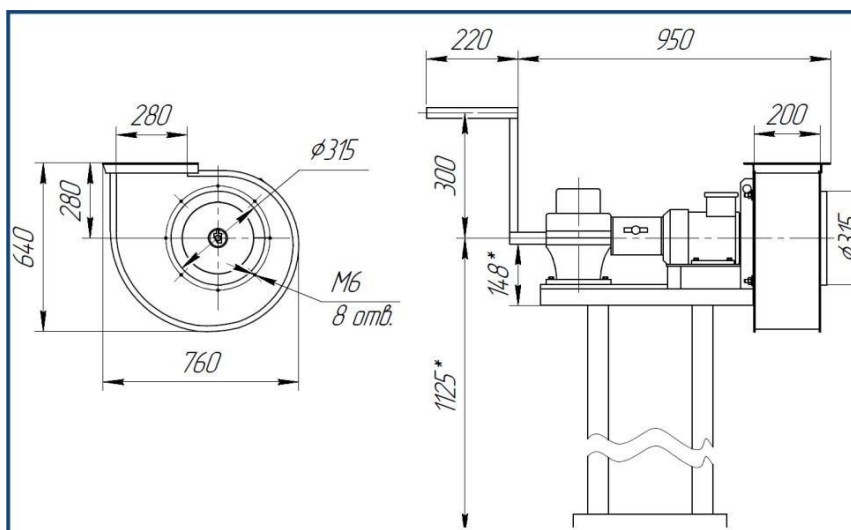


Рис.4.1 – Габаритні та приєднувальні розміри вентилятора ЕРВ-4

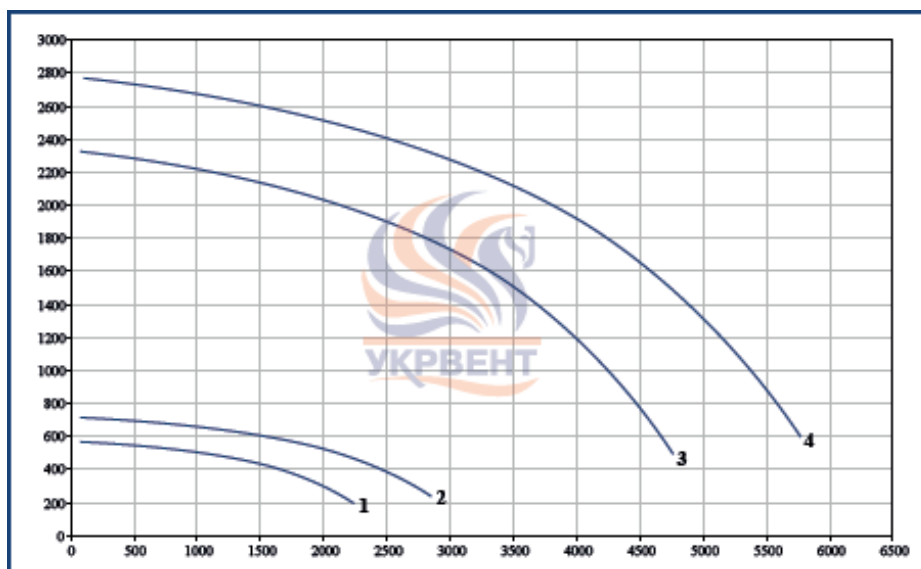


Рис. 4.2 – Аеродинамічні характеристики

електроручного вентилятора ЕРВ-4

Аеродинамічні характеристики на рис.4.2, показують: крива 1 і 2 продуктивність вентилятора при ручному приводі потужністю 0,25 і 0,37 кВт, відповідно. Криві 3 і 4 вказують продуктивність вентиляторів при приводі від електродвигуна відповідно потужністю 2,2 та 3 кВт.

При розрахунковій продуктивності 815 м³/год даний вентилятор забезпечує тиск 750 Па при ручному приводі.

Для очищення зовнішнього повітря, що надходить в укриття від отруйних речовин, радіоактивного пилу, бактерій, аерозолів, отруйних і нейтральних димів використовуємо фільтри-поглиначі БПФ-300-900Н. Фільтри-поглиначі типу БПФ можуть експлуатуватися в усіх мікрокліматичних районах на суші з температурою повітря на вході $\pm 50^{\circ}\text{C}$, відносною вологістю до 95%, основні технічні характеристики яких наведено на рис.4.4

Найменування	Номінальна витрата повітря, м ³ /ч	Приєднування до системи вентиляції	Опір фільтра, Па (мм. в. ст.), не більше
БПФ-300-300	300	верхнє	835 (85)
БПФ-300-600	600		
БПФ-300-900	900		
БПФ-300-300Н	300	нижнє	
БПФ-300-600Н	600		
БПФ-300-900Н	900		

Рис.4.4 – Основні технічні характеристики фільтрів-поглиначів типу БПФ.

Необхідну продуктивність забезпечує одна секція БПФ-300-900Н, але при ручному приводі вентилятора наявний тиск складе 750Па, тому встановлюємо паралельно два фільтри для зниження їх гідравлічного опору.

Для захисту від впливу ударної хвилі великої тривалості з тиском до 10 кгс/см² встановлюємо захисну секцію УЗС, яка автоматично, під дією ударної хвилі, перекриває вентиляційний канал і забезпечує захист від проникнення ударної хвилі в укриття.

Необхідний мінімальний переріз УЗС визначаємо виходячи з допустимої швидкості в перерізі УЗС 1 м/с.

$$F_{УЗС}=831/(3600 \times 1)= 0,23 \text{ м}^2$$

Такий переріз має секція УЗС595х649, яку приймаємо для встановлення на повітрозабірний канал.

Принципова схема фільтровентиляційної установки наведена на рис.4.5.

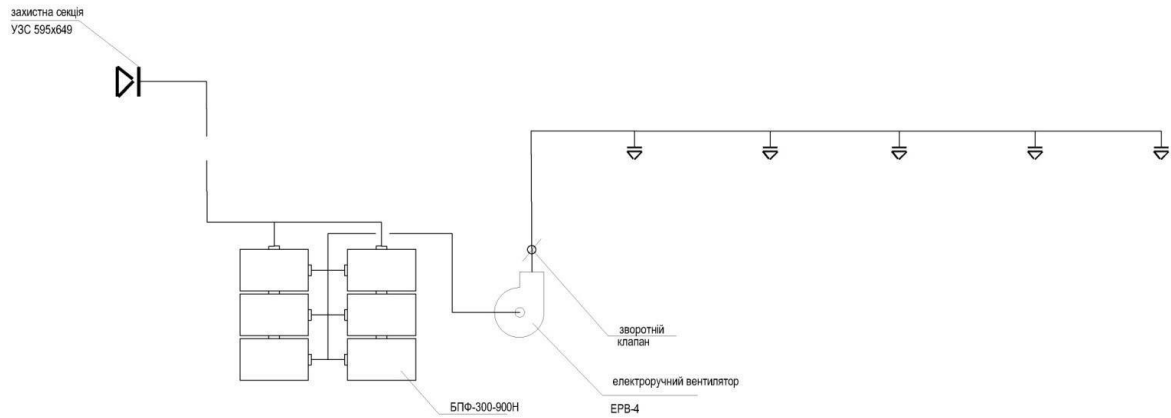


Рис. 4.5 – Принципова схема фільтро-вентиляційної установки укриття

4.4 Висновок до розділу.

Виконано аналіз умов праці при виконанні монтажних робіт систем створення мікроклімату для індивідуального житлового будинку.

Визначено основні небезпечні і шкідливі фактори під час виконання монтажних робіт та розроблено заходи по захисту працівників від цих факторів.

Виконано обґрунтування необхідної продуктивності фільтровентиляційного обладнання укриття житлової будівлі, яка склала 815 м³/год та підбір обладнання, а саме вентилятора з електроручним приводом ЕРВ-4, фільтрів-поглиначів БПФ-300-900Н та захисної секції повітрязабірного каналу УЗС595x649.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Кошторисна документація до магістерської кваліфікаційної роботи складена у відповідності до 58 ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 - «Правила визначення вартості будівництва». Локальні кошториси складаються в поточному рівні цін на трудові і матеріально-технічні ресурси. В локальному кошторисі (табл. 5.2) визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прямі та загальновиробничі витрати.

Прямі витрати враховують заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів, виробів і конструкцій. Загальновиробничі витрати будівельно-монтажної організації входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Для розрахунку загальновиробничі витрати групуються в три блоки:

- а) засоби на заробітну плату робітників; б) відрахування на соціальні заходи;
- в) інші статті загально - виробничих витрат.

Склад, об'єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у третьому розділі роботи. Основою для розробки кошторису є креслення та технічні розрахунки (розділ 2,3). Локальний кошторис складений за допомогою програмного комплексу АВК 5 v3.0.0.

В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прямі та загально-виробничі витрати.

Прямі витрати враховують заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій. Загально-виробничі витрати будівельно-монтажної організації входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт.

Локальний кошторис складений на монтаж системи опалення, гарячого водопостачання індивідуального житлового будинку. Склад, об'єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у частині 3 даного проекту. Основою для розробки кошторису є креслення та специфікації (див. розділ 2).

Техніко-економічні показники проекту визначаються сумарними характеристиками, віднесеними до об'єму теплоносія, що транспортується.

5.1. Значення основних техніко-економічних показників наведено в табл.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники

Показники	Одиниці вимірювання	Значення
Кошторисна вартість	тис.грн	197,948
Кошторисна трудомісткість	тис.люд.-год.	4,598
Кошторисна заробітна плата	тис.грн	98,7
Середній розряд робіт	розряд	4
Вартість матеріалів	грн	40324

Індивідуальний житловий будинок в с. Давидківці Хмельницької області

5.2 Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1

Основа:
креслення (специфікації) № 08-13.МКР.003.00. 000

Кошторисна вартість 197,948 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 4,598 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 98,700 тис. грн.
Середній розряд робіт 4,0 розряд
Вимірник одиничної вартості 6500,00 м3
Показник одиничної вартості 30,45 грн.

Складений в поточних цінах станом на "25 березня" 2023 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кіль- кість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуваням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E20-1-1	Прокладання повітроводів із листової сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм, діаметром до 200 мм	100м2	0,0225	<u>21626,61</u> 4963,73	<u>109,11</u> 34,88	487	112	<u>2</u> 1	<u>261,8</u> 2,0876	<u>5,89</u> 0,05
2	E20-11-1	Установлення ґрат жалюзійних площею у просвіті до 0,25 м2	ґрати	69	<u>44,35</u> 35,36	<u>5,34</u> 1,24	3060	2440	<u>368</u> 86	<u>1,82</u> 0,0745	<u>125,58</u> 5,14
3	E20-13-1	Установлення клапанів зворотних діаметром до 355 мм	клапан	4	<u>47,19</u> 33,58	<u>1,43</u> 0,44	189	134	<u>6</u> 2	<u>1,75</u> 0,0266	<u>7</u> 0,11
4	E20-14-1	Установлення заслінок повітряних і клапанів повітряних КВР із ручним приводом діаметром до 250 мм	шт	4	<u>52,23</u> 34,97	<u>1,43</u> 0,44	209	140	<u>6</u> 2	<u>1,8</u> 0,0266	<u>7,2</u> 0,11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	E20-25-1	Установлення шумоглушників вентиляційних трубчастих круглого перерізу типу ГТК 1-1 діаметром обичайки 125 мм	шт	4	<u>403,27</u> 35,50	<u>2,14</u> 0,67	1613	142	<u>9</u> 3	<u>1,85</u> 0,0399	<u>7,4</u> 0,16
6	E20-42-1	Установлення камер припливних типових без секції зрошення продуктивністю до 10 тис.м3/год	камера	4	<u>1629,89</u> 1341,59	<u>80,67</u> 19,28	6520	5366	<u>323</u> 77	<u>68,17</u> 1,1154	<u>272,68</u> 4,46
7	E20-34-1	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних масою до 0,25 т	шт	2	<u>317,37</u> 241,74	<u>56,43</u> 16,74	635	483	<u>113</u> 33	<u>12,75</u> 0,9723	<u>25,5</u> 1,94
8	E20-24-1	Установлення вузлів проходу витяжних вентиляційних шахт діаметром патрубка до 250 мм	10вузол	0,4	<u>940,74</u> 810,53	<u>27,47</u> 13,91	376	324	<u>11</u> 6	<u>43,86</u> 0,833	<u>17,54</u> 0,33
9	E20-37-1	Установлення фільтрів чарункових	м2	16	<u>156,03</u> 143,48	<u>9,98</u> 3,11	2496	2296	<u>160</u> 50	<u>7,04</u> 0,1862	<u>112,64</u> 2,98
10	E20-32-1	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т	шт	8	<u>137,30</u> 129,54	<u>7,56</u> 2,20	1098	1036	<u>60</u> 18	<u>6,21</u> 0,1231	<u>49,68</u> 0,98
11	E20-23-1	Установлення дефлекторів діаметром патрубка 280 мм	шт	10	<u>275,35</u> 85,51	<u>1,43</u> 0,44	2754	855	<u>14</u> 4	<u>4,51</u> 0,0266	<u>45,1</u> 0,27
12	E20-18-1	Установлення над шахтами зонтів із листової сталі круглого перерізу діаметром 200 мм	зонт	4	<u>100,34</u> 12,15	<u>1,97</u> 0,47	401	49	<u>8</u> 2	<u>0,61</u> 0,028	<u>2,44</u> 0,11
13	E20-29-1	Установлення вставок гнучких до радіальних вентиляторів	м2	8	<u>191,27</u> 185,43	<u>1,43</u> 0,44	1530	1483	<u>11</u> 4	<u>9,78</u> 0,0266	<u>78,24</u> 0,21
14	E20-35-1	Установлення калориферів масою до 0,1 т	шт	4	<u>304,40</u> 153,01	<u>33,67</u> 8,38	1218	612	<u>135</u> 34	<u>8,28</u> 0,4886	<u>33,12</u> 1,95
15	E16-6-1	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних труб ду 15 мм	100м	0,2	<u>5809,40</u> 1004,89	<u>109,82</u> 28,60	1162	201	<u>22</u> 6	<u>48,71</u> 1,6512	<u>9,74</u> 0,33
16	E16-6-2	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 20 мм	100м	1,2	<u>6298,38</u> 1004,89	<u>109,82</u> 28,60	7558	1206	<u>132</u> 34	<u>48,71</u> 1,6512	<u>58,45</u> 1,98

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17	E16-6-3	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 25 мм	100м	0,5	<u>6383,16</u> 1004,89	<u>109,82</u> 28,60	3192	502	<u>55</u> 14	<u>48,71</u> 1,6512	<u>24,36</u> 0,83
18	E16-14-1	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 20 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	5,89	<u>7367,18</u> 5693,88	<u>1027,38</u> 398,95	43393	33537	<u>6051</u> 2350	<u>268,96</u> 24,7574	<u>1584,17</u> 145,82
19	E16-14-2	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 25 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	1,5	<u>5603,70</u> 4478,73	<u>645,80</u> 246,79	8406	6718	<u>969</u> 370	<u>211,56</u> 15,2947	<u>317,34</u> 22,94
20	E16-14-3	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 32 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,5	<u>4638,03</u> 3645,47	<u>399,58</u> 147,99	2319	1823	<u>200</u> 74	<u>172,2</u> 9,1445	<u>86,1</u> 4,57
21	E16-14-4	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 40 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,55	<u>6101,61</u> 4860,63	<u>480,23</u> 180,34	3356	2673	<u>264</u> 99	<u>229,6</u> 11,1495	<u>126,28</u> 6,13
22	E16-15-1	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 25 мм	шт	50	<u>78,90</u> 49,12	<u>11,65</u> 2,61	3945	2456	<u>583</u> 131	<u>2,41</u> 0,1561	<u>120,5</u> 7,81
23	E16-15-2	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм	шт	25	<u>82,48</u> 49,12	<u>16,71</u> 3,23	2062	1228	<u>418</u> 81	<u>2,41</u> 0,1814	<u>60,25</u> 4,54
24	E16-6-3	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 25 мм	100м	0,78	<u>6383,16</u> 1004,89	<u>109,82</u> 28,60	4979	784	<u>86</u> 22	<u>48,71</u> 1,6512	<u>37,99</u> 1,29
25	E18-2-1	Установлення котлів сталевих жаротрубних пароводогрійних на твердому паливі теплопродуктивністю до 0,21 МВт [0,18 Гкал/год]	шт	4	<u>2566,53</u> 1537,47	<u>398,67</u> 118,32	10266	6150	<u>1595</u> 473	<u>75,44</u> 6,9236	<u>301,76</u> 27,69

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
26	E18-6-3	Установлення конвекторів	100кВт	0,68	<u>3272,50</u> 2840,76	<u>377,65</u> 117,49	2225	1932	<u>257</u> 80	<u>142,68</u> 6,8996	<u>97,02</u> 4,69			
27	E18-10-5	Установлення баків розширювальних круглих і прямокутних місткістю 0,4 м3	шт	8	<u>831,14</u> 119,83	<u>16,26</u> 4,96	6649	959	<u>130</u> 40	<u>5,95</u> 0,2836	<u>47,6</u> 2,27			
28	E18-13-1	Установлення насосів відцентрових з електродвигуном, маса агрегату до 0,1 т	шт	8	<u>639,29</u> 429,38	<u>33,37</u> 8,71	5114	3435	<u>267</u> 70	<u>21,32</u> 0,5002	<u>170,56</u> 4			
29	E18-15-1	Установлення гребінок пароводорозподільних зі сталевих труб, зовнішній діаметр корпусу 108 мм	шт	4	<u>788,89</u> 234,68	<u>20,34</u> 5,30	3156	939	<u>81</u> 21	<u>11,25</u> 0,3054	<u>45</u> 1,22			
30	E18-17-1	Установлення повітрязбірників зі сталевих труб зовнішнім діаметром до 76 мм	шт	16	<u>140,83</u> 37,55	<u>8,65</u> 2,73	2253	601	<u>138</u> 44	<u>1,82</u> 0,1602	<u>29,12</u> 2,56			
31	E18-21-1	Установлення фільтрів для очищення води у трубопроводах систем опалення діаметром 25 мм	10шт	0,4	<u>2250,59</u> 250,67	<u>136,23</u> 34,28	900	100	<u>54</u> 14	<u>12,3</u> 2,0478	<u>4,92</u> 0,82			
32	E18-22-2	Установлення манометрів з триходовим краном	комплект	8	<u>11,29</u> 7,74	- -	90	62	- -	<u>0,36</u> -	<u>2,88</u> -			
33	E18-22-4	Установлення термометрів в оправі прямих та кутових	комплект	16	<u>11,57</u> 10,39	- -	185	166	- -	<u>0,51</u> -	<u>8,16</u> -			
Разом прями витрати по кошторису							133796	80944	<u>12528</u> 4245		<u>3922,21</u> 258,29			
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.							133796		40324	85189	64152	417,93	13511	197948
Всього по кошторису							197948							
Кошторисна трудомісткість, люд.год.							4598							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Кошторисна заробітна плата, грн.						98700				

Склав _____ Олійник О.А.
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірила _____ **Лялюк О.Г.**
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

5.3 Висновки до розділу

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи приведено техніко-економічні показники систем, що проектуються, визначено прямі витрати, вартість експлуатації машин та механізмів, вартість матеріалів.

Складено локальні кошториси на проведення таких робіт, а саме на влаштування системи опалення і гарячого водопостачання будівлі.

Загальна кошторисна вартість з врахуванням кошторисного прибутку, коштів на покриття адміністративних витрат будівельних організацій, коштів на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами проведення робіт складає 197948 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній роботі було проведено аналітичний огляд сучасного стану використання теплових насосів для створення системи теплопостачання у житлових будинках котеджного типу. Було здійснено теоретичне та проєктне обґрунтування параметрів системи теплопостачання з використанням систем теплового насосу.

У процесі дослідження було проведено моделювання тепломасообмінних процесів в житловому будинку. Було визначено навантаження на систему та підібрано підходящий тепловий насос Vaillant Flexo THERM exclusive VWF 157/4 потужністю 14,5 кВт, а також сонячні колектори марки Vaillant auro THERM exclusive VTK 1140/2. Для забезпечення необхідної кількості теплової енергії було розраховано, що необхідно мати 3 свердловини глибиною 100 метрів кожна.

Також були розроблені заходи з організаційно-технологічного забезпечення монтажу системи теплопостачання. Було визначено необхідні матеріали, їх кількість, потребу в допоміжних матеріалах, необхідні інструменти, склад ланок та розряд робітників. Визначено обсяг робіт, обрано методи їх виконання та розраховано трудомісткість монтажних робіт. На основі цього було складено графік виконання робіт, а також розраховано техніко-економічні показники, зокрема загальну трудомісткість виконання робіт, яка склала 561,27 людиноднів, і тривалість виконання монтажних робіт, яка становить 35 днів.

Для ефективного використання енергії та зменшення шкідливих викидів в атмосферу були розроблені заходи з енергозбереження. Використання теплового насоса дозволить зменшити споживання енергії. Було розроблено рекомендації щодо ефективного використання та обслуговування системи теплопостачання.

Також були враховані питання техніки безпеки. Були проаналізовані умови праці при слюсарно-монтажних роботах та визначено параметри мікроклімату, а також надані інструктажі щодо пожежної безпеки та захисту від ураження електричним струмом на робочому місці.

В результаті було розроблено техніко-економічні показники та визначено термін окупності системи, що дозволяє оцінити ефективність використання даної системи теплопостачання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сакевич Володимир Федорович. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах : навчальний посібник / В. Ф. Сакевич, М. А. Томчук. – Друге видання. – Вінниця : ВНТУ, 2008. 142 с.
2. ДБН В.2.5-67:2013: Тепло холодопостачання, вентиляція та кондиціонування повітря. Київ. : К. Мінрегіонбуд, 2013. 141 с.
3. Правила визначення вартості будівництва : ДБН Д.1.1-1-2000 / Мінбуд України. – Зі змінами та доповненнями. – К. : Мінбуд України, 2000. – (Державні будівельні норми).
4. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006 / Мінбуд України. – Видання офіційне. – К. : Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Методичні вказівки для виконання курсового проекту з дисципліни ”Теплохолодопостачання“ для студентів напряму підготовки 0921 – ”Будівництво“ / уклад. А.Ф. Пономарчук, І.А. Пономарчук, О. Б. Волошин. – Вінниця : ВНТУ, 2005. 56 с.
6. Жуковський С.С., Кінаш Р.І.. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт : навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти спеціальності 7.092.108 “Будівництво та цивільна інженерія” /– Львів : Видавництво науково-технічної літератури, 1999. 448 с. – ISBN 966-7148-63-7.
7. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 16. Трубопроводи внутрішні : ДБН Д.2.2-16-99 / Держбуд України. – Видання офіційне. – Дніпропетровськ : ЦМДБ НВО “Созидатель”, 2000. – 38 с. – (Державні будівельні норми України).
8. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 17. Водопровід і каналізація – внутрішнє обладнання : ДБН Д.2.2-17-99 / Держбуд України. – Видання офіційне. – Дніпропетровськ : ЦМДБ НВО “Созидатель”, 2000. – 10 с. – (Державні будівельні норми України).

9. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник
18. Тепло холодопостачання – внутрішнє обладнання : ДБН Д.2.2-18-99 / Держбуд України. – Видання офіційне. – Дніпропетровськ : ЦМДБ НВО “Созидатель”, 2000. 28 с. – (Державні будівельні норми України).
10. Каталог обладнання [Електронний ресурс] : обладнання для систем тепло холодопостачання, холодо- та водопостачання. – 80 Min / 700 MB. – Herz, 2009. –1 електрон. опт. диск (CD-ROM).
11. Автоматические и ручные балансировочные клапаны : техническое описание. – Данфосс ТОВ. – 08/2008. – VD.57.Q5.50. – 90 с.
12. Тихомиров Анатолий Кузьмич. Горячее водоснабжение жилого микрорайона : учеб. пособие / А. К. Тихомиров. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2007. 140 с. – ISBN 978-5-7389-0542-1.
13. Ратушняк Г.С., Попова Г.С. Експлуатація систем теплопостачання та вентиляції : навчальний посібник . – Вінниця : ВДТУ, 2000. 122 с.
14. ДБН В.2.58-28-2006 “Природне і штучне освітлення”.
15. Пономарчук І.А., Волошин О.Б. Вентиляція та кондиціонування повітря: навч. посібник для студ. вищ. навч. закл./ Він. нац. ун- т.- Вінниця:ВНТУ,2012 . 92с.
16. Про охорону праці [Текст]: Закон України від 22.11.2002р. №235-IV// Офіційний вісник України. – 2002 .1, 6, 7 с.
17. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми мікроклімату [Текст] / ДСН 3.3.6.037-99 // Держбуд України 2000 -6с.
18. ДСТУ НБВ.2.5-43.2010. "Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання"// Міненергобуд України 2010 -32 с.
19. Правила устройств электроустановок(ПУЭ) [Текст] / Правила устройства электроустановок ПУЭ // Энергоатомиздат 1987 -532с.
20. ДБН В.2.2.5-97 “Захистні споруди цивільної оборони”.

21. ДСНіП. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ №248 від 08.04.2014.

22. ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва.

23. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

24. ДСТУ Б В.2.5-82:2006. Електробезпека в будівлях та спорудах. Вимоги до захистних заходів від ураження електричним струмом.

25. ДБН В.2.5-28:2018 Природне та штучне освітлення.

26. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ №37 від 01.12.1999.

27. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрації. Постанова МОЗ №39 від 01.12.1999.

ДОДАТКИ



09 червня 2023р.

Іван МЕТЬ.

ЕКСПЕРТНИЙ ВИСНОВОК
про перевірку на наявність академічного плагіату
у випускних кваліфікаційних і навчальних роботах студента

Комісія з виявлення та запобігання академічного плагіату, перевіривши навчальну роботу автора Олійник О.А. на тему: « Енергоефективна система створення мікроклімату індивідуального житлового будинку», дійшла до висновку:

Рівень оригінальності твору станом на 09.06.2023 р.

(дата перевірки роботи)

87,2%

є достатній

Завідувач кафедри

Відповідальна особа на кафедрі

Науковий керівник



Георгій РАТУШНЯК

Наталія СЛОБОДЯН

Іван КОЦ

ДОДАТОК А

Міністерство освіти і науки України

Вінницький національний технічний університет

Затверджено:

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Г.С. Ратушняк



2023 р

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА СТВОРЕННЯ

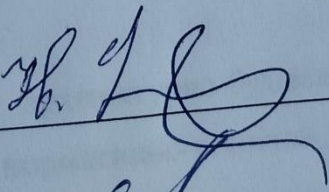
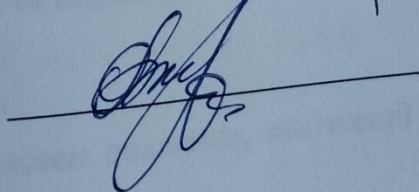
МІКРОКЛІМАТУ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Науковий керівник

к. т. н., проф.

Розробив

ст. гр. ТГ-20мз

Коц І.В.

Олійник О. А.

Технічне завдання

Розробити систему створення та забезпечення теплопостачання житлового будинку котеджного типу в с. Давидківці Хмельницької області.

1. Призначення розробки та місце застосування.

Системи теплопостачання, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов в житловому будинку котеджного типу.

2. Основа для виконання робіт.

Завдання на магістерську кваліфікаційну роботу затверджено наказом

№ 68 від «20» березня 2023 р.

Основою для виконання робіт є архітектурно-будівельні креслення житлового будинку котеджного типу.

3. Мета та призначення розробки.

Метою даної роботи є теоретичне обґрунтування та розробка проєктних енергоощадних конструктивних рішень для системи створення і забезпечення необхідного теплообміну із використанням ґрунтового теплового насоса та сонячних колекторів для житлового будинку котеджного типу.

4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є архітектурно-будівельні робочі креслення будівлі, технологічне завдання та нормативно-технічна література.

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до систем опалення, вентиляції та кондиціонування наведені у нормативній літературі:

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» ;
- ДСТУ Б В.2.5-44:2010 «Проєктування систем опалення будівель з тепловими насосами».

6. Вимоги по стандартизації.

При проєктуванні систем опалення слід віддавати пріоритет застосуванню стандартних виробів, що дає можливість швидко комплектувати та монтувати системи та ремонтувати або замінити в процесі експлуатації.

7. Вимоги з надійності до систем тепlopостачання :

Санітарно-гігієнічні — забезпечення та підтримка в приміщенні потрібних температур;

Економічні — забезпечення мінімуму приведених затрат (капітальні та на експлуатацію);

Будівельні — ув'язка з будівельними конструкціями;

Монтажні — забезпечення монтажу систем вентиляції та кондиціонування індустріальними методами;

Експлуатаційні — простота та зручність обслуговування, керування та ремонту, надійність та безпечність систем і безперебійність їх роботи;

Естетичні — гарне співвідношення з внутрішнім архітектурним оздобленням приміщення.

8. Ергономічні вимоги:

- Розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати нагляд протягом денної та нічної частини доби.

- Виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюється на стадії приймальних випробувань.

9. Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

Для виробів в період експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО, строки ТО і ДО повинні по можливості співпадати з строками обслуговування базового обладнання.

10. Порядок розробки, випробування, приймання систем тепlopостачання:

10.1 Стадії розробки встановлюють відповідно з ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

- розроблення та затвердження з замовником функціональних та принципових схем, конструктивних компоновок та робочих креслень,
- розробка та узгодження програми та методики випробувань,
- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій і інструкцій.

11. Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

12. Порядок приймання розробки здійснюється у відповідності із вимогами Держстандарту. Оцінка виконаної розробки і прийняття рішення по виконаній розробці виконує приймальна комісія, яку формує розробник.

В склад комісії входять: представник замовника, розробника і виробника. Головою комісії призначається представник замовника.

13. Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

14. Перелік документів, що представляється на випробування визначаються у програмі випробувань.

15. Дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватись в процесі проектування.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з / п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Складання вступу до МКР	23.03.2023	вик.
2	Аналітичний огляд сучасного стану використання теплонасосних установок та сонячних колекторів житлового будинку котеджного типу, техніко-економічне обґрунтування	02.04.2023	вик.
3	Теоретичне та проєктне обґрунтування параметрів систем тепlopостачання житлового будинку котеджного типу	15.04.2023	вик.
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	19.04.2023	вик.
5	Техніко – економічні показники	29.04.2023	вик.
6	Охорона праці та техніка безпеки	10.05.2023	вик.
8	Матеріали презентації МКР, креслення, плакати	01.06.2023	вик.
9	Попередній захист	05.06.2023	вик.
1 0	Відгук опонента (рецензента)	10.06.2023	вик.
1 1	Захист МКР		

КРЕСЛЕННЯ та ПЛАКАТИ



ENGINEERING

Контакти BIM менеджера:
Олег Олійник
тел: 067-900-80-60
E-mail: erra.ovk@gmail.com

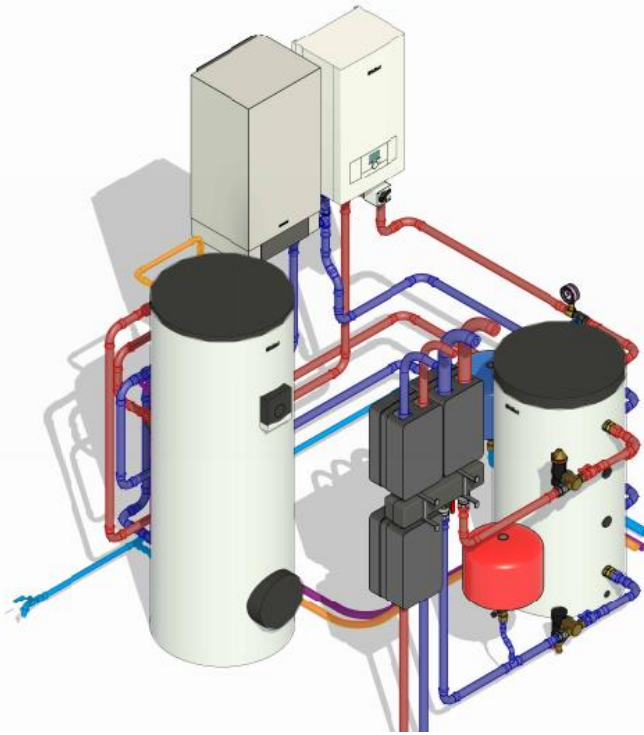
№ проекта
ОВ-2023-12 - МЕР

Стадія проекта
РП

Назва проекта
Проектування систем
опалення і кондиціонування

Назва будівлі
Приватний будинок 218 м²

Адреса проекта
м. Хмельницький, с. Давидківці



ENGINEERING

Проектування систем опалення і кондиціонування

Приватний будинок 218 м²

м. Хмельницький, с. Давидківці

Робочий проект

ОВ-2023-12 - МЕР -

Директор Олійник О.А.

Проектант Олійник О.А.

Замовник Луцняк А.

Відомість робочих креслень основного комплекта

Лист	Назва	Примітки
01	Початковий ввід	
03-0	Загальні дані	

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ:

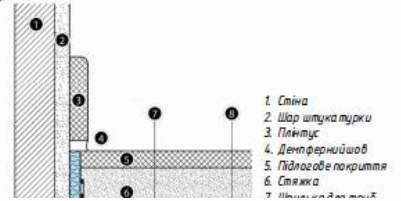
1. Проект опалення і кондиціонування індивідуального житлового будинку, виконаний на основі:
 - технічного завдання замовника;
 - архітектурно-будівельних креслень, відповідно до ДБН В.2.5 - 61 : 2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування",
 ДБН В.2.2 - 15 - 2015 "Житлові будинки", а також інших чинних нормативних документів з проектування.
 2. Встановлені розрахункові температурні режими в опалювальний період:
 - санвузли +25°
 - житлові кімнати +22°

№ кресла	
№ аркуша	
№ листа	
№ по ш.	

Повверх 01. 3D вид панельного опалення

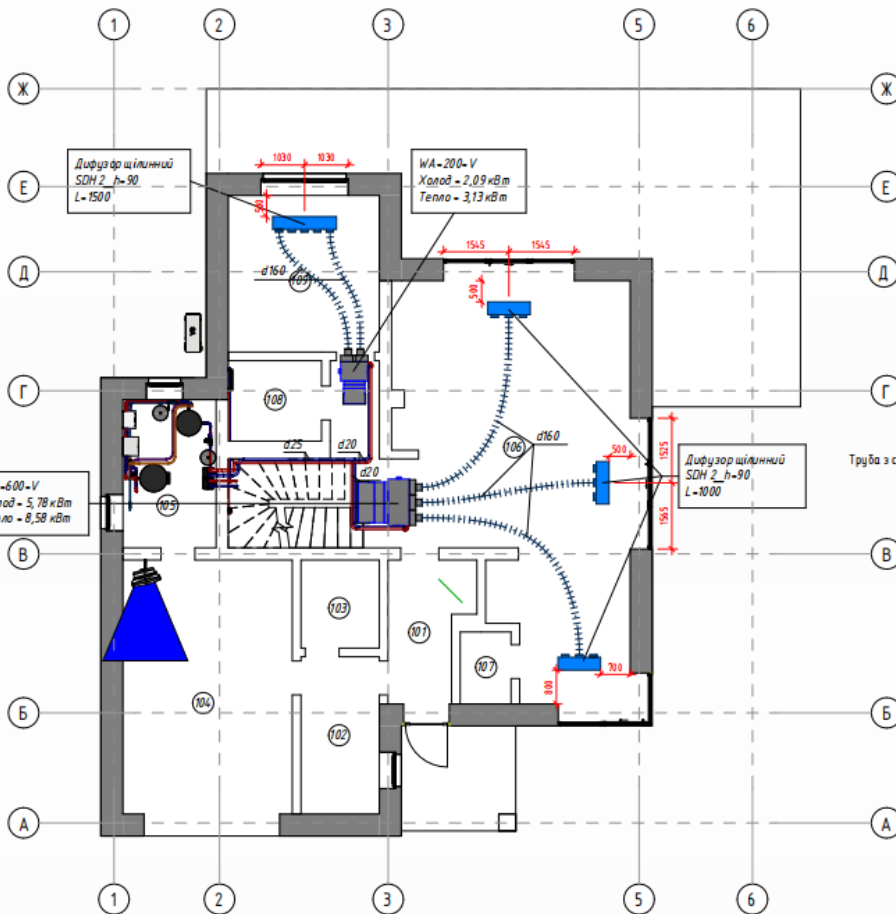
Загальні умови по системі підлогового опалення:

1. Трубопровод опалення панельного опалення щитий поліетилен Reh-А в 16х2 мм;
2. Підводні ділянки трубопроводу прокласти у теплоізоляції K-Flex товщиною 6 мм у шарі ЕПТЗ;
3. Крок укладання теплої підлоги 150 мм, крім вилки див., в крайових зонах (біля зовнішніх стін) 100 мм;
4. Стишки теплоізоляції і проклеїти армованою стрічкою;
5. Розміри нанесені червоним кольором уточнити під час монтажу;
6. Відступ контури теплої підлоги від стін 100 мм, крім вилки див., з азначених окремо;
7. По периметру стін прокласти демферну стрічку.



Погоджено
Вказ. інв. №
Лист №

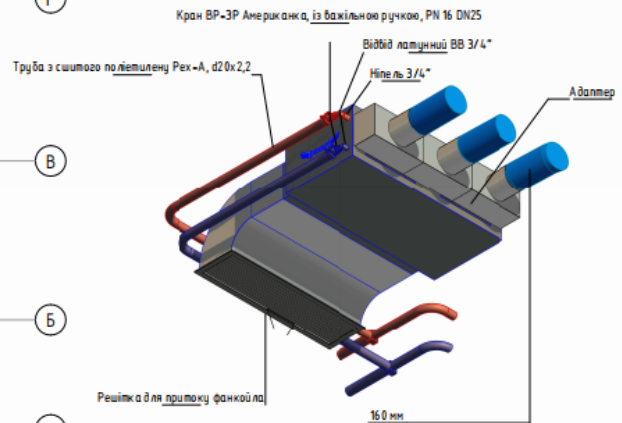
Повверх 01. План опалення / охолодження фанкойлами



№	Назва	Площа, м ²	Тепловатт, Вт	Теплонакопичення, Вт
101	Тамбур	5,8	464	-
102	Гардеробна	6,9	586	-
103	Пральня	3,8	197	-
104	Гараж	24	960	-
105	Котельня	7,7	500	-
106	Кухня-вітальня	57	4845	5762
107	Склад продуктів	2	-	-
108	Санвузол	4,2	294	-
109	Гостьова кімната	13,2	1082	1332
		124,6	8928	7094

Загальні умови по системі опалення / охолодження фанкойлами:

1. Трубопровод для підключення фанкойлів щитий поліетилен Reh-А;
2. Держать тепло / холоду є щільний дифузор з плену бакса;
3. Підключення від фанкойла до плену бакса виконати згідно з паспортними даними 160;
4. Стишки проклеїти фольгою армованою стрічкою;
5. Виконати відвід дренажу на ізоляційних фанкойлих трубах з укладанням 3 см на 1 м. пог.;
6. Дренаж відвести в сифон з сухим затвором;
7. Трубопровод утеплити на укладання теплоізоляції K-Flex товщиною 13 мм.



Погоджено
Вказ. інв. №
Лист №

Змі.	К-т.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	Лист
						06-0

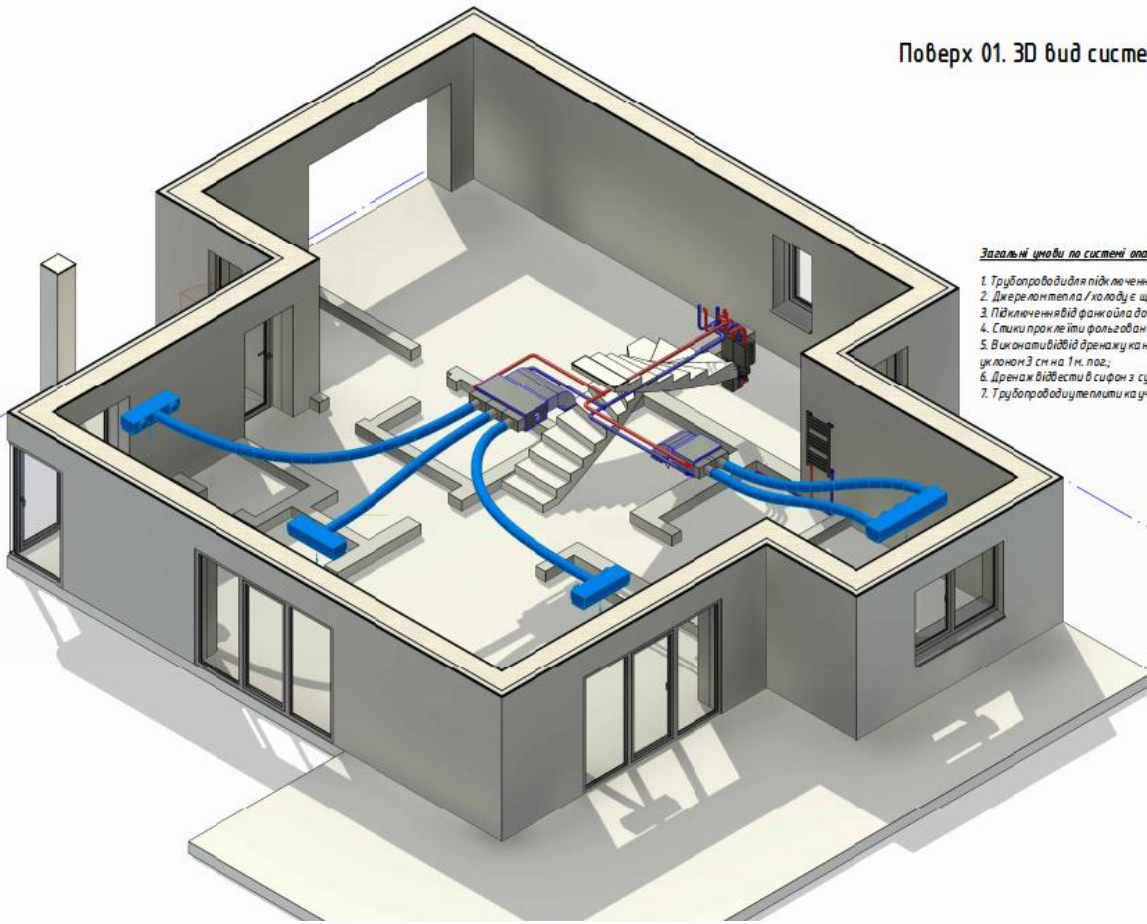
OB-2023-12 - MEP - OB

Формат А3

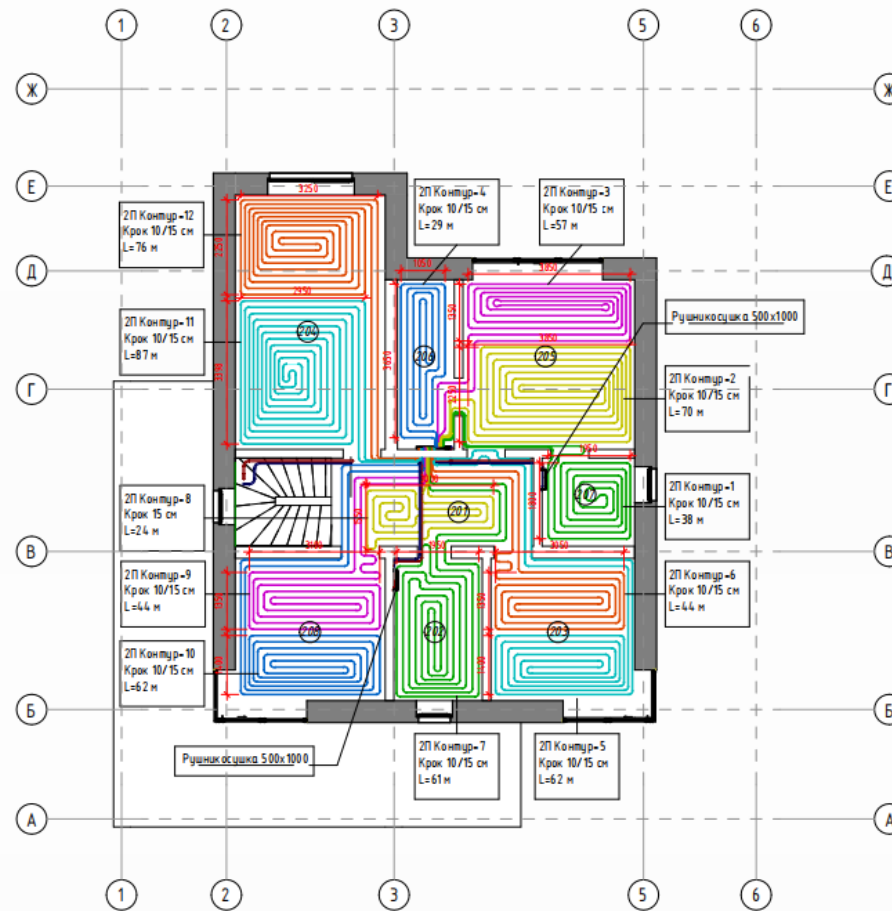
Поверх 01. 3D вид системи фанкоїлів

Загальні умови по системі опалення / охолодження фанкоїлами:

1. Трубопровод для підключення фанкоїлів шитий поліетиленом РЕХ-А;
2. Джек лентепа / холду є шліпний дифузор з плетуні боксам;
3. Підключення від фанкоїла до плетуні-бокса виконати гнучким повітропроводом 160;
4. Стики проклеїти фольгованим стрічкою;
5. Виконати відвід дренажу на налізційних фанкованих трубах з ухилом 3 см на 1 м. пог.;
6. Дренаж відвести в сифон з сухим затвором;
7. Трубопроводи утеплити каучуковим утеплювачем К-Флекс товщиною 13 мм.

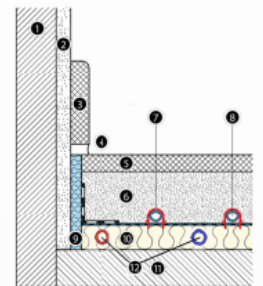


Поверх 02. План панельного опалення



Експлікація приміщення. Поверх 02

№	Назва	Площа, м ²	Температурц Вт	ТеплонакопленняВт
201	Хол	14,8	660	-
202	Санвузол	8	652	-
203	Дитяча кімната	11,5	1035	1208
204	Спальня 1	21,5	1935	2257
205	Спальня 2	16,4	1410	1722
206	Гардеробна	5,4	405	-
207	Санвузол	4,6	391	-
208	Кабінет	12,1	1028	1270
	РАЗОМ	94,3	7516	6457

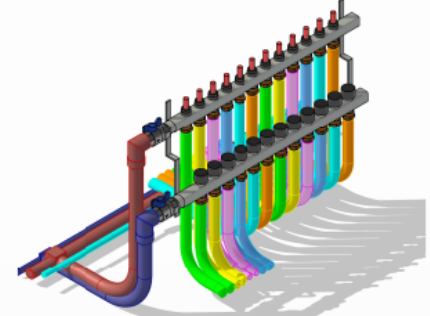


1. Стіна
2. Шар шпунту турки
3. Плетуніс
4. Дифузійний шов
5. Підлога вкриття
6. Стіжка
7. Шпилька для труб
8. Гнучка труба РЕХ-А 16x2
9. Крайова дифузійна стрічка
10. Плита пінополіест 40 мм
11. Бетонне покриття
12. Трубопровод ПП Т2

* На Схемі 2 приведена принципова модель для зрозуміння трубопроводів системи поверхневого опалення. Товщина стій, як і склад перекрітня може змінюватись в залежності від виного архітектурного проекту.

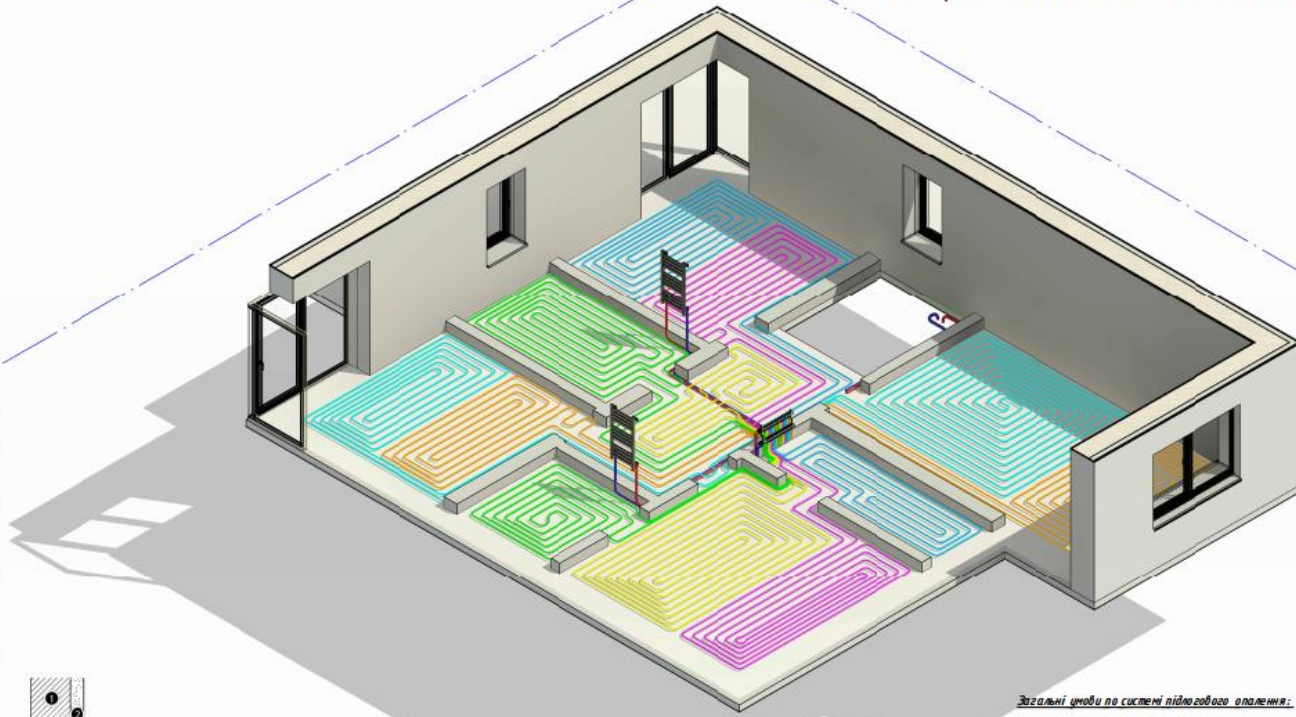
Загальні умови по системі підлогового опалення:

1. Трубопровод панельного опалення шитий поліетиленом РЕХ-А в 16x2 мм;
2. Підводні ділянки трубопроводів прокласти у теплоізоляції К-Флекс товщиною 6 мм у шарі ЕППЗ;
3. Крок укладання теплої підлоги 150 мм, край випадий, в крайових зонах (біля зовнішніх ЕППЗ) 100 мм;
4. Стики теплової ізоляції проклеїти армованою стрічкою;
5. Розміри нанесені червоним кольором уточнити під час монтажу;
6. Відступ контурів теплої підлоги від стін 100 мм, край випадий, зазначених окремю;
7. По периметру стін прокласти дифузійну стрічку.



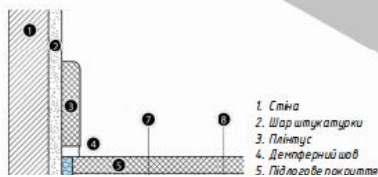
Змін.	К-м.ч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	ОВ-2023-12 - МЕР - ОВ	Лист
							08-0

Поверх 02. 3D вид панельного опалення

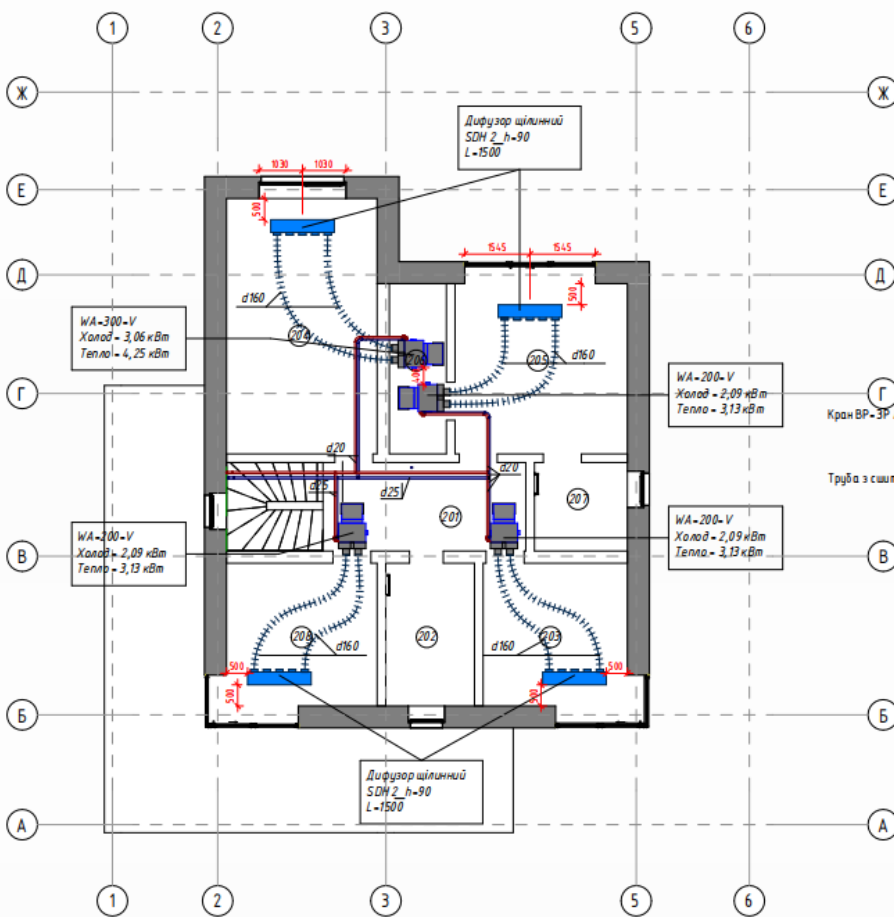


Загальні умови по системі підлогового опалення:

1. Трубопроводи панельного опалення шитий поліетилен Reh-A в 16x2 мм;
2. Підставні ділянки трубопроводів прокладати теплоізоляції К-Флекс товщиною 6 мм у шарі ЕПТЗ;
3. Крок укладання теплої підлоги 150 мм, крім випадків, в крайових зонах (біля зовнішніх стін) 100 мм;
4. Стикі теплоізоляції проклеїти арнода новою стрічкою;
5. Розміри нанесені червоним кольором уточнити під час монтажу;
6. Відступи кинуться теплої підлоги від стін 100 мм, крім випадків, зазначених окремо.



Поверх 02. План опалення / охолодження фанкойлами

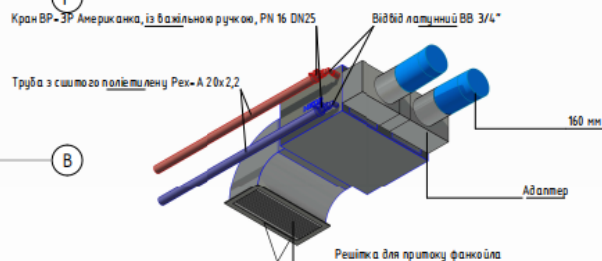


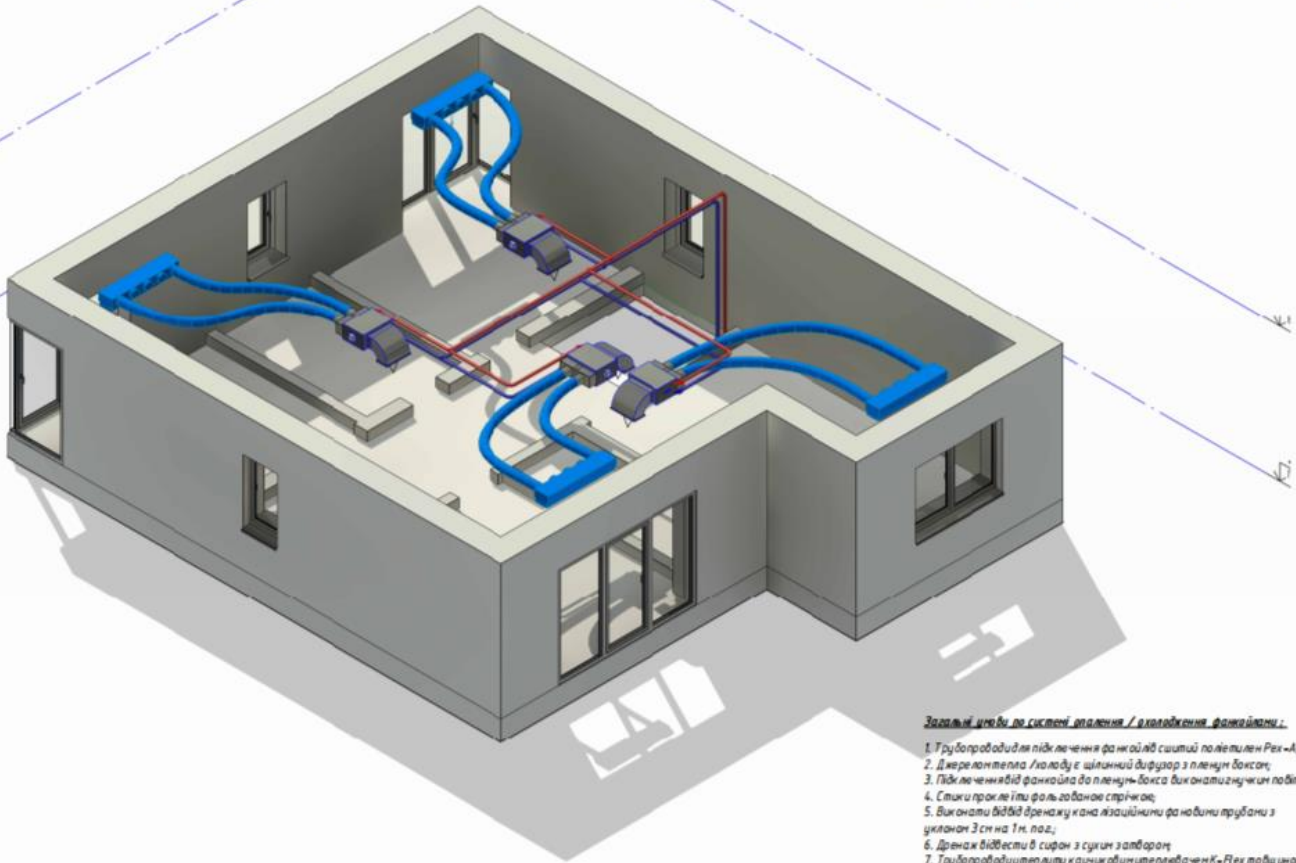
Експлікація приміщень. Поверх 02

№	Назва	Площа, м ²	Тепловтрація, Вт	Теплонакопичення, Вт
201	Хол	14,8	660	-
202	Санвузол	8	652	-
203	Дитяча кімната	11,5	1035	1208
204	Спальня 1	21,5	1935	2257
205	Спальня 2	16,4	1410	1722
206	Гардеробна	5,4	405	-
207	Санвузол	4,6	391	-
208	Кабінет	12,1	1028	1270
	Всього	94,3	7516	6457

Загальні умови по системі опалення / охолодження фанкойлами:

1. Трубопроводи для підключення фанкойлів шитий поліетилен Reh-A;
2. Держати тепло / холоду є щільний дифузор з пенумбокса;
3. Підключення від фанкойла до пенум-бокса виконати згідно з технічними вимогами повітропроводів а160;
4. Стикі проклеїти фольгуючою стрічкою;
5. Виконати відвід дренажу каналізаційними фанковими трубами з укладанням 3 см на 1 м. пог.;
6. Дренаж відвести в сифон з сухим затвором;
7. Трубопроводи дуплетити каучуком утеплювачем К-Флекс товщиною 13 мм.

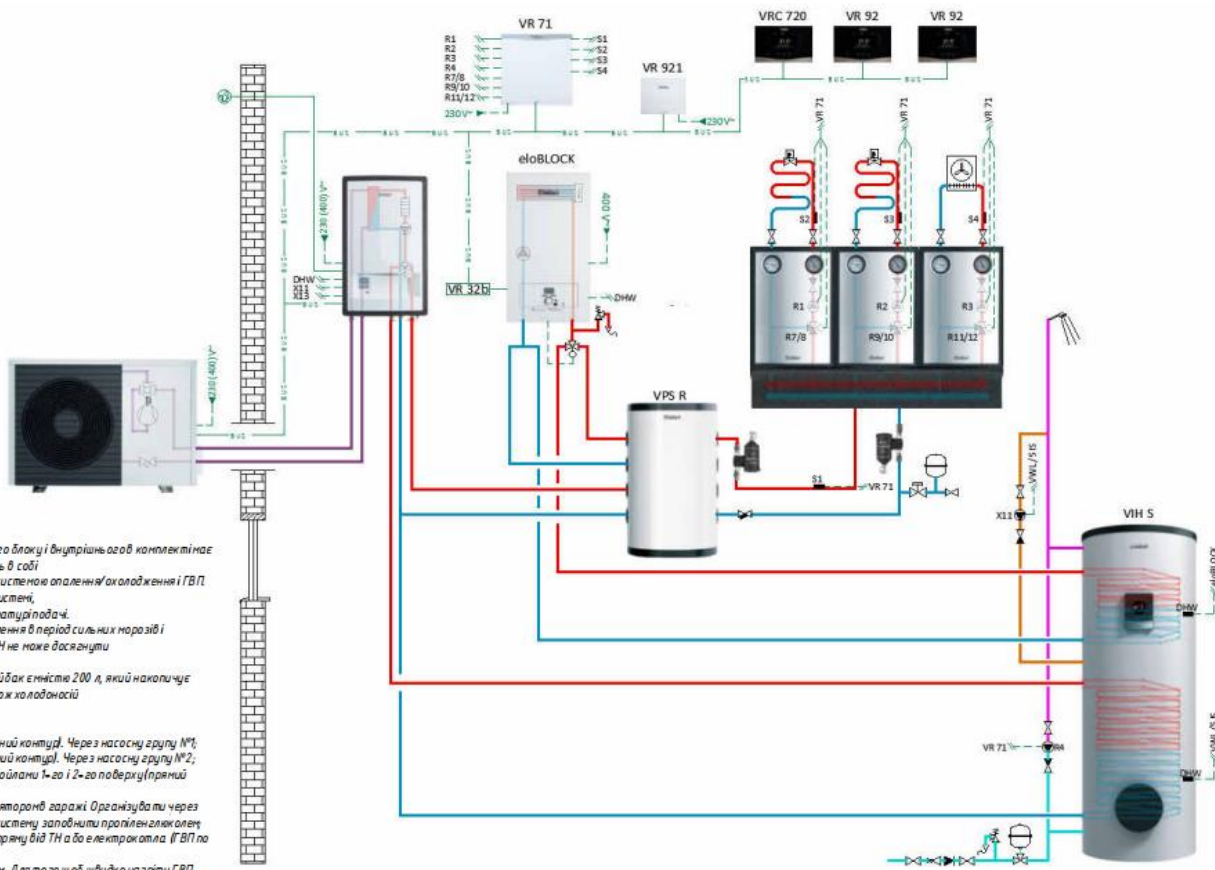




Загальні умови по системі опалення / охолодження фанкойлів:

1. Трубопровод для підключення фанкойлів системою поліетилен Rehau;
2. Держатель тепла / теплодує щільний дифузор з племінним доксом;
3. Підключення від фанкойла до племінного докса виконати з мідних повітряпроводів 160;
4. Стяжки прокладати фольгоізоляційною стрічкою;
5. Виконати відвід дренажу каналізаційними фанкойлівними трубами з ухилом 3 см на 1 м. пог.;
6. Дренаж відвести в сифон з суїчем за встановленою схемою;
7. Теплообмінник теплової камери виконати з теплообмінником K-Flex довжиною 13 м.

Принципова тепломеханічна схема котельні



Опис роботи котельні:

Тепловий насос складається з зовнішнього блоку і внутрішнього в комплекті має пульт керування. Внутрішній блок містить в собі первинний чотириходовий клапан між системою опалення/охолодження і ГВП. Пульт керування являється головною в системі, він керує роботою ТН по постійній температурі подачі. Електричний котел призначений для опалення в період сильних морозів і вмикається пультом керування якщо ТН не може досягнути заданої температури подачі.

В системі інтегрований накопичувальний бак ємністю 200 л, який накопичує теплову енергію для режиму "відтайки", а також холодною в літній період при відключенні ГВП.

Система складається з 5 контурів

1. Тепла підлога 1-го поверху (змінювальний контур). Через насосну групу №1;
2. Тепла підлога 2-го поверху (змінювальний контур). Через насосну групу №2;
3. Система опалення / охолодження фанкойлів на 1-го і 2-го поверху (прямий контур). Через насосну групу №3;
4. Тепла підлога і опалення теплоventилаторів гаражі. Організувати через протитисний теплообмінник після якого систему заповнити прогіялим гліколем;
5. Система гарячого водопостачання пряму від ТН а до електротапа (ГВП по пріоритеті)

Гаряча вода готується тепловим насосом. Для того щоб швидко нагріти ГВП низькотемпературним контуром в системі застосований спеціальний двивалентний бойлер непрямого нагрів з двома змійовиками і зі збільшеною площею змійовика в контурі підключення ТН.

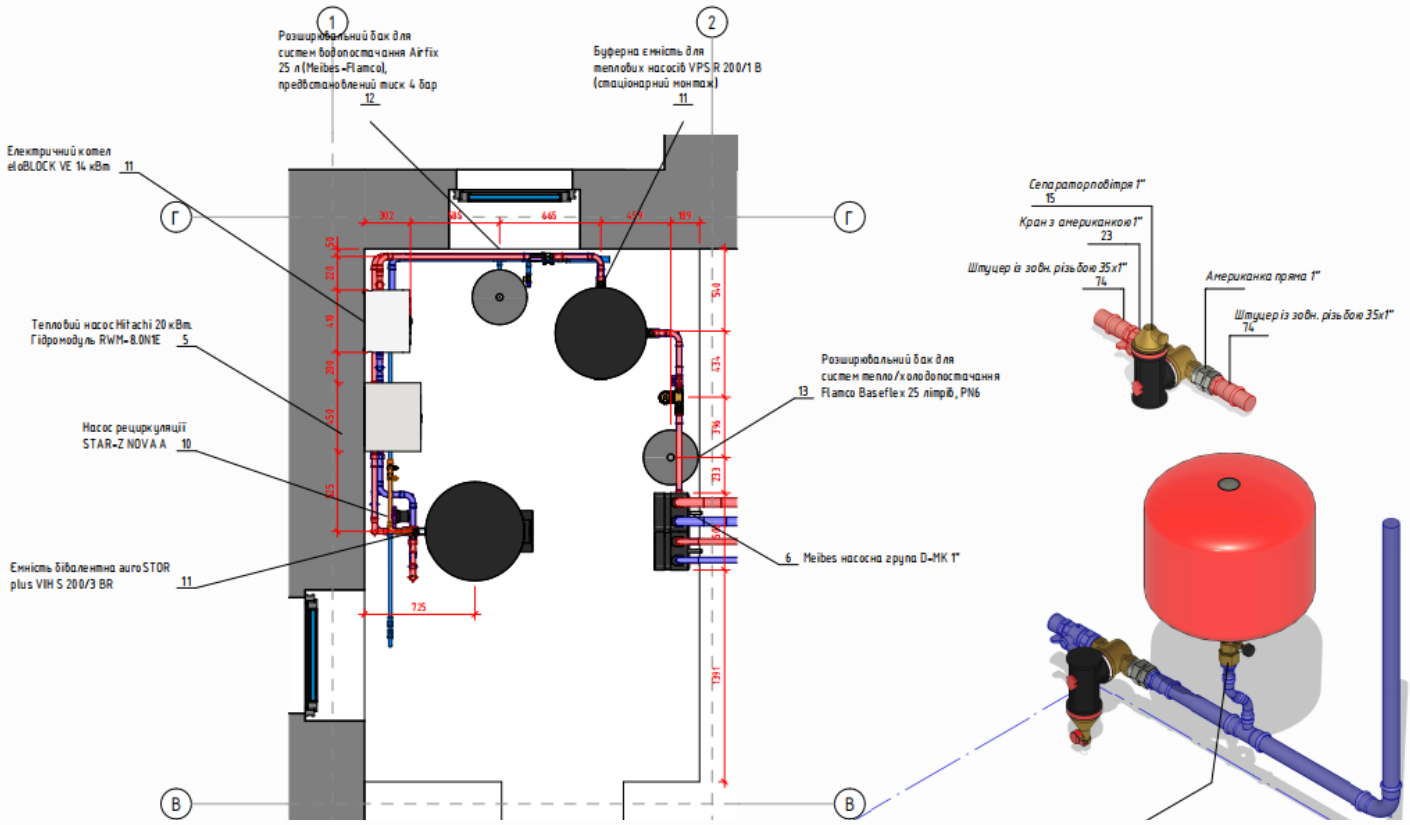
Змін.	К-пуч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата

06-2023-12 - MEP -

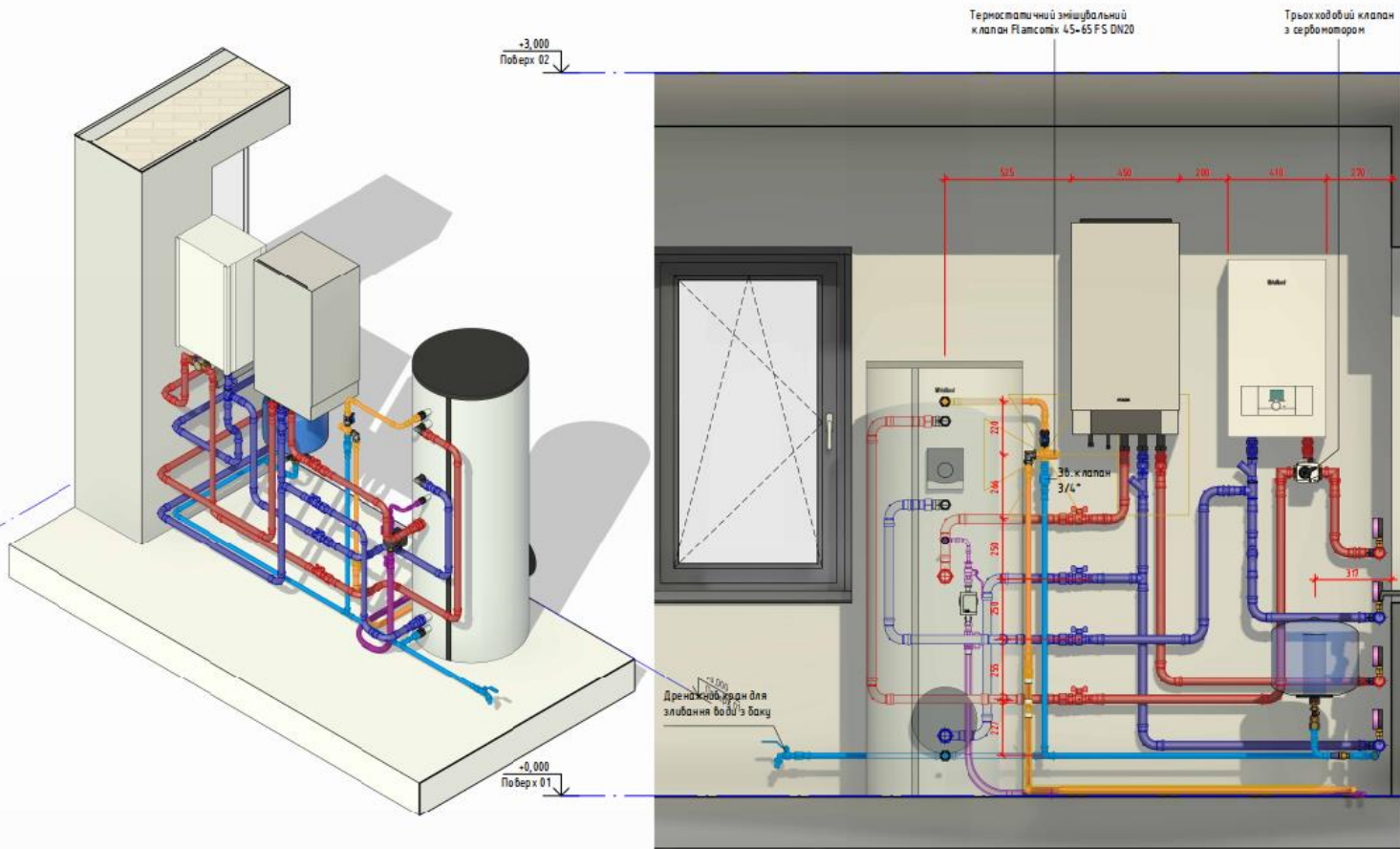
Лист

12-ТН

Поверх 01. Компонування котельні



Поверх 01. Вид котельні на ТН, Ел. котел, бойлер



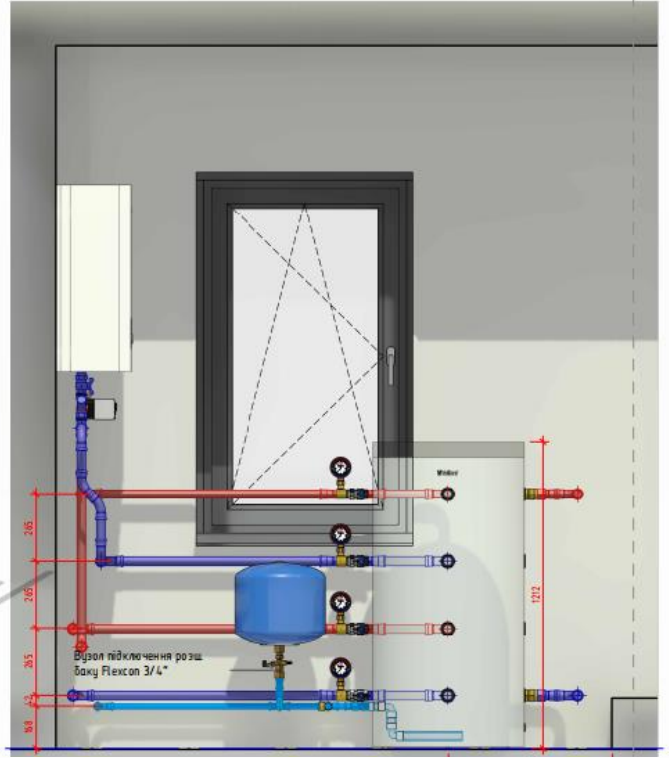
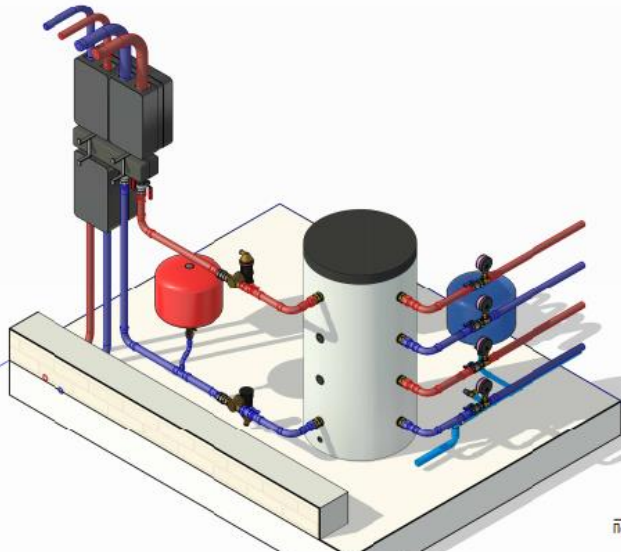
Змік.	К-т.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата

ОВ-2023-12 - МЕР -

Лист
14-ТМ

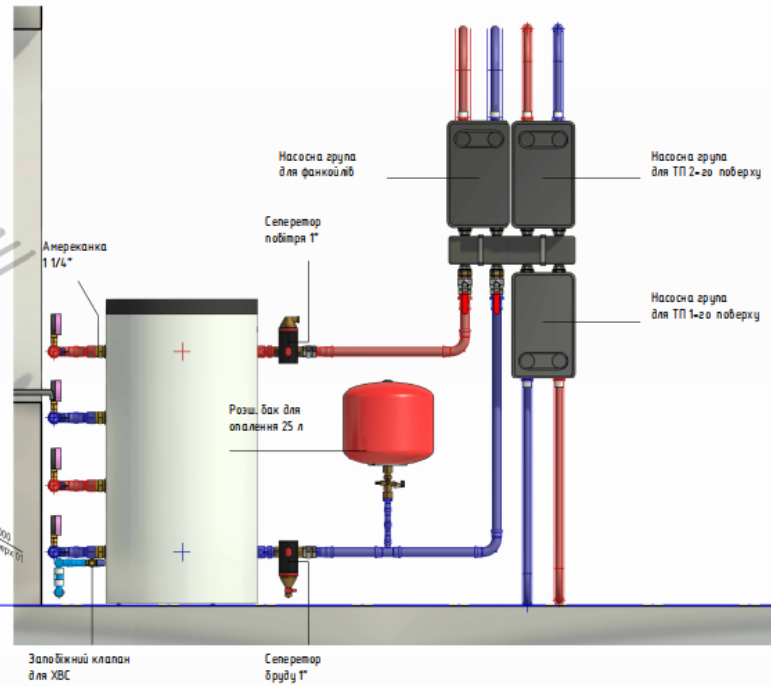
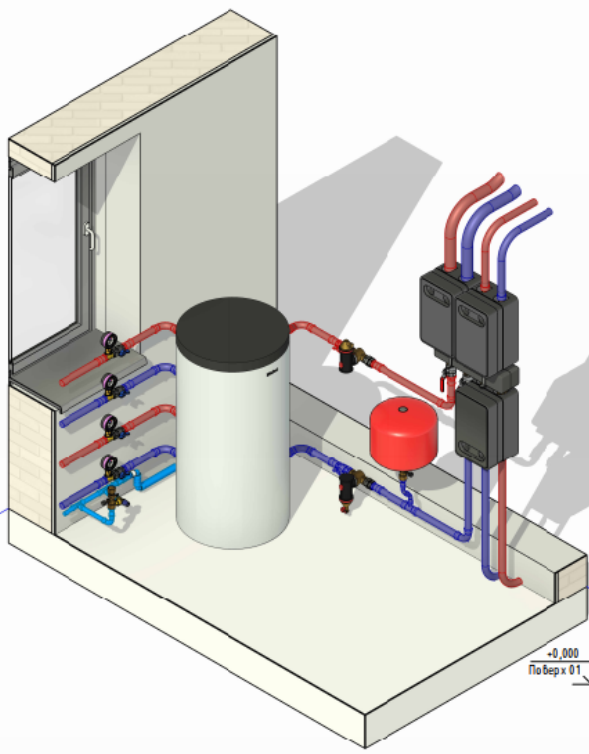
Формат А3

Поверх 01. Вид котельні на буферну ємність



Позовнено
Визн. №
Підп. і дата
№ д. 01

Поверх 01. Вид котельні на насосні групи



Позовнено
Визн. №
Підп. і дата
№ д. 01
№ д. 01

Змін.	Х-пуч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	OB-2023-12 - MEP -	Лист 16-ТМ
-------	--------	------	--------	-------	------	--------------------	------------

Специфікація обладнання

№ поз.	Найменування	Позначення	Артикул	Завод-виробник	Од.вим.	К-ть	Маса	Примітки
1	PROTHERM Котел електричний опалювальний Ray (Скам) 14KE/14...	Ray (Скам) 14KE/14 EU	0010023673	PROTHERM	шт.	1		
2	Буферна ємність для теплових насосів VPS R 200/1В...	VPS...	0010021457	VAILLANT	шт.	1		
3	UniSTOR VIH RW 200 HP Ємнісний водонагрівач непрямого нагріву	UniSTOR VIH RW 200 HP	0020214407	VAILLANT...	шт.	1		
6	Meibes насосна група D-МК 1" з насосом Grundfos UPM3 Hybrid 25-70		101.20.025.04GF			3		
5	Гідромодуль □□теплового насоса RWM-8.N.E	GOCT 21563-93	RWM-8.N.E	Viessmann	шт.	1		
6	Запобіжний клапан Flamco Presco В для водопостачання 1/2" x 1/2", 6 бар	Flamco Presco	27100	Flamco	шт.	1	0.125	
7	Зовнішній блок □□теплового насоса RAS-8WHNPE 20 кВт	RAS-8WHNPE	RAS-8WHNPE	Viessmann	шт.	1		
8	Коллектор настінний з чорної сталі до 3 опалювальних контурів (для серії Design, Покоління 8)		663012	Meibes	шт.	1		
9	Комплект арматури FlexControl 3/4" з MAG-вентилем для підключення розширювальних баків (Meibes-Flamco)		28920	Flamco	шт.	2		
10	Насос рециркуляції STAR-Z NOVA A	STAR-Z NOVA A (ROW)	4132761	Wilo	шт.	1	1 кг	
11	Пленум слот для щільного дифузора					6		
12	Розширювальний бак для систем водопостачання Air fix 25 л (Meibes-Flamco), предвстановлений тиск 4 бар		24559	Flamco	шт.	1		
13	Розширювальний бак для систем тепло/холододостачання Flamco Baseflex 25 літрів, PN6		16952	Flamco	шт.	1		
14	Рушникосушка 500x1000	Ника ЛМ6 100/47		Производственная компания 1/2 Ника	шт	3		
15	Сепаратор повітря 3/4 Flamcovent		30003	Flamco	шт.	1		
16	Сепаратор бруду Flamco Clean Smart 1 Н		30023	Flamco	шт.	1		
17	Фанкойл каналний високонапорний KPW/WB-AC-8	WA-300-V	WA-300-V	"КОРФ"	шт.	1		X-3,06; T-4,25
18	Фанкойл каналний високонапорний KPW/WB-AC-19	WA-600-V	WA-600-V	"КОРФ"	шт.	1		X-5,78; T-8,58
19	Фанкойл каналний високонапорний NPW/WB-AC-8	WA-200-V	WA-200-V	"NEO"	шт.	4		X-2,09; T-3,13
20	Электрический 3-х позиционный прибор - 230 В	ЭП - 230В	66341	Flamco	шт.	1	0.7	

Специфікація арматури трубопроводів

№ поз.	Найменування	Тип	Артикул	Завод-виробник	Од.вим.	К-ть	Маса	Примітки
21	Уронор Varig Затиск. адаптер (Евроконус) PEX 16x1,8/2,0- G3/4 "FT Euro			Уронор	шт.	46		
22	Клапан трьохходовий змішувальний		SVM-0003-014001	ESBE	шт	1	2.283	
23	Кран ВР-ЗР Американка, із важільною ручкою, PN 16 DN25		1221123	HERZ	шт	33		
24	Кран ВР-ЗР, із важільною ручкою, PN 25, DN 20	HERZ	1222802	HERZ	шт.	1		
25	Кран кульовий повнопрохідний ВР-ЗР, із важільною ручкою, PN 25, DN 32	HERZ	1222804	HERZ	шт.	2		
26	Кульовий кран поливальний, 3. DN 20	HERZ	1250302	HERZ	шт.	1		
27	Термоманометр ТМТБ	ТМТБ-31Р.1(0-120С)(0-0,25МПа) G1/2.2,5		ЗАО "РОСМА"	шт.	4	0,57	
28	Термостатичний змішувальний клапан Flamcotix 45-65 FS DN25		28770	Flamco	шт	1		
29	Фільтр сетчатый муфтовый глубокой очистки	1"	SFW-0001-000025	ООО "Терем"	шт	2	0.372	

Специфікація трубопроводів

№ поз.	Найменування	Типорозмір, ДУ мм	Артикул	Завод-виробник	Од.вим.	Довжина, м	Маса, кг	Примітки
30	Уронор_Труба_AquaNaturalPN6	20,0 мм		Уронор	<варіант>	19		
31	Уронор_Труба_AquaNaturalPN6	25,0 мм		Уронор	м.	2		
32	Уронор_Pipe_ComfortPlus_Custom	16,0 мм		Уронор		57		
33	Уронор_Труба_ComfortPlus	16,0 мм		Уронор	<варіант>	1761		
34	Уронор_Труба_RadiNaturalPN6	16,0 мм		Уронор	<варіант>	65		
35	Уронор_Труба_RadiNaturalPN6	20,0 мм		Уронор	<варіант>	53		
36	Уронор_Труба_RadiNaturalPN6	25,0 мм		Уронор	<варіант>	63		
37	Уронор_Труба_RadiNaturalPN6	32,0 мм		Уронор	<варіант>	10		
38	Уронор_Труба_Inox_S	15,0 мм		Уронор	м.	3		
39	Уронор_Труба_Inox_S	18,0 мм		Уронор	м.	3		
40	Уронор_Труба_Inox_S	22,0 мм		Уронор	м.	15		
41	Уронор_Труба_Inox_S	35,0 мм		Уронор	м.	58		

Зміст	К-ть	Лист	№ док.	Підп.	Дата
-------	------	------	--------	-------	------

ОВ-2023-12 - МЕР -

Лист
18-С0

Формат А3

З'єднувальні деталі трубопроводів

№ поз	Найменування	Тип	Типорозмір Ÿ [mm]	Артикул	Од.вим.	К-ть	Маса	Примітки
42	Uronog_Трійник_QE_PPSU	Uronog_Трійник_QE_PPSU	25-20-25	1001420		4		
43	Uronog_Трійник_QE_PPSU	Uronog_Трійник_QE_PPSU	32-25-25	1001426		2		
44	Uronog_Коліно_QE_PPSU	Uronog_Коліно_QE_PPSU	20-20	1008680		2		
45	Uronog_Коліно_QE_PPSU	Uronog_Коліно_QE_PPSU	25-25	1008681		4		
46	Uronog_Трійник_QE_PPSU	Uronog_Трійник_QE_PPSU	25-25-16	1008690		1		
47	Uronog_Трійник_QE_PPSU	Uronog_Трійник_QE_PPSU	25-25-20	1008691		5		
48	Uronog_Трійник_QE_PPSU	Uronog_Трійник_QE_PPSU	25-20-20	1008703		2		
49	Uronog_Трійник_QE_PPSU	Uronog_Трійник_QE_PPSU	25-20-20	1008711		2		
50	Uronog_ШтуцерЗовнРізьба_QE_G	20-G3/4"MT	20-20	1033438		15		
51	Uronog_ШтуцерЗовнРізьба_QE_G	25-G1"MT	25-25	1047862		10		
52	Uronog_Кільце_QE_Біле	Uronog_Кільце_QE_Біле	16a	1057453		5		
53	Uronog_Ring_QE_White	Uronog_Ring_QE_White	20a	1057454		15		
54	Uronog_Кільце_QE_Біле	Uronog_Кільце_QE_Біле	20a	1057454		23		
55	Uronog_Ring_QE_White	Uronog_Ring_QE_White	25a	1057455		10		
56	Uronog_Кільце_QE_Біле	Uronog_Кільце_QE_Біле	25a	1057455		36		
57	Uronog_Кільце_QE_Біле	Uronog_Кільце_QE_Біле	32a	1057456		2		
58	Uronog_Водорозетка_SmartAqua_QE	16-RP1/2"FT	16-15	1059822		4		
59	Uronog_Водорозетка_SmartAqua_QE	20-RP1/2"FT	20-15	1059823		2		
11	Uronog_Manifold_VarioS_LS	11X		1088054		1		
11	Uronog_Manifold_VarioS_LS	12X		1088055		1		

Погоджено

Вказ. №

Д. і дата

З'єднувальні деталі трубопроводів

№ поз	Найменування	Тип	Типорозмір Ÿ [mm]	Артикул	Од.вим.	К-ть	Маса	Примітки
62	Uronog_Коліно_Inox	Uronog_Коліно_Inox	15-15	1119065		2		
63	Uronog_Коліно_Inox	Uronog_Коліно_Inox	22-22	1119067		4		
64	Uronog_Коліно_Inox	Uronog_Коліно_Inox	35-35	1119069		33		
65	Uronog_Коліно_Inox	Uronog_Коліно_Inox	18-18	1119080		2		
66	Uronog_Коліно_Inox	Uronog_Коліно_Inox	35-35	1119083		2		
67	Uronog_Трійник_Inox	Uronog_Трійник_Inox	22-22-22	1119095		4		
68	Uronog_Трійник_Inox	Uronog_Трійник_Inox	35-35-35	1119097		1		
69	Uronog_Трійник_Inox	Uronog_Трійник_Inox	35-35-18	1119107		1		
70	Uronog_ШтуцерЗовнРізьба_Inox_R	15xR3/4"MT	20-15	1119134		1		
71	Uronog_ШтуцерЗовнРізьба_Inox_R	18xR3/4"MT	20-18	1119136		1		
72	Uronog_ШтуцерЗовнРізьба_Inox_R	22xR1/2"MT	22-15	1119137		1		
73	Uronog_ШтуцерЗовнРізьба_Inox_R	22xR3/4"MT	22-20	1119138		2		
74	Uronog_ШтуцерЗовнРізьба_Inox_R	35xR1"MT	35-25	1119142		23		
75	Uronog_ШтуцерЗовнРізьба_Inox_R	35xR1 1/4"MT	35-32	1119143		2		
76	Uronog_ШтуцерВнРізьба_Inox_Rp	15xRp3/4"FT	20-15	1119147		1		
77	Uronog_ШтуцерВнРізьба_Inox_Rp	22xRp3/4"FT	22-20	1119151		5		
78	Uronog_ШтуцерВнРізьба_Inox_Rp	22xRp1"FT	25-22	1119152		2		
79	Uronog_ШтуцерВнРізьба_Inox_Rp	35xRp1"FT	35-25	1119155		6		
80	Uronog_ШтуцерВнРізьба_Inox_Rp	35xRp1 1/4"FT	35-32	1119156		8		

Погоджено

Вказ. №

Д. і дата

№ табл.

Змін.	К-ть	Лист	№ док.	Підп.	Дата	Лист
						20-С.0

OB-2023-12 - МЕР -

Формат А3А

