

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, теплоенергетики та теплопостачання
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра інженерних систем в будівництві
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:
**«Енергоефективна комбінована система теплопостачання
будівлі котеджного типу»**

Виконала: студентка 2-го курсу, групи ТГ-20м
спеціальності 192 – Будівництво та

цивільна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Осадчук Н.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор каф. ІСБ

Коц І.В.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. БМГА

Христинч О.В.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІСБ

д.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, теплоенергетики та газопостачання
Кафедра Інженерних систем у будівництві
Рівень вищої освіти II (магістерський)
Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

(підпис)

« » 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Осадчук Наталії Миколаївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) **Енергоефективна комбінована система теплопостачання будівлі котеджного типу**

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

затверджена наказом закладу вищої освіти № 277 від «24» вересня 2021 р.

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 20 грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи): Архітектурно будівельні креслення плану 1-го та 2-го поверху. Для наукової частини роботи вихідними даними є аналітичний огляд систем теплопостачання на основі ґрунтових теплообмінників, а також результати досліджень інших авторів.

4. Зміст текстової частини: 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, вузлові креслення основного обладнання, аксонометричні схеми; календарний план монтажу системи.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітичний огляд сучасного стану використання теплонасосних установок та сонячних колекторів для будинків котеджного типу	Коц І.В., проф.		
Теоретичне та проєктне обґрунтування параметрів систем теплопостачання індивідуального будинку	Коц І.В., проф.		
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	Коц І.В., проф.		
Охорона праці та техніка безпеки	Поліщук О.В., доц.		
	Кобилянська І.М., доц.		
Техніко – економічні показники. Економічне обґрунтування	Лялюк О.Г., доц.		

7. Дата видачі завдання _____ 4 вересня 2021 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Складання вступу до МКР	07.09.2021	вик.
2	Аналітичний огляд сучасного стану використання теплонасосних установок та сонячних колекторів для будинків котеджного типу.	29.09.2021	вик.
3	Теоретичне та проєктне обґрунтування параметрів систем теплопостачання індивідуального будинку.	12.10.2021	вик.
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	27.10.2021	вик.
5	Техніко – економічні показники	09.11.2021	вик.
6	Охорона праці та техніка безпеки	14.11.2021	вик.
7	Економічне обґрунтування	22.11.2021	вик.
8	Матеріали презентації МКР, креслення, плакати	29.11.2021	вик.
9	Попередній захист	01.10.2021	вик.
10	Відгук опонента (рецензента)	06.12.2021	
11	Захист МКР	21.12.2021	

Магістрант _____

(підпис)

Осадчук Н.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____

(підпис)

Коц І.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 697.31

Осадчук Н.М. Енергоефективна комбінована система теплопостачання будівлі котеджного типу. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2021. 129 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 46 назв; рис.: 27; табл. 15.

У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено проект теплопостачання будівлі котеджного типу з використанням ґрунтових насосів та сонячних колекторів. Також в даній роботі проведено аналітичний огляд характеристик систем теплопостачання в залежності від їх конструктивних рішень. Проведено аналіз існуючих методик та рекомендацій щодо теоретичних розрахунків.

Здійснено теоретичне та проєктне обґрунтування параметрів системи теплопостачання із використанням систем теплового насосу. Змодельовано тепломасообмінні процеси в приватному котеджі.

Розроблено заходи з організаційно-технологічного забезпечення реалізації проєктних рішень монтажу системи теплопостачання. Визначено необхідні матеріали, їх кількість, потребу в допоміжних матеріалах, необхідні інструменти, визначено склад ланок та розряд робітників. Визначено склад та об'єм робіт, обрано методи їх виконання. Визначено трудомісткість монтажних робіт, на основі якої складено графік виконання робіт.

Виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованих варіантів систем теплопостачання. Складено локальні кошториси монтажу запропонованих систем.

Графічна частина містить плани першого поверху, план другого поверху і опалювальних приладів та схемами прокладання трубопроводів системи теплопостачання, аксонометричні схему систем опалення; монтажні креслення, календарний план монтажних робіт системи теплопостачання, графіки руху

робітників, графіки руху машин та механізмів.

Графічна частина складається з 10 плакатів та креслень із результатами проектування.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як причини виникнення, дія на організм людини та нормування шкідливих та небезпечних виробничих факторів у виробничому приміщенні. Також наведено рекомендації щодо техніки безпеки під час виконання монтажних робіт, розраховано захист від ураження електричним струмом у випадку дотику до металевих неструмопровідних частин, які можуть опинитись під напругою внаслідок пошкодження ізоляції. Розроблено і запропоновано рекомендації із експлуатації, заходи з енергозбереження, для розробки заходів з охорони праці .

Ключові слова: ґрунтовий насос, сонячний колектор, енергозбереження, комбінована система теплопостачання.

ABSTRACT

Osadchuk N.M. Energy efficient combined heat supply system of a cottage type building. Master's degree in specialty 192 - construction and civil engineering, educational program - heat and gas supply and ventilation.

In Ukrainian language. Bibliographer: 46 titles; fig.: 27; tabl. 15.

In the master's qualification work the project of heat supply of the cottage type building with the use of ground pumps and solar collectors is developed. In this paper an analytical review of the characteristics of heat supply systems is carried out, depending on their constructive solutions. The analysis of existing methods and recommendations for theoretical calculations was carried out.

The theoretical and design justification of the parameters of the heat supply system with the use of heat pump systems is carried out. Heat and mass exchange processes in the house have been simulated.

Measures have been developed for organizational and technological support for the implementation of design solutions for the installation of the heat supply system. The necessary materials, their quantity, the need for auxiliary materials, the necessary tools, the composition of the sections and the category of workers are determined. The composition and amount of work are determined, methods of their execution are selected. The complexity of installation work is determined, on the basis of which the schedule of work execution is compiled. The feasibility study of the proposed variants of the heat supply system has been fulfilled. Local estimates of the installation of the proposed systems have been made.

The graphic part contains the plans of the first floor, the plan of the second floor and heating devices and schemes of laying pipelines of the heating system, axonometric schemes of heating systems; installation drawings, calendar plan of installation works of the heating system, schedules of movement of workers, schedules of movement of machines and mechanisms.

The graphical part consists of 10 posters.

The section of labor protection deals with such issues as the causes, effects on the human body and the rationing of harmful and dangerous production factors in the production premises. Recommendations on safety during installation work are also given, protection against electric shock in case of contact with metal non-conductive parts, which may be energized due to insulation damage, is calculated. Recommendations on operation, measures on energy saving, for development of measures on labor protection are developed and offered.

Key words: ground pump, solar collector, energy saving, combined heat supply system.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ТА СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ДЛЯ БУДИНКІВ КОТЕДЖНОГО ТИПУ	9
1.1 Загальна характеристика та аналіз існуючих видів і режимів роботи теплових насосів	9
1.2 Геліотеплонасосні системи теплопостачання	14
1.4 Визначення найбільш доцільного варіанту системи теплопостачання...	16
1.5 Техніко-економічні обґрунтування.....	18
1.5.1 Потенціал теплових насосів.....	18
1.5.2 Окупність теплового насоса.....	25
1.6 Висновки до розділу.....	28
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЕКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ КОТЕДЖНОГО ТИПУ	29
2.1 Теоретичне обґрунтування параметрів систем	29
2.1.1 Характеристика досліджуваної системи, її технічні можливості та економічна доцільність.....	29
2.1.2 Обґрунтування проектної потужності об'єкта.....	29
2.1.3 Наявність сировинної бази, забезпечення основними матеріалами та енергоресурсами.....	29
2.1.4 Обґрунтування розміщення об'єкта	30
2.1.5 Оцінка впливів на навколишнє середовище.....	30
2.2 Математичне моделювання оцінки надійності джерела енергії системи теплопостачання із використанням ґрунтового теплового насосу	30
2.3 Моделювання теплотехнічних процесів, що визначають технічні характеристики системи.....	47
2.3.1 Кліматологічна характеристика району будівництва.....	47
2.3.2 Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції будівлі....	47
2.3.3 Розрахунок опору теплопередачі зовнішніх стін будівлі, та підбираємо оптимальну товщину утеплювача.....	49
2.3.4 Розрахунок горищного перекриття.....	51
2.3.5 Розрахунок вікон.....	53
2.4 Розрахунок теплових втрат приміщення.....	54
2.5 Вибір опалювальних приладів.....	55
2.6 Конструювання системи опалення.....	55
2.7 Гідравлічний розрахунок трубопроводів.....	56
2.8. Підбір обладнання.....	57
2.8.1 Підбір циркуляційних насосів.....	58

2.8.2 Підбір розширювального бака.....	58
2.9 Розроблення схеми влаштування теплового насосу	58
2.10 Гідравлічний розрахунок ґрунтових зондів.....	59
2.11 Висновки до розділу.....	61
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ	
ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	63
3.1 Організаційно-технологічне забезпечення монтажу	63
3.1.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту.....	63
3.1.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи.....	64
3.1.3 Основні та допоміжні матеріали і вироби, склад і об'єми робіт.....	68
3.1.4 Склад і об'єми робіт систем тепlopостачання.....	69
3.1.5 Монтаж обладнання систем тепlopостачання.....	73
3.1.6 Випробування та пуск системи.....	74
3.1.7 Підбір машин, механізмів, пристосувань.....	75
3.1.8 Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт.....	75
3.1.9 Витрати на паливні та енергетичні ресурси.....	78
3.1.10 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану....	79
3.2 Експлуатація, налагодження та ремонт устаткування.....	81
3.2.1 Вказівки із техніки безпеки при влаштуванні та експлуатації теплового насоса	81
3.2.2 Експлуатація геліоустановок	82
3.2.3 Монтаж колекторів	84
3.2.4 Обслуговування і поточний ремонт елементів сонячних систем заповнення первинного контуру теплоносієм.....	87
3.2.5 Монтаж ґрунтового насосу.....	92
3.2.6 Заходи щодо зменшення шкідливого впливу шуму для ґрунтового насосу.....	92
3.2.7 Прийняття в експлуатацію ґрунтового насосу.....	93
3.2.8 Технічне обслуговування і ремонт ґрунтового насосу.....	93
3.3 Заходи з енергозбереження та охорони довкілля.....	94
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	96
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації.....	101
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	106
4.3 Умови роботи в небезпечній ситуації.....	115
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СИСТЕМИ.....	119
5.1 Величина капіталовкладень.....	119
5.2 Загальні техніко-економічні показники.....	119
5.2.1 Кошторис.....	121
5.3 Висновки до розділу.....	126
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	127
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	130

Додаток А (Технічне завдання).....	137
Додаток Б (Ілюстративна частина).....	141
Додаток В (Розрахунок тепловтрат).....	150
Додаток Г (Гідравлічний розрахунок).....	152
Додаток Д (Акт).....	153

ВСТУП

Актуальність теми: Енергозбереження є недосконалим на етапі розбудови сучасної економіки. Забезпечення постійного розвитку енергозбереження є актуальною та першочерговою справою.

Переважає більшість систем опалення індивідуальних житлових будинків у містах та селищах України здебільшого є нераціональними та неефективними. При цьому, найбільш проблемною є сфера централізованого опалення населених пунктів. До основних проблем можна віднести:

- зношеність магістрального обладнання, яке має потребу у великих коштах на його оновлення;
- велика довжина транспортного плеча, яка приводить до витрат тепла в процесі його постачання, знижує коефіцієнт корисної дії системи (ККД) і не дозволяє забезпечити високу якість опалення;
- економічно необґрунтовано існуючі тарифи на даний вид послуг, які не забезпечують потрібного рівня консолідації фінансових і матеріальних ресурсів для утримання вже існуючої системи та її модернізації.

Еефективність системи призводить до великих трат коштів при використанні паливно-енергетичних ресурсів (витрати палива для виробництва тепла на душу населення в період опалення в Україні набагато вище, ніж в розвинених країнах світу, котрі вже багато років проводять активну політику енергозбереження).

Енергозбереження на даному етапі – це не тільки бережне використання енергії та палива, а й технологічна політика, яка вимагає наукового погляду на існуючі технології виробництва, розподілу та використання енергії, а отже – це вся технологічна основа виробництва сучасного суспільства. З точки зору використання енергії, праці, основних фондів, сировини та матеріалів для виробництва тепла найбільш розумним способом.

Енергозбереження та скорочення викидів є одним із найактуальніших завдань сьогодення, не лише місцевого, а й загальнодержавного. За сучасних умов виробництва тепла неможливо використовувати енергозберігаючі технології.

Тому є нагальна потреба реформувати та створити альтернативну систему автономного опалення та гарячого водопостачання на основі енергозберігаючої інновації. Створення умов для здорової конкуренції в цьому секторі покращить якість послуг та знизить тарифи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська кваліфікаційна робота виконана у відповідності до тематичного плану науково-дослідних робіт, що виконуються кафедрою інженерних систем в будівництві: 93К2 «Розробка енергоефективних систем теплогазопостачання, вентиляції і кондиціонування в галузі будівництва та цивільної інженерії»

Мета і завдання дослідження: Метою даної роботи є розробка конструктивних рішень та теоретичне обґрунтування енергоощадних систем створення і забезпечення нормованих параметрів теплопостачання на основі сонячних колекторів та ґрунтових теплообмінників для індивідуальних житлових будинків. Для досягнення поставленої мети визначено такі **основні завдання:**

1. Проведено аналітичний огляд сучасного стану використання теплових насосів та сонячних колекторів для теплопостачання індивідуальних будинків котеджного типу.
2. Виконано теоретичне і проєктне обґрунтування робочих параметрів системи теплопостачання.
3. Розроблено моделі теплообмінних процесів систем.
4. Розроблено заходи з організаційно-технологічного забезпечення для виконання проєктних рішень.
5. Підготовано рекомендації про заходи з енергозбереження.

Об'єктом дослідження є система теплопостачання індивідуальних будинків котеджного типу.

Предметом дослідження є закономірності теплообмінних та гідродинамічних процесів використання відновлювальних джерел енергії в системах забезпечення теплопостачання.

Наукова новизна:

1. Уточнено математичну і фізичну модель тепломасообмінних процесів при проектуванні системи теплопостачання на основі комбінованого застосування сонячних колекторів та ґрунтових теплообмінників, що дає право обґрунтування вибору їх раціональних характеристик та параметрів із врахуванням 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.

Практичне значення:

Розроблено проєкт комбінованої системи теплопостачання на основі ґрунтових теплообмінників, що в своєму складі має тепловий насос, сонячні теплові колектори та резервний електричний котел. Така система може використовуватись при будівництві нових та при термомодернізації існуючих приватних будинків, закладів соціально-бюджетної сфери та громадських будівель.

Розроблено науково обґрунтовану методику та рекомендації щодо практичного використання аналогічних комбінованих систем теплопостачання.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Основні результати дослідження та окремі розділи магістерської кваліфікаційної роботи доповідалися: на міжнародних науково-технічних конференціях: «Енергоефективність в галузях економіки України», «Науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання», «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи»

(м. Вінниця, 2020-2021р.) [17]

Публікації. Основні результати роботи опубліковані в тезах до вищеназваних

¹ Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами: ДСТУ Б В.2.5-44:2010. – [Чинний від 2.02.2010]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2010

конференцій та у матеріалах доповідей у ВНТУ. [17]

Структура та обсяг магістерської кваліфікаційної роботи. Робота складається із вступу, п'яти розділів основної частини, загального висновку, списку використаних літературних джерел з найменувань та додатків. Робота викладена на 135 сторінках, містить рисунків 20 таблиць та 10 аркушів креслень.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ТА СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ДЛЯ БУДИНКІВ КОТЕДЖНОГО ТИПУ

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

Тепловий насос — агрегат, який переносить розсіяну теплову енергію в опалювальний або водогрійний контур. Принцип роботи теплової помпи базується на замкнутому циклі Карно.

Теплові насоси, в основному, як первинне джерело тепла використовують природну енергію води, ґрунту чи повітря. Проте, вони також можуть використовувати і будь-яку іншу відпрацьовану технологічну теплоту.

Для можливості практичного використання цих джерел тепла потрібно прийняти до уваги такі показники:

- велика кількість;
- здатність мати високі акумулюючі властивості;
- великий діапазон температур;
- значна регенерація регенерація;
- економічне отримання;
- малі витрати на технічне обслуговування.

Збір тепла із ґрунту при використанні теплових насосів відбувається за допомогою монтажу в ґрунті на великій площі систем полімерних труб. Пластикові труби прокладаються в ґрунті завглибшки 1,2-1,5м. Довжина трубопроводів не має бути більшою за 100м, бо в протилежному випадку будуть великі втрати тиску і знадобиться велика продуктивність насосів. На кінцях трубопроводу з'єднуються

розподільними гребінками подавальної та зворотньої магістралей, які мають розміщуватися трохи вище самих труб щоб мати змогу видаляти повітря із системи. Кожен трубопровід має мати індивідуальну запірну арматуру. Рідина перекачується циркуляційним насосом полімерними трубами і при цьому забирає зібране в ґрунті тепло .

Зазвичай це практично неможливо через велику площу, яку займає укладання ґрунтових колекторів у новобудовах. Тому сьогодні віддають перевагу вертикальним земляним теплосондам глибиною до 50-150 м. Зонд складається з поліетиленової труби. Зазвичай паралельно встановлюють 4 труби (подвійний U-образний зонд). Рідина стікає з розподільника по двох трубах, а потім повертається в колектор по двох трубах [2].

Використання підземних вод має бути погоджено відповідним відділом. Для отримання тепла необхідно пробурити всмоктувальні або наскрізні свердловини. Кількість води має відповідати ліміту, щоб запобігти проблемам у роботі свердловини. На жаль, кількість і якість підземних вод не завжди достатні.

Для теплових насосів повітря-вода параметри джерела тепла встановлюються конструкцією або розмірами обладнання. Потрібний об'єм повітря подається в випарник вбудованим вентилятором через повітропровід і охолоджується. Повітряні теплові насоси можуть працювати в моновалентному режимі при температурах до -15 °С.

Контур ґрунтового колектора розташований на глибині від 1,2 до 1,5 м. Температура тут досить стабільна протягом усього року. Довжина кожного контуру колектора повинна дорівнювати сусідньому контуру, щоб уникнути гідравлічного падіння по контуру. Теплосбірна трубка розміщується в ґрунті під невеликим кутом, щоб уникнути заповітрявання, і збирається на гребінці для збору тепла, де теплоносій надходить у тепловий насос і передає накопичене тепло. Для укладання земляного колектора потрібно багато земляних робіт.

² Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами: ДСТУ Б В.2.5-44:2010. – [Чинний від 2.02.2010]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2010

Як свідчать результати досліджень минулих років, кількість наявного тепла та розміри необхідної площі значною мірою залежать від теплофізичних властивостей ґрунту та сонячної енергії, тобто кліматичних умов. Теплові властивості ґрунту, такі як об'ємна теплоємність і теплопровідність ґрунту, значною мірою залежать від його складу та умов. Основними факторами впливу є вміст у водіймі мінеральних компонентів, таких як кварц і польовий шпат, а також частка і розмір заповнених пір. Можна сказати, що накопичення і теплопровідність ґрунту, чим вище вміст води, тим більша частка мінеральних компонентів і менше пор.

Потужність, яка відбирається з ґрунту при влаштуванні теплового насоса горизонтальним методом складає від 10 до 35 Вт/м³, а саме:

- сухий піщаний ґрунт : $q_{\text{Г}} = 10-15 \text{ Вт/м}^2$;
- вологий піщаний ґрунт : $q_{\text{Г}} = 15-20 \text{ Вт/м}^2$;
- сухий глинистий ґрунт : $q_{\text{Г}} = 20-55 \text{ Вт/м}^2$;
- вологий глинистий ґрунт : $q_{\text{Г}} = 25-30 \text{ Вт/м}^2$;
- ґрунт із ґрунтовими водами : $q_{\text{Г}} = 30-35 \text{ Вт/м}^2$.

У порівнянні з ґрунтовими насосами, установка вертикальних зондів вимагає менше земляних робіт і менший час монтажу. Розміщують зонд в колодязі, а потім заповнюють колодязь спеціальним розчином-бентонітом, який має високу теплопровідність.

Коли тепловий насос встановлений вертикально, потужність, отримана від землі, трохи вище, ніж у наземного колектора, яка становить 20~70

Вт/м, а саме: «поганий» ґрунт (суха осадова порода) : $q_{\text{В}} = 20 \text{ Вт/м}$;

- нормальна тверда кам'яна порода і насичена водою осадова порода: $q_{\text{В}} = 50 \text{ Вт/м}$;

³ Viessmann Werke Инструкция по проектированию тепловых насосных установок/ W. Viessmann – Allendorf: Redaktion&Gestaltung solarcontact. – 2004. 5829 122-6 GUS

- тверда кам'яна порода із високою теплопровідністю : $q_v = 70 \text{ Вт/м}$.

Також визначено, що зі збільшенням відстані між трубами, їх взаємовплив понижується і підвищується температура ґрунту в площині симетрії між трубами, іншими словами, можна сказати, що підвищується акумульоване тепло ґрунтом. Тому, мінімальна відстань між двома земляними зондами при глибині 100 м та більше має складати мінімум 6 м [2].

Сьогодні, існує два головних режими роботи теплового насоса:

1. моновалентний;
2. бівалентний.

Коли ґрунтові насоси можуть забезпечити все тепlopостачання будівлі як один єдиний теплогенератор, то це моновалентний режим. Відповідно до умов для цього випадку система розділення тепла має бути розрахована на температуру подачі менше за максимальну температуру подачі теплового насоса. Проте, великий коефіцієнт експлуатування агрегату може бути досягнутий лише у поєднанні із системою розподілення теплоти із максимальною температурою подачі біля $35 \text{ }^\circ\text{C}$.

На рис. 1.1 зображено принцип роботи теплового насосу в моновалентному режимі, де вертикальна вісь зображує навантаження в %, а горизонтальна – зовнішню температуру в $^\circ\text{C}$.

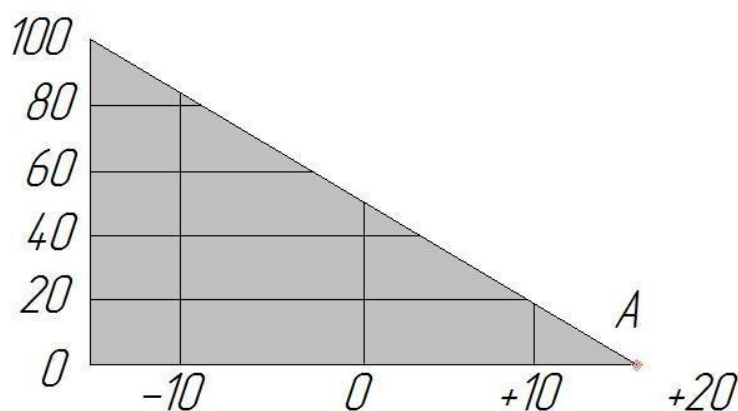


Рис. 1.1 – Принцип роботи теплового насосу в моновалентному режимі.

За останні час найкраще проявив себе бівалентний режим. Установлюють два теплогенератора для забезпечення цього режиму. За допомогою контролера в залежності від температури надворі та теплоспоживання ,відбувається увімкнення допоміжного теплогенератора.

Потужність ґрунтового насосу ефективно повинна бути як 50-70% від максимального теплоспоживання будівлі.

На рис. 1.2 зображено принцип роботи теплового насосу в бівалентному альтернативному режимі, при якому вертикальна вісь зображує навантаження в %, а горизонтальна – зовнішню температуру в °С.

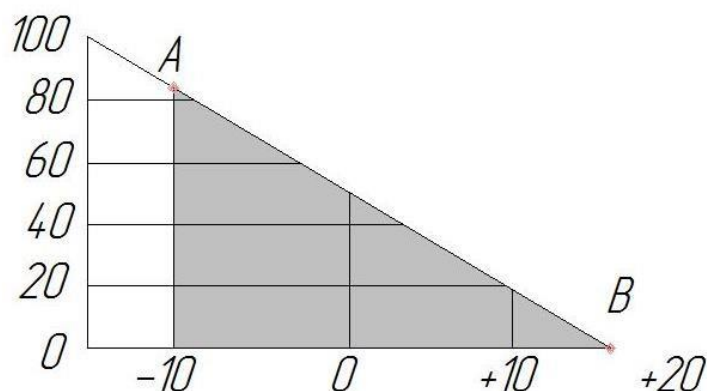


Рис. 1.2 – Принцип роботи теплового насосу в бівалентному альтернативному режимі. А – точка бівалентності; В- температура опалення

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

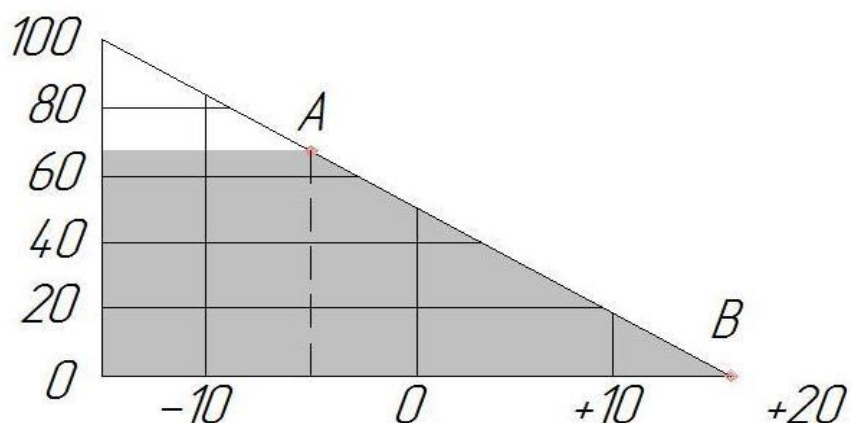


Рис. 1.3 – Принцип роботи теплового насосу в бівалентному допоміжному режимі. А – точка бівалентності; В – температура опалення.

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

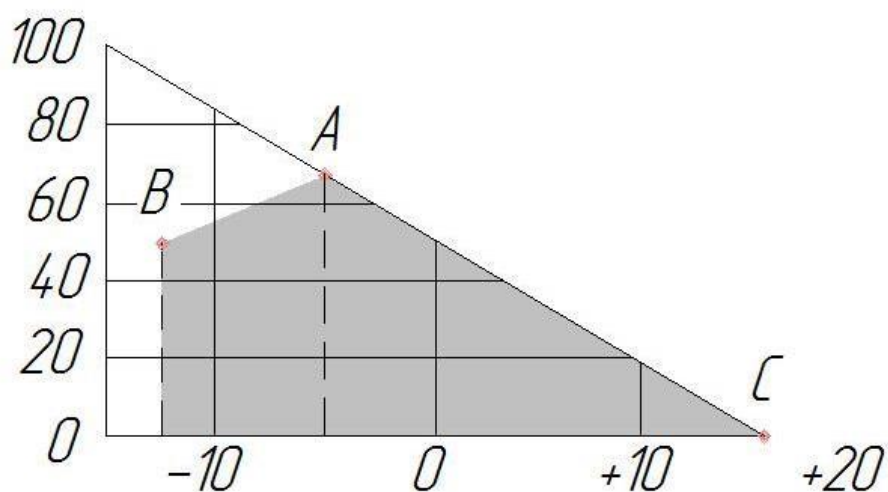


Рис. 1.4 – Принцип роботи теплового насосу в бівалентному комбінованому режимі. А – точка бівалентності; В – точка вимкнення теплового насосу; С – температура опалення.

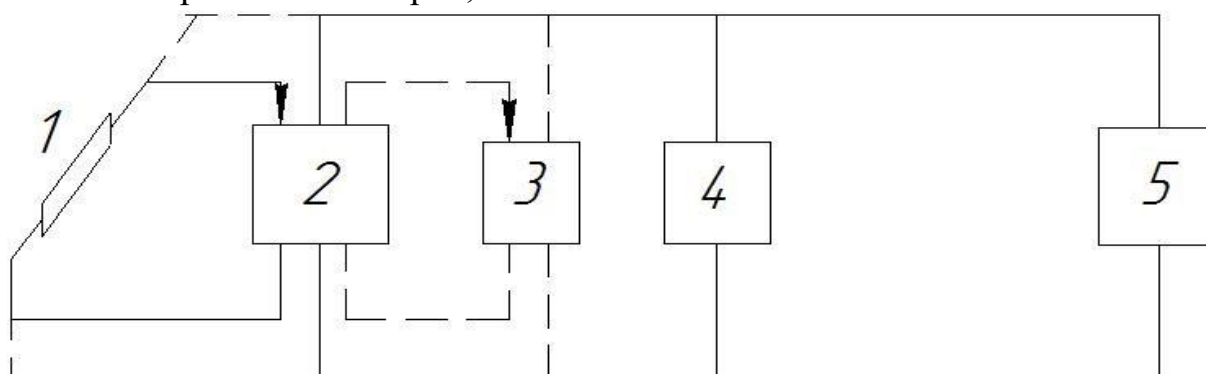
1.2 Геліотеплонасосні системи теплопостачання

Геліотеплонасосні системи теплопостачання (ГТНСТ) поєднують елементи теплонасосних установок і геліосистем (рис. 1.5). Вони розділяються на пасивні і активні. У склад активних геліосистеми входять:

- колектор сонячної енергії (СК), який існує для нагрівання рідкого або газоподібного теплоносія за рахунок тепла поглиненого сонячного випромінювання;
- акумулятор теплоти, у якому накопичується енергія для використання в періоди відсутності або недостатньої кількості сонячної радіації;
- додаткове (резервне) джерело енергії (ДДЕ);
- вентилятор або насос для подачі теплоносія;
- трубопроводи для сполучення й теплообмінні пристрої для передачі теплоти у двох- і багатоконтурних системах;
- пристрої для керування режимами роботи системи.

Рис. 1.5 Принципова схема геліотеплонасосної системи теплопостачання:

1 - колектор сонячної енергії;



2 - акумулятор теплоти;

3 - тепловий насос;

4 - додаткове (резервне) джерело теплоти;

5 - споживачі теплоти

В системі пасивного типу енергія сонця накопичується і уловлюється в

огороджувальних конструкціях, самого будинку або в приміщенні, що прибудоване до нього, а теплоносій рухається за допомогою природної конвекції.

Важливим фактором ефективного використання енергії сонця є вірне проектування самого будинку з ціллю пониження потреби в теплі. Також до системи активного типу додають елементи пасивного використання сонячної енергії.

Теплові насосні агрегати споживають низько потенційне тепло навколишнього середовища й ВЕР для теплопостачання. Поєднання сонячних і теплонасосних установок у цілісну систему, представляє деякі технічні та економічні переваги.

На сьогодні є основні схеми ГТНСТ: паралельна і послідовна. Розглянемо більш детально послідовну схему її головними особливостями є:

- тепло підводиться від СК при температурі 3...40 °С, що створює потенціал високого коефіцієнта перетворення теплового насоса (порядку 3...7) при роботі в парокомпресійному циклі, до того ж у позначеному діапазоні температур СК має високий ККД;

використання спеціалізованого теплового насоса, велика ефективність ГТНСТ, що забезпечує велику частину сонячної енергії в покритті теплового навантаження, при цьому в умовах холодного клімату треба великі площі поверхні СК;

- електричне джерело енергії використовують як додаткове, для якого коефіцієнт перетворення дорівнює 1, що набагато знижує величину сезонного коефіцієнта перетворення системи [4].

1.3 Визначення найбільш доцільного варіанту системи теплопостачання

Для даного котеджу планується запроектувати і використати індивідуальну систему теплопостачання. Передбачається те, що трубопроводи будуть виготовлені з поліпропіленових та металопластикових труб. Металеві панельні

⁴ Геліотеплонасосні системи теплопостачання [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://pidruchniki.com/70575/tehnika/gelioteplonasosni_sistemi_teplopostachannya

радіатори «KERMI» з нижнім підключенням, будуть використані як опалювальні пристрої. Теплоносій – це вода з параметрами 60 – 80 °С.

Порівняємо два варіанти опалювальних пристроїв - реєстри з гладких сталевих труб та радіатори.

Радіатори

Переваги:

- великий діапазон потужностей;
- просто обслуговувати та монтувати ;
- значний коефіцієнт тепловіддачі;
- досить невисока вартість.

Недоліки:

- відносно малий термін експлуатації. [5]

Регістри

Переваги:

- довговічність;
- висока теплова потужність.

Недоліки:

- висока ціна виготовлення приладу;
- велика вага приладу [6].

В результаті порівняння ми зробили висновок про те, що як опалювальні прилади приймаємо сталеві панельні радіатори.

⁵ Переваги радіаторів та недоліки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ecotown.com.ua/news/Perelahy-ta-nedoliky-radiatoriv-pobutovoho-opalennya/>

⁶ Регістри [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://montagnik.com/domovedenna/1938-registryopalena.html>

Порівняємо два варіанти виконання системи опалення із поліпропіленових та металопластикових труб:

Поліпропіленові трубопроводи Переваги:

- електрична безпека;
- невелика вага;
- доступність за ціною ;
- стійкість до речовин, які є агресивними;
- мала шорсткість стінок;
- довгий термін служби близько 50 років.

Недоліки:

- жорсткість, поліпропіленову трубу дуже важко пошкодити;
- нестійкість до температурних режимів. Гаряча вода є причиною лінійного розширення труб;
- наявність паяльника. З'єднання різних труб фітингом виконується за допомогою паяльного пристрою. [7] Металопластикові трубопроводи Переваги:
- мала вартість;
- термін служби близько 40 років;
- низька шорсткість стінок труби;
- стійкість до впливу агресивних середовищ; - відсутність корозії.

Недоліки:

- мала максимальна робоча температура;
- при високих температурах теплоносія значно скорочується термін служби;

⁷ Монтаж поліпропіленових труб: переваги та недоліки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://taurian.com.ua/montazh-polipropilenovih-trub-perevagi-ta-nedoliki.html>

- для монтажу потрібна висока кваліфікація монтажників. [8]

В результаті зрівняння можемо зробити висновок про те, що використання поліпропіленових трубопроводів буде більш вигідним, вони мають багато великих переваг, поліпропілен має досить хороші механічні якості, і термін служби такої системи набагато більший.

1.4 Техніко-економічні обґрунтування

1.4.1 Потенціал теплових насосів

При розвиненому сучасному суспільстві його потреби в електричній, тепловій і механічній енергії постійно зростають. Але при тому потенціалі, який потрібний для споживання, ні один з цих видів енергії, зазвичай, в сучасному середовищі не існує. Тому зайнялися перетворенням енергії різних форм, найбільше ядерну, хімічну, низько потенційну теплову та механічну.

Структура енергогосподарства в світі до сьогоднішнього часу склалася таким чином, що більше 70% енергії, яку споживають є недовговічною. Нафти при сьогоденному споживанні вистачить на 25-30 років, природного газу на 6070 років. Такі перспективи виснаження найбільш технологічних для енергетики в видів палива, вже призвели до значного збільшення їх вартості на світовому ринку і значно позначили тенденцію до їх подальшого зростання.

Вугілля, яке широко використовується, має запасів приблизно на 150 років, воно вимагає великих затрат на вирішення не тільки технічних, а й екологічних задач. Ось чому атомна і вугільна теплоенергетика, розглядаються тільки для величезних централізованих систем енергопостачання. Такі системи найбільше поширюються у великих містах України. Одночасне виготовлення теплової і електричної енергії на ТЕЦ має значні переваги з боку використання палива і резервів для підвищення ефективності. Проте велика протяжність тепломереж

⁸ Металопластикові труби: основні властивості, переваги, недоліки, особливості монтажу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://montagnik.com/remont/225-metaloplastukovi-tryby.html>

доводить до великих непродуктивних втрат на нагрів мережної води, до її дефіциту в деяких районах міста через малу пропускну здатність існуючих, змонтованих мереж. Переміщення електричної енергії такої проблематики не має. Тому в майбутньому, з врахуванням атомних станцій, потрібно розраховувати їх використання і для теплопостачання. Існує єдиний пристрій, що робить такий спожиток електроенергії конкурентоспроможним, є тепловий насос (ТН), який дозволяє отримати для опалення та гарячого водопостачання теплоту Q_1 , що значно перевищує спожиту електричну енергію. Їх відношення називають опалювальним коефіцієнтом, який становить 2-6 в залежності від типу ТН, підведення теплоти і рівня температур відведення.

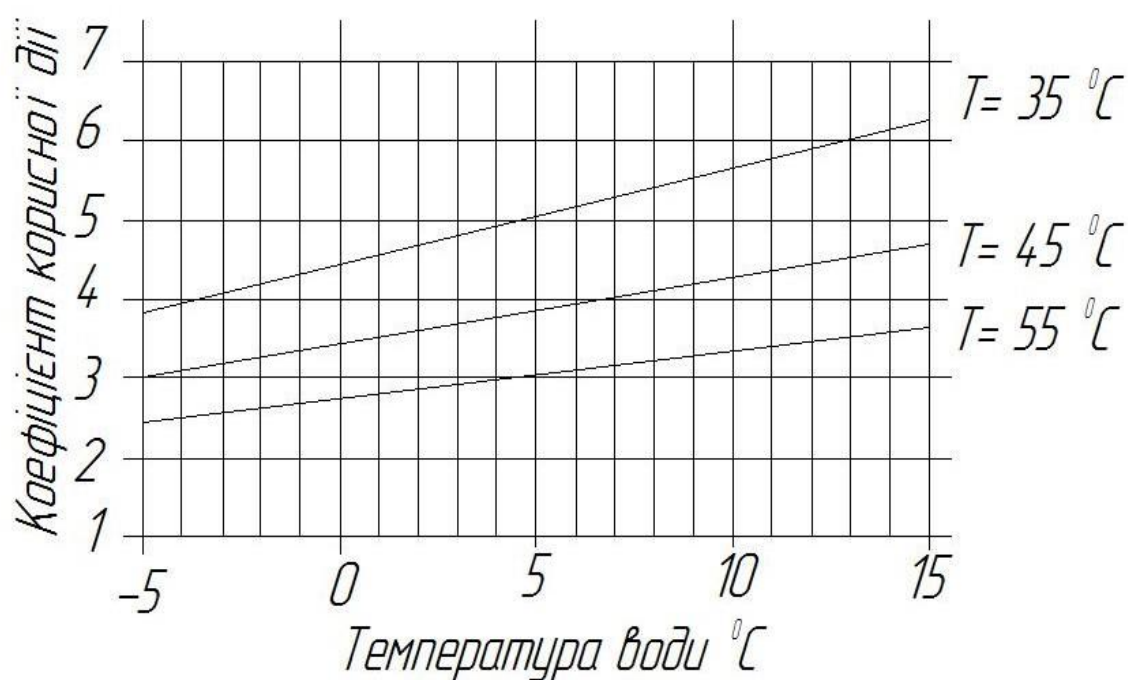


Рис.1.6 Вплив температур низькопотенційного джерела і конденсатора на коефіцієнт перетворення енергії.

Тому, при ККД теплової електростанції 40% енергія Q_1 на опалення буває майже в два рази більше теплоти згорання палива, витраченого на вироблення споживаної електричної енергії, тобто забезпечується економія палива. За оцінюванням, при заміні в Західній Європі 10% газових або нафтових котлів тепловими насосами, економія первинної енергії складе за рік понад 109 кВт·год.

Зменшується і навантаження на навколишнє середовище, як по викиду парникових газів, так і по тепловому забрудненні.

Вказані переваги та плюси вже досить давно привернули увагу до використання теплових насосів (ТН). Сьогодні в світі працює більше 20 мільйонів теплових насосів. Їх сумарна теплова потужність, за мінімальним підрахуванням, становить 250 ГВт, річний об'єм теплоти 1 млрд. Гкал, що відповідає заміщенню до 80 млн. т. умовного палива. За прогнозуванням Світового комітету з енергетики (МІРЕК), до 2030 року частина теплових насосів в теплопостачанні незважаючи на велику вартість складе до 50%. При цьому експлуатаційні витрати будуть набагато менше, ніж для традиційних на сьогодні опалювальних систем.

Використання децентралізованих систем теплопостачання на основі теплонасосних установок в місцях, де відсутні теплові мережі, або в оновлених житлових районах, дозволяють виключити багато економічних, технологічних, та екологічних недоліків систем централізованого теплопостачання. Наприклад, при покращенні індивідуального теплового пункту застосування теплових акумуляторів і теплового насоса з потужністю приводу компресора 6,5 кВт, дозволяє задовільнити потреби системи гарячого водопостачання з розрахункової пікової потужністю до 180 кВт. В адміністративних будівлях з інтенсивною вентиляцією схеми з тепловими насосами дозволяють економити до 65% тепла на підігрів припливного повітря.

Можна розглядати кільцеві системи, що включають ТН, тепло- і холодопостачальні прилади, а не тільки традиційні системи використання теплової енергії середовища, вони мають змогу перерозподіляти тепло між кімнатами, використовувати теплоту надлишкову для гарячого водопостачання. Розроблено пропозицію щодо тепло насосної системи з малою температурою нагріву, підібрана номенклатура потрібного обладнання. Великі перспективи пониження вартості тепло насосного обладнання пов'язують з поширенням його виготовлення, в тому числі в Китаї.

Для виправданого і ефективного використання ТН потрібно дотримати такі

умови:

1. Має бути підведена до споживача потрібна для приводу компресора електрична потужність.
2. Обов'язковим фактором ефективного використання ТН є наявність потрібного джерела низько потенційної теплоти. Відсутність поблизу споживача даного джерела може унеможливити застосування ТН. Теплові режими роботи ґрунтових теплообмінників можуть бути значно покращені при використанні, поблизу з теплою ґрунту, інших джерел низько потенційного тепла, наприклад, сонячної енергії, яка може спрямовуватися на пришвидшене відновлення температурного режиму ґрунту в теплий час року.
3. Енергетична ефективність (коефіцієнт перетворення енергії) і економічна ефективність системи, яка використовується, відчутно залежна від показників споживача тепла, спершу від температурного рівня нагрівається теплоносії. Зрозуміло, що використання ТН особливо ефективно при використанні повітряних і / або підлогових систем опалення водою, для яких температура конденсатора не більша за 35-40 ° С. Для таких систем коефіцієнт перетворення ТН може бути досить великим (Рис.1.6).
4. Створення та проєктування тепло-насосних систем у теплопостачанні вимагає системного і творчого підходу. Різниця від традиційних систем теплопостачання полягає в тому, що тепло-насосна система може бути в режимі роботи в змінних (нестационарних) режимах, суттєво відрізняються від розрахункових, що зв'язано як з можливою перемінною температурою низько потенційного джерела, так і зі змінними характеристиками теплових навантажень. При цьому суттєвим предметом покращення є розрахункова (максимальна) потужність ТН. Зрозуміло, що використовувати тепловий насос, прорахований на покриття найбільш можливого теплового навантаження, з економічної точки зору неправильно. Зазвичай потужність ТН обирається на рівні 60-70% від максимуму навантаження. В такому випадку ТН має працювати в парі з резервним джерелом тепла і / або оснащуватися відповідними тепловими акумуляторами.

На ринках України теплові насоси на даний час мало представлені. Проте умови для їх використання вже позначилися. Перспектива використання може бути оцінена при перегляді чітких завдань енергозбереження в основних галузях застосування тепло-насосних установок: на промислових підприємствах, житлово-комунальному секторі, в курортних, оздоровчих і спортивних комплексах, в сільськогосподарській галузі. Розвиненню ТН в Україні, окрім показника досить великих капітальних вкладень на установку, може навіть великою мірою заважає непродуманість тарифної політики.

В сьогodнішній тарифній політиці на електричну і теплову енергію закладено 6 видів суттєвих помилок, що визначають мінуси сьогodнішньої тарифної політики стосовно "енергетиці великого міста":

1. Оцінка одним заходом вартості двох різних видів продукції:
 - а) потужності в часі наданої теплової та електричної енергії;
 - б) кількості за період відпущеної теплової та електричної енергії.
2. Відсутність (нерозвиненість) системи класифікації видів енергетичної продукції за кількістю, якістю.
3. Відсутність (нерозвиненість) принципу авансування витрат на відповідний вид енергетичної продукції.
4. У разі когенерації теплової та електроенергії існуючий спосіб віднесення витрат палива на електроенергію та тепло не відповідає технології виробництва енергії когенерації.
5. Змішане споживання теплової та електричної енергії, отриманої когенерацією гібридними методами, не залучає економічних споживачів і не змушує неекономічних споживачів замінювати технологічність споживання енергії.
6. При відсутності нормування витрат на паливо та відсутності аналізу ці витрати включаються до тарифів для окремих видів споживачів теплової та електричної енергії. Одним із основних недоліків сучасної тарифної політики є

те, що тарифи не відображають технічний характер виробництва енергії за якістю та кількістю.

Предметом ринкових відносин є не просто кількість спожитої енергії, а електроенергія, що надається в часі. Забезпечити ринок енергопослуг два енергетичні продукти:

а) варіант використання енергетичної потужності в певний час;

б) кількість спожитої енергії. При цьому методологічно немає ніякої

суттєвої різниці, на який вид енергії послуги надаються – електричну або теплову.

Для оцінювання ефективності ТН порівнюючи з газовим котлом, можна використовувати ось яку залежність:

При фіксованому співвідношенні цін на електрику і газ існує певна величина COP теплового насоса при досягненні якої ТН стає менш коштовним у використанні. Так само ця величина залежна від теплотворної здатності газу, на якому працює використовуваний ГК, але так як ця величина коливається мало, то для неточних розрахунків можна прийняти, що $1\text{м}^3 = 10\text{кВт} \cdot \text{год}$.

Три величини: COP, теплотворна здатність газу і цінове співвідношення пов'язані між собою простою відповідністю:

$$\Gamma / E * COP > = 10$$

де Γ / E - частка від ділення ціни м^3 газу на ціну $\text{кВт} \cdot \text{год}$ електроенергії.

При виконанні цієї нерівності з'ясовується, що ТН більш економічний в порівнюванні з газовим котлом.

Часто при огляді варіанту опалення кімнат з використанням ТН лякають або призупиняють великі грошові витрати, які в 2, а то і 3 рази перевищують грошові витрати на газовий котел. Але це думка невірна. Є декілька факторів, які демонструють невірність цієї різниці і переваги ТН.

По-перше, коли опалювальний пункт розташований досить далеко від центральної газової магістралі, то при покупці ГК скоріш за все потрібно буде прокладати труби, що зазвичай збільшує грошові вкладення, з електрикою така

проблема відсутня.

По-друге, встановлюючи ГК, багато хто потім встановлює кондиціонер, грошові витрати на який можна додати до капітальних витрат на ГК, тому як ТН так само може використовуватися як кондиціонер, працюючи в реверсному режимі.

По-третє, все наведене вище прогнозоване збільшення вартості на енергетичні ресурси з досягненням західного рівня цін, де ціна газу в декілька разів більша за ціну електрики, плюс розвинення технологій і нові наукові здобутки скоріш за все будуть сприяти збільшенню значення COP. [9]

1.5.2 Окупність теплового насоса

Думаючи про те, за який час людина зможе повернути свої кошти, вкладені, то розуміється наскільки вигідно був сам вклад. У галузі опалення все дуже проблематично та важко, так як ми забезпечуємо себе ж комфортом і теплом, і всі системи досить коштовні, але в цьому випадку можемо знайти такий варіант, який би повернув витрачені кошти за допомогою пониження витрат при експлуатації. І коли знаходиш потрібне рішення, порівнюєш все: газовий котел, тепловий насос або електричний котел. Ми вияснимо, окупність якої системи буде ефективніше і швидше.

Поняття про окупність, в нашому випадку використання теплового насоса для системи тепlopостачання, якщо просто, можна пояснювати так: Розрахуємо за який час окупиться тепловий насос в Україні

Найпростіша формула розрахунку терміну окупності при зрівнянні двох варіантів така:

$$T_{\text{окуп.}} = K2 - K1 / C1 - C2 \text{ років}$$

де $T_{\text{окуп.}}$, років, - термін окупності передбачуваних капітальних вкладень

за рахунок економії поточних (експлуатаційних) витрат;

⁹ Технично-економическое обоснование схемы и параметров теплонасосной установки [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://ecothermo.com.ua/TEO_shemi_teplonasosnoy_ustanovki.html

K1 і K2, грн., - грошові вкладення, вартість обладнання і монтажу в двох випадках;
 C1 і C2, грн., - величина експлуатаційних витрат по порівнюваним проектам.

Розрахунок вартості на опалення індивідуального будинку

Розглянемо конкретний приклад

Будинок в 2 поверхи, добре утеплений, загальною площею 250 м кв.

Система розводки тепло / опалення: контур 1 - радіатори.

Встановлено ґрунтовий теплообмінник для опалення і гарячого водопостачання, наприклад 14 кВт, двоконтурний.

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

Визначимо, вартість опалення середньостатистичному будинку площею 250 квадратних метрів двома технологіями: газом і тепловим насосом.

Річні витрати на опалення та нагрівання води

1. Варант з котлом. При реальній статистиці для даного будинку при економічній витраті на опалення і нагрів води в рік йде до 3500 - 3750 м³ газу. Або при тарифі 2021 року 7,96 грн за м³ газу отримуємо платежі за газ до 31785 грн.

Система кондиціонування з споживаної потужністю 0,6 кВт, працюючи по 10 годин на добу три літніх місяці, споживає: $0,6 \times 10 \times 90 = 540$ кВт, що буде коштувати $540 \times 1,68$ грн / кВт = 907 грн.

Загальні витрати на опалення сучасним газовим котлом, ГВП та кондиціонування будинку складуть:

$31785 + 907 = 32882$ грн. на рік.

2. Рішення з тепловим насосом. Дякуючи точному програмному прорахунку для розрахунку і підбору теплового насоса повітря-повітря або повітря-вода, маємо ось які розрахункові дані для будинку 250 м². Досвід реального

використання підтверджує правильність розрахункових параметрів до реальних показників.

Як заощадити на опаленні: система теплового насоса

Показники, які прогнозовані для системи опалення будинку 250 м² з тепловим насосом, або скільки електроенергії витрачає тепловий насос

Макс. теплопродуктивність ТН для опалення, кВт 14000

Макс. споживана потужність ТН при роботі на опалення, кВт 7283,18

Прогнозовані показники навантажень ТН по системі ГВП

Макс. теплопродуктивність ТН для ГВП, кВт 2133,46

Макс. споживана потужність ТН при роботі на ГВП, кВт 866,12

Потреба в роботі вбудованого електричного нагрівача при максимальних навантаженнях, згідно з розрахунком, при покритті ТН 80% всіх навантажень, за рік, 345 кВт.

Сумарне енергоспоживання теплового насоса:

$7283 + 866 + 345 = 8495$ кВт (x1,68 грн / кВт. = 14271 грн. В рік)

* Враховано тариф для електричного опалення. Вартість кіловата електроенергії на період 2021р. при витраті до 3000 кВт · год на місяць прийнята 1,68 грн / кВт. Економічний розрахунок теплового насоса на впровадження систем опалення та гаряче водопостачання (ГВП)

Приблизна ціна котельні з газовим котлом 14 кВт (котел, обв'язування, бак, розводка, лічильник, монтаж) вартує близько 1000 Євро. Система кондиціонування повітря для даного котеджу буде вартувати приблизно 800 євро. Разом з облаштуванням котельні, проектними роботами, підключенням до мережі газопроводу і монтажними роботами - 4200 євро.

Приблизна вартість встановлення теплового насоса, монтажними роботами і підключенням до електромережі - 6650 євро.

Розрахунок терміну окупності

Зростання капіталовкладень становить:

$$K_2 - K_1 = 6650 - 4200 = 2450 \text{ євро (або близько 76832 грн.)}$$

Зниження експлуатаційних витрат складає:

$$C_1 - C_2 = 32782 - 14271 = 18511 \text{ грн.}$$

$$\text{Термін окупності } T_{\text{окуп.}} = 76832/18511 = 4,15 \text{ року [}^9\text{]}$$

1.5 Висновки

Дослідження показали, що установка ґрунтового теплообмінника для котеджу має безсумнівні переваги – зниження експлуатаційних витрат і підвищення незалежності від зовнішніх факторів. Крім того, система дуже екологічна. Однак для ефективної установки та експлуатації теплового насоса система повинна працювати в правильних умовах. Такими умовами є:

- невеликі тепловтрати будівлі;
- правильно вибрати систему розподілу тепла в приміщенні;
- швидкий і точний облік і автоматизація рівнів температури та забруднення приміщення;
- економічність організації роботи системи (регулярно закривати систему на 5 хвилин кожні 2-3 години, найкраще використання нічного часу).

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЄКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО БУДИНКУ КОТЕДЖНОГО ТИПУ

2.1 Теоретичне обґрунтування параметрів систем

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

Індивідуальний житловий будинок котеджного типу розташований у Вінницькій області, м. Немирові на 49° східної широти (Аркуш 1). Дана будівля є двоповерховою (Аркуш 4).

Площа опалювальних приміщень дорівнює 250 м². Висота поверху становить 2,8 м. Будівля побудована із цегли із теплоізоляційним шаром в 100мм.

На глибині температура ґрунту має сталу температуру 10 °С і немає залежності від зовнішніх факторів, тому це дає їй переваги над іншими джерелами в даному випадку. Проектована система працюватиме в режимі теплопостачання та опалення. Використання газу для забезпечення потрібної температури в приміщенні не буде доцільним, оскільки буде необхідне будівництво ще окремої котельні.

2.1.2 Обґрунтування проєктної потужності об'єкта

Для системи опалення передбачте ґрунтові насосні пристрої та сонячні колектори. Якщо кожен із цих пристроїв буде працювати на 50% необхідної потужності, це буде найбільш ефективним. Це зменшить кількість колодязів теплових насосів і зробить систему більш надійною. З метою економії планується двотрубна система. У цих проєктах було б вигідно використовувати поліпропіленові труби.

2.1.3 Наявність сировинної бази, забезпечення основними матеріалами та енергоресурсами

Установка геотермального насоса передбачає буріння. Ці колодязі

передбачені та враховані при проектуванні будівлі, тому перешкод для їх встановлення не буде. Середня теплота, що виділяється з ґрунту, становить 50 Вт/м, що вважається достатнім показником. Тепло ґрунту майже постійне протягом року.

2.1.4 Обґрунтування розміщення об'єкта

Для влаштування теплового насосу було передбачено територію для влаштування 3 свердловин. Влаштовується тепловий насос в окремому приміщенні всередині будівлі.

2.1.5 Оцінка впливів на навколишнє середовище

Тепловий насос не влаштовує великого негативного впливу на навколишнє середовище. Однак, спостереження останніх років досить часто засвідчують невелике псування ґрунтів, проте інші дослідження демонструють що це найчастіше спричинено неоднорідністю відбору теплоти із ґрунту протягом холодного періоду, і передачі назад протягом теплого періоду. Балансування цих об'ємів дозволяє зменшити негативний вплив на ґрунт. Теплові насоси та сонячні колектори із виділенням шкідливих речовин можуть створювати вібрацію, тому далі передбачається розроблення ходу дій щодо її зниження.

2.2. Математичне моделювання оцінки надійності джерела енергії системи тепlopостачання із використанням ґрунтового теплового насосу

Влаштування теплових насосів попри всі плюси, та порівняно меншу вартість влаштування та експлуатації, все одно залишається досить дороговартісним елементом. Досвід експлуатації теплових насосів у житловому секторі та громадських будівлях показує, що система теплових насосів дуже чутлива до внутрішніх і зовнішніх факторів, які можуть призвести до виходу з ладу деяких її компонентів. Тому це часто викликає проблеми у працівників перед установкою. Тому надзвичайно важливо не допустити можливих змін у поведінці системи теплового насоса. Ключем до такого типу моделювання поведінки є впорядкування системи, оскільки це дозволяє оцінити надійність системи та ймовірність відмови певних параметрів. Надійність означає, що технічне обладнання реалізує задані параметри та функції при збереженні

характеристик заданих показників у заданому діапазоні, що відповідають заданим режимам та умовам використання, обслуговування, зберігання та транспортування. Надійність включає наступні характеристики: довговічність, надійність і ремонтпридатність. Для створення системи експертного моделювання виконано багатофакторний аналіз нагромадження факторів, що впливають на технічні умови теплового насоса, а також використовуються математичні пристрої на основі лінгвістичних змінних і теорії нечіткої логіки. Цей метод, як сума кореляцій математичних моделей, дозволяє використовувати інформацію експертної мови для прогнозування технічного стану теплового насоса на основі факторів, які визначають тепловий насос. Установіть ієрархічний зв'язок факторів, що впливають на технічні умови теплових насосів, та класифікуйте їх (рис.2.1). Розглядаючи цей процес на системному рівні, лінгвістичну змінну $A_{СТН}$, що характеризує вплив на систему теплового насоса, можна представити у вигляді співвідношення (2.1):

$$A_{СТН} = (X; Y; W; Z), \quad (2.1)$$

де X – лінгвістична змінна (ЛЗ), що описує науково-технічний рівень проектних рішень;

Y – ЛЗ, що описує якість будівельно-монтажних робіт;

W – ЛЗ, що описує технічні умови експлуатації системи;

Z – ЛЗ, що описує вартісні показники.

Лінгвістична змінна представлена виразом (2.2):

$$X = f(x_1; x_2; x_3), \quad (2.2)$$

$$Y = f(y_1; y_2; y_3), \quad (2.3)$$

де y_1 - ЛЗ «Механічні пошкодження при монтажі зондів»;

y_2 - ЛЗ «Герметичність з'єднань в розподільнику насосу»;

y_3 - «Дотримання чинних норм та правил під час виконання робіт».

Лінгвістична змінна, що описує якість експлуатаційних показників, може бути представлена виразом (2.4):

$$W = f(w_1; w_2; w_3; w_4), \quad (2.4)$$

де w_1 - ЛЗ «Налаштування системи»;

w_2 - ЛЗ «Рівень налаштування розподільника розсолу»;

w_3 - ЛЗ «Кваліфікаційний рівень обслуговуючого персоналу»;

w_4 - ЛЗ «Планово-запобіжні огляди та ремонти системи» .

Лінгвістична змінна, що описує вартісні показники, може бути представлена виразом (2.5):

$$Z = f(z_1; z_2), \quad (2.5)$$

де z_1 - ЛЗ «Влаштування теплового насосу»;

z_2 - ЛЗ «Використання теплового насосу».

В вираз (2.1) та (2.2) входять змінні x_2, x_3, w_1 , які в свою чергу залежать від інших факторів, які наведені у формулах 2.6, 2.7, 2.8:

$$x_2 = f_{x_2}(a_1; a_2; a_3); \quad (2.6)$$

$$x_3 = f_{x_3}(b_1; b_2); \quad (2.7)$$

$$w_1 = f_{w_1}(c_1; c_2), \quad (2.8)$$

де a_1 - ЛЗ «Відхилення глибини прокладання зондів»;

a_2 - ЛЗ «Відхилення відстані між зондами»;

a_3 - ЛЗ «Неточність стану і складу ґрунту»; b_1 - «Абсолютна еквівалентна шорсткість» ;

b_2 - ЛЗ «Міцність труб»;

c_1 - «Відхилення температури системи теплорозподілення» ;

c_2 - ЛЗ «Рівень налаштування розподільника розсолу».

Для лінгвістичних статичних змінних оціночні терміни наведено в таблиці 2.1. Оцінка рівнів лінгвістичних змінних, що встановлює зв'язок між факторами, що впливають на технічний стан системи тепlopостачання із використанням теплового насосу (A_{CTH}) з проектними рішеннями (X), будівельно-монтажними роботами (Y), експлуатацією системи (W) та вартісними показниками (Z) виконується з використанням системи термножини:

$T(A_{CTH}) = \langle \text{низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий} \rangle$;

$T(X) = \langle \text{низькі, нижче середніх, середні, вище середніх, високі} \rangle$;

$T(Y) = \langle \text{низькі, нижче середніх, середні, вище середніх, високі} \rangle$;

Таблиця 2.1 – Фактори впливу на лінгвістичні змінні

Позначення та назва змінної	Універсальна множина	Терми для оцінки
1	2	3
x_1 – неточності в гідравлічних розрахунках	1 - 5 бали	грубі, вище середніх, середні, нижче середніх, відсутні
a_1 – відхилення глибини прокладання зондів	0 – 0,5 м	низьке, нижче середнього, середнє, вище середнього високе
a_2 – відхилення відстані між зондами	0 – 0,5 м	низьке, нижче середнього, середнє, вище середнього високе
a_3 – неточність стану і складу ґрунту	0...20%	груба, вище середньої, середня, нижче середньої, відсутня

Продовження таб. 2.1 – Фактори впливу на лінгвістичні змінні

b ₁ – абсолютна еквівалентна шорсткість	0,03, 0,06, 0,09, 0,12, 0,15 мм	низька, нижча середнього, середня, вище середнього, висока
b ₂ – міцність труб	0,2 ... 0,6 [МПа]	низька, нижча середнього, середня, вище середнього, висока
y ₁ - механічні пошкодження при монтажі зондів	0...6%	грубі, вище середніх, середні, нижче середніх, відсутні
y ₂ - герметичність з'єднань в розподільнику розсолу	0,1...0,3 [МПа]	низька, середня, висока
y ₃ - дотримання чинних норм та правил під час виконання робіт	1-5 бали	низьке, нижче середнього, середнє, вище середнього високе
c ₁ – відхилення температури системи теплорозподілення	0-5 °С	відсутнє, низьке, нижче середнього, середнє, вище середнього високе
c ₂ - рівень налаштування розподільника розсолу	1-5 бали	низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий
w ₂ - технічне зношення теплового насосу	0...50 %	відсутнє, часткове, повне
w ₃ - кваліфікаційний рівень обслуговуючого персоналу	3-5 бали	низький, середній, високий
w ₄ - планово-запобіжні огляди і ремонти системи	5...100%	відсутні, частково присутні. присутні
z ₁ - влаштування теплового насосу	1 – 5 у.о.	низька, нижча середнього, середня, вище середнього висока
z ₂ - використання теплового насосу	1 – 5 у.о.	низька, нижча середнього, середня, вище середнього висока

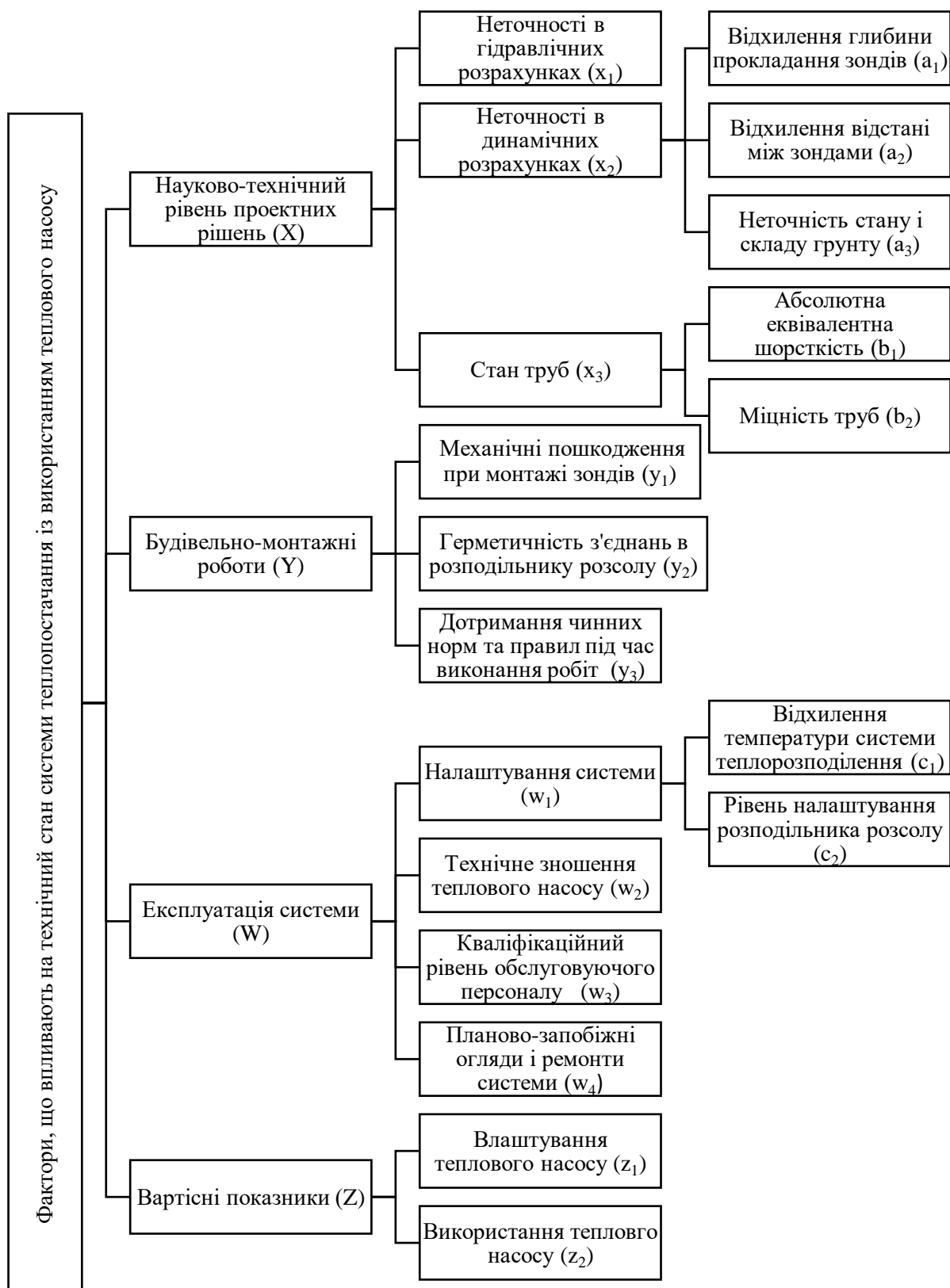


Рис. 2.1 - Класифікація факторів, що впливають на стан систем ТН

Т (W) = <низька, нижче середнього, середня, вище середнього, висока>.

$T(Z) = \langle \text{низькі, нижчі середнього, середні, вищі середнього, високі} \rangle$.

Нечітка матриця знань з урахуванням введених якісних термів для моделювання залежності (2.1) наведена в табл. 2.2

Таблиця 2.2 – Матриця знань для залежності (2.1)

ЯКЩО				ТО
Проектні рішення	Будівельно-монтажні рішення	Експлуатація системи	Вартісні показники	Технічний стан системи (Астн)
Низькі	Низькі	Низька	Низькі	Низький
Низькі	Нижче середніх	Низька	Низькі	
Низькі	Низькі	Нижче середньої	Низькі	
Нижче середніх	Нижче середніх	Низька	Нижче середніх	Нижчий середнього
Середні	Середні	Низька	Низькі	
Низькі	Середні	Нижче середньої	Нижче середніх	
Середні	Нижче середніх	Середня	Середні	Середній
Середні	Середні	Нижче середньої	Середні	
Вище середніх	Середні	Середня	Середні	
Вище середніх	Вище середніх	Вище середньої	Середні	Вищий середнього
Вище середніх	Середні	Висока	Вище середніх	
Вище середніх	Вище середніх	Вище середньої	Вище середніх	
Вище середніх	Високі	Високі	Високі	Високий
Високі	Високі	Висока	Високі	
Високі	Вище середніх	Висока	Високі	

Лінгвістичним висловлюванням, які наведені в табл. 2.2 відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\vee \mu_{\text{сC}}(X) \wedge \mu_{\text{сC}}(Y) \wedge \mu_{\text{сC}}(W) \wedge \mu_{\text{сC}}(Z);$$

$$\mu_{\text{сC}}(A_{\text{СТН}}) = \mu_{\text{сC}}(X) \wedge \mu_{\text{сC}}(Y) \wedge \mu_{\text{сC}}(W) \wedge \mu_{\text{сC}}(Z) \vee \mu_{\text{сC}}(X) \wedge \mu_{\text{сC}}(Y) \wedge \mu_{\text{B}}(W) \wedge \mu_{\text{сC}}(Z) \vee$$

$$\vee \mu_{\text{сC}}(X) \wedge \mu_{\text{сC}}(Y) \wedge \mu_{\text{сC}}(W) \wedge \mu_{\text{сC}}(Z);$$

$$\mu_{\text{B}}(A_{\text{СТН}}) = \mu_{\text{сC}}(X) \wedge \mu_{\text{B}}(Y) \wedge \mu_{\text{B}}(W) \wedge \mu_{\text{B}}(Z) \vee \mu_{\text{сC}}(X) \wedge \mu_{\text{B}}(Y) \wedge \mu_{\text{B}}(W) \wedge \mu_{\text{B}}(Z) \vee$$

$$\vee \mu_{\text{B}}(X) \wedge \mu_{\text{сC}}(Y) \wedge \mu_{\text{B}}(W) \wedge \mu_{\text{B}}(Z)$$

Нечітка матриця знань з урахуванням введених якісних термів для моделювання залежності (2.2) наведена в табл.

Таблиця 2.3 – Матриця знань для залежності (2.2)

ЯКЩО			ТО
Неточності в гідравлічних розрахунках (x ₁)	Неточності в динамічних розрахунках (x ₂)	Стан труб (x ₃)	Проектні рішення (X)
Грубі	Грубі	Низький	Низький
Вище середніх	Грубі	Низький	
Грубі	Грубі	Нижче середнього	
Вище середніх	Середні	Нижче середнього	Нижчий середнього
Середні	Вище середніх	Нижче середнього	
Вище середніх	Вище середніх	Нижче середнього	
Середні	Середні	Середній	Середній
Середні	Середні	Вище середнього	
Нижче середніх	Середні	Середній	
Середні	Нижче середніх	Вище середнього	Вищий середнього
Нижче середніх	Середні	Високий	
Нижче середніх	Нижче середніх	Вище середнього	
Відсутні	Відсутні	Високий	Високий
Відсутні	Відсутні	Вище середнього	
Відсутні	Нижче середніх	Високий	

Лінгвістичним висловлюванням, які наведені в табл. 2.3 відповідають системи нечітких логічних рівнянь, які охарактеризовують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\begin{aligned} \mu_H(X) &= \mu_{\Gamma}(x_1) \wedge \mu_{\Gamma}(x_2) \wedge \mu_H(x_3) \vee \mu_{\delta C}(x_1) \wedge \mu_{\Gamma}(x_2) \wedge \mu_H(x_3) \vee \mu_{\Gamma}(x_1) \wedge \mu_{\Gamma}(x_2) \wedge \mu_{\delta C}(x_3) \\ \mu_{\delta C}(X) &= \mu_{\delta C}(x_1) \wedge \mu_C(x_2) \wedge \mu_{\delta C}(x_3) \vee \mu_C(x_1) \wedge \mu_{\delta C}(x_2) \wedge \mu_{\delta C}(x_3) \\ &\vee \mu_{\delta C}(x_1) \wedge \mu_{\delta C}(x_2) \wedge \mu_{\delta C}(x_3); \\ \mu_C(X) &= \mu_C(x_1) \wedge \mu_C(x_2) \wedge \mu_C(x_3) \vee \mu_C(x_1) \wedge \mu_C(x_2) \wedge \mu_{\delta C}(x_3) \\ &\vee \mu_{\delta C}(x_1) \wedge \mu_C(x_2) \wedge \mu_C(x_3); \\ \mu_{\delta B}(X) &= \mu_C(x_1) \wedge \mu_{\delta C}(x_2) \wedge \mu_{\delta B}(x_3) \vee \mu_{\delta C}(x_1) \wedge \mu_C(x_2) \wedge \mu_B(x_3) \\ &\vee \mu_{\delta C}(x_1) \wedge \mu_{\delta C}(x_2) \wedge \mu_{\delta B}(x_3); \\ \mu_B(X) &= \mu_B(x_1) \wedge \mu_B(x_2) \wedge \mu_B(x_3) \vee \mu_B(x_1) \wedge \mu_B(x_2) \wedge \mu_{\delta C}(x_3) \\ &\vee \mu_B(x_1) \wedge \mu_{\delta C}(x_2) \wedge \mu_B(x_3). \end{aligned}$$

Нечітка матриця знань з урахуванням введених якісних термів для моделювання залежності (2.3) наведена в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Матриця знань для залежності (2.3)

ЯКЩО			ТО
Механічні пошкодження при монтажі зондів (y ₁)	Герметичність з'єднань в розподільнику розсолу (y ₂)	Дотримання чинних норм та правил під час виконання робіт (y ₃)	Будівельно-монтажні роботи (Y)
Грубі	Низька	Низьке	Низький
Грубі	Низька	Нижче середнього	
Вище середніх	Низька	Низьке	
Вище середніх	Низька	Нижче середнього	Нижчий
Вище середніх	Середня	Нижче середнього	середнього

Продовження таб. 2.4 – Матриця знань для залежності (2.3)

Середні	Низька	Ниже середнього	
Середні	Середня	Середнє	Середній
Ниже середніх	Середня	Середня	
Середні	Середня	Вище середнього	
Ниже середніх	Висока	Вище середнього	Вищий середнього
Ниже середніх	Середня	Вище середнього	
Середні	Висока	Вище середнього	
Відсутні	Висока	Високе	Високий
Відсутні	Висока	Вище середнього	
Ниже середніх	Висока	Високе	

Лінгвістичним висловлюванням, які наведені в табл. 2.4 відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_H(Y) = \mu_G(y_1) \wedge \mu_H(y_2) \wedge \mu_H(y_3) \vee \mu_G(y_1) \wedge \mu_H(y_2) \wedge \mu_{HC}(y_3) \vee$$

$$\vee \mu_{6C}(y_1) \wedge \mu_H(y_2) \wedge \mu_H(y_3);$$

$$\mu_{HC}(Y) = \mu_{6C}(y_1) \wedge \mu_H(y_3) \wedge \mu_{HC}(y_2) \vee \mu_{6C}(y_1) \wedge \mu_C(y_2) \wedge \mu_{HC}(y_3) \vee$$

$$\vee \mu_C(y_1) \wedge \mu_H(y_2) \wedge \mu_{HC}(y_3);$$

$$\mu_C(Y) = \mu_C(y_1) \wedge \mu_C(y_2) \wedge \mu_C(y_3) \vee \mu_{HC}(y_1) \wedge \mu_C(y_2) \wedge \mu_C(y_3) \vee$$

$$\vee \mu_C(y_1) \wedge \mu_C(y_2) \wedge \mu_{6C}(y_3);$$

$$\mu_{6C}(Y) = \mu_{HC}(y_1) \wedge \mu_B(y_2) \wedge \mu_{6C}(y_3) \vee \mu_{HC}(y_1) \wedge \mu_C(y_2) \wedge \mu_{6C}(y_3) \vee$$

$$\vee \mu_C(y_1) \wedge \mu_B(y_2) \wedge \mu_{6C}(y_3);$$

$$\mu_B(Y) = \mu_B(y_1) \wedge \mu_B(y_2) \wedge \mu_B(y_3) \vee \mu_B(y_1) \wedge \mu_B(y_2) \wedge \mu_{6C}(y_3) \vee \mu_{HC}(y_1) \wedge \mu_B(y_2) \wedge \mu_B(y_3)$$

Нечітка матриця знань з урахуванням введених якісних термів для моделювання залежності (2.4) наведена в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Матриця знань для залежності (2.4)

ЯКЩО				ТО
Налаштування системи (w_1)	Технічне зношення насосу (w_2)	Кваліфікаційний рівень обслуговуючого персоналу (w_3)	Планово-запобіжні огляди і ремонти системи (w_4)	Експлуатація системи (W)
Неефективне	Присутнє	Середній	Відсутні	Низький
Неефективне	Частково присутнє	Низький	Відсутні	
Неефективне	Присутнє	Низький	Відсутні	
Недостатньо ефективне	Частково присутнє	Високий	Частково присутні	Середній
Ефективне	Частково присутнє	Середній	Частково присутні	
Недостатньо ефективне	Частково присутнє	Середній	Частково присутні	Високий
Ефективне	Частково присутнє	Високий	Присутні	
Ефективне	Відсутнє	Середній	Присутні	
Ефективне	Частково присутнє	Високий	Присутні	

Лінгвістичним висловлюванням, які наведені в табл. 16. відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_H(W) = \mu_H(w_1) \wedge \mu_{\Pi}(w_2) \wedge \mu_C(w_3) \wedge \mu_B(w_4) \vee \mu_H(w_1) \wedge \mu_{\text{чП}}(w_2) \wedge \mu_H(w_3) \wedge \mu_B(w_4) \vee \mu_H(w_1) \wedge \mu_{\Pi}(w_2) \wedge \mu_H(w_3) \wedge \mu_B(w_4);$$

$$\mu_C(W) = \mu_{\text{нЕ}}(w_1) \wedge \mu_{\text{чП}}(w_2) \wedge \mu_B(w_3) \wedge \mu_{\text{чП}}(w_4) \vee \mu_E(w_1) \wedge \mu_{\text{чП}}(w_2) \wedge \mu_C(w_3) \wedge \mu_{\text{чП}}(w_4) \vee \mu_{\text{нЕ}}(w_1) \wedge \mu_{\text{чП}}(w_2) \wedge \mu_C(w_3) \wedge \mu_{\text{чП}}(w_4);$$

$$\mu_B(W) = \mu_E(w_1) \wedge \mu_{\text{чП}}(w_2) \wedge \mu_B(w_3) \wedge \mu_{\Pi}(w_4) \vee \mu_E(w_1) \wedge \mu_B(w_2) \wedge \mu_C(w_3) \wedge \mu_{\Pi}(w_4) \vee$$

$$\vee \mu_E(w_1) \wedge \mu_{\text{дП}}(w_2) \wedge \mu_B(w_3) \wedge \mu_{\text{П}}(w_4).$$

Нечітка матриця знань з урахуванням введених якісних термів для моделювання залежності (2.5) наведена в табл.2.6.

Таблиця 2.6 – Матриця знань для залежності (2.5)

ЯКЩО		ТО
Влаштування теплового насосу (z_1)	Використання теплового насосу (z_2)	Вартісні показники (Z)
Низькі	Низькі	Низькі
Низькі	Нижче середніх	
Нижче середніх	Низькі	
Низькі	Середні	Нижче середніх
Нижче середніх	Нижче середніх	
Нижче середніх	Середні	
Середні	Середні	Середні
Вище середніх	Середні	
Середні	Вище середніх	
Вище середніх	Вище середніх	Вище середніх
Вище середніх	Високі	
Високі	Вище середніх	
Високі	Високі	Високі

Лінгвістичним висловлюванням, які наведені в табл. 17. відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_H(Z) = \mu_H(z_1) \wedge \mu_H(z_2) \vee \mu_H(z_1) \wedge \mu_{\text{нС}}(z_2) \vee \mu_{\text{нС}}(z_1) \wedge \mu_H(z_2);$$

$$\mu_{\text{нС}}(Z) = \mu_H(z_1) \wedge \mu_C(z_2) \vee \mu_{\text{нС}}(z_1) \wedge \mu_{\text{нС}}(z_2) \vee \mu_{\text{нС}}(z_1) \wedge \mu_C(z_2);$$

$$\mu_C(Z) = \mu_C(z_1) \wedge \mu_C(z_2) \vee \mu_{\text{вС}}(z_1) \wedge \mu_C(z_2) \vee \mu_C(z_1) \wedge \mu_{\text{вС}}(z_2);$$

$$\mu_{\text{вС}}(Z) = \mu_{\text{вС}}(z_1) \wedge \mu_{\text{вС}}(z_2) \vee \mu_{\text{вС}}(z_1) \wedge \mu_B(z_2) \vee \mu_B(z_1) \wedge \mu_{\text{вС}}(z_2);$$

$$\mu_B(Z) = \mu_B(z_1) \wedge \mu_B(z_2).$$

Нечітка матриця знань з урахуванням введених якісних термів для моделювання залежності (2.6) наведена в табл. 2.7

Таблиця 2.7 – Матриця знань для залежності (2.6)

ЯКЩО			ТО
Відхилення глибини прокладання зондів (a_1)	Відхилення відстані між зондами (a_2)	Неточність стану і складу ґрунту (a_3)	Неточності в динамічних розрахунках (x_2)
Низьке	Низьке	Груба	Грубі
Низьке	Нижче середнього	Груба	
Нижче середнього	Низьке	Груба	
Нижче середнього	Нижче середнього	Вище середньої	Вище середніх
Середнє	Нижче середнього	Вище середньої	
Нижче середнього	Середнє	Вище середньої	
Середнє	Середнє	Середня	Середні
Середнє	Середнє	Нижче середньої	
Вище середнього	Середнє	Середня	
Вище середнього	Вище середнього	Нижче середньої	Нижче середніх
Вище середнього	Вище середнього	Відсутня	
Високе	Вище середнього	Нижче середньої	
Високе	Високе	Відсутня	Відсутні

Лінгвістичним висловлюванням, які наведені в табл. 18. відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\begin{aligned} \mu_H(x_2) = & \mu_H(a_1) \wedge \mu_H(a_2) \wedge \mu_G(a_3) \vee \mu_H(a_1) \wedge \mu_{HC}(a_2) \wedge \mu_G(a_3) \\ & \vee \mu_{HC}(a_1) \wedge \mu_H(a_2) \wedge \mu_G(a_3); \end{aligned}$$

$$\mu_H(x_2) = \mu_{nC}(a_1) \wedge \mu_{nC}(a_2) \wedge \mu_{nC}(a_3) \vee \mu_C(a_1) \wedge \mu_{nC}(a_2) \wedge \mu_{nC}(a_3)$$

$$\vee \mu_{nC}(a_1) \wedge \mu_C(a_2) \wedge \mu_{nC}(a_3);$$

$$\mu_H(x_2) = \mu_C(a_1) \wedge \mu_C(a_2) \wedge \mu_C(a_3) \vee \mu_C(a_1) \wedge \mu_C(a_2) \wedge \mu_{nC}(a_3)$$

$$\vee \mu_{nC}(a_1) \wedge \mu_C(a_2) \wedge \mu_C(a_3);$$

$$\mu_H(x_2) = \mu_{nC}(a_1) \wedge \mu_{nC}(a_2) \wedge \mu_{nC}(a_3) \vee \mu_{nC}(a_1) \wedge \mu_{nC}(a_2) \wedge \mu_B(a_3)$$

$$\vee \mu_B(a_1) \wedge \mu_{nC}(a_2) \wedge \mu_{nC}(a_3);$$

$$\mu_H(x_2) = \mu_B(a_1) \wedge \mu_B(a_2) \wedge \mu_B(a_3).$$

Нечітка матриця знань з урахуванням введених якісних термів для моделювання залежності (2.7) наведена в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Матриця знань для залежності (2.7)

ЯКЩО		ТО
Абсолютна еквівалентна шорсткість (b ₁)	Міцність труб (b ₂)	Стан труб (x ₃)
Нижче середньої	Низька	Низький
Низька	Низька	
Низька	Нижче середньої	
Низька	Середня	Нижчий середнього
Нижче середньої	Середня	
Нижче середньої	Нижче середньої	
Середня	Середня	Середній
Вище середньої	Середня	
Середня	Вище середньої	
Вище середньої	Вище середньої	Вищий середнього
Вище середньої	Висока	
Висока	Вище середньої	
Висока	Висока	Високий

Лінгвістичним висловлюванням, які наведені в табл. 19. відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\begin{aligned}\mu_H(x_3) &= \mu_{nC}(b_1) \wedge \mu_H(b_2) \vee \mu_H(b_1) \wedge \mu_H(b_2) \vee \mu_H(b_1) \wedge \mu_{nC}(b_2); \\ \mu_{nC}(x_3) &= \mu_H(b_1) \wedge \mu_C(b_2) \vee \mu_{nC}(b_1) \wedge \mu_C(b_2) \vee \mu_{nC}(b_1) \wedge \mu_{nC}(b_2); \\ \mu_C(x_3) &= \mu_C(b_1) \wedge \mu_C(b_2) \vee \mu_{\delta C}(b_1) \wedge \mu_C(b_2) \vee \mu_C(b_1) \wedge \mu_{\delta C}(b_2); \\ \mu_{\delta C}(x_3) &= \mu_{\delta C}(b_1) \wedge \mu_{\delta C}(b_2) \vee \mu_{\delta C}(b_1) \wedge \mu_B(b_2) \vee \mu_B(b_1) \wedge \mu_{\delta C}(b_2); \\ \mu_B(x_3) &= \mu_B(b_1) \wedge \mu_B(b_2).\end{aligned}$$

Нечітка матриця знань з урахуванням введених якісних термів для моделювання залежності (2.8) наведена в табл. 2.9

Таблиця 2.9 – Матриця знань для залежності (2.8)

ЯКЩО		ТО
Відхилення температури системи теплорозподілення (c_1)	Рівень налаштування розподільника розсолу (c_2)	Налаштування системи (w_1)
Відсутнє	Низьке	Неефективне
Низьке	Низьке	
Низьке	Нижче середнього	
Нижче середнього	Середнє	Недостатньо ефективне
Нижче середнього	Нижче середнього	
Середнє	Середнє	
Вище середнього	Високе	Ефективне
Високе	Високе	
Високе	Вище середнього	

Лінгвістичним висловлюванням, які наведені в табл. 20. відповідає система

нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_H(w_1) = \mu_B(c_1) \wedge \mu_H(c_2) \vee \mu_H(c_1) \wedge \mu_H(c_2) \vee \mu_H(c_1) \wedge \mu_{HC}(c_2);$$

$$\mu_{HE}(w_1) = \mu_{HC}(c_1) \wedge \mu_C(c_2) \vee \mu_{HC}(c_1) \wedge \mu_{HC}(c_2) \vee \mu_C(c_1) \wedge \mu_C(c_2);$$

$$\mu_E(w_1) = \mu_{6C}(c_1) \wedge \mu_B(c_2) \vee \mu_B(c_1) \wedge \mu_B(c_2) \vee \mu_B(c_1) \wedge \mu_{6C}(c_2).$$

На основі нечіткої логіки та теорії лінгвістичної змінної експертна система моделювання факторів, що впливають на технічні умови теплових насосів, дозволяє використовувати 5 термінів (низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий), а також дозволяє оцінити вищий рівень ієрархії системи Низький рівень надійності. Розроблена система також дозволяє передбачити можливі зміни в надійності системи.

2.3 Моделювання теплотехнічних процесів, що визначають технічні характеристики системи

2.3.1 Кліматологічна характеристика району будівництва

Середня температура:

-найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю $k = 0,92 : = -21^{\circ}\text{C}$;

-найбільш холодної доби із забезпеченістю $k = 0,98: = -27^{\circ}\text{C}[^{10}]$.

За картою температурних зон України визначаємо, що м. Немирів знаходиться в I температурній зоні. В залежності від вологісного режиму приміщення і зон вологості огорожуючі конструкції експлуатуються при умовах А.(Аркуш 2-3)

Середня швидкість вітру $v_{\text{сін}} = 4 \text{ м/с}$.

Конструкція зовнішніх стін:

¹⁰ Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.–[Чинний від 2011–11–1]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2011.

Кладка з цегли глиняної звичайної з пінополістирольною ізоляцією і штукатуркою.

Тип будівлі: житловий будинок.

Джерело теплозабезпечення: сонячні колектори та ґрунтові насоси.

Кількість поверхів: 2.

Висота поверху: 2,8 м. [11]

2.3.2 Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції будівлі

Система опалення повинна компенсувати тепловтрати, викликані закритою конструкцією будівлі, а також тепловтрати, викликані нагріванням зовнішнього повітря, що надходить через отвори, відкриті двері, вентиляційні отвори та відкриті двері взимку.

Кінцевим завданням теплового розрахунку є визначення коефіцієнта тепловіддачі кожної закритої конструкції будинку (зовнішня стіна, поверх над підвалом, стеля та вікна).

Для визначення потужності опалювального обладнання та інших розрахунків для всіх частин системи (споживання опалювальної потужності, орієнтовна вартість поверхні опалювального обладнання та теплоносія та необхідний переріз труби), розрахуйте тепловтрати. всіх кімнат.

У заданому тепловому стані тепловтрати через зовнішню закриту конструкцію будівлі визначаються тепловим потоком у Вт і залежать від конструктивних і теплофізичних характеристик будівельного матеріалу огорожі, а також конструкції та планування будинку.

Тому, правильний вибір теплозахисних зовнішніх огорожувальних конструкцій дозволяє нам отримати розрахункове економічне теплове навантаження на установку.

Теплообмін через стіни та перекриття між сусідніми приміщеннями, які

¹¹ Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2016. – [Чинний від 2016 – 07 -08]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2017.

опалюються, при розрахунку тепловитрат враховуються тільки при різниці температур внутрішнього повітря цих приміщень більше 5 °С.

Загальні тепловтрати приміщень, Q_3 складаються із основних і додаткових, Вт:

$$Q_3 = Q_{\Gamma} + Q_{\delta}, \quad (2.9)$$

де Q_{Γ}, Q_{δ} – відповідно головні і додаткові тепловтрати приміщень, Вт.

Втрати теплоти визначаються сумуванням втрат теплоти через окремі огорожувачі конструкції з точністю до 10 Вт:

$$Q_{\text{огор.}} = F(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\delta})(1 - \sum \beta)n = \kappa F(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\delta})(1 - \sum \beta)n, \quad (2.10)$$

де F – розрахункова площа огорожувальної конструкції, м²;

κ – коефіцієнт теплопровідності даної огорожувальної конструкції, Вт/(м² °С);

R_0 – опір теплопередачі конструкції, м² °С/Вт;

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура повітря, °С;

$t_{\text{н}}^{\delta}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду року, °С;

n – коефіцієнт, який враховує положення зовнішньої поверхні огорожувачих конструкції, по відношенню до зовнішнього повітря;

β – додаткові тепловтрати в долях від основних втрат.

Згідно карти-схеми температурних зон м. Вінниця відноситься до 1-ї температурної зони 3600 градусо - діб. Нормоване зниження опору теплопередачі для даної температурної зони згідно ДБН «Теплова ізоляція будівель» [12].

¹² ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель[Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://anc-project.com/ua/dbn1/dbn-v.2.6-31-2016-teplova-izolyaciya-budivel.html>

Завчасно помічаємо конструкцію стіни, в залежності від конструктивних особливостей, призначення стіни, навантаження на стіну матеріалу шарів.

2.3.3 Розрахунок опору теплопередачі зовнішніх стін будівлі, та підбираємо оптимальну товщину утеплювача.

Для умов експлуатації А вибираємо теплотехнічні характеристики будівельних матеріалів :

1 шар: Штукатурка (розчин цементно-піщаний):

$$\lambda_1 = 0,47 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C});$$

$$\delta_1 = 0,02 \text{ м.}$$

2 шар - цегла глиняна :

$$\lambda_2 = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C});$$

$$\delta_2 = 0,380 \text{ м.}$$

3 шар: утеплювач (шар пінополістиролу) :

$$\lambda_3 = 0,037 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C});$$

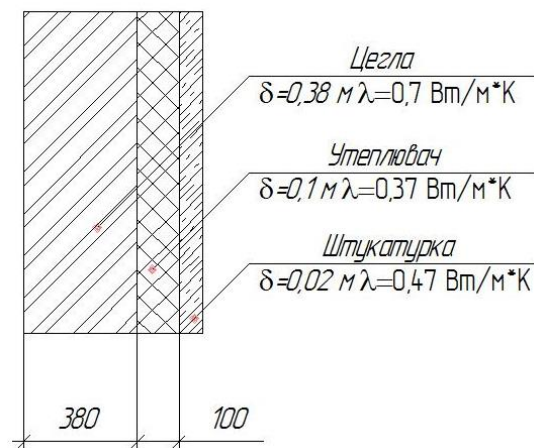


Рисунок 2.2 – Схема конструкції зовнішньої стіни

Визначаємо необхідний опір теплопередачі утеплювача:

Нормативний термічний опір теплопередачі для стін для 1-ї температурної зони $R_{\text{ст}}^{\text{норм}} = 3,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{K)}/\text{Вт}$, коефіцієнти тепловіддачі внутрішнього повітря до стіни $\alpha_{\text{вн}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$ і від стіни до зовнішнього повітря $\alpha_{\text{зн}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$.

Визначимо термічний опір стіни без утеплювача, необхідний опір і товщину утеплювача:

$$\sum R = \frac{1}{\alpha_{вн}} + 2R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_{зн}} = \frac{1}{8,7} + 0,04 + 0,54 + \frac{x}{0,037} + \frac{1}{23} = 3,3 \left(\frac{m^2 \cdot K}{Вт} \right). \quad (2.11)$$

$$x = 0.1(м)$$

Приймаємо товщину утеплювача 10 см, перераховуємо, і отримуємо приведений термічний опір стіни:

$$R_{прив} = 3,43 \left(\frac{m^2 K}{Вт} \right), k = 0,29.$$

2.3.4 Розрахунок горищного перекриття

Нормативний термічний опір для 1-ї температурної зони становить $R_{пер.норм} = 4,95 (m^2 \cdot ^\circ C) / Вт$; коефіцієнти тепловіддачі від внутрішнього повітря до перекриття $\alpha_{вн} = 8,7 Вт / (m^2 \cdot K)$ і від перекриття до повітря горища $\alpha_{зн} = 12 Вт / (m^2 \cdot K)$.

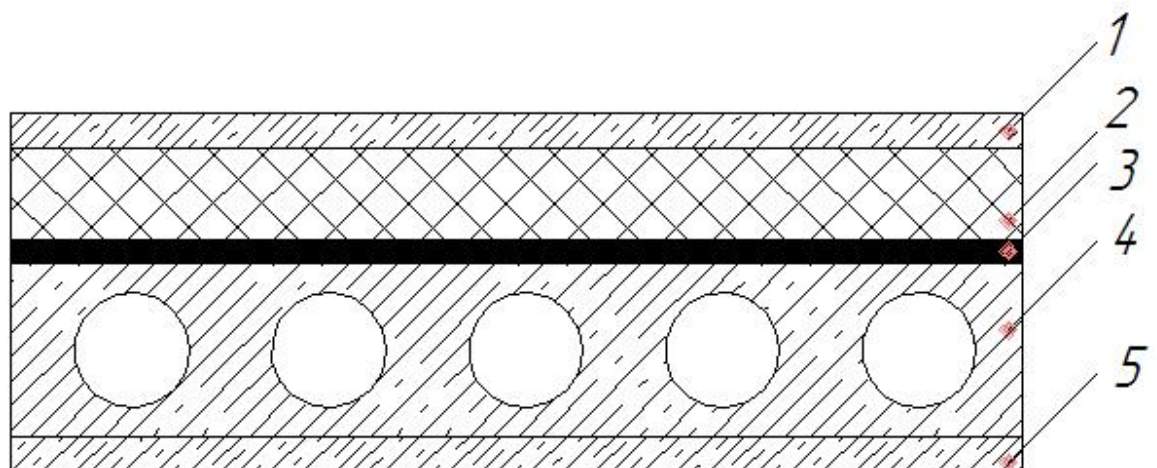


Рисунок 2.3 – Схема конструкції горищного перекриття: 1 – стяжка ; 2 – плити пінополістиролу; 3 – гідроізоляція; 4 – плити перекриття; 5 – штукатурка

Термічний опір штукатурки гіпсової $\delta_1=0,015$ м, $\lambda_1=0,47$ Вт/(м К):

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_2} = \frac{0,015}{0,47} = 0,03 \left(\frac{m^2 \cdot K}{Bm} \right). \quad (2.12)$$

Термічний опір залізобетонної плити:

$$R_{зб} = 0,15 \frac{m^2 K}{Bm} .$$

Термічний опір гідроізоляції $\delta_4=0,002$ м, $\lambda_4=0,22$ Вт/(м К):

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,002}{0,22} = 0,009 \left(\frac{m^2 \cdot K}{Bm} \right).$$

Термічний опір цементно-піщаної стяжки $\delta_3=0,025$ м, $\lambda_3=0,58$ Вт/(м К):

$$R_5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} = \frac{0,025}{0,58} = 0,04 \left(\frac{m^2 \cdot C}{Bm} \right).$$

Визначимо термічний опір стіни без утеплювача:

$$\sum R = \frac{1}{\alpha_{вн}} + R_1 + R_{зб} + R_3 + R_5 + \frac{1}{\alpha_{зн}} = \frac{1}{8,7} + 0,25 + 0,009 + 0,03 + 0,15 + \frac{1}{12} = 0,554 \left(\frac{m^2 K}{Bm} \right).$$

Шукаємо необхідну товщину утеплювача $\lambda_{ут}=0,037$ Вт/(м К):

$$R_{ym} = R_{nep}^{норм} - \sum R = 4,95 - 0,554 = 4,365 \left(\frac{m^2 K}{Bm} \right). \quad (2.13)$$

$$\delta_{ym} = R_{ym} \cdot \lambda_{ym} = 4,365 \cdot 0,037 = 0,17(m). \quad (2.14)$$

Вибираємо плити товщиною 17 см. Перераховуємо:

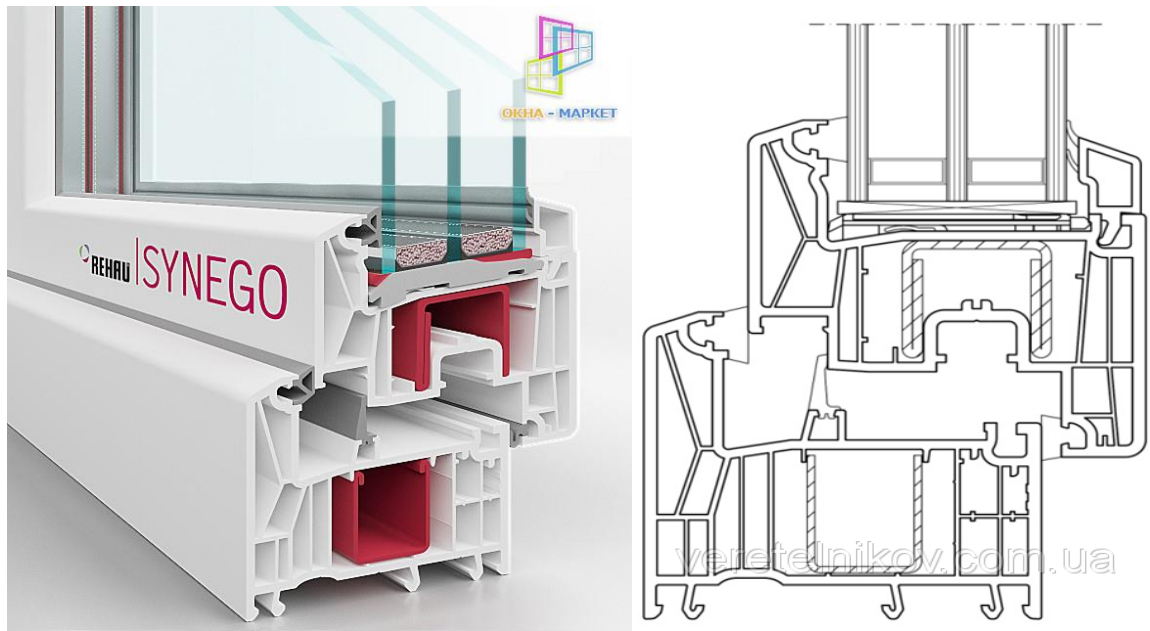
$$R_0 = \frac{\delta'_{ym}}{\lambda_{ym}} + \sum R = \frac{0,17}{0,037} + 0,554 = 5,15 \left(\frac{m^2 \cdot K}{Bm} \right). \quad (2.16)$$

$$k = 1/R = 0,194. \quad (2.17)$$

2.3.5 Розрахунок вікон

Для 1-ї температурної зони термічний опір вікон повинен бути не менше нормативного значення $R_{вік}^{норм} = 0,75 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$. Оберемо профільну систему REHAU SYNEGO [13] має 7 камер в рамі та 6 камер в стулці для підвищеної теплоізоляції 2 контури ущільнення надійно захистять від протягів та вологи.

¹³ REHAU SYNEGO [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.rehau.com/ua-uk/ws/vikonni-systemy/synego>



Технічні характеристики :

Склопакет: 51 мм двокамерний;

Термічний опір : $R_v=1,06 \text{ м}^2\text{К/ Вт}$;

Ущільнювач: два контури поліпластичного полімеру.

Водонепроникність: до 9 класу 9А згідно EN 12208;

Повітропроникність: клас 4 згідно з EN 12207;

Зламобезпека: до класу RC3.

Згідно із різницею температур внутрішнього і зовнішнього повітря для розрахунків приймаємо значення опору теплопередачі.

$$t_b - t_3 = 22 - (-21) = 43;$$

$$\text{Тоді, } R_v = 1,06;$$

$$t_{b2} - t_3 = 12 - (-21) = 33.$$

$$t_{b4} = 19 - (-21) = 40$$

$$k = 1,9.$$

2.4 Розрахунок теплових втрат приміщення

Система опалення має задачу компенсувати всі тепловтрати в будинку – через огорожувальні конструкції та на нагрівання зовнішнього холодного

повітря, яке проникає в приміщення через різні нещільності в огорожувальних конструкціях (інфільтрація).

Загальні тепловтрати Q_z складаються з головних Q_g та додаткових Q_d .

Приміщення пронумеровуємо на планах починаючи з першого поверху - №1, 2, 3, тощо. Сходові клітки позначаємо літерами – А, Б, В, тощо.

Розрахунок тепловтрат будинку проведено за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel наведено в додатку Д.

Умовне позначення огорожувальних конструкцій в таблиці 1.: ЗС – зовнішня стіна; ВТ – вікно з трійним склінням; СТ – стеля; ПІД – підлога; ДО – двері одинарні. Орієнтація: ПНЗХ – північний захід; ПНСХ – північний схід; ПДЗХ – південний захід; ПДСХ – південний схід.

Головні тепловтрати Q_g , Q_v , визначають за формулою:

$$Q_g = 1/R_0^\phi \cdot F \cdot (t_v - t_3) \cdot n, \quad (2.18)$$

де: F – теплопередаюча поверхня огорожувальної конструкції, m^2 ;

R_0^ϕ – повний фактичний термічний опір огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot ^\circ C / W$;

t_v – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^\circ C$.

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ C$, приймається середня температура найбільш холодної п'ятиденки;

n – коефіцієнт, що враховує додатковий захист огорожувальної конструкції від зовнішніх температур приймаємо [14]

2.5 Вибір опалювальних приладів

¹⁴ Пономарчук І.А. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Опалення» для студентів напряму підготовки 0921 – «Будівництво»/ І. А. Пономарчук, А.Ф. Пономарчук, О. Б. Волошин. – Вінниця: ВНТУ, 2005 – 56с.

Для створення системи опалення будинку використовують двотрубну систему опалення із нижньою розводкою. Марка приладів для обігріву «KERMI», тип 22 [15] підібраних радіаторів, довжину радіатора приймаємо задаючись тепловою потужністю радіатора відповідно до каталогу додаток ж.

2.6 Конструювання системи опалення

Стояки наносяться на плані у вигляді кілець і нумерують, починаючи з лівого верхнього кута будинку за часовою стрілкою. При двотрубній системі показують тільки подаючі стояки до приладів. Нумерування стояків позначають на всіх планах за віссю стояків в кільцях із зовнішньої сторони стін будинку.

Магістральні системи опалення показують на плані підвального поверху.

Прилади для обігріву показують на планах у вигляді прямокутників. На плані підвального поверху наносять зворотні і подаючі магістралі і стояки. Після нанесення приладів для обігріву і трубопроводів на плані будинку конструюють аксонометричну схему опалення в масштабі 1:100. Всі подаючі трубопроводи показують однією непереривною лінією, зворотні - пунктирною. Підводи до приладів наносять в такому ж масштабі, в якому виконуються всі плани схеми системи.

2.7 Гідравлічний розрахунок трубопроводів

Після розрахунку всіх тепловтрат, виконуємо розрахунок трубопроводів в будинку, вибору і розміщення обігрівальних приладів, складання схеми опалення в аксонометрії.

Гідравлічний розрахунок зводиться до визначення оптимальних діаметрів трубопроводів на кожній ділянці циркуляційних кілець.

Починаємо розрахунок із найбільш нераціонального циркуляційного кільця, яке проходить через найбільш далекий опалювальний прилад. Обране циркуляційне кільце поділяється на ділянки. Через кожен ділянку протікає

¹⁵ Радіатори KERMI [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://kermi.net.ua/category/stalnye-radiatory-kermi-ftv-tip-22/>

стала кількість води, а межі ділянок знаходяться в точках зміни потужності потоку.

Для попереднього підбору діаметру труб на ділянках прорахованого циркуляційного кільця необхідно визначити витрати води на ділянці G , кг/год і допустиму питому середню втрату тиску на 1м за рахунок тертя R_d , Па/м.

Витрати води визначаються за виразом:

$$G = \frac{3.6 \cdot Q}{4.187(t_a - t_i)}, \quad (2.19)$$

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

t_g – температура гарячої води, °С;

t_o – температура охолодженої води, °С.

Для представленої системи обираємо сталеві труби (для прокладання стояків) та металопластикові труби (для розводки по кімнатах). Опираючись на швидкість руху та витрату води на ділянці (G , кг/год, V , м/с), з таблиць визначають діаметр трубопроводу, питомі витрати тиску від тертя на 1 м і динамічний тиск, які заносять до таблиці 2.10, після цього визначають втрати тиску від тертя на ділянці.

Втрати тиску в місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$P = \sum \xi \cdot P_d, \quad (2.20)$$

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

P_d – динамічний тиск, визначається [16].

Після цього рахуємо суму втрат тиску від місцевих опорів і суму втрат тиску

¹⁶ Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами: ДСТУ Б В.2.5-44:2010. – [Чинний від 2.02.2010]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2010

від тертя. Потім визначають дійсні сумарні втрати тиску в циркуляційному кільці і виконують порівняння з розрахунковим циркуляційним тиском.

Гідравлічний розрахунок проведено за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel наведено в додатку Ж .

2.8. Підбір обладнання

2.8.1 Підбір циркуляційних насосів.

Для системи опалення обираємо два циркуляційних насоси, один з яких робочий інший резервний. Приймаємо до встановлення Grundfos PT 40-60/2. [17]

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

2.8.2 Підбір розширювального бака

Розширювальний бак обираємо типу Reflex NG 50 [18] - для систем опалювання. Місткість 50 літрів. З незмінною мембраною; максимальна робоча температура мембрани, яка допустима це 70 градусів; під'єднання - різьбове; полімерне покриття, колір - червоний або білий. Мембранний розширювальний бак має корпус, виготовлений з листової, високоякісної сталі і покритий пічною емаллю білого або темно-червоного кольору, розділений мембраною на дві камери: повітряну і водяну. У повітряній камері знаходиться

¹⁷ 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>

¹⁸ Reflex NG 50 [Електронний ресурс]–Режим доступу: http://www.teplograd.ru/catalog/serie/reglex_n/reflex_ng_50

попередньо закачане на заводі повітря. З боку повітряної камери в корпусі мембранного бака розташовано пневмоклапан, призначений для регулювання тиску повітря. Вихід і надходження з мембранного розширювального бака води відбувається через різьбовий приєднувальний патрубок

2.9 Розроблення схеми влаштування теплового насосу.

Для вводу необхідної теплоти для системи теплопостачання потрібно влаштувати системи ґрунтових теплових насосів та сонячних колекторів.

(Аркуш 5-6)

Ґрунтовий тепловий насос є досить ефективним в будь-який період року, тому що температура ґрунту на великі глибини є незмінною і сталою, і складає близько 10 °С.

Тому, цілий рік, можна буде відбирати постійну кількість теплоти із кожної ділянки ґрунту.

Для того щоб знизити бурові роботи та для підвищення надійності безперервного забору тепла тепловим насосом систему сонячними колекторами. На випадок поломки теплового насосу, систему під'єднано до електричного котла.

До встановлення прийнято ґрунтовий тепловий насос Vaillant Flexo THERM exclusive VWF 157/4 [¹⁹], потужністю 14,5 кВт, технічні характеристики якого наведені в додатку 10, а також сонячні колектори марки Vaillant auro THERM exclusive VTK 1140/2 [²⁰] в кількості 4 шт

2.10 Гідралічний розрахунок ґрунтових зондів.

Як було заявлено, загальне значення явної теплоти на котедж дорівнює 13.1 кВт. Половина потрібного холоду забезпечуватиметься влаштуванням теплового насосу Vaillant потужністю 14,5 кВт. Зонди розраховуються за подальшою

¹⁹ Vaillant Flexo THERM exclusive VWF 157/4 [Електронний ресурс]–Режим доступу: <https://www.vaillant.ua/dlia-klientov/products/flexotherm-exclusive-vwf-57-4-197-4-15360.html>

²⁰ Vaillant auro THERM exclusive VTK 1140/2 [Електронний ресурс]–Режим доступу: <http://m.ua/desc/vaillant-aurotherm-exclusive-vtk-1140-2/>

схемою.

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

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

Кількість необхідних зондів довжиною 100 м:

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

Вибрана труба для зонда: PE32x3,0(2,9)м при 0,531 л/м. Трубний зонд має вигляд подвійної U-подібної труби. Кількість теплоносія визначається за формулою 2.33:

$$m = 2 \cdot l \cdot 2 \cdot V + l_{\text{л}}, \quad (2.21)$$

де V - об'єм трубопроводу, м^3 ;

$l_{\text{л}}$ - 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 [21]

Значення R для PE32x3,0(2,9) при 430 л/год = 105 Па/м.

Значення R для PE32x3,0(2,9) при 8600 л/год = 689 Па/м.

Втрата тиску на U-подібні труби:

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

Втрати тиску по довжині:

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

Втрати тиску теплового насоса згідно його технічного паспорта:

$$\Delta p = 44000 \text{ (Па)}.$$

Загальні втрати тиску:

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

2.11 Висновки

У цьому розділі на першому етапі моделюється процес тепломасообміну котеджу.

Відповідно до значення навантаження та явних теплонадлишків $\Delta Q = 13,1$ кВт вибираються тепловий насос та сонячні колектори, які забезпечуватимуть 50% електроенергії. Тому було обрано тепловий насос фірми Vaillant Flexo THERM VWF 157/4 та сонячний колектор Vaillant auro THERM VTK 1140/2 потужністю 14,5 кВт. Визначено, що для забезпечення необхідного тепла

²¹ Опалення, вентиляція та кондиціонування : ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинний від 01.01.2014р.] - К. : Київ Мінрегіон України, - Київ, 2013.

необхідно облаштувати три свердловини глибиною 100 метрів та чотири сонячні колектори.

Завдяки використанню енергозберігаючого обладнання надійна та економічна робота систем опалення та опалення забезпечує підтримання температурного режиму в будівлі.

Також було проведено моделювання теплового потоку. На основі цих даних моделюється гідравлічний стан системи опалення.

Для подальших розрахунків необхідно сформулювати організаційні заходи щодо впровадження системи опалення.

Розроблені конструктивні схеми та креслення.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Організаційно-технологічне забезпечення монтажу

3.1.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту

Джерелом тепла служить ґрунтовий тепловий насос Vaillant Flexo THERM exclusive VWF 157/4 [20] потужністю 14,5 кВт, який працює у бівалентному допоміжному режимі. До влаштування прийнято сонячний колектор Vaillant auro THERM exclusive VTK 1140/2 [21]. Тепловий насос розміщується в спеціальному приміщенні будівлі, сонячний колектор – ззовні будинку.

Монтаж ґрунтового теплового насосу передбачає буріння 3 свердловин, в яких розміщують по 2-і U-подібних труби PE 32x2,9 мм. Після монтажу труб свердловини наповнюють спеціальним розчином із високою теплопровідністю – бентонітом.

Для справності системи тепловий насос має потребу у встановленні розширювального бака, вимірювальних пристроїв, циркуляційного насоса, запірної та регулюючої арматури. Також передбачено обов'язку із встановленням розширювального бака, насосної групи, бака-акумулятора, вимірювальних пристроїв та запірно-регулюючої температури.

Для всіх кімнат у котеджі застосований варіант з горизонтальним розведенням теплопроводів. Система опалення двотрубна горизонтальна. З'єднання відбувається за допомогою фітингів. Трубопроводи теплоізолюються трубною ізоляцією. Вертикальні стояки виконуються із поліпропіленових труб. Трубопроводи в районах перетину перекриттів, внутрішніх стін та перегородок прокладаються в гільзах з негорючих матеріалів. Гільзи на 20...30 мм виступають над позначкою чистої підлоги.

В приміщенні розташований розподільчий колектор. Кожна гілка теплопостачання укомплектована насосною групою. Для можливості

регулювання систем опалення №1 та №2 на їх гілках встановлені триходові клапани із сервоприводом. Теплопостачання колекторів виконати згідно схеми (див. аркуш 6-7). На основі аналізу конструктивних особливостей було складено таблицю 3.1

3.1.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи

Перед початком монтажних робіт встановити готовність будівлі до монтажу трубопроводів, приладів і обладнання. Приймання об'єкту під монтаж систем теплопостачання оформити актом встановленої форми, який підписали: представник генерального підрядника, який виконує будівельні роботи з однієї сторони, і представник організації, що виконав спеціалізовані роботи.

Будівельна готовність споруди включає в себе перелік робіт, які повинні бути завершені до початку монтажу системи:

- виконані всі будівельні конструкції, на які влаштовується обладнання чи прокладаються трубопроводи;
- виконані фундаменти з отворами для фундаментних болтів під колектори, гідромодуль тощо;
- залишені чи пробиті всі отвори в перекритті, стінах і перегородках для проходу трубопроводів згідно проекту;
- залишені монтажні пройми і шляхи транспортування обладнання до місць монтажу;
- виділено приміщення відповідних розмірів для комплектування і зборки трубопроводів в укрупнені вузли;
- забезпечений вільний доступ до всіх місць виробництва монтажних робіт;
- підведені електричні лінії для підключення інструментів;
- забезпечено освітленість робочих місць;
- підготовка риштування і підмосток для роботи на висоті.

Окрім вказаних вимог до готовності об'єкту під монтаж необхідно виділити місце для складування матеріалів, санітарно-технічних заготовок і

обладнання. Необхідна також комора, для зберігання малогабаритних інструментів.

Група підготовки виробництва монтажних організацій спільно з керівництвом монтажної ділянки повинна уважно слідкувати за повним, своєчасним і якісним виконанням всіх загально-будівельних робіт пов'язаних із системою теплопостачання.

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

Кількість матеріалів та обладнання, які потрібні для монтажу теплового насосу 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	шт	1	345	345
Земляний зонд	Muovitech PEM 32x2,9 PN16 PE100SDR17	м	4822	0,376	1813
Розподільна гребінка	Vaillant Flexo THERM	шт	1	3,4	3,4

Продовження табл. 3.1 – Кількість матеріалів та обладнання

Пакет пристроїв для підключення розсольного контуру з реле тиску, повітровідвідником, запобіжним клапаном, запірними органами, стіноюю 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	Оптима-енерго-сервис	шт	10	0,65	6,5
Всього:					2184

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

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

Продовження таб. 3.2 – Кількість матеріалів та обладнання, необхідних для влаштування сонячного колектора

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

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

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 систем теплопостачання

Монтаж теплового насосу проводиться в такій послідовності:

1. Доставляння 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 і обладнання з місця монтажу.

Монтаж системи сонячних колекторів проводиться:

- перш, ніж вибрати місце розташування приладу, уважно ознайомтеся з рекомендаціями щодо техніки безпеки та інструкцією з монтажу.
- максимально скерувати розташування скляної поверхні сонячного колектору в південному напрямку.
- при встановленні сонячних колекторів на терасах закріпити їх на опорній поверхні за допомогою анкерних кріплень.
- переконатися, що будь-які об'єкти (наприклад, будівлі, дерева ...), що спричиняють тінь впродовж дня, не перешкоджають доступу прямого сонячного проміння до колекторів при їх розташуванні в напрямку сонячної сторони.
- впевнитися, що місце, на якому встановлені сонячні колектори, є достатньо

надійним, щоб витримати навантаження установки.

- впевнитися, що конструкція, на якій встановлені сонячні колектори, відповідає вимогам нормативу EN1991:

- для снігового навантаження (2,3 кН /м²);
- для вітрового навантаження (1,6 кН /м²).

Згідно документів «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи» [22] та «Єдині норми і розцінки на будівельні, монтажні і ремонтно-будівельні роботи» [23] визначено склад бригад та середній розряд робітників для виконання необхідних робіт. Результати наведено 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	Трудомісткість, люд/дні	Виконавці		Тривалість, 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, 3р -2	0,5
Встановлення сонячних колекторів	1шт	4	79,56	9,95	3	монтаж. 5р -1 3р -2	3

²² Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://dbn.co.ua/index/dbn_d_2_4/0-34

²³ Єдині норми і розцінки на будівельні, монтажні і ремонтно-будівельні роботи [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://msmeta.com.ua/ua_view_norma_dbn_sbornik_sou.php?kat=3

Продовження таб. 3.4 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи теплопостачання

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
Прокладання поліпропіленових трубопроводів діаметром 40 мм	100п.м.	0,38	115,6	5,49	6	2 бр. монтаж. 4р -1 3р -2	1
Прокладання поліпропіленових трубопроводів діаметром 50 мм	100п.м.	0,88	117,6	12,94	6	2 бр. монтаж. 4р -1 3р -2	2
Влаштування гнучких вставок	1шт	130	4,28	69,55	6	2 бр. монтаж. 4р -1 3р -2	11,5

Продовження таб. 3.4 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи теплопостачання

Ізоляція трубопроводів	100п.м.	8,2	41,09	42,12	6	2 бр. монтаж. 4р -1 3р -2	7
Встановлення запірно-регулюючої арматури	1шт	195	3,05	74,34	6	2 бр. монтаж. 4р -1 3р -2	12
Встановлення гідравлічного модуля	1шт	2	21,32	5,33	2	монтаж. 4р -1 3р -1	2,5
Встановлення манометрів	1шт	75	0,36	3,38	2	монтаж. 4р -1 3р -1	1,5
Встановлення термометрів	1шт	75	0,51	4,78	2	монтаж. 4р -1 3р -1	2
Буріння свердловин	100м	3	50,62	75,93	6	2 бр. монтаж. 5р -1 3р -2	12

Продовження таб. 3.4 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи теплопостачання

1	2	3	4	5	6	7	8
Прокладання труб розсольного контуру	1000м	44,2 2	48,71	26,92	6	2 бр. монтажн. 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. монтажн. 5р -1 4р - 1 3р -1	1
Гідравлічне випробовування розсольного контуру	1000м	4,42	8,22	4,54	4	сл.сантех бр - 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	0,2 5

За результатами виконаного розрахунку трудомісткості та тривалості виконання робіт складено календарний план виконання робіт (аркуш 10). На роботи прокладання трубопроводів для системи теплопостачання складають акти прихованих робіт.

3.1.5 Монтаж обладнання систем теплопостачання

В даній системі передбачено сонячні колектори, тому його влаштовано на дах споруди споруди.

Гідравлічне підключення колектора до насосної станції виконано гнучкими вставками, проходи через стіни проведені і протипожежних муфтах «Фенікс» [24].

Тепловий насос Vaillant Flexo THERM exclusive VWF 157/4 монтується в окремому приміщенні всередині котенджу із подальшою об'язкою системи.

Збирання вузла обв'язки для зручності проводять на підлозі. Наступним етапом монтажу є безпосереднє прокладання трубопроводів і їх термоізоляція. Конденсат відводиться дренажною системою із ухилом 2% в каналізацію, в якій влаштовано сифон для уникнення потрапляння неприємних запахів у приміщення.

Змонтоване обладнання під'єднують до електромережі, проводять опресування системи і перевіряють її герметичність. По завершенню даних робіт виконують заповнення системи носієм – водним розчином пропіленгліколю 45%.

Щоб зменшити втрати теплоти через трубопроводи та для уникнення виникнення на їх поверхні конденсату, трубопроводи захищені ізоляцією із вспіненого поліетилену «Теплоізол» [25].

Кріплення трубопроводів здійснюється до прогонів. Трубопроводи, які проходять через будівельні конструкції прокладаються в протипожежних муфтах.

Монтаж трубопроводів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити вісі та установити підвіски із плаваючими хомутами;
- б) прокласти труби, вузли і заготовки по наміченим вісям;

²⁴ Протипожежна муфта ФЕНИКС® ППМ для металлопластиковых труб [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.aplusb.kiev.ua/?mp=simplecat&category_id=13&photo_id=31

²⁵ Теплоізол [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://teploizol.kiev.ua/index.php/trubnaya-izolyatsiya>

- в) зібрати трубопроводи та приєднати до них монтажні вузли;
- г) встановити задані уклони;
- д) встановити і закріпити гільзи;
- е) закріпити трубопроводи на опорах та підвісках.

3.1.6 Випробування та пуск системи

Здавання в експлуатацію системи теплопостачання відбувається в три етапи: зовнішній огляд, випробування гідростатичним або манометричними методами, випробування на тепловий ефект.

Під час зовнішнього огляду перевірити відповідність виконаних монтажних робіт затвердженому проєктові, правильність збирання і міцність закріплення труб, встановлення контрольно-вимірювальних приладів, запірно-регулювальної арматури, розташування спускних і повітряних кранів, дотримання нахилів, відсутність протікання в з'єднаннях, кранах тощо.

Після зовнішнього огляду до початку лицювальних робіт систему теплопостачання випробувати на міцність і герметичність.

Гідравлічне випробування трубопроводів виконати в такій послідовності:

- зовнішній огляд трубопроводу;
- встановлення заглушок, манометрів;
- приєднання водопроводу і гідравлічного пресу;
- наповнення окремих частин системи водою до заданого тиску;
- огляд трубопроводу з відміткою дефектних місць;
- спуск води з трубопроводу і усунення дефектів;
- повторне наповнення системи в цілому до заданого тиску;
- огляд і перевірка системи, зниження тиску і усунення дефектів;
- здача системи;
- спуск води з системи;
- зняття заглушок, манометра і від'єднання пресу.

Система витримала випробування гідростатичним методом, якщо протягом

5 хв падіння тиску не перевищує 0,02 МПа і якщо немає протікання води в місцях трубних з'єднань, в арматурі, нагрівальних приладах і обладнанні.

Пневматичні випробування систем опалення виконуються так: систему заповнюють повітрям з надлишковим тиском 0,83 МПа; виявивши дефекти монтажу на слух, знижують тиск до атмосферного і ліквідують їх; потім систему заповнюють повітрям з надлишковим тиском 0,1МПа і витримують протягом 5 хв. Система витримала випробування, якщо падіння тиску не перевищує 0,01 МПа.

При гідравлічному випробуванні використовувати манометр нижнього підключення 1/4" 0-4 бар Ісма No244 [26] (манометр точних вимірів – діапазон до 600 кПа).

Здаючи систему теплопостачання в експлуатацію, подати комплект виконавчої документації генпідряднику (робочі креслення з внесеними змінами), всі акти приймання прихованих робіт, паспорти обладнання, акти гідравлічного і теплового випробувань системи.

3.1.7 Підбір машин, механізмів, пристосувань

Влаштування сонячних колекторів та теплового насоса а також труби, деталі, конструкції та обладнання привозяться централізовано автомашинами Mercedes [27] технічні характеристики автомашини Mercedes наведені в таблиці 3.5.

²⁶ Манометр нижнього підключення 1/4" 0-4 бар Ісма No244 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://sanmix.net.ua/manometr-nijnego-podklyucheniya-14quot-0-4bar-icma-no244>

²⁷ Mercedes Atego 818 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://tentovan-ye-gruzoviki/24-mercedes-atego-818.html>

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, інтеркуллер
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	Еуро 3

Інструментом для такелажних робіт є лебідка електрична типу Л-1,25 [28] із характеристиками :

- канати діаметром 11,5 мм;
- блоки;
- поліспасти;
- ковзани для переміщення вантажу до місця монтажу.

Для роботи на висоті також використовують вишку-туру виробника «Сандра» [29] із робочою висотою 5м та розміром настилу 2х1,2м.

Для виконання зварювальних робіт передбачено зварювальні апарати PPR Candan [30] із такими технічними характеристиками:

²⁸ Лебедка електрическая монтажно-тяговая [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://globalprom.com.ua/gruzopodemnoe-oborudovanie/lebedki-jelektricheskie/tjagovo-montazhnie/>

²⁹ Вишка тура пересувана 5,0м -2.0х1.2 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://sandra.prom.ua/p13583010-vishka-tura-peresuvana.html>

³⁰ Технічні характеристики пристрою для зварювання поліпропіленових труб Candan [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://aqueduct.com.ua/candan.html>

- максимальна потужність: 2кВт;
- межі регулювання струму: 20-160А;
- напруга мережі: 220В;
- маса 6 кг.

Для виконання гідравлічного випробування передбачено поршневий компресор СБ/С-50.LB30 [31] із такими технічними характеристиками:

- потужність: 2,2 кВт;
- продуктивність 440 л/хв;
- максимальний тиск: 10 атм;
- маса 71кг;

Для буріння свердловин використовується бурова установка КВ30/150 [32] із технічними характеристиками:

- глибина буріння 150м;
- маса 6500кг;
- двигун привідний потужністю 95 кВт.

3.1.8 Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт

Для уникнення можливості виникнення нещасних випадків на заготівельних роботах та під час монтажу систем опалення необхідно суворо притримуватись правил техніки безпеки.

Роботи з монтажу систем опалення повинні виконуватись відповідно до ПВР і бути погодженими з загально-будівельними та іншими спеціальними роботами.

При нещасному випадку працівник, що знаходиться поряд повинен надати допомогу постраждалому і одночасно повідомити про це майстру.

31 Компресор СБ 4/С- 50 LB 30 А [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.remeza.org/kompressor_sb_4s_50_lb_30_a

32 Серия буровых установок КВ 30 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.kurth-bohrtechnik.de/index.php?id=51&L=2>

Для попередження пожежі на місці монтажних робіт або в заготівельній майстерні необхідно обережно поводитись з вогнем та виконувати всі протипожежні заходи. Вогненебезпечні матеріали слід зберігати в спеціальних приміщеннях. Електромережа повинна бути в справному стані.

У випадку виникнення пожежі до прибуття пожежної команди слід використати всі засоби пожежогасіння.

Людину, вражену електричним струмом необхідно якнайшвидше звільнити від дії струму, для чого слід виключити рубильник, а якщо це неможливо, то відірвати постраждалого від дроту чи предмета, що знаходиться під напругою. При цьому той, що оказує допомогу, не повинен торкатися враженого голими руками : необхідно мати гумові рукавички та діелектричні калоші або стати на суху дошку та обмотати руки сухим одягом.

Після цього постраждалому слід зробити штучне дихання.

Палаючий бензин, гас, нафту, змащувальні матеріали необхідно гасити пінними вогнегасниками та піском.

Під час пожежі всі працівники повинні обов'язково виконувати всі розпорядження керівника та активно приймати 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

[³³].

³³ Смирнов А.Г. Довідкові дані з розрахунковими коефіцієнтами електричних навантажень/ А.Г. Смирнов. – Москва: ТЯЖПРОМ – ЕЛЕКТРОПРОЕКТ, 1990. – 118 с.

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:

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

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:

$$T_{\text{заг.}} = 35 \text{ днів.}$$

Загальна трудомісткість:

$$Q_{\text{заг.}} = 561,27 \text{ люд} \cdot \text{дні.}$$

Середня чисельність робочих:

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

Максимальна чисельність робітників :

$$R_{\text{макс.}} = 24 \text{ робітника.}$$

Надлишкова трудомісткість:

$$Q_{\text{надл.}} = 86,5 \text{ люд} \cdot \text{дні.}$$

Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва:

$$\alpha_1 = R_{\text{сер.}} / R_{\text{макс.}}$$

$$\alpha_1 = 0,63$$

Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам:

$$\alpha_2 = Q_{\text{надл.}} / Q_{\text{заг.}}$$

$$\alpha_2 = 0,15$$

Коефіцієнт, який характеризує використання часу робочих протягом

будівництва:

$$\alpha_3 = T_{\text{уст.}}/T_{\text{заг}}$$

$$\alpha_3 = 0,63$$

Розроблено заходи щодо організаційно-технологічного забезпечення монтажу системи тепlopостачання. Визначено необхідні матеріали, їх кількість, потребу в допоміжних матеріалах, необхідні інструменти, визначено склад ланок та розряд робітників.

На основі календарного плану виконано розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, що склала 561,27 люд·дні та тривалість виконання монтажних робіт 38 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 уважно та ретельно прочитати інструкцію щодо його влаштування та зберігати її протягом всього періоду експлуатації.

Ввід в експлуатацію теплового насоса повинна проводити спеціалізована організація, яка має дозвіл на виконання таких робіт.

Помилки в управлінні можуть привести до травм персоналу чи пошкодженню обладнання, тому необхідно забезпечити доступ до прибору лише тих осіб, які вміють правильно ним користуватися.

Ремонт повинне виконувати лише спеціалізоване підприємство. Погано виконаний ремонт може привести до виникнення небезпечних ситуацій при експлуатації і погіршенню роботи обладнання.

Застосовувати лише оригінальні частини.

Щорічно проводити контрольний огляд і необхідне технічне обслуговування

теплового насоса, які повинні виконувати спеціалізовані підприємства, які мають дозвіл на виконання таких робіт.

3.2.2 Експлуатація геліоустановок

Кількість розроблених та реалізованих у практиці сонячних систем гарячого водопостачання (ССГВ) надто велика і в міру подальшого вдосконалення сонцесприймального, теплообмінного, теплогенеруючого та іншого обладнання з'являються все нові і нові можливості їх використання та нові схеми ССГВ.

Установки сонячного гарячого водопостачання з рідинними сонячними колекторами, одно- дво- або багатоконтурні, з природною або вимушеною циркуляцією, бак-акумулятор суміщений або не суміщений з теплообмінником. Найбільш прості – проточні одноконтурні системи, що включають сонячні водонагрівачі та безнапірні баки – акумулятори. Робота за такою схемою допускається лише за використання корозійностійких колекторів.

Для підвищення корозійної стійкості та забезпечення роботи з антифризом як теплоносія в зимовий час, системи виконуються дво- або багатоконтурні.

Прагнення інтенсифікувати теплообмін призвело до появи схем з проміжним контуром. Збільшити ефективність схеми можна за рахунок використання стратифікації води в акумуляторі. Для підвищення цього ефекту сумарна ємність бака-акумулятора розбивається на секції. У такому випадку через різницю температур у секціях, теплоносій до сонячного колектора подають з нижчою температурою. Крім того, збільшується час корисної роботи, оскільки в післяполуденні години сонячний колектор може працювати лише на секцію з більш низькою температурою, що суттєво збільшує теплову віддачу системи. Однак, у зв'язку з ємністю останньої секції система не може працювати весь світловий день. Встановлення швидкісного теплообмінника після останньої секції акумулятора (за ходом руху теплоносія в контурі сонячного колектора)

дозволяє ССГВ працювати впродовж всього часу інсоляції.

Сонячні колектори компактні. Вони достатньо стійкі і монтаж їх дуже простий. Але в подальшому потребують дотримання декількох вимог до користування ними:

- транспортують колектори в горизонтальному положенні не більше 15 шт., покладених один на одній. Під час перевезення вони мають бути закріплені, і скло має бути захищене картоном. У випадку більше ніж 3 шт. у зв'язці обов'язково використовувати розпірки згідно з рекомендаціями виробника.

- у складських приміщеннях за температури повітря вище 0 °С термін зберігання колекторів не обмежений. Не допустимо потрапляння прямого сонячного проміння на абсорбер колекторів. Різкі зміни температури спричиняють конденсацію води всередині колектора. Щоб уникнути цього, рекомендують до заповнення колектора теплоносієм використовувати будь-які захисні покриття.

Для монтажу колекторів рекомендується використовувати опірні конструкції на базі анодованого алюмінію, які встановлюють:

- на дах з ухилом;
- на рівний дах до 8 м чи на землю;
- на рівний дах до 20 м;

Під час монтажу колектора трубки, що виходять із нього, не можна завантажувати згинальними чи обертовими моментами.

Найбільша рекомендована кількість колекторів в одному ряду становить 10 штук.

Як теплоносій доцільно використовувати антифризи. Використання колекторів для прямочного підігрівання води чи доповнення первинного контуру водою заборонено.

Допоміжне обладнання, що забезпечує оптимальну потужність і надійну експлуатацію сонячного обладнання, має бути схвалено державними випробувальними інститутами.

3.2.3 Монтаж колекторів

Монтаж колекторів на похилий дах використовують опорну конструкцію для зручного і швидкого монтажу. У більшості випадків не потрібно більше ніяких додаткових ущільнень завдяки спеціальним крюкам, на яких встановлюється вся конструкція. Комплектуються конструкції на два або три колектори із можливістю утворення рядів до 10 колекторів. Для з'єднання конструкцій використовують спеціальні з'єднувальні елементи.

Всі окремі елементи конструкції запаковані разом із конструкцією з монтажу. Якщо нахил даху різко відрізняється від необхідного кута 45° , існують профілі різної довжини, які використовують для коректування цього кута:

Таблиця 3.6 Довжина профілю для корекції кута

Довжина, мм	Коректування кута, ($^\circ$)
500	15
750	21
1000	27

Монтаж колекторів на плоску поверхню

Для монтажу колекторів на плоский дах чи іншу горизонтальну поверхню комплектується спеціальна конструкція. У випадку монтажу колекторів на землі необхідно забезпечити висоту нижньої межі колекторів мінімум 0,5 м.

Опорні конструкції для монтажу на плоскому даху комплектуються в двох видах: до 8 м і до 20 м над рівнем землі. Конструкції поставляються на 2 або на 3 колектора із можливістю з'єднання до 10 колекторів. Всі окремі елементи конструкції запаковані разом із інструкцією з монтажу. Для з'єднання конструкцій один з одним існують спеціальні з'єднувальні елементи.

Колекторні поля кількістю із 4-х і більше колекторів слід закріпити під крайніми колекторами повітряним кріпленням. Для систем із двох чи трьох колекторів достатньо одного кріплення.

Монтаж колекторів, вмонтованих у дах

Цей спосіб монтажу підходить, передусім, у випадках одночасного будівництва будинку і сонячної системи чи реконструкції даху. У цьому випадку колектори одночасно виконують роль покриття.

Для таких систем поставляються профілі із анодованого алюмінію. Ущільнення вертикальних зазорів між колекторами в одному ряду реалізується за допомогою алюмінієвого U-подібного профілю товщиною 0,6 мм і змазування на базі силікону. Горизонтальні зазори між колекторами і покриттям даху закриваються жерстю.

Монтаж первинного контуру

Монтаж гідравлічних елементів починається із закріплення бойлерів, насосів, теплообмінників чи вузла керування. Окремі елементи розміщують таким чином, щоб вони були доступні для контролю і обслуговування. З'єднувальні трубопроводи виконуються із міді чи сталі. Вид і переріз трубопроводів вибирається згідно з видом і схемами з'єднання опалювального обладнання.

Монтаж сталевих труб реалізують за допомогою зварювання чи різьбових з'єднань. Колектори підключають таким чином, щоб подавати холодний теплоносій до нижнього входу і виводити його через верхній обернений патрубок.

Під час монтажу необхідно уникати потрапляння стружок та іншого бруду в трубу. Для підтягування гайок на бойлерах, теплообмінниках і колекторах бажано користуватися двома ключами, щоб не виникло зайве механічне навантаження виводів. Температурне розширення трубопроводів досягає величини 2-х мм на 1 м і тому необхідно приймати відповідні заходи для компенсації цих розширень.

Розширювальний бак підключають таким чином, щоб між ним і колектором не було ніякого запірного елемента.

Насос підживлення може бути підключений до системи постійно, але в

цьому нема необхідності. У будь-якому випадку він підключається через запірну арматуру.

Циркуляційні насоси можуть працювати тільки за замкненим контуром. На це необхідно звернути увагу перед усім під час монтажу насосів вторинних контурів і розмістити їх у місцях без засмоктування повітря. Вісь обертання має знаходитись в горизонтальному положенні.

Зливний кран рекомендують підключати у найнижчій точці обладнання. Він полегшить роботу під час заміни теплоносія. Використання вузла керування суттєвим чином спрощує монтаж. У ньому зосереджені майже всі елементи первинного контуру, його можна просто закріпити на стіні із мінімальною площею покриття. До розміщення окремих елементів гідравлічного контуру немає особистих вимог, проте не рекомендується зосереджувати їх в одному місці. Зазвичай їх встановлюють біля бойлера чи накопичувача тепла.

Після перевірки на щільність всі трубопроводи слід ізолювати.

Монтаж електричного обладнання та засобів регулювання

До регулятора сонячної установки підключають:

- джерело живлення 220 В /50 Гц;
- виводи циркуляційних насосів;
- датчики температур;
- виводи триходових вентилів.

До кожного регулятора разом із інструкцією з монтажу додають конкретні схеми підключення.

Регулятор розміщують поблизу обладнання і захищають його від потрапляння вологи. Термоелектричне керування триходовими вентилями підключається до мережі 220 В. У складних системах, де застосовують допоміжне реле, рекомендують використовувати реле із котушкою на 220 В змінного струму.

Всі проводи на 220 В мають бути захищені стандартною ізоляцією із мінімальним перерізом 0,5 мм². Всі електроприлади на 220 В обов'язково

підключають до заземлення чи занулення. Датчики температури підключають двожилими кабелями. Особливу увагу слід звертати під час підключення датчика температури колектора. Його з'єднання із кабелем має бути стійким до атмосферних умов. Мінімальний переріз проводів від температурних датчиків слід брати до уваги у випадку використання систем із опором 100 Ом і довжиною кабеля понад 10 м. Для підключення електричного обладнання допускається тільки кваліфікований персонал.

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

Сонячні установки заповнюють виключно теплоносієм на базі антифризу. Лише під час перевірки на щільність допускається використовувати чисту воду у неморозну погоду. До системах, обладнаних вузлом керування, прикладають інструкцію щодо їх заповнення.

За допомогою манометра перевіряють тиск у розширювальному баці і у випадку необхідності його підкачують або спускають тиск до 250 кПа. Ручним насосом підживлення закачують теплоносій через запірний кран доти, доки із другого не почне витікати постійний потік речовини. Тоді другий кран закривають і доводять тиск до 350 кПа.

Потім відривають головну запірну поворотом болта. Включивши насос, через деякий час, спускають повітря в найвищій точці системи. Для надійної роботи системи необхідно повторно спустити повітря із системи три або чотири рази. У контурах із абсорбційним повітровідвідником на цьому закінчується вся підготовка системи до експлуатації. В іншому випадку необхідно після одного-двох днів роботи системи виконувати повторне спускання повітря, яке виділилося із рідини.

Під час видалення повітря спостерігають за тиском і у випадку його зниження підкачують теплоносій

Перевірка на щільність

Перевірку на щільність слід виконувати після закінчення монтажу за нормальних робочих умов. Випробувальний тиск 550 кПа. У літній період рекомендують використовувати для перевірки чисту воду, яку потім замінюють на антифриз. Із заповненої системи видаляють повітря і доводять до нормального робочого тиску.

Налагодження робочих параметрів сонячної установки

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

- гранична температура води в бойлері;
- різниця температур.

В одному і тому самому об'ємі води за більш високої температури можна накопичити більшу кількість енергії, ця температура не має перевищувати 65 °С. Щоб уникати утворення накипу не можна в трубопроводі подавати гарячу воду вище 65 °С.

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 табл. 3.7 наведено орієнтовні дані з підігрівання теплоносія залежно від його витрати і потужності колекторного поля з урахуванням теплових втрат 10% у відмінному стані, коли коефіцієнт передачі тепла в колекторі 100 відсотків.

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

Контроль роботи сонячної установки

Сонячна установка потребує мінімального обслуговування. Рекомендується регулярний контроль обладнання для своєчасного виявлення можливих несправностей і забезпечення оптимальної експлуатації. Після пуску в експлуатацію протягом 2-х тижнів здійснюють контроль через 2-3 дні. Якщо за цей період не виникнуть несправності, то в майбутньому достатньо контролювати установку один раз у 3-4 місяці. Контролювати необхідно:

- тиск, який не має падати; залежно від температури з'являються значні коливання;
- температуру в різних місцях обладнання; вона залежить від потужності і не має перевищувати граничних значень;
- появу повітря – в обладнанні перевіряють короткочасним відкриттям повітряного клапана;
- роботу насоса – він має обертатись завжди, коли засвічується відповідна контрольна лампочка регулятора;
- теплоізоляцію, яка має бути сухою і не мати пошкоджень.

Поточний ремонт

Термін роботи колекторів понад 20 років. Якщо вибір усіх деталей обладнання відповідає правилам справжньої інструкції і обладнання грамотно

змонтовано, то протягом всього часу роботи система потребує мінімального догляду. Для забезпечення тривалої і безперебійної роботи необхідне наступне:

- заміна або контроль теплоносія після 6 років експлуатації;
- перевірка роботоздатності запобіжного клапана один раз у 4 місяці;
- ревізія електричного обладнання згідно з місцевими нормами.

Можливі несправності і методи їх усунення

Несправності або перешкоди в роботі сонячної установки виникають передусім внаслідок неправильного підбору або налагодження обладнання, використання елементів, що підходять, неправильного монтажу невиявлених пошкоджень матеріалу. Можливі несправності наведено в табл.3. 8

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.

Продовження таб. 3.8 Причини несправностей і способи їх усунення

2. Перепад температур на колекторі понад 500 °С.	Витрати теплоносія дуже малі.	Переключити насос на менші витрати або
3. Перепад температур на колекторі постійно менше 40 °С.	Витрати теплоносія дуже великі.	налаштувати головний вентиль. Підкрутити, почистити чи замінити.
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 переключачє контури.	Неправильне налагодження. Великі витрати теплоносія.	Налагодити як у п.3. ³⁴

3.2.5 Монтаж ґрунтового насосу

Монтаж і підключення теплового насоса обов'язково проводиться кваліфікованим персоналом. Для робіт з холодоагентом необхідно мати відповідну кваліфікацію.

Для монтажу, ремонту або обслуговування, необхідно дотримуватися мінімальних відстаней:

- відстань збоку має становити не менше 30 см;
- відстань з заднього боку, не менше 40 см;

³⁴ Експлуатація теплоенергетичних установок і систем [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.agroosvita.com/sites/default/files/libery/energtimeh/ETUIS_new.pdf

- перед тепловим насосом вільне місце повинно побут, не менше 80 см.

Місце установки теплового насоса

Теплової насос передбачений для установки в закритих приміщеннях з температурою експлуатації + 5 ° С ... 45 ° С;

Для місця установки достатніми є такі умови:

- сухі приміщення, без мінусових температур, з хорошою вентиляцією;
- без наявності великої кількості пилу;
- без високої вологості повітря;
- без розташованих поблизу горючих матеріалів;
- без наявності вібрації і коливань.

Тепловий насос встановлюється на залізобетонний фундамент. В зоні установки теплового насоса не допускається прокладання теплотраси або інші інженерні мережі.

3.2.6 Заходи щодо зменшення шкідливого впливу шуму для ґрунтового насосу

Важливим критерієм для установки і експлуатації теплового насоса є мінімізація шкідливого впливу шуму.

Перед підключенням теплового насоса в систему опалення необхідно упевнитися, що всі забруднення від монтажу труб видаленні з системи. В іншому випадку це може привести до поломок, або виходу з ладу окремих вбудованих вузлів. Як результат - вихід з ладу теплового насоса.

3.2.7 Прийняття в експлуатацію ґрунтового насосу

Перед прийомом в експлуатацію теплового насоса необхідно забезпечити виконання наступних пунктів:

- перевірка що всі гідравлічні підключення герметичні
- заповнення водою систему опалення та бак акумулятор
- перевірка з'єднання теплового насоса і ущільнень.

- видалення повітря з кругообігу розсолу
- перевірка обладнання (манометрів, лічильників з'єднувальної арматури)
- при прийомі в експлуатацію теплового насоса повинен бути присутнім замовник (власник) установки. Обов'язково складається акт, в якому наводяться всі виконані роботи.

Перед передачею установки теплового насоса під відповідальність користувача перевіряє її і фіксує актом приймання в експлуатацію.

3.2.8 Технічне обслуговування і ремонт ґрунтового насосу

Оптимальні умови теплового насоса (з 3 кг холодоагенту) не вимагає технічного догляду, рекомендується проводити щорічний контроль, щоб своєчасно визначити можливі порушення. При перевірці необхідно звернути особливу увагу на герметичність всіх дотичних з холодоагентом деталей установки.

При утриманні холодоагенту більш ніж 3 кг (в герметично замкнених системах 6 кг) щорічний контроль установки і кругообігу холодоагенту є обов'язковим!

Дані контролю записуються в прикладену книгу для контролю.

Для інших вузлів установки теплового насоса (з боку джерела і зі боку споживача тепла) повинні, перевірятиметься на герметичність і працездатність циркуляційні насоси, клапана і пристосування настройки. При цьому також перевіряється працездатність датчика потоку.

Тепловий насос розташовується в добре провітрюваному, сухому і захищеному від мінусових температур приміщенні. Обшивку необхідно протирати сухою або ледь вологою ганчіркою.

Заборонено застосовувати луг, кислоту і розчинники.

3.3 Заходи з енергозбереження та охорони довкілля

Енергозбереження – це дії, спрямовані на зменшення споживання енергії.

Ефективне використання енергії призводить до її економії, скорочення виплат по рахунках і захисту навколишнього середовища. Як наслідок, зменшується споживання енергоресурсів і викиди парникових газів. Енергоефективність та використання альтернативних джерел енергії - дві головні стратегії багатьох країн щодо скорочення газових викидів в атмосферу. Енергоефективність тісно пов'язана зі зменшенням кількості вуглекислого газу як такого. Представники Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) вважають, що одне лише активне використання енергоефективних технологій здатне зменшити викид вуглекислого газу на 65% у найближчі 20 років.

Для визначення енергоефективності будівлі проводять енергетичний аудит. Енергетичний аудит - це перевірка, дослідження й аналіз потоків енергії, задля збереження її у будівлі, процесі або системі та зменшення кількості енергії, що надходить до системи. Для комерційної та промислової нерухомості, енергетичний аудит є першим кроком щодо визначення можливостей скорочення витрат на енергію та зменшення викидів вуглецю^[35].

Проведення енерго-аудиту включає наступні етапи обстеження об'єкта:

1. Збір вихідних даних.
2. Аналіз фінансової та технічної інформації.
3. Складання балансів споживання та розподілу енергії
4. Виявлення нераціональних втрат.
5. Розробка енергозберігаючих заходів.
6. Видача рекомендацій і визначення ефекту від їх впровадження.

Влаштування теплового насосу буде ефективним лише в тому разі, якщо система, на яку він працює буде також максимально енергоефективною та енергоощадною. Той факт, що значний відсоток витрат на утримання

³⁵ Низькопотенційна енергетика: навчальний посібник/ [Редько А.О., Безродний М.К., Загорученко М.В., Редько О.Ф., Ратушняк Г.С., Хмельнюк М.Г.]; під ред. академіка НАНУ А.А. Долинського. – Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2016 – 412 с.

торговельних центрів припадає також саме на системи створення та забезпечення мікроклімату приміщень, змушує шукати ще нові заходи щодо зниження енерговитрат системами опалення, вентиляції та кондиціонування (далі ОВК). Згідно досліджень попередніх років, окрім впровадження систем які використовують альтернативні джерела енергії (тут - теплових насосів), виокремлено основні гілки, які покривають більшість факторів впливу на працездатність та економічність систем ОВК:

1. Підбір раціональної системи опалення, вентиляції й кондиціонування повітря;
2. Організацію обліку й контролю з використання енергоносіїв;
3. Організаційні та технічні заходи енергозбереження.

Облік використаної енергії є ефективним тільки тоді, коли споживач має можливість регулювати витрати тепла залежно від своїх особистих потреб. Можливість регулювання теплового навантаження необхідна, оскільки споживання тепла в приміщенні постійно змінюється. Також слід пам'ятати, що на теплове навантаження також впливають теплові надходження. Регулювання температури всередині приміщень останніми роками стало можливим завдяки використанню обладнання:

-Smart термостат забезпечує регулювання і підтримку визначеного температурного режиму, встановлення лімітів для опалення для уникнення надмірно високих або низьких значень параметрів, а також автоматичних термостатів, які контролюватимуть температуру в нічний період, коли торговельний комплекс закритий.

- Регулювання витяжної вентиляції шиберами на робочому місці замість регулювання на нагнітанні дає економію електроенергії 10%;

Організаційні та технічні заходи енергозбереження, удосконалення інженерних систем та їхніх елементів передбачають періодичне і регулярне вимикання кліматичного обладнання протягом дня на короткий період часу.

Використання енергоефективних установок - теплового насоса дозволить

зменшити використання енергії, і знизити шкідливі викиди в атмосферу. Задля оцінки енергоефективності необхідно проводити енергоаудит, який дозволить виявити слабкі місця будівлі (місця із великими тепловтратами), які можна посилити та покращити.

3.3 Висновки

У данному розділі з організаційно – технологічно забезпечення було виконано таку роботу:

- проведений аналіз системи що прийнята до монтажу;
- виконано розрахунок та комплектування відомостей основного та допоміжного обладнання, інструментів та механізмів для виконання монтажних робіт;
- визначено склад робіт, визначено об'єм, трудомісткість та тривалість виконання монтажних робіт.

За результатами яких було складено календарний план виконання монтажних робіт, та виконано аналіз основних техніко – економічних показників календарного плану виконання монтажних робіт.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У магістерській кваліфікаційній роботі розглядається комбінована система теплопостачання з використанням теплового насосу та сонячних колекторів.

На сьогоднішній день дуже важливим завданням є організація безпечних умов праці робітника, які не створюватимуть ризику загрози погіршення здоров'я чи втрати життя. Це можна забезпечити, якщо посилити і удосконалити заходи із охорони праці на виробництві.

В умовах ринку в роботі підприємств з охорони праці великого значення набувають такі фактори:

- економічна зацікавленість власника (керівника) в одержанні максимального прибутку, зменшенні витрат на штрафні санкції, ремонт пошкодженого устаткування, відшкодування шкоди потерпілим;
- необхідність постійного підвищення якості і конкурентоздатності продукції, що можливо лише за сприятливих і безпечних умов праці;
- моральна і юридична відповідальність власника за нещасні випадки і відшкодування збитків потерпілим та їхнім сім'ям;
- необхідність підносити продуктивність праці й віддачу кожної затраченої людино-години, збільшувати відсоток прибутку по відношенню до вкладених інвестицій, підвищувати ефективність використання людських, матеріальних і фінансових ресурсів.

Для даного типу будівлі розглядаються слюсарно-монтажні роботи по влаштуванню вентиляції та кондиціонування суміщеного із повітряним опаленням, а також роботи по влаштуванню теплового насоса. Слюсарномонтажні роботи виконуються переважно всередині будівлі в теплий період року.

Задля забезпечення належних умов праці робітників здійснюється дослідження та розробка технічних рішень з гігієни праці та виробничої санітарії.

При влаштуванні систем вентиляції та кондиціонування передбачаються роботи на висоті, що потребують розробки техніки безпеки. Для влаштування систем використовується електрообладнання, що створює ризик ураження людини струмом. Тому для цих випадків, а також для потенційних надзвичайних ситуацій, розроблено пропозиції щодо покращення захисту і зменшення ризику ушкодження робітників.

На монтажників, які виконують роботу, впливають за ГОСТ 12.0.003-74 такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

а) фізичні:

- рухомі машини і механізми;
- рухомі частини виробничого обладнання;
- вироби, заготовки, матеріали, що пересуваються;
- підвищена та понижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищена та знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена та знижена рухомість повітря;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищена та знижена вологість повітря;
- недостатність природного освітлення; - недостатня освітленість робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може відбутись через тіло людини;
- підвищений рівень вібрації;

- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання;

- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі

(підлоги);

в) психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (динамічні)

- нервово-психічні перевантаження (монотонність праці, перенапруга аналізаторів).

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочого місця

Під час монтажу інженерного обладнання для даного котеджу (прокладання трубопроводів, монтаж сантехнічного, опалювального, вентиляційного та газового обладнання), за наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зазначених у вступі, безпека праці під час монтажу інженерного обладнання зобов'язана відповідати вимогам цих норм, заходам безпеки, зазначеним у проектно-технологічній документації (ПОБ, ПВР тощо), і зокрема: під час виконання робіт на висоті робочі місця повинні бути обладнані вентиляцією, засобами пожежогасіння; додержанням заходів безпеки під час виконання робіт у траншеях і колодязях; додержанням спеціальних заходів безпеки під час травлення і знежирення трубопроводів.

Заготівлю і припасування труб необхідно виконувати в заготівельних майстернях. Виконання цих робіт на риштуваннях, призначених для монтажу трубопроводів, забороняється.

Під час монтажу обладнання і трубопроводів вантажопідіймальними кранами необхідно керуватися вимогами ОП при виконанні вантажопідіймальних робіт.

На будівництві об'єктів із застосуванням вантажопідіймальних кранів, якщо до небезпечних зон переміщення вантажів кранами потрапляють транспортні або пішохідні шляхи, санітарно-побутові чи виробничі будівлі та споруди, інші місця постійного чи тимчасового перебування людей під час виконання будівельно-монтажних робіт, необхідно виконувати вимоги цих норм, ПОБ і ПВР щодо забезпечення безпеки працюючих, зокрема: застосовувати засоби штучного обмеження зони роботи баштових кранів; застосовувати захисні пристрої, захисні екрани тощо.

Проїзди, проходи на будівельних майданчиках, а також проходи до робочих місць і на робочих місцях не повинні мати вибоїн і утримуватись у чистоті та порядку, очищуватися від сміття, снігу, не захаращуватися матеріалами та виробами, а також бути не ковзкими. Вимоги безпеки до облаштування і утримання будівельних майданчиків, виробничих ділянок і робочих місць. Будівельні майданчики та виробничі ділянки повинні бути огорожені згідно з ГОСТ 23407.

Робочі місця і проходи до них, розташовані на висоті більше ніж 1,3 м і на відстані менше ніж 2,0 м від межі перепаду по висоті, повинні бути огорожені захисними огорожами, конструкції яких визначаються в ПВР.

Проходи на робочих місцях і до робочих місць повинні відповідати таким вимогам: ширина одиночних проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше ніж 0,6 м, а висота таких проходів у просвіті – не менше ніж 1,8 м; драбини або скоби, що передбачені для піднімання чи спускання працівників на робочі місця, які розташовані на висоті (глибині) більше ніж 5 м, необхідно обладнувати пристроями для закріплення фала запобіжного поясу (канатами з уловлювачами тощо), а також обладнати дуговою огорожею.

Прорізи у стінах за однобічного прилягання до них настилу (перекриття) повинні бути огорожені, якщо відстань від рівня настилу до низу прорізу менше ніж 0,7 м. Входи до будівель (споруд), що споруджуються, на період

будівництва слід захистити зверху суцільним козирком шириною не менше ширини входу до будинку (споруди) і довжиною – відповідно до розміру небезпечної зони.

У разі, коли розрахункова довжина козирка перевищує межі будівельного майданчика, необхідно використовувати суцільні або сітчасті захисні системи огороження робочих горизонтів, які запобігають падінню елементів конструкцій та інших предметів з висоти в небезпечну зону. Конструкції цих систем необхідно визначати в ПВР.

Ліквідацію недоліків, виявлених під час випробувань змонтованої системи і обладнання, необхідно виконувати на підставі розроблених і затверджених замовником і генеральним підрядником разом із субпідрядними організаціями заходів щодо безпеки виконання цих робіт.

Встановлення і зняття перемичок (зв'язків) між змонтованим і діючим устаткуванням, а також підключення тимчасових установок до діючих систем (електричних, парових, технічних тощо) без письмового дозволу генерального підрядника і замовника не допускається. Монтаж трубопроводів і повітроводів на естакадах необхідно виконувати з інвентарного риштування, обладнаного сходами для піднімання і спускання працівників. Піднімання і спускання конструкціями естакад не допускається.

Забороняється перебування людей під обладнанням, що встановлюється, монтажними вузлами обладнання і трубопроводів до їх остаточного закріплення. Опускати труби у закріплену траншею необхідно так, щоб не порушувати кріплення траншеї. Не дозволяється скочувати труби в траншею за допомогою ломів і ваг, а також використовувати розпірки кріплення траншей як опори для труб. У приміщеннях знежирення трубопроводів забороняється користуватися відкритим вогнем і допускати іскроутворення. Місце, де проводиться знежирення, необхідно відгородити і позначити знаками безпеки.

Приміщення, в яких проводиться знежирення, повинно бути обладнано припливно-витяжною вентиляцією. У разі виконання робіт на відкритому повітрі працівники повинні перебувати з навітряної сторони. Працівники, зайняті на знежиренні трубопроводів, повинні бути забезпечені відповідними протигазами, спецодягом, рукавицями і гумовими рукавичками згідно з нормами безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам згідно з ДСТУ-Н Б А.3.2-1, ДСТУ ГОСТ 12.4.041.

Під час продування труб стисненим повітрям забороняється перебувати в камерах і колодязях, де встановлено засувки, вентиля, крани тощо. Під час продування трубопроводів необхідно встановлювати на кінцях труб щитидля захисту очей від окалини та піску. Персоналу забороняється перебувати проти чи поблизу кінців труб, що продуваються.

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. 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.

Випробування обладнання і трубопроводів необхідно виконувати під безпосереднім керівництвом спеціально призначеної особи з числа фахівців монтажної організації.

Випробування змонтованого обладнання необхідно виконувати відповідно до вимог цього розділу, правил та інструкцій, затверджених органами Держгірпромнагляду, а також інструкцій заводу-виробника з експлуатації даного обладнання.

4.1.2 Електробезпека

В даному будинку використовується трифазна чотирьох провідна електромережа з глухо заземленим нульовим проводом. Величина напруги складає 380 х 220 В. Приміщення в яких виконуються слюсарно-монтажні роботи в залежності не містить факторів підвищеної та особливої небезпеки електротравматизму, тому їм призначено категорію без підвищеної небезпеки.

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (наказ від 25.07.2006 № 258 Мінпаливенерго України), Правил улаштування електроустановок (наказ від 28.08.2006 № 305 Мінпаливенерго України), НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32. Електробезпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватися відповідно до вимог ГОСТ 12.1.013.

Улаштування і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території повинен здійснювати персонал, що має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Світильники загального освітлення напругою 127 В і 220 В необхідно встановлювати на висоті не менше ніж 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу. За висоти підвішування менше ніж 2,5 м необхідно згідно з ПУЕ (наказ Мінпаливенерго України від 28.08.06 № 305) використовувати напругу не вище ніж 25 В. Живлення світильників напругою до 25 В повинно здійснюватися від знижувальних трансформаторів, машинних перетворювачів, акумуляторних батарей. Застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори, дроселі та реостати забороняється. Корпуси знижувальних трансформаторів і їх вторинні обмотки слід заземлити. Переносні світильники мають бути тільки промислового виготовлення. Інші світильники застосовувати в якості переносних забороняється.

Струмівідні частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені чи розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них. Захист електричних мереж і електроустановок від несанкціонованого втручання на виробничій території необхідно забезпечити за допомогою запобіжників з каліброваними плавкими вставками або автоматичних вимикачів відповідно до НПАОП 40.1-1.32.

Допуск персоналу будівельно-монтажних організацій до робіт у діючих установках і охоронній зоні ліній електропередачі повинен здійснюватися відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32 а також наказів Мінпаливенерго України від 25.07.2006 № 258 та від 28.08.2006 № 305.

Підготовка робочого місця і допуск до роботи персоналу, який працює за відрядженням, здійснюються завжди персоналом організації, що експлуатує електротехнічне устаткування.

Для запобігання ураження струмом внаслідок випадкового дотику до струмопровідних частин або неструмопровідних частин, які можуть виявитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції розроблено такі заходи:

- забезпечено недоступність струмоведучих частин шляхом влаштування їх на недоступній висоті, прокладання живлення в захисних пластмасових коробах, застосування огорожень;
- влаштовано належну, а в окремих випадках підвищену (подвійну) ізоляцією струмопровідних елементів;
- виконано заземлення та занулення корпусів електрообладнання і елементів електроустановок, які можуть опинитися під напругою;
- передбачено надійне і швидкодіюче автоматичне захисне відключення;

- передбачено блокування, попереджувальну сигналізацію, написи і плакати;
- забезпечення проведення планово-попереджувальних ремонтів і профілактичних випробувань електрообладнання, апаратів і мереж, що знаходяться в експлуатації;
- проведення ряду організаційних заходів (спеціальне навчання, атестація і переатестація осіб електротехнічного персоналу, інструктажі і т.д.).

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Слюсарно-монтажні роботи, які виконуються у будівлі відносяться до категорії робіт середньої важкості (II б), оскільки вони пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих вантажів, масою не більше 10 кг, супроводжуються помірним фізичним напруженням та періодичним перебуванням у вимушеному положенні - на колінах. Робоче місце слюсарів-монтажників є непостійним.

4.2.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Основними параметрами мікроклімату, на які приведено нормовані показники згідно ДСН 3.3.6.042-99 [1] є температура, відносна вологість, швидкість руху повітря. Допустимі норми параметрів мікроклімату в робочій зоні при прокладанні трубопроводів та повітропроводів, наведені в таблиці 4.1

¹ Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99. – [Чинний від 1 грудня 1999 року]. – К. : Головний державний санітарний лікар України - Київ, 1999.

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату робочої зони.

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

Фактичні значення мікроклімату, які визначено для холодного періоду року (саме в цю пору року відбуваються монтажні роботи) не виходять за межі нормованих показників і не потребують передбачення особливих заходів зміни параметрів.

4.2.1 Склад повітря робочої зони

Для забезпечення допустимих умов діяльності потрібно забезпечити не лише комфортні температурні показники, а й чистоту повітря. Через виробничу діяльність у повітряне середовище приміщень можуть надходити різні шкідливі речовини, що з'являються через різні технологічні процеси.

Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини спричиняють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість в повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину (таблиця 5.2). Під гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони розуміють таку концентрацію, яка при щоденній (крім вихідних днів) роботі на протязі 8 годин чи іншої тривалості (але не більше 40 годин на тиждень) за час всього трудового стажу не може викликати професійних захворювань або розладів у стані здоров'я, що визначаються сучасними методами як у процесі праці.

Пил може здійснювати на людину фіброгенну дію, при якій в легенях відбувається розростання сполучних тканин, що порушує нормальну будову

та функцію органу. Вражаюча дія пилу в основному визначається дисперсністю (розміром частинок пилу), їх формою та твердістю, волокнистістю, питомою поверхнею.

Таблиця 4.2 – Можливі забруднювачі повітря можуть і їх ГДК

Найменування речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпеки
	Максимально разова	Середньодобова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Шкідливість виробничого пилу обумовлена його здатністю викликати професійні захворювання легень.

Для нормалізації складу повітря робочої зони потрібно здійснювати щоденне прибирання робочого місця. Нагромадження пилу вказує на необхідність у вживанні заходів по очищенню від нього. Тому необхідно постійно очищувати пил та проводити вологе прибирання приміщень, за умови вимкнення устаткування.

4.2.3 Виробниче освітлення

При виконанні слюсарно-монтажних робіт здійснюється лише штучне освітлення (за допомогою світлодіодних ламп).

Нормування параметрів освітлення здійснюється згідно з ДБН. В.2.5-282018 [2].

Зорові роботи, які виконуються на об'єкті – це роботи середньої точності, що відносяться до IV розряду, підрозряд “в”; нормативне значення освітленості складає 200лк. Такої освітленості достатньо для розрізнення

² Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28-2006. – [Чинний від 2006 – 05 -15]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2006.

найменших деталей таких, як різьба. Контраст об'єкта розрізнення з фоном - середній.

Нормовані значення освітлення наведені в таблиці 5.2

Для забезпечення нормованих значень виробничого освітлення передбачено влаштування світлодіодних ламп із забезпеченням рівномірного розподілу світла.

4.2.4 Виробничий шум

Шум – це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що заважають сприйняттю корисних сигналів і негативно впливають на людину.

Постійна дія сильного шуму негативно впливає на слух та викликати інші шкідливі наслідки – дзвін у вухах, запаморочення, головний біль, підвищення втоми, зниження працездатності.

Шум має кумулятивний ефект, тобто акустичні подразнення, накопичуючись в організмі людини, все сильніше пригнічують нервову систему. Тому перед втратою слуху від впливу шумів виникає функціональний розлад центральної нервової системи. Особливо шкідливий вплив шуму позначається на нервово-психічній діяльності людини. Процес нервово-психічних захворювань вищий серед осіб, що працюють у гомінких умовах, ніж у людей, що працюють у нормальних звукових умовах.

Відповідно до [11] рівень звука вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 10\lg(I/I_0) = 10\lg(p/p_0) = 10\lg(U/U_0) \quad (5.1)$$

де L - рівень шуму, дБ; p - звуковий тиск, Па;

U_0 - коливальна швидкість, 5-10 м/с;

P_0 - нульове значення звукового тиску, умовно прийняте рівним $2 \cdot 10^5$ Па.

При санітарно-гігієнічному нормуванні шуму використовують два методи:

- нормування за гранично допустимим спектром шуму;
- нормування рівня звуку за шкалою А шумоміра.

За характером спектру шум - широкосмуговий з безперервний спектром шириною більше октави; за тональною характеристикою постійний; за походженням - гідродинамічний.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами СН 32.23-85 і наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньогометричними частотами, Гц									Рівні звукового тиску, ДБА
	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для зменшення рівня шуму до допустимого в цеху двигуни виконуються в металевому кожусі, а також виконують змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну раковину.

4.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл або систем, коли відбувається переміщення центра їх ваги в просторі відносно статичного стану. Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сідниці).

Допустимі рівні загальної вібрації на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях наведені в таблиці 5.5.

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с 10^{-2} , знаменнику - логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги 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	-	-	-	-
На постійних робочих місцях										

4.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються 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: Періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах і т. ін.) від 10% до 25% часу зміни; знаходження в позі стоячи від 60% до 80% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 1500

Нахили корпусу (вимушені, більше 30), кількість за зміну: 101 –300

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 12

По вертикалі: до 4

Інтелектуальні навантаження: Рішення складних завдань з вибором за відомим алгоритмом (робота за серією інструкцій)

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальним значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів, Обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання, Робота в умовах дефіциту часу Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) 51 -75

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи 176–300

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження 11-25

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) 3-4

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 70% до 50%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) 20-25 Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за функціональну якість основної роботи (завдань). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу

(групи, бригади та ін.)

Ступінь ризику для власного життя

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб Монотонність навантажень:

Кількість елементів (прийомів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово 5-2

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) 24-2

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) 91-95

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) 10– 12

Змінність роботи Тризмінна робота (робота у нічну зміну)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість перерви нерегламентовані або недостатньої тривалості до 3% часу зміни

4.3 Охорона праці в режимі надзвичайної ситуації

Зараження радіацією може бути спричинене зовнішнім джерелом випромінювання, що знаходиться за межами людського тіла, або

відбуватися внаслідок внутрішнього опромінення, спричиненого потраплянням в організм радіоактивного забруднення. Іонізуюче випромінювання широко використовується у промисловості та медицині та може становити значну загрозу здоров'ю, завдаючи мікроскопічних пошкоджень живій тканині. Існує дві основні категорії впливу іонізуючого випромінювання на здоров'я. Під режимом роботи в умовах дії радіоактивного забруднення розуміються порядок і умови роботи, переміщення і відпочинку змін з використанням засобів захисту, унеможливаючи радіаційне ураження людей і скорочуючи вимушену зупинку виробництва. Режими роботи розраховуються завчасно для конкретних умов.

Розробка режимів радіаційного захисту робітників в умовах дії радіоактивного забруднення

Можлива доза опромінення в заданих умовах радіаційного забруднення при роботі у звичайному режимі (2 зміни по 12 год.)

$$D_M = \frac{1,33 \times p_{1max} \times \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)}{K_{пос}} = \frac{1,33 \times 1,3 \times \left(\sqrt[4]{13^3} - \sqrt[4]{1^3} \right)}{7} = 1,44 \text{ мР}$$

де $t_n=1$ год – час початку роботи після радіоактивного забруднення;

$t_k=1+12=13$ год – час завершення роботи першої робочої зміни після радіоактивного забруднення;

$p_{1max}=1,3$ мР/год – рівень радіації через одну годину після радіоактивного забруднення (згідно з завданням);

$K_{пос}=7$ – коефіцієнт послаблення радіації виробничим приміщенням.

Визначимо граничне значення рівня радіації

$$P_{гр} = \frac{D_{доп} \times K_{пос}}{1,33 \times \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)} = \frac{0,5 \times 7}{1,33 \times \left(\sqrt[4]{13^3} - \sqrt[4]{1^3} \right)} = 0,45 \text{ мР/год} \quad (4.3)$$

Оскільки можлива доза опромінення $D_M > D_{доп}$ ($1,44 > 0,5$) та рівень радіоактивного забруднення $p_{1max} > p_{гр}$ ($1,3 > 0,45$) перевищують допустимі норми, то робота в режимі 2 зміни по 12 год. неможлива. Для продовження

виробничої діяльності об'єкта необхідно введення в дію режимів радіаційного захисту.

Розрахунок режимів радіаційного захисту проведемо в такій послідовності. Визначаємо час початку роботи першої зміни, для цього знаходимо коефіцієнт α :

$$\alpha = \frac{D_{\text{доп}} \times K_{\text{пос}}}{1,33 \times p_{1\text{max}}} = \frac{0,5 \times 7}{1,33 \times 1,3} = 2,02 \quad (4.4)$$

Згідно з довідковими даними час початку роботи першої скороченої зміни $t_{\text{п1}} = 1$ год.

Розрахуємо тривалості роботи та дози опромінення для змін

Для 1-ої скороченої зміни: $t_{\text{п1}} = 1$ год,

Час закінчення роботи зміни

$$t_{\text{к1}} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \times K_{\text{пос}} + 1,33 \times p_{1\text{max}} \times \sqrt[4]{t_{\text{п1}}^3}}{1,33 \times p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \times 7 + 1,33 \times 1,3 \times \sqrt[4]{1^3}}{1,33 \times 1,3} \right)^{\frac{4}{3}} = 4,4 \approx$$

4,5 год.

Тривалість роботи зміни $t_{\text{р1}} = t_{\text{к1}} - t_{\text{п1}} = 4,5 - 1 = 3,5$ (год).

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{\text{м1}} = \frac{1,33 \times p_{1\text{max}} \times (\sqrt[4]{t_{\text{к1}}^3} - \sqrt[4]{t_{\text{п1}}^3})}{K_{\text{пос}}} = \frac{1,33 \times 1,3 \times (\sqrt[4]{4,5^3} - \sqrt[4]{1^3})}{7} = 0,52 \text{ мР} \quad (5.5)$$

Для 2-ої зміни: $t_{\text{п2}} = t_{\text{п1}} + t_{\text{р1}} = 1 + 3,5 = 4,5$ (год).

Час закінчення роботи зміни

$$t_{\text{к2}} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \times K_{\text{пос}} + 1,33 \times p_{1\text{max}} \times \sqrt[4]{t_{\text{п2}}^3}}{1,33 \times p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \times 7 + 1,33 \times 1,3 \times \sqrt[4]{4,5^3}}{1,33 \times 1,3} \right)^{\frac{4}{3}}$$

$= 8,7 \approx 8,5$ год.

Тривалість роботи зміни $t_{\text{р2}} = t_{\text{к2}} - t_{\text{п2}} = 8,5 - 4,5 = 4$ (год). (4.6)

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{\text{м2}} = \frac{1,33 \times p_{1\text{max}} \times (\sqrt[4]{t_{\text{к2}}^3} - \sqrt[4]{t_{\text{п2}}^3})}{K_{\text{пос}}} = \frac{1,33 \times 1,3 \times (\sqrt[4]{8,5^3} - \sqrt[4]{4,5^3})}{7} = 0,46 \text{ мР} \quad (4.7)$$

Для 3-ої зміни: $t_{п3} = t_{п2} + t_{р2} = 4,5 + 4 = 8,5$ (год).

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к3} = \left(\frac{D_{доп} \times K_{пос} + 1,33 \times p_{1max} \times \sqrt[4]{t_{п3}^3}}{1,33 \times p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \times 7 + 1,33 \times 1,3 \times \sqrt[4]{8,5^3}}{1,33 \times 1,3} \right)^{\frac{4}{3}}$$

$$= 13,4 \approx 13,5 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни $t_{р3} = t_{к3} - t_{п3} = 13,5 - 8,5 = 5$ (год). (4.8)

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{м3} = \frac{1,33 \times p_{1max} \times (\sqrt[4]{t_{к3}^3} - \sqrt[4]{t_{п3}^3})}{K_{пос}} = \frac{1,33 \times 1,3 \times (\sqrt[4]{13,5^3} - \sqrt[4]{8,5^3})}{7} =$$

$$= 0,51 \text{ мР}$$

Для 4-ої зміни: $t_{п4} = t_{п3} + t_{р3} = 8,5 + 5 = 13,5$ (год). (4.9)

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к4} = \left(\frac{D_{доп} \times K_{пос} + 1,33 \times p_{1max} \times \sqrt[4]{t_{п4}^3}}{1,33 \times p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \times 7 + 1,33 \times 1,3 \times \sqrt[4]{13,5^3}}{1,33 \times 1,3} \right)^{\frac{4}{3}}$$

$$= 18,7 \approx 18,5 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни $t_{р4} = t_{к4} - t_{п4} = 18,5 - 13,5 = 5$ (год).

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{м4} = \frac{1,33 \times p_{1max} \times (\sqrt[4]{t_{к4}^3} - \sqrt[4]{t_{п4}^3})}{K_{пос}} = \frac{1,33 \times 1,3 \times (\sqrt[4]{18,5^3} - \sqrt[4]{13,5^3})}{7} =$$

$$= 0,47 \text{ мР}$$

Для 5-ої зміни: $t_{п5} = t_{п4} + t_{р4} = 13,5 + 5 = 18,5$ (год). (4.10)

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к5} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \times K_{\text{пос}} + 1,33 \times p_{1\text{max}} \times \sqrt[4]{t_{п5}^3}}{1,33 \times p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \times 7 + 1,33 \times 1,3 \times \sqrt[4]{18,5^3}}{1,33 \times 1,3} \right)^{\frac{4}{3}}$$

= 24,5 год.

Тривалість роботи зміни $t_{p5} = t_{к5} - t_{п5} = 24,5 - 18,5 = 6$ (год).

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{м5} = \frac{1,33 \times p_{1\text{max}} \times (\sqrt[4]{t_{к5}^3} - \sqrt[4]{t_{п5}^3})}{K_{\text{пос}}} = \frac{1,33 \times 1,3 \times (\sqrt[4]{24,5^3} - \sqrt[4]{18,5^3})}{7} =$$

$$= 0,49 \text{ мР}$$

Для 6-ої зміни: $t_{п6} = t_{п5} + t_{p5} = 18,5 + 6 = 24,5$ (год). (4.11)

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к6} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \times K_{\text{пос}} + 1,33 \times p_{1\text{max}} \times \sqrt[4]{t_{п6}^3}}{1,33 \times p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \times 7 + 1,33 \times 1,3 \times \sqrt[4]{24,5^3}}{1,33 \times 1,3} \right)^{\frac{4}{3}}$$

= 30,5 год.

Тривалість роботи зміни $t_{p6} = t_{к6} - t_{п6} = 30,5 - 24,5 = 6$ (год). (4.12)

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{м6} = \frac{1,33 \times p_{1\text{max}} \times (\sqrt[4]{t_{к6}^3} - \sqrt[4]{t_{п6}^3})}{K_{\text{пос}}} = \frac{1,33 \times 1,3 \times (\sqrt[4]{30,5^3} - \sqrt[4]{24,5^3})}{7} =$$

$$= 0,47 \text{ мР}$$

Для 7-ої зміни: $t_{п7} = t_{п6} + t_{p6} = 24,5 + 6 = 30,5$ (год). (4.13)

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к7} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \times K_{\text{пос}} + 1,33 \times p_{1\text{max}} \times \sqrt[4]{t_{п7}^3}}{1,33 \times p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \times 7 + 1,33 \times 1,3 \times \sqrt[4]{30,5^3}}{1,33 \times 1,3} \right)^{\frac{4}{3}}$$

= 37,5 год.

Тривалість роботи зміни $t_{p7} = t_{к7} - t_{п7} = 37,5 - 30,5 = 7$ (год). (4.14)

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{m7} = \frac{1,33 \times p_{1max} \times (\sqrt[4]{t_{k7}^3} - \sqrt[4]{t_{n7}^3})}{K_{пос}} = \frac{1,33 \times 1,3 \times (\sqrt[4]{37,5^3} - \sqrt[4]{30,5^3})}{7} = 0,47 \text{ мР}$$

Результати розрахунку занесем до таблиці

Таблиця 4.3 – Режим радіаційного захисту

N змін	$t_{пi}$ (год)	$t_{рi}$ (год)	$t_{кi}$ (год)	D_i (Р)
1	1	3,5	4,5	0,52
2	4,5	4	8,5	0,46
3	8,5	5	13,5	0,51
4	13,5	5	18,5	0,47
5	18,5	6	24,5	0,49
6	24,5	6	30,5	0,47
7	30,5	7	37,5	0,47

Згідно з проведеним розрахунком роботу в дві зміни на підприємстві можна буде розпочинати через 24,5 год після радіоактивного забруднення.

Крім того, для захисту працівників в таких умовах роботи доцільно вжити таких додаткових заходів: незайнятих на виробництві працівників евакуювати; укрити зміну, що знаходиться на відпочинку, в сховищі; забезпечити працівників засобами індивідуального захисту; систематично проводити прибирання у виробничих приміщеннях; провести герметизацію виробничого приміщення та встановити протипилові фільтри у вентиляційну систему; провести йодну профілактику персоналу; максимально обмежити пересування працівників відкритою місцевістю

4.4 Висновки

В цьому розділі наведено рекомендації щодо техніки безпеки під час виконання монтажних робіт.

Розраховано захист від ураження електричним струмом у випадку дотику до металевих неструмопровідних частин, які можуть опинитись під напругою внаслідок пошкодження ізоляції.

Розроблено і запропоновано рекомендації із експлуатації, заходи з енергозбереження, для розробки заходів з охорони праці .

Розраховали режими радіаційного захисту.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

5.1 Величина капіталовкладень

Величина капіталовкладень на виконання будівельно-монтажних робіт виконана у вигляді локального кошторису, який наведено в додатках Р. Кошторисна документація складена в цінах 2021 року.

5.2 Загальні техніко-економічні показники

Кошторисна документація складена за проектом у відповідності ДСТУ Б Д 1.1.1-2013 “Правила визначення вартості будівництва”.

Локальний кошторис на влаштування системи опалення наведений в таблиці 5.1 В локальному кошторисі визначається кошторисна вартість робіт, яка містить в собі прямі витрати та загально виробничі витрати.

Прямі витрати враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій. Вони визначаються шляхом множення визначеного за ресурсними елементними кошторисними нормами (РЕКН) кількості трудових та матеріально-технічних ресурсів на відповідні поточні ціни цих ресурсів. В дипломній роботі визначаються за готовими одиничними розцінками на кожний вид робіт.

Загально виробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт.

Загальні техніко-економічні показники наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 5.2 Загально техніко-економічні показники

Назва показника	Одиниця виміру	Величина показника по дипломному проекті
Кошторисна вартість системи:	тис. грн	2592,929
Загальна кошторисна трудомісткість на влаштування системи	тис. люд-год	21,279
Питомі капіталовкладення	грн./м	287,9
Сукупні витрати праці	Люд-дні	265
Вартість основних будівельних матеріалів	грн	1222495
Витрата поліетиленових труб	м	834
Загальна кошторисна зарплата на влаштування системи:	тис. грн	618,496

Форма № 1

Таблиця 5.1-Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 2592,929 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 21,279 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 618,496 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,8 розряд

Складений в поточних цінах станом на "15 листопада" 2021 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.			
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин			
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
												на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	C331-6-2	Перевезення устаткування та будівельних машин транспортом загального призначення на відстань 10 км	т	5,8	34,43	34,43	200	-	200	-	-	-	
2	M7-1-1	Монтаж геліосистеми	шт	1	268263,22	2731,11	268263	3619	2731	109,2	109,2		
					3618,89	812,93			813	38,6849	38,68		
3	E4-10-2	Роторне буріння свердловин із прямою промивкою установками з дизельним двигуном глибиною буріння до 200 м у ґрунтах групи 2	100м	49	10901,81	7793,42	534189	138643	381878	88,42	4332,58		
					2829,44	2072,66			101560	114,4945	5610,23		

4	E4-49-2	Вільний спуск або підняття обсадних труб [надфільтрових труб] у трубах більшого діаметра при бурінні обертальному установками і агрегатами на базі автомобілів вантажопідйомністю 12,5 т, зі з'єднанням труб зварним	10м	482,2	<u>584,88</u> 161,28	<u>400,34</u> 73,02	282029	77769	<u>193044</u> 35210	<u>5,04</u> 3,7595	<u>2430,29</u> 1812,83
---	---------	--	-----	-------	-------------------------	------------------------	--------	-------	------------------------	-----------------------	---------------------------

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	E18-15-2	Установлення гребінок пароводорозподільних зі сталевих труб, зовнішній діаметр корпусу 159 мм	шт	1	<u>1012,90</u> 372,83	<u>20,34</u> 5,30	1013	373	<u>20</u> 5	<u>11,25</u> 0,3054	11,25 0,31
6	M7-232-1	Монтаж теплового насосу Viessmann Vitocal 301.A	комплект	1	<u>11945,42</u> 7616,07	<u>647,77</u> 166,58	11945	7616	<u>648</u> 167	<u>219,8</u> 8,6738	219,8 8,67
7	& C131-1-H варіант 16	Насос Viessmann Vitocal 301.A	шт	1	<u>276398,53</u> -	-	276399	-	-	-	-
8	M8-818-13	Апаратура автоматизації	комплект	1	<u>5227,46</u> 2990,70	<u>88,49</u> 24,16	5227	2991	<u>88</u> 24	<u>39,84</u> 1,265	39,84 1,27
9	E18-10-16	Установлення баків розширювальних	шт	1	<u>66211,21</u> 825,06	<u>70,41</u> 21,34	66211	825	<u>70</u> 21	<u>27,06</u> 1,2173	27,06 1,22
10	E18-11-9	Установлення баків акумуляторних	шт	1	<u>65196,04</u> 885,36	<u>145,86</u> 40,18	65196	885	<u>146</u> 40	<u>31</u> 2,3085	31 2,31
11	E20-57-8	Установлення чиллера	блок	1	<u>388301,49</u> 2636,62	<u>394,98</u> 119,03	388301	2637	<u>395</u> 119	<u>79,56</u> 6,9096	79,56 6,91
12	E18-22-2	Установлення манометрів	комплек т	10	<u>133,04</u> 12,30	-	1330	123	-	<u>0,36</u> -	3,6 -
13	E18-22-4	Установлення термометрів	комплек т	10	<u>94,09</u> 16,51	-	941	165	-	<u>0,51</u> -	5,1 -

14	E20-29-1	Установлення вставок гнучких	м2	65	<u>495,89</u> 294,57	<u>1,43</u> 0,44	32233	19147	<u>93</u> 29	<u>9,78</u> 0,0266	635,7 1,73
15	E16-14-1	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 20 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	2,06	<u>16106,11</u> 9047,81	<u>1027,38</u> 398,95	33179	18638	<u>2116</u> 822	<u>268,96</u> 24,7574	554,06 51
16	E16-14-2	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 25 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	2,64	<u>13626,85</u> 7116,88	<u>645,80</u> 246,79	35975	18789	<u>1705</u> 652	<u>211,56</u> 15,2947	558,52 40,38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17	E16-14-3	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 32 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	1,48	<u>12170,37</u> 5792,81	<u>399,58</u> 147,99	18012	8573	<u>591</u> 219	<u>172,2</u> 9,1445	254,86 13,53
18	E16-14-4	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 40 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,38	<u>14349,72</u> 7723,74	<u>480,23</u> 180,34	5453	2935	<u>182</u> 69	<u>229,6</u> 11,1495	87,25 4,24
19	E16-14-5	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 50 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,88	<u>13902,17</u> 6630,65	<u>978,33</u> 382,47	12234	5835	<u>861</u> 337	<u>200,08</u> 23,7533	176,07 20,9

20	E16-14-6	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 63 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,12	<u>14274,08</u> 6630,65	<u>975,48</u> 382,31	1713	796	<u>117</u> 46	<u>200,08</u> 23,7433	24,01 2,85
21	E16-14-7	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 75 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,32	<u>15285,49</u> 7608,94	<u>1308,45</u> 507,99	4891	2435	<u>419</u> 163	<u>229,6</u> 31,4932	73,47 10,08
22	E16-14-8	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 90 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,46	<u>14438,70</u> 6717,85	<u>1132,38</u> 436,96	6642	3090	<u>521</u> 201	<u>205</u> 27,0649	94,3 12,45
23	E16-14-12	Прокладання метало пластикових труб для відводу конденсату 16x2	100м	3,65	<u>10010,62</u> 3024,24	<u>1027,38</u> 398,95	36539	11038	<u>3750</u> 1456	<u>89,9</u> 24,7574	328,14 90,36

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24	E16-14-12	Прокладання метало пластикових труб для відводу конденсату 20x2	100м	0,45	<u>10549,12</u> 3024,24	<u>1027,38</u> 398,95	4747	1361	<u>462</u> 180	<u>89,9</u> 24,7574	40,46 11,14
25	E16-14-13	Прокладання метало пластикових труб для відводу конденсату 22x6	100м	2,06	<u>9533,05</u> 3108,34	<u>645,80</u> 246,79	19638	6403	<u>1330</u> 508	<u>92,4</u> 15,2947	190,34 31,51
26	E16-14-14	Прокладання метало пластикових труб для відводу конденсату 28x6	100м	2,64	<u>9853,76</u> 3569,20	<u>399,58</u> 147,99	26014	9423	<u>1055</u> 391	<u>106,1</u> 9,1445	280,1 24,14
27	E26-2-1	Ізоляція трубопроводів зі вспіненого	10м	83,4	<u>128,00</u>	<u>7,84</u>	10675	8440	<u>654</u>	<u>3,36</u>	280,22

		поліетилену			101,20	2,44			203	0,1463	12,2	
28	E16-15-1	Установлення запірних вентилів d _y =20	шт	38	<u>161,51</u> 78,01	<u>11,65</u> 2,61	6137	2964	<u>443</u> 99	<u>2,41</u> 0,1561	91,58 5,93	
29	E16-15-1	Установлення запірних вентилів d _y =25	шт	22	<u>164,57</u> 78,01	<u>11,65</u> 2,61	3621	1716	<u>256</u> 57	<u>2,41</u> 0,1561	53,02 3,43	
30	E16-15-2	Установлення запірних вентилів d _y =32	шт	5	<u>175,29</u> 78,01	<u>16,71</u> 3,23	876	390	<u>84</u> 16	<u>2,41</u> 0,1814	12,05 0,91	
31	E16-15-1	Установлення кульових кранів d _y =20 мм	шт	76	<u>129,12</u> 78,01	<u>11,65</u> 2,61	9813	5929	<u>885</u> 198	<u>2,41</u> 0,1561	183,16 11,86	
32	E16-15-1	Установлення кульових кранів d _y =25 мм	шт	44	<u>139,32</u> 78,01	<u>11,65</u> 2,61	6130	3432	<u>513</u> 115	<u>2,41</u> 0,1561	106,04 6,87	
33	E16-15-2	Установлення кульових кранів d _y =32 мм	шт	10	<u>137,66</u> 78,01	<u>16,71</u> 3,23	1377	780	<u>167</u> 32	<u>2,41</u> 0,1814	24,1 1,81	
34	E20-35-1	Установлення фанкойлів	шт	1	<u>8522,05</u> 243,02	<u>33,67</u> 8,38	8522	243	<u>34</u> 8	<u>8,28</u> 0,4886	8,28 0,49	
35	E16-29-2	Гідравлічне випробування трубопроводів діаметром до 100 мм	100м	8,34	<u>368,56</u> 329,38	<u>4,28</u> 0,24	3074	2747	<u>36</u> 2	<u>8,22</u> 0,015	68,55 0,13	
36	C311-10-М варіант 1	Перевезення сміття до 15 км	т	3,2	<u>51,75</u> -	<u>51,75</u> 2,63	166	-	<u>166</u> 8	<u>-</u> 0,161	<u>-</u> 0,52	
		Разом прямі витрати по кошторису					2188905	370750	<u>595660</u> 143770	11413,56 7840,89		
		Разом будівельні роботи, грн.					2188905					
		в тому числі:										
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					1222495					
		всього заробітна плата, грн.					514520					
		Загальновиробничі витрати, грн.					404024					
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.					2024,43					
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					103976					
		Всього будівельні роботи, грн.					2592929					
		Всього по кошторису					2592929					
		Кошторисна трудоємність, люд.год.					21279					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Кошторисна заробітна плата, грн.						618496				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали,
прізвище)]

5.3 Висновки

У даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи визначено техніко-економічні показники та кошторисну вартість робіт по монтажу системи теплопостачання, які склали відповідно 2592,929 тис. грн.. Згідно нормативних документів визначено трудомісткість робіт, витрати ресурсів та машино-годин, середній розряд робочого персоналу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній роботі проведено аналітичний огляд сучасного стану використання теплових насосів для створення системи теплопостачання у будинках котеджного типу .

Здійснено теоретичне та проектне обґрунтування параметрів системи теплопостачання із використанням систем теплового насосу. Змодельовано тепломасообмінні процеси в будинку. Задля цього, визначено навантаження на систему. Підібрано тепловий насос Vaillant Flexo THERM exclusive VWF 157/4, потужністю 14,5 кВт, та сонячні колектори марки Vaillant auro THERM exclusive VTK 1140/2. Також виконано гідравлічне моделювання режимів розсолного контуру. Визначено, що для забезпечення необхідної кількості теплоти, необхідно мати 3 свердловин глибиною 100 метрів кожна.

Розроблено заходи з організаційно-технологічного забезпечення реалізації проектних рішень монтажу системи теплопостачання. Визначено необхідні матеріали, їх кількість, потребу в допоміжних матеріалах, необхідні інструменти, визначено склад ланок та розряд робітників. Визначено склад та об'єм робіт, обрано методи їх виконання. Визначено трудомісткість монтажних робіт, на основі якої складено графік виконання робіт. На основі календарного плану виконано розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, що склала 561,27 люд·дні та тривалість виконання монтажних робіт 35 днів.

Розроблено і запропоновано заходи з енергозбереження. Використання теплового насоса дозволить зменшити використання енергії, і знизити шкідливі викиди в атмосферу. Тепловий насос використовується як джерело теплоти для систем теплопостачання. Чим більше системи будуть стабільними та контрольованими тим ефективнішим буде використання

теплого насосу. Тому задля цього розроблено рекомендації щодо ефективнішого їх використання та обслуговування.

Для розробки заходів техніки безпеки проаналізовано умови праці при слюсарно-монтажних роботах при влаштуванні системи вентиляції та кондиціонування, суміщеної із повітряним опаленням, питання виробничої санітарії. Параметри мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість руху повітря).

Визначено техніко-економічні показники та термін окупності систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В. 2.5-67:2013. - [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2014. – 113с. – (Державні будівельні норми).
2. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 - [Чинний від 2016-04-01]. - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016 р. – 72 с.– (Державні будівельні норми).
3. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 – [Чинний від 2011-11-01].- К.: Мінрегіонбуд України, 2011 р. – 127 с.– (Державні стандарти України).
4. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28-2006. – [Чинний від 2006 – 05 -15]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2006. – (Державні будівельні норми).
5. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б В. 2.6-189:2013 – [Чинний від з 2014-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2014.– (Державні будівельні норми).
6. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою: ДСТУ Б В. 2.6 - 36:2008 – [Чинний від з 2009-01-06]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2009.– (Державні будівельні норми).
7. Будинки та споруди навчальних закладів: ДБН В.2.2-3-97– [Чинний від з 1998-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 1998.
8. Дошкільні заклади. Будинки і споруди дитячих дошкільних закладів. ДБН В.2.2-4-1997 К. : [Чинний від 2008-07-01]. Мінрегіонбуд України, - Київ, 2008. – (Державні будівельні норми).
9. Громадські будинки та споруда: ДБН В.2.2-9-2009– [Чинний від з 2010-10-01] – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2009.
10. Держком будівництва, архітектури та житлової політики України. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та

- надійної експлуатації виробничих будівель та споруд. К – 1999 г. Наказ №32/288 від 27.11.91р.
11. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: Практичний посібник. Видання 3-тє, актуалізоване. / за загальною редакцією Бригілевича В. – Львів, 2016. - Режим доступу до ресурсу: http://www.iwoev.org/fileadmin/Dokumente/Projekte/Ukraine_Naumann/Handbook_2016.pdf
 12. Посібник для проектування теплоізоляційної оболонки будівель згідно вимог ДСТУ Б.В.2.6-189:2013. «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель» Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». Київ 2014. – 107 с.
 13. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.: ДБН В.1.1-7:2016. – [Чинний від з 2017-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2016.
 14. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1 – 5 – 2009 – [Чинний від з 2010-01-01]. – Держкомітет України у справах містобудування і архітектури., Київ, 2010.- 61 с.
 15. Панкевич О. Д. Діагностування тріщин будівельних конструкцій за допомогою нечітких баз знань: монографія / Панкевич О. Д., Штовба С. Д. Вінниця: УНІВЕРСУМ . - Вінниця, 2005 –108 с.
 16. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» [Електронний ресурс]: станом на 2 червня 2017р. / Верховна Рада України. – Офіц. Вид.-к.: Відомості Верховної Ради, 2017 – 204 с.
 17. Ратушняк Г.С. Оцінка доцільності підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій багатоповерхових житлових будинків / Г. С. Ратушняк, А.М. Очеретний // Вісник ВПІ. – 2016. – № 5. – С. 11-17.
 18. Термомодернізація житлового будинку /книгу створено на основі польської книги «Термомодернізація будинку» Назва з екрану <https://thermomodernisation.org/wp-content/uploads/>
 19. Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення. ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT) – [Чинний від з 2014-09-01]. – К: ДП «УкрНДНЦ» 2016 - Київ, 2016.– (Державний Стандарт України).

20. Shtovba S., Pankevich O., Nagorna A. Analyzing the criteria for fuzzy classifier learning // Automatic Control and Computer Sciences. – 2015. – Vol. 49, №3. – P. 123–132. Fuzzy_Classifier_Learning
21. Панкевич О.Д, Штовба С.Д., Штовба Д.П. Диагностика причин трещин строительных конструкций на основе мягких вычислений // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2004. – Вип. 69 “ Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення”. – С.179–184
22. Вказівки щодо застосування ресурсних елементних кошторисних норм на монтаж устаткування ДСТУ-Н Б Д.2.3-40:2012. [Чинний від з 2012-01-01]. – Держкомітет України у справах містобудування і архітектури., Київ, 2012.
23. Внутрішні сантехнічні роботи: ДБН Д.2.4-15-2000 – [Чинний від 2000-10-01].- К. : Государственный комітет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2000 г. – 106 с.– (Державні будівельні норми).
24. Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт / Р.І. Кінаш, С.С. Жуковський – Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999 р. – 448 с.
25. Оздоблювальні роботи: ДБН Д.2.2-15-99 - [Чинний від 2000-01-01]. – К.: Государственный комітет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2000г. – 58с.– (Державні будівельні норми).
26. Трубопроводи внутрішні: ДБН Д.2.2-16-99- [Чинний від 2000-01-01]. – К.: Государственный комітет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2000 г. – 40 с. – (Державні будівельні норми).
27. Опалення – внутрішні пристрої: ДБН Д.2.2-18-99 –[Чинний від 2000-01-01]. - К. : Государственный комітет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2000 г. – 28с.– (Державні будівельні норми).
28. Работы при реконструкции зданий и сооружений: ДБН Д.2.2-46-99 –[Чинний від 2000-01-01]. – К.: Государственный комітет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2000 г. – 44 с.– (Державні будівельні норми).
29. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99 – [Чинний від 1999-12-01]. – К.: Міністерство охорони здоров'я України, 1999 р. – 12 с.– (Державні санітарні норми).

30. Інструкція з пожежної безпеки під час виконання будівельно-монтажних робіт [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://trudova-ohrana.ru/primery-dokumentov/zrazki-nstrukcj-z-pozhezhno-bezpeki/4850-nstrukcja-z-pozhezhno-bezpeki-pd-chas-vikonannja-budvelno-montazhnih-robot.html>
31. Охорона праці і промислова безпека в будівництві ДБН А.3.2-2-2009 - [Чинний від 2011-05-25]. – К.: Київ Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2012 г. – 94 с. – (Державні будівельні норми).
32. Штукатурный фасад системы утепления Церезит: применение и технология устройства [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uteplenieplus.ru/kak-uteplit/fasady/mokryj-fasad-cerezit-texnologiya/>
33. Офіційний сайт Вінницької міської ради. Упродовж останніх років у місті утеплено уже 18 шкіл та садочків. <https://www.vmr.gov.ua/Lists/EnergyEfficiency/>
34. Панкевич В. В. Сучасний стан термомодернізації громадських будівель/ В. В. Панкевич, А.О. Бричанський // КОНФЕРЕНЦІЇ ВНТУ електронні наукові видання, XLVI Науково-технічна конференція 2017 р. : тези допов. — В., 2017.
35. Лялюк О.Г. Проблеми створення енергоефективних проєктів в багатоквартирних будинках / О.Г. Лялюк, В. В. Панкевич// КОНФЕРЕНЦІЇ ВНТУ електронні наукові видання, Енергоефективність в галузях економіки України, 2017 р.: тези допов. — В., 2017.
36. Панкевич В.В. Термомодернізація будівель шкіл та дошкільних установ в м. Вінниці / В.В. Панкевич, В.П. Ковальський // КОНФЕРЕНЦІЇ ВНТУ електронні наукові видання, XLVI Науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, 2017 р.: тези допов. — В., 2017
37. Панкевич О.Д. Огляд застосування теорії нечітких множин в будівництві / О.Д. Панкевич, В.В. Панкевич //КОНФЕРЕНЦІЇ ВНТУ «Інноваційні технології в будівництві» електронні наукові видання, 2018р.: тези допов. — В., 2018
38. Управління факторами, які впливають на вибір фінансового механізму енергозберігаючого проєкту / О. Г. Лялюк, О. Г. Ратушняк , А. О. Лялюк, В. В.Панкевич// Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві - №1, 2018 – С.49-56
39. Панкевич В.В. Термомодернізація дитячих навчальних закладів в м. Вінниця/ В.В. Панкевич, О. Г. Лялюк//КОНФЕРЕНЦІЇ ВНТУ електронні наукові

- видання, XLVII Науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, 2018р.: тези допов. — В., 2018
40. Панкевич В.В. Чинники, що впливають на прийняття рішення по проведенню термомодернізації / В. В. Панкевич, О. Г. Лялюк, Г.С. Ратушняк // КОНФЕРЕНЦІЇ ВНТУ «Інноваційні технології в будівництві» 2018р.: тези допов. — В., 2018
41. Панкевич В.В. Управління ризиками енергозберігаючого проекту / В. В. Панкевич, О. Г. Лялюк // Sixth international scientific – practical conference «Management of the development of technologies». Тема: Інформаційні технології розвитку змісту освіти. К. : КНУБА, 2019р.: тези допов. — К., 2019 – С.49-50.
42. Опалення та вентиляція вашої оселі [Електронний ресурс]: Розрахунок потужності радіаторів для опалення приватного будинку - Режим доступу до ресурсу.: <https://otivent.com/uk/rozrahunok-radiatoriv-opalennya>
43. Радіатори korado в Україні [Електронний ресурс]: Каталог опалювальних приладів KORADO Нижнє підключення - Режим доступу до ресурсу.: <http://korado.net.ua/catalog/nizhne-pidklyuchennya>
44. Сайт компанії «Danfoss» [Електронний ресурс]: Каталог регулюючої арматури. - Режим доступу до ресурсу: <http://www.danfoss.com/>
45. Пирков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика/ В.В Пирков– Київ: ДП «Такі справи», 2010р. – 304с.
46. Системи PEXсистема Uronog для опалення та водопостачання [Електронний ресурс]: - Режим доступу до ресурсу: <https://www.leon.ua/ua/cat/218/126327.html>
47. VALTEC каталог-прайс [Електронний ресурс]: - Режим доступу до ресурсу: <http://valtec.ua/>
48. V5001PKombi-AutoКлапан-регулятор перепада давления [Електронний ресурс]: - Режим доступу до ресурсу: <http://www.svitsan.com.ua/filtry-klapany-ponizheniya-davleniya-honeywell/v5001p-pd-ru0h2325ue02r1214.pdf>
49. Каталог будівельних машин і інструментів [Електронний ресурс]: характеристика «BoschPSB 750». - Режим доступу до ресурсу: <http://www.bosch.ua/>

50. Сайт компанії Rems [Електронний ресурс]: характеристика гідравлічного пресу REMS. - Режим доступу до ресурсу: <http://www.rems.ru>
51. Характеристика зварювального апарату Зварювальний апарат Дніпро-М ММА САБ-258Д [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.mojo.ua/ua/svarochnyyi_apparat_dnipro-m_mma_sab-258d_70127040/360759.html
52. Сайт компанії Kan [Електронний ресурс]: фасонні частини .- Режим доступу до ресурсу: <http://ua.kan-therm.com/kan/upload/pp2.pdf>
53. Сайт компанії Iveco [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://www.gruz-inform.interdalnoboy.com/iveco/>
54. Смирнов А.Г. Довідкові дані з розрахунковими коефіцієнтами електричних навантажень / А.Г. Смирнов. – Москва: ТЯЖПРОМ-ЕЛЕКТРОПРОЕКТ, 1990. – 118 с.– 110 с.
55. Розрахунки з електробезпеки. Розрахунок захисного заземлення.– [Електронний ресурс] – Режим доступу до джерела: http://cpo.stu.cn.ua/Oksana/rozrah_rozd_OP_DP_bak_spec_mag/90.html
56. Категорія робіт за ступенем важкості – [Електронний ресурс] – Режим доступу до джерела: <http://ua.textreferat.com/referat-23113-14.html>
57. Українська енергетична стратегія до 2035 року. –[Електронний ресурс] – Режим доступу до джерела: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk>
58. Закон України «Про енергозбереження» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вр>
59. Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1228-2015-%D1%80>
60. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Опалення» / А. Ф. Пономарчук, І. Ф. Пономарчук, О. Б. Волошин – Вінниця : ВНТУ, 2005 – 36 с.
61. Wilo/Продукция/ Поиск по серии/ Wilo-Star-RS/ Star-RS 25/6 – [Електронний ресурс] – Режим доступу до джерела: <https://wilo.com/ru/ru/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%B>

ДОДАТОК А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Затверджено:

Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

“ ___ ” _____ 2021 р

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА КОМБІНОВАНА СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
БУДІВЛІ КОТЕДЖНОГО ТИПУ**

Науковий керівник

к. т. н., проф. _____ Коц І.В.

Розробила

ст. гр. ТГ-20м _____ Осадчук Н.М.

Вінниця 2021

Технічне завдання

Розробити систему створення та забезпечення теплопостачання будинку в м. Немирові, Вінницької обл.

Призначення розробки та місце застосування.

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

1. Основа для виконання робіт.

Завдання на магістерську кваліфікаційну роботу затверджено наказом № 277 від «24» вересня 2021 р.

2. Мета та призначення розробки.

Метою даної роботи є теоретичне обґрунтування та розробка проектних енергоощадних конструктивних рішень для системи створення і забезпечення необхідного теплообміну із використанням ґрунтового теплового насоса та сонячних колекторів для індивідуального будинку

3. Джерела розробки.

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

4. 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 «Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами».

5. Вимоги по стандартизації.

При розробці систем опалення необхідно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та можливість їх ремонту чи заміни в разі поломки.

6. Вимоги з надійності до систем теплопостачання :

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.

7. Ергономічні вимоги:

Розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу нагляду протягом денної та нічної частини доби.

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

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 теплопостачання:

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 принципівих 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 проєктування.

Додаток Б

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА КОМБІНОВАНА СИСТЕМА
ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЛІ КОТЕДЖНОГО ТИПУ**

Таблиця 2.1 - Розрахунок тепловтрат на першому та другому поверху

№ приміщення	Назва приміщ. і тв, °С	Назва огороження	Орієнтація за сторонами світу	Розміри і к-ть огорожень, м		Площа, F, м2	Коеф. тепло передачі, К, Вт/м2°С	Різниця температура, $\Delta t = t_{в} - t_{з}$, °С	Поправочний коеф., n	Головні тепловтр. $Q_0 = K \cdot F \cdot (t_{в} - t_{з})$, Вт	Додаткові тепловтрати $\Sigma\beta$			Загальний множник $1 + \Sigma\beta$	Загальні тепловтр. через огороження $Q_{гол} = Q_0 \cdot (1 + \Sigma\beta)$, Вт	Втрати тепла на нагрівання вент. повітря, Qвент, Вт	Загальні тепловтр. приміщення $Q_{розр} = \Sigma Q_0 + + Q_{вент}$, Вт
											На висоту будівлі	На вітер	На орієнтацію				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
2	ЖК	ЗС	Пд	3,8	2,8	10,64	0,29	45	1	138,9	-	0,1	-	1,1	291,6	435,7	2490,7
		ЗС	Зх	6,5	2,8	18,2	0,29	45	1	237,5	-	0,1	0,05	1,15	510,6		
		ПД	-	3,7	6,5	24,05	0,26	45	0,9	281,4	-	-	-	0,9	534,6		
		ВК	Пд	1,4	1,5	2,1	1,9	45	0,9	179,6	-	-	-	0,9	341,1		
		ВК	Зх	1,4	1,5	2,1	1,9	45	1	179,6	-	0,1	-	1,1	377,1		
3	ЖК	ЗС	Пд	3,4	2,8	9,52	0,29	45	1	124,2	-	0,1	-	1,1	260,9	389,8	1753,7
		ЗС	Сх	4,8	2,8	13,44	0,29	45	1	175,4	-	0,1	0,1	1,2	385,9		
		ПД	-	3,4	4,5	15,3	0,26	45	0,9	179,0	-	-	-	0,9	340,1		
		ВК	Пд	1,4	1,5	2,1	1,9	45	1	179,6	-	0,1	-	1,1	377,1		
6	ЖК	ЗС	Пн	3,4	2,8	9,52	0,29	45	1	124,2	-	0,1	0,1	1,2	273,3	389,8	1345,3
		ПД	-	3,4	3,8	12,92	0,26	45	0,9	151,2	-	-	-	0,9	287,2		
		ВК	Пн	1,4	1,5	2,1	1,9	45	1	179,6	-	0,1	0,1	1,2	395,0		
7	ЖК	ЗС	Пн	3,8	2,8	10,64	0,29	45	1	138,9	-	0,1	0,1	1,2	305,5	435,7	1828,7
		ЗС	Зх	4,5	2,8	12,6	0,29	45	0,9	164,4	-	-	-	0,9	312,4		
		ПД	-	3,8	4,5	17,1	0,26	45	0,9	200,1	-	-	-	0,9	380,1		
		ВК	Пн	1,4	1,5	2,1	1,9	45	1	179,6	-	0,1	0,1	1,2	395,0		
11	ЖК	ЗС	Пн	3,4	2,8	9,52	0,29	45	1	124,2	-	0,1	0,1	1,2	273,3	389,8	1573,5
		ЗС	Сх	3,8	2,8	10,64	0,29	45	1	138,9	-	0,1	0,1	1,2	305,5		
		СТ	-	3,4	3,8	12,92	0,19	45	0,9	110,5	-	-	-	0,9	209,9		
		ВК	Пн	1,4	1,5	2,1	1,9	45	1	179,6	-	0,1	0,1	1,2	395,0		
13	ЖК	ЗС	Пд	3,4	2,8	9,52	0,29	45	1	124,2	-	0,1	-	1,1	260,9	389,8	1678,7
		ЗС	Сх	4,8	2,8	13,44	0,29	45	1	175,4	-	0,1	0,1	1,2	385,9		
		СТ	-	3,4	4,8	16,32	0,19	45	0,9	139,5	-	-	-	0,9	265,1		

		БК	Пд	1,4	1,5	2,1	1,9	45	1	179,6	-	0,1	-	1,1	377,1		
14	ЖК	ЗС	Пд	2,1	2,8	5,88	0,29	45	1	76,7	-	0,1	-	1,1	161,1	240,8	888,1
		СТ	-	2,1	3,2	6,72	0,19	45	0,9	57,5	-	-	-	0,9	109,2		
		БК	Пд	1,4	1,5	2,1	1,9	45	1	179,6	-	0,1	-	1,1	377,1		
15	ЖК	ЗС	Пд	3,8	2,8	10,64	0,29	45	1	138,9	-	0,1	-	1,1	291,6	435,7	1777,7
		ЗС	Зх	4,8	2,8	13,44	0,29	45	1	175,4	-	0,1	0,05	1,15	377,1		
		СТ	-	4,8	3,8	18,24	0,19	45	0,9	156,0	-	-	-	0,9	296,3		
		БК	Пд	1,4	1,5	2,1	1,9	45	1	179,6	-	0,1	-	1,1	377,1		
18	ЖК	ЗС	Пн	3,8	2,8	10,64	0,29	45	1	138,9	-	0,1	0,1	1,2	305,5	435,7	1726,4
		ЗС	Зх	4,5	2,8	12,6	0,29	45	0,9	164,4	-	-	-	0,9	312,4		
		СТ	-	3,8	4,5	17,1	0,19	45	0,9	146,2	-	-	-	0,9	277,8		
		БК	Пн	1,4	1,5	2,1	1,9	45	1	179,6	-	0,1	0,1	1,2	395,0		

Додаток Д

АКТ

ПРИЙНЯТТЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Об'єкт: приватний будинок в м. Немирів, Вінницької обл.

«___»_____2021 р.

Комісія у складі:

представника _____

інженер Шевчук Петро Іванович

найменування організації, посада, прізвище, ім'я, по батькові

представника генерального підрядника КЛСМінженер, Іванов Дмитро Петрович

найменування організації, посада, прізвище, ім'я, по батькові

представника будівельно – монтажної організації КЛСМГордієнко Василь Олегович

прізвище, ім'я, по батькові, посада

здійснила прийняття системи опалення 2-поверховий будинок з вбудованими приміщеннями _____

Встановили:

Обладнання й монтаж системи опалення відповідає проекту і технічним умовам.

При монтажі системи опалення виявлені такі дефекти й недоробки, які не заважають нормальній експлуатації: _____ не виявленіДефекти повинні бути усуненні до призначення Держкомісії. На основі здійсненого огляду та випробувань систему опалення вважати прийнятною і допущеною до експлуатації з оцінкою _____ задовільно

Представники:

Замовника:

(підпис)

Генерального підрядника

(підпис)

Будівельно – монтажної організації

(підпис)

Таблиця 4.1 – Гідравлічний розрахунок трубопроводів

Трубо-провід	№ діл.	Дов. ділянки	Витрата теплоносія G, кг/год мм	Теплове навантаження Q, Вт	d, мм	V, м/с	Re	λ	$\Sigma\xi$	P, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 поверх										
П	1	4,6	53,75	1250	20	0,4	22857	0,047	4	1149,15
П	2	9,1	107,5	2500	30	0,4	34286	0,042	4	1309,83
П	3	6,2	184,9	4300	30	0,4	34286	0,042	4	991,516
П	4	0,4	184,9	4300	30	0,4	34286	0,042	4	354,882
П	5	10,7	77,4	1800	30	0,4	34286	0,042	4	1485,46
3	5a	10,7	77,4	1800	30	0,4	34286	0,042	4	1485,46
3	4a	0,4	184,9	4300	30	0,4	34286	0,042	4	354,882
3	3a	6,2	184,9	4300	30	0,4	34286	0,042	4	991,516
3	2a	9,1	107,5	2500	30	0,4	34286	0,042	4	1309,83
3	1a	4,6	53,75	1250	20	0,4	22857	0,047	4	1149,15
2 поверх										
П	1	4,6	53,75	1250	20	0,4	22857	0,047	4	1149,15
П	2	9,1	107,5	2500	30	0,4	34286	0,042	4	1309,83
П	3	6,2	184,9	4300	30	0,4	34286	0,042	4	991,516
П	4	0,4	184,9	4300	30	0,4	34286	0,042	4	354,882
П	5	3	38,7	900	30	0,4	34286	0,042	4	640,269
П	6	10,7	116,1	2700	30	0,4	34286	0,042	4	1485,46
3	6a	10,7	116,1	2700	30	0,4	34286	0,042	4	1485,46
3	5a	3	38,7	900	30	0,4	34286	0,042	4	640,269
3	4a	0,4	184,9	4300	30	0,4	34286	0,042	4	354,882
3	3a	6,2	184,9	4300	30	0,4	34286	0,042	4	991,516
3	2a	9,1	107,5	2500	30	0,4	34286	0,042	4	1309,83
3	1a	4,6	53,75	1250	20	0,4	22857	0,047	4	1149,15
Стояк №1										
П	7	2,8	563,3	13100	40	0,4	45714	0,039	1,5	331,125
3	7a	2,8	563,3	13100	40	0,4	45714	0,039	1,5	331,125