

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання
Кафедра Інженерних систем у будівництві

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Енергоефективна система створення мікроклімату в двохповерховому житловому будинку»

Виконав студент 2-го курсу , групи ТГ-21м

Спеціальність 192-Будівництво та цивільна інженерія

_____ Сторожук Р.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник _____ к.т.н., проф. Коц І.В.

«__» _____ 2022р.

Опонент к.т.н., доцент кафедри БМГА

_____ Христич О.В.

(прізвище та ініціали)

«__» _____ 2022р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІСБ

_____ к.т.н. проф. Ратушняк Г.С.

(прізвище та ініціали)

«__» _____ 2022р.

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії

Кафедра Інженерних систем у будівництві

Освітній ступінь Магістр

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

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

Освітня програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

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

_____ (підпис)
«___» _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА
Сторожука Ростислава Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) «Енергоефективна система створення мікроклімату в двохповерховому житловому будинку»

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

затверджена наказом закладу вищої освіти МКР-205-А від 15. 09 2022 р.

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 21. 12. 2022 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 створення мікроклімату для індивідуальних житлових будівель на основі застосування традиційних, альтернативних та відновлюваних джерел енергії, а також результати досліджень інших авторів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ (актуальність, мета і задачі, об'єкт, предмет та новизна наукових досліджень, практична значимість, методи досліджень), аналітичний огляд систем створення мікроклімату, 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 сучасного традиційного, альтернативного та відновлювального устаткування для створення мікроклімату у житлових будівлях різного типу	Коц І.В., професор		
Теоретичне та проєктне обґрунтування параметрів систем створення мікроклімату в двохповерховому житловому будинку	Коц І.В., професор		
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	Коц І.В., професор		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І.М., доцент		
	Поліщук О.В., доцент		
Техніко – економічні показники	Лялюк О.Г., доцент		

7. Дата видачі завдання _____ 5 вересня 2022 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Складання вступу до МКР	23.10.2022	вик.
2	Аналітичний огляд сучасного стану використання сучасного традиційного, альтернативного та відновлювального устаткування для створення мікроклімату у житлових будівлях різного типу	12.11.2022	вик.
3	Теоретичне та проектне обґрунтування параметрів систем створення мікро-клімату в двохповерховому житловому будинку	17.11.2022	вик.
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	19.11.2022	вик.
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	27.11.2022	вик.
7	Економічне обґрунтування	28.11.2022	вик.
8	Матеріали презентації МКР, креслення, плакати	30.11.2022	вик.
9	Попередній захист	05.12.2022	вик.
10	Відгук опонента (рецензента)	15.12.2022	
11	Захист МКР	20.12.2022	

Магістрант _____
(підпис)

Сторожук Р.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ Коц І.В.
(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 697.133;921.47

Сторожук Р.В. Енергоефективна система створення мікроклімату в двохповерховому житловому будинку. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – будівництво та цивільна інженерія, Вінниця: ВНТУ, 2022. На укр. мові.

Виконано аналітичний огляд сучасних систем опалення, а також техніко-економічне обґрунтування впровадження систем гарячого водопостачання та опалення з використанням теплового насосу та сонячних колекторів. Також в даній роботі проведено аналітичний огляд характеристик систем тепlopостачання і вентиляції в залежності від їх конструктивних рішень. Проведено аналіз існуючих методик та рекомендацій щодо теоретичних розрахунків.

У другому розділі виконано всі математичні розрахунки та моделювання систем мікроклімату окремого котеджу у складі двоповерхового таунхаусу. Розроблено заходи з організаційно-технологічного забезпечення реалізації проектних рішень монтажу системи тепlopостачання. 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. Графічна частина містить плани першого поверху, план другого поверху і приладів та схемами прокладання трубопроводів системи тепlopостачання вентиляції та кондиціювання, аксонометричні схеми систем мікроклімату; монтажні креслення, календарний план монтажних робіт системи тепlopостачання, вентиляції та кондиціювання, графіки руху робітників, графіки руху машин та механізмів.

Розроблені заходи з охорони праці і пожежної безпеки при надзвичайних ситуаціях при монтажі та експлуатації системи.

Ключові слова: мікроклімат будівлі, системи опалення і гаряче водопостачання, тепловий насос.

ABSTRACT

UDC 697.133; 921.47

Storozhuk R.V. An energy-efficient system for creating a microclimate in a two-story residential building. Master's thesis on specialty 192 - construction and civil engineering, Vinnytsia: VNTU, 2022. In Ukrainian. speech

Analytical review of modern heating systems, as well as technical and economic substantiation of the implementation of hot water supply and heating systems using heat pumps and solar collectors were performed. Also, in this work, an analytical review of the characteristics of heat supply and ventilation systems is carried out, depending on their design solutions. An analysis of existing methods and recommendations for theoretical calculations was carried out.

In the second chapter, all mathematical calculations and modeling of the microclimate system of a separate cottage as part of a two-story townhouse were performed. Measures for organizational and technological support of the implementation of project solutions for the installation of the heat supply system have been developed. The necessary materials, their quantity, the need for auxiliary materials, the necessary tools, the composition of the links and the rank of workers are determined. The composition and volume of works were determined, and the methods of their implementation were chosen. The labor intensity of installation work was determined, on the basis of which the work schedule was drawn up. The graphic part contains the plans of the first floor, the plan of the second floor and devices and piping diagrams of the heat supply, ventilation and air conditioning system, axonometric diagrams of microclimate systems; assembly drawings, a calendar plan for installation works of the heating, ventilation and air conditioning system, schedules of workers, schedules of machines and mechanisms.

Measures for labor protection and fire safety in emergency situations during installation and operation of the system have been developed.

Keywords: building microclimate, heating and hot water supply systems, heat pump.

ЗМІСТ

ВСТУП	12
1.АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ БУДИНКУ КОТЕДЖНОГО ТИПУ	17
1.1 Аналітичний огляд відомих рішень у проектуванні систем теплопостачання із використанням традиційних джерел енергії та альтернативними.....	17
1.2 Режими систем генерації тепла в комбінованих системах	28
Висновок.....	32
2. ТЕОРИТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ТА СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ	33
2.1 Вихідні положення.Характеристика об'єкту,технологічні можливостіта економічна можливість.....	34
2.2 Кліматична характеристика району будівництва.....	34
2.3 Проектна потужність об'єкту.....	34
2.4 Аналітичний розрахунок втрат на опалення приватного будинку	35
2.4.1. Традиційне опалення газом.....	35
2.4.2. Опалення електрикою –електрокотел теновий.....	36
2.4.3.Тепловий насос.....	36
2.4.4. Опалення на рідкому паливі(дизпаливо або пічнєпаливо).....	36

2.4.5. Опалення на зрідженому газі(пропан- бутан).....	38
2.4.6 Опалення на твердому паливі (Пілети).....	38
2.4.7 Опалення на твердому паливі(дрова).....	38
2.4.8. Данні про можливість забезпечення основними матеріалами і енергоресурсами	38
2.5 Матеріали оцінки впливів на організм мешканців.....	39
2.7 Загальні рішення по вибуховій безпеці.....	40
2.8 Архітектурно – конструктивні рішення для системи СТСТ.....	40
2.9 Контруктивні рішення для системи горячого водопостачання.....	42
2.10 Розрахунок економічної ефективності системи.....	47
2.11Висновок.....	48

3 МОДЕЛВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ СИСТЕМИ

ОПАЛЕННЯ.....	48
3.1 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій будівлі	48
3.1.1 Розрахунок зовнішніх стін.....	48
3.1.2 Підбір вікон.....	48
3.1.4. Розрахунок підлоги.....	48
3.2 Вибір нагрівальних приладів.....	49
3.3 Розрахунок підлогово опалення.....	50
3.4 Моделювання гідравлічного режиму трубопроводів системи опалення.....	55
3.5 Розрахунок системи горячого водопостачання будинку.....	55

3.5.1. Приготування гарячої води з використання ємнісного нагрівача і зовнішнього теплообмінника.....	57
3.5.2 Гідравлічний розрахунок системи гарячого водопостачання.....	57
3.6 Визначення параметрів теплового насосу.....	60
3.6.1 Надбавка на приготування гарячої води	61
3.6.2 Розрахунок необхідної площі ділянки для колектора.....	62
3.6.3 Розрахунок кількості теплоносія.....	63
3.6.4 Розрахунок витрат тиску в земляному колекторі.....	64
3.6.5 Підбір циркуляційного насосу розсольного контуру.....	65
3.6.6. Розрахунок буферної ємності гріючого контуру для оптимізації часу роботи	66
3.7. Розрахунок сонячних колекторів.....	67
3.7.1 розрахунок надходженн сонячної енергії на поверхню сонячного колектора.....	67
3.7.2 Визначення ККД сонячного колектора.....	72
3.7.3 Розробка компоновки водонагрівуючої установки.....	79.
3.8 Висновок.....	80
4. ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ	
ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....	81
4.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи.....	81
4.3 Визначення складу і об'ємів робіт.....	83

4.3.1	Склад робіт.....	83
4.3.2	Визначення об'ємів робіт.....	84
4.4	Вибір і обґрунтування методів виконання робіт.....	86
4.4.1	Монтаж опалювальних приладів.....	86
4.4.2	Монтаж трубопроводів.....	87
4.4.3	Монтаж підводок до радіаторів.....	88
4.4.4	виконання ізоляційних робіт.....	88
4.4.5	Монтаж сонячно –теплонасосної системи тепlopостачання.....	88
4.4.6	Підбір машин ,механізмів ,приспосувачів,матеріалів.....	90
4.4.5	Витрати паливно –енергетичних ресурсів.....	99
4.4.6	Визначення трудомісткості робіт.....	100
4.7	Випробування та запуск системи в експлуатацію.....	106
4.7.1.	Випробування системи опалення.....	106
4.7.2	Гідравлічні випробування сончно- теплонасосних систе тепlopостачання.....	108.
4.7.3	Порядок пусканалагоджувальних робіт.....	109.
4.7.4	Приймальні теплотехнічні випробування.....	109
4.7.5	Здавання СТСТ в експлуатацію.....	109
4.8.	Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт.....	110
4.9	Техніко – економічні показники календарного плану.....	111.
4.10	Висновок	111

5. ЗАХОДИ З ЕКСПУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ	112
5.1 Принципова дія системи ,що прийнята в експлуатаці.....	112
5.2 Технічні характеристики основного обладнання.....	114
5.3 Експлуатація на весь період служби системи опалення та гарячого водопостачання.....	115
5.4 Пуск, випробування системи опалення та її елементів.....	117
5.5 Налагоджування робочих режимів систем опалення та її елементів.....	119
5.6 Регулювання відпуску тепла.....	124
5.7 Технічне обслуговування системи.....	125
5.8 Оцінка надійності та довговічності ситеми опалення.....	127
5.9 Можливі неполадки в системі та засоби їх усунення.....	128
5.9.1 Відключення електропостачання.....	128
5.9.2 розбалансування системи опалення.....	129
5.9.3 Неполадки в роботі арматури ,відсутність регулювальних приладів.....	130
5.9.4 Причини погршення роботи системи ,які виникають в процесі її експлуатації.....	131
5.10 Стійкість системи опалення.....	133
5.11 Екплуатація сонячних колекторів.....	136
5.12 Висновок.....	136
6. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ	
6.1 Загальна оцінка екологічної ефективності використання теплового насосу.....	138

6.2 Характеристика холодоагенту та його екологічної безпечності.....	138
6.3 Розрахунок зменшення кількості шкідливих викидів в атмосферу при застосуванні теплового насосу.....	138
6.4 Розробка енергетичного паспорту будинку.....	141
6.5 Моделювання теплотехнічного режиму зовнішньої стіни.....	147
6.6 Висновки.....	149

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

.....150

7.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	151
7.2 Охорона праці під час виконання робіт на висоті.....	154
7.3 Технічні рішення що до безпечного виконання робіт.....	159
7.4 Висновок.....	167

8 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ

ПОКАЗНИКИ.....168

8.1 Локальний кошторис.....	164
8.2 Загальні техніко-економічні показники.....	184
8.3	
Висновок.....	186

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Додаток А – Розрахунок тепловтрат будівлі

Додаток Б – Розрахунок діаметрів трубопроводів системи тепло- холодопостачання (гілка1)

Додаток В – Розрахунок діаметрів трубопроводів системи тепло-
холодопостачання (гілка2)

Додаток Г – Акт про гідравлічні (пневматичні) випробування системи
теплопостачання

Додаток креслення лист № 1

Додаток креслення лист № 2

Додаток креслення лист № 3

Додаток креслення лист № 4

Додаток креслення лист № 5

Додаток креслення лист № 6

Додаток креслення лист № 7

Додаток креслення лист № 8

ВСТУП

АКТУАЛЬНІСТЬ ТА НОВИЗНА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Виходячи із пріоритетів енергетичної та національної безпеки, завдання України полягає у суттєвій зміні балансу споживання енергоносіїв в напрямку зменшення як абсолютного обсягу, так і частини споживання природного газу.

Енергозберігаючий варіант побудови паливно-енергетичного балансу надає ряд переваг, а саме: зменшення залежності України від імпортованих енергоносіїв, збільшення частки нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії у структурі паливно-енергетичного балансу тощо.

Для суттєвого збільшення в енергобалансі України обсягів паливно-енергетичних ресурсів, вироблених із нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії проводиться цілеспрямована організаційна робота за найбільш перспективними технологічними напрямками:

- розширення сфери та збільшення обсягів використання сонячної та геотермальної енергії для виробництва електроенергії та теплопостачання;
- будівництво біогазових комплексів для отримання біогазу з осаду каналізаційних стоків міст і відходів сільського та лісового господарства тощо.

На сьогоднішній день, в умовах різкого підвищення цін на паливо, яке використовується для традиційних джерел енергії особливо гостро постало питання енергозбереження та ефективного використання енергоносіїв.

Значна частина тепла (до 20%) втрачається при транспортуванні теплоносія до споживачів внаслідок недосконалості та застарілості мереж теплопостачання. Тому доцільно використовувати місцеві альтернативні джерела енергії, зокрема такі як навколишнє повітря та сонячної енергії у поєднанні із традиційними джерелами енергії, такими як електроенергія.

Таким чином, актуальність цієї роботи полягає у необхідності обґрунтування створення більш економічно та екологічно чистої енергоощадної системи, яка надає можливість забезпечити необхідні параметри мікроклімату, в залежності від категорії і призначення приміщення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконувалась у відповідності із науковим напрямком і тематикою наукових досліджень кафедрою інженерних систем у будівництві

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є наукове обґрунтування та вибір робочих параметрів енергоощадної системи тепlopостачання житлового будинку котеджного типу, які забезпечують енергетичну автономність та поліпшення екологічних умов, в результаті використання альтернативних джерел енергії.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі задачі:

- виконати аналітичний огляд і аналіз відомих досліджень в області застосування альтернативних джерел енергії у поєднанні із традиційними джерелами для тепlopостачання будівель;

- розробити принципові та конструктивні рішення варіанту системи тепlopостачання даної житлової будівлі та особливості роботи її теплогенеруючого та теплоакumuлюючого устаткування;

- розробити принципові та конструктивні рішення рекреаційної зони та проаналізувати особливості тепломасообмінних процесів;

- виконати математичне моделювання мікроклімату в будинку котеджного типу в основу якого покласти проектування низькотемпературної системи опалення, теплоакumuлюючих агрегатів, гарячого водопостачання,.

Об'єкт дослідження – тепломасообмінні процеси, які відбуваються в атмосфері, а також в мережі тепlopостачання житлового будинку.

Предмет дослідження – визначення раціональних технологічних режимів та робочих параметрів теплогенеруючого і теплоакumuлюючого устаткування та іншого обладнання системи тепlopостачання житлової будівлі, з метою досягнення достатньо високого ККД устаткування, якості забезпечення відповідних теплових режимів.

Наукова новизна одержаних результатів.

У роботі:

- розроблена математична модель теплових балансів у будинку між системами , в основу якої покладено врахування надходжень і втрат теплової енергії, що виникають в при створені заданих умов тепловологісного режиму, завдяки якій забезпечується вибір раціонального співвідношення параметрів, що сприяють необхідному за функціональним призначенням мікроклімату в приміщенні та енергозбереженню;
- запропоновані аналітичні залежності взаємозв'язків між основними параметрами та характеристиками створюваного тепловологісного режиму житлового будинку, системи гарячого водопостачання, які надають можливості обґрунтування їх оптимальних співвідношень для підвищення ефективності систем теплопостачання.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що в роботі:

- розроблені принципові та конструктивні рішення систем теплопостачання житлового будинку та гарячого водопостачання , які забезпечують їх раціональне та ефективне функціонування, зокрема, в основу теплогенеруючого устаткування покладено застосування низькотемпературних систем опалення, використання теплових насосів і сонячних колекторів, а також теплоакumuлюючого устаткування;
- запропонована науково обґрунтована методика розрахунку розглянутих систем теплопостачання різного призначення, яка може бути покладена в основу їх проектування;
- розроблені рекомендації щодо практичної реалізації напрямків і галузей раціонального та ефективного застосування результатів розробки.

Особистий внесок здобувача ступеню магістра в наукових і практичних результатах полягає в постановці цілеспрямованої задачі створення удосконаленої системи теплопостачання житлової будинку і відповідних конструктивних схем облаштування, які задовольняють сучасним вимогам. Для реалізації цієї мети здобувачем особисто вивчені тепломасообмінні процеси , здійснені пошукові

дослідження та науково обґрунтовані результати досліджень. Постановка задач, що розв'язані в даній роботі здійснювалась під керівництвом наукового керівника, окремі теоретичні викладки та висновки, що подані в роботі, виконані автором самостійно.

Апробація та публікації.

За тематикою використання альтернативних джерел енергії для потреб теплопостачання та вентиляції, а також за тематикою роботи зроблені 2 доповіді на Всеукраїнській науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України» (м. Вінниця, 2022 р.) та на XLVIII науково-технічній конференції ВНТУ (2016 р.); опубліковані тези доповіді у збірнику матеріалів конференції [1].

Структура та обсяг роботи.

Робота складається із вступу, дев'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 109 найменувань та 4 додатків. Робота викладена на 215 сторінках (без врахування додатків), містить 26 рисунків та 38 таблиць.

1 Аналітичний огляд систем опалення будівель котеджного типу.

1.1 Аналітичний огляд відомих рішень у проектуванні систем теплопостачання із використанням традиційних джерел енергії у поєднанні із альтернативними

Відомі такі запатентовані принципові та конструктивні рішення систем теплопостачання:

➤ Система водяного теплопостачання [2]

Система теплопостачання за допомогою води, яка містить принаймні один сонячний тепловий колектор, бойлер непрямого нагріву з теплообмінником в його порожнині, при цьому сонячний тепловий колектор, теплообмінник і трубопроводи, які їх з'єднують, складають замкнену систему, заповнену теплоносієм, бойлер через впускний патрубок сполучений з системою водопостачання, а через впускний патрубок – із споживачем нагрітої води. Система додатково містить тепловий насос, два швидкісних теплообмінника у вигляді ємностей, в першому теплообміннику розміщено випаровувач, а в другому – конденсатор теплового насоса

Принципова схема системи наведен а на рис. 1.1

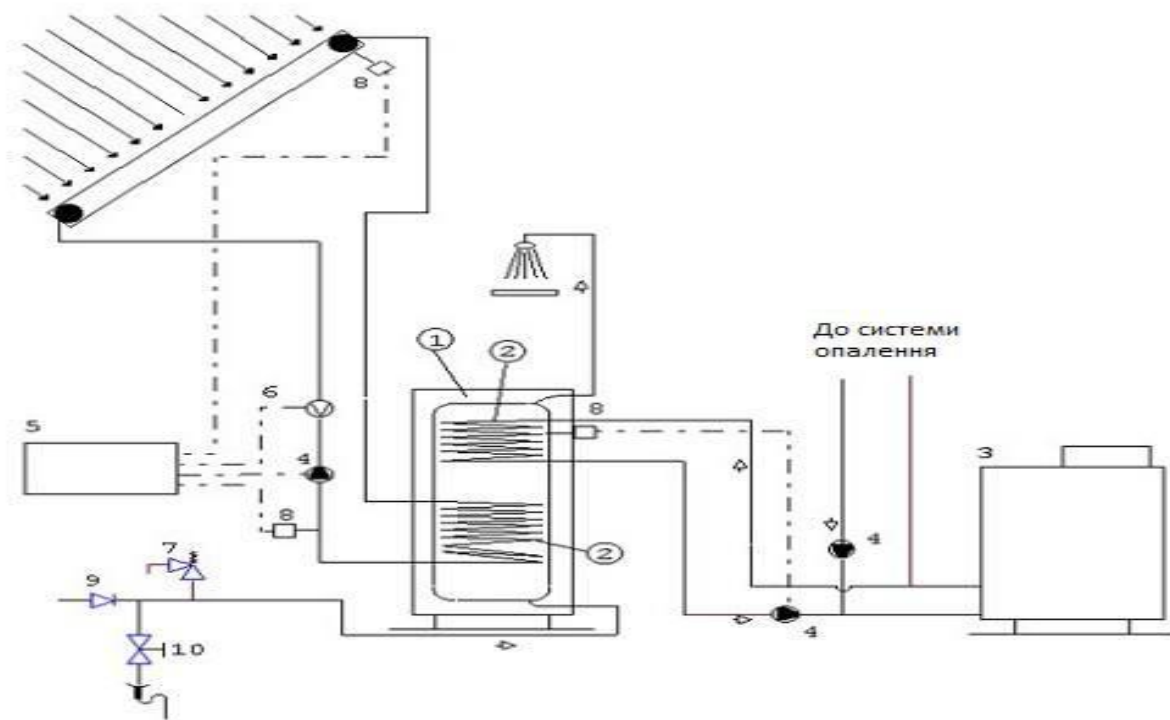


Рис. 1.1 – Принципова схема системи водяного теплопостачання із використанням сонячного теплового колектора

1 – бойлер, 2 – теплообмінник, 3 – котел газований, 4 – насос, 5 – контролер КСК-2, 6 – датчик витрати, 7 – клапан запобіжний, 8 – термодатчик, 9 – клапан зворотній, 10 – кран дренажу

Перевагою даного варіанту є:

- підвищення ефективності використання сонячної енергії за рахунок можливості повноцінного функціонування системи як при достатньому теплопоглинанню, так і при незначному.

Недоліками запропонованого вище варіанту є:

- розміщення колекторів в одній площині не дозволяє максимально використати сонячну енергію протягом дня;
- відбір води безпосередньо з бака-акумулятора зменшує ефективність системи опалення;
- значна вартість влаштування системи.

➤ Акумуляційна теплонасосна система теплопостачання [4]

Акумуляційна теплонасосна система теплопостачання містить контури сонячного колектора та опалення, на яких встановлені циркуляційні насоси,

теплообмінне обладнання, запірно-регулювальна арматура і контрольно-вимірювальні прилади. Система додатково оснащена триконтурним баком-акумулятором, через який проходять контури сонячного колектора, опалення, а також контур теплового насоса .

Схема складається з трьох контурів (опалення 8, сонячного колектора 1 та теплового насоса 5), що проходять через бак-акумулятор 2. Циркуляційні насоси 3, 9 призначені для прокачування теплоносія через систему опалення. Вимірювання кількості теплоти забезпечується установкою в усіх контурах тепломірів 4. Також для визначення теплових параметрів роботи системи на вході та виході контурів встановлені датчики температури (термоелектричні перетворювачі) T1...T10. Для компенсації об'єму при температурному розширенні теплоносія в кожному контурі передбачені мембранні бачки 7.

Схема установки наведена на рис. 1.3.

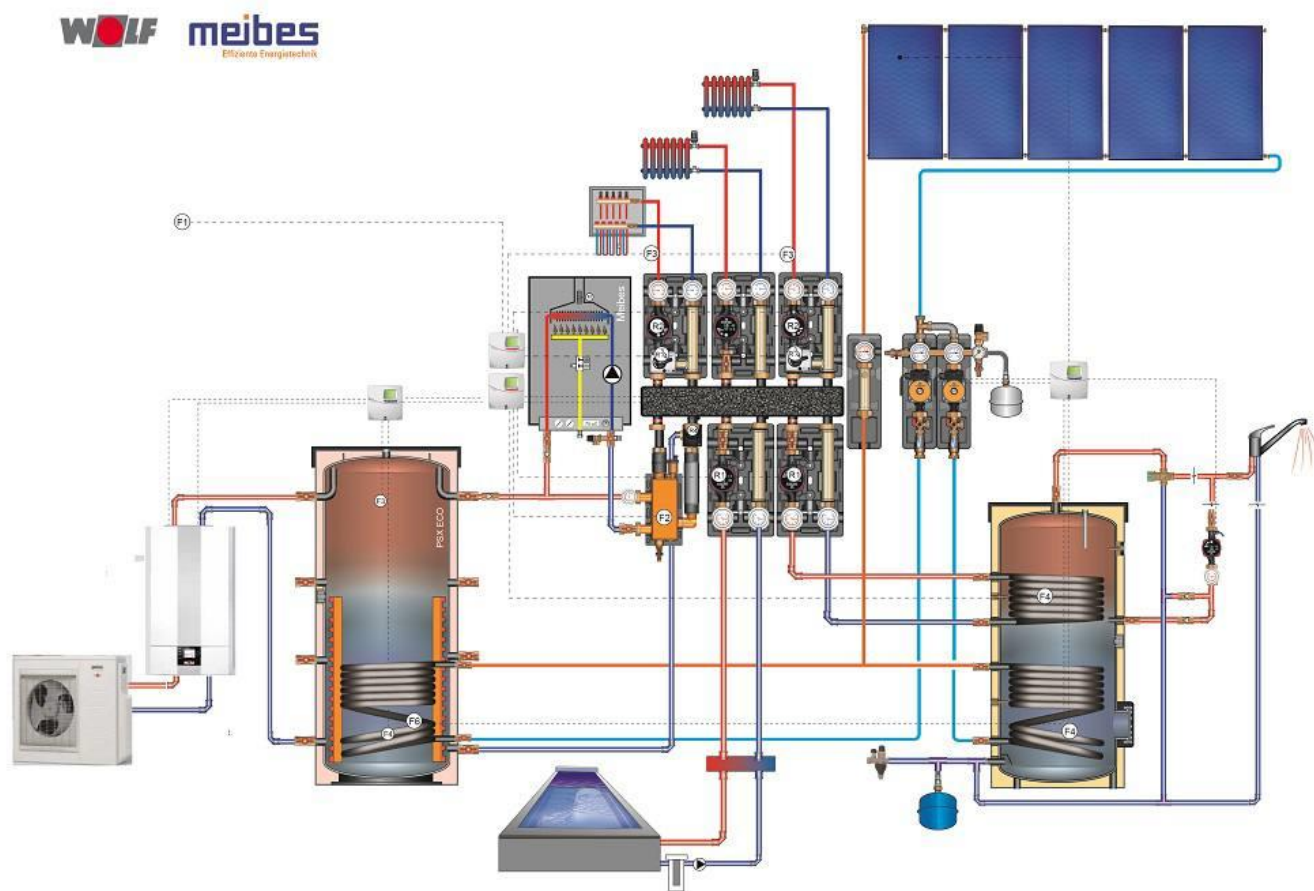


Рис. 1.3 – Принципова схема акумуляційної теплонасосної системи типу повітря-вода

В основі роботи повітряного теплового насоса лежить процес акумуляції низькопотенційного тепла повітря при випаровуванні, що циркулює в замкнутому контурі холодоагенту, та подальшому перенесенні тепла в опалювальну систему при конденсації холодоагенту.

1. Зовнішнє повітря прямує вентилятором на теплообмінник випарника теплового насоса. У теплообміннику знаходиться рідкий холодоагент, температура якого завжди нижча від зовнішнього повітря. При надходженні низькопотенційного тепла зовнішнього повітря холодоагент закипає і переходить у стан розігрітої пари.

2. Після цього холодоагент у газоподібному стані надходить у компресор, де піддається сильному стиску. При стисненні тиск холодоагенту, а, отже, і

температура середовища ще більше зростає. Механічна енергія компресора перетворюється на теплову енергію.

3. Хладагент у сильно розігрітому та стислому стані надходить на теплообмінник конденсатора, де охолоджується та віддає тепло системі опалення. При цьому холодоагент конденсується і переходить у суміш рідини та пари.

4. Для ще більшого охолодження суміш рідкого холодоагенту пропускається через розширювальний клапан, після чого тиск падає до початкового значення і рідкий холодоагент знову надходить у випарник. Перевагами цієї схеми є:

- здійснення тепlopостачання протягом року за рахунок можливості сезонного накопичення профіцитної теплоти інсоляції;
- автоматичне регулювання режиму роботи циркуляційного насосу при досягненні теплоносієм зворотної температури;

Недоліками даної системи є:

- значна вартість обладнання, необхідного для влаштування запропонованого варіанту схеми тепlopостачання;
- використання теплового насосу збільшує енергоспоживання та експлуатаційні витрати.

➤ Система автономного тепlopостачання будівель із використанням електрокотла, теплообмінника та сонячного колектора [5]

Система автономного тепlopостачання будівель, що містить електро водогрійний котел, опалювальні прилади, встановлені в опалюваних приміщеннях, мембранний розширювальний бак, подавальну та зворотну магістралі та тепловий насос з трубчастим колектором для відбору тепла водного басейну чи ґрунтового масиву; додатково містить ємнісний водонагрівач і зв'язаний з ним трубопроводом пластинчастий теплообмінник системи гарячого водопостачання та сонячний колектор для нагрівання води в ємнісному водонагрівачі проміжним теплоносієм, причому в ємнісному водонагрівачі розміщений додатковий змійовик, зв'язаний трубопроводом з газовим водогрійним котлом, для догрівання води при необхідності.

Принципова схема системи наведена на рис. 1.4.

meibes
Effiziente Energietechnik

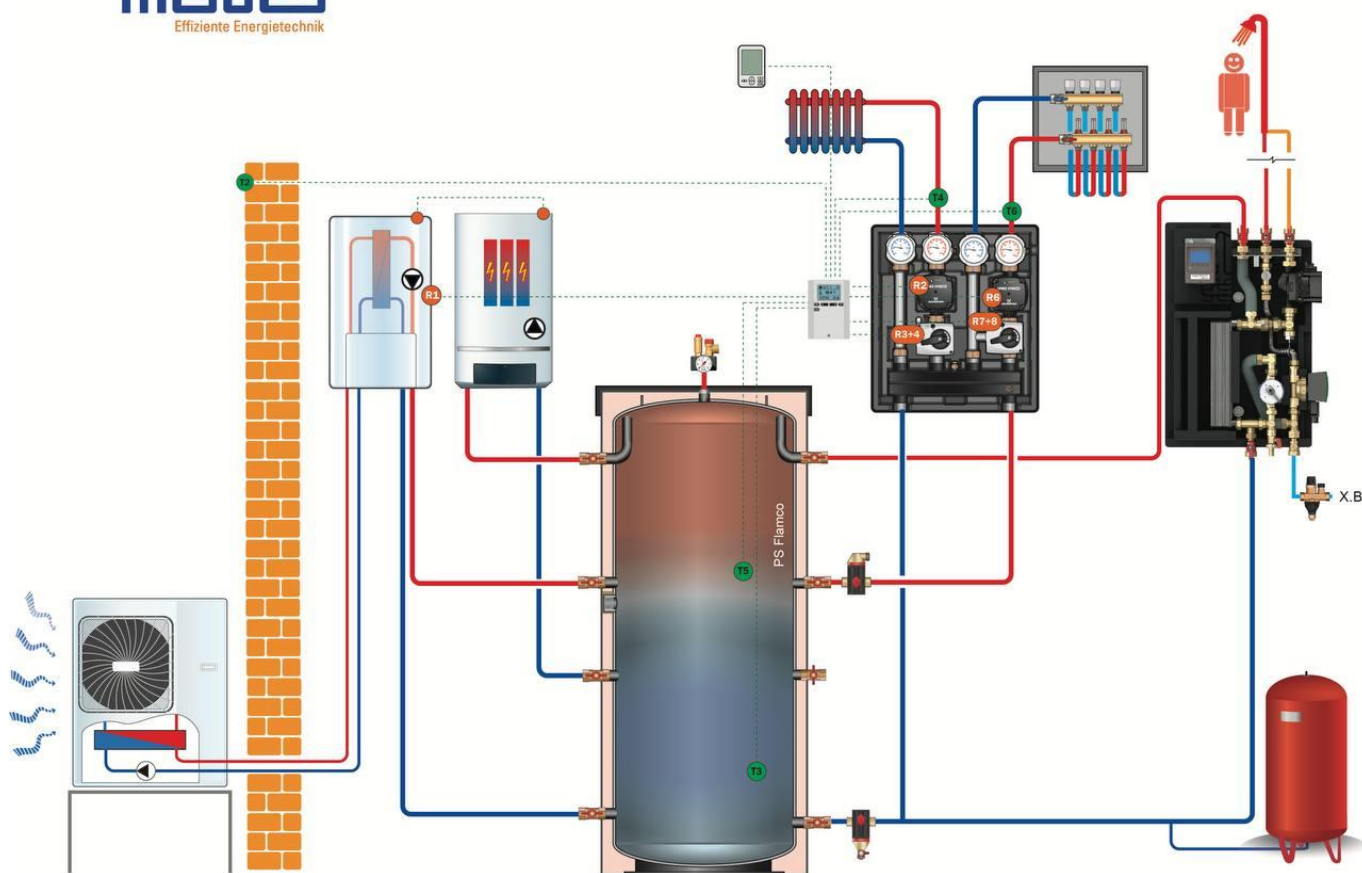


Рис. 1.4 – Принципова схема автономного теплопостачання будівель

Система включає електро водогрійний котел 1, опалювальні прилади 2, встановлені в опалюваних приміщеннях, подавальну 3 та зворотну 4 магістралі, циркуляційний насос 5, мембранний розширювальний бак 6, тепловий насос 7, з'єднаний трубопроводами з водогрійним котлом 1, трубчастий колектор 8 для відбору тепла водного басейну чи ґрунтового масиву, циркуляційний насос 9, ємнісний водонагрівач 13, з'єднаний трубопроводами з водогрійним котлом 1 та з пластинчастим теплообмінником 14.

Ємнісний водонагрівач містить в собі змійовик 15, з'єднаний трубопроводами з тепловим насосом 7, та змійовик 16, з'єднаний трубопроводами з сонячним колектором 17. Між сонячним колектором 17 та змійовиком 16 циркулює теплоносія за допомогою насоса 18, об'ємне розширення цього теплоносія компенсує мембранний розширювальний бак 19. В трубах, що з'єднують ємнісний водонагрівач 13, водогрійний котел 1 та пластинчастий теплообмінник 14, циркулює

вода за допомогою циркуляційного насоса 23. Крім того, на трубопроводах, що з'єднують систему опалення з тепловим насосом 7, встановлені вентилі 10, 11, 12, на трубопроводах, що з'єднують ємнісний водонагрівач 13 з пластинчастим теплообмінником 14 та водогрійним котлом 1, встановлені вентилі 20, 21, 22, а на трубопроводах, що з'єднують змійовик 15 з тепловим насосом 7, – вентилі 24, 25.

Система автономного теплопостачання може працювати в кількох режимах. Вода, що циркулює в системі опалення як теплоносіє, підігрівається в тепловому насосі 7 за рахунок теплоти конденсації пари робочої речовини, що циркулює в трубках колектора 8, відбираючи тепло водного басейна чи масиву ґрунту, і через водогрійний котел 1 направляється в опалювальні прилади 2, а після охолодження повертається циркуляційним насосом 5 в тепловий насос 7. При необхідності теплоносіє може бути догрітий в водогрійному котлі 1. Об'ємне розширення теплоносія системи опалення компенсується мембранним розширювальним баком 6. При цьому вентилі 10, 11 відкриті, а вентиль 12 закритий. При відкритих вентилях 24, 25 робоча речовина з теплового насоса 7 подається в змійовик 15, для підігрівання води в ємнісному водонагрівачі 13. При відключенні теплового насоса 7 (вентилі 10, 11 закриті) теплоносіє системи опалення нагрівається у водогрійному котлі 1 (вентиль 12 відкритий).

Гаряче водопостачання будинку забезпечується системою геліотеплопостачання. Теплова енергія, одержана сонячним колектором 17, транспортується теплоносієм за допомогою циркуляційного насоса 18 в змійовик 16 ємнісного теплообмінника 13 для нагрівання води. Гаряча вода з ємнісного теплообмінника 13 подається через водогрійний котел 1 в пластинчастий теплообмінник 14 для нагрівання в ньому водопровідної води, а після охолодження повертається насосом 23 в ємнісний теплообмінник. Вентилі 20, 22 при цьому відкриті, а вентиль 21 закритий. При необхідності воду з ємнісного теплообмінника 13 перед її подачею в пластинчастий теплообмінник 14 можна догрівати в газовому водогрійному котлі 1. При відключенні системи геліотеплопостачання (вентилі 20, 22 закриті, а вентиль 21 відкритий) вода, яка подається в пластинчастий теплообмінник 14, нагрівається в водогрійному котлі 1.

Переваги даної схеми системи теплопостачання:

- зменшення витрат палива на опалення та гаряче водопостачання;
- скорочення тривалості роботи газового водогрійного котла;
- простота та надійність експлуатації;
- стабільне забезпечення потреб будинку та підтримання заданого температурного режиму.

Недоліком є:

- значна кошторисна вартість влаштування системи.

1.2 Система гарячого водопостачання на альтернативних джерелах енергії

1.2.1 Теплонасосні установки: аналіз конструктивних особливостей, класифікація

В залежності від застосовуваного джерела тепла [17], теплові насоси діляться на геотермальні замкнутого або відкритого типу, де використовується наземне або підземне тепло землі або ґрунтових вод, повітряні, де як джерело відбору тепла служить повітря і теплові насоси, які використовують як джерело відбору тепла вторинне тепло, такий варіант найбільш доцільний для промислових об'єктів, де є джерела тепла, що вимагають утилізації.

Залежно від виду теплоносія з боку вхідного і вихідного контуру теплові насоси підрозділяються на шість *типів* [17]:

- «повітря-повітря»;
- «вода-вода»;
- «ґрунт-вода»;
- «повітря-вода»;
- «вода-повітря»;
- «ґрунт-повітря».

Вибір певного джерела та його ефективність фактично має залежність від середньорічних кліматичних умов конкретного регіону та їх впливу на це джерело теплоносія. Найефективніше – це відбір тепла від ґрунту, тому що на глибині в кілька метрів його температура не змінюється на протязі року. Відповідно це робить установку теплового насоса практично незалежною від погоди.

У першу чергу до *переваг* теплових насосів необхідно віднести їх економічність, адже для передачі в організовану на його базі систему теплопостачання 1 кВт/год теплової енергії подібної установки необхідно витратити всього 0,2-0,35 кВт/год електроенергії. Для прикладу, коефіцієнт корисної дії при перетворенні тієї ж теплової енергії в електричну на найбільших електростанціях тримається на рівні до 50%, ефективність споживання палива при застосуванні теплових насосів в цьому випадку значно підвищується. Серед переваг застосування теплових насосів не можна не відзначити і суттєве спрощення у вимогах до систем вентиляції приміщень, а також підвищення рівня пожежної безпеки. Невимогливість до експлуатаційних витрат, за рахунок того, що основні системи теплового насоса практично функціонують з використанням так званих замкнутих контурів. Можливість перемикання в літній період з режиму опалення приміщення на режим його кондиціонування, також є однією з переваг цієї системи. Надійність теплових насосів ще один важливий фактор на їх користь. Можливість застосування автоматики в системі управління також підвищує надійність і ефективність цих систем. Для кожного споживача побудова системи на базі теплового насоса носить суто індивідуальний характер. Насос досить компактний за розмірами і практично безшумний.

Серед *недоліків* теплових насосів, які використовуються для теплопостачання приміщень, можна віднести їх велику вартість, однак вкладені в установку цього обладнання кошти окупляться протягом 4-6 років.

Тепловий насос – це екологічно чистий та найекономніший вид теплопостачання, який дозволяє отримувати тепло для опалення та гарячого водопостачання з природних джерел (грунтові води, ґрунту). З використанням теплового насосу 2/3 опалювальної енергії можна отримати безкоштовно з природи і лише 1/3 – за рахунок електроенергії. Що на сьогоднішній день є дуже вигідно. Крім того, термін експлуатації 100 років.

Графічне зображення горизонтального ґрунтового колектора наведено на рис. 1.8.

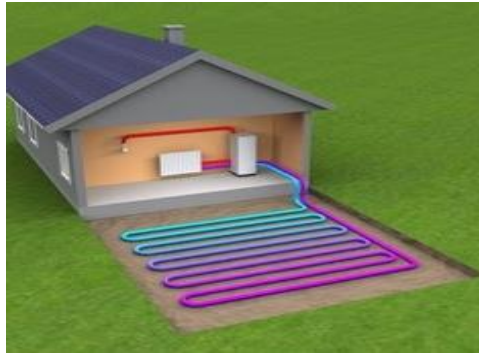


Рис.1.8 – Горизонтальний колектор

Ґрунт найбільш стабільне джерело розсіяного тепла. Незалежно від температури повітря, ґрунт має постійну температуру, нижче глибини промерзання. Трубопровід, у якому циркулює неутруйна рідина, закопується в землю на глибину 1 м. Мінімальна відстань між сусідніми трубопроводами– 0,8-1 м. Спеціальної підготовки ґрунту, засипань і т.п. не потрібно. Орієнтовне значення теплової потужності, що приходить на 1 метр трубопроводу – 20...30 Вт [17]. Графічне зображення вертикального ґрунтового колектора наведено на рис. 1.9.

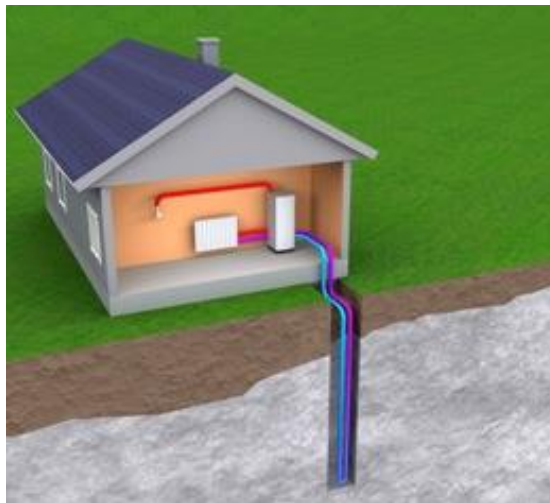


Рис. 1.9 – Вертикальний колектор

Система довгих труб, що опускаються в глибоку свердловину (50-150 метрів). Тут потрібна невелика ділянка землі, але є необхідність у дорогих бурильних роботах. На глибині завжди однакова температура – близько 9 °С, тому даний вид колектора більш ефективний [17].

Графічне зображення водяного колектора наведено на рис. 1.9.

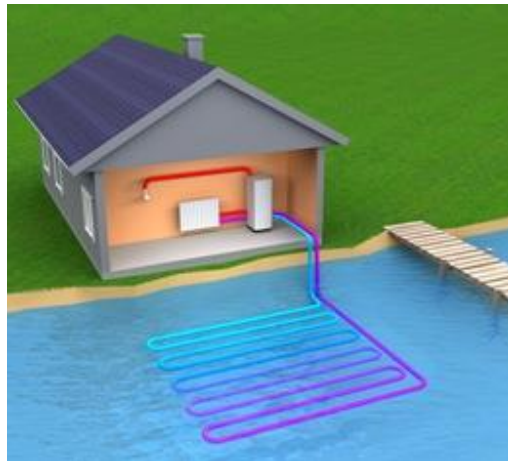


Рис.1.9 – Варіант вода-вода, водяний тепловий насос (водяний колектор)

У цьому випадку, контур укладається на дно водойми. Переваги такого методу – короткий зовнішній контур, «висока» температура навколишнього середовища (температура води у водоймі взимку завжди плюсова), високий коефіцієнт перетворення енергії тепловим насосом. Орієнтовне значення теплової потужності, що припадає на 1 м трубопроводу 30 Вт. Для того щоб трубопровід не піднявся на поверхню, на 1 м трубопроводу закріплюється близько 5 кг вантажу [17].

Графічне зображення повітряного колектора наведено на рис. 1.10.

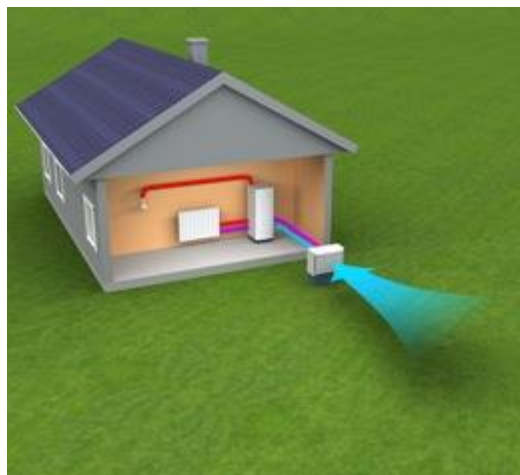


Рис.1.10 – Варіант повітря-вода, повітряний тепловий насос (повітряний колектор)

Графічне зображення спірального колектора наведено на рис. 1.11.

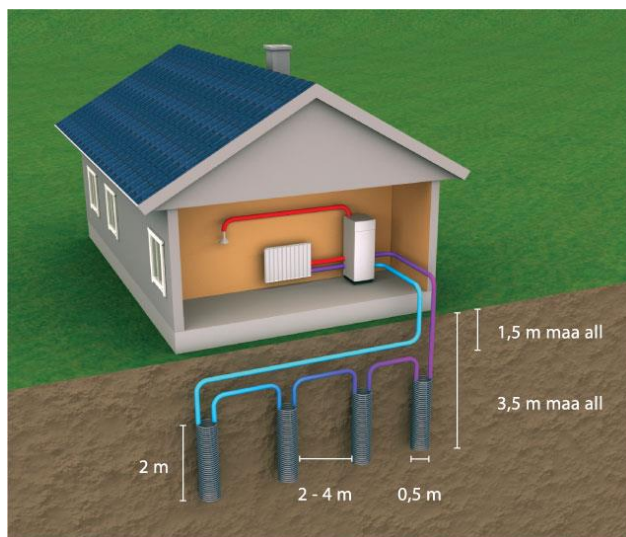


Рис.1.11 – Варіант ґрунт-вода, ґрунтовий тепловий насос (спіральний колектор)

Спіральні колектори монтуються там, де не має місця для ґрунтового колектора. Виготовляють спіралі довжиною 2 і 3 метра. При розрахунку спірального колектора потрібно враховувати тип ґрунту. Для сухого ґрунту з однієї двохметрової спіралі знімається потужність 250-300 Вт, а з вологого 400-500 Вт [17].

Для гарячого водопостачання даного будинку доцільно використати тепловий насос типу повітря-вода . Кліматична зона відповідає потребностям , яка потрібна для ефективної роботи теплового насоса, до -30°C працює без втрати потужності .

1.2.2 Геліоустановки: аналіз конструктивних особливостей, класифікація

Сонячні колектори призначені для перетворення сонячної енергії у теплову для підігріву води на побутові потреби та підтримки системи опалення. Завдяки конструктивним удосконаленням та високому коефіцієнту абсорбції (95%) сонячні колектори ефективно працюють майже 9 місяців на рік. Скло колекторів ударостійке, та гарантує механічну стійкість до атмосферних опадів (граду), чи потрапляння твердих предметів. Використання незамерзаючої рідини (розчину гліколю) забезпечує роботу колекторів за низьких температур повітря – до -30°C . Системи сонячного теплопостачання вважаються одними із найбільш надійних та довговічних [19].

Основні види сонячних нагрівачів води – колектори плоскі та трубчасті вакуумні, термосифонні геліосистеми [19].

Схематичне зображення принципу дії сонячного колектора наведено на рис. 1.13 [19].

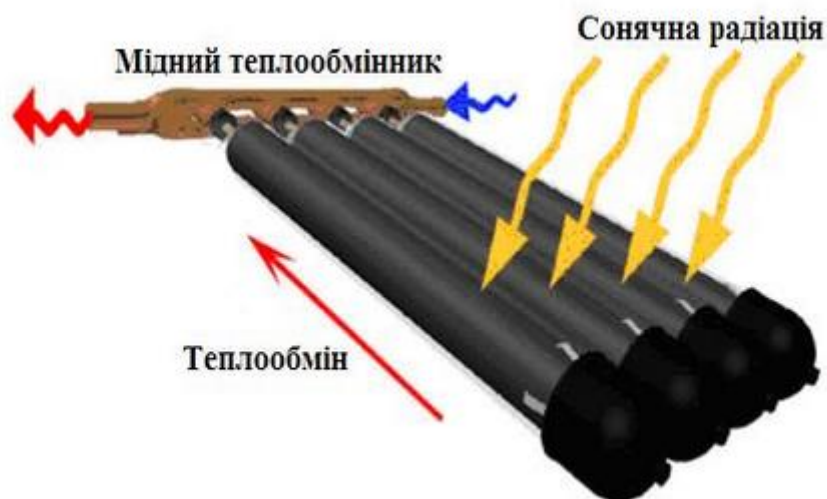


Рис. 1.13 – Теплообмін в сонячному колекторі

Вакуумні колектори встановлюють у випадках, коли потрібна висока температура, або для комплексних систем для нагріву води і опалення приміщень. Сьогодні в Україні встановлюють і трубчасті вакуумні колектори, вони мають трохи вищий ККД і нижчий рівень тепловтрат, і плоскі колектори.

Термосифонні геліосистеми використовують в основному для сезонного використання – з весни по осінь. Але існують вже конструктивні модифікації термосифонних систем для використання на протязі всього року, але в умовах відсутності великих морозів.

Плоский колектор – це добре теплоізована зашклена панель, у якій розміщена пластина поглинача сонячного тепла, і встановлені трубки з циркулюючою рідиною, яка відводить отримане тепло. Плоский колектор наведено на рис. 1.14.

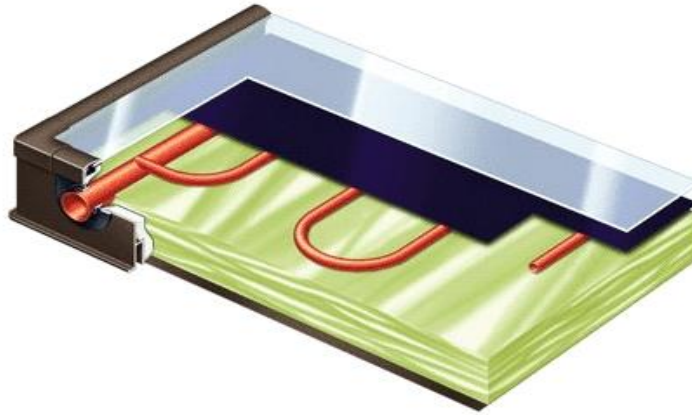


Рис. 1.14 – Плоский сонячний колектор

Така пластина має спеціальне високоселективне покриття, що добре поглинає сонячну енергію. Нижня площина та бокові стінки колектора вкриті теплоізолюючим матеріалом. Але незважаючи на це, теплові втрати плоских колекторів із зашкленого боку досить значні, особливо в зимову пору року при значній різниці температур теплоносія в колекторі та зовнішнього повітря. Треба звернути увагу на можливість блокування частини малих трубок у плоских колекторах кристалами нерозчинних солей, що створює додаткові «незручності» при експлуатації. Це знижує продуктивність колектора, та ускладнює процес обслуговування – промивання великої кількості малих паралельних трубок є проблематичним.

Конструкції вакуумного трубчастого колектора мають різні модифікації але в принципі схожі на будову термоса: одна скляна трубка знаходиться в іншій, більшого діаметра, а між ними – вакуум, найкращий теплоізолятор (див. рис. 1.15).

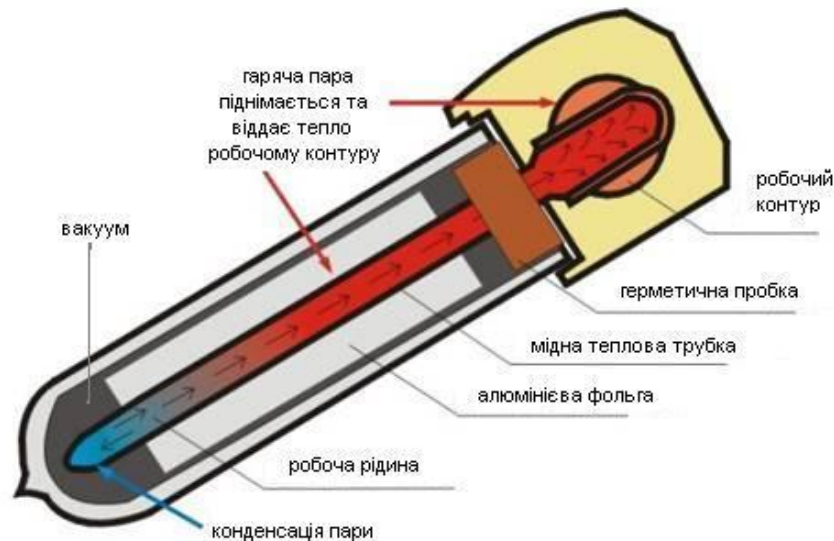


Рис. 1.15 – Вакуумний трубчастий сонячний колектор

Завдяки цьому втрати на теплові випромінювання при підвищенні температури робочої рідини дуже низькі. В кожній внутрішній трубці вбудована мідна пластина поглиначка з геліотитановим покриттям, це гарантує високий рівень поглинання сонячної енергії та дуже малу емісію теплового випромінювання. Всередині встановлена теплова труба, заповнена спеціальною рідиною, яка випаровується при нагріванні. Через з'єднувальні елементи «сухого» типу теплова труба приєднана до конденсатора у теплообміннику типу «труба в трубі». Це дає змогу міняти вакуумні трубки. Завдяки такій конструкції вакуумні колектори з тепловою трубкою можуть працювати за температур до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вакуумний колектор із дванадцятишаровим селективним покриттям, яке поглинає сонячне випромінювання і теплоізольоване вакуумом, затримує 98% сонячної енергії. В вакуумному колекторі повністю відсутні втрати по теплопровідності або конвекції. Оскільки повний коефіцієнт втрат у вакуумному колекторі низький, – менше 2%, то теплоносій у ньому може нагріватися до температури $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таке селективне дванадцятишарове покриття у вакуумних трубок забезпечує максимальне поглинання енергії, завдяки чому колектори працюють також у несонячну погоду. Крім того, вакуумні колектори мають циліндричну форму

трубок, а тому сонячні промені впродовж дня падають на однакову за площею поверхню. Це дає змогу колекторам працювати стабільно з максимальною потужністю протягом дня. Кругла форма елементів колекторів не накопичує бруду.

Максимальна робоча температура системи може бути керована завдяки фізичним властивостям рідини у тепловій трубці та спеціальній конструкції накопичувача.

Система водяного опалення [21, 22, 23, 24, 25] поділяється на низькотемпературну та високотемпературну за температурою теплоносія, з природною та вимушеною циркуляцією теплоносія та за способом розташування опалювальних приладів в приміщенні: на системи дахового, підлоткового, цокольного, торцевого, ґрунтового і надґрунтового обігріву.

Альтернативні джерела енергії [26, 27, 28, 29, 30, 31, 32]

Використання геотермальної енергії. Для теплопостачання існують наступні способи використання геотермальної енергії: з безпосередньою подачею в систему опалення; з безпосередньою подачею та попередньою водопідготовкою; з безпосередньою подачею та догрівом у водогрійних котлах чи теплообмінниках; з подачею по незалежній схемі і використанням проміжних теплообмінників поверхневого, контактного і контактано-поверхневого типу; комбінований з використанням проміжних теплообмінників і безпосередньою подачею в систему опалення [21, 32, 33, 34].

Спосіб безпосереднього використання геотермальної води в системі опалення економічніший, ніж із застосуванням проміжних теплообмінників, а також даний спосіб дозволяє використовувати опалювальні прилади і обладнання. Недоліком даного способу є мінералізація і агресивність геотермальної води, що викликає корозію і солевідкладення в трубопроводах та обладнанні, що зменшує експлуатаційну надійність системи теплопостачання.

Використання геотермальної води за схемою з проміжними теплообмінниками складніше і потребує встановлення спеціального обладнання, але в цьому випадку можливе використання геотермальної води будь-якої якості і забезпечення захисту системи опалення від корозії.

Для теплопостачання зимових садів використовують прісну, слабо газонасичену не агресивну геотермальну воду середнього і високого потенціалу. В цьому випадку вона без обробки може безпосередньо використовуватись в традиційних водяних, повітряних чи комбінованих системах опалення

Догрів геотермальної води, за необхідності, відбувається у водогрійних котлах чи в поверхневих швидкісних водопідігрівачах. При цьому воду пропускають через труби теплообмінника, а другий теплоносій – через міжтрубний простір.

Вітрова енергія. Використання вітрової енергії потребує сприятливих вітрових умов, які досягаються при встановленні вітроелектростанції (ВЕС) на березу моря, на вершинах гір. Швидкість вітру повинна становити від 5 до 12 м/с.

Накопичення сонячної енергії пов'язане з негативним побічним явищем – можливістю перегріву внутрішніх приміщень. Розв'язати цю проблему можна за допомогою комбінації сонцезахисних заходів, достатній вентиляції зимового саду і наявністю в ньому поверхонь, що акумулюють тепло. Поверхнею, здатною накопичувати сонячну енергію в зимовому саду, як правило, є тільки підлога.

Висновки до розділу

В даному розділі роботи проведено аналітичний огляд відомих досліджень у області проектування систем теплопостачання із використанням джерел альтернативної енергії, на основі чого зроблено наступні висновки: для опалення будівель великої поверховості генератором тепла краще приймати теплові насоси, а для системи гарячого водопостачання прийнята сонячно-теплонасосна система.

Обґрунтовано переваги використання акумуляційного обігріву для системи теплопостачання.

Проаналізовано конструктивні особливості теплових насосів та сонячних колекторів та наведено їх основну класифікацію. На основі аналізу обрано найбільш оптимальний варіант використання теплового насосу типу повітря-вода.

2 Теоретичне обґрунтування вибору системи опалення будинку з використанням теплових насосів та сонячних колекторів.

2.1 Вихідні положення. Характеристика об'єкту, технологічні можливості та економічна доцільність.

В даному дипломному проєкті передбачена розробка систем опалення та гарячого водопостачання житлового будинку з прибудованою теплицею у м. Хмельницький.

Будівля займає площу - 217 м², об'єм – 625,46 м³.

Метою розробки систем є:

- забезпечення комфортних умов проживання людей, та відвідувачів будинку;
- можливість економії енергоресурсів.

2.2 Кліматична характеристика району будівництва

Кліматичні умови для розрахунку системи опалення та допустимі умови мікроклімату приміщень приймаємо згідно п.2.1. м. Хмельницький; розрахункові параметри зовнішнього повітря приймаємо географічний пункт будівництва: м.Хмельницький.

1. Кліматичні умови району :

- сейсмічність – менше 6 балів;
- середня температура найбільш холодної п'ятиденки - 21°C ;
- температура найбільш холодної доби – 26°C;
- середня швидкість вітру – 4,6 м/с.
- снігове та вітрове навантаження приймається для III району.

2. Конструкція зовнішніх стін: цегляна кладка з пустотної керамічної та оздоблювальної цегли на цементно-піщаному розчині з внутрішньою та зовнішньою штукатуркою.

3. Тип будівлі: житловий двоповерховий будинок.

4. Схеми системи опалення: по поверхові, водяні горизонтальні.

5. Джерело теплозабезпечення: від теплового насоса або резервного джерла теплової енергії Електро котел, який знаходиться в цокольній частині, та сонячних колекторів, що розташовані на даху, та біля будинку

2.3 Проектна потужність об'єкту

Витрата теплоти на опалення будинку – 20,0 кВт .

Витрата теплоти на ГВП (в опалювальний період) – 10,9 кВт / добу.

Витрата теплоти на ГВП (в неопалювальний період) – 9,3 кВт / добу.

2.4 Аналітичний розрахунок витрат на опалення приватного будинку.

Ми проводимо розрахунок витрат на опалення будинку з розрахунковими тепловтратами 20 кВт загальною площею 217 м.кв при використанні різничене ргоносіїв. температурі-22 оС.Більше 90% часу протягом опалювального сезону тепловтрати нижче, і котел працює не на повну потужність. Тому при розрахунках загального споживання енергоносіїв за рік оперуємо умовної цифрою 2100 год (згідно цього отримуємо, що протягом опалювального сезону тривалістю 6 міс. Робота котлів з частковим навантаженням еквівалентна 2100 год безперервної роботи з максимальною потужністю). Всі розрахунки проводяться аналітично для визначення оптимальної ціни на експлуатаційні витрати будиноку. Витрата енергії на приготування гарячої води не враховується.

2.4.1.Традиційне опалення газом

Тариф на газ (станом 20.09 2022 р.).

До 200 м3/місяць – 7,95(+доставка газу 1,84) грн. / М3;

Газовий котел при розрахункових тепловтратах 20 кВт витрачає на опалення приватного будинку протягом опалювального сезону при ККД 93% (2,0 м3 / ч * 2100 год.) / 0,93 = 4516 м3

Витрати складуть

4516 м3 * 7,188 грн./м3 = 44211,64 грн. за опалювальний сезон.

Для конденсаційного котла із середньорічним ККД 107% (вірніше, коефіцієнтом використання енергії) витрата складе

4200 м3 / 1,07 = 3925 м3

Витрати складуть

$3925 \text{ м}^3 * 7,188 \text{ грн./м}^3 = 38\,425,75 \text{ грн.}$ за опалювальний сезон

В останні роки дуже багато нарікань на якість газу , з початком опалювального сезону дуже знижується якість газу.

2.4.2 Опалення електрикою-Електрокотел ТЕНовий

При використанні електричного ТЕНового котла його загальне енергоспоживання на опалення приватного будинку за опалювальний сезон складе $42\,000 \text{ кВт х год / рік}$.

Тариф на електроенергію для населення , яке проживає в житлових будинках (у тому числі в житлових будинках готельного типу, квартирах та гуртожитках), обладнаних у встановленому порядку електроопалювальними установками (у тому числі в сільській місцевості):за обсяг, спожитий понад $250 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ електроенергії на місяць (включно) складає $1,68 \text{ грн/кВт}$

Тоді загальні витрати складуть
 $42000 \text{ кВт х год / рік} * 1,68 \text{ грн. / кВт х год} = 70\,560 \text{ грн. / Рік}$
За опалювальний сезон $35\,280 \text{ грн}$

2.4.3 Тепловий насос

При використанні теплового насоса загальне енергоспоживання системою опалення за опалювальний сезон складе $42\,000 \text{ кВт х год / рік}$. Тоді витрата електроенергії для генерації потрібної кількості тепла складе при коефіцієнті перетворення енергії COP = $4,74$ (допущення - тепловий насос з Частотним компресором, що працює на низькотемпературну систему опалення) $42000 \text{ кВт х год / рік} / 4,74 = 8861 \text{ кВт х год / рік}$,

А витрати на оплату необхідної електроенергії $8861 \text{ кВт х год / рік} * 1,68 \text{ грн. / кВт х год} = 14886 \text{ грн. / Рік}$

Витрати на електроенергію можна зменшити до 50%, встановивши багатотарифний електролічильник, також якщо будинок негазифіковий держава надає 2000кВт\год безкоштовно.

2.4.6. Опалення на твердому паливі (деревні пелети)

Орієнтовно 1 л рідкого палива по калорійності еквівалентний 2 кг пеллет. На практиці калорійність пелет трохи нижче, тому згідно з європейськими норм їх вологість повинна бути не більше 12%, що в наших умовах не завжди дотримується (хоча вологість сильно підвищити не можна - пелети не будуть спресовуватися). Також в пеллетах є домішки низькокалорійних деревних фракцій (кора, гілки і т.д.) і добавки типу соломи, лузги насіння та пісок т.д..

Тоді приблизна витрата пеллет на опалення приватного будинку за опалювальний сезон з урахуванням ККД пеллетного котла 90-95% і більш високої вологості складе 9038 кг (збільшення витрати мінімум на 10% через підвищеної вологості). При ціні пелет 2000 грн. / Т загальні витрати складуть $9,038 \text{ т} * 10000 \text{ грн.} / \text{Т} = 90380 \text{ грн.}$

Логістичні витрати на доставку і збереження у витратах не враховано.

2.4.7. Опалення на твердому паливі (дрова)

Калорійність сухих дров - до 10МДж/кг. Ціна - 2000 грн. / Т.

При ККД сучасного твердопаливного котла (на дровах) на рівні 80% отримуємо, що котел корисною потужністю 20 кВт витрачає на годину близько 9 кг палива (при максимальній потужності).

Тоді приблизна витрата дров на опалення будинку за опалювальний сезон складе 18 900 кг.

При ціні дров 2000 грн. / Т

загальні витрати складуть

$18,900 \text{ т} * 2000 \text{ грн.} / \text{Т} = 37800 \text{ грн.}$

Опалення на твердому паливі (вугілля)

Калорійність вугілля хорошої якості (не антрацит) становить близько 20МДж/кг.

Ціна - 5200 грн. / Т (горішок).

При ККД сучасного твердопаливного котла (на вугіллі) на рівні 85% отримаємо, що котел корисною потужністю 20 кВт витрачає на годину близько 4 кг палива (при максимальній потужності).

Тоді приблизна витрата вугілля за опалювальний сезон складе 8900 кг. При ціні вугілля 5200 грн. / Т загальні витрати складуть $8,900 \text{ т} * 5200 \text{ грн. / Т} = 46220 \text{ грн.}$

Логістичні витрати на доставку і збереження у витратах не враховано.

Для довідки.

ККД різних опалювальних приладів (орієнтовно):

- Підлоговий газовий котел 91-95%
- Підлоговий рідкопаливний котел 91-95%
- Настінний газовий котел 90-94%
- Конденсаційний газовий котел 107-110%
- Електрокотел 99,5%
- Пелетний котел 82-96%
- Котел на дровах 72-85%
- Котел на вугіллі 74-85%
- Тепловий насос «розсіл-вода» має коефіцієнт перетворення енергії 2,7-4,6 в залежності від моделі, температурного графіка системи опалення та температури в зовнішньому контурі теплообміну.
- Тепловий насос «повітря-вода» має коефіцієнт перетворення енергії 4,0 і більше в залежності від моделі, температурного графіка системи опалення та температури в зовнішньому контурі теплообміну; при використанні зовнішнього проміжного теплообмінника коефіцієнт

- перетворення зменшується, але все одно залишається вищою, ніж у ТН «розсіл-вода».

2.4 Дані про можливість забезпечення основними матеріалами і енергоресурсами

Теплоносієм для систем опалення і тепlopостачання є гаряча вода з температурою 35-55°C від теплового насосу.

Міська водопровідна мережа служить джерелом господарсько-питного холодного водопостачання. Максимальна витрата води – 18,8 м³/год. Витрати води на пожежогасіння - 10,6л/с [1].

Стічні води потрапляють в міську каналізаційну мережу, талі та дощові води з покрівлі – в мережу дощової каналізації.

В приміщенні житлового будинку відсутні шкідливі впливи на організм людини та навколишнє середовище.

Для нормального самопочуття жителів необхідно підтримувати в приміщеннях комфортні умови, що забезпечуються за допомогою влаштування примусової системи опалення.

2.5 Матеріали оцінки впливів на організм мешканців

В приміщенні житлового будинку відсутні шкідливі впливи на організм людини та навколишнє середовище.

Для нормального самопочуття жителів необхідно підтримувати в приміщеннях комфортні умови, що забезпечуються за допомогою влаштування примусової системи опалення.

2.6 Основні рішення по вибуховій безпеці

Не дозволяється застосовувати обладнання, ізоляцію, прокладки з матеріалів, які при пожежі можуть виділяти в повітря шкідливі речовини першого та другого класу небезпеки.

Необхідно заземлити все електричне обладнання.

В разі виникнення пожежі – вимкнути все електричне обладнання.

2.7 Загальні рекомендації щодо застосування сонячно - теплонасосних систем теплопостачання (СТСТ)

Сонячно-теплонасосні системи теплопостачання використовують для:

- підвищення рівня експлуатаційного комфорту в місцях, де відсутні інші джерела енергії і немає вимог щодо кількості і параметрів теплової енергії, яку виробляють;
- зменшення обсягів споживання традиційних енергоресурсів. Оскільки СТСТ у силу періодичності її дії, як правило, не забезпечує повного покриття теплової потужності, її треба застосовувати разом з існуючим традиційним джерелом енергії (дублером), а рішення щодо доцільності застосування СТСТ приймають згідно з 8.1 зміни № 1 до СНиП 2.04.05 на основі техніко-економічного обґрунтування.

Результатом техніко-економічного обґрунтування повинні бути:

- оцінка енергетичного ефекту використання СТСТ із визначенням витрат первинної енергії палива у варіантах, що порівнюються.

Енергетичний ефект від застосування СТСТ вважають досягнутим, якщо річна кількість енергії, що споживає обладнання системи для забезпечення її річної продуктивності, не перевищує витрат енергії, яка може бути вироблена при спалюванні первинного палива для забезпечення проектних параметрів системи теплопостачання без використання СТСТ;

- оцінка екологічного ефекту за рахунок зменшення викидів парникових газів у CO₂-еквіваленті, що виконують відповідно дчинних нормативно-методичних документів;
- оцінка одноразових інвестицій, пов'язаних із застосуванням СТСТ, щорічної економії витрат на паливо (енергію) та експлуатаційних витрат, пов'язаних із роботою енергозберігаючих установок, а також окупності варіантів інвестиційних проектів.

За однакової економічності проектних рішень (у межах $\pm 5\%$ від приведених витрат) необхідно приймати рішення, що забезпечують більшу економію палива і зниження викидів.

Під час проектування СТСТ необхідно враховувати режими постачання енергії від різних джерел та водопостачання об'єкта. У разі перерв у подачі холодної води або у разі використання електроенергії за погодинним графіком необхідно передбачити можливість акумуляції цих ресурсів, що забезпечить безперервну роботу системи.

Застосування активних СТСТ із рідинними сонячними колекторами (СК) практично завжди призводить до необхідності влаштування низькотемпературних систем опалення, найчастіше підлогових, стельових або підлогово-стельових систем, що може призвести до необхідності зміни конструкцій перекриттів та дахів.

В усіх випадках застосування СТСТ із рідинними СК необхідно передбачити заходи проти замерзання теплоносія (застосування антифризу, розміщення СК в опалюваній зоні (наприклад, при розміщенні СК поза скляним вітражем), злив теплоносія з контуру колекторів у неробочий час, тощо.

У проектах СТСТ має бути наведено рекомендації щодо передпускової наладки та експлуатаційного обслуговування обладнання з метою забезпечення розрахункових параметрів роботи системи. Одним з найбільш перспективних серед можливих шляхів створення СТСТ цілорічної дії є СТНУ, які за рахунок сполучення СК із ТНУ можуть забезпечити для обох кращі і більш ефективні режими роботи.

Принципова схема сонячного теплопостачання з тепловим насосом повинна містити дублювальне джерело, акумулятор тепла і систему контролю і розподілу. Теплове навантаження, забезпечуване СТНУ, може бути різним - опалення помешкань, гаряче водопостачання, кондиціонування і підігрівання води в плавальному басейні. При цьому можливі декілька схем вмикання ТН у СТСТ. Паралельна схема підключення ТН дає такий самий ефект як і звичайна ТНУ, яку використовують як дублер у системі опалення. Послідовна схема підключення ТН до сонячної установки має перевагу і дозволяє вирішувати ряд технічних і економічних задач, створює можливість роботи СК із теплоносієм більш низької температури, що підвищує ефективність роботи сонячного контуру за рахунок

збільшення ККД і забезпечує зменшення площі поверхні СК. За цих умов підвищується ефективність роботи ТН, тому що у випарник подається тепла енергія більш високого потенціалу, що сприяє росту коефіцієнта перетворення.

Застосування ТН у системі тепlopостачання дозволяє вилучити або зменшити частку теплової енергії, яку виробляє дублер на органічному паливі, і зменшити об'єм БА.

Розміщення акумулятора в СТСТ теж може бути різним, що обумовлює роботу ТН на різних параметрах. Розташування БА з боку випарника ТН між СК і ТН має деякі переваги: випарник працює в стаціонарному режимі і за більш високого потенціалу тепла, а ТН передає теплову енергію споживачу. Розташування БА з боку конденсатора між СТНУ і споживачем зумовлює роботу конденсатора за постійної температури конденсації і накопичення теплової енергії більш високого потенціалу, ніж з боку випарника. Можливою є схема паралельно-послідовного підключення ТН і БА, у цьому разі тепло сонячної енергії направляється в ТН, а потім в БА, а за умови надлишку сонячної енергії направляється відразу у БА або робочий бак гарячої води. Конкретний вибір залежить від умов роботи і режиму експлуатації системи.

Для попередніх розрахунків сонячно-теплонасосних систем тепlopостачання можна прийняти, що середньорічний коефіцієнт перетворення ϕ знаходиться в межах 3,5 -4,5 і, з точки зору використання первинного палива цілком виправдовує використання електроенергії для тепlopостачання. Середньомісячні значення для всіх варіантів відрізняються від середньорічних не більше ніж на 10-15. Розташування СК для сонячно-теплонасосних систем і розрахунок теплової енергії, яку вони виробляють, виконують на основі їх технічних характеристик.

Ємність баків-акумуляторів для сонячно-теплонасосних систем розраховують з урахуванням графіка надходження СР і споживання теплової енергії для даної системи.

Для теплопостачання селищ, окремих будівель і комплексів забудови в місцях, де відсутня розвинута інженерна інфраструктура (гірські райони, придорожні комплекси тощо), можливим є застосування сонячно-теплонасосних систем теплопостачання із сезонним акумулюванням теплоти.

Для оціночних розрахунків таких систем потужністю до 1 МВт з парокомпресійними ТНУ із сезонними БА прямокутної форми в підземному виконанні і дублером-електрокотлом для площі СК, $F \text{ м}^2$, ємності БА $V \text{ м}^3$ і потужності $N_{\text{ТНУ}}$, що змінюються в певних інтервалах, використовують рівняння для обчислення ККД сонцеприймального контуру.

Сонячну енергію для опалення будинків використовують у пасивних системах, в активних системах із рідинними СК з тепловими насосами.

Використання інших активних систем у кліматичних умовах України економічно недоцільно, за винятком окремих випадків, коли СК системи літнього ГВП застосовано для низькотемпературної системи опалення в поєднанні з іншими джерелами енергії.

2.8 Архітектурно – конструктивні рішення для системи СТСТ

Проектування та улаштування СТСТ можна здійснювати як на об'єкті, що експлуатують, так і на новобудові. Найбільш доцільним місцем розміщення СК є дах будівлі та споруди. Якщо таке розміщення є неприйнятним, то колектори розміщують на елементах будівель та споруд (стінах, балконах) або окремо на власних опорних конструкціях.

Просторове розміщення СК визначають з урахуванням типу забудови, ландшафтних і кліматичних умов, можливостей будівельного майданчика та будівельних конструкцій новобудови або будівлі, що існує.

СК на даху будівель та споруд проектують так, щоб вони не торкалися гідроізоляційного шару, при цьому просвіт між СК та дахом має бути не менше 50 см. Закладні елементи опорних конструкцій закріплюють на конструкціях даху. У разі облаштування СК на покрівлях у місцях спірання розкривають гідроізоляцію, а

після закінчення монтажу опор порушену гідроізоляцію відновлюють. Незалежно від матеріалу опорних конструкцій СК (сталь, деревина, алюміній, пластмаса тощо) їх спирання безпосередньо на зовнішню гідроізоляцію заборонено. Несучі конструкції під СК мають бути обов'язково перевірені на несучу здатність з урахуванням усіх типів додаткового навантаження.

Кут нахилу нерухомих СК до горизонту залежить від широти місцевості і його визначають у залежності від періоду роботи системи і наявності дублера:

- для системи з дублером, що працює цілий рік, та для системи без дублера, що працює в міжопалювальний період, таким, що дорівнює широті місцевості;
- для системи з дублером, що працює в міжопалювальний період, таким, що дорівнює широті місцевості мінус 10° - 15° ;
- для системи з дублером, що працює в опалювальний період, - широті місцевості плюс 10° - 15° .

Під час проектування розміщення СК доцільно враховувати розташування будівлі відносно сторін світу. Оптимальною орієнтацією СК є південь із можливим відхиленням на схід або на захід до 30° . Якщо схил даху будівлі відповідає цій орієнтації, то СК можуть бути включені до структури будівлі. При цьому бажано, щоб кут нахилу даху збігався з необхідним кутом нахилу СК.

За наявності плоского даху, на якому передбачено розміщення СК, необхідно під час розташування врахувати можливості затінення колекторів одним одним, а також парапетом, будинками, що є поруч, випускними елементами вентиляційних каналів, труб тощо. Інші вимоги (щодо кута нахилу та відстані між рядами тощо) такі самі, що і у разі розташування на окремому майданчику .

Містобудівне рішення необхідно приймати з урахуванням забезпечення 6-8-годинної інсоляції місць розміщення сонцеприймальних поверхонь та захисту ПСО від вітру:

- архітектурному (визначення архітектурно-планувальної структури будинку, форма, розмір, поверховість, орієнтація і розмір світлопрорізів, вибір типів ПСО та прийомів залучення їх у структуру котеджу);
- конструкторському (визначення конструкторських рішень, вибір матеріалів, пристроїв сонце-та теплозахисту).

Застосовують нижченаведені основні принципи формування архітектурно-планувальних рішень будинків:

- принцип орієнтації;
- принцип функціональності
- принцип температурного зонування (розміщення приміщень із більшою нормованою температурою на південному фасаді, а неопалюваних приміщень або з низькою температурою - на північному).

2.9 Конструктивні рішення для системи гарячого водопостачання

Температуру гарячої води в місцях водорозбору слід передбачати:

Згідно ДБН В.2.5-64:2012 не нижче 50 °С.

Теплову ізоляцію необхідно передбачати для подавальних і циркуляційних трубопроводів систем гарячого водопостачання, включаючи стояки, крім підводок до водорозбірних приладів.

Товщина теплоізоляційного шару конструкції повинна бути не менше 10 мм, а теплопровідність теплоізоляційного матеріалу не менше 0,05 Вт / (м • ° С). При проектуванні трубопроводів слід передбачати можливість компенсації температурних подовжень труб. Для внутрішніх трубопроводів гарячої води слід застосовувати пластмасові труби і фасонні вироби з поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду, полібутилену, металополімерні, з склопластику та інших пластмасових матеріалів. Для всіх мереж внутрішнього водопроводу допускається застосовувати мідні, бронзові і латунні труби, фасонні вироби, а також сталеві з

внутрішнім і зовнішнім захисним покриттям від корозії. Прокладка пластмасових труб повинна передбачатися переважно прихованої: в плінтусах, штробах, шахтах і каналах. Допускається відкрита прокладка підводок до санітарно-технічних приладів, а також у місцях, де виключається механічне пошкодження пластмасових трубопроводів. Труби та фасонні вироби повинні витримувати: пробний тиск води, що перевищує робочий тиск у мережі в 1,5 рази, але не менше 0,68 МПа, при постійній температурі холодної води - 20 ° С, а гарячої - 75 ° С. Випробувальний тиск води, що дорівнює робочому тиску в мережі гарячого водопостачання, але не менше 0,45 МПа, при температурі води (при випробуваннях) 90 ° С; постійний тиск води, що дорівнює робочому тиску води в мережі, але не менше 0,45 МПа, при постійній температурі холодної води - 20°С протягом 50-річного розрахункового періоду експлуатації, а при постійній температурі гарячої води - 75 ° С протягом 25 - річного розрахункового періоду експлуатації. У системах гарячого водопостачання для подачі води слід передбачати установку змішувачів з роздільним підведенням до них гарячої та холодної води.

2.10 Розрахунок економічної ефективності системи

Проведемо порівняння для опалювального періоду газового котла і сонячно-теплонасосної системи.

Максимальне теплове навантаження на опалення будинку згідно теплофізичного розрахунку складає $Q_{\max} = 32,4 \text{ кВт} / \text{год}$.

Записуємо рівняння для визначення відносного сезонного теплового навантаження для середньої за опалювальний період температури зовнішнього повітря :

$$\bar{Q}_0 = \frac{Q_0}{Q_0'} = \frac{t_{в.р.} - t_n}{t_{в.р.} - t_{р.о.}}, \quad (2.1)$$

де $t_{р.о.} = - 21 \text{ °С}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря;

$t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ - середня температура внутрішнього повітря;

$t_{н.с.} = -1,1 \text{ }^\circ\text{C}$ – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря.

$$\bar{Q}_0 = \frac{21 - (-1,1)}{21 - (-21)} = 0,526. \quad (2.2)$$

$$Q_{опал}^{сез} = \bar{Q}_0 \cdot Q_{max} \cdot \quad (2.3)$$

$$Q_{опал}^{сез} = 0,526 \cdot 32400 \cdot 24 \cdot 189 = 77,3 \text{ (MВт)}$$

Максимальна споживана електрична потужність теплового насоса $N = 7,2 \text{ кВт}$, враховуючи, що при установці двотарифного лічильника ціна електроенергії менша, середня спожита потужність установки протягом сезону становитиме :

$$Q_{el}^{сез} = 0,526 \cdot 12 \cdot 189 \cdot 7,2 = 8589 \text{ кВт*год.} \quad (2.4)$$

Розрахунок економічної ефективності СТК включає в себе визначення вартості електроенергії, необхідних для повного нагріву води без участі сонячного колектора, і їх економії при його сезонному використанні.

Розрахунок економії газу (m^3) за кожен місяць ведеться за наступною схемою:

$$B_r = f \frac{n \cdot Q_\Sigma}{q_r \cdot \eta_{гк}} = f \cdot B_{г.полн}, \quad (2.5)$$

де $f = \frac{Q_c}{Q_\Sigma}$ – ступінь заміщення палива за рахунок СК в покритті теплового навантаження);

Q_Σ – теплове сезонне навантаження системи ГВП, *МДж*:

$$Q_\Sigma = cm(T_{горл} - T_{холл}) \cdot n, \quad (2.6)$$

де n - кількість днів розрахункового періоду.

Для неопалювального періоду теплове добове середнє навантаження системи ГВП становить:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{\text{горл}} - T_{\text{холл}}) = 4190 \cdot 200 \cdot (55 - 15) = 33,52 \text{ МДж}$$

Для опалювального періоду теплове добове середнє навантаження системи ГВП становить:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{\text{горл}} - T_{\text{холл}}) = 4190 \cdot 200 \cdot (55 - 8) = 36,034 \text{ МДж}$$

Проведемо порівняльне дослідження при забезпеченні сумарних енерговтрат будівлі при використанні електрочотла і системи СТСТ.

$$B_{\text{э/э}} = f \frac{n \cdot Q_n}{3600 \cdot \eta_{\text{э/н}}} = f \cdot B_{\text{э/э.полн}}, \quad (2.7)$$

де $f = \frac{Q_c}{Q_{\Sigma}}$ – ступінь заміщення палива за рахунок СК в покритті теплового навантаження;

$\eta_{\text{эн}} = 0,9$ – ККД електрочотла;

$B_{\text{э/э.полн}}$ – витрата електроенергії при умові повного забезпечення без СТСТ.

Вартість 1 $\text{кВт} \cdot \text{год}$ електроенергії на момент написання даної роботи склала 1,68грн. Тому вартість витраченої електроенергії буде дорівнює:

$$C_{\text{э/э}} = B_{\text{э/э}} \cdot C_{1\text{кВт} \cdot \text{ч}}, \quad (2.8)$$

При порівняльному розрахунку слід враховувати, що коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову для обраного теплового насоса становить:

$$k = \frac{Q_{\text{дâë}}}{Q_{\text{âë}}}, \quad (2.9)$$

Згідно паспортних даних (дод. К), $k = 4,51$ тобто, з однієї 1 $\text{кВт} \cdot \text{год}$ електричної енергії отримуємо 4,51 кВт теплової енергії.

Табл. 2.2. Розрахунок економічної ефективності системи СТСТ

Вид навантаження	n, днів	f	Q_{Σ} Мдж за добу	Q_{Σ} кВт/доб	$C_{\text{ел. стст}}$, грн.	$C_{\text{ел.}}$, грн.	$C_{\text{ек}}$, грн
ГВП опал. сезон	189	0,5	36,03	10,01	73,41	704,18	297,77
ГОП неопал. сезон	176	0,9	33,52	9,31	12,7	573,50	560,8
ОПАЛЕННЯ	189	1	1472,4	409	6012,30	30061,5	24048,80

Сума економії коштів для системи опалення складає:

$$C_{\text{оп}}=30061,30-6012,50=48960,80(\text{грн.})$$

Сума економії коштів для системи ГВП складає:

$$C_{\text{гвп}}==297,77+560,80=1657,57(\text{грн.})$$

Загальні капіталовкладення на влаштування СТСТ становлять 409,017 тис.грн. При порівнянні двох систем, можна припустити, що експлуатаційні річні витрати, для них однакові. Термін окупності установки становитиме:

$$T=409,017/48960+1657,57=8 \text{ років}$$

2.12 Висновок

В даному розділі проекту було викладено техніко – економічне обґрунтування вибору системи опалення та проаналізовані конструктивні рішення щодо розробки системи опалення . На сьогоднішній день опалення будинку газом стає не рентабельним , а враховуючи дуже високі ціни на проектні та інженерні роботи для підводу газу до будинку новобудови будуть відмовлятися від цього виду опалення.

Самим дешевим видом опалення залишаються теплові насоси , але висока вартість (до 10 тисяч євро) для більшості українців є недосяжними.

Твердопаливні котли - більш дешеве опалення ніж опалення газом , але постійне обслуговування цих котлів не дуже комфортно.

Електричні котли виходять в лідери і по вартості обладнання і з точки зору комфорту і по експлуатаційним витратам.

Аналіз ТЕО дає підстави зробити висновки , що використання СТСТ є доцільним.

Досить вагомим є екологічний ефектом від впровадження сонячно-теплонасосної системи теплопостачання. При динамічному рості цін на енергоносії економічна ефективність системи буде зростати.

Впровадження сонячно-теплонасосної системи дає економію не тільки коштів , але й енергоресурсів .

3 Моделювання технологічних режимів системи опалення.

3.1 Теплотехнічний розрахунок огорожувачих конструкцій будівлі

Метою теплотехнічного розрахунку є визначення коефіцієнта теплопередачі окремих огорожувальних конструкцій будинку (зовнішні стіни, стеля верхнього поверху, перекриття над підвалом, вікна).

Необхідний термічний опір окремої огорожувальної конструкції $R_0^п$, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$, вибираємо з додатку Д [3]. Виходячи із $R_0^п$ підбираємо товщину шарів матеріалів для кожної огорожувальної конструкції. Кожна огорожувальна конструкція, як правило, повинна складатися з несучого шару матеріалу (цегли, залізобетонної плити перекриття) і шару утеплювача.

Термічний опір підбраної огорожувальної конструкції $R_0^ф$ повинен бути не менше від $R_0^п$, тобто повинна виконуватися умова: $R_0^ф \geq R_0^п$. Для цього необхідно розрахувати товщину шарів матеріалу і підібрати відповідну товщину шару утеплювачу.

3.1.1 Розрахунок зовнішніх стін

Конструкція стіни складається із керамічної цегли, шару утеплювача, шарів штукатурки з зовнішньої і внутрішньої сторони (рисунок 3.1).

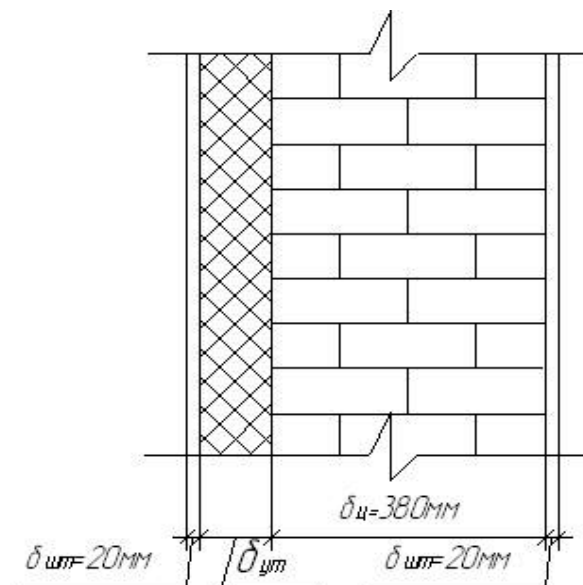


Рисунок 3.1- Конструкція зовнішньої стіни

Приймаємо $R_0^п = 3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ C / Вт$. Всі значення теплотехнічних показників матеріалів приймаємо за дод.3 [4].

Повний фактичний термічний опір зовнішньої стіни підраховується з виразу:

$$R_0^\Phi = 1/\alpha_B + \delta_{ш}/\lambda_{ш} + \delta_{ц}/\lambda_{ц} + \delta_y/\lambda_y + \delta_{озд}/\lambda_{озд} + 1/\alpha_3, \quad (3.1)$$

де α_B – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

$\delta_{ц}/\lambda_{ц}$ – термічний опір шару цегли, $R_{ц}$;

δ_y/λ_y – термічний опір шару утеплювача, R_y ;

$\delta_{озд}/\lambda_{озд}$ – термічний опір шару оздоблювальної цегли, $R_{озд}$;

$\delta_{ш}/\lambda_{ш}$ – термічний опір штукатурки;

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни.

Виходячи з умови $R_0^\Pi \leq R_0^\Phi = (0,1 + 0,05 \cdot 20) \cdot 3,7 = 2,97$ ($\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$) знаходимо необхідний термічний опір утеплювача:

$$R_{ym} = R_\Sigma - \left[\frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{ум}}{\lambda_{ум}} + \frac{\delta_{ц}}{\lambda_{ц}} + \frac{\delta_{ум}}{\lambda_{ум}} + \frac{1}{\alpha_3} \right], \quad (3.2)$$

$$R_{ym} = 2,97 - \left(0,115 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,7} + 0,043 \right) = 2,37 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right).$$

В якості утеплювача приймаємо пінополістрол з $\lambda = 0,037$ $\text{Вт}/\text{м}^{\circ}\text{C}$, тоді необхідна його товщина:

$$\delta_y = R_y \cdot \lambda_y = 2,37 \cdot 0,037 = 0,088(\text{м}). \quad (3.3)$$

Приймаємо товщину шару утеплювача 0,1м.

Перерахуємо необхідний термічний опір для стіни із шаром утеплювачу товщиною 0,1м:

$$R_{cm} = 0,115 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,1}{0,037} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,7} + 0,043 = 3,455 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right).$$

Тоді, коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої стіни становитиме:

$$K = 1/R_{cm}, \quad (3.4)$$

$$K = 1 / 3,455 = 0,29 \text{ (Вт}/\text{м}^2\text{°C)}.$$

3.1.2 Підбір вікон

Конструкцію та термічний опір світлових прорізів (вікон, балконів) підбираємо за додатком Е [4] в залежності від розрахункової різниці температур. Для даного проекту різниця температур складає: $t_{в} - t_{зов} = 20 - (-21) = 41^{\circ}\text{C}$. За табл.2 (дод.Е) [4] для $t_{в} - t_{зов} = 41^{\circ}\text{C}$ $R_0^п = 0,6 \text{ м}^2\text{C}/\text{Вт}$.

Для даного будинку приймаємо вікна в пластикових рамах з потрійним склінням (одинарне плюс подвійне), які мають $R_0^ф = 0,52 \text{ м}^2\text{C}/\text{Вт}$, тобто умова $R_0^п \leq R_0^ф$ виконується. Для прийнятих вікон $K = 2,3 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{C}$ (для цегляного будинку). Приймаємо також зовнішні подвійні пластикові двері (на балкон) з $K = 2,3 \text{ (Вт}/\text{м}^2\text{C)}$. Для воріт $K = 1,72 \text{ (Вт}/\text{м}^2\text{C)}$.

3.1.3 Розрахунок дахового перекриття

Конструкцію та термічний опір підбираємо за таблицею 1.15 [3].

Для дахового перекриття $K = 0,85 \text{ (Вт}/\text{м}^2\text{C)}$.

3.1.4 Розрахунок підлоги

Конструкція підлоги зображена на рисунку 3.2.

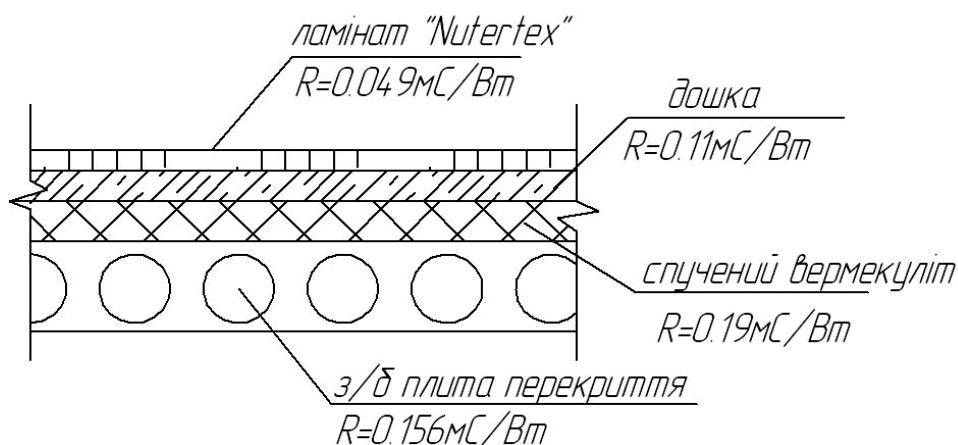


Рисунок 3.2 - Конструкція підлоги

Спочатку вибираємо нормативний опір теплопередачі для захисної конструкції нового будівництва $R_0^п = 3,75 \text{ м}^2\text{C}/\text{Вт}$ згідно додатку Д [3].

Тоді, з формули (3.1) визначаємо необхідний термічний опір утеплювача.

$$R_{ym} = R_n^h - \left[\frac{1}{\alpha_e} + R_{zn} + R_d + R_n + \frac{1}{\alpha_3} \right], \quad (3.5)$$

$$R_{ym} = 3,75 - (0,11 + 0,156 + 0,11 + 0,049 + 0,17) = 3,15 \left(\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right).$$

Тоді необхідна товщина утеплювача становитиме:

$$\delta_y = R_y \cdot \lambda_y, \quad (3.6)$$

$$\delta_y = 3,15 \cdot 0,06 = 0,189 \approx 0,19(\text{м}).$$

Приймаємо пінополістирольні мати товщиною 100мм, тоді:

$$R_{ym}^{\phi} = R_{cm} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}}, \quad (3.7)$$

$$R_{ym}^{\phi} = 0,6 + \frac{0,19}{0,06} = 3,65 \left(M^2 \cdot ^\circ C / Bm \right)$$

Коефіцієнт теплопередачі для підлоги становитиме:

$$K = 1 / R_{ym}^{\phi}, \quad (3.8)$$

$$K = 1 / 3,65 = 0,27 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}.$$

Розрахунок тепловтрат будівлі виконуємо згідно [6], результати представлені в таблиці 2.1 (додаток Б).

3.2 Вибір нагрівальних приладів

Для опалення будівлі прийнято схеми горизонтальні з нижнім розведенням магістралей по поверхві.

Тепловіддача поверхні нагрівальних приладів $F_{пр}$, м², визначається за формулою:

$$F_{пр} = Q_{пр} / q_n, \quad (3.9)$$

де $Q_{пр}$ - розрахункове теплове навантаження приладу, Вт;

q_n - поверхнева густина теплового потоку приладу, Вт/(м²*К);

Для розрахунків в проекті приймають $q_n = q$.

Підбираємо для приміщень алюмінієві радіатори марки “Nova florida”, технічні

характеристики (див. додаток Л). Оскільки система є низькотемпературною, то при підборі нагрівальної площі приладу, орієнтуємось на потужність, при температурі теплоносія 50(°C) .

3.3 Розрахунок підлогового опалення

Для опалення всіх кімнат, крім спалень і дитячих, використовуємо підлогове опалення, оскільки цей варіант опалення є більш енергоощадним і комфортним для людини у порівнянні із використанням в якості опалювальних приладів традиційних радіаторів. Використання системи підлогового опалення дозволяє зекономити 25-40% експлуатаційних витрат, оскільки нагрівальні елементи є ізольованими від неефективних втрат тепла (вниз і вбік) і в той самий час забезпечують найвищий температурний комфорт людини. Крім того, підлогове опалення не сприяє виникненню позитивної іонізації повітря, яка негативно впливає на самопочуття людини і підтримує сталий рівень вологості в приміщенні.

В якості нагрівального елемента використовуємо металопластикові труби; конфігурація їх розташування в підлозі залежить від площі приміщення.

Розглянемо– кухню.

Площа кухні $S=17,04\text{м}^2$.

По внутрішніх стінах будуть розташовані меблі, тому потрібно залишити крайові ділянки шириною 300мм, тому активна площа підлоги складає:

$$S_{\text{акт.}}=17,55-3,81=13,79(\text{м}^2).$$

Конструкція підлоги: в розрахунок приймається товщина цементно-піщаної стяжки 70мм і покриття підлоги з керамічної плитки товщиною 15мм.

Загальні тепловтрати $Q_{106}=951,5(\text{Вт})$, тоді питоме теплове навантаження підлоги становитиме:

$$q_n = Q_n / S_{\text{акт}} , \quad (3.10)$$

$$q_{106}=951,5/13,79=68,99 (\text{Вт}/\text{м}^2).$$

По графіку залежності температури підлоги від питомого теплового навантаження підбираємо середню температуру поверхні підлоги $T_{\text{під}}=21,2(°\text{C})$, при $t_{\text{в}}=18(°\text{C})$, $q=72 (\text{Вт}/\text{м}^2)$.

За графіком залежності питомого теплового навантаження і температури підлоги, задамося діаметром і кроком труб: обираємо труби діаметром 16 мм і кроком укладки 250мм.

Середню температуру теплоносія знаходимо за формулою:

$$T_{cp} = T_{під} + q \cdot \frac{\delta_{пл}}{\lambda_{пл}} + q \cdot \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} \quad (3.11)$$

де q – питомий тепловий потік ($Вт/м^2$);

$\delta_{пл}$ – товщина плитки (0,015м);

$\lambda_{пл}$ – коефіцієнт теплопровідності плитки (1,5 $Вт/м^{\circ}C$);

$\delta_{ст}$ – товщина стяжки (0,07м);

$\lambda_{ст}$ – коефіцієнт теплопровідності стяжки (0,93 $Вт/м^{\circ}C$).

$$T_{cp} = 21,2 + 69 \cdot (0,015/1,5) + 69 \cdot (0,07/0,93) = 27,083 \text{ (}^{\circ}C\text{)} .$$

Знаходимо температуру в прямому і зворотному трубопроводі (приймаємо перепад температур $\Delta t = 5 \text{ }^{\circ}C$):

$$T_1 = T_c + \Delta t / 2 = 27,08 + 5/2 = 29,58 \text{ (}^{\circ}C\text{)};$$

$$T_2 = T_c + \Delta t / 2 = 27,08 + 5/2 = 24,58 \text{ (}^{\circ}C\text{)}.$$

Знаходимо витрати теплоносія в петлі:

$$G_{106} = Q_{106} / (4187 \cdot \Delta t) = 951,5 / (4187 \cdot 5) = 0,046 \text{ (кг/с)}.$$

Визначення швидкості руху теплоносія:

$$V_{106} = 1,274 \cdot G_{106} / (D_{вн}^2 \cdot \rho) = 1,274 \cdot 0,05 / (0,012^2 \cdot 1000) = 0,40 \text{ (м/с)}.$$

Швидкість руху теплоносія повинна знаходитись в межах: 0,15-1,0(м/с).

Кількість труб для обраного варіанту укладки дорівнює 4(м.пог/м²).

Довжина петлі підлоги: $L = 13,79 \cdot 4 = 55,16 \text{ (м)}$.

Аналогічні розрахунки проводимо для інших приміщень, результати розрахунків заносимо в табл. 2.2 (додаток В).

Принцип дії системи теплої підлоги

Мережева вода з температурою $t = 35-55 \text{ }^{\circ}C$ подається від джерела теплопостачання (див. аркуш) до зонного вентиля (2) з термостатичною головкою

(1).

Далі мережева вода після зонного вентиля (2) змішується зі зворотньою водою системи теплої водяної підлоги у зворотньому колекторі (12), звідки розподіляється в змішувальний подаючий колектор (14) і далі в подаючий колектор системи теплої підлоги (5), а також частково в зворотню магістраль системи опалення .

При досягненні налаштованої температури в подаючому колекторі (5), зонний вентиль (2) перекриває потік теплоносія із мережі у зворотню гребінку теплої підлоги (4) і подає воду в зворотний колектор , при цьому система тепла підлога працює незалежно від джерела тепlopостачання, циркуляція теплоносія забезпечується циркуляційним насосом (13). При зниженні температури в подаючому колекторі теплої підлоги зонний вентиль (2) відкривається і відбувається змішування у зворотньому колекторі (4) для підвищення температури теплоносія в подаючому колекторі. Налаштування витрат через контур теплої підлоги здійснюється шляхом регулювання витратоміра (7) (витратомір налаштовується на витрату води від 1 до 4 літрів за хвилину, згідно проектних рішень).

Змішувальний клапан (3) призначений для компенсації лінійних розширень і підтримки постійної витрати теплоносія в системі теплої підлоги шляхом ручного регулювання.

Для рівномірного розподілу теплової енергії у контури, на зворотньому колекторі встановлюються сервоприводи (6), які призначені для перекривання подачі теплоносія в контури при досягненні необхідної температури в приміщеннях. Сервоприводи підключаються до двох-, шести-або дванадцяти канального реле (20). Для регулювання контуру передача даних здійснюється від кімнатного термостата який підключений до реле.

3.4 Моделювання гідравлічного режиму трубопроводів системи опалення

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

Циркуляційний тиск P_p , Па, в загальному вигляді визначається за формулою:

$$P_p = P_{ш} + P_{пр}, \quad (3.12)$$

де $P_{ш}$ – штучний тиск, викликаний збуджувачем, Па.

$$P_{ш} = (80 \dots 100) \Sigma l, \quad (3.13)$$

де Σl – довжина циркуляційного кільця, м.

Природний тиск враховується тоді, коли він складає більше 10% від тиску штучного, P_p повинно бути не більше 10 – 12 кПа.

$P_{пр}$ – природний тиск, який виникає в кільці за рахунок охолодження води в елементах системи.

$$P_{пр} = \Delta P_{пр.прил.} + \Delta P_{пр.труб}, \quad (3.14)$$

де $\Delta P_{пр.прил.}$ - природній циркуляційний тиск через опалювальний прилад нижнього поверху:

$$\Delta P_{пр.прил.} = \beta \cdot g \cdot h(t_r - t_o), \quad (3.15)$$

де h – вертикальна відстань між опалювальним приладом на нижньому поверсі і точкою нагрівання, м;

β – середній приріст густини при пониженні її температури на 1°C, при розрахунковій різниці температур: $t_r - t_o = 55 - 45^\circ\text{C}$, $\beta = 0,64$;

$\Delta P_{пр.труб}$ – додатковий тиск від охолодження води в трубах, визначаємо за графіком V.5 [16].

В даній дипломній роботі:

$$P_p = 5760 + 0,4(9,81 \cdot 0,64 \cdot 20 + 750) = 6110 \text{ (Па)}.$$

Розрахунок починається із самого невіддаленого циркуляційного кільця, яке проходить через найбільш віддалений опалювальний прилад. Вибране циркуляційне кільце ділиться на ділянки. Через кожен ділянку протікає постійна кількість води, а межі ділянок знаходяться в точках зміни потужності потоку.

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

Витрати води визначаються за виразом:

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{4,187(t_2 - t_o)}, \quad (3.16)$$

де Q – теплове навантаження ділянки циркуляційного кільця, Вт;

t_r – температура гарячої води, $^{\circ}\text{C}$;

t_o – температура охолодженої води, $^{\circ}\text{C}$.

Допустиму середню втрату тиску R_d визначають за виразом:

$$R_d = 0,9 \cdot k \cdot P_p / \Sigma l, \quad (3.17)$$

де Σl - сумарна довжина розрахункових ділянок циркуляційного кільця, м;

k – доля втрат тиску на тертя, приймаємо для системи зі штучною циркуляцією $k = 0,65$.

$$R_d = 0,9 \cdot 0,65 \cdot 6110 / 72 = 50 (\text{Па/м}).$$

Для даної системи приймаємо металополімерні труби PEXAL. Орієнтуючись на витрату та швидкість руху 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 2.2, після цього визначають втрати тиску від тертя на ділянці.

Втрати тиску в місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$Z = \Sigma \xi \cdot p_d, \quad (3.18)$$

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

p_d – динамічний тиск, визн. за додатком.

Після цього підраховуємо суму втрат тиску від тертя і суму втрат тиску від місцевих опорів. Потім визначають дійсні сумарні втрати тиску в циркуляційному кільці і порівнюють з розрахунковим циркуляційним тиском.

Якщо запас циркуляційного тиску $\Delta_{\text{зап}}$ знаходиться в межах 5-10%, розрахунок можна вважати закінченим, якщо запас менший або перевищує допустимий здійснюють корегування діаметрів труб і проводять перерахунок до одержання відповідного запасу тиску

Гідравлічний розрахунок наведено в таблиці 2.2 (додаток Д).

3.5 Розрахунок системи гарячого водопостачання будинку .

3.5.1 Приготування гарячої води з використанням ємнісного нагрівача і зовнішнього теплообмінника

Приготування гарячої води у порівнянні з подачею тепла для опалення ставить зовсім інші вимоги, тому що воно здійснюється цілий рік з приблизно однаковою необхідною кількістю тепла і температурним рівнем.

У теплових насосів типу - ВW досягається температура запасу води в ємнісному водонагрівачі складає приблизно 45°C. Температури запасу води в ємнісному водонагрівачі вище 45°C або 55°C можливі при використанні додаткової електронагрівальної вставки або за допомогою підключених проточних водонагрівачів контуру водорозбору ГВС.

При виборі ємнісного водонагрівача слід передбачити достатньо велику площу теплообмінника. Приготування гарячої води переважно здійснюється в нічний час після 22:00, так як нічні тарифи більш вигідні. Тоді вся теплова потужність теплового насоса протягом дня може використовуватися для опалення.

У поєднанні із зовнішнім теплообмінником при одночасному водорозборі і режимі підживлення з причин, обумовлених системою, не завжди вдається досягти необхідних температур водорозбору.

При 2-годинній експлуатації теплового насоса для приготування гарячої води використовується лише 1-ша ступінь.

При приготуванні гарячої води за допомогою відповідного зовнішнього теплообмінника 2-га ступінь може бути вивільнена контролером.

Рекомендації:

Для сім'ї з 4-х чоловік вибрати ємнісний водонагрівач об'ємом 300л. і електронагрівальну вставку або проточний водонагрівач контуру водорозбору ГВП. Електронагрівальна вставка ЕНО може використовуватися тільки для м'якої води або для води середньої жорсткості (до 14° німецької жорсткості).

Для сім'ї з 4-ох чоловік обираємо ємність Drazice–B300 об'ємом 300л [23].

Безпосередній процес підготовки гарячої води відбувається за допомогою

зовнішнього теплообмінника в якому теплоносії – тепловий насос (ТН) віддає тепло воді ємнісного водонагрівача.

Для даного проекту обираємо проточний теплообмінник Vitotrans 100 (об’ємна витрата контуру відбору гарячої води $1,26\text{м}^3/\text{год}$, об’ємна витрата теплоносія $1,80\text{м}^3/\text{год}$) [23].

Теплоносії від ТН входить до теплообмінника з температурою $t_{1\text{Н}} = 52^\circ\text{C}$, виходить температурою $t_{2\text{Н}} = 45^\circ\text{C}$, відповідно температура входу гарячої води - $t_{1\text{В}} = 40^\circ\text{C}$, а виходу - $t_{2\text{В}} = 50^\circ\text{C}$, при одноступеневому режимі роботи насосу.

3.5.2 Гідравлічний розрахунок системи гарячого водопостачання

Метою гідравлічного розрахунку водопровідної мережі будинку є визначення витрати води на її розрахункових ділянках, а також визначення необхідних діаметрів труб на цих ділянках. Крім того метою є визначення необхідного вільного напору води на ввіді у будинок, а також необхідності використання насосного устаткування для забезпечення стабільного водопостачання.

На аксонометричній схемі водопроводу (див. аркуш 4) позначаємо розрахунковий водорозбірний кран цифрою «0» та розбиваємо на розрахункові ділянки горизонтальне підведення до розрахункового стояка, сам розрахунковий стояк, подаючий трубопровід у підвалі до виходу з ємнісного підігрівача. При цьому розрахунковою вважаємо ділянку трубопроводу, в межах якої витрата води залишається незмінною. Розрахункові ділянки позначаємо двома цифрами вузлових точок. Відповідно до аксонометричної схеми маємо 3 розрахункових ділянок: «0 - 1», «1-2», «2-3».

Довжини розрахункових ділянок L вимірюємо на аксонометричній схемі відповідно до масштабу. Розраховуємо кількість водорозбірних приладів (кранів) N , що обслуговуються розрахунковою ділянкою мережі.

Максимальну витрату води на розрахунковій ділянці визначаємо за формулою:

$$q = 5q_0\alpha, \quad (3.19)$$

де q_0 - максимальна витрата одного з водорозбірних приладів, на розрахунковій ділянці, л/с; приймаємо $q_0 = 0,2$ л/с;

α - величина, що враховує кількість приладів N і ймовірність їх одночасної дії P .

Значення ймовірності одночасної дії визначаємо за формулою:

$$P = \frac{q_r \cdot U_0}{3600 \cdot q_0 \cdot N_0}, \quad (3.20)$$

де q_r - максимальна годинна норма витрати води одним споживачем, яку визначаємо за формулою:

$$q_r = \frac{q}{24} \cdot K_r, \quad (3.21)$$

де q - норма водоспоживання на одного мешканця будинку $q = 10$ л/год;

K_r - коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання $K_r = 1,5$;

N_0 - загальне число водорозбірних приладів, що обслуговують U водоспоживачів у будинку, $N_0 = 5шт.$

$$q_r = 10 \text{ (л/год)},$$

U_0 - загальне число споживачів води в будинку $U_0 = 4$ чол .

$$P = \frac{q_r \cdot U_0}{3600 \cdot q_0 \cdot N_0}, \quad (3.22)$$

$$P = \frac{q_r \cdot U_0}{3600 \cdot q_0 \cdot N_0} = \frac{10 \cdot 4}{3600 \cdot 0,2 \cdot 5} = 0,0111.$$

Для

обґрунтованих умов $\alpha = 0,282$, для розрахунку максимальної секундної витрати

гарячої води:

$$q = 5q_0 \alpha . \quad (3.23)$$

$$q = 5q_0 \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,282 = 0,282(\text{л/с}).$$

Розрахункові діаметри на кожній розрахунковій ділянці водопровідного стояка, магістралі і вводу водопроводу визначаємо за формулою:

$$D_{pj} = 35,6 \sqrt{q_1/[V]}, \quad (3.24)$$

де $[V]$ - допустима середня швидкість руху води на розрахунковій ділянці; у першому наближенні приймаємо $[V] = 1$ м/с. Приймаємо найближче більше значення діаметра з ряду стандартних діаметрів труб.

Розрахункове значення середньої швидкості води V на кожній ділянці для прийнятого діаметра труби d визначаємо за формулою:

$$V_j = 1275 \cdot q_1 / d_j^2 , \quad (3.25)$$

Втрати напору на у трубах по розрахунковому напрямку внутрішньої водопровідної мережі будинку h_m визначаємо за формулою:

$$h_m = \sum h_{mj}, \quad (2.26)$$

де n - загальна кількість розрахункових ділянок водопровідної мережі;

h_{mj} - втрати напору на кожній розрахунковій ділянці.

Для окремої розрахункової ділянки мережі значення h_{ij} визначаємо за формулою:

$$h_{ij} = i_l l_l ,$$

де i_l - гідравлічний нахил для розглянутої ділянки водогінної мережі;

l_l - довжина розрахункової ділянки.

Результати гідравлічного розрахунку водопровідної мережі запропонованого будинку зводимо у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 Результати гідравлічного розрахунку водопровідної мережі

№ діл.	$l, м$	P	$N, шт$	(NP)	α	$q, л/с$	$d_p, мм$	$d, м$	$V, м/с$	$i, мм$	$h_l, мм$
0-1	0,6	0,0111	1	0,011	0,200	0,200	15,92	16	1,133	426,6	255,60
1-2	4,8		2	0,022	0,219	0,219	17,08	20	1,10	131,05	629,05
2-3	3,9		5	0,056	0,282	0,282	19,38	20	1,4	200,95	783,705
Всього:										1668,36	

Загальні втрати напору на розрахунковому напрямку водопровідної мережі будинку h_c з врахуванням втрат напору у місцевих опорах визначимо за формулою:

$$h_c = h_l(1 + \delta), \quad (3.27)$$

де δ - коефіцієнт, що враховує частину напору, який втрачається на місцевих опорах [СНиП 2.04.01-85 *]. $\delta = 0,3$.

$$h_c = 1668,36 \cdot (1 + 0,3) = 2168,86 \text{ (мм)} .$$

3.6 Визначення параметрів теплового насосу

При моновалентному режимі роботи теплонасосна установка, як єдиний

теплогенератор, повинна забезпечувати всі теплоспоживання будівлі [23].

Щоб визначити необхідну теплову потужність, повинні бути також враховані надбавки на періоди припинення подачі електроенергії енергопостачальною організацією. Подача електроенергії може бути перервана максимум на 3х2 години протягом 24 годин.

Для замовників, які мають особливі контракти з енергопостачальною організацією, слід також взяти до уваги можливі особливі правила. В наслідок інертності будівлі при визначенні надбавки на потужність 2 годинний період припинення подачі електроенергії в розрахунок не приймається.

При цьому, тривалість періоду постачання між двома припиненнями електропостачання повинна бути не меншою попереднього часу припинення.

У теплонасосних установках з моновалентним режимом роботи точне визначення параметрів установки особливо важливе, тому що надлишкові розміри устаткування часто пов'язані з непропорційно великими затратами. Тому, необхідно уникати надмірно великих розмірів. Спочатку необхідно визначити номінальне теплоспоживання будівлі Q .

Для переговорів із замовником і складання пропозиції, як правило, достатній наближений розрахунок теплоспоживання.

Тепловтрати будівлі складають – $Q = 20$ кВт.

Теоретичний розрахунок при 3х2год. перерві постачання електроенергії протягом доби при найнижчій температурі зовнішнього повітря.

Розрахункове теплоспоживання складає – 20кВт.

В розрахунку на 24 год., добове теплоспоживання складе: $20 \cdot 24 = 48$ кВт.

Для покриття максимального добового теплоспоживання в наслідок перерв у постачанні електроенергії залишається $t = 24 - 6 = 18$ год.

В наслідок інертності будівлі, 2 год. в розрахунок теплової інертності не приймаємо:

$$Q = \frac{634,63}{18+2} = 31,73(\text{кВт}).$$

3.6.1 Надбавка на приготування гарячої води

В житловому будівництві виходять із максимальної витрати гарячої води в кількості 50 л/добу, при температурі 45С. це відповідає додатковій тепловій потужності 0.25кВт на людину при 8 год. нагрівання. Рекомендована надбавка на приготування гарячої води для сім'ї з 4-х чоловік складе:

$$4 \cdot 0.25 = 1 \text{ кВт.}$$

Вона враховується лише коли її значення перевищує 20% теплової потужності установки.

Отже, необхідна теплова потужність теплового насоса складає: 31,73 кВт.

Обираємо насос CooperShunter 300 BW232, технічні характеристики (див. додаток К):

- холодопродуктивність насоса: $Q_K = 25,4$ кВт;
- теплопродуктивність : $Q_{ТН} = 32.6$ кВт;
- питомий відбір потужності для вологого глинистого ґрунту складає:

$q_E = 25-30 \text{ Вт/м}^2$. Приймаємо $q_E = 25 \text{ Вт/м}^2$.

3.6.2 Розрахунок буферної ємності гріючого контуру для оптимізації часу роботи

$$V_{БГ} = Q_{ТН} \cdot 20, \quad (3.46)$$

де $Q_{ТН}$ - номінальна потужність теплового насосу абсолютна;

$V_{БГ}$ - об'єм буферної ємності гріючого контуру, л.

$$V_{БГ} = 32,6 \cdot 20 = 652 \text{ л}$$

Обираємо: Drazice 050 з буферною ємністю об'ємом – 600л[23].

Буферна ємність гріючого контуру для перекриття періодів блокування

100%-ве акумулювання тепла для роботи можливе але не рекомендується, так як розмір буферних ємностей буде надто великим.

100%-вий розрахунок:

$$V_{\text{БГ}} = \frac{Q_G \cdot t_{sz}}{c_p \cdot \Delta\vartheta} \quad (3.47)$$

де $c_p = 1,163 \text{ кВТ}\cdot\text{год}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ - питома теплоємність води;

$Q_G = 31448,7 \text{ Вт}$ - теплоспоживання будівлі;

$t_{sz} = 2 \text{ год}$ (max 3 рази на день) - час блокування;

$\Delta\vartheta = 10\text{К}$ - охолодження системи;

$V_{\text{БГ}}$ - об'єм буферної ємності гріючого контуру, л.

Отже:

$$V_{\text{БГ}} = \frac{31448,7 \cdot 2}{1,163 \cdot 10} = 5408(\text{л})$$

Встановлення ємності такого об'єму є конструктивно складним, та економічно недоцільним, тому остаточно обираємо: Drazice 050 з буферною ємністю об'ємом – 600л.

Наближений розрахунок з використанням затримки охолодження будівлі

$$V_{\text{БГ}} = Q_G \cdot 60 = 31,4 \cdot 60 = 1884(\text{л}).$$

Для даного проекту обираємо буферну ємність Drazice 050 об'ємом 600л.

В інших випадках (за бажанням замовника), перед вибором методу розрахунку потрібно проконсультуватися в енергопостачальній організації про можливість і частоту перерв в енергопостачанні.

Приготування гарячої води за допомогою зовнішнього теплообмінника

Безпосередній процес підготовки гарячої води відбувається за допомогою зовнішнього теплообмінника в якому теплоносій ТН віддає тепло воді ємнісного водонагрівача.

Обираємо для нашого ТН [23] проточний теплообмінник Vitotrans 100 (об'ємна витрата контуру відбору гарячої води $1,92 \text{ м}^3/\text{год}$, об'ємна витрата

теплоносія 2,74 м³/год).

Теплоносій від ТН входить до теплообмінника з температурою $t_{1н} = 52^{\circ}\text{C}$, виходить температурою $t_{2н} = 45^{\circ}\text{C}$, відповідно температура входу гарячої води $t_{1в} = 40^{\circ}\text{C}$, а виходу $t_{2в} = 50^{\circ}\text{C}$, при одноступеневому режимі роботи насосу.

3.7 Розрахунок сонячних колекторів

3.7.1 Розрахунок надходження сонячної енергії на поверхню сонячного колектора .

Розрахунок надходження сонячної енергії на поверхню сонячного колектора має на меті визначити середньомісячну потужність сонячного випромінювання, віднесена до одиниці площі поверхні колектора. Щоб провести розрахунок необхідно знати:

- географічну широту місцевості φ ;
- кут встановлення сприймаючої поверхні до горизонту β (приймається за рекомендаціями);
- кліматичні дані щодо середньостатистичної потужності сонячної радіації в даній місцевості (наводиться в довідковій літературі).

Згідно з методикою, викладеною в [27], розрахунок сонячно теплового колектора починається з визначення енергонадходження на його поверхню. Для розрахунку енергонадходження необхідно знати закономірності руху Сонця по небосхилу. Це пояснюється тим, що енергонадходження в значній мірі залежить від положення Сонця на небесній півсфері, а також орієнтації панелей СТК. Для розрахунку кількості сонячної енергії, Що надходить на нахил поверхні, необхідно знати кути падіння сонячних променів на горизонтальну і похилу поверхні в даній місцевості.

Положення точки А на земній поверхні щодо сонячних променів в теперішньому часі визначається трьома основними кутами - широтою розташування точки - φ , часовим кутом - ω та схилом сонця δ (рисунок 2.5). Широта φ – ції, кут між лінією, що з'єднує точку А з центром землі О, та її проекцією на площину екватор.

Часовий кут ω - кут, виміряний в екваторіальній площині між проекцією лінії OA і проекцією лінії, що з'єднує центри землі і сонця. Кут $\omega = 0$ в сонячний полудень, а о 13.00 годині відповідає 15° . Схиляння сонця $-\delta$ - цій кут між лінією, що з'єднує центри Землі і Сонця, і її проекцією на площину екватору.

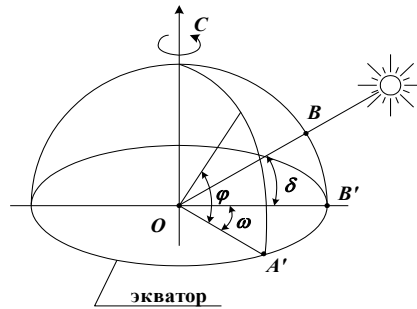


Рисунок 2.5 – Куты, що визначають положення точки A на поверхні землі

Схил Сонця в даний день визначається за формулою:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(360 \frac{248 + n}{365}\right), \quad (3.48)$$

де n - порядковий номер дня, відрахований від 1 січня.

Нахил Сонця δ протягом року безперервно змінюється - від $-23^\circ 27'$ в день зимового сонцестояння 22 грудня до $+23^\circ 27'$ в день літнього сонцестояння 22 червня і дорівнює нулю в дні весняного і осіннього рівнодення.

Наряду з трьома основними кутами ϕ , ω і δ в розрахунках сонячної радіації використовують також зенітний кут z , кут висоти α і азимут Сонця a (рисунок 2.6).

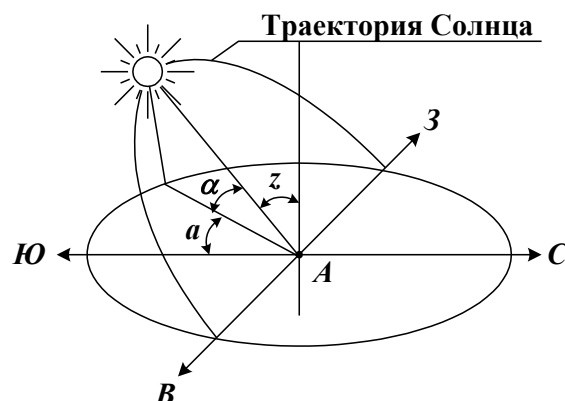


Рисунок 2.6 – Куты, що визначають положення точки А на поверхні Землі відносно сонячних променів

Кут висоти Сонця α - це кут у вертикальній площині між сонячним промінням і його проекцією на горизонтальну площину. Зенітний кут z - це кут між сонячним промінням і нормаллю до горизонтальної поверхні в точці А. Сума α і z дорівнює 90° . Азимут Сонця a - це кут в горизонтальній площині між проекцією сонячного проміння і напрямом на південь.

Зв'язок між додатковими і основними кутами встановлюється співвідношеннями:

- зенітний кут:

$$\cos z = \cos \omega \cdot \cos \varphi \cdot \cos \delta + \sin \varphi \cdot \sin \delta, \quad (3.49)$$

- кут висоти Сонця:

$$\alpha = 90 - z, \quad (3.50)$$

$$\text{тому, } \sin \alpha = \cos z. \quad (3.51)$$

- азимут Сонця:

$$\sin a = \sec \alpha \cdot \cos \delta - \sin \omega. \quad (3.52)$$

При користуванні наведеними формулами для північної півкулі, широта φ береться зі знаком «+», а для південного - зі знаком «-», відмінювання Сонця δ має знак «+» для літа (від весняного до осіннього рівнодення) і знак «-» в інше пору року. Кут ω змінюється від 0° в сонячний полудень до 180° опівночі, при $\omega < 90^\circ$ він має знак «+», а при $\omega > 90^\circ$ - знак «-». Азимут Сонця a змінюється від 0° до 180° .

Кут падіння сонячних променів на довільно орієнтовану поверхню, що має азимут a_n і кут нахилу до горизонту β , визначається за формулою:

$$\begin{aligned} \cos i = \sin \beta [\cos \delta (\sin \varphi \cdot \cos a_n \cdot \cos \omega + \sin a_n \cdot \sin \omega) - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos a_n] + \\ + \cos \beta [\cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi]. \end{aligned} \quad (3.53)$$

Кут падіння променів на горизонтальну поверхню ($\beta = 0^\circ$):

$$\cos i = \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi. \quad (3.54)$$

Кут падіння променів на вертикальну поверхню ($\beta = 90^\circ$):

$$\cos i = \cos \delta (\sin \varphi \cdot \cos a_n \cdot \cos \omega + \sin a_n \cdot \sin \omega) - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos a_n. \quad (3.55)$$

Азимут вертикальної поверхні a_n в тому випадку, якщо вона орієнтована на південь, дорівнює 0° , на захід 90° , на схід -90° , на північ -180° . Підставляючи ці значення a_n в останню формулу, отримуємо вирази для кута падіння променів на вертикальну поверхню даної орієнтації.

Для похилої поверхні з південною орієнтацією ($a_n = 0$) маємо:

$$\cos i = \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin \delta + \cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega. \quad (3.55)$$

Для забезпечення уловлювання максимальної кількості сонячної енергії (за розрахунковий весняно-літньо-осінній період) СТК зазвичай встановлюють в похилому положенні з оптимальними кутами нахилу до горизонту для кожного сезону.

Середньомісячне середнє денне значення щільності сонячного випромінювання, що надходить на похилу поверхню СТК, визначається за формулою:

$$E_n = R \cdot E, \quad (3.56)$$

де E - середньомісячне середнє денне значення щільності сонячного випромінювання, що надходить на горизонтальну поверхню, $Вт/м^2$;

R – відношення значень щільності сонячного випромінювання, що надходить на похилу і горизонтальну поверхні.

Коефіцієнт перерахунку кількості сонячної енергії з горизонтальної поверхні на похилу поверхню СТК з південною орієнтацією дорівнює сумі трьох складових, відповідних прямому, розсіяному і відбитому сонячному випромінюванню:

$$R = \left(1 - \frac{E_p}{E}\right) \cdot R_n + \frac{E_p}{E} \cdot \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2}, \quad (3.57)$$

де $\frac{E_p}{E}$ – середньомісячна частка розсіяного сонячного випромінювання;

R_n – середньомісячний коефіцієнт перерахунку прямого сонячного випромінювання з горизонтальної поверхні на похилу поверхню, градус;

β – кут нахилу освітлюваної поверхні до горизонту, градус;

ρ – альbedo поверхні Землі та оточуючих тіл, зазвичай його приймають рівним 0,7 для зими і 0,2 для літа.

Коефіцієнт R_n визначається виразом:

$$R_n = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_{з.н} + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{з.н} \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_з + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_з \cdot \sin \varphi \cdot \sin \delta}, \quad (3.58)$$

де φ – широта місцевості, градус;

δ – схилення сонця в середній день місяця, що буде визначатися за формулою:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{2\pi \cdot n}{365}\right), \quad (3.59)$$

де n - кількість днів з 23 березня поточного року.

Часовий кут заходу Сонця для горизонтальної поверхні:

$$\omega_з = \arccos(-\operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{tg}\delta), \quad (3.60)$$

В якості годинного кута заходу Сонця для похилої поверхні з південною орієнтацією беруть меншу з двох величин: $\omega_з$ або величину $\omega_{з.н}$, що розраховується за формулою:

$$\omega_{з.н} = \arccos[-\operatorname{tg}(\varphi - \beta) \cdot \operatorname{tg}\delta], \quad (3.61)$$

Значення коефіцієнта перерахунку приведені в таблиці 2.5 (для широти $\varphi = 50^\circ$).

Таблиця 2.5 Значення коефіцієнта перерахунку

місяць	E , кВт\м ²	R	E_n , кВт\м ²	n	δ , гр
1	2	3	4	5	6
Січень	1,07	1,37	1465,9	17	-20,9
Березень	2,94	1,36	3998,4	75	-2,4
Квітень	3,92	1,04	4076,8	105	9,4
Травень	5,19	0,91	4722,9	135	18,8
Червень	5,3	0,86	4558	162	23,1
Липень	5,16	0,88	4540,8	198	21,2

Серпень	4,68	0,99	4633,2	228	13,5
Вересень	3,21	1,19	3819,9	258	2,2
Жовтень	1,97	1,41	2777,7	288	-9,6
Листопад	1,1	1,4	1540	318	-18,9
Грудень	0,9	1,53	1377	344	-23

3.7.2 Визначення ККД сонячного колектора

Частина сонячного випромінювання, що попадає на колектор втрачається в результаті відбиття і поглинання. Ці втрати враховуються оптичним ККД колектора η_0 .

При нагріванні колекторів вони виділяють в навколишнє середовище тепло за рахунок теплопровідності, теплового випромінювання і конвекції. Ці втрати враховуються коефіцієнтами теплових втрат κ_1 і κ_2 .

Коефіцієнти теплових втрат і оптичний ККД утворюють характеристику ККД сонячного колектора, що обчислюється рівнянням:

$$\eta = \eta_0 - \kappa_1 \cdot \frac{\Delta t}{E_{\text{п}}} - \kappa_2 \cdot \frac{\Delta t^2}{E_{\text{п}}}, \quad (3.62)$$

де $\kappa_1 = 1,75 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, $\kappa_2 = 0,008 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}^2)$;

Δt – різниця температури колектора і навколишнього середовища.

Якщо різниця температур колектора і навколишнього середовища наближається до 0, колектор не віддає тепла в навколишнє середовище і його ККД наближається до значення оптичного ККД.

Температуру зовнішнього повітря для i -ої години j -ого місяця можна визначити за формулою:

$$t_i = t_j + 0,5k_i A_j, \quad (3.63)$$

де t_j - середньодобова температура повітря j -ого місяця, яку визначають згідно зі СНиП 2.01.01;

A_j - середньодобова амплітуда коливань температури у j -ому місяці, яку визначають згідно зі СНиП 2.01.01;

k_i - коефіцієнт перерахунку для i -ої години [19];

$t_{сер}$ - середнє протягом періоду роботи СК значення температур зовнішнього повітря t_i °C. Визначають за формулою:

$$t_{сер} = \sum t_i / i. \quad (3.64)$$

Значення температури теплоносія на вході та виході із СК для двоконтурних систем визначають за формулами:

$$t_1 = t_{w,1} + 5, ^\circ\text{C} \quad , \quad (3.65)$$

$$t_2 = t_{w,2} + 5, ^\circ\text{C} \quad .$$

Приготування гарячої води сонячними колекторами планується з кінця опалювального сезону до його початку (тобто, з квітня по жовтень). Результати представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 Визначення середньоденної температури зовнішнього повітря для теплого періоду року

	Середня денна температура по місяцям, °C						
k_i	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень
1	2	3	4	5	6	7	8
0	6,9	13,6	16,7	18,7	17,8	12,9	7,5
0,26	8,122	15,069	18,195	20,247	19,308	14,343	8,605
0,5	9,25	16,425	19,575	21,675	20,7	15,675	9,625
0,71	10,237	17,6115	20,7825	22,9245	21,918	16,8405	10,5175
0,87	10,989	18,5155	21,7025	23,8765	22,846	17,7285	11,1975
0,97	11,459	19,0805	22,2775	24,4715	23,426	18,2835	11,6225
1	11,6	19,25	22,45	24,65	23,6	18,45	11,75
1	11,6	19,25	22,45	24,65	23,6	18,45	11,75
0,97	11,459	19,0805	22,2775	24,4715	23,426	18,2835	11,6225
0,87	10,989	18,5155	21,7025	23,8765	22,846	17,7285	11,1975
Середн.	10,2605	17,6398	20,8113	22,9543	21,947	16,86825	10,5388

Результати розрахунку ККД колектора по місяцях заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 Визначення ККД сонячного колектора для неопалювального періоду року.

Місяць	Падаюча радіація $q_{над}^{год}, Вт / м^2$	ККД колектоа η
Квітень	407,68	0,721793
Травень	472,29	0,728171
Червень	455,8	0,729498
Липень	454,08	0,733761
Серпень	463,32	0,739354
Вересень	381,99	0,720546
Жовтень	277,77	0,676806
Середнє значення	416,13	0,721418

Розрахуємо сезону витрату тепла на гаряче водопостачання за неопалювальний період:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{горл} - T_{холл}) = 4190 \cdot 200 \cdot (55 - 15) = 33,52 \text{ МДж}$$

В перерахунку на кВт·год:

$$Q_{\Sigma} = \frac{33520}{3600} = 9,311 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Площу

сонцепоглиняльної поверхні системи $F', м^2$, визначають за формулою:

$$F' = \frac{Q_{\Sigma}}{\eta \sum q_{над.сер}^{доб}},$$

де $q_{над.сер}^{доб} = 4161,33 \text{ Вт/м}^2$ - середня за сезон інтенсивність СР, що надходить на колектор, в інтервалі від 8 до 17 год для СК південної орієнтації, Вт/м^2 ;

$Q_{\Sigma} = 9,311 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ - добове навантаження системи ГВП;

$\eta = 0,72$ - середній протягом сезону коефіцієнт корисної дії СК.

$$F' = \frac{9311}{0,72 \cdot 4161,33} = 3,107 (\text{м}^2)$$

Проведемо

розрахунок для холодного періоду року. Як правило приготування гарячої води тепловим насосом в опалювальний період здійснюється в нічний час, тому для уточнення площі СК, проведемо розрахунок СК для опалювального сезону:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{горі} - T_{холі}) = 4190 \cdot 200 \cdot (55 - 8) = 39,386 \text{ МДж}$$

$$Q_{\Sigma} = \frac{39386}{3600} = 10,941 (\text{кВт} \cdot \text{год})$$

Результати розрахунків середніх температур зовнішнього повітря для опалювального періоду представлені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 Визначення середньоденної температури зовнішнього повітря для опалювального періоду

	Середня денна температура по місяцям, °С				
k_i	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень
0				-5,3	-0,5
0,26	2,405	-2,737	-5,233	-4,455	0,423
0,5	3,425	-2,125	-4,525	-3,675	1,275
0,71	4,3175	-1,5895	-3,906	-2,993	2,0205
0,87	4,9975	-1,1815	-3,434	-2,473	2,5885
0,97	5,4225	-0,9265	-3,139	-2,148	2,9435
1	5,55	-0,85	-3,05	-2,05	3,05
1	5,55	-0,85	-3,05	-2,05	3,05
0,97	5,422	-0,9265	-3,139	-2,148	2,9435

0,87				-2,473	2,5885
Середня темп., °С	4,636	-1,3982	-3,684	-2,976	2,038

Згідно розрахунків, середній протягом сезону коефіцієнт корисної дії СК:
 $\eta = 0,385$

Середня добова за сезон інтенсивність СР, що надходить на колектор, в інтервалі від 8 до 17 год для СК південної орієнтації(середня кількість годин 9 згідно таблиці 1): $q_{над.сеп}^{доб} = 219231 \text{ Вт/м}^2$.

Площа сонцепоглиняльної поверхні системи для опалювального сезону:

$$F' = \frac{10941}{0,29 \cdot 219231} = 17,2(\text{м}^2)$$

Встановлювати таку площу колекторів є економічно недоцільним, тому приймаємо три колектори Vitosoll 200 загальною площею 9м^2 (допускається приймати площу в 2-2,5 рази більшою). Це дозволить забезпечити коефіцієнт використання СК в міжопалювальний період $f = 0,9$.

Розрахуємо долю сонячної енергії в покритті добового навантаження ГВП в холодний період року. Результати розрахунків представлені в табл..2.9.

Кількість теплоти виробленої колектор протягом доби опалювального сезону :

$$E_k = \eta \cdot q_{сеп.опал.}^{доб} \cdot F \quad , \quad (3.68)$$

$$E_k = 0,385 \cdot 219231 \cdot 9 = 7596,35(\text{Вт})$$

Тоді доля заміщення добового навантаження ГВП сонячними колекторами буде складати:

$$f = \frac{E_k}{Q_\Sigma} \quad , \quad (3.69)$$

$$f = \frac{7596,35}{10941} = 0,69$$

аблиця 2.9 Визначення проектної потужності СК в холодний період року

Місяць	$q_{\text{над.}}^{\text{зод}}, \text{Вт} / \text{м}^2$	ККД колектоа η	Вироблена $E_{\kappa}, \text{Вт}$ 1м ² за 1год	Вироблена $E_{\kappa}, \text{Вт}$ 9м ² за 1год	Вироблена $E_{\kappa}, \text{Вт}$ 9м ² за1добу
Листопад	192,5	0,405348	78,02958	702,2662	5618,13
Грудень	172,13	0,268227	46,16988	415,5289	3324,231
Січень	183,23	0,271541	49,75451	447,7906	3582,325
Лютий	270,27	0,36511	98,6784	888,1056	8881,056
Березень	399,8	0,615016	245,8832	2212,949	22129,49
Сер. знач.	243,586	0,385049	103,7031	933,3281	8707,047

За результатами обчислень і враховуючи рекомендації виробника для системного опалення теплиці обираємо 3 колектори Vitosol 200 D30. Площа поглинальної поверхні одного колектора – 3м².

2.7.3 Розробка компоновки водонагрівальної установки

Установка складається із таких блоків:

- а) сонячні теплові колектори — 3 шт;
- б) теплообмінник з циркуляційним насосом і розширювальним баком;
- в) бак-накопичувач;
- г) блоки системи автоматичного регулювання та контролю.

Виберемо двоконтурну схему водонагрівальних установок тому що в холодному кліматі доцільно використовувати саме її.

У першому контурі, що складається з сонячного колектора і теплообмінника з

циркуляційним насосом і розширювальним баком, використовується незамерзаючий теплоносії – антифриз. Другий контур утворюють бак-акумулятор, теплообмінник і електричний і тепловий насос. Холодна вода підводиться в нижню частину бака-акумулятора, а вода, нагріта в теплообміннику, поступає у верхню частину бака, а звідти через автоматичний клапан і нагрівач подається до споживачів. Все устаткування, окрім сонячного колектора, що встановлюється зовні, розміщується в будівлі, тому подібні системи можуть експлуатуватися і в холодну пору року.

Електронагрівач призначений для доведення температури гарячої води, заздалегідь нагрітої за рахунок сонячної енергії, до необхідного значення. За відсутності сонячної радіації або недостатньому її надходженні все теплове навантаження гарячого водопостачання забезпечується тепловим насосом.

Для досягнення високої ефективності всієї геліосистеми гарячого водопостачання слід уникати змішування гарячої і холодної рідини в баку-акумуляторі, для чого в ньому необхідно підтримувати температурне розшарування (стратифікацію) рідини. Гаряча рідина має меншу густину, ніж холодна, і тому вона знаходиться у верхній частині бака, а температура в ньому зменшується зверху вниз.

Рідина подається в сонячний колектор з нижньої частини бака, де вона має найбільш низьку температуру, і завдяки цьому забезпечується вищий ККД колектора. Нагріта рідина з колектора спрямовується у верхню зону бака. Для забезпечення температурної стратифікації рідини в баку можна, зокрема, використовувати перфоровані горизонтальні перегородки, що розділяють бак на дві або декілька зон і що запобігають перемішуванню шарів рідини з різними температурами. Відводити гарячу воду до споживача необхідно з верхньої частини бака, а після нього встановлюється додатковий нагрівач, який забезпечуватиме необхідну температуру гарячої води за будь-яких погодних умов.

Максимальна площа колектора при використанні ємнісних водонагрівачів повинна не перевищувати 15 м².

Використовуючи пристрої програмного управління тепловим насосом можна керувати роботою геліоустановки. Пріоритет підживлення можна налаштувати на пристрої управління індивідуальним чином. Температури на всіх датчиках і всі

задані значення можна безпосередньо контролювати і налаштовувати на пристрої управління.

Для надійного запобігання ударів пари в контурі геліоустановки при температурах сонячних колекторів більше 120°C , робота геліоустановки припиняється.

Коли різниця температур між датчиком температури колектора і датчиком температури ємнісного водонагрівача перевищує встановлене значення, вмикається циркуляційний насос контуру геліоустановки, і відбувається нагрів ємнісного водонагрівача. Якщо температура на датчику ємнісного водонагрівача перевищує налаштування що є задані на пристрої управління нагрів ємнісного водонагрівача тепловим насосом блокується.

Нагрів ємнісного водонагрівача геліоустановкою відбувається до налаштованого рівня.

3.8 Висновок

В технічній частині проекту розраховані тепловтрати будівлі, розроблена схема системи опалення та проведені гідравлічні розрахунки. Підібрана модель теплового насосу та визначена площа ділянки прокладання розсольного контуру для забезпечення потужності установки, підібрано допоміжне теплотехнічне обладнання.

Розроблена схема системи опалення. Визначені надходження сонячної радіації для широти місцевості об'єкту та підібрані геліоколектори для забезпечення навантаження системи гарячого водопостачання.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.

4.1 Конструктивні особливості об'єкту

В даному дипломному проєкті розглянуто влаштування системи опалення в житловому будинку м.Хмельницький. Джерелом теплопостачання будинку є тепло від теплового насоса.

Джерелом теплопостачання є тепловий насос та сонячна батарея, яка змонтована на покрівлі будинку. Тепло в будівлю подається від теплового насоса з встановленою необхідною запірною-регулювальною арматурою, який знаходиться в цокольній частині. Від теплового насоса теплоносій транспортується до розподільчих шаф, розташованих на кожному поверсі (див.аркуш 1,2).

Для приміщень житлового будинку запроєктована система опалення – горизонтальна поповерхова з нижнім розведенням магістралей. В якості опалювальних приладів прийняті алюмінієві радіатори “Korado” з підвищеними гігієнічними вимогами(виробництва Чехія.) встановлені в гаражі спальнях та дитячих кімнатах. Решта приміщень опалюються системою теплих підлог. Для монтажу системи опалення прийняті металополімерні трубопроводи “Kisan”. Видалення повітря із системи виконується через повітровідвідники, встановлені в найвищих точках системи (аркуш 3). В результаті аналізу конструктивних особливостей об'єкту складено перелік основних та допоміжних виробів та матеріалів.(див.таб 3.6,3.8).

4.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи

Перед початком монтажних робіт встановити готовність будівлі до монтажу трубопроводів, приладів і обладнання. Приміщення об'єкту під монтаж системи опалення оформити актом встановленої форми, який підписали: представник ген. підрядчика, який виконує будівельні роботи з

однієї сторони і представник організації, що виконав спеціалізовані роботи. Перед тим як розпочати монтажні роботи на об'єкті, виконати наступні роботи, які фіксуються актом:

- Змонтувати міжповерхові перекриття і сходові клітини;
- Пробити отвори в стінах і в перекриттях підготувати штраби і канали для прокладки трубопроводів;
- Оштукатурити інші ділянки стін в місцях встановлення нагрівальних приладів і прокладки трубопроводів;
- Підготувати монтажні пройми для переміщення крупно габаритного обладнання, що підлягає монтажу;
- Нанести на стінах фарбою відмітки чистої підлоги;
- Встановити віконні коробки;
- Підвести електросилові лінії для підключення механізмів і інструментів;
- Забезпечити освітленість роботи місць доступ до них робітників і можливість доставки матеріалів і виробів монтажного обладнання;
- Утеплити приміщення взимку при виконанні робіт, заслонити віконні пройми;
- Виділити місце для складування матеріалів сантехнічних заготовок і обладнання.

Необхідна кладова для зберігання малогабаритних інструментів, інвентаря. Оскільки підводи до приладів в даному випадку не перевищують 200 мм, прокласти без нахилу. Нагрівальні прилади встановити під вікном, отже підводи виконати прямими.

До монтажу прийняті радіатори “ Korado” з боковим підключенням (додаток Л). Їх встановити одночасно з монтажем магістралей.

Радіатори встановити на відстані 30 мм від поверхні штукатурки, 120 мм - від підлоги до низу радіатора, 100 мм від низу підвіконної дошки до верха радіатора. Радіатори встановити на консолях і опорах.

Під час монтажу розвідних трубопроводів слід зберегти пряmolінійність, задані нахили. Мінімальні нахили розвідних трубопроводів 0,002.

4.3 Визначення складу і об’ємів робіт

4.3.1 Склад робіт

Монтаж обладнання систем опалення проводиться в такій послідовності:

- доставка деталей до місця монтажу та їх складування;
- встановлення теплового насоса;
- встановлення буферної ємності системи опалення;
- встановлення теплообмінника системи ГВП;
- встановлення ємнісного водонагрівача;
- прокладання трубопроводів обв’язки ТН;
- прокладання трубопроводів опалення із метало полімерних труб;
- встановлення радіаторів;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- встановлення циркуляційних насосів;
- гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення;
- ізоляція трубопроводів;
- встановлення датчиків і приладів управління і регулювання;
- повернення матеріалів на склад.

Послідовність монтажу і установки рідинної геліосистеми гарячого водопостачання така:

- монтаж опорної конструкції і установку сонячних колекторів;

- монтаж обв'язувальних трубопроводів;
- монтаж трубопроводів, насосів та арматури;
- установка теплообмінника;
- заповнення системи водою та проведення випробувань на щільність з'єднань;
- проведення теплоізоляційних робіт на трубопроводах;
- встановлення датчиків і приладів управління і регулювання за місцем;
- монтаж щита управління з приладами.

Монтаж обладнання системи гарячого водопостачання проводиться в такій послідовності:

- доставка деталей до місця монтажу та їх складування;
- прокладання трубопроводів системи гарячого водопостачання;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення;
- ізоляція трубопроводів;
- повернення матеріалів на склад.

Гідравлічне випробування трубопроводів виконують в такій послідовності:

Зовнішній огляд трубопроводу;

- Приєднання водопроводу і гідравлічного преса;
- Встановлення заглушок і манометра;
- Наповнення системи водою до заданого тиску;
- Огляд трубопроводу і усунення дефектів;
- Остаточна перевірка і здача системи;
- Спуск води з системи;
- Зняття заглушок, манометра і від'єднання преса.

4.3.2 Визначення об'ємів робіт

Система опалення:

- 1 Доставка деталей на робочий майданчик.

Загальна маса механізмів та інструментів 124,4 – кг.

Загальна маса матеріалів - 2455,4 кг.

Загальна вага усіх деталей кг, $V = 2579,8$.

Система теплопостачання:

2 Встановлення теплового насоса:

Загальна кількість – 1 шт.

3 Встановлення буферної ємності гріючого контуру:

Загальна кількість – 1 шт.

4 Встановлення ємнісного водонагрівача теплообмінника системи ГВП:

Загальна кількість – 1 шт.

5 Встановлення встановлення теплообмінника системи ГВП:

Загальна кількість – 2 шт.

6 Прокладка трубопроводів обв'язки теплового насоса:

- довжина мідних трубопроводів D15 мм складає – 22 м;

- довжина мідних трубопроводів D18 мм складає – 22м;

9 Прокладання трубопроводів системи опалення із металопластикових труб:

Довжина металополімерних труб Ø 32x3мм складає 16 м;

Довжина металополімерних труб Ø 26x3мм складає 6 м;

Довжина металополімерних труб Ø20x2,0мм складає 66 м;

Довжина металополімерних труб Ø16x2,0м складає 809 м.

10 Встановлення радіаторів:

Загальна потужність 12,8 кВт. Кількість радіаторів – 13шт

11 Встановлення запірної – регулюючої арматури:

- кулькових кранів до d_y 15 – 6 шт.;

- кулькових кранів до d_y 20 – 8 шт.;

- кулькових кранів до d_y 32 – 4 шт.;

- кулькових кранів до d_y 50 – 6 шт.;
- балансувальних вентилів d_y 32 – 2 шт.;
- балансувальних вентилів d_y 25 – 2шт
- запірних вентилів d_y 32 – 4 шт.;
- запірних вентилів d_y 25 – 6 шт.;
- радіаторних вентилів 1/2'' – 13шт;
- відсікаючих блоків кранів, 1/2'' – 13 шт.;
- термостатичних головок – 19 шт.;

11 Встановлення циркуляційних насосів:

Загальна кількість 8– шт.

12 Встановлення кранів повітряних:

- кранів Маєвського – 13 шт.;
- автоматичних повітровідвідників – 6 шт.

13 Монтаж і встановлення сонячних колекторів $9m^2$.;

14 Гідравлічне випробовування трубопроводів системи опалення:

Об'єм робіт при випробовуванні трубопроводів становить 897 м.

Об'єм робіт при випробовуванні трубопроводів становить 1620 м.;

16 Ізоляція трубопроводів:

Довжина трубопроводів, які ізолюються складає – 310 м.;

20 Кількість допоміжних матеріалів, яку потрібно відвезти становить 0,075 т.

4.4 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт

4.4.1 Монтаж опалювальних приладів

В даній системі опалення використовуються алюмінієві радіатори “Korado” з боковим підключенням.

Опалювальні прилади встановлюються після оштукатурення місць для їх встановлення, при наявності чистої підлоги або її відмітки. Опалювальні прилади встановлюються на відстані не менше 164 мм від підлоги та 55 мм від поверхні штукатурки стіни.

Монтаж опалювальних приладів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити місця установки кріплень;
- б) висвердлити отвори для кронштейнів;
- в) навісити радіатори;
- г) зібрати різьбові з'єднання з фасонними частинами;
- д) встановити терморегулюючий вентиль .

Опалювальні прилади укомплектовуються пробками-перехідниками, кранами Маєвського, терморегуляторами, заглушками та кронштейнами.

4.4.2 Монтаж трубопроводів

В даній системі опалення магістральні трубопроводи розташовані відкрито вздовж стін. При їх прокладанні мінімальний уклон становить 0,002. Уклони трубопроводів спрямовуються в сторону повітровипускних пристроїв. Відгалуження від магістральних трубопроводів до підводок радіаторів виконуються під прямим кутом. Магістральні трубопроводи, які проходять через будівельні конструкції прокладаються в гільзах.

Для виконання точної і швидкої різки труб потрібно використовувати труборіз з довгим лезом.

Калібровка труб і зняття фаски.

Цю операцію потрібно виконувати до введення наконечника в трубку. Встановити в трубу калібровочний штатив і прокрутити його так, щоб окружність торця трубки мала правильну форму. Після калібровки труби необхідно зробити фаску на її внутрішньому зрізі за допомогою фрези, змонтованої на кінці того ж калібровочного штифта.

Монтаж фітинга.

Надіти гайку і обжимне кільце на трубу. При цьому конусна частина обмеженого кільця повинна бути направлена в сторону гайки. Нанести шар силіконової змазки внутрішню стіну труби і на кільця встановленого на наконечнику. Дана операція прискорює введення ущільнених кілець наконечника і збільшує термін служби. Встановити наконечник в гніздо на корпусі фітинга вручну, по можливості, плавно закрутити гайки до відказу.

Блокування труби фітингом.

Затягнути гайку ключом не більше, ніж на 1/2 обертів і зупинити затяжку як тільки труба почне прокручуватись разом з гайкою.

Монтаж магістральних трубопроводів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити вісі магістралей та установити підвіски і кронштейни;
- б) прокласти труби, вузли і заготовки по наміченим вісям;
- в) зібрати магістралі та приєднати до них монтажні вузли, повітрозбірники;
- г) вивірити та установити задані уклони;
- д) встановити і закріпити гільзи.

4.4.3 Монтаж підводок до радіаторів

Монтаж підводок до радіаторів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити місця встановлення підводок;
- б) з'єднання підводок герметизуючими матеріалами;
- в) вивірити та закріпити підводки хомутами;
- г) після збирання підводів перевірити їх вертикальність, нахили підводів, міцність закріплення труб і радіаторів.

4.4.4 Виконання ізоляційних робіт

Теплоізоляція на даному об'єкті застосовується на розвідних магістралях. Трудовитрати на ізоляцію трубопроводів наведені у табл. 4.7.

4.4.5 Монтаж сонячно-теплонасосної системи тепlopостачання

Монтаж СТСТ виконують із дотриманням усіх вимог при виконанні монтажних і монтажних-зварювальних робіт і правил техніки безпеки.

Монтажна організація повинна вести журнал проведення робіт, у якому реєструє надходження технічної документації на монтаж спеціального обладнання та трубопроводів, указує технічний персонал, відповідальний за проведення робіт, також повинна вести щоденник проведення робіт за основними етапами і робити записи про складання відповідних актів у процесі виробництва та приймання робіт.

У разі монтажу поля СК на огорожувальних конструкціях будівлі, яку споруджують (як правило, на покрівлі), опорні конструкції СК встановлюють на конструктивні елементи даху або сполучають із ними (варіант сполучення СК з покрівлею), а потім виконують зовнішню гідроізоляцію.

Усі монтажні роботи на покрівлі необхідно вести за допомогою тимчасових дерев'яних трапів, що укладають на зовнішню гідроізоляцію для проходу монтажників.

Після монтажу опорних конструкцій на них встановлюють СК дренажними отворами вниз і закріплюють передбаченим проектом способом.

Під час монтажу СК необхідно враховувати можливі максимальні температурні деформації (особливо влітку у разі застосування в колекторах віконного скла як прозорого покриття). Після установки колекторів роблять їх обв'язку трубопроводами.

Монтаж комунікаційних трубопроводів, насосних груп, запірної та регулювальної арматури, приладів автоматичного регулювання ССТ проводять відповідно до загальноприйнятих норм і регламентують правилами проведення сантехнічних робіт .ДБН В.2.5-67:2013

Під час монтажу санітарно-технічних пристроїв та спеціального обладнання має бути забезпечено:

- щільність з'єднань і міцність кріплень елементів систем;
- прямолінійність і відсутність зламів прямих ділянок трубопроводів;
- якість роботи запірної і регулювальної арматури, теплового обладнання, запобіжних та контрольно-вимірювальних приладів, а також доступність для обслуговування, ремонту та заміни;
- можливість видалення повітря і повного спорожнювання системи від води;
- дотримання передбаченого проектом ухилу трубопроводів;
- надійне закріплення огорож приводів у насосів.

Після перевірки системи на герметичність усі трубопроводи фарбують і покривають теплоізоляцією (відповідно до проекту). В установках, що експлуатують тільки в неопалювальний період, подавальний трубопровід не ізолюють.

Після закінчення всіх монтажних робіт проводять гідравлічні випробування СТСТ, після цього пускаючі роботи та теплотехнічні випробування системи.

4.4.6 Підбір машин, механізмів, пристосувань, матеріалів

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано автомашиною "Mercedes Sprinter". Технічні характеристики автомашини наведені в таблиці 3.1

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики автомашини "MercedesSprinter"[10]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
--------------	----------------	----------

1	2	3
Вантажопідйомність	кг	до 3000
Кількість осей:		
всього	шт	2
ведучих	шт	1
Вантажна висота	мм	970
Найбільша швидкість	км/год	160
Радіус повороту	м	8
Колія коліс:		
передні	мм	1800
задні	мм	1650
Витрата палива	л/100 км	12
Габарити:		
Довжина		5778
Ширина		1972
Висота		2190
Маса	кг	2800

Таблиця 4.2 – відомість потреби в машинах та механізмах[9,10]

№п.п.	Найменування машин та механізмів	Примітка (ГОСТ, ТУОСТ)
1	2	3
1	MercedesSprinter	ДБН Д.2.2-18-99
2	Гідравлічний прес REMS Push	ДБН Д.2.2-16-99
3	Перфоратор MAKITA HR 5001C	ДБН Д.2.2-16-99

Для пробивки отворів у стіні використовуємо перфоратора «МАКІТА»

Таблиця 4.3 – Технічна характеристика перфоратора «МАКІТА HR 5001C»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Енергія удару	Дж	17,0
1	2	3
Частота удару	Гц	40
Потужність	Вт.	1350
Глибина отвору	мм	до 200
Маса	кг	12,8

Для з'єднання поліетиленових трубопроводів використовується ручний прес «Rems» (маса комплекта 5,6 кг) .

Для випробування трубопроводів на міцність та щільність використовуємо прес гідравлічний REMS Push, його характеристика в таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – технічна характеристика гідравлічного пресу REMS Push[9]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Об'єм	л	12
Максимальний тиск	бар	60
Розміри	мм	500x190x140
Маса	кг	7,8

Інструменти для свердлування отворів [20], використати електросвердлильну машину Makita 6271 DWPE, технічні характеристики наведені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Технічні характеристики електросвердлильної машини

Makita 6271 DWPE

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Діаметр свердлення	мм	25
Частота обертів шпинделя	об/хв	1300
Потужність електродвигуна	кВт	0,6
Маса	кг	1,5

Загальна маса механізмів та інструментів 124,4 кг.

4.6 Визначення потреб у матеріально – технічних ресурсах

Таблиця 4.6 – Відомість витрат матеріалів

№ п/п	Наймену-вання	ГОСТ, марка	О д. ви м.	Кіль- кість	Маса одиниці, кг	Загальн а маса, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Тепловий насос СН-НР30cmfnm	CooperHunter	шт	1	310	310
2	Буфернаємність системи опалення	Drazice	шт	1		160
3	Ємнісний водонагрівач	Drazice	шт	1	298	298
4	Тепло-обмінник	SWEP	шт	3	21	63

5	Насос циркуляційний Willo	Willo	шт	3	4,2	12,6
6	Насос циркуляційний Willo	Willo	шт	5	2,1	10,5
7	Гребінки-розподільні	Luxor	шт	8	0,85	6,8
12	Бак розширювальний 30л	imera	шт	1	6,5	6,5
14	Труби мідні \varnothing 15 в ізоляції WICU Eco	KME	м	22	0,18	8,61
15	Труби мідні \varnothing 18 в ізоляції WICU Eco	KME	м	22	0,2	2,0
16	Трійник мідний \varnothing 18	KME		4	0,025	0,1
17	Трійник мідний \varnothing 15	KME		2	0,02	0,04
18	Труби метало-пластикові	Kisan	м	16	0,375	6,0

	Ø32(32x3,0)					
19	Труби метало-пластикові Ø26(26x3,0)	Kisan	м	6	0,3	1,8
20	Труби метало-пластикові Ø20(20x2,0)	Kisan	м	66	0,170	11,22
21	Труби метало-пластикові Ø16(16x2,0)	Kisan	м	809	0,120	97,08
23	Кран кульовий 607 DN Ø32	Herz	шт	5	0,85	4,25
24	Кран кульовий 607 DN Ø32	Herz	шт	2	0,650	1,3
25	Кран кульовий 607 DN Ø25	Herz	шт	6	0,415	2,49
26	Кран кульовий 607 DN Ø20	Herz	шт	16	0,280	4,48

27	Клапан регулюючий термостатичний HERZ-TS-90-V Ø15	HERZ	шт	15	0,260	3,9
28	Клапан запірний Ø15	HERZ	шт	15	0,180	2,7
29	Головка термостатична	HERZ	шт	15	0,145	2,18
30	Кран інж. Маєвського	REMER	шт	13	0,025	0,33
31	Ізоляція для труб Ø68x20	Climaflex	м	20	0,085	1,7
32	Ізоляція для труб Ø35x6	Climaflex	м	16	0,035	0,56
33	Ізоляція для труб Ø28x6	Climaflex	м	6	0,03	0,18
34	Ізоляція для труб Ø22x6	Climaflex	м	66	0,025	1,65
35	Ізоляція для труб Ø18x6	Climaflex	м	183	0,016	2,93

36	Сталевий радіатор ”	Korado	В т.	128	1,650	211,2
37	Вентиль балансуваль-ний Штремакс М	HERZ	ш т	3	0,490	1,47
38	Вентиль запірний Штремакс А	HERZ	ш т	3	0,315	0,945
39	Трьохходовий переми-каючий клапан Divi сопалення і гарячу воду	Danfoss	ш т	1	1,5	1,5
40	Трійник 32x32x32	Kisan	ш т	4	0,550	2,2
41	Трійник 32x26x26	Kisan	ш т	2	0,480	0,96
42	Трійник 26x26x26	Kisan	ш т	2	0,410	0,820
43	Трійник 20x20x20	Kisan	ш т	4	0,210	3,36
44	Трійник 20x16x20	Kisan	ш т	4	0,210	3,36

45	Трійник 20x16x16	Kisan	Ш Т	4	0,185	10,5
46	Трійник 16x16x16	Kisan	Ш Т	22	0,170	4,42
47	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь \varnothing 32 мм	Kisan	Ш Т	10	0,245	2,450
48	З'єднувач прямий переходомна зовнішню різь \varnothing 26 мм	Kisan	Ш Т	4	0,120	0,48
49	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь \varnothing 20 мм	Kisan	Ш Т	10	0,075	0,75
50	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь \varnothing 15 мм	Kisan	Ш Т	34	0,054	1,84
51	Теплоакumu- люючий бак 600л	Drazice	Ш Т	1	105	105
52	Повіпровід \varnothing 100, S=0,5мм	ГОСТ 14918-80	м	23	1,4	32,2
53	Трійник-90°	ГОСТ 14918-	ш	8	0,61	4,88

	Ø100/Ø100, S=0,5/0,5мм	80	т.			
54	Відвід-90° Ø100, S=0,5мм	ГОСТ 14918- 80	шт.	9	0,35	3,15
55	Відвід-45° Ø100, S=0,5мм	ГОСТ 14918- 80	шт.	4	0,35	1,4
Загальна маса обладнання для монтажу:						1550,4 кг

Таблиця 4.7 – Набір інструментів та пристосувань для монтажників системи опалення та ГВП

Найменування	ГОСТ, марка	Кількість	Маса, кг	
			од.	загальна
1	2	3	4	5
Ключ гайковий двохсторонній М12-17-19 мм М16-22-21 мм	ГОСТ 2839-80	8	0,8	6,4
		8	0,9	7,2
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	8	0,24	1,92
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	8	0,8	6,4
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	8	0,45	3,6
Стрічка вимірювальна, 20 м	-	8	0,8	6,4
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	4	2,4	9,6
Висок	ГОСТ 7948-80	4	0,7	2,8

Ящик переносний для інструменту	-	8	4	32
Ножиці для різки труб Valsir	-	6	0,596	0,596
Прес-насадки для преса Rems	-	6	0,9	0,9
Калібратор пластиковий для зняття фаски 16-20-26 мм	-	6	0,093	0,093
Калібратор пластиковий для зняття фаски 26-32-40 мм	-	6	0,166	0,166
Кондуктор пружинний внутрішній ø 16 мм	-	6	0,19	0,19
Кондуктор пружинний внутрішній ø 20 мм	-	6	0,28	0,28
Кондуктор пружинний внутрішній ø 26 мм	-	6	0,55	0,55
Кондуктор пружинний внутрішній ø 32 мм	-	6	0,77	0,77
Ручний прес «Rems»		4	5,6	22,4
Електрошвердлильна машина Makita 6271 DWPE		6	1,5	9,0

Таблиця 4.8 Витрати допоміжних матеріалів на монтаж системи опалення та ГВП.

Допоміжні матеріали	Одиниця	Витрати матеріалів
---------------------	---------	--------------------

	виміру	Шифр	Вага,кг	Об'єм
1	2	3	4	5
Льон(прядиво)	Кг	1545-0159	5,45	-
Прокладки гумові	Кг	111-1746	0,45	-
Прокладка з пароніта, марка ПМБТ, товщина 2 мм	шт	1541-0063	0,12	200
Болти анкерні			0,410	
Болти будівельні з гайками та шайбами			0,250	
Хомути для кріплення повітроводів СТД 205			1,5	
$\Sigma=963,7$ кг				

Загальна маса допоміжних матеріалів $\Sigma m = 963$ кг.

4.5 Витрати паливно-енергетичних ресурсів

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

$$E = P \times \tau \times k, \quad (4.1)$$

де: P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

1) Витрати електроенергії на роботу електрогідравлічного пресу REMS Push:

$K=0,1$ $\tau=16$ год, $p=1,6$ (кВт);

$$E_1 = 1,6 \cdot 16 \cdot 0,1 = 2,56 \text{ (кВт год)}.$$

2) Витрати електроенергії на роботу перфоратора МАКІТАНР 5001С:

$$K=0,1 \quad \tau=16 \text{ год}, \quad p=1,6 \text{ (кВт)};$$

$$E_2 = 1,6 \cdot 16 \cdot 0,1 = 2,56 \text{ (кВт год)}.$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів:

- відстань 20(км);
- кількість ходок $n=1$;
- витрата пального $Q=20(\text{л}/100\text{км})$.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою:

$$Q = Q \times 2 \times n \times l = 0,2 \text{ л} * 2 * 1 * 20 = 8(\text{л})$$

Труби, деталі та конструкції завозяться централізовано автомашиною Mercedes Sprinter. Технічні характеристики автомашини наведені в табл. 4.1.

4.6 Визначення трудомісткості робіт

Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою

$$Q = \frac{V \times H_c}{B} \text{ [люд/дні]}, \quad (4.4)$$

де: V – об'єм робіт;

H_c – норма часу на одиницю виміру, люд/год;

B – кількість годин в зміні, год.

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою:

$$T = \frac{Q}{n} \text{ [дні]}, \quad (4.5)$$

де: Q – трудомісткість монтажних робіт, люд/дні

n – кількість робітників, люд.

Результати розрахунку наведені в таблиці 4.9.

Таблиця 5.9 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт систем

Обгр. по РЕКН	Найменування робіт	Од. ви- міру	Об'єм робіт	Норма часу, люд*г од.	Трудо- місткість, люд* дні	Виконавці		Три валі сть, дні
						кіль- кість	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Система опалення								
E1-1-1	Транспортуван ня та складування матеріалів і виробів	т	1,540	3	0,92	2	робітн. 4р.-2	0,5
18-2-1	Встановлення теплового насоса	шт	1	36,24	4,53	3	монтажн. 5р.-2 4р.-1	2
18-5-1	Встановлення буферної ємності системи опалення	шт	1	21,98	2,75	2	монтажн. 4р.-2	2

18-3-1	Встановлення тепло-обмінника	шт	1	13,92	1,74	2	монтажн. 4р.-2	1
18-5-1	Встановлення ємнісного водонагрівача	шт	1	21,98	2,75	2	монтажн. 4р.-2	2
16-11-1	Прокладання трубопроводів обв'язки ТН D _y 32 мм.	100 м	0,12	61,34	0,92	2	Слюсар5 р.-1; 4р.-1, 3р.-1	0,5
16-14-1	Прокладання металополімерних трубопроводів D _y 16 мм	100 м	809	95,78	106,55	6	слюсар-сантехнік 4,2 розрядів	18
16-14-1	Прокладання металополімерних трубопроводів D _y 20 мм	100 м	66	95,78	7,9	2	слюсар-сантехнік 4,2 розрядів	1
16-14-2	Прокладання металополімерних трубопроводів D _y 25 мм	100 м	0,12	95,78	1,43	2	слюсар-сантехнік 4,2 розрядів	1

16-14-3	Прокладання металополімерних трубопроводів D,32 мм	100 м	0,12	95,78	1,43	2	слюсар-сантехнік 4,2 розрядів	1
18-6-2	Встановлення опалювальних приладів	100 кВт	0,11	96,92	1,33	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1
18-22-5	Встановлення кранів повітряних	шт	10	0,2	0,25	1	монтажн. 4р.-1	0,5

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16-15-1	Встановлення запірно – ре- гулюючої арматуриD _y до 25 мм	шт	40	2,41	12,05	3	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	4
16-15-2	Встановлення запірно – регулюючої арматуриD _y до 50 мм	1 шт	6	2,41	1,8	2	монтажн. 5р.-1, 4р.-1	1
18-13-1	Встановлення циркуляційних насосів	шт	8	21,32	15,99		монтажн. 4р.-1, 3р.-1	0,5
16-29-1	Гідравлічне випробовуван- ня трубопроводів	100 м	27,9	8,22	28,7	4	сл.сантех. 6р.-1, 5р.-1, 4р.-1	3
26-8-1	Ізоляція трубопроводів	10 м	21	1,46	3,83	4	монтажн. 3р.-1, 2р.-1	1

18-22-2	Встановлення датчиків, приладів управління і регулювання	шт	15	0,36	0,675	2	монтажн. 5р.-1, 4р.-1	0,5
---------	--	----	----	------	-------	---	-----------------------------	-----

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,085	3	0,03	2	робітники и 2р. -1	0,5
Система геліоустановок								
E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,952	3	0,357	2	Робітники 4р. -1 2р. -1	0,5
ГК 1-2-1	Монтажопорно і конструкції і установка сонячних колекторів	10 м ²	0,9	65,47	7,36	4	монтажн. 5р.-2, 4р.-1, 3р.-1	2

16-6-2	Монтаж мідних трубопроводів D _y 18 мм	100 м	0,21	48,71	1,28	2	монтажн. 5р.-1, 4р.-1,	1
16-16-1	Монтаж мідних трубопроводів D _y 15 мм	100 м	0,25	48,71	1,52	2	монтажн. 5р.-1, 4р.-1	1
16-15-2	Встановлення запірної арматури D _y 15 мм	1 шт	6	2,41	1,81	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18-13-1	Встановлення циркуляційного насоса	1 шт	1	21,32	2,67	3	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1
18-3-1	Встановлення теплообмінника	м ²	1	13,92	1,74	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1
16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів	100 м	0,46	8,22	0,47	2	сл.сантех. 5р.-1, 4р.-1	0,5
26-8-1	Ізоляція трубопроводів	10 м	4,6	1,46	0,83	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	0,5

18-22-2	Встановлення датчиків, приладів управління і регулювання	шт	2	0,36	0,09	1	монтажн. 5р.-1,	0,5
E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,058	3	0,02	1	Робітники 4р. –1 2р. –1	0,5

4.7 Випробування та запуск систем в експлуатацію

4.7.1 Випробування та запуск системи опалення в експлуатацію

Після закінчення монтажу системи опалення та іншого обладнання, виконується випробування системи опалення.

На всі виявлені при перевірці дефекти складають відомість, що передається генпідряднику. Дефекти можуть бути усунені до початку гідравлічного випробування.

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробовується система водяного опалення таким чином відключається джерело теплоносія (котел і розширювальний бак) гідростатичним методом - тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий тиск, але не менший за 0,2 МПа в нижній точці системи. Значення випробувального тиску для обладнання індивідуального теплового пункту – 0,2 МПа

Гідравлічне випробування системи опалення виконується в такій послідовності: система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа; виявивши дефекти монтажу на слух, знижують тиск до атмосферного і ліквідують їх; потім система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримується протягом 5 хв.

Система опалення витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа при гідравлічному випробуванні і 0,01 МПа – при пневматичному, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі.

Гідравлічне випробування частини системи з метало пластикових труб виконують випробування для частини системи. Випробування на герметичність при тискові, що перевищує робочий в 1,5 рази, але не менше 0,6 МПа при постійній температурі води. При підготовчих роботах перед гідравлічним випробуванням необхідно:

- тимчасово зняти запобіжні, регулювальні клапани, датчики, якщо допустимий тиск цієї арматури менше величини пробного тиску;
- відключені елементи замінити заглушками з запірними клапанами, допустимий тиск для яких більше величини пробного тиску;
- підключити до системи манометр з точністю вимірювань 0,01 МПа.

Гідравлічне випробування системи проводять в 2 етапа :

- 1-й етап – на протязі 30 хв двічі піднімати тиск до розрахункової величини через кожні 10 хв. Наступні 30 хв падіння тиску в системі не повинно перевищувати 0,06 МПа.
- 2-й етап – наступні 2 год падіння тиску (від досягнутого на 1-му етапі) не повинне бути більше, ніж на 0,02 МПа .

У разі виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, система спорожнюється і усуваються дефекти, а потім гідравлічне випробування повторюється. Після гідравлічних випробувань водопровідна вода, що є в системі опалення, зливається в каналізацію.

Ефективність роботи системи опалення визначається після її семигодинної неперервної роботи з теплоносієм в подавальному трубопроводі з температурою, не нижчою за 50 °С і робочим тиском.

Після гідравлічного випробування складається акт про гідравлічне випробування системи опалення, наведений у додатку.

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування. Запущена в роботу система опалення має прогріватись протягом 24 годин, після чого проводиться її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В разі потреби використовуються спеціальні прилади (тепловізори, електронні термометри тощо). В результаті огляду виявляється і регулюється рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевіряються розрахункові параметри теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; контролюється безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях.

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

4.7.2 Гідравлічні випробування сонячно-теплонасосних систем теплопостачання (СТСТ)

Гідравлічні випробування СТСТ проводять відповідно до загальноприйнятих норм. Гідравлічні випробування устаткування СТСТ (котлів, водопідігрівачів, баків-акумуляторів тощо) та мережі трубопроводів з водопідігрівачами або опалювальними приладами проводять окремо. За результатами гідравлічних випробувань СТСТ та її устаткування складають акт випробувань, який підписують представники технагляду, замовника і монтажної організації. Після проведення гідравлічних випробувань здійснюють налагодження СТСТ і її підготовку до теплотехнічних випробувань.

4.7.3 Порядок пусканалагоджувальних робіт

До початку пусканалагоджувальних робіт замовник повинен підібрати експлуатаційний персонал для того, щоб у процесі налагодження він набув необхідних навичок для подальшої експлуатації ССТ. Роботу з виявлення та усунення дефектів виконують аналогічно роботам з налагодження традиційних систем теплопостачання. Особливу увагу приділяють налагодженню рівномірності

розподілу витрат теплоносія по гілках контуру СК та системи опалення. Після виконання пусконаладжувальних робіт, що свідчать про нормальне функціонування всіх елементів ССТ, приступають до її теплотехнічних випробувань.

4.7.4 Приймальні теплотехнічні випробування

Теплотехнічні випробування (випробування на тепловий ефект) установок проводять з метою визначення їх відповідності технічному завданню, вимогам нормативно-технічної та проектної документації. Теплотехнічним випробуванням підлягає кожна окрема ССТ, яка має контур СК. У процесі теплотехнічних випробувань може відбуватися навчання персоналу правилам експлуатації ССТ. Результатом випробувань є акт (додаток І) приймальних теплотехнічних випробувань, підписаний усіма членами комісії.

4.7.5 Здавання СТСТ в експлуатацію

Під час здачі СТСТ робочій комісії монтажна організація висуває наступну виконавчу технічну документацію: комплект робочих креслень з написами, які зроблено особами, які відповідають за проведення монтажних робіт, про відповідність виконаних робіт цим кресленням або внесеним у них змінам;

- акти огляду прихованих робіт;
- паспорти СК;
- паспорти акумуляторів тепла;
- паспорти котлів;
- акти гідравлічних випробувань систем;
- акти гідравлічних випробувань СК, водопідігрівачів тощо;
- акт теплового випробування ССТ.

Під час перевірки ССТ визначають:

- відповідність виконаних робіт проекту та вимогам чинних нормативних актів щодо будівництва та приймання робіт та правильність виконання з'єднань ухилів, гнутих відводів труб; правильність установки і міцність кріплення трубопроводів, СК, нагрівальних приладів, правильність установки і якісну роботу арматури, запобіжних пристроїв і контрольно-вимірювальних приладів, розташування спускних та повітряних кранів тощо;

- відсутність течі в зварних стиках, нарізних з'єднаннях труб, окремих елементів сонце приймального пристрою та нагрівальних приладів;

- справність та ефективність дії в результаті безперервної роботи протягом 48 год, при цьому кожен агрегат окремо повинен пропрацювати без зупинок не менше 7 год;- справність і ефективність дії дублювальних пристроїв та акумуляторів тепла.

В акті приймання зазначають:

- результати випробувань систем, СК, акумуляторів, дублера і водонагрівачів;
- результати теплового випробування системи;
- характеристики СК, акумуляторів, насосів і водонагрівачів;
- дані щодо якості виконаних робіт. Датою введення в експлуатацію ССТ вважають дату підписання акта робочою комісією.

4.8 Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт

Будівництво і монтаж ССТ повинні виконувати організації, які мають дозвіл та, в разі необхідності, ліцензію на виконання будівельно-монтажних робіт.

Проектні, будівельно-монтажні і випробувальні роботи ССТ не вимагають особливих додаткових вимог з техніки безпеки, але їх треба виконувати у відповідності із вимогами СНиП та інших чинних нормативних документів з техніки безпеки в будівництві, нормативно-правових документів органів державного нагляду. Електрообладнання ССТ повинно відповідати вимогам безпеки чинних правил улаштування електроустановок для України.

Матеріали деталей системи ГВП, які мають контакт з питною водою, повинні мати позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України. Для запобігання розмноженню мікроорганізмів типу "легіонелла" в ССТ (ГВП,) підігріта вода в БА повинна бути використана протягом не більше ніж 1-2 доби або передбачені заходи для її нагріву перед використанням до температури не менше 60 °С. Допустимі рівні шуму, що створюються у приміщеннях житлових будинків ССТ, слід приймати на 5 дБА нижче (поправка мінус 5 дБА) відповідних гігієнічних нормативів. Проектування ССТ повинно забезпечувати вимоги чинного законодавства щодо якості повітря. Концентрації забруднюючих речовин на робочих місцях і в атмосферному повітрі при будівництві, експлуатації ССТ повинні бути менші: на постійних робочих місцях – ніж вимоги ГОСТ 12.1.005; в місцях тривалого перебування населення – ніж вимоги ДСП-2.

4.9 Техніко – економічні показники календарного плану

Розрахунок техніко-економічних показників виконується в такій послідовності:

Визначається середня кількість працюючих за формулою:

$$R_{сее} = \frac{Q_{заг}}{T_{заг}} \text{ [люд]}, \quad (4.2)$$

де: $Q_{заг}$ – загальна трудомісткість, люд/дні;

$T_{заг}$ – загальна тривалість будівництва, дні (див. аркуш 13)

Середня кількість працюючих:

$$R_{сеп} = \frac{355,18}{37} \approx 10 \text{ люд} \quad (4.3)$$

Коефіцієнт нерівності

використання людей визначається за формулою

$$\alpha_1 = \frac{R_c}{R_{max}}, \quad (4.4)$$

де R_{max} – максимальна кількість працюючих, люд (див. аркуш 13)

Тоді коефіцієнт нерівності використання людей:

$$\alpha_1 = \frac{10}{16} = 0,63. \quad (4.5)$$

Коефіцієнт нерівності по трудовитратах визначається за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{Q_{над}}{Q_{заг}}, \quad (4.6)$$

Тоді коефіцієнт нерівності по трудовитратах :

$$\alpha_2 = \frac{72}{355,18} = 0,2; \quad (4.7)$$

Коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт визначається за формулою:

$$\alpha_3 = \frac{T_{ест}}{T_{заг}}, \quad (4.8)$$

де: $T_{ест}$ – тривалість виконання робіт при $R \geq R_{max}$, (див. аркуш 13)

$$\alpha_3 = \frac{21}{37} = 0,57; \quad (4.9)$$

Рівень механізації визначається за формулою:

$$\eta = \frac{Q_{мех}}{Q_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (4.10)$$

де $Q_{мех}$ - сумарна трудомісткість механізованих робіт

$$\eta = \frac{30,35}{355,18} \cdot 100 = 8,5\% .$$

4.10 Висновок

В організаційно-технологічній частині проекту були розроблені вказівки і рекомендації щодо монтажу системи, визначений склад робіт, об'єми робіт згідно діючих нормативних документів.

Складено відомості в основних та допоміжних матеріалах для монтажу.
Підібрано необхідні механізми і пристосування.

Розроблені рекомендації по випробуванню і запуску системи в експлуатацію.

За розрахунками об'ємів робіт був складений календарний графік виконання робіт, а також розраховано техніко-економічні показники проекту.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.

4.1 Конструктивні особливості об'єкту

В даному дипломному проєкті розглянуто влаштування системи опалення в житловому будинку м.Хмельницький. Джерелом теплопостачання будинку є тепло від теплового насоса.

Джерелом теплопостачання є тепловий насос та сонячна батарея, яка змонтована на покрівлі будинку. Тепло в будівлю подається від теплового насоса з встановленою необхідною запірною-регулювальною арматурою, який знаходиться в цокольній частині. Від теплового насоса теплоносій транспортується до розподільчих шаф, розташованих на кожному поверсі (див.аркуш 1,2).

Для приміщень житлового будинку запроєктована система опалення – горизонтальна поповерхова з нижнім розведенням магістралей. В якості опалювальних приладів прийняті алюмінієві радіатори “Korado” з підвищеними гігієнічними вимогами(виробництва Чехія.) встановлені в гаражі спальнях та дитячих кімнатах. Решта приміщень опалюються системою теплих підлог. Для монтажу системи опалення прийняті металополімерні трубопроводи “Kisan”. Видалення повітря із системи виконується через повітровідвідники, встановлені в найвищих точках системи (аркуш 3). В результаті аналізу конструктивних особливостей об'єкту складено перелік основних та допоміжних виробів та матеріалів.(див.таб 3.6,3.8).

4.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи

Перед початком монтажних робіт встановити готовність будівлі до монтажу трубопроводів, приладів і обладнання. Приміщення об'єкту під монтаж системи опалення оформити актом встановленої форми, який підписали: представник ген. підрядчика, який виконує будівельні роботи з

однієї сторони і представник організації, що виконав спеціалізовані роботи. Перед тим як розпочати монтажні роботи на об'єкті, виконати наступні роботи, які фіксуються актом:

- Змонтувати міжповерхові перекриття і сходові клітини;
- Пробити отвори в стінах і в перекриттях підготувати штраби і канали для прокладки трубопроводів;
- Оштукатурити інші ділянки стін в місцях встановлення нагрівальних приладів і прокладки трубопроводів;
- Підготувати монтажні пройми для переміщення крупно габаритного обладнання, що підлягає монтажу;
- Нанести на стінах фарбою відмітки чистої підлоги;
- Встановити віконні коробки;
- Підвести електросилові лінії для підключення механізмів і інструментів;
- Забезпечити освітленість роботи місць доступ до них робітників і можливість доставки матеріалів і виробів монтажного обладнання;
- Утеплити приміщення взимку при виконанні робіт, заслонити віконні пройми;
- Виділити місце для складування матеріалів сантехнічних заготовок і обладнання.

Необхідна кладова для зберігання малогабаритних інструментів, інвентаря. Оскільки підводи до приладів в даному випадку не перевищують 200 мм, прокласти без нахилу. Нагрівальні прилади встановити під вікном, отже підводи виконати прямими.

До монтажу прийняті радіатори “ Korado” з боковим підключенням (додаток Л). Їх встановити одночасно з монтажем магістралей.

Радіатори встановити на відстані 30 мм від поверхні штукатурки, 120 мм - від підлоги до низу радіатора, 100 мм від низу підвіконної дошки до верха радіатора. Радіатори встановити на консолях і опорах.

Під час монтажу розвідних трубопроводів слід зберегти прямолінійність, задані нахили. Мінімальні нахили розвідних трубопроводів 0,002.

4.3 Визначення складу і об’ємів робіт

4.3.1 Склад робіт

Монтаж обладнання систем опалення проводиться в такій послідовності:

- доставка деталей до місця монтажу та їх складування;
- встановлення теплового насоса;
- встановлення буферної ємності системи опалення;
- встановлення теплообмінника системи ГВП;
- встановлення ємнісного водонагрівача;
- прокладання трубопроводів обв’язки ТН;
- прокладання трубопроводів опалення із метало полімерних труб;
- встановлення радіаторів;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- встановлення циркуляційних насосів;
- гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення;
- ізоляція трубопроводів;
- встановлення датчиків і приладів управління і регулювання;
- повернення матеріалів на склад.

Послідовність монтажу і установки рідинної геліосистеми гарячого водопостачання така:

- монтаж опорної конструкції і установку сонячних колекторів;

- монтаж обв'язувальних трубопроводів;
- монтаж трубопроводів, насосів та арматури;
- установка теплообмінника;
- заповнення системи водою та проведення випробувань на щільність з'єднань;
- проведення теплоізоляційних робіт на трубопроводах;
- встановлення датчиків і приладів управління і регулювання за місцем;
- монтаж щита управління з приладами.

Монтаж обладнання системи гарячого водопостачання проводиться в такій послідовності:

- доставка деталей до місця монтажу та їх складування;
- прокладання трубопроводів системи гарячого водопостачання;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення;
- ізоляція трубопроводів;
- повернення матеріалів на склад.

Гідравлічне випробування трубопроводів виконують в такій послідовності:

Зовнішній огляд трубопроводу;

- Приєднання водопроводу і гідравлічного преса;
- Встановлення заглушок і манометра;
- Наповнення системи водою до заданого тиску;
- Огляд трубопроводу і усунення дефектів;
- Остаточна перевірка і здача системи;
- Спуск води з системи;
- Зняття заглушок, манометра і від'єднання преса.

4.3.2 Визначення об'ємів робіт

Система опалення:

- 1 Доставка деталей на робочий майданчик.

Загальна маса механізмів та інструментів 124,4 – кг.

Загальна маса матеріалів - 2455,4 кг.

Загальна вага усіх деталей кг, $V = 2579,8$.

Система теплопостачання:

2 Встановлення теплового насоса:

Загальна кількість – 1 шт.

3 Встановлення буферної ємності гріючого контуру:

Загальна кількість – 1 шт.

4 Встановлення ємнісного водонагрівача теплообмінника системи ГВП:

Загальна кількість – 1 шт.

5 Встановлення встановлення теплообмінника системи ГВП:

Загальна кількість – 2 шт.

6 Прокладка трубопроводів обв'язки теплового насоса:

- довжина мідних трубопроводів D15 мм складає – 22 м;

- довжина мідних трубопроводів D18 мм складає – 22м;

9 Прокладання трубопроводів системи опалення із металопластикових труб:

Довжина металополімерних труб Ø 32x3мм складає 16 м;

Довжина металополімерних труб Ø 26x3мм складає 6 м;

Довжина металополімерних труб Ø20x2,0мм складає 66 м;

Довжина металополімерних труб Ø16x2,0м складає 809 м.

10 Встановлення радіаторів:

Загальна потужність 12,8 кВт. Кількість радіаторів – 13шт

11 Встановлення запірної – регулюючої арматури:

- кулькових кранів до d_y 15 – 6 шт.;

- кулькових кранів до d_y 20 – 8 шт.;

- кулькових кранів до d_y 32 – 4 шт.;

- кулькових кранів до d_y 50 – 6 шт.;
- балансувальних вентилів d_y 32 – 2 шт.;
- балансувальних вентилів d_y 25 – 2шт
- запірних вентилів d_y 32 – 4 шт.;
- запірних вентилів d_y 25 – 6 шт.;
- радіаторних вентилів 1/2'' – 13шт;
- відсікаючих блоків кранів, 1/2'' – 13 шт.;
- термостатичних головок – 19 шт.;

11 Встановлення циркуляційних насосів:

Загальна кількість 8– шт.

12 Встановлення кранів повітряних:

- кранів Маєвського – 13 шт.;
- автоматичних повітровідвідників – 6 шт.

13 Монтаж і встановлення сонячних колекторів 9м².;

14 Гідравлічне випробовування трубопроводів системи опалення:

Об'єм робіт при випробовуванні трубопроводів становить 897 м.

Об'єм робіт при випробовуванні трубопроводів становить 1620 м.;

16 Ізоляція трубопроводів:

Довжина трубопроводів, які ізолюються складає – 310 м.;

20 Кількість допоміжних матеріалів, яку потрібно відвезти становить 0,075 т.

4.4 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт

4.4.1 Монтаж опалювальних приладів

В даній системі опалення використовуються алюмінієві радіатори “Korado” з боковим підключенням.

Опалювальні прилади встановлюються після оштукатурення місць для їх встановлення, при наявності чистої підлоги або її відмітки. Опалювальні прилади встановлюються на відстані не менше 164 мм від підлоги та 55 мм від поверхні штукатурки стіни.

Монтаж опалювальних приладів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити місця установки кріплень;
- б) висвердлити отвори для кронштейнів;
- в) навісити радіатори;
- г) зібрати різьбові з'єднання з фасонними частинами;
- д) встановити терморегулюючий вентиль .

Опалювальні прилади укомплектовуються пробками-перехідниками, кранами Маєвського, терморегуляторами, заглушками та кронштейнами.

4.4.2 Монтаж трубопроводів

В даній системі опалення магістральні трубопроводи розташовані відкрито вздовж стін. При їх прокладанні мінімальний уклон становить 0,002. Уклони трубопроводів спрямовуються в сторону повітровипускних пристроїв. Відгалуження від магістральних трубопроводів до підводок радіаторів виконуються під прямим кутом. Магістральні трубопроводи, які проходять через будівельні конструкції прокладаються в гільзах.

Для виконання точної і швидкої різки труб потрібно використовувати труборіз з довгим лезом.

Калібровка труб і зняття фаски.

Цю операцію потрібно виконувати до введення наконечника в трубку. Встановити в трубу калібровочний штатив і прокрутити його так, щоб окружність торця трубки мала правильну форму. Після калібровки труби необхідно зробити фаску на її внутрішньому зрізі за допомогою фрези, змонтованої на кінці того ж калібровочного штифта.

Монтаж фітинга.

Надіти гайку і обжимне кільце на трубу. При цьому конусна частина обмеженого кільця повинна бути направлена в сторону гайки. Нанести шар силіконової змазки внутрішню стіну труби і на кільця встановленого на наконечнику. Дана операція прискорює введення ущільнених кілець наконечника і збільшує термін служби. Встановити наконечник в гніздо на корпусі фітинга вручну, по можливості, плавно закрутити гайки до відказу.

Блокування труби фітингом.

Затягнути гайку ключом не більше, ніж на 1/2 обертів і зупинити затяжку як тільки труба почне прокручуватись разом з гайкою.

Монтаж магістральних трубопроводів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити вісі магістралей та установити підвіски і кронштейни;
- б) прокласти труби, вузли і заготовки по наміченим вісям;
- в) зібрати магістралі та приєднати до них монтажні вузли, повітрозбірники;
- г) вивірити та установити задані уклони;
- д) встановити і закріпити гільзи.

4.4.3 Монтаж підводок до радіаторів

Монтаж підводок до радіаторів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити місця встановлення підводок;
- б) з'єднання підводок герметизуючими матеріалами;
- в) вивірити та закріпити підводки хомутами;
- г) після збирання підводів перевірити їх вертикальність, нахили підводів, міцність закріплення труб і радіаторів.

4.4.4 Виконання ізоляційних робіт

Теплоізоляція на даному об'єкті застосовується на розвідних магістралях. Трудовитрати на ізоляцію трубопроводів наведені у табл. 4.7.

4.4.5 Монтаж сонячно-теплонасосної системи теплопостачання

Монтаж СТСТ виконують із дотриманням усіх вимог при виконанні монтажних і монтажних-зварювальних робіт і правил техніки безпеки.

Монтажна організація повинна вести журнал проведення робіт, у якому реєструє надходження технічної документації на монтаж спеціального обладнання та трубопроводів, указує технічний персонал, відповідальний за проведення робіт, також повинна вести щоденник проведення робіт за основними етапами і робити записи про складання відповідних актів у процесі виробництва та приймання робіт.

У разі монтажу поля СК на огорожувальних конструкціях будівлі, яку споруджують (як правило, на покрівлі), опорні конструкції СК встановлюють на конструктивні елементи даху або сполучають із ними (варіант сполучення СК з покрівлею), а потім виконують зовнішню гідроізоляцію.

Усі монтажні роботи на покрівлі необхідно вести за допомогою тимчасових дерев'яних трапів, що укладають на зовнішню гідроізоляцію для проходу монтажників.

Після монтажу опорних конструкцій на них встановлюють СК дренажними отворами вниз і закріплюють передбаченим проектом способом.

Під час монтажу СК необхідно враховувати можливі максимальні температурні деформації (особливо влітку у разі застосування в колекторах віконного скла як прозорого покриття). Після установки колекторів роблять їх обв'язку трубопроводами.

Монтаж комунікаційних трубопроводів, насосних груп, запірної та регулювальної арматури, приладів автоматичного регулювання ССТ проводять відповідно до загальноприйнятих норм і регламентують правилами проведення сантехнічних робіт .ДБН В.2.5-67:2013

Під час монтажу санітарно-технічних пристроїв та спеціального обладнання має бути забезпечено:

- щільність з'єднань і міцність кріплень елементів систем;
- прямолінійність і відсутність зламів прямих ділянок трубопроводів;
- якість роботи запірної і регулювальної арматури, теплового обладнання, запобіжних та контрольно-вимірювальних приладів, а також доступність для обслуговування, ремонту та заміни;
- можливість видалення повітря і повного спорожнювання системи від води;
- дотримання передбаченого проектом ухилу трубопроводів;
- надійне закріплення огорож приводів у насосів.

Після перевірки системи на герметичність усі трубопроводи фарбують і покривають теплоізоляцією (відповідно до проекту). В установках, що експлуатують тільки в неопалювальний період, подавальний трубопровід не ізолюють.

Після закінчення всіх монтажних робіт проводять гідравлічні випробування СТСТ, після цього пускаючі роботи та теплотехнічні випробування системи.

4.4.6 Підбір машин, механізмів, пристосувань, матеріалів

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано автомашиною "Mercedes Sprinter". Технічні характеристики автомашини наведені в таблиці 3.1

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики автомашини "MercedesSprinter"[10]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
--------------	----------------	----------

1	2	3
Вантажопідйомність	кг	до 3000
Кількість осей:		
всього	шт	2
ведучих	шт	1
Вантажна висота	мм	970
Найбільша швидкість	км/год	160
Радіус повороту	м	8
Колія коліс:		
передні	мм	1800
задні	мм	1650
Витрата палива	л/100 км	12
Габарити:		
Довжина		5778
Ширина		1972
Висота		2190
Маса	кг	2800

Таблиця 4.2 – відомість потреби в машинах та механізмах[9,10]

№п.п.	Найменування машин та механізмів	Примітка (ГОСТ, ТУОСТ)
1	2	3
1	MercedesSprinter	ДБН Д.2.2-18-99
2	Гідравлічний прес REMS Push	ДБН Д.2.2-16-99
3	Перфоратор MAKITA HR 5001C	ДБН Д.2.2-16-99

Для пробивки отворів у стіні використовуємо перфоратора «МАКІТА»

Таблиця 4.3 – Технічна характеристика перфоратора «МАКІТА HR 5001С»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Енергія удару	Дж	17,0
1	2	3
Частота удару	Гц	40
Потужність	Вт.	1350
Глибина отвору	мм	до 200
Маса	кг	12,8

Для з'єднання поліетиленових трубопроводів використовується ручний прес «Rems» (маса комплекта 5,6 кг) .

Для випробування трубопроводів на міцність та щільність використовуємо прес гідравлічний REMS Push, його характеристика в таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – технічна характеристика гідравлічного пресу REMS Push[9]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Об'єм	л	12
Максимальний тиск	бар	60
Розміри	мм	500x190x140
Маса	кг	7,8

Інструменти для свердлування отворів [20], використати електросвердлильну машину Makita 6271 DWPE, технічні характеристики наведені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Технічні характеристики електросвердлильної машини

Makita 6271 DWPE

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Діаметр свердлення	мм	25
Частота обертів шпинделя	об/хв	1300
Потужність електродвигуна	кВт	0,6
Маса	кг	1,5

Загальна маса механізмів та інструментів 124,4 кг.

4.6 Визначення потреб у матеріально – технічних ресурсах

Таблиця 4.6 – Відомість витрат матеріалів

№ п/п	Наймену-вання	ГОСТ, марка	О д. ви м.	Кіль- кість	Маса одиниці, кг	Загальн а маса, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Тепловий насос СН-НР30смfnm	CooperHunter	шт	1	310	310
2	Буфернаємність системи опалення	Drazice	шт	1		160
3	Ємнісний водонагрівач	Drazice	шт	1	298	298
4	Тепло-обмінник	SWEP	шт	3	21	63

5	Насос циркуляційний Willo	Willo	шт	3	4,2	12,6
6	Насос циркуляційний Willo	Willo	шт	5	2,1	10,5
7	Гребінки-розподільні	Luxor	шт	8	0,85	6,8
12	Бак розширювальний 30л	imera	шт	1	6,5	6,5
14	Труби мідні ø 15 в ізоляції WICU Eco	KME	м	22	0,18	8,61
15	Труби мідні ø 18 в ізоляції WICU Eco	KME	м	22	0,2	2,0
16	Трійник мідний ø18	KME		4	0,025	0,1
17	Трійник мідний ø15	KME		2	0,02	0,04
18	Труби метало-пластикові	Kisan	м	16	0,375	6,0

	Ø32(32x3,0)					
19	Труби метало-пластикові Ø26(26x3,0)	Kisan	м	6	0,3	1,8
20	Труби метало-пластикові Ø20(20x2,0)	Kisan	м	66	0,170	11,22
21	Труби метало-пластикові Ø16(16x2,0)	Kisan	м	809	0,120	97,08
23	Кран кульовий 607 DN Ø32	Herz	шт	5	0,85	4,25
24	Кран кульовий 607 DN Ø32	Herz	шт	2	0,650	1,3
25	Кран кульовий 607 DN Ø25	Herz	шт	6	0,415	2,49
26	Кран кульовий 607 DN Ø20	Herz	шт	16	0,280	4,48

27	Клапан регулюючий термостатичний HERZ-TS-90-V Ø15	HERZ	шт	15	0,260	3,9
28	Клапан запірний Ø15	HERZ	шт	15	0,180	2,7
29	Головка термостатична	HERZ	шт	15	0,145	2,18
30	Кран інж. Маєвського	REMER	шт	13	0,025	0,33
31	Ізоляція для труб Ø68x20	Climaflex	м	20	0,085	1,7
32	Ізоляція для труб Ø35x6	Climaflex	м	16	0,035	0,56
33	Ізоляція для труб Ø28x6	Climaflex	м	6	0,03	0,18
34	Ізоляція для труб Ø22x6	Climaflex	м	66	0,025	1,65
35	Ізоляція для труб Ø18x6	Climaflex	м	183	0,016	2,93

36	Сталевий радіатор ”	Korado	В т.	128	1,650	211,2
37	Вентиль балансуваль-ний Штремакс М	HERZ	ш т	3	0,490	1,47
38	Вентиль запірний Штремакс А	HERZ	ш т	3	0,315	0,945
39	Трьохходовий переми-каючий клапан Divi сопалення і гарячу воду	Danfoss	ш т	1	1,5	1,5
40	Трійник 32x32x32	Kisan	ш т	4	0,550	2,2
41	Трійник 32x26x26	Kisan	ш т	2	0,480	0,96
42	Трійник 26x26x26	Kisan	ш т	2	0,410	0,820
43	Трійник 20x20x20	Kisan	ш т	4	0,210	3,36
44	Трійник 20x16x20	Kisan	ш т	4	0,210	3,36

45	Трійник 20x16x16	Kisan	Ш Т	4	0,185	10,5
46	Трійник 16x16x16	Kisan	Ш Т	22	0,170	4,42
47	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь \varnothing 32 мм	Kisan	Ш Т	10	0,245	2,450
48	З'єднувач прямий переходом на зовнішню різь \varnothing 26 мм	Kisan	Ш Т	4	0,120	0,48
49	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь \varnothing 20 мм	Kisan	Ш Т	10	0,075	0,75
50	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь \varnothing 15 мм	Kisan	Ш Т	34	0,054	1,84
51	Теплоакму- люючий бак 600л	Drazice	Ш Т	1	105	105
52	Повіпровід \varnothing 100, S=0,5мм	ГОСТ 14918-80	м	23	1,4	32,2
53	Трійник-90°	ГОСТ 14918-	ш	8	0,61	4,88

	Ø100/Ø100, S=0,5/0,5мм	80	т.			
54	Відвід-90° Ø100, S=0,5мм	ГОСТ 14918-80	шт.	9	0,35	3,15
55	Відвід-45° Ø100, S=0,5мм	ГОСТ 14918-80	шт.	4	0,35	1,4
Загальна маса обладнання для монтажу:						1550,4 кг

Таблиця 4.7 – Набір інструментів та пристосувань для монтажників системи опалення та ГВП

Найменування	ГОСТ, марка	Кількість	Маса, кг	
			од.	загальна
1	2	3	4	5
Ключ гайковий двохсторонній М12-17-19 мм М16-22-21 мм	ГОСТ 2839-80	8	0,8	6,4
		8	0,9	7,2
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	8	0,24	1,92
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	8	0,8	6,4
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	8	0,45	3,6
Стрічка вимірювальна, 20 м	-	8	0,8	6,4
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	4	2,4	9,6
Висок	ГОСТ 7948-80	4	0,7	2,8

Ящик переносний для інструменту	-	8	4	32
Ножиці для різки труб Valsir	-	6	0,596	0,596
Прес-насадки для преса Rems	-	6	0,9	0,9
Калібратор пластиковий для зняття фаски 16-20-26 мм	-	6	0,093	0,093
Калібратор пластиковий для зняття фаски 26-32-40 мм	-	6	0,166	0,166
Кондуктор пружинний внутрішній ø 16 мм	-	6	0,19	0,19
Кондуктор пружинний внутрішній ø 20 мм	-	6	0,28	0,28
Кондуктор пружинний внутрішній ø 26 мм	-	6	0,55	0,55
Кондуктор пружинний внутрішній ø 32 мм	-	6	0,77	0,77
Ручний прес «Rems»		4	5,6	22,4
Електрошвердлильна машина Makita 6271 DWPE		6	1,5	9,0

Таблиця 4.8 Витрати допоміжних матеріалів на монтаж системи опалення та ГВП.

Допоміжні матеріали	Одиниця	Витрати матеріалів
---------------------	---------	--------------------

	виміру	Шифр	Вага,кг	Об'єм
1	2	3	4	5
Льон(прядиво)	Кг	1545-0159	5,45	-
Прокладки гумові	Кг	111-1746	0,45	-
Прокладка з пароніта, марка ПМБТ, товщина 2 мм	шт	1541-0063	0,12	200
Болти анкерні			0,410	
Болти будівельні з гайками та шайбами			0,250	
Хомути для кріплення повітроводів СТД 205			1,5	
$\Sigma=963,7$ кг				

Загальна маса допоміжних матеріалів $\Sigma m = 963$ кг.

4.5 Витрати паливно-енергетичних ресурсів

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

$$E = P \times \tau \times k, \quad (4.1)$$

де: P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

1) Витрати електроенергії на роботу електрогідравлічного пресу REMS Push:
 $K=0,1$ $\tau=16$ год, $p=1,6$ (кВт);

$$E_1 = 1,6 \cdot 16 \cdot 0,1 = 2,56 \text{ (кВт год)}.$$

2) Витрати електроенергії на роботу перфоратора МАКІТАНН 5001С:

$$K=0,1 \quad \tau=16 \text{ год}, \quad p=1,6 \text{ (кВт)};$$

$$E_2 = 1,6 \cdot 16 \cdot 0,1 = 2,56 \text{ (кВт год)}.$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів:

- відстань 20(км);
- кількість ходок $n=1$;
- витрата пального $Q=20(\text{л}/100\text{км})$.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою:

$$Q = Q \times 2 \times n \times l = 0,2 \text{ л} \times 2 \times 1 \times 20 = 8(\text{л})$$

Труби, деталі та конструкції завозяться централізовано автомашиною Mercedes Sprinter. Технічні характеристики автомашини наведені в табл. 4.1.

4.6 Визначення трудомісткості робіт

Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою

$$Q = \frac{V \times H_v}{B} \text{ [люд/дні]}, \quad (4.4)$$

де: V – об'єм робіт;

H_v – норма часу на одиницю виміру, люд/год;

B – кількість годин в зміні, год.

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою:

$$T = \frac{Q}{n} \text{ [дні]}, \quad (4.5)$$

де: Q – трудомісткість монтажних робіт, люд/дні

n – кількість робітників, люд.

Результати розрахунку наведені в таблиці 4.9.

Таблиця 5.9 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт систем

Обгр. по РЕКН	Найменування робіт	Од. ви- міру	Об'єм робіт	Норма часу, люд*г од.	Трудо- місткість, люд* дні	Виконавці		Три валі сть, дні
						кіль- кість	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Система опалення								
E1-1-1	Транспортуван ня та складування матеріалів і виробів	т	1,540	3	0,92	2	робітн. 4р.-2	0,5
18-2-1	Встановлення теплового насоса	шт	1	36,24	4,53	3	монтажн. 5р.-2 4р.-1	2
18-5-1	Встановлення буферної ємності системи опалення	шт	1	21,98	2,75	2	монтажн. 4р.-2	2

18-3-1	Встановлення тепло-обмінника	шт	1	13,92	1,74	2	монтажн. 4р.-2	1
18-5-1	Встановлення ємнісного водонагрівача	шт	1	21,98	2,75	2	монтажн. 4р.-2	2
16-11-1	Прокладання трубопроводів обв'язки ТН D _y 32 мм.	100 м	0,12	61,34	0,92	2	Слюсар5 р.-1; 4р.-1, 3р.-1	0,5
16-14-1	Прокладання металополімерних трубопроводів D _y 16 мм	100 м	809	95,78	106,55	6	слюсар-сантехнік 4,2 розрядів	18
16-14-1	Прокладання металополімерних трубопроводів D _y 20 мм	100 м	66	95,78	7,9	2	слюсар-сантехнік 4,2 розрядів	1
16-14-2	Прокладання металополімерних трубопроводів D _y 25 мм	100 м	0,12	95,78	1,43	2	слюсар-сантехнік 4,2 розрядів	1

16-14-3	Прокладання металополімер них трубопроводів D _y 32 мм	100 м	0,12	95,78	1,43	2	слюсар- сантехнік 4,2 розрядів	1
18-6-2	Встановлення опалювальних приладів	100 кВ т	0,11	96,92	1,33	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1
18-22-5	Встановлення кранів повітряних	шт	10	0,2	0,25	1	монтажн. 4р.-1	0,5

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16-15-1	Встановлення запірно – ре- гулюючої арматури D_y до 25 мм	шт	40	2,41	12,05	3	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	4
16-15-2	Встановлення запірно – регулюючої арматури D_y до 50 мм	1 шт	6	2,41	1,8	2	монтажн. 5р.-1, 4р.-1	1
18-13-1	Встановлення циркуляційних насосів	шт	8	21,32	15,99		монтажн. 4р.-1, 3р.-1	0,5
16-29-1	Гідравлічне випробовуван- ня трубопроводів	100 м	27,9	8,22	28,7	4	сл.сантех. 6р.-1, 5р.-1, 4р.-1	3
26-8-1	Ізоляція трубопроводів	10 м	21	1,46	3,83	4	монтажн. 3р.-1, 2р.-1	1

18-22-2	Встановлення датчиків, приладів управління і регулювання	шт	15	0,36	0,675	2	монтажн. 5р.-1, 4р.-1	0,5
---------	--	----	----	------	-------	---	-----------------------------	-----

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,085	3	0,03	2	робітники и 2р. -1	0,5
Система геліоустановок								
E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,952	3	0,357	2	Робітники 4р. -1 2р. -1	0,5
ГК 1-2-1	Монтажопорно-іконструкції і установочних колекторів	10 м ²	0,9	65,47	7,36	4	монтажн. 5р.-2, 4р.-1, 3р.-1	2

16-6-2	Монтаж мідних трубопроводів D _y 18 мм	100 м	0,21	48,71	1,28	2	монтажн. 5р.-1, 4р.-1,	1
16-16-1	Монтаж мідних трубопроводів D _y 15 мм	100 м	0,25	48,71	1,52	2	монтажн. 5р.-1, 4р.-1	1
16-15-2	Встановлення запірної арматури D _y 15 мм	1 шт	6	2,41	1,81	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18-13-1	Встановлення циркуляційного насоса	1 шт	1	21,32	2,67	3	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1
18-3-1	Встановлення теплообмінника	м ²	1	13,92	1,74	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1
16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів	100 м	0,46	8,22	0,47	2	сл.сантех. 5р.-1, 4р.-1	0,5
26-8-1	Ізоляція трубопроводів	10 м	4,6	1,46	0,83	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	0,5

18-22-2	Встановлення датчиків, приладів управління і регулювання	шт	2	0,36	0,09	1	монтажн. 5р.-1,	0,5
E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,058	3	0,02	1	Робітники 4р. –1 2р. –1	0,5

4.7 Випробування та запуск систем в експлуатацію

4.7.1 Випробування та запуск системи опалення в експлуатацію

Після закінчення монтажу системи опалення та іншого обладнання, виконується випробування системи опалення.

На всі виявлені при перевірці дефекти складають відомість, що передається генпідряднику. Дефекти можуть бути усунені до початку гідравлічного випробування.

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробовується система водяного опалення таким чином відключається джерело теплоносія (котел і розширювальний бак) гідростатичним методом - тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий тиск, але не менший за 0,2 МПа в нижній точці системи. Значення випробувального тиску для обладнання індивідуального теплового пункту – 0,2 МПа

Гідравлічне випробування системи опалення виконується в такій послідовності: система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа; виявивши дефекти монтажу на слух, знижують тиск до атмосферного і ліквідують їх; потім система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримується протягом 5 хв.

Система опалення витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа при гідравлічному випробуванні і 0,01 МПа – при пневматичному, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі.

Гідравлічне випробування частини системи з метало пластикових труб виконують випробування для частини системи. Випробування на герметичність при тискові, що перевищує робочий в 1,5 рази, але не менше 0,6 МПа при постійній температурі води. При підготовчих роботах перед гідравлічним випробуванням необхідно:

- тимчасово зняти запобіжні, регулювальні клапани, датчики, якщо допустимий тиск цієї арматури менше величини пробного тиску;
- відключені елементи замінити заглушками з запірними клапанами, допустимий тиск для яких більше величини пробного тиску;
- підключити до системи манометр з точністю вимірювань 0,01МПа.

Гідравлічне випробування системи проводять в 2 етапа :

- 1-й етап – на протязі 30 хв двічі піднімати тиск до розрахункової величини через кожні 10 хв. Наступні 30 хв падіння тиску в системі не повинно перевищувати 0,06 МПа.
- 2-й етап – наступні 2 год падіння тиску (від досягнутого на 1-му етапі) не повинне бути більше, ніж на 0,02 МПа .

У разі виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, система спорожнюється і усуваються дефекти, а потім гідравлічне випробування повторюється. Після гідравлічних випробувань водопровідна вода, що є в системі опалення, зливається в каналізацію.

Ефективність роботи системи опалення визначається після її семигодинної неперервної роботи з теплоносієм в подавальному трубопроводі з температурою, не нижчою за 50 °С і робочим тиском.

Після гідравлічного випробування складається акт про гідравлічне випробування системи опалення, наведений у додатку.

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування. Запущена в роботу система опалення має прогріватись протягом 24 годин, після чого проводиться її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В разі потреби використовуються спеціальні прилади (тепловізори, електронні термометри тощо). В результаті огляду виявляється і регулюється рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевіряються розрахункові параметри теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; контролюється безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях.

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

4.7.2 Гідравлічні випробування сонячно-теплонасосних систем теплопостачання (СТСТ)

Гідравлічні випробування СТСТ проводять відповідно до загальноприйнятих норм. Гідравлічні випробування устаткування СТСТ (котлів, водопідігрівачів, баків-акумуляторів тощо) та мережі трубопроводів з водопідігрівачами або опалювальними приладами проводять окремо. За результатами гідравлічних випробувань СТСТ та її устаткування складають акт випробувань, який підписують представники технагляду, замовника і монтажної організації. Після проведення гідравлічних випробувань здійснюють налагодження СТСТ і її підготовку до теплотехнічних випробувань.

4.7.3 Порядок пусканалагоджувальних робіт

До початку пусканалагоджувальних робіт замовник повинен підібрати експлуатаційний персонал для того, щоб у процесі налагодження він набув необхідних навичок для подальшої експлуатації ССТ. Роботу з виявлення та усунення дефектів виконують аналогічно роботам з налагодження традиційних систем теплопостачання. Особливу увагу приділяють налагодженню рівномірності

розподілу витрат теплоносія по гілках контуру СК та системи опалення. Після виконання пусконаладжувальних робіт, що свідчать про нормальне функціонування всіх елементів ССТ, приступають до її теплотехнічних випробувань.

4.7.4 Приймальні теплотехнічні випробування

Теплотехнічні випробування (випробування на тепловий ефект) установок проводять з метою визначення їх відповідності технічному завданню, вимогам нормативно-технічної та проектної документації. Теплотехнічним випробуванням підлягає кожна окрема ССТ, яка має контур СК. У процесі теплотехнічних випробувань може відбуватися навчання персоналу правилам експлуатації ССТ. Результатом випробувань є акт (додаток И) приймальних теплотехнічних випробувань, підписаний усіма членами комісії.

4.7.5 Здавання СТСТ в експлуатацію

Під час здачі СТСТ робочій комісії монтажна організація висуває наступну виконавчу технічну документацію: комплект робочих креслень з написами, які зроблено особами, які відповідають за проведення монтажних робіт, про відповідність виконаних робіт цим кресленням або внесеним у них змінам;

- акти огляду прихованих робіт;
- паспорти СК;
- паспорти акумуляторів тепла;
- паспорти котлів;
- акти гідравлічних випробувань систем;
- акти гідравлічних випробувань СК, водопідігрівачів тощо;
- акт теплового випробування ССТ.

Під час перевірки ССТ визначають:

- відповідність виконаних робіт проекту та вимогам чинних нормативних актів щодо будівництва та приймання робіт та правильність виконання з'єднань ухилів, гнутих відводів труб; правильність установки і міцність кріплення трубопроводів, СК, нагрівальних приладів, правильність установки і якісну роботу арматури, запобіжних пристроїв і контрольно-вимірювальних приладів, розташування спускних та повітряних кранів тощо;

- відсутність течі в зварних стиках, нарізних з'єднаннях труб, окремих елементів сонце приймального пристрою та нагрівальних приладів;

- справність та ефективність дії в результаті безперервної роботи протягом 48 год, при цьому кожен агрегат окремо повинен пропрацювати без зупинок не менше 7 год;- справність і ефективність дії дублювальних пристроїв та акумуляторів тепла.

В акті приймання зазначають:

- результати випробувань систем, СК, акумуляторів, дублера і водонагрівачів;
- результати теплового випробування системи;
- характеристики СК, акумуляторів, насосів і водонагрівачів;
- дані щодо якості виконаних робіт. Датою введення в експлуатацію ССТ вважають дату підписання акта робочою комісією.

4.8 Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт

Будівництво і монтаж ССТ повинні виконувати організації, які мають дозвіл та, в разі необхідності, ліцензію на виконання будівельно-монтажних робіт.

Проектні, будівельно-монтажні і випробувальні роботи ССТ не вимагають особливих додаткових вимог з техніки безпеки, але їх треба виконувати у відповідності із вимогами СНиП та інших чинних нормативних документів з техніки безпеки в будівництві, нормативно-правових документів органів державного нагляду. Електрообладнання ССТ повинно відповідати вимогам безпеки чинних правил улаштування електроустановок для України.

Матеріали деталей системи ГВП, які мають контакт з питною водою, повинні мати позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України. Для запобігання розмноженню мікроорганізмів типу "легіонелла" в ССТ (ГВП,) підігріта вода в БА повинна бути використана протягом не більше ніж 1-2 доби або передбачені заходи для її нагріву перед використанням до температури не менше 60 °С. Допустимі рівні шуму, що створюються у приміщеннях житлових будинків ССТ, слід приймати на 5 дБА нижче (поправка мінус 5 дБА) відповідних гігієнічних нормативів. Проектування ССТ повинно забезпечувати вимоги чинного законодавства щодо якості повітря. Концентрації забруднюючих речовин на робочих місцях і в атмосферному повітрі при будівництві, експлуатації ССТ повинні бути менші: на постійних робочих місцях – ніж вимоги ГОСТ 12.1.005; в місцях тривалого перебування населення – ніж вимоги ДСП-2.

4.9 Техніко – економічні показники календарного плану

Розрахунок техніко-економічних показників виконується в такій послідовності:

Визначається середня кількість працюючих за формулою:

$$R_{сее} = \frac{Q_{заг}}{T_{заг}} \text{ [люд]}, \quad (4.2)$$

де: $Q_{заг}$ – загальна трудомісткість, люд/дні;

$T_{заг}$ – загальна тривалість будівництва, дні (див. аркуш 13)

Середня кількість працюючих:

$$R_{сеп} = \frac{355,18}{37} \approx 10 \text{ люд} \quad (4.3)$$

Коефіцієнт нерівності

використання людей визначається за формулою

$$\alpha_1 = \frac{R_c}{R_{max}}, \quad (4.4)$$

де R_{max} – максимальна кількість працюючих, люд (див. аркуш 13)

Тоді коефіцієнт нерівності використання людей:

$$\alpha_1 = \frac{10}{16} = 0,63. \quad (4.5)$$

Коефіцієнт нерівності по трудовитратах визначається за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{Q_{над}}{Q_{заг}}, \quad (4.6)$$

Тоді коефіцієнт нерівності по трудовитратах :

$$\alpha_2 = \frac{72}{355,18} = 0,2; \quad (4.7)$$

Коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт визначається за формулою:

$$\alpha_3 = \frac{T_{ест}}{T_{заг}}, \quad (4.8)$$

де: $T_{ест}$ – тривалість виконання робіт при $R \geq R_{max}$, (див. аркуш 13)

$$\alpha_3 = \frac{21}{37} = 0,57; \quad (4.9)$$

Рівень механізації визначається за формулою:

$$\eta = \frac{Q_{мех}}{Q_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (4.10)$$

де $Q_{мех}$ - сумарна трудомісткість механізованих робіт

$$\eta = \frac{30,35}{355,18} \cdot 100 = 8,5\% .$$

4.10 Висновок

В організаційно-технологічній частині проекту були розроблені вказівки і рекомендації щодо монтажу системи, визначений склад робіт, об'єми робіт згідно діючих нормативних документів.

Складено відомості в основних та допоміжних матеріалах для монтажу.
Підібрано необхідні механізми і пристосування.

Розроблені рекомендації по випробуванню і запуску системи в експлуатацію.

За розрахунками об'ємів робіт був складений календарний графік виконання робіт, а також розраховано техніко-економічні показники проекту.

5 ЗАХОДИ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ.

5.1 Принципова дія системи, що прийнята до експлуатації

У будинку котеджного типу, що розташований у м. Хмельницький приймається до експлуатації двотрубна система опалення з горизонтальною розводкою трубопроводів. Джерелом тепла є повітряно – водяний тепловий насос Cooper hunter VWS 320/2 . В якості теплоносія використовується вода з параметрами 35-55 °С. технічні характеристики теплового насосу наведені в додатку К.

Для оптимізації періодів роботи теплового насосу встановлена буферна ємність грійного контуру allSTOR plus VPS об'ємом V=600л.

Приготування гарячої води відбувається через теплообмінник SWEP-10.

Заповнення системи опалення здійснюються водою з міського водогону через підживлювальну лінію. Випуск повітря з системи відбувається через автоматичні повітрозбірники, через які також надходить повітря при зливанні води з системи опалення.

Регулювання тепловіддачі системи опалення здійснюється термостатичними клапанами фірми “HERZ”, які встановлюються на кожному опалювальному приладі. Вони автоматично регулюють витрату теплоносія через радіатор, залежно від заданої та фактичної температури повітря в приміщенні.

Гідравлічне балансування системи здійснюється ручними балансувальними вентилями фірми “HERZ”, які встановлюються на кожному відгалуженні та автоматично підтримують на ньому заданий перепад тиску.

В результаті моделювання гідравлічного режиму (див. додаток Д) було визначено діаметри трубопроводів та втрати тиску в системі опалення. Відповідно до визначених діаметрів монтаж системи опалення виконано з металопластикових труб фірми “VALSIR”. Труба PEXA1 складається з алюмінієвої стрічки, яка скручена в трубу і зварена ультразвуковим зварюванням по шву. Алюмінієва труба з обох сторін по черговою покрита шарами клею та поліетилену. Горизонтальна розводка виконана відкритим методом (див. аркуш 2 графічної частини). Для захисту труб, які прокладаються в конструкції підлоги, використана ізоляція «Climaflex».

Опалювальні прилади – радіатори сталеві фірми «Korado». Технічні характеристики радіаторів наведені в додатку Л.

У всіх кімнатах крім дитячих та спалень укладені системи теплих підлог, що керуються термостатичними кранами фірми «HERZ».

Перед кожним опалювальним приладом встановлений терморегулятор HERZ-TS-90-V з термостатичною головкою, запірний клапан та кран для випуску повітря. Термостатичний та запірний клапани дозволяють, при необхідності, від'єднати окремий опалювальний прилад не зливаючи воду з усієї системи опалення та не зупиняючи її роботу.

5.2 Технічні характеристики основного обладнання

Джерелом тепlopостачання системи є повітрянобай-водяний тепловий насос типу CooperShunter geoTHERM VWS 220/2. Технічні характеристики наведені в додатку К.

Монтаж системи тепlopостачання будинку виконано металопластиковими трубами Rexal фірми Valsir, призначеними для систем питного, гарячого водопостачання, систем водяних теплих підлог.

Опалювальні прилади – радіатори сталеві фірми «Korado». Технічні характеристики радіаторів наведені в додатку Л.

Основне навантаження на приготування гарячої води забезпечується системою вакуумних сонячних колекторів ALTEK SH-30, технічні характеристики (додаток Е) .

Матеріали, що використовуються в основних конструктивних елементах геліоколектора:

- прозорі трубки — боросилікатне скло високої якості;
- абсорбуючі пластини — мідні із селективним покриттям чорним нікелем;
- канали для руху теплоносія — мідь;
- ущільнення на кінцях вакуумованих трубок — ущільнювальна гума;
- корпус — алюміній.

Теплоносій — етиленгліколь (50%), який має такі властивості :

- питома теплоємність $C_p=3\ 300$ Дж/(кг•К);
- температура кипіння $T_{\text{кип}}=110^{\circ}\text{C}$;
- температура замерзання $T_{\text{зам}}=-36^{\circ}\text{C}$.

5.3 Експлуатація на весь період служби систем оплення та гарячого водопостачання та їх елементів

Технічна експлуатація інженерних систем - це підтримання їх у працездатному стані й забезпечення комфортних умов з найменшими затратами енергії, матеріалів і коштів.

Технічна експлуатація складається з технічного обслуговування і системи планово-запобіжних ремонтів (ПЗР). Система ПЗР, у свою чергу, охоплює планові огляди, перевірки, випробування а також поточний і капітальний ремонти. Чергування й їх періодичність визначаються: призначенням обладнання або мереж, вимогами до його безвідмовності, конструктивними особливостями, а також умовами експлуатації.

Крім зазначених заходів служба технічної експлуатації в необхідних випадках забезпечує: нагляд за будівництвом і прийняття в експлуатацію систем та обладнання; пуск їх у роботу, випробування й налагодження; контроль і регулювання розрахункових параметрів.

Технічне обслуговування - важливий профілактичний захід, що передбачає: догляд за обладнанням і мережами; проведення оглядів; систематичні спостереження за справним станом обладнання; контроль режимів роботи; додержання правил технічної експлуатації, інструкцій заводів-виробників і місцевих інструкцій; усунення дрібних дефектів та несправностей, що не вимагають зупинки обладнання або вимкнення мереж.

До технічного обслуговування належать також регулювання, чищення, продування, змащення й швидке, яке не потребує поточного ремонту, відновлення дієздатності обладнання, яке відключалося на період ремонту, або ділянки мережі.

Основні елементи системи ПЗР – це поточний і капітальний ремонт, а також планові огляди, перевірки й випробування.

Поточний ремонт – це основний профілактичний вид ремонту, що забезпечує довговічність і безвідмовність роботи обладнання й мереж. Його виконують у процесі експлуатації в неробочі дні та зміни. Поточний ремонт вимагає зупинки механізмів і машин, вимикання ділянок мережі. Здійснюється здебільшого без повного розбирання окремих вузлів і розкриття підземних мереж. Завдяки вчасній ревізії (чищенню, перевірці, змащуванню та заміні) окремих вузлів і деталей, а також налагодженню обладнання при цьому виді ремонту забезпечується подальша їх дієздатність.

Усі роботи, що відносяться до поточного ремонту, поділяють на дві групи:

- 1 – профілактичний ремонт, тобто плановий заздалегідь за обсягом і часом виконання;
- 2 – непередбачуваний ремонт, що його виконують терміново (скажімо на час стихійного лиха).

Капітальний ремонт – найбільш складний і повний вид ПЗР. До нього належать такі роботи, у процесі яких замінюють спрацьовані конструкції, вузли й деталі міцнішими або економічнішими з метою повного відновлення ресурсу обладнання або мережі. Усі об'єкти, які намічені для капітального ремонту, повинні мати детальний технічний опис ремонтних та налагоджувальних робіт із зазначенням їхніх обсягів. На роботи по капітальному ремонту складається проектно-кошторисна документація. Капітальний ремонт виконують здебільшого централізовано спеціальні організації.

Капітальний ремонт буває комплексним; поточним; вибіркоvim (підтримувальним).

Складовою частиною ПЗР є огляди й перевірки (випробування).

Огляди плануються як самостійна операція для обладнання й мереж з відносно великою трудомісткістю ремонту. Вони охоплюють перевірку стану обладнання, виявлення дефектів експлуатації й порушень правил техніки безпеки, уточнення складу та обсягу робіт для чергового поточного або капітального ремонту.

Перевірки (випробування) плануються як самостійна операція для особливо відповідального обладнання.

Проект з технічної експлуатації будинків та інженерних систем вмістить: її загальні принципи й організаційну структуру; зміст експлуатації на весь період служби системи або мережі; технологічні карти на основні види робіт з експлуатації та ремонту, перелік потрібних для цього сил і засобів; вказівки щодо постійного догляду за інженерним обладнанням і мережами. Як додаток до проекту розробляється інструкція технічної експлуатації.

6.4 Пуск, випробування системи опалення та її елементів

Випробування та пуск системи опалення.

Після закінчення монтажу системи опалення та іншого обладнання, виконується випробування системи опалення.

На всі виявлені при перевірці дефекти складають відомість, що передається генпідрядчику. Дефекти можуть бути усунені до початку гідравлічного випробування.

Перед пуском системи опалення в експлуатацію її ретельно промивають свіжою водою. Для цього трубопровід роз'єднують в двох місцях - на прямому та зворотному лініях. До лінії в місці роз'єднання підключають гнучкий шланг і подають по ньому в систему воду, яка в місці роз'єднання зворотної лінії відводиться в каналізацію.

Промивання слід проводити з великою швидкістю руху води в трубах до тих пір, поки з них не потече чиста вода. Після закінчення промивання розібрані ділянки з'єднують і систему повільно, щоб у трубах не виникали повітряні пробки, заповнюють водою через зворотний трубопровід.

Гідравлічне випробування трубопроводів виконують в такій послідовності:

- Зовнішній огляд трубопроводу;
- Приєднання водопроводу і гідравлічного преса;
- Встановлення заглушок і манометра;

- Наповнення системи водою до заданого тиску;
- Огляд трубопроводу і усунення дефектів;
- Остаточна перевірка і здача системи;
- Спуск води з системи;

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробовується система водяного опалення таким чином відключається джерело теплоносія (котел і розширювальний бак) гідростатичним методом - тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий тиск, але не менший за 0,2 МПа в нижній точці системи.

Гідравлічне випробування системи опалення виконується в такій послідовності: система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа; виявивши дефекти монтажу на слух, знижують тиск до атмосферного і ліквідують їх; потім система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримується протягом 5 хв.

Система опалення витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа при гідравлічному випробуванні і 0,01 МПа – при пневматичному, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі.

Гідравлічне випробування частини системи з металопластикових труб виконують випробування для частини системи. Випробування на герметичність при тискові, що перевищує робочий в 1,5 рази, але не менше 0,6 МПа при постійній температурі води. При підготовчих роботах перед гідравлічним випробуванням необхідно:

- тимчасово зняти запобіжні, регулювальні клапани, датчики, якщо допустимий тиск цієї арматури менше величини пробного тиску;

- відключені елементи замінити заглушками із запірними клапанами, допустимий тиск для яких більше величини пробного тиску;

- підключити до системи манометр з точністю вимірювань 0,01МПа.

Гідравлічне випробування системи проводять в 2 етапа : 1-й етап – на протязі 30 хв двічі піднімати тиск до розрахункової величини через кожні 10 хв. Наступні 30 хв падіння тиску в системі не повинно перевищувати 0,06 МПа. 2-й етап – наступні 2 год падіння тиску (від досягнутого на 1-му етапі) не повинне бути більше, ніж на 0,02 МПа . У разі виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, система спорожнюється і усуваються дефекти, Течі усувають на згону підмоткою лляної пасма під контргайку з наступним підтягуванням її, а нещільність з'єднання трубопроводів - перепакуванням з'єднання з заміною лляного пасма, якщо різь знаходиться в хорошому стані. При незначному ушкодженні різі її можна перепакувати на стрічці ФУМ (фторопластовий ущільнюючий матеріал).

Течі ніпельних з'єднань радіаторів усувають перепакуванням, для чого демонтують радіатор і встановлюють нові прокладки. Пошкоджені секції радіаторів замінюють новими. Течі в запірній та регулюючій арматурі усувають підтягуванням контргайки, набиванням сальників або повної їх заміною. Потім гідравлічне випробування повторюється. Після гідравлічних випробувань водопровідна вода, що є в системі опалення, зливається в каналізацію. Ефективність роботи системи опалення визначається після її семигодинної неперервної роботи з теплоносієм в подавальному трубопроводі з температурою, не нижчою за 50 °С і робочим тиском. Після гідравлічного випробування складається акт про гідравлічне випробування системи опалення, наведений у додатку. Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування. Запущена в роботу система опалення має прогріватись протягом 24 годин, після чого проводиться її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В разі потреби використовуються спеціальні прилади (тепловізори, електронні термощупи тощо). В результаті огляду виявляється і регулюється рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевіряються розрахункові параметри теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; контролюється безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях. Здаючи систему опалення в експлуатацію, подають комплект виконавчої документації (робочі креслення з внесеними змінами), всі акти

приймання прихованих робіт, паспорти обладнання, акти гідравлічного і теплового випробувань системи.

5.5 Налагодження робочих режимів системи опалення та її елементів

Налагодження радіаторних термостатичних клапанів HERZ-TS-90-V

Клапан серії ГЕРЦ-TS-90-V призначений для установки в закритих двотрубних системах з циркуляційними насосами, в яких потрібне гідравлічне налаштування.

Термостатичний клапан встановлюється на подаючому трубопроводі проводі обв'язки приладу опалення (з протоком в напрямку стрілки). Вісь штока клапана ГЕРЦ для забезпечення оптимального регулювання кімнатної температури повинна знаходитись в горизонтальному положенні. Для бездоганної довголітньої роботи клапанів TS-90-V в системі необхідно передбачити установку комплекту фільтрів. На зворотному трубопроводі встановлюється клапан RL-5, який дозволяє відключити прилад опалення. Попереднє налаштування полягає у створенні додаткового гідравлічного опору за допомогою плавно регульованого ззовні дросельного елемента - кільця, що охоплює конус клапана. Встановлена ступінь попереднього налаштування недоступна для несанкціонованого втручання (зміни). Попереднє налаштування здійснюється за допомогою інсталяційного ключа, який надягається на зубчастий вінець букси. Для швидкого підбору попереднього налаштування можна використовувати таблицю вибору . Зняти в залежності від встановленого виробу:

- ручний привід;
- термостатичну головку;
- захисний ковпачок .

✓ Відвернути і зняти закриваючу втулку.

✓ Надіти регулюючий ключ на шийку клапана і закріпити шляхом закручування нижньої кромки ключа на відповідну різь шийки клапана.

- ✓ Ввести в зачеплення відповідні шліци ключа вздовж осі. Закрити клапан до упору обертаючи рукоятку ключа за годинниковою стрілкою .
- ✓ Вивести із зачеплення шліци ключа і клапана відтягнувши рукоятку ключа вгору.
- ✓ Поєднати поз. «0» з указником «▲» і ввести в зачеплення шліци, перемістивши рукоятку ключа по корпусу клапана .
- ✓ Обертанням рукоятки ключа проти годинникової стрілки (в бік відкриття), поєднати необхідний ступінь налаштування з покажчиком відміку «^» .
- ✓ Встановити на колишнє місце закриваючу втулку, використовуючи тильну
- ✓ сторону ключа налаштування. Зусилля закручування обмежено спрацьовуванням тріщалки .
- ✓ Встановити на колишнє місце:
 - ручний привід;
 - термостатичну головку;
 - захисний ковпачок .

Установка вентиля на зворотному трубопроводі в радіатора дозволяє відключити радіатор, а при одночасному перекритті клапана терморегулятора (положення «0») радіатор може бути демонтований під час роботи системи. Промивання радіатора або ремонт приміщення можна проводити, не перериваючи роботи системи.

Якщо необхідні функції перед налаштування, наприклад, при встановленні клапанів серії TS-90, наповнення і спорожнення опалювального приладу через вентиль для відключення радіатора, рекомендовано установку вентиля типу HERZ-RL-5.

Перекриття здійснюється за допомогою універсального ключа або шестигранного ключа SW 8. Повне відкриття досягається 3 ... 3,5 оберти.

Шпindel захищений від випадкового викручування і, крім того, закритий металевим ковпачком.

Налаштування термоголовки

Комфортне налаштування:

Позиція  відповідає комфортній температурі в приміщенні, рівній 20°C .

Захист від морозу:

В позиції * клапан термостата автоматично відкривається при ~ 6 °С, і вода починає надходити в прилад, що попереджає замерзання приладу опалення та приміщення. Теплове запирання: У позиції «0» термостат закритий. захист від морозу вимкнено. Термостатична функція зберігається. Можливо довільне відкриття клапана при t ° близькою до нуля . Заводське налаштування позначено точкою на термоголовки і відповідає повному діапазону обертання. Для закривання термостата і відключення радіатора необхідно використовувати термоголовку з позицією механічного запирання («0») або запірний ковпачок.

Налаштування на літній режим роботи: Після закінчення опалювального сезону слід повністю відкрити термоголовку обертанням маховичка проти годинникової стрілки до упору.

Головка термостата ГЕРЦ не повинна піддаватися впливу прямих сонячних променів і тепла, випромінюваного, наприклад, такими пристроями, як телевізор. Якщо прилад опалення закритий (фіранкою), то утворюється теплова зона, температура в якій вище кімнатної і термостат не може ефективно регулювати кімнатну температуру. У цьому випадку необхідно використовувати термостатичну головку ГЕРЦ з виносним датчиком або термостатичну голівку з дистанційним регулюванням.

Налаштування балансувальних вентилів HERZ- Штремакс

Відповідно до сучасними технологіями для гідравлічної ув'язки циркуляційних кілець використовують балансувальні вентиля, в яких формують необхідні гідравлічні опори і, тим самим, забезпечують розрахункову витрату теплоносія. У порівнянні з дроселюючими шайбами балансувальні вентиля мають наступні

переваги:

- Балансувальний вентиль можна використовувати як замикаючий для припинення подачі теплоносія в стояк;

- У процесі експлуатації можлива зміна гідравлічної перенастроювання вентиля у зв'язку із змінами гідравлічного опору в системі опалення,

наприклад, внаслідок змін прохідного перерізу сталевих труб з плином часу, здачею в експлуатацію приміщень наступної черги (поетапна здача в експлуатацію) тощо; - Незрівнянно менша ймовірність засмічення і можливість ліквідації його без тривалої зупинки системи і з меншим обсягом монтажних-налагоджувальних робіт. Ручні балансувальні вентиля встановлюються замість дроселюючих шайб для ручного регулювання витрати і зниження надлишкового тиску в системах опалення.

Ручні балансувальні вентиля повинні відповідати таким вимогам:

1. Володіти надійністю, стійкістю до дії теплоносія і присутніх в ньому речовин.

2. Забезпечувати точність настройки гідравлічного опору не менше 5%.

Число обертів від положення "повністю закрито" до "повністю відкрито" має бути не більше 20 і не менше 4.

3. Мати можливість контролю налаштування, що виконується

4. Володіти широким робочим діапазоном регулювання.

5. Не проводити шум в межах більших, ніж допустимо санітарними нормами у всьому робочому діапазоні.

6. Мати можливість повного перекриття потоку.

Цим вимогам задовольняють ручні балансувальні вентиля HERZ- Штремакс.

Ручні балансувальні вентиля Штремакс М, GM, слід встановлювати спільно з запірними вентилями Штремакс А або D. Кріплення золотника вентилів Штремакс

дозволяє встановити їх як по потоку, так і проти напрямку потоку. Балансувальні вентилі Штремакс М і GM встановлюються звичайно на зворотному стояку, а запірні вентилі Штремакс А або D на подаючому стояку, хоча можлива інша установка. За допомогою наявних на корпусі вентилів вимірювальних клапанів (ніпелів) є можливість налаштувати вентиль на необхідну гідравлічний опір або відповідний йому витрата теплоносія. Для цього необхідно виміряти перепад тиску на вентилі-якими стандартними манометрами, а потім розрахувати або визначити за спеціальними номограмам, прикладеним до технічної документації на вентиль (нормалей), дійсний витрата води через балансувальний вентиль. Точне налаштування гідравлічної системи можливе лише з використанням спеціальних вимірювальних приладів Герц, які випускаються в двох модифікаціях:- Вимірювальний прилад Герц 8903 "Flow Plus". Діапазон вимірювань 0 ... 20 бар, макмальний тиск 40 бар;

- Портативний вимірювальний прилад Герц 8900. Діапазон вимірювань 0 ... 10 бар, максимальний вимірювальний тиск 15 бар.

5.6 Регулювання відпуску теплоти

Вхідні даними для розрахунку є:

- розрахункова температура зовнішнього повітря $t_{н.о.} = - 21 \text{ }^\circ\text{C}$;
- середня температура внутрішнього повітря $t_{в} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$.

Перепад температур води в опалювальній системі в розрахунковому режимі:

$$\theta' = \tau'_{02} - \tau'_{01}, \quad (5.1)$$

$$\theta' = 55 - 35 = 20 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Перепад температур між нагрівальними приладами та внутрішнім повітрям:

$$\Delta t'_0 = 0,5(\tau_{01} + \tau_{02}) - t_{в.р.}, \quad (5.2)$$

$$\Delta t'_0 = 0,5(55 + 35) - 21 = 24 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Запишемо

рівняння для визначення відносного теплового навантаження в залежності від температури зовнішнього повітря:

$$\bar{Q}_0 = \frac{Q_0}{Q'_0} = \frac{t_{\text{в.п.}} - t_{\text{н.}}}{t_{\text{в.п.}} - t_{\text{н.о.}}}. \quad (5.3)$$

Запишемо рівняння для визначення температури води в подавальному трубопроводі мережі:

$$\tau_{01} = t_{\text{в.п.}} + \Delta t'_0 \cdot \bar{Q}_0^{0.8} + 0,5\theta' \bar{Q}_0. \quad (5.4)$$

Запишемо рівняння для визначення температури води в зворотному трубопроводі мережі

$$\tau_{02} = t_{\text{в.п.}} + \Delta t'_0 \cdot \bar{Q}_0^{0.8} - 0,5\theta' \bar{Q}_0. \quad (5.5)$$

Прийmemo температуру зовнішнього повітря $t_3 = 8 \text{ }^\circ\text{C}$.

Тоді, відносне теплове навантаження:

$$\bar{Q}_0 = \frac{21 - 8}{21 + 21} = 0,31.$$

Температура води в подавальному трубопроводі системи:

$$\tau_{01} = 21 + 24 \cdot 0,31^{0.8} + 0,5 \cdot 20 \cdot 0,31 = 33,49$$

Температура води в зворотному трубопроводі системи:

$$\tau_{02} = 21 + 24 \cdot 0,31^{0.8} - 0,5 \cdot 20 \cdot 0,31 = 27,3 \quad \text{Приймаємо далі}$$

температури зовнішнього повітря від $8 \text{ }^\circ\text{C}$ до $-21 \text{ }^\circ\text{C}$, та проводимо аналогічні розрахунки. Результати розрахунків представлені в таблиці 4.1. Таблиця 4.1 – Залежність температури в подавальному і зворотному трубопроводах системи опалення від температури зовнішнього повітря.

\bar{Q}_0	$t_3, ^\circ\text{C}$	$\tau_{01}, ^\circ\text{C}$	$\tau_{02}, ^\circ\text{C}$
0,31	8	33,49	27,3
0,38	5	35,9	28,28
0,5	0	39,78	29,78
0,62	-5	43,54	31,16
0,74	-10	47,2	32,44
0,86	-15	50,79	33,64
1	-21	55	35

6.7 Технічне обслуговування системи

Нормальна робота джерела тепла, мереж і споживачів потребує постійного контролю за станом обладнання, а також дотримання режимів відпускання тепла відповідно до параметрів, які задані.

Систему теплопостачання обслуговує представник сервісної організації, за графіком згідно договору сервісного обслуговування обладнання системи.

В об'єм робіт по обслуговуванню теплової системи входить:

- підтримування в справному стані всього обладнання системи шляхом проведення своєчасного її огляду й ремонту;

- спостереження за роботою арматури та інших елементів обладнання із своєчасним усуненням несправностей;

- усунення надлишкових (більших за нормативні) втрат тепла шляхом своєчасного відключення ділянок мережі, що не працюють;

- своєчасне відновлення зруйнованої ізоляції;

- усунення гідравлічних витрат в мережі, які перебільшують нормативні, за рахунок регулярного промивання й очищення трубопроводів;

- вчасне виведення повітря через повітровідвідники з теплопроводів та недопущення підсмоктування повітря шляхом постійної підтримки надлишкового тиску у всіх точках системи;

- підтримування в системі необхідних гідравлічних і теплових режимів при систематичній перевірці параметрів в характерних точках мережі й на теплових пунктах;

- прийняття заходів по попередженню, локалізації та ліквідації несправностей системі.

Перевірку системи проводять перед початком опалювального сезону, та після його закінчення, також після тривалих перерв у постачанні електроенергії.

Також необхідні профілактичні перевірки протягом опалювального періоду, згідно договору сервісного обслуговування обладнання системи.

6.8 Оцінка надійності та довговічності системи опалення

До опалювальної установки, як однієї з будівельно-технологічних установок будівлі, пред'являються різноманітні вимоги. Всі вимоги, найбільш повно виражаються стосовно до приміщень постійного або тривалого перебування людей, можна розділити на п'ять груп:

- санітарно-гігієнічні - підтримка певної та рівномірної температури в часі, в плані та по висоті приміщення без посиленої рухливості повітря, а також обмеження температури поверхні опалювальних приладів;

- економічні - обмеження первісної вартості і вартості експлуатації, зменшення витрати металу;

- будівельні - дотримання відповідності архітектурно-планувального рішення приміщення, розміщення опалювальних елементів в ув'язці, а іноді суміщення з будівельними конструкціями, обмеження терміну виконання монтажних робіт, здійснення ремонту без пошкодження основних конструкцій будівлі;

- монтажні - виготовлення мінімального числа уніфікованих і знеособлених деталей і вузлів у заводських умовах, скорочення витрат ручної праці при складанні з метою підвищення продуктивності праці;

- експлуатаційні - забезпечення довговічності, простоти і зручності управління і ремонту, безшумності і безпеки дії, тепловий надійності.

Поняття теплова надійність –це забезпечення установкою розрахункових параметрів теплоносія протягом всього опалювального сезону. Установка повинна забезпечити передачу тепла в кожне опалювальне приміщення відповідно до теплового розрахункового навантаження.

Показниками надійності та довговічності системи опалення є:

а) середнє напрацювання обладнання на відмову;

б) середній повний строк служби.

Оцінку відповідності показника надійності, середнього напрацювання обладнання на відмову провести на етапі приймання, випробувань, експериментальним шляхом. На всі вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

Гарантійний термін роботи теплового насоса складає один рік з моменту придбання. Тепловий насос має великий термін служби до капітального ремонту (до 10 - 15 опалювальних сезонів) і працює повністю в автоматичному режимі.

Гарантійний термін експлуатації сталевих радіаторів складає 10 років, за умови дотримання умов експлуатації.

Розрахунковий термін експлуатації металопластикових труб у системах опалення складає 25 років.

Гарантійне та післягарантійне обслуговування системи та обладнання здійснюється представниками сервісної організації з якою укладено договір на

обслуговування. Виріб, що вийшов з ладу протягом гарантійного терміну через виробничі дефекти, ремонтується або замінюється безкоштовно для замовника.

Витрати, пов'язані з демонтажем дефектного виробу і монтажем заміненого по гарантії виробу оплачує замовник. У випадках виходу з ладу виробів після гарантійного терміну, витрати пов'язані з сервісним обслуговуванням оплачує замовник.

5.9 Можливі неполадки в системі та засоби їх усунення

5.9.1 Відключення електропостачання

При моновалентному режимі роботи теплонасосна установка, як єдиний теплогенератора повинна забезпечувати все теплоспоживання будівлі. Щоб визначити необхідну теплову потужність, повинні бути також враховані надбавки на періоди припинення подачі електроенергії енергопостачальною організацією. Подача електроенергії може бути перервана максимум на 3х2 год. протягом 24 годин.

Для замовників, які мають особливі контракти з енергопостачальною організацією, слід також взяти до уваги можливі особливі правила.

Унаслідок інертності будівлі при визначенні надбавки на потужність 2 годинний період припинення подачі електроенергії в розрахунок не приймається.

При цьому, однак, тривалість періоду постачання між двома відключеннями повинна бути не менше попереднього часу припинення.

5.9.2 Розбалансування системи опалення

Сучасні системи опалення, мають розгалужену мережу трубопроводів з різною довжиною, діаметрами і гідравлічними опорами. Якщо не провести гідравлічну балансування системи, частина приміщень буде перегрітою, а частина недогрітою. Це призведе як до втрат тепла в надмірно перегрітих приміщеннях, так і до скарг споживачів в недогрітих приміщеннях.

Перевитрата теплоносія в окремих частинах системи опалення призводить до недостатньої витрати в інших частинах системи, до шумів на регулюючих термостатичних клапанах. З досвіду відомо, що підвищення температури в приміщенні на 1 ° С призводить до перевитрати тепла (енергії) на 6 - 10%.

Існують кілька причин відхилень витрат від реальних величин:

1. Помилки при проектуванні, похибки розрахунків.
2. Похибки пов'язані з вибором труб, опалювальних приладів, насосів.
3. Відхилення від проекту при монтажі.

4. Поява додаткових опорів в гідравлічній системі через: звуження перерізу трубопроводів у зварних стиках, збільшення кількості поворотів у порівнянні з проектом, появи відкладень в трубопроводах, нагрівальних приладах. Для усунення недогріву віддалених приміщень, можна встановлювати насос з великим напором, що призведе до перевитрати в системі опалення, тепла й електроенергії. При балансуванні виявляється можливим перейти на більш низьку швидкість насоса, що зменшує споживання енергії і збільшує термін служби насоса. Добре збалансована система знижує як інвестиційні, так і експлуатаційні витрати. Відповідно до сучасними технологіями для гідравлічної ув'язки циркуляційних кілець використані балансувальні вентиля, в яких формують необхідні гідравлічні опору і, тим самим, забезпечують розрахункову витрату теплоносія. Для нормальної роботи системи опалення необхідно створити стійкий тиск в трубопроводах. Втрати тиску зростають, якщо труби забруднені відкладеннями накипу і бруду. Чистоти внутрішніх стінок труб можна досягти старанною промивкою їх під час літнього ремонту обладнання.

5.9.3 Неполадки в роботі арматури, відсутність регулювальних приладів

Найбільш поширеним пошкодженням запірної арматури є негерметичність ущільнюючих улаштувань. Причинами розгерметизації арматури можуть бути: під ущільнюючу речовину потрапив бруд, на ущільнюючому влаштуванні утворились подряпини, вибоїни і нерівномірно стерті поверхні. Якщо потрапив бруд, необхідно

декілька раз закрити і відкрити арматуру, цим самим дати можливість потоку рідини змити бруд, якщо він осів. В іншому випадку розібрати арматуру і видалити бруд. Якщо виявлені подряпини, вибоїни, нерівності – їх усувають притиранням ущільнюючого влаштування арматури.

До причин погіршення роботи системи, які виникають при проектуванні та монтажі відносять: відсутність кранів біля нагрівальних приладів, неправильна установка запірно-регулюючої арматури, неправильне приєднання стояків до магістралі. Відсутність кранів біля нагрівальних приладів. Регулювальні пристрої (вентилі, крани, дросельні клапани) в системах опалення повинні встановлюватися з таким розрахунком, щоб можна було забезпечити регулювання тепловіддачі по приміщеннях. Неправильна установка запірно-регулюючої арматури. При монтажі опалювальних систем установка запірно-регулюючої арматури повинна виконуватись у суворій відповідності з проектом, так як заміна одної арматури іншою може призвести до значної зміни опору в циркуляційних кільцях. При монтажі можуть з'явитися і багато інших, неврахованих розрахунком, місцевих опорів: прогинання труб, незачищені задирки на кінцях труб і т. п., які також погіршують прогрівання приладів.

5.9.4 Причини погіршення роботи системи, які виникають в процесі її експлуатації

До причин погіршення роботи системи, які виникають в процесі її експлуатації, відносять: повітряні пробки, засмічення і нещільності трубопроводів .

Повітряні пробки. В систему опалення повітря потрапляє разом з водою і при нагріванні виділяється у вигляді окремих повітряних скупчень, бульбашок.

Повітря може потрапити в систему також при її недостатньому заповненні водою. При швидкому наповненні, коли стояк заповнюється раніше, ніж нагрівальні прилади більшого об'єму, частина повітря може залишатися у верхній зоні приладу. Теж саме відбувається при наявності зворотного нахилу (контрнахилу) в підводках до нагрівального приладу.

Контрнахили зазвичай з'являються при недостатньо міцному кріпленні приладів, необережному виконанні монтажних і ремонтних робіт, механічних пошкодженнях труб та ін. Для нормальної роботи системи все повітря з неї слід видаляти в атмосферу, в іншому разі він буде скупчуватися у верхніх зонах труб і приладів, утворюючи повітряні пробки, які порушують або зовсім припиняють на деякий час циркуляцію води в системі і викликають корозію сталевих елементів системи опалення. Видалення повітря із систем з примусовою циркуляцією виконується шляхом відкривання повітряних кранів на опалювальних приладах або автоматичних повітрозбірників, які встановлюються в найвищих точках системи. Якщо відкриттям повітряних кранів при ввімкненій системі не вдається ліквідувати повітряні пробки, рекомендується виконати наступне: зупинити насос або перекрити засувки на вводі; через 10 – 15 хв., коли припиниться циркуляція води і все повітря в системі займе верхнє положення, відкрити повітряні крани і видалити повітря, яке не розчинилося у воді. Засмічення. Утворюються внаслідок потрапляння в систему піску, будівельного сміття, окалини, залишків ущільнюючих матеріалів і т. п. В результаті засмічень звужуються або повністю перекриваються прохідні перерізи, знижується тепловіддача нагрівальних приладів та іншого обладнання.

Найбільш імовірно утворення засмічень в місцях зміни напрямку руху теплоносія (трійники, хрестовини, відступи), установки запірно-регулюючої арматури, звуження перерізу при зміні діаметру, а також в перерізах де різко знижується швидкість руху води (нагрівальні прилади).

Для запобігання утворенню засмічень необхідно приймати профілактичні заходи як в процесах монтажу і ремонту, так і при експлуатації. Ефективним способом очистки системи від бруду є періодичне промивання системи опалення. Промивання необхідно виконувати відразу по завершенню опалювального сезону (відкладення ще рихлі і легко видаляються).

Нещільності трубопроводів. Такі дефекти призводять до витікання води з системи.

Нещільності в різьбових та запресованих з'єднаннях виникають через низьку якість ущільнення або сильно глибокої різі. Причинами появи нещільностей можуть

виявитися недостатня компенсація температурних видовжень трубопроводів або механічні пошкодження. Не прогрів обладнання може бути і внаслідок декількох несправностей, тому всякі поспішні висновки про причини не прогріву часто призводять до неоправданих і неефективних робіт. Для запобігання безкорисних затрат часу і засобів відшукування причин не прогрівів слід виконувати в певній послідовності. При значних не прогрівах віддалених стояків необхідно послідовно з'ясувати, чи достатній рівень води в системі, чи справно працюють прилади повітровидалення, чи немає повітряних пробок; чи забезпечуються на вводі необхідні параметри теплоносія (температура води у відповідності з графіком, а також різниця тисків у трубопроводах); чи не поступає гаряча вода із подавальної магістралі в зворотну, обходячи стояки і прилади; чи немає в системі не передбаченої проектом запірно-регулюючої арматури, правильність встановлення арматури; чи правильно з'єднані стояки з магістральними трубопроводами; чи не пошкоджена теплова ізоляція; чи достатньо відрегульована система, чи немає в системі засмічень та інших додаткових опорів. Частою причиною непрогрівів є виникнення повітряних пробок. При відшукуванні місць їх утворення необхідно перевірити правильність нахилів трубопроводів, роботу повітрозбірників. Слід детально перевірити наявність повітряних мішків у місцях згинання труб. Іноді можна спостерігати перебої в прогріванні опалювальних приладів. Причиною такого явища може бути наявність в системі блукаючих повітряних пробок, які виникають в результаті несправності або конструктивних недоліків пристроїв для випускання повітря. В цьому випадку в місцях можливого скупчення повітря слід встановити додаткові повітрозбірники. Якщо встановлено, що причиною непрогріву є засмічення, то необхідно відшукати місця засмічень, тимчасово демонтувавши ці ділянки і ліквідувати засмічення і також причини, які їх викликають. Місця засмічень слід шукати в певній послідовності на границях прогріву і непрогріву труб. Значні труднощі виникають при відшукуванні і усуненні так званих "бродячих" засмічень, які створюються порівняно легким сміттям (тріски, льняне волокно і т. п.), так як вони переміщуючись, можуть зосереджуватись в різних по довжині трубопроводах.

5.10 Стійкість системи опалення

Під тепловою стійкістю системи опалення розуміють властивість пропорційно змінювати теплопередачу опалювальних приладів, підтримуючи задану температуру повітря в приміщенні, при відхиленнях від розрахункових значень параметрів, що характеризують теплоносій, повітряні внутрішнє та зовнішнє середовища .

Забезпечення стійкості системи опалення – головна задача ув'язування циркуляційних кілець з гідравлічної точки зору, але наявність терморегуляторів у системі опалення робить її гідравлічний режим змінним. Тому виникає необхідність забезпечення керованості поточкорозподіленням у системі. Стійкість системи досягається традиційним шляхом – ув'язуванням гідравлічних кілець, що необхідно при виході системи в робочий режим після запуску, нічного режиму тощо; керованість – шляхом забезпечення авторитетів терморегуляторів, що необхідно для ефективної роботи системи у робочому режимі.

В запроектованій системі опалення використовується метод приблизного ув'язування циркуляційних кілець, з покладанням остаточного гідравлічного збалансування системи на терморегулятори. Терморегулятори збалансовують систему. Термін цієї дії буде пов'язаний з інерційністю будівлі та системи. Спочатку прогріватиметься приміщення, через яке проходить циркуляційне кільце з меншим гідравлічним опором. Після досягнення установленної на терморегуляторі температури повітря приміщення він почне прикриватись, збільшуючи опір циркуляційного кільця, і теплоносій в більших кількостях надходитиме до решти опалювальних приладів.

Отже, відбувається нерівномірний вихід у тепловий режим приміщень, характеризований початковою гідравлічною незбалансованістю, що може виникати при запуску системи опалення, після режиму заощадження (нічного, чергового та ін.). Для уникнення розбалансування системи виконано гідравлічне ув'язування кілець за втратами тиску в них між точками приєднання кінцевих ділянок. Похибка втрат тиску в циркуляційних кільцях при цьому не перевищує $\pm 15\%$. Реально дисбаланс буде меншим за рахунок самобалансування системи.

Під дисбалансом розуміють невідповідність реальних гідравлічних параметрів циркуляційного кільця розрахунковим. За законами гідравліки система опалення завжди самобалансується. Основною задачею гідравлічного розрахунку є розрахункове обмеження самобалансування системи у заданих рамках. Такий підхід діє лише на момент виходу системи з терморегуляторами у робочий режим. У початковий момент всі терморегулятори є відкритими, або, принаймні, непрацюючими (мається на увазі стабільне положення штоку термостатичного клапана). Поступово терморегулятори прикриваються у відповідності до виставлених на них температур. При цьому розподілення теплоносія в циркуляційних кільцях ніколи, навіть за повного співпадання всіх вихідних параметрів, що характеризують систему опалення, з реальними, не буде відповідати розрахунковому. Це викликано не тільки збільшенням поверхні теплообміну опалювальних приладів, а й роботою терморегуляторів. Таким чином, розрахунковий і реальний режими роботи системи опалення з терморегуляторами не співпадають.

Робота такої системи пов'язана, насамперед, з самобалансуванням, причиною якого є автоматичне кількісне регулювання теплоносія термостатичними клапанами. При цьому виникне перерозподіл теплоносія в опалювальних приладах, стояках. Оскільки системи опалення є інерційними і огорожувальні конструкції будівлі також є інерційними, при закритті частини терморегуляторів на опалювальних приладах в їх решту буде надходити надмірна кількість теплоносія доти, поки не зреагують терморегулятори.

Навіть використання терморегуляторів з незначним часом запізнювання не в змозі запобігти в повній мірі зниженню енергозаощаджуваності і зменшенню перепаду температур теплоносія за рахунок підвищення її на виході опалювальних приладів. Для цього використовуються автоматичні регулятори перепаду тиску.

Регулятори перепаду тиску призначені для підтримання заданого перепаду тиску на відгалуженнях, запобігання шумоутворенню терморегуляторів, запобігання надмірних перетоків теплоносія і шумоутворенню при цьому, забезпечення керованості поточкорозподіленням терморегуляторами. Такі регулятори є

ефективним засобом енергозбереження та створення теплового комфорту приміщення.

Встановлені автоматичні регулятори перепаду тиску в системі опалення на стояках та приладових вітках для запобігання перетоків теплоносія дають також енергозаощаджуючий ефект приблизно 5%. Базується він на тому, що при спрацюванні частини терморегуляторів на закривання одразу ж реагують автоматичні регулятори і не допускають надмірного зростання витрати теплоносія в решті терморегуляторів. За відсутності цих регуляторів така задача покладалася б на терморегулятори, час спрацювання яких значно більший, оскільки залежить від їх конструктивних особливостей, інерційності будівлі та системи опалення.

Отже, автоматичні регулятори перепаду тиску запобігають несанкціонованим перетокам теплоносія в системі опалення і збільшенню його температури в зворотній магістралі, що дає додатковий енергозберігаючий ефект, оцінюваний приблизно у 5 % .**5.11 Експлуатація системи сонячних колекторів (СК)**

Для забезпечення надійної та ефективної роботи сонячних установок протягом всього розрахункового періоду необхідно здійснити правильний вибір геліотехнічного обладнання і матеріалів для його виготовлення і провести якісно роботи по установці, монтажу та експлуатації обладнання.

При використанні в контурі колектора антифризу повинен бути передбачений розширювальний бак, ємність якого становить приблизно 1-2% ємності контуру, включаючи сам колектор.

При пуску рідинного колектора сонячної енергії повинні дотримуватися певні правила безпечної роботи, що запобігають його пошкодження. У сонячний полудень температура променепоглинаючої поверхні СТК, не заповненого теплоносієм, може досягати температури 200 ° С і більше. При надходженні холодної рідини виникає тепловий удар, що призводить до руйнування скління і утворення тріщин і здуття в каналах для теплоносія. Для запобігання цих небажаних явищ заповнення колектора теплоносієм необхідно виробляв тоді, коли температура променепоглинаючої

поверхні невелика, тобто вранці або ввечері. Це в першу чергу відноситься до СТК, в яких передбачений дренаж теплоносія. Аналогічна ситуація виникає при відключенні насоса з тієї чи іншої причини. При наявності системи автоматичного управління в ній повинен бути передбачений датчик максимальної температури, не допускає включення насоса при небезпечно високій температурі абсорбера. Перед першим пуском змонтованої установки проводиться її зовнішній огляд, гідравлічні випробування тиском 250 кПа, перевірка повітрозбірника і повноти зливу рідини при дренажі.

При перегріві акумулятора теплоти можливе утворення пари, для запобігання підвищення тиску передбачається запобіжний клапан. Для автоматичного видалення повітря з контуру сонячного колектора у верхній точці повинен бути розташований повітрозбірник. Всі матеріали повинні витримувати максимальні температури, які можуть мати місце при холостому ході (без теплоносія) колектора. Це відноситься до матеріалів теплової ізоляції та деталей корпусу, стикаються з променепоглинаючою поверхнею, температура якої може досягати 170-250 °С .

Що стосується експлуатації, то в порівнянні із звичайними установками вони вимагають мало догляду. Для забезпечення контролю за роботою установки необхідно встановити прилади: манометр для вимірювання тиску в закритих системах, термометри або термомпари для контролю температури на вході і виході колектора, в акумуляторі. Якщо перепад температур в колекторі зменшується, це свідчить про забиванні теплообмінника. Забруднення скління, попадання повітря в колектор знижують теплопродуктивність колектора. При появі протікань в рідинних геліосистемах через пошкодження труб, виникнення нещільності в місцях зварювання і ущільнень система повинна бути виключена.

При порушенні цілісності скління колектора, його розгерметизації всередину колектора потрапляють опади, які погіршують якість матеріалів, в тому числі теплової ізоляції, і знижують теплотехнічні показники колектора в цілому.

Також можуть виникнути труднощі у зв'язку з заledenінням і скупченням снігу на даху і поверхні колектора. Для усунення цих незручностей можна

використовувати пристрій для відтавання, яке прокачує нагрітий теплоносії з акумулятора в колектор, при цьому скління прогрівається і сніг зісковзує з колектора. В інших випадках доводиться видаляти сніг вручну з дотриманням запобіжних заходів.

5.12 Висновок

Вданому розділі проекту були розроблені правила і рекомендації з експлуатації системи опалення та гарячого водопостачання. Проаналізовані можливі технічні неполадки роботи систем, та описані методи, щодо їх усунення. Технічне обслуговування системи проводиться сервісною організацією, згідно умов договору сервісного обслуговування. Перевірку систем рекомендовано проводити двічі на рік.

6 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

6.1 Загальна оцінка екологічної ефективності використання теплового насоса

Використання теплових насосів, та геліоколекторів є однією з важливих складових програм екологічної і енергетичної безпеки країн Європейського Союзу.

Тепловий насос не тільки заощаджує кошти, але і зберігає здоров'я мешканцям будинку . Агрегат не спалює паливо, значить не утворюються шкідливі окисли типу CO, CO₂, NO_x, SO₂, PbO₂. Тому навколо будинку на ґрунті немає слідів сірчаної, азотистої, фосфорної кислот і бензольних з'єднань. На ТЕЦ скорочується витрата палива на виробництво електрики. Застосовувані ж у теплових насосах фреони не містять хлорвуглеводів і ознобезпечні.

6.2 Характеристика холодоагенту та його екологічної безпечності

Як холодоагент в установці використовується суміш R407C (зеотропна суміш: 23% R32 + 25% R125 + 52% R134a), за нормальних умов, вона не є токсичною і вогненебезпечною.

Оцінка впливів холодоагентів на довкілля визначається за двома основними параметрами:

- потенціал глобального потепління (ПГП) - параметр, який чисельно визначає радіаційний вплив молекули певного парникового газу відносно молекули діоксиду вуглецю, тобто коефіцієнт, що визначає ступінь впливу різних парникових газів на глобальне потепління. Ефект від викиду оцінюється за певний проміжок часу. Як еталонний газ взято діоксид вуглецю (CO₂), чий ПГП дорівнює 1. ПГП(R407C)=1,610.

- озоноруйнуючий потенціал (ОРП) для R407C дорівнює 0.

6.3 Розрахунок зменшення кількості шкідливих викидів в атмосферу при застосуванні теплового насоса

Тепловий насос в ідеалі не можна вважати абсолютно екологічно чистим генератором тепла, адже він використовує електричну енергію, а виробництво електроенергії пов'язане з викидами шкідливих речовин в атмосферу, хоча коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову, у теплового насоса доволі високий і складає: $\varepsilon = 4,51$.

Екологічний ефект від використання теплового насоса можна оцінити, перерахувавши кількість шкідливих викидів, при спаленні природного газу, для вироблення тієї ж кількості теплоти, що була вироблена тепловим насосом за опалювальний сезон.

Максимальне теплове навантаження на опалення будинку і прибудованої теплиці, згідно теплофізичного розрахунку складає $Q = 18,5$ кВт.

Відносне теплове навантаження (див. розділ 1):

$$\bar{Q}_0 = 0,526.$$

Кількість теплоти, вироблена установкою протягом опалювального сезону (див. розділ 1):

$$Q_{опал}^{сез} = 276071(\text{МДж}).$$

Розрахунок економії газу (м^3) за опалювальний сезон ведеться за наступною схемою:

$$B_{г} = f \frac{Q_{\Sigma}}{q_{г} \cdot \eta_{гк}} = f \cdot B_{г.повн}, \quad (6.1)$$

де $f = \frac{Q_c}{Q_{\Sigma}} = 1$ – ступінь заміщення палива за рахунок ТН в покритті теплового навантаження (див. розділ 1);

Q_{Σ} – теплове сезоне навантаження системи, МДж ;

$q_{г}=35,2 \text{ МДж}/\text{м}^3$ – теплота згорання природного газу;

$\eta_{гк}=0,9$ – ККД газового котла;

$B_{г.повн}$ – витрата газу при умові повного нагріву теплоносія газовим котлом:

$$B_{г} = 1 \cdot \frac{276071}{35,2 \cdot 0,9} = 8714(\text{м}^3).$$

Валовий викид оксиду вуглецю визначається за формулою, ($\text{тис.м}^3 / \text{рік}$):

$$M_{CO} = m \cdot C_{CO} \cdot (1 - q_s / 100) \cdot 10^{-3}, \quad (6.2)$$

де q_s - втрати тепла внаслідок механічної неповноти згорання палива,% (середнє значення становить для газу 0,5%);

C_{CO} - вихід оксиду вуглецю при спалюванні 1000 м^3 газу, значення якого визначається за формулою:

$$C_{CO} = q_r \cdot R \cdot Q_{г}^H, \quad (6.3)$$

де q_r - витрати теплоти від хімічної неповноти згорання згорання палива, $q_r=0,5\%$;

R- коефіцієнт що враховує втрати теплоти від хімічної неповноти згорання, $R=0.5$.

Q_T^H – нижча теплота згоряння палива (середнє значення становить для природногогазу : $Q_T^H=35,2$ (МДж / м³).

$$C_{CO} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 35,2=8,8 \text{ (м}^3 \text{ / тис.м}^3\text{)}.$$

$$M_{CO} = 8,714 \cdot 8,8 \cdot (1 - 0,5 / 100) \cdot 10^{-3}=0,08 \text{ (тис.м}^3 \text{ / рік)}.$$

Валовий викид оксидів азоту визначається за формулою, (т/рік):

$$M_{NO_2} = m \cdot Q_T^H \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta) \cdot 10^{-3} \text{ ,} \quad (6.4)$$

де β - коефіцієнт, що залежить від ступеня зниження викидів NO₂ в результаті застосування технічних рішень (для котлів продуктивністю до 30 т/год, значення $\beta = 0$);

K_{NO_2} – параметр, що характеризує кількість NO₂ в кг, що утворюються на один МДж тепла для газу: $K_{NO_2}=0,08$ (кг /МДж).

Масова витрата палива:

$$m=V \cdot \rho \text{ ,} \quad (6.5)$$

$$m=8,714 \cdot 0,7=6,1(m).$$

Валовий викид оксидів азоту :

$$M_{NO_2} = 6,1 \cdot 35,2 \cdot 0,08 \cdot 10^{-3}=0,02 \text{ (т/рік)}.$$

З розрахунків видно, що використання теплового насоса дозволяє уникнути викидів шкідливих для довкілля газів CO та NO₂.

6.4 Розробка енергетичного паспорту будинку

6.4.1 Загальні положення

Послідовність розроблення енергетичного паспорту будівлі визначено відповідним стандартом-настановою [95].

Енергетичний паспорт будинку – це документ, що містить геометричні, енергетичні та технологічні характеристики будинку, що проектується або експлуатується, заходи щодо їх удосконалення, а також встановлює їх відповідність вимогам нормативних документів. Видається енергетичним аудитором (фірмою з енергетичного аудиту) [90].

Енергетичну ефективність будинку визначають такі показники [96]:

- питомі тепловтрати на опалення будинку за опалювальний період $q_{буд}$, (кВт·год)/м²;
- загальний коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, $K_{буд}$, Вт/(м²·К);
- приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, $k_{\sum np}$, Вт/(м²·К);
- умовний коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку, k_{inf} , Вт/(м²·К);
- середня кратність повітрообміну за опалювальний період, $n_{об}$, год⁻¹;
- коефіцієнт скління фасадів будинку, $m_{ск}$;
- показник компактності будинку, $\Lambda_{к буд}$.

Вихідними даними для розроблення енергетичного паспорту є такі розділи проектної документації:

- технологія виробництва (ТВ);
- архітектурні рішення (АР);
- водопровід та каналізація (ВК);
- опалення, вентиляція та кондиціонування (ОВ);
- тепломеханічні рішення котельних (ТМ).

6.4.2 Розрахунок параметрів енергетичного паспорту будинку

Вихідні значення для розрахунку:

- район будівництва – м. Хмельницький ;
- кліматична зона – II;
- кількість поверхів будівлі – 2;
- кількість мешканців будинку – 4 чол.;
- об'єм будівлі – 640 м³ ;
- тривалість опалювального сезону – 176 діб;
- температура холодної води $t_x = 5^\circ\text{C}$ (взимку);
- температура середня зовнішня $t_{cp} = -0,1^\circ\text{C}$;
- мінімальна зовнішня температура $t_{min} = -26^\circ\text{C}$;

- розрахункова теплова потужність на опалення складає 20,5 кВт, тобто 1437,4 кВт·год.

Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період $q_{\text{бод}}$, кВт·год/м² або кВт·год/м³ визначається за формулою:

$$q_{\text{бод}} = \frac{Q_{\text{рік}}}{F_h} \quad \text{або} \quad q_{\text{бод}} = \frac{Q_{\text{рік}}}{V_h}, \quad (6.6)$$

де $Q_{\text{рік}}$ – витрати теплової енергії на опалення будинку під час опалювального періоду року, кВт·год,

F_h, V_h – опалювана площа або об'єм будинку, м² або м³.

$$q_{\text{бод}} = \frac{Q_{\text{рік}}}{V_h} = \frac{1407787,4}{26405} = 53,32 \text{ (кВт·год/м}^3\text{)}.$$

Загальні тепловтрати будинку Q_k , кВт·год, визначаються за формулою:

$$Q_k = \chi_1 \cdot K_{\text{бод}} \cdot D_d \cdot F_{\Sigma}, \quad (6.7)$$

$$Q_k = 0,024 \cdot 1,28 \cdot 3501 \cdot 7963,5 = 856480,2 \text{ (кВт·год)},$$

де $\chi_1 = 0,024$ – розмірний коефіцієнт;

D_d – кількість градусо-днів опалювального періоду, що визначається залежно від температурної зони експлуатації згідно з [96].

Для I температурної зони приймається $D_d = \geq 3501$ °С·днів;

F_{Σ} – загальна площа внутрішньої поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій;

$K_{\text{бод}}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, Вт/(м²·К), визначається за формулою:

$$K_{\text{бод}} = k_{\Sigma_{\text{пр}}} + k_{\text{інф}}, \quad (6.8)$$

$$K_{\text{бод}} = 0,58 + 0,7 = 1,28 \text{ (Вт/(м}^2\text{·К))},$$

де $k_{\Sigma np}$ – приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, Вт/(м²·К), що визначається за формулою:

$$k_{\Sigma np} = \xi \cdot \frac{\left(\frac{F_{НП}}{R_{\Sigma ПРНП}} + \frac{F_{СП}}{R_{\Sigma ПРСПВ}} + \frac{F_{Д}}{R_{\Sigma ПРД}} + \frac{F_{ПК}}{R_{\Sigma ПРПК}} \right)}{F_{\Sigma}}, \quad (6.9)$$

$$k_{\Sigma np} = 1,1 \cdot \frac{\left(\frac{4734,9}{3,1} + \frac{1369,7}{0,6} + \frac{11,8}{1,25} + \frac{1847,1}{4,55} \right)}{7963,5} = 0,58 \text{ (Вт / (м}^2 \cdot \text{К))},$$

де ξ – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, які пов'язані з орієнтацією огорож за сторонами світу, наявність кутових приміщень, надходженням холодного повітря через входи в будинок, для житлових будинків $\xi = 1,1$;

$F_{НП}$, $F_{СП}$, $F_{Д}$, $F_{КП}$ – площі відповідних стін (непрозорих частин), світлопрозорих конструкцій (вікон і балконних дверей, вітражів, ліхтарів), зовнішніх дверей та воріт, покриттів, м²;

$k_{инф}$ – умовний коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку, Вт/(м²·К), що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації та вентиляції, визначається за формулою:

$$k_{инф} = \frac{\chi_2 \cdot c \cdot n_{об} \cdot v_v \cdot V_h \cdot \gamma_3 \cdot \eta}{F_{\Sigma}}, \quad (6.10)$$

$$k_{инф} = \frac{0,278 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 26405 \cdot 1,25 \cdot 0,7}{7963,5} = 0,7 \text{ (Вт / (м}^2 \cdot \text{К))},$$

де $\chi_2 = 0,278$ – розмірний коефіцієнт;

c – питома теплоємність повітря, приймається рівною 1 кДж/(кг·К);

$n_{об}$ – середня кратність повітрообміну будинку за опалювальний період, год⁻¹, що визначається експериментально або приймається згідно з нормами проектування будинків; для приміщень житлових будинків, $n_{об}=1$ год⁻¹,

v_v – коефіцієнт зниження об'єму повітря у будинку, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій. За відсутності точних даних приймається $v_v = 0,85$;

γ_3 – середня густина повітря, що надходить до приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції, кг/м³, визначається за формулою:

$$\gamma_3 = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_e + t_{опз})]}, \quad (6.11)$$

$$\gamma_3 = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (20 - 0,1)]} = 1,25 \text{ (кг/м}^3\text{)},$$

де t_e – розрахункова температура внутрішнього повітря приміщень будинків, °С, що визначається залежно від призначення будинку згідно з [49] ($t_e=20^\circ\text{C}$);

$t_{опз}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °С, що визначається згідно із [44] ($t_{опз} = -0,1^\circ\text{C}$);

η – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях.

Показник компактності будинку, $\Lambda_{кб\text{уд}}$, визначається за формулою:

$$\Lambda_{кб\text{уд}} = \frac{F_{\Sigma}}{V_h}, \quad (6.12)$$

$$\Lambda_{кб\text{уд}} = \frac{7963,5}{26405} = 0,3.$$

Таблиця 6.1 – Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць, число)	10.11.2022
Адреса будинку	вул. Яблунева, 3
Розробник проекту	Сторожук Р.В
Адреса і телефон розробника	вул. Свободи 37

Шифр проекту будинку	08-13.МКР.007.00.000 ПЗ
Рік будівництва	2022

Таблиця 6.2 – Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця вимірювання	Величина
1	2	3	4
Розрахункова температура внутрішнього	t_B	°C	20
Розрахункова температура зовнішнього	t_3	°C	-22
Тривалість опалювального періоду	Z	доба	176
Середня температура зовнішнього	$t_{опз}$	°C	-0,1
Розрахункова кількість градусо-днів	D_d	°C·доба	3501

Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку	
Призначення	Житловий будинок
Розміщення в забудові	Без вбудованих приміщень
Типовий проект, індивідуальний	Індивідуальний
Конструктивне рішення	

Таблиця 6.3 – Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Назва показника	Позначення і розмірність	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне)	Фактичне значення показника
1	2	3	4	5
Геометричні показники				
Загальна площа зовнішніх огорожувальних	F_{Σ} , м ²	—	7963,5	7963,5

В тому числі:				
- стін	$F_{HP}, \text{м}^2$	—	4734,9	4734,9
- вікон	$F_{СПВ}, \text{м}^2$	—	1369,7	1369,7
- вхідних дверей	$F_{Д}, \text{м}^2$	—	11,8	11,8
Опалюваний об'єм	$V, \text{м}^3$	—	640	640
Показник компактності	$\Lambda_{К \text{ буд}}$	—	0,25	
Коефіцієнт скління	$m_{ск}$	—	0,3	
1. Показник біометричності				

Продовження таблиці 6.3

<u>Теплотехнічні та енергетичні показники</u>				
Теплотехнічні показники				
1	2	3	4	5
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень, (м ² ·К)/Вт - стін - вікон і балконних дверей - вхідних дверей, зовнішніх	$R_{\Sigma ПР}$			
	$R_{\Sigma ПРНТ}$	3,3	—	3,1
	$R_{\Sigma ПРСПВ}$	0,75	—	0,6
	$R_{\Sigma ПРД}$	0,45	—	1,25
		1,05		1,55
Енергетичні показники				
Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{буд}$, Вт /м ²	—	—	53,32
Максимально допустиме значення питомих	E_{max} , кВт·год/м ³	23		
Клас енергетичної			В	
Відповідність проекту будинку	Даний будинок відповідає сучасним нормативним вимогам			
Необхідність доопрацювання проекту будинку	Проект допрацювати не потрібно			

6.5 Моделювання теплотехнічного режиму зовнішньої стіни

Кінцевою метою моделювання теплотехнічного режиму є визначення коефіцієнта теплопередачі окремих огорожувальних конструкцій будинку (зовнішні стіни, стеля верхнього поверху, перекриття над підвалом, вікна).

Кожна огорожувальна конструкція, як правило, повинна складатися з несучого шару матеріалу (цегли, залізобетонної плити перекриття) і шару утеплювача.

Термічний опір підібраної огорожувальної конструкції R_0^ϕ повинен бути не менше від $R_0^п$, тобто повинна виконуватися умова $R_0^\phi \geq R_0^п$. Для цього необхідно розрахувати товщину шарів матеріалу і підібрати відповідну товщину шару утеплювачу.

Термічні опори конструкцій (див. розрахунок тепловтрат, розділ 3):
 $R_{шт} = 0,006 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$, $R_{ц} = 0,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$, $R_{ц} = 0,16 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$, $R_{шт} = 0,061 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$.

Нормативний термічний опір теплопередачі зовнішніх стін для I-ї температурної зони $R_{ст}^{норм} = 3,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$, коефіцієнти тепловіддачі внутрішнього повітря до стіни $\alpha_{вн} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ і від стіни до зовнішнього повітря $\alpha_{зн} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ [96]. Прийmemo $R_{ст} = 3,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$ для зменшення тепловтрат приміщень.

Визначаємо термічний опір стіни без утеплювача, необхідний опір і товщину утеплювача

$$R_0^\phi = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_ц}{\lambda_ц} + \frac{\delta_у}{\lambda_у} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_з} \quad (6.13)$$

$$R_в = 0,115 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт};$$

$$R_з = 0,043 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт};$$

$$R_у = 3,5 - (0,115 + 0,006 + 0,2 + 0,16 + 0,061 + 0,043) = 2,915 \text{ ((м}^2 \cdot \text{К)/Вт)};$$

$$\delta_{ут} = 2,915 \cdot 0,04 = 0,117 \text{ (м)} = 117 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо $\delta_{ут} = 15 \text{ см}$.

Виконуємо перерахунок термічного опору огорожуючої конструкції із урахування утеплювача товщиною 15 см:

$$R_{\phi} = 0,115 + 0,006 + 0,2 + 3,75 + 0,16 + 0,061 + 0,043 = 4,34 \text{ ((м}^2\cdot\text{К)/Вт)};$$

$$R_{\phi} > R_{н}.$$

$$\text{Коефіцієнт теплопередачі стіни } k = 1/R_{\phi} = 1/4,34 = 0,23 \text{ (Вт/(м}^2\cdot\text{К))}.$$

Розрахунок тепловтрат обраного приміщення при умові, що термічний опір стіни дорівнює не 3,3 (м²·К)/Вт, а 4,34 (м²·К)/Вт, наведено в таблицях 7.4 та 7.5.

Таблиця 6.4 – Розрахунок тепловтрат приміщення при $R_0^п = 3,1$ (м²·К)/Вт

Наймен. приміщення	глава огор. конструкції	F, м ²	Орієнтація	К	Δt	n	Додаткові втрати			Загал. множник	Q _{ог}	Q _{інф}	Q _Σ
							орієнт.	вітер	ДС				
113 Спальня 20 °С	ЗС	9,8	Зх	0,323	42	1	-	0,05	0,95	2	133	225	486
	ВК	2,025	Зх	1,5		-	-	0,05	-	1,05	128		

Таблиця 6.5 – Розрахунок тепловтрат приміщення при $R_0 = 4,35$ (м²·К)/Вт

Наймен. приміщення	глава огор. конструкції	F, м ²	Орієнтація	К	Δt	n	Додаткові втрати			Загал. множник	Q _{ог}	Q _{інф}	Q _Σ
							орієнт.	вітер	ДС				
113	ЗС	9,8	З	0,23	42	1	-	0,05	0,95	2	94	225	447

Спальня 20 °С			х										
	Вк	2,02 5	3 х	1,5	-	-	0,05	-	1,05	128			

Отже, збільшення термічного опору стіни призводить до зменшення тепловтрат приміщення на 8 %.

6.6 Висновки до розділу

В даному розділі наведено основні передбачені заходи з енергозбереження; проведено оцінку екологічної ефективності використання підбраного обладнання.

Складено енергетичний паспорт будівлі та розраховано його основні показники. Визначено клас енергоефективності будинку – В. Проведено моделювання теплотехнічного режиму зовнішньої стіни, а саме, – визначено ефективну товщину утеплювача ($\delta_{ут} = 15$ см), яка дозволяє збільшити фактичний термічний опір та зменшити тепловтрати приміщення на 8 %.

7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

У цьому розділі магістерської дипломної роботи розроблені заходи з охорони праці та цивільного захисту під час монтажу енергоощадної системи створення мікроклімату в двоповерховому житловому будинку.

Охорона праці належить до соціально-економічних систем, головним завданням яких є врахування громадських та особистих інтересів людей. Соціальне значення охорони праці полягає в сприянні росту ефективності суспільного виробництва шляхом безперервного вдосконалення і поліпшення умов праці, підвищення їх безпеки, зниження виробничого травматизму і профзахворювань. Економічне значення охорони праці визначається ефективністю заходів з покращення умов і підвищення безпеки праці та є економічним виразом соціальної значущості охорони праці.

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. Це забезпечить не лише безпечність умов праці, а й створить відповідний настрій всередині колективу.

На будівельно-монтажний персонал, який здійснює монтаж інженерного обладнання будівель і споруд (прокладання трубопроводів, монтаж сантехнічного, опалювального, вентиляційного та газового обладнання), впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [1, 2]:

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо).

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі переважно фіброгенної дії (нетоксичний пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

7.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

7.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Живлення силового обладнання та системи освітлення будівельного майданчика здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220 В (фазна напруга (фаза – "0") – 220 В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380 В). Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю в приміщеннях, де монтується система опалення, підвищеної вологості.

Під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд необхідно вживати заходів із запобігання впливу на працівників визначених вище небезпечних і шкідливих виробничих факторів. За наявності цих факторів, безпека праці під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд повинна відповідати вимогам ДБН «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» [3] та заходам безпеки, що зазначені в проектно-технологічній документації (ПОБ, ПВР тощо), зокрема: під час виконання робіт на висоті робочі місця повинні бути обладнані вентиляцією, засобами пожежогашіння; додержанням заходів безпеки під час виконання робіт у траншеях і колодязях; додержанням спеціальних заходів безпеки під час травлення і знежирення трубопроводів.

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

Ліквідацію недоліків, виявлених під час випробувань змонтованої системи та 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 та спускання працівників. Піднімання та 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 та позначити знаками безпеки. Електроустановки у зазначених приміщеннях повинні бути у пожежо-вибухобезпечному виконанні. Приміщення, в яких проводиться знежирення, повинно бути обладнано припливно-витяжною вентиляцією. В 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.

Монтаж обладнання, трубопроводів і повітропроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтується) виконується при знятій напрузі. За неможливості зняття напруги роботи необхідно виконувати за нарядом-допуском, затвердженим у визначеному порядку.

Під час роботи з ручним електроінструментом класу I працівники повинні використовувати ЗІЗ (діелектричні рукавички, діелектричні калоші, діелектричні гумові килимки) відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.21-98. У посудинах, апаратах та інших металевих спорудах з обмеженою можливістю переміщення і виходу з них дозволяється виконувати роботи з електроінструментом класів I та II за умови, що тільки один електроінструмент живиться від автономної генераторної установки, роздільного трансформатора або перетворювача частоти з роздільними обмотками, а також електроінструментом класу III. При цьому джерело живлення (трансформатор, перетворювач тощо) повинно знаходитись поза металевою посудиною, а його вторинне коло повинно залишатись незаземленим.

Не дозволяється натягувати, перекручувати та перегинати кабель, що живить електроінструмент, ставити на нього вантаж, а також допускати перетинання цього кабелю з тросами, кабелями та рукавами для газозварювання. Установлювати робочу частину електроінструменту в патрон та вилучати її з патрона, а також регулювати електроінструмент дозволяється тільки після повного зупинення та вимкнення його штепсельної вилки з електричної мережі. Під час роботи електроінструменту стружку необхідно видаляти спеціальними гачками або щітками після повного

зупинення електроінструменту. Не дозволяється видаляти стружку або тирсу руками.

Не дозволяється виконувати роботи з електроінструментом з приставних драбин. Під час виконання робіт з електродрилем предмети, що підлягають свердлінню, необхідно надійно закріплювати. Не дозволяється торкатись руками до різального інструменту, що обертається. Не дозволяється обробляти електроінструментом мокрі та обмерзлі деталі. Не дозволяється виконувати роботи з електроінструментом, в якому відсутній захист від дії крапель або бризок (при виконанні робіт за умов дії крапель та бризок, а також на відкритих майданчиках під час снігопаду або дощу).

У разі раптового зупинення електроінструменту (зникнення напруги в мережі, заклинювання рухомих частин тощо) його необхідно від'єднати від електричної мережі вимикачем. У разі перенесення електроінструменту з одного робочого місця на інше, а також під час перерви в роботі та після її закінчення електроінструмент необхідно від'єднати від електричної мережі за допомогою штепсельної вилки.

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.

7.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [4, 5]:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги.

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі. Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

7.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

7.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні [6] встановлюють допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення. Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

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

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [7]:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні допустимих параметрів мікроклімату не повинна перевищувати 2°C.

2. Якщо температура поверхонь вище або нижче допустимої температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м.

3. Для забезпечення нормованих значень швидкості руху повітря проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

7.2.2 Склад повітря робочої зони

Робочою зоною вважається простір, який обмежений огорожуючими конструкціями виробничих приміщень, що мають висоту 2 м над рівнем підлоги або площини, на яких знаходяться місця постійного або непостійного перебування працюючих. Склад повітря робочої зони залежить від складу атмосферного повітря і впливу на нього ряду шкідливих виробничих факторів, утворених в процесі трудової діяльності людини. Склад повітря залишається постійним. Забруднення повітря робочої зони регламентується

граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м^3 [6]. Нормовані параметри забруднення повітря в робочій зоні наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Можливі забруднювачі повітря можуть і їх ГДК

Найменування речовини	ГДК, мг/куб.м		Клас небезпечності
	Максимальна разова	Середньодобова	
Оксид вуглецю		20	4
Пил нетоксичний	4	4	4

Для нормалізації складу повітря робочої зони потрібно здійснювати щоденне прибирання робочого місця [7]. Нагромадження пилу глибиною в 1/8" у будь-якій області вказує на необхідність у вживанні заходів з очищення забруднених поверхонь. Потрібно підкреслити, що будь-яке нагромадження пилу може привести до загоряння. Чим дрібніше пил (менша зернистість), тим вище небезпека.

Тому необхідно здійснювати наступні заходи: очищувати металевий пил якнайчастіше, щодня протирати гарячі поверхні, при високих концентраціях пилу обробляти запилені поверхні по частинам. Низька вологість збільшує потенційну небезпеку, це повинне прийматися в увагу під час прибирання.

Планувати прибирання потрібно на час, коли устаткування вимкнене, зокрема в другу половину дня п'ятниці або на вихідні.

5.2.3 Виробниче освітлення

При поганому освітленні зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків: 5% травм можна пояснити недостатнім освітленням, а у 20% випадків воно сприяло їх появі. Погане освітлення може призвести до професійних захворювань: погіршують загальне самопочуття, зменшують фізичну і розумову працездатність.

	розрізнення, мм						загаль- ного		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	4	2,4

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

7.2.4 Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» [9].

Нормовані параметри виробничого шуму в робочій зоні наведено в таблиці 5.4.

Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

Постійні робочі місця в промислових	107	95	87	82	78	75	73	71	69
---	-----	----	----	----	----	----	----	----	----

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту – «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно: безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі; для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

7.2.5 Виробнича вібрація

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

У нашому цеху присутня вібрація типу – За [10]. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання. Нормовані параметри виробничої вібрації в робочій зоні наведено в таблиці 5.5.

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено: динамічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи; зміна конструктивних елементів машин; застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація: на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	$\frac{1,3^*}{108}$	$\frac{0,45}{99}$	$\frac{0,22}{93}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	$\frac{2,8}{115}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$

* В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, $\text{м/с} \cdot 10^{-2}$, в знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

7.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [1]. Робота монтажника будівельних конструкцій потребує великих фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кґ/м) – до 290; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кґ/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному навантаженні (за участю м’язів рук, тулуба, ніг) – до

44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кг – до 30 кг; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 40000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кг/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю мязів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни; нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи - рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності

Сенсорні навантаження: зосередження (%за зміну) – більше 75; щільність сигналів (звукові за 1 год) - більше 300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності - є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

7.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи

Оцінка безпеки роботи автоматичної системи управління мікрокліматом в умовах дії іонізуючого та електромагнітного випромінювань

7.3.1 Вплив іонізуючого та електромагнітного випромінювань на електронні пристрої та системи

В елементній базі електричних та електронних систем під дією іонізуючих випромінювань можлива зміна майже всіх електричних і експлуатаційних характеристик, що залежить від протікання процесів іонізації і порушення структури матеріалів. Практика експлуатації таких систем в умовах радіоактивних випромінювань дозволяє зробити висновки про те, що системи миттєво втрачають працездатність при критичних рівнях радіації, або ж в їх елементах можуть початися відновлювані (невідновлювані) зміни через деякий час після радіоактивного зараження при рівнях значно нижчих від критичних.

Стосовно електромагнітних випромінювань варто сказати, що навіть короткочасне електромагнітне випромінювання великої потужності, здатне вивести з ладу радіоелектронні пристрої, складові основу будь-якої інформаційної системи. Елементна база радіоелектронних пристроїв вельми чутлива до енергетичних перевантажень, потік електромагнітної енергії достатньо високої щільності здатний випалити напівпровідникові переходи, повністю або частково порушивши їх нормальне функціонування. Як відомо, напруга пробою переходів невисока і складають від одиниць до десятків вольт залежно від типу приладу. Так, навіть у кремнієвих прецизійних біполярних транзисторів, що володіють підвищеною міцністю до перегрівів, напруга пробою знаходиться в межах від 15 до 65 В, а у арсенідгалієвих приладів цей поріг рівний 10 В. Запам'ятовуючі пристрої, що складають частину будь-якого комп'ютера, мають порогову напругу порядку 7 В. []. Крім необоротних відмов імпульсна електромагнітна дія може викликати відновлювані відмови, або паралізацію радіоелектронного пристрою, коли

через виникаючі перевантаження воно на якийсь відрізок часу втрачає чутливість. Можливі також помилкові спрацьовування чутливих елементів, що може привести, наприклад, до детонації різних видів зброї. За спектральними характеристиках ЕМВ можна розділити на два види: низькочастотне, таке, що створює електромагнітне імпульсне випромінювання на частотах нижче 1 МГц, і високочастотне, таке, що забезпечує випромінювання НВЧ-діапазону. Обидва види ЕМВ мають відмінності також в способах реалізації і в якійсь мірі в шляхах дії на радіоелектронні пристрої. Так, проникнення низькочастотного електромагнітного випромінювання до елементів пристроїв обумовлене, в основному, наведеннями на дротяну інфраструктуру, що включає телефонні лінії, кабелі зовнішнього живлення, подачі і знімання інформації. Шляхи ж проникнення електромагнітного випромінювання НВЧ-діапазону обширніші - вони ще включають пряме проникнення в радіоелектронну апаратуру через антенну систему, оскільки НВЧ-спектр охоплює і робочу частоту пригнічуваної апаратури. Проникнення енергії через конструктивні отвори і стики залежить від їх розмірів і довжини хвилі електромагнітного імпульсу - найбільш сильний зв'язок виникає на резонансних частотах, коли геометричні розміри співрозмірні з довжиною хвилі. На хвилях, довших за резонансні, зв'язок різко зменшується, тому дія низькочастотного ЕМО, що залежить від наведень через отвори і стики в корпусі апаратури, невелика. На частотах же вище резонансних спад зв'язку відбувається повільніше, але через безліч типів коливань в об'ємі апаратури виникають гострі резонанси.

7.3.2 Оцінка безпеки роботи автоматичної системи управління мікрокліматом в умовах дії іонізуючого випромінювання

Коректна робота автоматичної системи управління мікрокліматом залежить від технічного стану суміжного обладнання та роботи власних елементів. В якості критерію для оцінки безпеки роботи системи в умовах дії іонізуючих випромінювань можна використати максимальне значення

потужності дози в умовах її експлуатації, що може зумовити виникнення змін в елементній базі без порушення її працездатності в цілому.

До переліку елементів та матеріалів від яких залежить стабільність роботи електроніки системи входять: мікросхеми, транзистори, конденсатори, резистори, діелектричні матеріали.

За довідниковими даними граничне значення дози гамма-випромінювання для системи складає $D_{гр}=10^4$ Р.

Таблиця ... – Визначення граничної дози іонізуючих випромінювань для автоматичної системи управління мікрокліматом

Елементи і матеріали системи	Гранична доза гамма-випромінювання для елементів системи, $D_{гр,i}$, Р	Гранична доза гамма-випромінювання для системи в цілому, $D_{гр}$, Р
Транзистори	$10^4 \dots 10^6$	10 ⁴
Мікросхеми	10^5	
Конденсатори	$10^7 \dots 10^9$	
Резистори	$10^7 \dots 10^9$	
Діелектричні матеріали	10^{10}	

Граничне значення потужності дози іонізуючого випромінювання визначається з формули

$$P_{сп. \min} = \frac{D_{гр} \cdot K_{нос}}{2(\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})} = \frac{10^4 \cdot 10}{2(\sqrt{87600} - \sqrt{1})} = 169 \text{ Р/год},$$

де $t_n=1$, $t_k=10$ років= 87600 год – відповідно, час початку і кінця опромінення системи, що визначається її експлуатаційним терміном;

$K_{нос} = 10$ – коефіцієнт послаблення радіації.

З розрахунків видно, що безпечна робота автоматичної системи управління мікрокліматом в умовах дії іонізуючих випромінювань можлива у

випадку, якщо потужність дози іонізуючих випромінювань в умовах експлуатації на перевищуватиме 169 Р/год.

7.3.3 Оцінка безпеки роботи автоматичної системи управління мікрокліматом в умовах дії електромагнітних випромінювань

Оцінити надійність роботи автоматичної системи управління мікрокліматом в умовах дії електромагнітних випромінювань можна за допомогою коефіцієнта безпеки

$$K_B = 20 \lg \frac{U_D}{U_{B(\Gamma)}}$$

де U_D – допустиме коливання напруги живлення системи, В;

$U_{B(\Gamma)}$ – напруга наведена електромагнітним випромінюванням, відповідно, у вертикальних чи горизонтальних струмопровідних частинах системи, В.

Безпечною робота системи в умовах дії електромагнітних випромінювань буде у випадку, коли $K_{B\min} \geq 40$ дБ.

Допустиме коливання напруги живлення в системі дорівнює

$$U_D = U_{ж} + \frac{U_{ж}}{100} \cdot N = 5 + \frac{5}{100} \cdot 5 = 5,25 \text{ (В)},$$

де $U_{ж} = 5$ В – максимальна напруга живлення системи;

$N = 10$ – допустимі коливання напруги, %.

Максимальна довжина струмопровідних частин системи в горизонтальній площині становить $l_{\Gamma} = 0,15$ м.

Допустима величина наведеної електромагнітним полем напруги в горизонтальних струмопровідних частинах визначається за формулою

$$K_{БГ} = 20 \lg \frac{U_D}{U_{\Gamma}},$$

і складає

$$40 = 20 \lg \frac{U_D}{U_G},$$

$$\frac{U_D}{U_G} = 10^{\frac{40}{20}},$$

$$U_G = \frac{U_D}{10^{\frac{40}{20}}} = \frac{5,25}{100} = 0,0525 \text{ (В)}.$$

Звідки вертикальна складова напруженості електричного поля

$$E_B = \frac{U_G}{l_G} = \frac{0,0525}{0,15} = 0,35 \text{ (В/м)}.$$

Отже безпечна робота автоматичної системи управління мікрокліматом в умовах дії електромагнітних випромінювань можлива, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля знаходитиметься в межах від 0 до 0,35 В/м.

Наведені вище розрахунки щодо можливості виникнення збою в автоматичної системи управління мікрокліматом внаслідок впливу іонізуючого та електромагнітного випромінювань показали, що її вихід з ладу в даній ситуації можливий у випадку, коли основні характеристики інтенсивності впливу іонізуючого та електромагнітного випромінювань перевищуватимуть, відповідно, рівень радіації – 169 Р/год і вертикальна складова напруженості електричного поля – 0,35 В/м.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для розрахунку вартості влаштування обладнання дотримувалися вимог Кошторсних норм України „Настанова з визначення вартості будівництва” від 02.05.2022 і використовували програму “АВК”. Для визначення кошторисної вартості влаштування обладнання розробляємо локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК (табл.3.1) на основі: ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН); збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції, загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка „Настанова з визначення вартості будівництва” .

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітна плата будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

Висновки

Склали кошторисний документ – локальний кошторис на влаштування системи опалення та вентиляції. В локальному кошторисі пораховано:

- Кошторисна вартість $K_b = 1472,442$ тис. грн.
- Кошторисна заробітна плата ЗП = 21,649 тис. грн.
- Кошторисна трудомісткість $T = 2,579$ тис. люд – год
- Вартість матеріалів – 1429,194 тис. грн.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.2-15-2005 “Будинки і споруди, житлові будинки, основні положення”

[Текст] / ДБН В.2.2-15-2005 Державний комітет України з будівництва та архітектури, Київ-2005-20с.

2. Щекин, И. Р. Повышение энергетической эффективности вентиляцион-но-отопительных систем (принципы энергоаудита) [Текст]: науч. Пособие / И. Р. Щекин. - Х.: Изд-во «Форт», 2003. – 164 с.

3. ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ

ДБН В.2.5-67:2013

4. Піотровські Є. З. Процеси природного повітрообміну в приміщеннях будівель [Текст]: автореф. дис... докт. техн. наук: 05.23.03 / Піотровські Єжи Збігнев; Харків. держ. техн. ун-т будівн. та архітек. - Х., 2003. - 33 с.

5. Староверов И.Г. Справочник проектировщика [Текст] / И.Г. староверов часть I Отопление // Стойиздат 1977 -384с.

6. ДБН Д. 4-15-2000. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи частина II [Текст] / ДБН Д. 4-15-2000// Госстрой Украины: Киев, 2000 – 10с.

7. ДБН Д. 2.2-16-99. Трубопроводи внутрішні [Текст] / ДБН Д. 2.2-16-99// Київ, 2000 – 22с.

8. ДБН Д. 2.2-18-99. Опалення – внутрішні пристрої [Текст] / ДБН Д. 2.2-18-99// Київ, 2000 – 18-36с.

9. Каталог продукції REMS [Текст]

10. Автомобільний тижневик “Автоцентр” №16(32) [Текст] // 2006 -46с.

11. Пирков, В. В. Системне нормування параметрів мікроклімату будівель як шлях до заощадження енергоспоживання [Текст] / В. В.

Пирков, Д. Й. Розинський // Будівництво України. – 2006. – № 1. – С. 17 – 22.

12. Жуковський С.С., Технологія заготівельних та спеціалізованих монтажних робіт [Текст] / Жуковський С.С., Кінаш Р.І ./Навчальний посібник // Львів: Видавництво наукове - технічної літератури, 1999. - 448с.

13. ДБН 1.1.1-2000 "Правила визначення вартості будівництва" [Текст] / ДБН 1.1.1-2000 / Держбуд України – 2000 -5с.

14. Про охорону праці [Текст]: Закон України від 22.11.2002р. №235-IV// Офіційний вісник України. – 2002 –1, 6, 7 с.

15. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми мікроклімату [Текст] / ДСН 3.3.6.037-99 // Держбуд України 2000 -6с.

16. ДСТУ НБВ.2.5-43.2010. "Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання"// Міненергобуд України 2010 -32 с.

17. О.Г. Лялюк. Моніторинг довкілля [Текст] / О.Г. Лялюк // Вінниця: ВНТУ, 2004.-140с.

18. О.Г. Лялюк. Технічні засоби очищення газових викидів [Текст] / О.Г. Лялюк // Вінниця: ВНТУ, 2005.-159с.

19.Інструкції до проектування та монтажу теплових насосів.

20/ <http://www.solarenergy.ua/> – Каталог сонячних колекторів.

21. Сарнацкий Э. В., Заваров А. И. Вокористовування сонячної енергії для теплопостачання будинків.. –]: Будівельник, 1985.

22.Денисенко Г. И. Возобновляемые источники энергии. Киев.: Вища школа, 1983.

23.Рей Д., Макмакл Д. Теплові насоси: Пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.

24.Сабади П. Р. Сонячний будинок. – М.: Стройиздат, 1981. – 109 с.

25. <http://www.cliff-house.mensh.ua> – Проектування сонячного будинку.

26. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 настанова з розроблення енергетичного паспорта будинків.

27. <http://Vaillant.com.ua> – Каталог продукції.

Додаток Б

АКТ

ПРИЙНЯТТЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Об'єкт: медичний заклад в с.Ковалівка Вінницької обл., Немирівського району.

«___»_____2019 р.

Комісія у складі:

представника _____

інженер Стецюра Перто Іванович

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

представника генерального підрядника СМУ – 24

інженер, Коновалова Людмила Степанівна

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

представника будівельно – монтажної організації СМУ –24 _____

Гнась 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 виявлені _____

Дефекти повинні бути усунені до призначення Держкомісії. На основі здійсненого огляду та випробувань систему опалення вважати прийнятою і допущеною до експлуатації з оцінкою _____ задовільно _____

Представники:

Замовника:

(підпис)

Генерального підрядника

(підпис)

Будівельно – монтажної організації

(підпис)

Додаток В
АКТ ОГЛЯДУ ПРИХОВАНИХ РОБІТ

(найменування робіт)

виконаних у _____

(найменування і місце розташування об'єкта)

" _____ " _____ 2019 р.

Комісія у складі:

представника будівельно-монтажної організації _____

(посада, ініціали, прізвище)

представника технічного нагляду замовника _____

(посада, ініціали, прізвище)

представника проектної організації _____

(посада, ініціали, прізвище)

провела огляд робіт, виконаних _____

(найменування будівельно-монтажної організації)

і склала цей акт про наступне:

1. До огляду пред'явлені такі роботи _____

(найменування прихованих робіт)

2. Роботи виконанні за проектною документацією _____

(найменування проектної організації, № креслення і дата їх складання)

3. При виконанні робіт застосовані _____

(найменування матеріалів, конструкцій з посиланням на документи)

4. При виконанні робіт відсутні (або допущенні) відхилення від проектної документації _____

—

(при наявності відхилень вказується, з ким і як погоджені, № креслень і дата погодження)

5. Дата: початок робіт _____ закінчення робіт _____

Представник будівельно-монтажної організації _____

Представник технічного нагляду замовника _____

Представник проектної організації _____

Додаток Г
АКТ
ПРО ГІДРАВЛІЧНІ ВИПРОБУВАННЯ
СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Об'єкт: медичний заклад в с.Ковалівка Вінницької обл., Немирівського району.
«___» _____ 2019р.

Комісія у складі:

Замовника _____ інженер Кошовий Андрій Федоровик
посада, прізвище, ім'я, по батькові

Представника генерального підрядника інженер Попович Вадим Олександрович
посада, прізвище, ім'я, по батькові

Представника будівельно – монтажної організації _____
інженер Недбайло Олександр Іванович
посада, прізвище, ім'я, по батькові

Склали дійсний акт про те, що в присутності вищенаведеної комісії були виконані
гідравлічні випробування системи автономного опалення
2-поверхового будинку з вбудованими приміщеннями
найменування системи

Випробування здійснювалось гідравлічним тиском, рівним 0,2 МПа, протягом 5
хвилин, при цьому падіння тиску складало 0 МПа.

При огляді системи протікань не виявлено.

Отримані результати відповідають вимогам СНиП 3.05.01-85.

Дозволяється подальше виконання робіт.

Представники:

Замовника: _____
(підпис)

Генерального підрядника _____
(підпис)

Будівельно – монтажної організації _____
(підпис)

№ приміщення	Назва приміщ. і тв, °С	Назва огородження	Орієнтація за сторонами світу	Розміри і к-ть огорожень, м		Площа, F, м2	Коеф. тепло передачі, К, Вт/м2°С	Різниця темпера-тур, $\Delta t = t_{в-тз}$, °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 огородження $Q_{гол} = Q_0 \cdot (1 + \Sigma \beta)_{втр}$	Втрати тепла на нагрівання вент. повітря, приміщення	$Q_{розр} = \Sigma Q_0 + Q_{вент}$, 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			
2	ЖК	ЗС	Пд	3,8	2,8	10,64	0,29	45	1	138,9	-	0,1	-	1,1	291,6	435,7		
		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		
		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		
		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		
		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		
		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		
		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			
		ВК	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		
		СТ	-	2,1	3,2	6,72	0,19	45	0,9	57,5	-	-	-	0,9	109,2			
		ВК	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		
		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			
		ВК	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		
		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			
		ВК	Пн	1,4	1,5	2,1	1,9	45	1	179,6	-	0,1	0,1	1,2	395,0			

Таблиця 4.1 – Гідравлічний розрахунок трубопроводів

Трубо-провід	№ діл.	Дов. ділянки	Витрата теплоносія G, кг/год мм	Теплове навантаження Q, Вт	d, м	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	2285 7	0,04 7	4	1149,1 5
П	2	9,1	107,5	2500	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	1309,8 3
П	3	6,2	184,9	4300	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	991,51 6
П	4	0,4	184,9	4300	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	354,88 2
П	5	10, 7	77,4	1800	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	1485,4 6
3	5a	10, 7	77,4	1800	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	1485,4 6
3	4a	0,4	184,9	4300	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	354,88 2
3	3a	6,2	184,9	4300	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	991,51 6
3	2a	9,1	107,5	2500	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	1309,8 3
3	1a	4,6	53,75	1250	20	0,4	2285 7	0,04 7	4	1149,1 5
2 поверх										
П	1	4,6	53,75	1250	20	0,4	2285 7	0,04 7	4	1149,1 5
П	2	9,1	107,5	2500	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	1309,8 3
П	3	6,2	184,9	4300	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	991,51 6
П	4	0,4	184,9	4300	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	354,88 2
П	5	3	38,7	900	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	640,26 9
П	6	10, 7	116,1	2700	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	1485,4 6
3	6a	10, 7	116,1	2700	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	1485,4 6

3	5a	3	38,7	900	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	640,26 9
3	4a	0,4	184,9	4300	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	354,88 2
3	3a	6,2	184,9	4300	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	991,51 6
3	2a	9,1	107,5	2500	30	0,4	3428 6	0,04 2	4	1309,8 3
3	1a	4,6	53,75	1250	20	0,4	2285 7	0,04 7	4	1149,1 5
Стояк №1										
П	7	2,8	563,3	13100	40	0,4	4571 4	0,03 9	1, 5	331,12 5
3	7a	2,8	563,3	13100	40	0,4	4571 4	0,03 9	1, 5	331,12 5

