

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра інженерних систем в будівництві

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Устаткування для створення ефективної системи забезпечення
мікроклімату в оранжерії ботанічного саду»**

Виконав: магістрант 2-го курсу, групи ТГ-21м
спеціальності 192 – Будівництво та

цивільна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Семененко М.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., професор каф. ІСБ

Коц І.В.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. БМГА

Попович М.М.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022 р.

Вінниця ВНТУ - 2022 рік

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

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА
Семененка Максима Андрійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Устаткування для створення ефективної системи забезпечення мікроклімату в оранжерей ботанічного саду»

керівник проекту (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 проекту (роботи) 05. 12. 2022 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи): Архітектурно будівельні креслення плану оранжерей, яка прибудована до корпусу лабораторної будівлі університету в м. Умань. Для наукової частини роботи вихідними даними є аналітичний огляд систем створення мікроклімату для будівель різного призначення 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 проектних рішень, охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях, 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 устаткування системи створення мікроклімату, 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 відомих систем створення мікроклімату для оранжерейних, лабораторних та подібних до них споруд. Техніко-економічне обґрунтування	Коц І.В., професор		
Вибір конструктивних рішень складових системи забезпечення мікроклімату. Теоретичне обґрунтування системи створення мікроклімату у споруді типу «Оранжерея»	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 _____ 2 вересня 2022 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Складання вступу до МКР	23.10.2022	
2	Аналітичний огляд сучасного стану використання сучасного традиційного, альтернативного та відновлювального устаткування для створення мікроклімату у будівлях різного призначення	12.11.2022	
3	Теоретичне та проєктне обґрунтування параметрів систем створення мікроклімату в споруді оранжерейного типу	17.11.2022	
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	19.11.2022	
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	27.11.2022	
7	Економічне обґрунтування	28.11.2022	
8	Матеріали презентації МКР, креслення, плакати	30.11.2022	
9	Попередній захист	05.12.2022	
10	Відгук опонента (рецензента)	15.12.2022	
11	Захист МКР	21.12.2022	

Магістрант _____
(підпис)

Семененко М.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____
(підпис)

Коц І.В.
(прізвище та ініціали)

Анотація

Семененко М.А. Устаткування для створення ефективної системи забезпечення мікроклімату в оранжереї ботанічного саду. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 –Будівництво та цивільна інженерія. Освітня програма – Теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця, ВНТУ, 2022. 162 с. На укр. мові. Бібліогр.: 96 назв.; рис. 11; табл. 25.

Магістерська кваліфікаційна робота складається із шістьох розділів: наукової частини, технічного обґрунтування основних параметрів і характеристик системи забезпечення мікроклімату в оранжереї ботанічного саду, організаційно-технічної частини, заходів з охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях та техніко-економічного обґрунтування.

В роботі виконано аналітичний огляд комбінованих джерел теплової енергії в системі тепlopостачання із застосуванням технологічного устаткування для систем опалення та гарячого водopостачання будівлі лабораторного корпусу університету та опалення прибудованої до неї споруди оранжереї з використанням теплового насосу та геліоколекторів, а також резервного котла індуктивного типу. У другому та третьому розділах здійснено вибір устаткування, теоретичне обґрунтування робочих процесів та наведено розрахунок складових комбінованої системи створення мікроклімату для оранжерейної зони і будівлі лабораторного корпусу.

Розроблені організаційно – технологічні рішення з монтажу. Розглянуті засоби по експлуатації систем опалення та гарячого водopостачання з використанням теплового насосу та геліоколектора.

Рекомендовані заходи з охорони праці та безпеки з надзвичайних ситуацій при монтажі та експлуатації системи.

В розділі техніко – економічних показників доведена економічна та екологічна доцільність впровадження проекту. Виконано техніко-економічне обґрунтування систем опалення та гарячого водopостачання.

Графічна частина містить аксонометричні схеми системи опалення та гарячого водopостачання, окремі вузлові креслення основного обладнання, сонячного колектора, календарний план з графіком руху робітників та графіком руху машин і механізмів.

Ключові слова: мікроклімат; тепловий насос; геліоколектор; електричний котел індуктивного типу; оранжерея; тепlopостачання; опалення; гаряче водopостачання

Abstract

Semenenko M.A. Equipment for creating an effective microclimate system in the greenhouse of the botanical garden. Master's thesis on specialty 192 - Construction and civil engineering. Educational program - Heat and gas supply and ventilation. Vinnytsia, VNTU, 2022. 162 p. In Ukrainian speech. Bibliography: 96 titles; Fig. 11; table 25.

The master's thesis consists of six sections: the scientific part, the technical justification of the main parameters and characteristics of the microclimate system in the greenhouse of the botanical garden, the organizational and technical part, measures for occupational safety and security in emergency situations, and the technical and economic justification.

The work includes an analytical review of combined sources of thermal energy in the heat supply system using technological equipment for the heating and hot water supply systems of the building of the laboratory building of the university and the heating of the greenhouse building attached to it using a heat pump and solar collectors, as well as an inductive boiler. In the second and third sections, the selection of the equipment, the theoretical justification of the working processes, and the calculation of the components of the combined system for creating a microclimate for the greenhouse area and the building of the laboratory building are made.

Developed organizational and technological solutions for assembly. Considered means of operation of heating and hot water supply systems using a heat pump and a solar collector.

Recommended occupational health and safety measures for emergency situations during installation and operation of the system.

In the section of technical and economic indicators, the economic and ecological feasibility of project implementation is proven. The technical and economic substantiation of the heating and hot water supply systems has been completed.

The graphic part contains axonometric diagrams of the heating and hot water supply system, separate node drawings of the main equipment, the solar collector, a calendar plan with the movement schedule of workers and the movement schedule of machines and mechanisms.

Keywords: microclimate; heat pump; solar collector; induction type electric boiler; orangery; heat supply; heating; hot water

ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ВІДОМИХ СИСТЕМ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ ОРАНЖЕРЕЙНИХ, ЛАБОРАТОРНИХ ТА ПОДІБНИХ ДО НИХ СПОРУД. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	8
1.1 Вихідні положення. Характеристика об'єкту, технологічні можливості та економічна доцільність.....	8
1.2 Кліматична характеристика району будівництва.....	8
1.3 Проектна потужність об'єкту.....	8
1.4 Дані про можливість забезпечення основними матеріалами і енергоресурсами.....	9
1.5 Матеріали оцінки впливів на організм працівників.....	10
1.6 Основні рішення по вибуховій безпеці.....	11
1.7 Загальні рекомендації щодо застосування сонячно - теплонасосних систем теплопостачання (СТСТ).....	12
1.8 Архітектурно – конструктивні рішення для системи СТСТ.....	14
1.9 Конструктивні рішення для прибудованої оранжереї.....	15
1.10 Конструктивні рішення для системи гарячого водопостачання.....	16
1.11 Розрахунок економічної ефективності системи.....	20
Висновок до розділу 1.....	24
2 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ СПОРУД ОРАНЖЕРЕЙНОГО ТИПУ.....	25
2.1 Система гарячого водопостачання на альтернативних джерелах енергії.....	25
2.2.1 Теплонасосні установки: аналіз конструктивних особливостей, класифікація.....	25
2.2 Геліоустановки: аналіз конструктивних особливостей, класифікація.....	35
2.3 Оптимальний варіант вибору резервного електричного котла – індукційного котла.....	40
2.4 Акумуляційний обігрів.....	44

2.5 Аналіз відомих конструктивних рішень та теоретичних досліджень споруд типу оранжерей, теплиць чи зимових садів.....	45
2.6 Теоретичні дослідження у галузі вивчення тепломасообмінних процесів.....	52
2.7 Відомі експериментальні дослідження та результати практичних застосувань.....	56
Висновки до розділу 2.....	56
3 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В СПОРУДІ ТИПУ «ОРАНЖЕРЕЯ».....	56
3.1 Вибір раціональних, принципівих та конструктивних рішень реалізації споруди типу «Оранжерея». Об'єкт дослідження.....	56
3.1.1 Аналіз розроблених способів та принципівих схем реалізації тепловологісних режимів.....	56
3.1.2 Конструктивна схема облаштування споруди типу «Оранжерея».....	58
3.1.3 Аналіз вибраного об'єкту досліджень.....	62
3.2 Математичне моделювання тепломасообмінних процесів у запропонованій споруді типу «Оранжерея».....	67
3.2.1 Основні припущення при розробці математичної моделі, розрахункова схема.....	67
3.2.2 Математична модель теплообмінних процесів.....	70
3.3 Розрахунок системи опалення та вентиляції споруди типу «Оранжерея» на основі розробленої інженерної методики.....	90
Висновки до розділу 3.....	93
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ З ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИЙНЯТИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ.....	95
4.1 Конструктивні особливості об'єкту.....	95
4.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи.....	96
4.3 Визначення складу і об'ємів робіт.....	100
4.3.1 Склад робіт.....	100
4.3.2 Визначення об'ємів робіт.....	105
4.4 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт.....	109

4.4.1 Монтаж опалювальних приладів.....	109
4.4.2 Монтаж трубопроводів.....	111
4.4.3 Монтаж підводок до радіаторів.....	112
4.4.4 Виконання ізоляційних робіт.....	112
4.4.5 Монтаж сонячно-теплонасосної системи теплопостачання.....	112
4.4.6 Підбір машин, механізмів, пристосувань, матеріалів.....	115
4.5 Витрати паливно-енергетичних ресурсів.....	126
4.6 Визначення трудомісткості робіт.....	129
4.7 Випробування та запуск систем в експлуатацію.....	136
4.7.1 Випробування та запуск системи опалення в експлуатацію.....	136
4.7.2 Гідравлічні випробування сонячно-теплонасосних систем теплопостачання(СТСТ).....	139
4.7.3 Порядок пусконаладжувальних робіт.....	139
4.7.4 Приймальні теплотехнічні випробування.....	143
4.7.5 Здавання СТСТ в експлуатацію.....	144
4.8 Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт.....	145
4.9 Техніко – економічні показники календарного плану.....	148
Висновок до 4 розділу.....	150
5 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	151
5.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць з влаштування теплоізолювальних фасадних конструкцій оранжереї.....	153
5.2 Електробезпека.....	155
5.3 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	159
5.3.1 Мікроклімат.....	555
5.3.2 Склад повітря робочої зони.....	454
5.4 Виробниче освітлення.....	547
5.5 Виробничий шум.....	444
5.6 Виробнича вібрація.....	546
5.7 Психофізіологічні фактори.....	655

5.8 Оцінка стійкості роботи автоматичних систем управління (АСУ).....	655
5.8.1 Оцінка стійкості роботи АСУ в умовах дії іонізуючого випромінювання.....	252
5.8.2 Оцінка безпеки роботи АСУ в умовах дії електромагнітного імпульсу.....	555
Висновки до підрозділу 5.....	625
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....	555
6.1 Локальний кошторис.....	688
6.1.1 Загальні техніко-економічні показники.....	545
6.2 Розрахунок економічної ефективності системи.....	545
Висновки до розділу 6.....	578
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	552
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	545
ДОДАТКИ.....	601

ВСТУП

Актуальність теми. 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:

- впровадження новітніх конструкцій вітроагрегатів для мережної та автономної вітроенергетики;
- 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 енергія сонця та геотермальна енергія 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 кафедри теплогазопостачання та НДЛІ гідродинаміки Вінницького національного технічного університету (Тема НДР №12К1: «Енергоощадні системи та засоби їх реалізації для систем теплогазопостачання і вентиляції»).

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є наукове обґрунтування та вибір енергоощадної системи тепlopостачання лабораторного корпусу університету, а також опалення споруд типу «Оранжерея» і устаткування, 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 будівлі лабораторного корпусу та прибудованої оранжереї та особливості роботи її теплогенеруючого та теплоакumuлюючого устаткування;

– розробити принципові та конструктивні рішення оранжерейної зони та проаналізувати особливості тепломасообмінних процесів;

– виконати математичне моделювання мікроклімату в споруді типу «Оранжерея», в основу якого покласти зв'язок суміщених теплових потоків від ґрунтового обігріву, від апаратів повітряного обігріву, теплоакumuлюючих агрегатів тощо, а також розробити стійкі тепловологісні режими для забезпечення ефективних технологій.

Об'єкт дослідження – тепломасообмінні процеси, які відбуваються в атмосфері та ґрунті оранжереї, а також в мережі тепlopостачання будівлі лабораторного корпусу ботанічного саду університету.

Предмет дослідження – визначення раціональних технологічних режимів та робочих параметрів теплогенеруючого і теплоакumuлюючого устаткування та іншого обладнання системи створення мікроклімату для будівлі оранжереї ботанічного саду, яка прибудована до лабораторного корпусу університету, обґрунтування закономірностей формування тепловологісного режиму всередині оранжереї, з метою досягнення достатньо високого ККД устаткування, якості забезпечення відповідних теплових режимів.

Наукова новизна одержаних результатів.

У роботі:

– вперше розроблена математична модель теплових балансів у споруді типу «Оранжерея», в основу якої покладено врахування надходжень і втрат теплової енергії, що виникають при створенні заданих умов тепловологісного режиму, завдяки якій забезпечується вибір раціонального співвідношення параметрів, які сприяють необхідному за функціональним призначенням створеного мікроклімату в окремих приміщеннях та енергозбереженню;

– запропоновані аналітичні залежності взаємозв'язків між основними параметрами та характеристиками створюваного тепловологісного режиму спеціалізованої будівлі – оранжереї та будівлі лабораторного корпусу, які надають можливість 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 забезпечення мікроклімату оранжереї ботанічного саду, що прибудована до будівлі лабораторного корпусу університету, які забезпечують їх раціональне та ефективне функціонування, зокрема, в основу теплогенеруючого устаткування покладено застосування теплових насосів і сонячних колекторів, а також теплоакumuлюючого устаткування та резервного електричного котла індуктивного типу,

– запропонована науково обґрунтована методика розрахунку розглянутих систем забезпечення мікроклімату 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 магістранта в наукових і практичних результатах полягає в постановці цілеспрямованої задачі створення удосконаленої системи створення мікроклімату для споруди типу «Оранжерея», яка прибудована до будівлі лабораторного корпусу університету, відповідних конструктивних схем облаштування, які задовольняють сучасним вимогам. Для реалізації цієї мети здобувачем особисто вивчені тепломасообмінні процеси в споруді типу «Оранжерея», 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, 2021 р.) та на LI науково-технічній конференції ВНТУ (2022 р.); опубліковані тези доповіді у збірнику матеріалів конференції [1,2].

Структура та обсяг роботи.

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

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ВІДОМИХ СИСТЕМ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ ОРАНЖЕРЕЙНИХ, ЛАБОРАТОРНИХ ТА ПОДІБНИХ ДО НИХ СПОРУД. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

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

В даній магістерській кваліфікаційній роботі передбачена розробка систем опалення та гарячого водопостачання для оранжереї, що прибудована до лабораторного корпусу ботанічного саду університету у м. Умань.

Будівля лабораторного корпусу займає площу – 365 м², об'єм – 942,45 м³.

Площа прибудованої оранжереї 25,0м².

Метою розробки систем є:

- забезпечення нормативних мікрокліматичних умов для вирощування рослин в оранжереї, комфортних умов для працівників оранжереї та відвідувачів лабораторного корпусу;
- можливість економії енергоресурсів.

1.2 Кліматична характеристика району будівництва

Кліматичні умови для розрахунку системи опалення та допустимі умови мікроклімату для приміщень лабораторного корпусу університету приймаємо згідно п.2.1 [1] м. Умань; розрахункові параметри зовнішнього повітря за дод.8 [1] приймаємо географічний пункт будівництва: м.Умань.

1. Кліматичні умови району [3]:

- сейсмічність – менше 6 балів;
- середня температура найбільш холодної п'ятиденки - 21°C ;
- температура найбільш холодної доби – 26°C;
- середня швидкість вітру – 4,7 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: двоповерхова будівля лабораторного корпусу з прибудованою оранжерейною спорудою.

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

5. Джерело теплозабезпечення: від теплового насоса, який знаходиться в цокольній частині, та сонячних колекторів, що розташовані на даху, та біля будівлі, резервне теплогенеруюче устаткування – індукційний котел.

1.3 Проектна потужність об'єкту

Витрата теплоти на опалення будівлі лабораторного корпусу – 26,4 кВт.

Витрата теплоти на опалення оранжереї – 5 кВт.

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

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

1.4 Дані про можливість забезпечення основними матеріалами і енергоресурсами

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

Міська водопровідна мережа служить джерелом господарсько-питного холодного водопостачання. Максимальна витрата води – 17,8 м³/год. Витрати води на пожежогасіння – 10,5л/с [1].

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

В приміщенні будівлі лабораторного корпусу відсутні шкідливі впливи на організм людини та навколишнє середовище.

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

1.5 Матеріали оцінки впливів на організм працівників

В приміщенні будівлі лабораторного корпусу відсутні шкідливі впливи на організм людини та навколишнє середовище.

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

1.6 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.

1.7 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 проєктних 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 проєктів.

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

Під час проєктування 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 проєктах 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 теплопостачання 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 теплопостачання 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 теплопостачання.

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 акумуляуванням 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_m^2 , ємності БА V_m^3 і потужності $N_{ТНУ}$, 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 повітряними СК і 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.

1.8 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 проєктують 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 спірання 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 одного, 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).

1.9 Конструктивні рішення для прибудованої оранжереї

Для виконання проєкту запропонована прибудована до південної сторони будинку оранжерея розмірами 5,1 м x 4,9 м, з односкатним дахом під кутом 30'. Споруда оранжереї встановлена на фундаменті.

Скляні оранжереї обов'язково встановлюють на фундамент, каркас виготовляють з дерева (тепличний брусок), з легких сплавів (дюралюміній, стійкий до корозії), з сталевого кутника. Скло вкладають на гумовий ущільнювач.

Переваги скляних оранжерей:

- 1) земля не покривається снігом, тобто не промерзає;
- 2) стійкі до ультрафіолету;
- 3) існує парниковий ефект, що потрібно для нормального росту рослин;
- 4) менша інфільтрація повітря;
- 5) довговічність;
- 6) герметичність;
- 7) можливість експлуатації на протязі року.

Недоліки скляних оранжерей:

- 1) скло б'ється;
- 2) скло дорогий матеріал.

У плівкових та скляних оранжереях виникають тепловтрати через огороджуючі конструкції, в скляних оранжереях вони менші, тому для зменшення тепловтрат застосовують дво- та трьохшарові огороджуючі конструкції, стаціонарні чи трансформуючі екрани та автоматичне регулювання мікроклімату в оранжереї [32].

Застосування дво- та трьохшарової покрівлі з повітряним прошарком забезпечує:

- 1) економію теплової енергії на 30 - 40% у порівнянні з одинарним покриттям;
- 2) відсутність конденсації вологи на внутрішній поверхні огороження.

Недоліком такої покрівлі є значна маса скла, що потребує більш міцні несучі конструкції, це підвищує металоємкість оранжерей, тому дані покриття приймають при вирощуванні досить теплолюбивих культур.

Для зменшення тепловтрат в оранжереї також застосовують комбіноване огороження із скла та плівки. Над скляною покрівлею розташовують дво- та трьохшарове плівкове огороження з повітряним прошарком. Для забезпечення температури танення снігу на покрівлі (+10С) під час снігопаду потрібно підтримувати більш високу температуру повітря у верхній зоні, що може привести до перерозподілу тепла та зниження ефективності дво- та трьох шарового покриття. Тому, якщо не має можливості забезпечити температуру танення снігу на зовнішній поверхні огороження, потрібно зміцнювати будівельні конструкції, а це приводить

до перерозподілу матеріалу. Даний варіант огороження ефективний при недостатній герметичності оранжереї, а економія тепла становить 57% [32].

Ізоляцію огорожень виконують за допомогою додаткових екранів з полімерної плівки (полівінілхлоридної), які бувають стаціонарні (для холодного періоду) та трансформуючі (на певний проміжок часу). Теплотехнічний ефект екранування – це відображення матеріалом екрана інфрачервоних променів, які відбиваються від приладів опалення та ґрунту, в зону рослин; це зменшення коефіцієнта теплопередачі за рахунок додаткового огороження з повітряним прошарком [32].

Стаціонарний екран – це плівкове покриття з повітряними шарунками. Дана плівка в три шари навішується на огороження скляної оранжереї з внутрішньої чи зовнішньої сторони і притискується до скла, при цьому конденсат та лід на внутрішній стороні оранжереї не утворюється. Повітряні шарунки виключають конвективні потоки між плівкою і склом, дякуючи цьому підвищується теплоізолююча здатність плівки. Недоліком стаціонарного екранування є зниження освітленості, погіршення умов вентиляції [32].

Трансформуючі екрани з плівок та полімерних сіток застосовують в залежності від метеоумов і внутрішнього мікроклімату робочої зони, а також від можливості автоматизації системи управління [32].

Значну економію тепла дає зниження інфільтрації повітря досягають шляхом ущільнення фрамуг, дверей, стиків скляних та плівкових покрівель.

Значну економію тепла дає зниження інфільтрації повітря досягають шляхом ущільнення фрамуг, дверей, стиків скляних та плівкових покрівель.

В результаті проведеного аналізу скляних та плівкових оранжерей найбільш оптимальним рішенням є використання скляної оранжереї з покриттям внутрішньої сторони оранжереї поліетиленовою плівкою в три шари для зменшення інфільтрації.

З довідників відомо, що на похилу поверхню (наприклад, під кутом 35° до півдня) в холодні місяці року падає сонячної енергії в 1,32 рази більше, ніж на горизонтальну поверхню. Найбільше сонячної енергії падає вранці і вечері.

В двоскатних оранжереях сонячна енергія попадає лише на одну сторону споруди, в результаті чого не всі рослини отримують необхідну кількість тепла для

нормального росту і їх термін вегетації стає більш тривалішим, ніж в рослинах, які ростуть в односкатних оранжереях.

Сталеві елементи конструкцій оранжерей виготовляють із спеціальних гнутих полегшених профілів, шпроси (елементи, на яких закріплюється скло або плівка) часто роблять з алюмінію і його сплавів. Застосування алюмінію дозволяє економити метал при будівництві, забезпечує швидкий і зручний монтаж конструкцій. Крім того, зменшуються експлуатаційні витрати в результаті зниження бою скла і економії палива.

У оранжереях для індивідуального користування з покриттям зі скла по металевим поверхням використовується шпрос Т-подібного перерізу.

Світлопрозорі матеріали, що застосовуються при будівництві оранжерей, повинні володіти високим пропусканням в області фотосинтетичноактивної радіації (ФАР), поглинати інфрачервоне випромінювання, бути міцними і мати значний термічний опір.

Найбільш поширеними матеріалами для покриття оранжерей є скло і поліетиленова плівка. Скло пропускає 83-85% видимого випромінювання, близько 45% ультрафіолетового, 85% короткохвильового інфрачервоного випромінювання і не більше 10% середньо-і довгохвильового інфрачервоного випромінювання. Завдяки малому пропусканню в області інфрачервоного випромінювання скло забезпечує створення "тепличного" або "парникового" ефекту і тим самим сприятливого температурного режиму в оранжереї.

При всіх позитивних якостях скло володіє серйозним недоліком - крихкістю, через що необхідна постійна заміна частини скління оранжерей. Для оранжерей використовують листове віконне скло по ГОСТ 111-78 товщиною 4 мм і шириною 600 мм для ангарних і 750 мм для блокових оранжерей. Маса 1 м² такого скла становить 10 кг.

Полімерні матеріали мають показниками пропускання в області видимого випромінювання, близькими до показників скла. Характерною особливістю для багатьох полімерних матеріалів є більш низька межа пропускання інтегрального сонячного випромінювання, що дозволяє наблизити умови вирощування в

оранжереях до відкритого ґрунту - це особливо важливо при вирощуванні розсади овочевих культур для висадки в поле.

Ультрафіолетове випромінювання викликає старіння (втрату первинних якостей) полімерних матеріалів, що різко знижує їх термін служби в порівнянні зі склом.

Істотним недоліком полімерних матеріалів, особливо нестабілізованої поліетиленової плівки, є висока проникність в області інфрачервоної радіації, що призводить до значних втрат тепла в нічний час.

Поліетиленова плівка, для сільського господарства (ГОСТ 10354-82) легко плавиться (температура плавлення плівки (110-120 °С), вона практично водо-і паронепроникна, але досить проникна для вуглекислого газу і кисню. Руйнівна напруга при розриві 14 - 18 МН/м², подовження при розриві 400-600%.

Для покриття оранжерей застосовують плівку 0,1-0,2 мм. Її випускають в рулонах, мінімальна ширина полотна 0,8 м, 8 м (може досягати 12 м).

Таблиця 1.1 Співвідношення між товщиною і масою поліетиленової плівки.

Товщина плівки, мм	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,20
Маса 1м ² , г	45,9	55,1	73,4	91,8	110	137	183
Площа 1 кг плівки, м ²	21,8	18,2	13,6	10,9	9,1	7,3	5,4

Поліетиленова плівка здатна електризуватися, що призводить до накопичення електричного потенціалу. У свою чергу це викликає утворення краплинного конденсату на плівці і забруднення її поверхні пилоподібними частками. Тому вже через кілька місяців проникність поліетиленової плівки знижується на 15-20%. Краплинний конденсат окрім зниження прозорості сприяє розвитку хвороб на рослинах. Для усунення недоліків на поліетиленовій плівці розроблені спеціальні зразки що не електризуються. В Україні випускають гідрофільну антистатичну поліетиленову плівку за рецептом 108-82 (НВО "Пластполімер").

Для підвищення міцності і довговічності поліетиленових плівок застосовують їх стабілізацію і армування полімерними волокнами. Термін служби збільшується з 6 до 12 років.

Для поліпшення теплофізичних характеристик поліетиленових плівок у вихідну сировину вводять спеціальні добавки, що знижують пропускання плівки в області інфрачервоного випромінювання і поліпшують температурний режим у спорудах. Одним з таких компонентів служить каолін, внаслідок чого деякі зразки тепло утримуючих плівок пофарбовані в жовтуватий колір.

При будівництві оранжерей використовують полівінілхлоридні та сополімерні етіленвінілацетатні плівки. Полівінілхлоридні плівки мають менший пропусканням (до 10%) в області червоного випромінювання і великим терміном служби (до 3 років) у порівнянні з поліетиленовими плівками.

Для сільського господарства випускають пластифіковану полівінілхлоридну плівку марки С (ГОСТ 16272-79) шириною 1,2-1,8 м при товщині 0,15 мм. Руйнівна напруга плівки при розриві 25-30 МН/м², відносне подовження 280-300%. Як правило, полівінілхлоридні плівки армують. Етіленвінілацетатна плівка має пропусканням в інфрачервоній області спектра, рівним 20% з руйнівним напругою при розриві 24-26 МН/м², відносним подовженням 600%.

Розроблено кілька типів селективних плівок, які мають спеціальні спектральні характеристики пропускання. Ці плівки використовуються для оптимізації світлового клімату в оранжереях загального та спеціалізованого призначення.

При укоріненні живців для уникнення опіків і перегрівів застосовують поліетиленову плівку, що має з одного боку шорстку поверхню, розсіюючу сонячну радіацію, проникаючу в теплицю.

При виборі місця для будівництва оранжереї основними критеріями є хороша освітленість сонцем і захищеність від панівних вітрів. Остання обставина особливо важлива при вирощуванні рослин в зимовий час, оскільки наявність вітру значно збільшує втрати тепла.

Якщо на ділянці не вдається знайти достатньо захищеного від вітру місця, теплицю доцільно захистити штучним спорудженням у вигляді паркану або живої

огорожі висотою 1,8-2 м. Розташовувати такі захисні споруди краще з північної, північно-східної або північно-західного боку. Для запобігання затінення відстань до оранжереї не повинно бути менше, ніж триразова її висота. При розташуванні вітрозахисних споруд з південного, південно-західній або південно-східного боку оранжереї їх необхідно розташовувати на більшій відстані, принаймні в 4-5 разів перевищує висоту.

Споруджувати оранжереї потрібно на добре осушеній ділянці з низьким рівнем залягання ґрунтових вод.

Оранжерея розміром 4 × 3,1 м встановлюється на фундамент з бетону, цегли або дерев'яних брусів. Ширина фундаменту 100 мм, висота 800 мм. При його виготовленні (за винятком дерев'яного) спочатку закладають дерев'яні бруски для кріплення каркаса. Потім між фундаментом і нижньої обв'язкою оранжереї прокладають гідроізоляцію з руберойду, толю або бітумної мастики.

Відомо, що коефіцієнт інтенсивності пропускання сонячних променів склом φ_0 зменшується при великих кутах падіння сонячних променів, а коефіцієнт відбиття сонячних променів склом – збільшується, тому односкатний дах оранжереї доцільно влаштувати під кутом 30 до півдня.

У період з квітня по вересень в оранжереї може бути дуже жарко - до 45 ° С. В результаті перегріву рослини можуть постраждати: коли температура всередині оранжереї піднімається вище 28 ° С, оранжерею необхідно охолоджувати. Природна вентиляція є ефективним способом охолодження. Тепле повітря піднімається вгору, якщо більш холодне повітря зовні потрапляє в теплицю через отвори внизу, наприклад, через двері або отвори в стіні, тепле повітря виходить з оранжереї, якщо в даху є для цього отвори. Тому в даху оранжереї влаштовуються фрамуги.

1.10 Конструктивні рішення для системи гарячого водопостачання

Температуру гарячої води в місцях водорозбору слід передбачати: СНиП 2.04.01-85 * 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 $0,05 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ \text{C})$.

При проєктуванні 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°C , а гарячої – 75°C .

Випробувальний тиск води, що дорівнює робочому тиску в мережі гарячого водопостачання, але не менше 0,45 МПа, при температурі води (при випробуваннях) 90°C ; постійний тиск води, що дорівнює робочому тиску води в мережі, але не менше 0,45 МПа, при постійній температурі холодної води – 20°C протягом 50-річного розрахункового періоду експлуатації, а при постійній температурі гарячої води – 75°C 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.

1.11 Розрахунок економічної ефективності системи

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

Максимальне теплове навантаження на опалення будівлі лабораторного корпусу і прибудованої оранжереї, 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 :

$$\bar{Q}_0 = \frac{Q_0}{Q'_0} = \frac{t_{\text{в.п.}} - t_n}{t_{\text{в.п.}} - t_{\text{р.о.}}}, \quad (1.1)$$

де $t_{\text{р.о.}} = -21 \text{ }^\circ\text{C}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря;

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

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

$$\bar{Q}_0 = \frac{21 - (-1,1)}{21 - (-21)} = 0,526. \quad (1.2)$$

$$Q_{\text{опал}}^{\text{сез}} = \bar{Q}_0 \cdot Q_{\max}. \quad (1.3)$$

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

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 :

$$Q_{\text{ел}}^{\text{сез}} = 0,526 \cdot 12 \cdot 189 \cdot 7,2 = 8589 \text{ кВт*год.} \quad (1.4)$$

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:

$$B_{\Gamma} = f \frac{n \cdot Q_{\Sigma}}{q_{\Gamma} \cdot \eta_{\Gamma K}} = f \cdot B_{\Gamma. \text{полн}}, \quad (1.5)$$

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:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{\text{горл}} - T_{\text{холл}}) \cdot n, \quad (1.6)$$

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.

$$B_{\text{э/э}} = f \frac{n \cdot Q_n}{3600 \cdot \eta_{\text{э/н}}} = f \cdot B_{\text{э/э.полн}}, \quad (1.7)$$

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 1,68 грн. Тому вартість витраченої електроенергії буде дорівнює:

$$C_{\text{э/э}} = B_{\text{э/э}} \cdot C_{1\text{кВт}\cdot\text{ч}} \quad (1.8)$$

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

$$k = \frac{Q_{\text{тепл}}}{Q_{\text{ел}}}, \quad (1.9)$$

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

Табл. 1.2. Розрахунок економічної ефективності системи СТСТ

Вид навантаження	n , днів	f	Q_{Σ} МДж за добу	Q_{Σ} кВт/доб	$C_{\text{ел.стат}}$, грн	$C_{\text{ел.}}$, грн	$C_{\text{ек}}$, грн
ГВП опал. сезон	189	0,5	36,03	10,01	73,41	371,18	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:

$$C_{\text{оп}} = 30061,30 - 6012,50 = 24048,80 \text{ (грн.)}$$

Сума економії коштів для системи ГВП складає:

$$C_{\text{ГВП}} = 297,77 + 560,80 = 858,57 \text{ (грн.)}$$

Загальні капіталовкладення на влаштування СТСТ становлять $309,017 \text{ тис.грн.}$

При порівнянні двох систем, можна припустити, що експлуатаційні річні витрати, для них однакові.

Термін окупності установки становитиме:

$$T = \frac{K}{C_{\text{ек}}} = \frac{309017}{24048,80 + 858,57} = 4,4(\text{років})$$

Висновок до розділу 1

В даному розділі МКР було викладено техніко – економічне обґрунтування вибору системи опалення та проаналізовані можливі конструктивні рішення щодо розробки системи опалення оранжереї.

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

Досить вагомим є екологічний ефект 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.

2. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ СПОРУД ОРАНЖЕРЕЙНОГО ТИПУ

2.1 Система гарячого водопостачання на альтернативних джерелах енергії

2.2.1 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 ґрунтового колектора не менше 100 років.

Графічне зображення горизонтального ґрунтового колектора наведено на рис. 2.1.

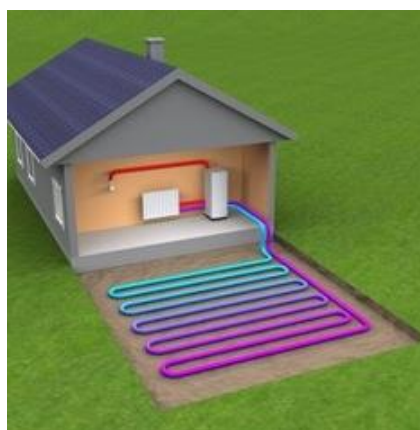


Рис.2.1 – Горизонтальний колектор

Ґрунт найбільш стабільне джерело розсіяного тепла. Незалежно від температури повітря, ґрунт має постійну температуру, нижче глибини промерзання. Трубопровід, у якому циркулює неотруйна 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. 2.2.

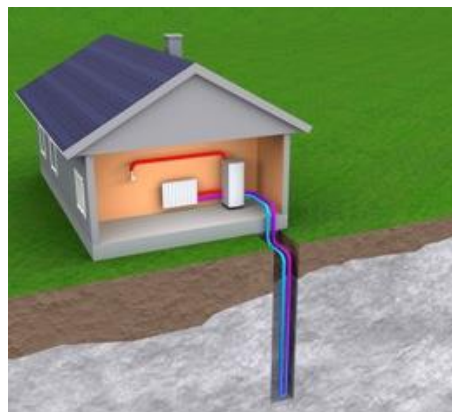


Рис. 2.2 – Вертикальний колектор

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. 2.3.

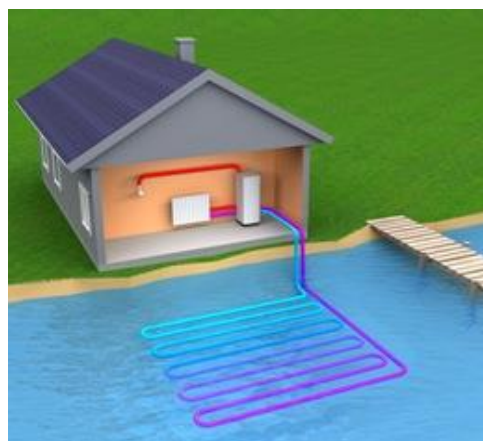


Рис. 2.3 – Варіант вода-вода, водяний тепловий насос (водяний колектор)

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. 2.4.

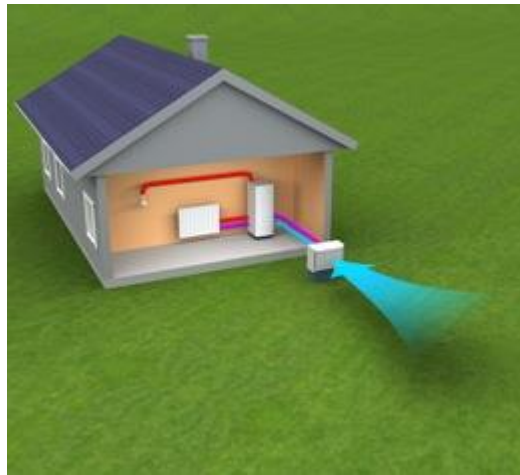


Рис.2.4 – Варіант повітря-вода, повітряний тепловий насос (повітряний колектор)

Графічне зображення спірального колектора наведено на рис. 2.5.

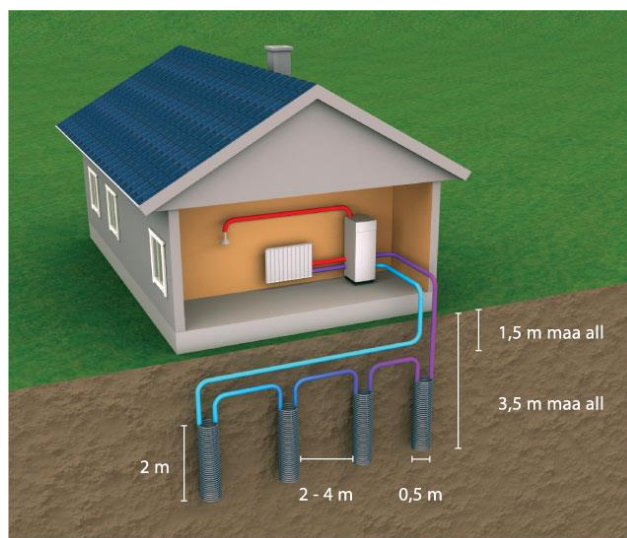


Рис.2.5 – Варіант ґрунт-вода, ґрунтовий тепловий насос (спіральний колектор)

Спиральні 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 з ґрунтовим вертикальним колектором. Глибина вертикального ґрунтового колектора (зонда) повинна відповідати енергопотребам. Вертикальний ґрунтовий теплообмінник (зонд) повинен забезпечувати ту кількість енергії, яка потрібна для ефективної роботи теплового насоса [18].

Теплообмін між ґрунтом та вертикальним теплообмінником зображено на рис. 2.6 [18].

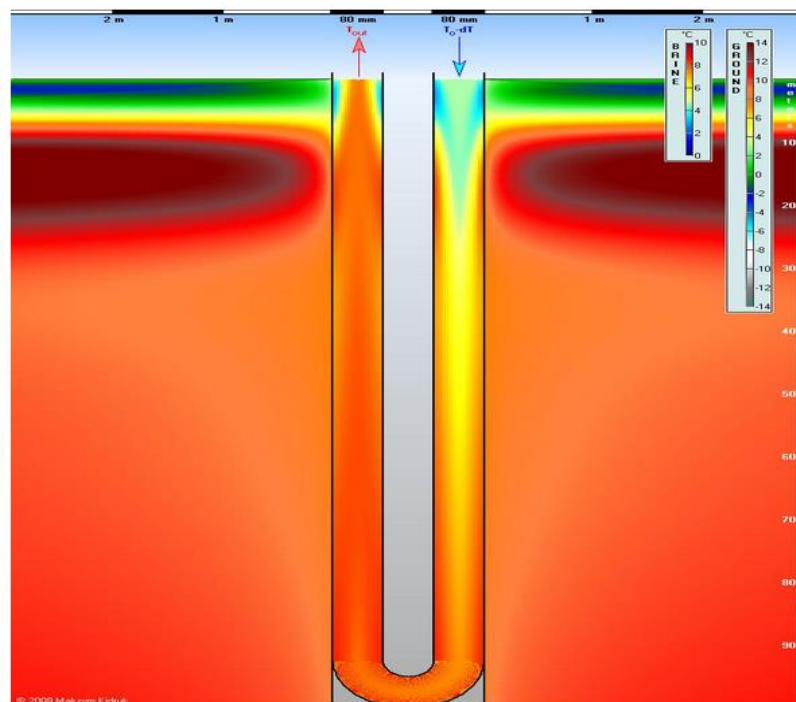


Рис. 2.6 – Теплообмін між ґрунтом та вертикальним теплообмінником

Основним елементом в системі гарячого водопостачання є тепловий насос. В денний період воду також підігріватимуть сонячні колектори, що дозволить зменшити використання електричної енергії тепловим насосом.

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. 2.7 [19].

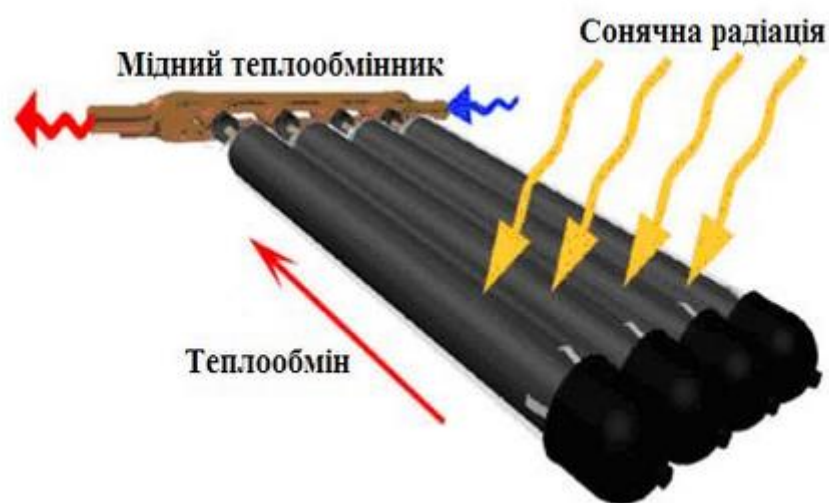


Рис. 2.7 – Теплообмін в сонячному колекторі

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 теплоізольована зашклена панель, у якій розміщена пластина поглинача сонячного тепла, і встановлені трубки з циркулюючою рідиною, яка відводить отримане тепло. Плоский колектор наведено на рис. 2.8.

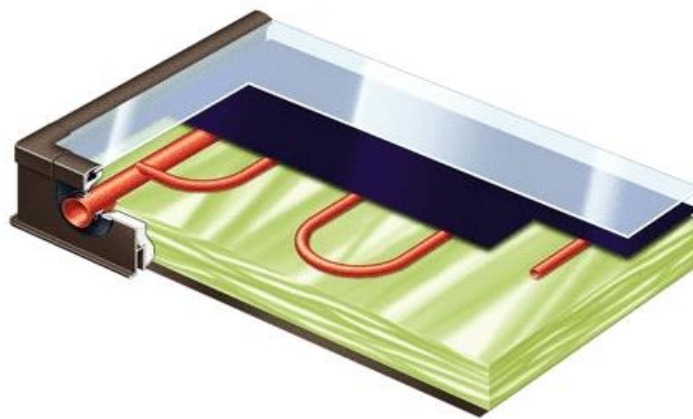


Рис. 2.8 – Плоский сонячний колектор

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. 2.9).

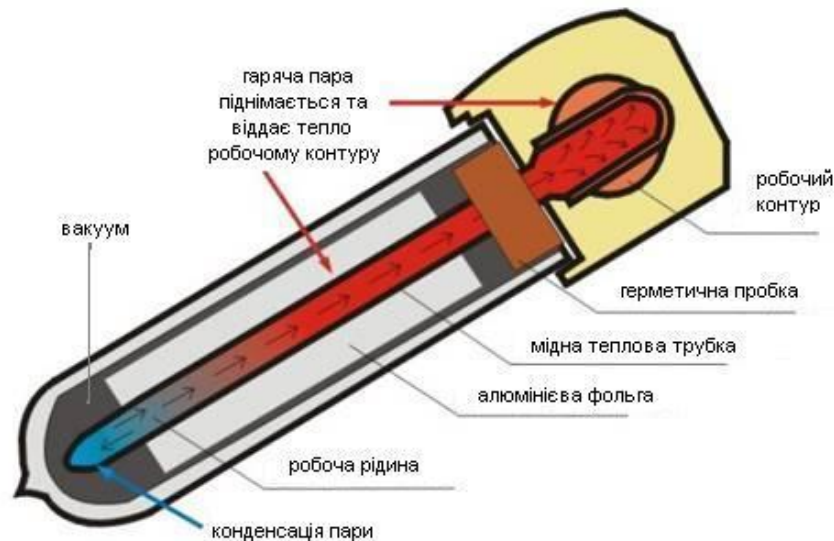


Рис. 2.9 – Вакуумний трубчастий сонячний колектор

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 теплоізолюване 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 трубках 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.

Термосифонні геліосистеми використовуються для компенсації сезонних теплових навантажень – роботи в теплі місяці року, для приготування гарячої води на обігрів води у відкритих басейнах тощо (див. рис. 2.10).



Рис. 2.10 – Термосифонна геліосистема

Дана установка встановлюється на будь-який освітлений сонцем майданчик в південному напрямку, підключається до звичайної системою трубопроводів (як звичайний електричний бойлер). Застосування вакуумних труб з багатошаровим покриттям і тепловою трубкою більш ефективно забезпечує передачу тепла воді від сонця і забезпечить безперервність роботи пристрою навіть при виході з ладу кількох вакуумних труб.

2.3 Оптимальний варіант вибору резервного електричного котла – індукційного котла

ТЕНові котли постійно удосконалюються і покращуються, але один недолік – не стовідсоткова надійність, залишається непереборною перешкодою для визнання їх кращим способом електронагріву. Особливо велика вірогідність відмови ТЕНових котлів у котельнях великої потужності. Тому сучасна інженерна думка працює,

переважно, не над удосконаленням ТЕНових котлів, а над створенням альтернативних способів електричного нагріву [14].

Електродні нагрівачі потребують значних експлуатаційних затрат на [14]:

- заміну електродів через електрохімічну корозію;
- проведення постійного водо-хімічного аналізу та попередню підготовку теплоносія;
- висококваліфікований нагляд та обслуговування.

Також електродні котли потребують спеціальних заходів електрозахисту, так як мають низький клас електробезпеки.

Індукційний нагрів як різновид електронагріву має певні переваги [15]:

- ККД до 98%, керованість процесом нагріву;
- компактність;
- відносно невисокі капіталовкладення;
- відсутність проблем, пов'язаних з доставкою і зберіганням палива.

Індукційні нагрівачі мають відмінні особливості:

- висока надійність і довговічність. Термін безвідмовної роботи складає 10 років (що вже підтверджене практикою застосування). Потенційний термін служби ще вищий;
- висока електрична і пожежна безпека устаткування;
- менші експлуатаційні витрати (економія на обслуговуванні і запасних частинах);
- безпека для довкілля і здоров'я людей;
- при правильній експлуатації відсутні елементи, що виходять з ладу.

Загальна порівняльна характеристика електричних нагрівачів наведена в табл. 2.1.

Отже, виходячи із наведеної вище порівняльної характеристики, більш вигідним варіантом для автономної системи теплопостачання буде встановлення індукційних нагрівачів.

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика електричних котлів

Характеристика	Тендові нагрівачі	Електровідні нагрівачі	Індукційні нагрівачі
Витрати при експлуатації			
Строк служби	Досить обмежений	Значний, але електровід потребують постійної заміни через електрохімічну корозію	Строк служби – 100000 годин (30 років)
Необхідність заміни деталей	Регулярної заміни потребують пени, які з часом виходять з ладу, або втрачають потужність	Регулярної заміни потребують електровід. Характеристика надмірного зносу зростає протягом 60-80 годин, потім потужність зменшується через накопичення відкладень низької електропровідності	При pravidильній експлуатації принципально відсутні елементи, що потребують заміни
Необхідність підготовки теплоносія під час експлуатації	В процесі експлуатації якість нагріву не залежить від підготовки теплоносія	Необхідний постійний дво- або трохфазний аналіз теплоносія в проміжних відомках потужності котлів може знизитись від якості підготовки теплоносія залежить безпечність роботи нагрівача	В процесі експлуатації якість нагріву не залежить від підготовки теплоносія
Вимоги до обслуговувачого персоналу	Потребує висококваліфікованого наглядю та обслуговування, яке необхідне кожного разу при заміні пени	Потребує висококваліфікованого наглядю та обслуговування, яке необхідне кожного разу при заміні пени	Нагрівник потребує висококваліфікованого монтажа і наглядю, та практично не потребує обслуговування
Ризик порушення технологічного процесу	Через високу надійність існує значний ризик порушення технологічного процесу. Тому існує необхідність у створенні резервної системи	Через високу надійність існує значний ризик порушення технологічного процесу. Тому існує необхідність у створенні резервної системи	Завдяки високій надійності, ризик порушення технологічного процесу мінімальний
Обмеження на використання			
Пожежна безпека	Температура на пени досягає 600-700°C що збільшує пожежну небезпеку. Мавть місце місцеві перегрів	Якщо питомий опір води нижче 100 Ом·см, то можливе утворення "гримучого газу"	Відсутні місцеві перегрів. Температура теплообмінника перевищує температуру теплоносія не більше ніж на 20-30°C
Електрична безпека	1 клас електробезпеки	0 клас електробезпеки. Необхідне екранування і інші спеціальні заходи захисту	2 клас електробезпеки. На теплообміннику агрегати відсутній електричний потенціал
Максимальна температура нагріву і потужність установок	Можливість задіяти високі температури (до 800°C), одична потужність установок не перевищує 100 кВт	Максимальна температура обмежується максимальною температурою пари. Одична потужність – до 1000 кВт і більше	Максимальна температура при нагріві з проміжним теплоносієм – 300°C, при прямому нагріванні – 500°C. Одична потужність – до 500 кВт.
Технологічна ефективність			
Якість готової продукції	Через можливість місцевого перегріву і ризику порушення технологічних параметрів існує ризик отримання продукта з низькою якістю	Через складність забезпечення стабільних температурних параметрів можливе зниження якості теплоносія	Стабільність температурних параметрів, висока керованість нагрівом і рівномірний прогрів по всьому об'єму середовища дає можливість отримати високоякісний продукт
Універсальність	Є можливість нагріву з проміжним теплоносієм та прямий нагрів	Використовується лише як парогенератор та для нагріву води	Є можливість використання як в системах з проміжним теплоносієм, так і без нього

Установка індукційного нагріву являє собою трансформатор, що складається з двох контурів. Первинний контур – магнітна система, вторинний контур – теплообмінний пристрій [15].

Під впливом змінного магнітного поля, що створюється магнітною системою, в металі теплообмінного пристрою індуються струми, які призводять до його

нагрівання. Тепло від нагрітих поверхонь теплообмінного пристрою передається середовищу, що нагрівається.

У такій системі немає елементів, що піддаються зносу, і термін служби обладнання визначається практично тільки терміном служби електромагнітної котушки. Тому установка є надійною і довговічною.

Принцип нагріву дозволяє застосовувати устаткування в найрізноманітніших процесах, де потрібно ефективно-активне автономне теплопостачання.

Для реалізації великих потужностей застосовується конструкція «револьверного» типу [15].

У цій конструкції через загальних сполучних колектора вварено 6 секцій з обмотками. Теплоносій подається знизу, через нижній сполучний колектор, рівномірно розходить по секціях, нагрівається і виходить згори через верхній сполучний колектор. На котел також можна одягнути кожух з теплоізоляцією. Роботою котла управляє перетворювач шафового виконання на тиристорах або IGBT-транзисторах [15].

2.4 Акумуляційний обігрів

Акумуляційний обігрів – це економний і безпечний спосіб обігріву. Головна особливість його роботи полягає в тому, що накопичення теплової енергії відбувається в години, коли діє дешевий тариф (так званий нічний) з 23.00 до 07.00, а віддача тепла – цілодобово.

Істотний позитивний момент таких обігрівачів полягає у тому, що вони накопичують значну кількість тепла при мінімальному навантаженні енергосистеми, а віддають його протягом доби, споживаючи електроенергію тільки вночі.

Добовий цикл роботи акумуляційних нагрівачів можна розділити на два етапи:

– Перший – це накопичення (нагрівання), на якому електрична енергія з електромережі використовується, головним чином, на нагрівання акумуляуючого блоку (до 600 ° C), а частина – безпосередньо на обігрів приміщення.

– Другий етап – розрядка, на якому тепло віддається для обігріву приміщення шляхом теплового випромінювання, природної конвекції, а в динамічних

акумулюючих обігрівачах – процес віддачі тепла відбувається також за рахунок примусового видування нагрітого повітря регульованим вентилятором, керованим програматором температури. Максимальний час роботи в режимі споживання енергії – 8 год., найбільший час віддачі тепла акумулюючим блоком (не включаючи в електричну мережу) – 16 год.

При наявності приладу обліку споживання електроенергії за періодами часу доби розрахунки з населенням проводяться [16]:

– за двозонними тарифами: 0,7 тарифу під час нічного мінімального навантаження енергосистеми (з 23 годин до 7 годин), повний тариф (з 7 години до 23 години);

– за тризонними тарифами: повний тариф у напівпіковий період (з 7 до 8 годин, з 11 до 20 години та з 22 до 23 годин), 0,4 тарифу під час нічного мінімального навантаження енергосистеми (з 23 до 7 годин); 1,5 тарифу під час максимального навантаження енергосистеми (з 8 до 11 години та з 20 до 22 години).

2.5 Аналіз відомих конструктивних рішень та теоретичних досліджень споруд типу оранжерей, теплиць чи зимових садів

Принципові схеми та конструкції оранжерей

Класифікація оранжерей [20, 21]:

а) за об'ємно-планувальним рішенням:

- 1) багатопрольотні (блокові);
- 2) однопрольотні (ангарні): односкатні, двоскатні, багатоскатні.

б) за способом вирощування рослин:

- 1) комбіновані;
- 2) гідропонні;
- 3) ґрунтові: терасні, площинні.

в) за способом утворення необхідного мікроклімату всередині споруди:

- 1) опалювальні: з використанням традиційних, альтернативних та комбінованих джерел енергії;
- 2) неопалювальні.

Типи обігріву теплиць, оранжерей і зимових садів

За типом обігріву розрізняють декілька видів:

1. З обігрівом. Якщо оранжерея передбачається використовувати як житло цілорічно, то його необхідно опалювати. Втрати енергії в цьому випадку можуть бути понижені за рахунок правильного вибору типу скління.

2. З періодичним обігрівом.

3. Холодні. Виступає в ролі термічної буферної зони між вулицею і основною спорудою. При цьому основна будова віддає менше енергії навколишньому середовищу, оскільки перепад температур між основною будівлею лабораторного корпусу і оранжереєю менший, ніж між основною будівлею і навколишнім середовищем. У нежилому і неопалювальному зимовому саду, оранжереї чи теплиці можна використовувати просте одинарне скління. При надзвичайно низьких зовнішніх температурах, з метою запобігання утворенню конденсату і льоду, безпосередньо в неопалювальних зимових садах, оранжерей чи теплицях встановлюють теплоізолюючі скління.

Типи систем обігріву

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.

Система водяного опалення ґрунту за зоною обслуговування може бути суцільного і контурного обігріву; за матеріалом труб – з пластмасових, азбестоцементних та скляних труб. Максимальна температура гарячої води в системі опалення ґрунту не повинна перевищувати 45 °С.

Система повітряного опалення поділяється [21, 22, 23, 25]:

1) за видом теплоносія: водоповітряну, пароповітряну, електроповітряну, повітряну з використанням низькотемпературного теплоносія;

2) за способом повітряного опалення: з повною рециркуляцією повітря та з частковою рециркуляцією повітря;

3) за способом подачі повітря в приміщення: із зосередженою подачею нагрітого повітря та з розосередженою подачею нагрітого повітря.

Переваги повітряної системи опалення:

- зниження капітальних витрат, металоємкості в 8-12 раз;
- зниження витрати тепла на 15-30% (внаслідок вирівнювання температури повітря по висоті);
- підвищення ефективності роботи системи обігріву в режимі автоматичного регулювання через малу термоінертність системи;
- покращення світлового режиму;
- можливе охолодження приміщення влітку.

При повітряному опаленні одночасно може регулюватись вологість повітря, температура, забезпечення рослин вуглекислим газом та киснем, тобто регулюється мікроклімат в приміщенні оранжереї.

Недоліком повітряної системи опалення із зосередженою подачею нагрітого повітря є велика нерівномірність температур (до 12-14 °C) та швидкостей повітря в приміщенні, внаслідок цього в приміщенні утворюються холодні зони, що недопустимо за санітарно-гігієнічними та агрономічними вимогами.

Недоліком повітряної системи з розосередженою подачею нагрітого повітря є велика протяжність повітропроводів (40-100м). Для забезпечення необхідних мікрокліматичних умов в обслуговуючій зоні потрібно врахувати теплообмін через стінку повітропроводу з навколишнім середовищем, що викликає значне охолодження нагрітого повітря (до 15-20 °C) і, відповідно, зменшення тепловіддачі по довжині повітропроводу.

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

Використання геотермальної енергії.

Для теплопостачання оранжерей 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 контактено-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 оранжерей, зимових садів чи теплиць використовують прісну, слабо газонасичену неагресивну 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 [29, 34, 35, 36].

Сонячна енергія. Як додаткове джерело тепла доцільно використовувати сонячну енергію. Кількість сонячної енергії, що надходить в оранжерею, залежить від інтенсивності теплового випромінювання, кута падіння сонячних променів і типу скління.

Здатність оранжереї, теплиці чи зимового саду акумулювати енергію базується на фізичних властивостях скла (а майже всі поверхні оранжереї засклені).

Скло частину сонячної енергії, що надходить, пропускає, а частину відбиває і поглинає. Звичайне скло поглинає майже повністю короткі ультрафіолетові промені і промені довгохвильового діапазону, при цьому пропускаючи майже без змін видиме світло і короткохвильове теплове випромінювання. Це випромінювання потрапляє в приміщення, і там поглинається внутрішніми стінами, підлогою і предметами інтер'єру, після чого воно перетворюється на тепло. Тепло, яке віддають поверхні, в основному залишається в приміщенні, при цьому виникає, так званий, «парниковий ефект».

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 оранжереї і наявністю в ньому поверхонь, що акумулюють тепло. Поверхнею, здатною накопичувати сонячну енергію в оранжереї, як правило, є тільки підлога.

2.6 Теоретичні дослідження у галузі вивчення тепломасообмінних процесів

Процеси тепломасообмінні в споруді приймаються стаціонарними, тому що в нічний період температурний режим споруди змінюється повільно. Температури поверхонь та граничних шарів повітря приймаються як середнє по площі цих поверхонь. Випаровування та конденсація вологи, повітрообмін та надходження вуглекислого газу відбувається тільки в об'ємі споруди [37].

Процеси тепломасообмінні в спорудах для вирощування рослин при ґрунтовому обігріві описуються системою рівнянь теплового балансу [21]:

– рівняння теплового балансу для поверхні ґрунту:

$$Q_z + Q_{mn} + Q_{ak} + Q_{kn} + k_n Q_{pn} + Q_{no} + Q_g = 0; \quad (2.1)$$

– рівняння теплового балансу для об'єму споруди:

$$Q_{kn} + Q_{kp} + Q_{ko} + Q_{ok} + (1 - k_n) + (Q_{pn} + Q_{no} + Q_{po}) + Q_{nn} = 0; \quad (2.2)$$

– рівняння теплового балансу на огорожуючі конструкції:

$$Q_{ок} + k_n Q_{po} + k_n Q_{no} + Q_{вк} + Q_{к} + Q_{ef} + Q_{ло} = 0; \quad (2.3)$$

– рівняння балансу вологості для об'єму споруди:

$$G_n + G_{\partial} + G_k + G_g = 0; \quad (2.4)$$

де $Q_{г}$, $Q_{в}$, $Q_{ко}$, $Q_{нт}$, $Q_{к}$ – теплові потоки відповідно від ґрунтового обігріву в приміщення, на випаровування, від калориферів повітряного обігріву, на нагрівання вентиляційного повітря, від конденсації, Вт/м², площі приміщення;

$Q_{кп}$, $Q_{кр}$, $Q_{ок}$, $Q_{вк}$ – конвективні теплові потоки відповідно на поверхні ґрунту, до огорожуючої конструкції, від регістрів шатрового обігріву, від огорожуючої конструкції назовні, Вт/м²;

$Q_{рп}$, $Q_{но}$, $Q_{ло}$, $Q_{ро}$, Q_{ef} – променеві теплові потоки відповідно від регістрів шатрового обігріву на ґрунт, між ґрунтом та огорожуючою конструкцією, з спорудами, які розташовані навколо споруди, від регістрів шатрового обігріву на огорожуючу конструкцію, від огорожуючої конструкції в навколишнє середовище, Вт/м²;

$Q_{ак}$ – тепло, що акумулюється ґрунтом, Вт/м²;

$Q_{тп}$ – тепловтрати через ґрунт назовні, Вт/м²;

G_n , G_k , G_{∂} , G_g – витрата вологи відповідно на випаровування з поверхні ґрунту, яка утворюється при конденсації на огорожуючій конструкції, яка додатково вноситься в споруду, яка видаляється з вентиляційним повітрям, кг/(с×м²);

k_n – коефіцієнт, що враховує поглинання довгохвильового випромінювання трьохатомними газами (для споруд даного типу $k_n = 0,88$).

Необхідний повітрообмін на 1м² споруди, кг/(год×м²), при стаціонарному режимі становить [21, 38, 39, 40]

$$L = \frac{q_u}{c(t_e - t'_n)} = \frac{q_p - q_m}{c(t_e - t'_n)}, \quad (2.5)$$

де q_u – надлишок тепла від сонячної радіації, Вт/м²;

q_p – кількість теплової енергії, що потрапляє в приміщення за рахунок сонячної радіації, Вт/м²;

q_m – тепловтрати з 1 м² площі, Вт/м²;

t_e – максимально допустима температура внутрішнього повітря при вирощуванні рослин, °С [41];

t'_n – середньомісячна температура для розглядуваного місяця, °С [41];

c – масова теплоємність повітря, кДж/(кг×°С).

Кількість теплової енергії, що потрапляє в приміщення за рахунок сонячної радіації, визначається за формулою [21]:

$$q_p = \phi_0(1 - r_0)(1 - r)q'_p, \quad (2.6)$$

де ϕ_0 – коефіцієнт пропускання огороженням, що залежить від його матеріалу (скло товщиною 2-3 мм чи поліетиленова плівка товщиною 0,03-0,2 мм – $\phi_0 = 0,8-0,85$);

r_0 – коефіцієнт відбиття сонячної радіації огорожуючою конструкцією для споруд, які мають скляну огорожуючу конструкцію;

r – коефіцієнт відбиття сонячної радіації ґрунтом (темний ґрунт – 0,05-0,15; чорнозем – 0,2-0,14; сірий ґрунт – 0,1-0,35; піщаний ґрунт – 0,25-0,45);

q'_p – сумарна сонячна радіація, що приходить на горизонтальну поверхню, Вт/м².

Сумарну сонячну радіацію q'_p визначають за формулою [21, 42]:

$$q'_p = q''_p [1 - (1 - \Psi)n] \quad (2.7)$$

де ψ – коефіцієнт, що характеризує хмарність, коефіцієнт відбиття ґрунту та висоту сонця (середнє значення $\psi = 0,4$ на широті місцевості $45-60^\circ$ та при висоті сонця $25-40^\circ$);

n – хмарність в частках від повної;

q''_p – сумарна радіація при безхмарному небі, Вт/м².

2.7 Відомі експериментальні дослідження та результати практичних застосувань

Сонячний дім в Швеції. Двохповерховий житловий будинок в м. Карльстаде (59° пн.ш). Житловий будинок встановлений на бетону основу товщиною 150 мм з тепловою ізоляцією, стіни зроблені з дерева. Будинок має геліотеплицю з подвійним склінням. Повітрообмін здійснюється за допомогою вентилятора, і система вентиляції об'єднана з системою опалення. Взимку зовнішнє повітря проходить через геліотеплицю. В теплий період року вікна повністю захищені від потрапляння сонячних променів за допомогою виступів даху. Будинок споживає дуже мало енергії – 27 кВт×год/м² в рік [43].

Сонячний дім для Аляски. Одноповерховий будинок з двоскатним дахом має джерело опалення – піч на твердому паливі та сонячний колектор, який з'єднаний із зовнішньою південною стіною. Нагріте колектором повітря надходить в приміщення через люки під стелею, змішується з теплим повітрям від печі, за допомогою вентилятора направляється по вертикальному повітропроводу вниз, в підвал, який заповнений гравієм, що акумулює тепло. З підвалу повітря поступає через підлогу і спеціальні зазори вздовж стін в приміщення. Завдяки такому рішенню виконується обігрів підлоги і створюється кращий мікроклімат. Для зниження тепловтрат, які виникають через північні вітри, з північної сторони розташовують неопалювальну кладову, через яку відбувається вхід в будинок, вікон на північній стороні немає [43].

Висновки до розділу 2

В даному розділі роботи проведено аналітичний огляд відомих досліджень у області проектування систем створення мікроклімату, а саме забезпечення теплопостачання із використанням джерел альтернативної енергії, на основі чого зроблено наступні висновки: для опалення будівель, для системи гарячого водопостачання можуть бути прийняті сонячно-теплонасосні системи. Як генератор тепла як резервного краще приймати електричні котли, На підставі проведеного порівняння серед існуючих видів електричних нагрівачів (ТЕНових, електродних та індукційних) обрано найоптимальніший варіант – індукційні котли.

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 ґрунтового теплового насосу – із вертикальним ґрунтовим колектором.

Проаналізовано відомі конструктивні рішення та теоретичні дослідження, які можливо застосовувати при проектуванні та моделюванні фізичних процесів у спорудах оранжерейного типу.

3 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В СПОРУДІ ТИПУ «ОРАНЖЕРЕЯ»

3.1 Вибір раціональних, принципів та конструктивних рішень реалізації споруди типу «Оранжерея». Об'єкт дослідження

3.1.1 Аналіз розроблених способів та принципів схем реалізації тепловологісних режимів

Споруда типу «Оранжерея» [29] має скляну огорожувальну конструкцію, утеплену північну стіну та акумуляцію тепла в ґрунті за допомогою тонколистових труб діаметром 110 мм.

Недоліком даної оранжерейної споруди є виникнення тепловтрат через огорожувальні конструкції, конденсація вологи на внутрішній поверхні огороження.

Для удосконалення наступних недоліків в роботі запропоновано скляний дах виконати з використанням матеріалу – полікарбонату з затемненням його зсередини шляхом напилення з внутрішньої сторони, це значно підвищить безпеку на випадок биття скла і за рахунок непропускання назовні відбитих сонячних променів зменшить тепловтрати. Утеплену північну стіну пофарбувати в білий колір, для більшого відбиття сонячних променів на рослини.

Споруда з горизонтальною покрівлею [64] складається з каркасу, скляних огорожувальних конструкцій, які змонтовані з металевими рамами на фундаменті. Провітрювання відбувається за допомогою фрамуг в бокових огороженнях [64].

Недоліком даного оранжереї з горизонтальною покрівлею є значна конструктивна складність, значні трудовитрати при монтажі горизонтального покриття, виникнення тепловтрат через отвори для провітрювання та незадовільний естетичний вигляд.

Щоб полегшити монтаж такої покрівлі, підвищити безпеку експлуатації, знизити тепловтрати в приміщенні, захистити її від ультрафіолету та забезпечити сприятливі умови експлуатації її на протязі року, в роботі запропоновано нову конструкцію

споруди типу «Оранжерея» з виконанням похилої покрівлі із полікарбонату з внутрішнім затемнюючим покриттям.

3.1.2 Конструктивна схема облаштування споруди типу «Оранжерея»

Покрівлю споруди типу «Оранжерея» виконують односкатною під кутом 20° в напрямку до півдня.

Конструкцію обов'язково встановлюють на фундамент. У прибудованій стіні передбачена фрамуга (кватирка) – обов'язковий елемент вентиляції в літній період. Північна стіна – прибудована і пофарбована в білий колір (рис. 3.1).

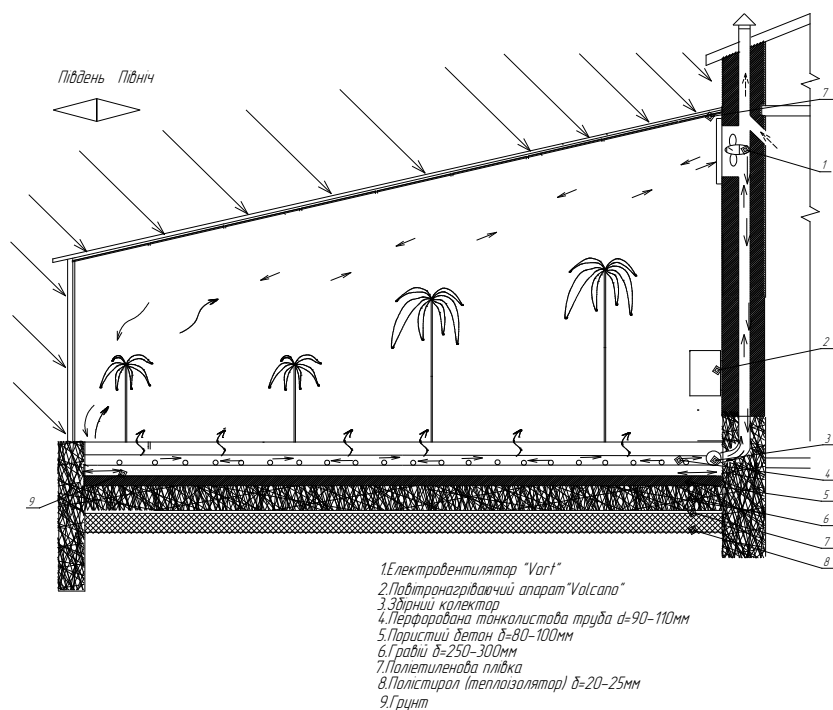


Рис. 3.1 – Конструктивна схема облаштування споруди типу «Оранжерея»

Біля північної стіни споруди встановлюють повітрянагрівачий апарат.

В ґрунті для краплинного та загального поливу рослин влаштовують перфоровані труби, перфорацію виконують кроком 10-15 см.

У споруді проєктуватиметься повітряне опалення із генератором тепла – калорифером та вентилятором.

Всередині оранжереї влаштовують систему автоматичного керування мікрокліматом, яка складається з блоку керування (контролера мікроклімату), блоку

ручного керування, релейної комутації та набору датчиків, що вимірюють температуру і вологість повітря в центрі споруди; концентрацію CO₂; температуру скління; температуру ґрунту; температуру повітря в верхній точці приміщення; температуру повітря по периметру оранжереї; температуру теплоносія в усіх контурах обігріву. Всі датчики температури повітря та вологості розташовані у вентиляюючих комірках. Збір даних та головне керування мікрокліматом виконує контролер, який передає всі вимірювання на персональний комп'ютер [65].

3.1.3 Аналіз вибраного об'єкту досліджень

Покрівлю оранжереї встановлюють під кутом 20°, тому що це дозволяє ефективно використовувати сонячну енергію, що для даної споруди дуже важливо. З довідників відомо, що в холодні місяці року сонячної енергії в середньому падає в 1,32 рази більше на односкатну поверхню, ніж на горизонтальну. Числові значення середньомісячного коефіцієнту перерахунку сумарного потоку сонячної енергії на похилу (20° до півдня) поверхню на широті м. Умань зображено на рисунку 3.2.

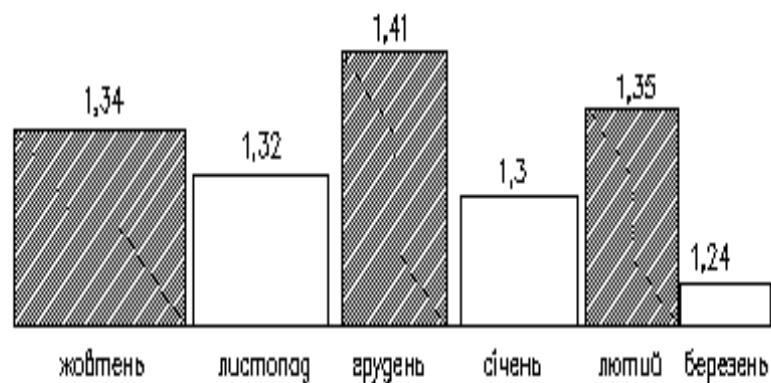


Рис. 3.2 – Середньомісячний коефіцієнт перерахунку сумарного потоку сонячної енергії

Коли сонце розташоване на горизонті, кожний градус нахилу забезпечує збільшення енергії сонця в декілька раз.

Залежність збільшення надходження сонячної енергії від нахилу ґрунту у вегетації наведено на рисунку 3.3.

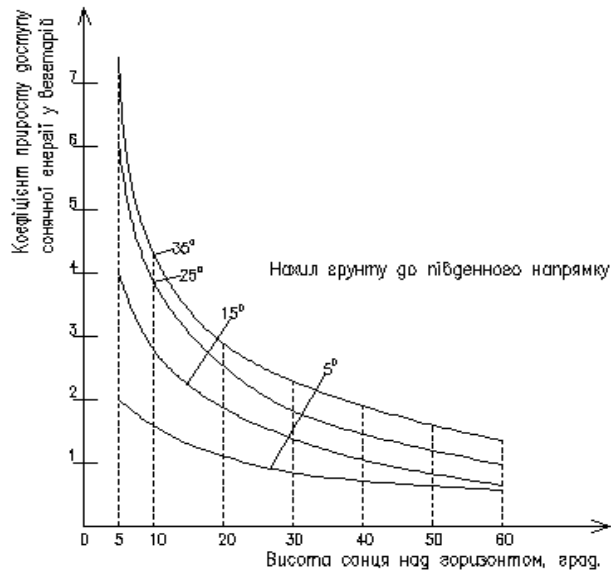


Рис.3.3 – Залежність збільшення надходження сонячної енергії від нахилу ґрунту у вегетації

Оранжерея має огорожувальні конструкції виконані з полікарбонату із внутрішнім затемнюючим покриттям, разом з ущільненням скла така конструкція дозволяє мінімізувати тепловтрати і одночасно забезпечити достатній рівень безпеки.

Освітленість в приміщенні 5-8 кЛк. Споруда типу «Оранжерея» експлуатується на протязі року, тому в ній встановлене штучне освітлення для подовження світового дня.

3.2 Математичне моделювання тепломасообмінних процесів у запропонованій споруді типу «Оранжерея»

3.2.1 Основні припущення при розробці математичної моделі, розрахункова схема

При створенні математичної моделі тепломасообмінних процесів у розробленій споруді типу «Оранжерея» прийнято наступні припущення:

1. Температури поверхонь і граничних шарів повітря розглядаємо як середнє по площі цих поверхонь;

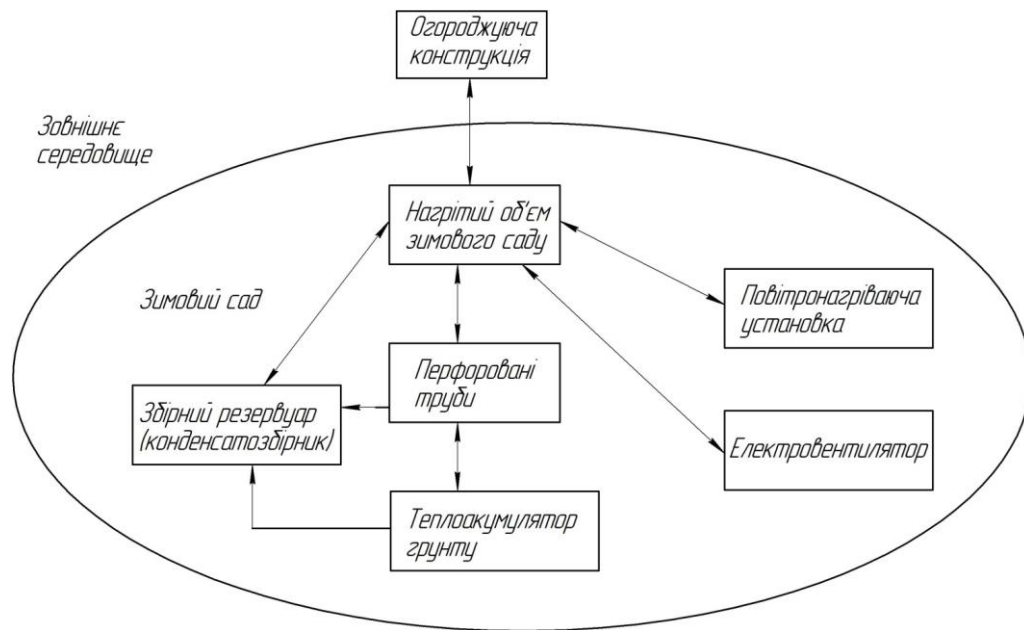


Рис. 3.5 – Схема взаємодії теплових потоків в системі

В процесі тепломасообміну для об'єму споруди можливі наступні ситуації:

- 1) відбувається нагрів об'єму споруди за рахунок конвективних теплових потоків $Q_{кп}$, $Q_{ок}$, $Q_{вк}$ та конденсацією вологи (рівняння 4.2);
- 2) відбувається охолодження поверхні за рахунок конвективної передачі тепла в нагрітий об'єм;
- 3) відбувається випаровування вологи та конденсація;
- 4) відбувається нагрів поверхні ґрунту за рахунок теплових потоків (рівняння 3.1).

3.2.2 Математична модель теплообмінних процесів

Процеси тепломасообміну в споруді описуємо системою рівнянь теплового балансу:

– рівняння теплового балансу для поверхні ґрунту

$$Q_g + Q_{mn} + Q_{ак} + Q_{кп} + Q_{но} + Q_g = 0; \quad (3.1)$$

– рівняння теплового балансу для об'єму споруди

$$Q_{кп} + Q_{нв} + Q_{ок} + (1 - k_n) + Q_{но} + Q_{ин} = 0; \quad (3.2)$$

– рівняння теплового балансу на огорожуючій конструкції

$$Q_{ок} + k_n Q_{но} + Q_{вк} + Q_{к} + Q_{эф} + Q_{ло} = 0; \quad (3.3)$$

– рівняння балансу вологості для об'єму споруди

$$G_n + G_o + G_k + G_e = 0, \quad (3.4)$$

де $Q_г$, $Q_в$, $Q_{нв}$, $Q_{ин}$, $Q_к$ – теплові потоки відповідно від ґрунтового обігріву в приміщення, на випаровування, від повітрянагріваючої установки, на нагрівання вентиляційного повітря, від конденсації, Вт/м² площі оранжереї;

$Q_{кп}$, $Q_{ок}$, $Q_{вк}$ – конвективні теплові потоки відповідно на поверхні ґрунту, до огорожуючої конструкції, від огорожуючої конструкції на зовні, Вт/м²;

$Q_{но}$, $Q_{ло}$, $Q_{эф}$ – променеві теплові потоки відповідно між ґрунтом та огорожуючою конструкцією, від споруд, що розташовані навколо оранжереї, від огорожуючої конструкції в навколишнє середовище, Вт/м²;

$Q_{ак}$ – тепло, що акумулюється ґрунтом, Вт/м²;

$Q_{ин}$ – тепловтрати через ґрунт назовні, Вт/м²;

G_n , G_k , G_o , G_e – витрата вологи відповідно на випаровування з поверхні ґрунту, яка утворюється при конденсації на огорожуючій конструкції, яка додатково вноситься в споруду, яка видаляється з вентиляційним повітрям, кг/(с×м²);

k_n – коефіцієнт, що враховує поглинання довгохвильового випромінювання трьохатомними газами (для споруд даного типу $k_n = 0,88$).

Замість рівняння теплового балансу для внутрішнього об'єму споруди (3.2) в залежності від характеру задачі можна застосувати рівняння теплового балансу для всієї споруди:

$$Q_2 + Q_{ак} + Q_{mn} + Q_{нв} + Q_{ш} + Q_6 + (Q_{вк} + Q_{эф} + Q_{ло}) \times [1 + a(\rho_3 - \rho_6)] = 0, \quad (3.5)$$

де $[1 + a(\rho_3 - \rho_6)]$ – величина, яка враховує надбавку тепловтрат на інфільтрацію (для споруд із звичайним склінням $a = 1$, для покриттів плівкою $a = 0,8$);

ρ_3, ρ_6 – густина зовнішнього і внутрішнього повітря, кг/м³;

$Q_{ш}$ – повний (променевий і конвективний) тепловий потік від системи обігріву приміщення, Вт/м².

Опалення. На основі припущення 6-го, потужність системи опалення, Вт, знаходимо за формулою:

$$Q_{on} = KF_{II} (t_6 - t_3) \eta_{инф}, \quad (3.6)$$

де Q_{on} – розрахункова потужність системи опалення, Вт;

K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²×°C);

t_6, t_3 – розрахункова температура внутрішнього та зовнішнього повітря, °C;

$\eta_{инф}$ – коефіцієнт інфільтрації;

F_{II} – сумарна площа поверхні огороження, м².

Головною конструктивною характеристикою оранжереї є коефіцієнт огороження, від якого залежать тепловтрати та потужність системи опалення.

Цей коефіцієнт визначаємо за формулою [21]:

$$\eta_{огр} = \frac{F_{II}}{F_O}, \quad (3.7)$$

де F_{II} – сумарна площа поверхні огороження, м²;

F_O – площа ґрунту, м².

Тоді, формула (2.6) матиме вигляд:

$$Q_{on} = KF_O (t_6 - t_3) \eta_{огр} \cdot \eta_{инф}. \quad (3.8)$$

Втрати теплової енергії системою опалення оранжереї можна визначити аналітичним способом при максимально допустимих значеннях температури зовнішнього повітря та швидкості вітру. Відповідна залежність наведена на рис. 3.6.

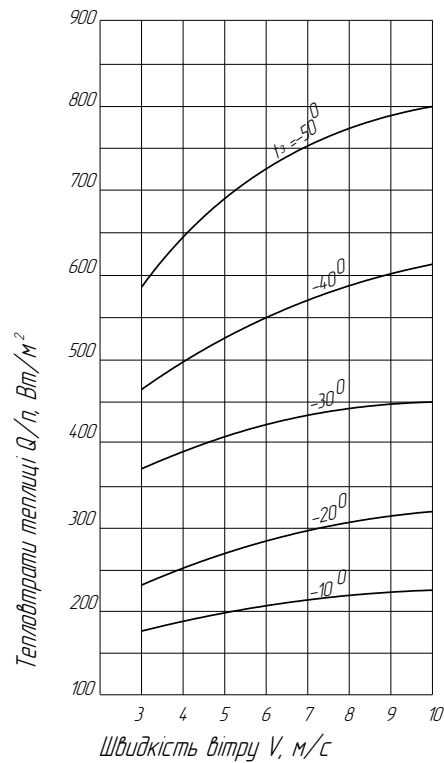


Рис. 3.6 – Розрахункові тепловтрати оранжереї

З рис. 3.6 видно, що чим вища температура зовнішнього повітря t_3 , тим більші тепловтрати має споруда оранжереї.

Кількісною характеристикою різних способів обігріву споруди є коефіцієнт β , який показує, яка частка тепла, що виділяється опалювальними приладами, йде на обігрів зони рослин [21]:

$$\beta = \frac{t_p - t_3}{t_k - t_3}, \quad (3.9)$$

де t_p – температура повітря в зоні рослин, °C;

t_k – температура повітря в приміщенні поблизу покрівлі, °С.

Чим менша різниця ($t_p - t_k$), тим менше буде тепловтррат при однаковому тепловому режимі в зоні рослин. Найменша величина тепловтррат буде при умові: $t_p - t_k = 0$. В цьому випадку потрібно забезпечити необхідний температурний режим в зоні рослин і фактичні тепловтррати через огорожуючі конструкції, які визначаємо середньою температурою повітря біля внутрішньої поверхні огороження.

Коефіцієнт β – це коефіцієнт ефективності системи обігріву, чим ближче його величина до одиниці, тим раціональніше використовується тепло системи опалення.

Тоді формула (3.8) отримає наступний вигляд:

$$Q_{on} = \frac{KF_o}{\beta} (t_p - t_z) \eta_{opr} \cdot \eta_{inf}. \quad (3.10)$$

Температура ґрунту, °С, у вертикальному перерізі над трубою ґрунтового обігріву визначаємо за формулою:

$$t_1 = 14,5 + 0,46S + (46,46 - 14,71S)h' + (4 - 2,09S - 17,8h' + 11,65Sh')\lambda_{II}, \quad (3.11)$$

де S – горизонтальна відстань між осями трубопроводів ґрунтового обігріву, м;

h' – глибина розташування джерела тепла в ґрунті, м;

λ_{II} – коефіцієнт теплопровідності ґрунту, Вт/(м²×°С).

Температура ґрунту, °С, у вертикальному перерізі на середині відстані між трубопроводами ґрунтового обігріву визначаємо за формулою:

$$t_2 = 13,92 + 0,58S + (58,71 - 27,42S)h' + (4,75 - 2,59S - 26,55h' + 13,5Sh')\lambda_{II}. \quad (3.12)$$

Потужність системи, Вт, ґрунтового обігріву визначаємо за формулою:

$$Q_{II} = [32,81\lambda_{II} + 4,95 - (11,5\lambda_{II} + 3,36)S] F_o . \quad (3.13)$$

Визначенню гранично допустимих температур було присвячено ряд робіт.

В роботі [66] отримані залежності гранично допустимої температури нагріву середовища, матеріалу залежно від початкової вологості.

Для постійної експозиції τ була запропонована формула:

$$t_3 = \frac{23,5}{C}, \quad (3.14)$$

де C – теплоємність матеріалу, кал/(кг \times °C), яка визначається за формулою:

$$C = \frac{0,37(100 - W) + W}{100}, \quad (3.15)$$

де W – початкова вологість матеріалу, %.

Формула (3.14) має той недолік, що вона придатна лише для однієї фіксованої експозиції нагріву $\tau = \text{const}$.

В роботі [66] була запропонована формула, що враховує час нагріву середовища матеріалу:

$$t_3 = \frac{23,5}{C} + 20 - 10 \lg \tau, \quad (3.16)$$

де τ – час дії температури, хв.

В цій же роботі наведена залежність, отримана Гучесоном

$$t_3 = 122 - 5,4 \cdot \lg \tau - 44 \cdot \lg W, \quad (3.17)$$

де W – початкова вологість матеріалу.

Вологість середовища матеріалу вважається практично постійною.

Початковими виразами для знаходження розподілу температури і за часом, є:

- рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial \vartheta(r, \tau)}{\partial \tau} = a \left[\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial \vartheta}{\partial r} \right] - \frac{q_0}{c\gamma} \cdot \exp(-K_1 \tau), \quad (3.18)$$

- початкова умова

$$\vartheta(r, 0) = \vartheta_0, \quad (3.19)$$

- гранична умова

$$\left[\frac{\partial \vartheta(r, \tau)}{\partial \tau} \right]_{r=R} = H(t_0 - \vartheta_0) \cdot \exp(-K_2 \tau), \quad (3.20)$$

- умова симетрії

$$\left[\frac{\partial \vartheta(r, \tau)}{\partial \tau} \right]_{r=0} = 0, \quad (3.21)$$

де прийняті наступні позначення:

$\vartheta(r, \tau)$ – температура середовища у будь-якій точці на глибині r у момент часу τ ;

a, c, γ – відповідно теплопровідність, теплоємність і щільність середовища;

$H = \frac{\alpha}{\lambda}$, де α – коефіцієнт тепловіддачі між огорожувальною конструкцією і

навколишнім середовищем;

λ – коефіцієнт теплопровідності огорожувальної конструкції.

Рівняння (3.20) визначає особливості протікання процесу на межах тіла. В нашому випадку це граничні умови третього роду, які полягають в завданні температури навколишнього середовища і інтенсивності теплообміну на поверхні огорожуючої конструкції.

Розв'язання рівняння (3.18) будемо вести операційним методом при наступних допущеннях.

Прийmemo допущення, що коефіцієнт теплообміну постійний.

Якщо $\mathfrak{G}(r, \tau)$ – оригінал, то між ним і зображенням $\Theta(r, S)$ існує наступна залежність:

$$\Theta(r, s) = \int_0^{\infty} e^{-s\tau} \mathfrak{G}(r, \tau) d\tau. \quad (3.22)$$

Рівняння (2.18) для зображення $\Theta(r, S)$ згідно перетворення Лапласа буде:

$$S\Theta(r, s) - \mathfrak{G}_0 = a \left[\frac{d^2 \Theta(r, s)}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d\Theta(r, s)}{dr} \right] - \frac{q_0}{c\gamma} \cdot \frac{1}{S + K_1}. \quad (3.23)$$

Після математичних перетворень рівняння (3.23) одержуємо наступне:

$$\frac{d^2 \Theta(r, s)}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d\Theta(r, s)}{dr} - \frac{q_0}{ac\gamma} \cdot \frac{1}{S + K_1} - \frac{S}{a} \Theta(r, s) + \frac{\mathfrak{G}_0}{a} = 0. \quad (3.24)$$

Початкові і граничні умови для зображення:

$$\frac{d\Theta(0, s)}{dr} = 0; \quad \frac{d\Theta(R, s)}{dr} = H \left(\frac{t_0 - \mathfrak{G}_0}{K_2 + S} \right); \quad \mathfrak{G}(r, 0) = \mathfrak{G}_0 \quad (3.25 - 3.27)$$

Однорідне рівняння для виразу (3.24) має вигляд:

$$\frac{d^2 \Theta(r, s)}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d\Theta(r, s)}{dr} - \frac{S}{a} \Theta(r, s) = 0. \quad (3.28)$$

Це рівняння є окремим випадком рівняння Бесселя [67].

Згідно [67], розв'язання однорідного рівняння (3.28) має вигляд:

$$\Theta(r, s) = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{2}{\pi}} [C_1 \text{Ch}(\sqrt{\frac{s}{a}} r) + C_2 \text{ish}(\sqrt{\frac{s}{a}} r)]. \quad (3.29)$$

Тоді, розв'язання неоднорідного рівняння (3.24) визначиться виразом:

$$\Theta(r, s) = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{2}{\pi}} [C_1 \text{Ch}(\sqrt{\frac{s}{a}} r) + C_2 \text{ish}(\sqrt{\frac{s}{a}} r)] + \frac{1}{s} \left(-\frac{q_0}{c\gamma} \cdot \frac{1}{K_1 + s} + \mathcal{G}_0 \right). \quad (3.30)$$

Сталі C_1 і C_2 визначимо з граничних умов для зображення (3.25 – 3.27).

Розв'язання рівняння (3.24) для зображення $\Theta(r, s)$ після перетворень приймає вигляд:

$$\Theta(r, s) = \frac{HR^2(t_0 - \mathcal{G}_0) \cdot \frac{1}{r} \text{sh}(\sqrt{\frac{s}{a}} r)}{[\sqrt{\frac{s}{a}} R \text{ch}(\sqrt{\frac{s}{a}} R) - \text{sh}(\sqrt{\frac{s}{a}} R)](K_2 + s)} + \frac{1}{s} \left(-\frac{q_0}{c\gamma} \cdot \frac{1}{K_1 + s} + \mathcal{G}_0 \right). \quad (3.31)$$

Далі рівняння (3.31) можна представити в наступному вигляді:

$$\Theta(r, s) - \frac{\mathcal{G}_0}{s} = \frac{\varphi_1}{\psi_1} - \frac{\varphi_2}{\psi_2}, \quad (3.32)$$

де

$$\varphi_1 = HR^2(t_0 - \mathcal{G}_0) \cdot \frac{1}{r} \text{sh}(\sqrt{\frac{s}{a}} r),$$

$$\psi_1 = \left[\sqrt{\frac{s}{a}} R \operatorname{ch} \left(\sqrt{\frac{s}{a}} R \right) - \operatorname{sh} \left(\sqrt{\frac{s}{a}} R \right) \right] (K_2 + S), \quad (3.33)$$

$$\varphi_2 = q c \gamma,$$

$$\psi_2 = S(S + K_1).$$

Для знаходження оригіналу правої частини рівняння (3.32) можна скористатися другою теоремою розкладання [67, 68, 69], згідно якої оригінал встановлюється за допомогою коріння знаменника.

Поліном ψ_1 , має корені $S_1 = -K_2$ і незліченну множину коренів рівняння:

$$\sqrt{\frac{s}{a}} R \operatorname{ch} \left(\sqrt{\frac{s}{a}} R \right) - \operatorname{sh} \left(\sqrt{\frac{s}{a}} R \right) = 0. \quad (3.34)$$

Це рівняння має корені:

$$S_n = -\frac{a}{R^2} \mu_n^2, \quad (3.35)$$

де μ_n – корінь характеристичного рівняння:

$$\operatorname{tg} \mu_n = -\mu_n. \quad (3.36)$$

Згідно другої теореми розкладання оригінал функції $\varphi_1 \Psi_1$ знаходиться за формулою:

$$L^{-1} \left[\frac{\varphi_1}{\psi_1} \right] = \lim_{s \rightarrow \infty} \frac{\varphi_1(s)}{\psi_1'(s)} e^{s\tau} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\varphi_1(S_n)}{\psi_1'(S_n)} e^{S_n \tau}. \quad (3.37)$$

Провівши підстановку і перетворюючи отриманий вираз, знаходимо оригінал функції $\varphi_1 \Psi_1$:

$$L^{-1}\left[\frac{\phi_1}{\psi_1}\right] = \frac{HR^2(t_0 - \mathcal{G}_0) \sin\left(\sqrt{\frac{K_2}{a}}r\right)}{r\left[\sqrt{\frac{K_2}{a}}R \cos\left(\sqrt{\frac{K_2}{a}}R\right) - \sin\left(\sqrt{\frac{K_2}{a}}R\right)\right]} e^{-K_2\tau} +$$

$$+ 2\frac{aH}{r}(t_0 - \mathcal{G}_0) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin\frac{\mu_n}{R}r}{\left(K_2 - \frac{a}{R_2}\mu_n^2\right) \sin\mu_n} e^{-\frac{a}{R^2}\mu_n^2\tau}. \quad (3.38)$$

Аналогічно знаходимо оригінал функції $\varphi_2\Psi_2$.

Для цього випадку корінь полінома Ψ_2 має наступні значення:

$$S_1 = 0; S_2 = -K_1.$$

Тоді, оригінал $\varphi_2\Psi_2$ визначається за наступним виразом:

$$L^{-1}\left[\frac{\varphi_2}{\psi_2}\right] = \frac{q_0}{K_1c\gamma} - \frac{q_0}{K_1c\gamma} e^{-K_1\tau} = \frac{q_0}{K_1c\gamma} (1 - e^{-K_1\tau}). \quad (3.39)$$

З урахуванням цього, розв'язання рівняння (3.18) в безрозмірному вигляді приймає вигляд:

$$\frac{\mathcal{G}(r, \tau) - \mathcal{G}_0}{t_0 - \mathcal{G}_0} = \frac{HR^2 \sin\left(\sqrt{\frac{K_2}{a}}r\right)}{r\left[\sqrt{\frac{K_2}{a}}R \cos\left(\sqrt{\frac{K_2}{a}}R\right) - \sin\left(\sqrt{\frac{K_2}{a}}R\right)\right]} e^{-K_2\tau}$$

$$+ 2\frac{aH}{r} \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{\sin\left(\frac{\mu_n}{R}r\right)}{\left(K_2 - \frac{a}{R_2}\mu_n^2\right) \sin\mu_n} e^{-\frac{a}{R^2}\mu_n^2\tau} \right] - \frac{q_0}{K_1c\gamma(t_0 - \mathcal{G}_0)} (1 - e^{-K_1\tau}) \quad (3.40)$$

В теорії теплообміну рівняння звичайно представляють в критеріальній формі. Ми вчинимо аналогічним чином, використавши критерії Фур'є, Померанцева, Біо, Предводителюва.

З рівняння (3.40) можна виділити ще комплекс параметрів, який ми позначимо $S = \frac{aH}{K_2r}$. Комплекс S характеризує відношення швидкості розвитку нестационарного

теплого процесу в середовищі, матеріалі до швидкості розвитку нестационарного теплого процесу в теплоносії. Швидкість розвитку нестационарного теплого процесу – це здатність частинок матеріалу при нагріванні або охолодженні вирівнювати температуру в окремих його місцях.

Крім того, введемо позначення:

$$Pd_1 = \frac{K_1 R^2}{a}; \quad (3.41)$$

Тоді, рівняння (3.40), з урахуванням позначення (2.41), в критеріальній формі прийме наступний вигляд:

$$\begin{aligned} \vartheta = & \frac{Bi \cdot \sin \sqrt{Pd_2^*} \exp(-Pd_2 F_0)}{r^* (\sqrt{Pd_2} \cos \sqrt{Pd_2} - \sin \sqrt{Pd_2})} + \\ & + 2S \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(\mu_n r^*) \cdot \exp(-\mu_n^2 F_0)}{(1 - \mu_n^2 / Pd_2) \sin \mu_n} - P_0 / Pd_1 [1 - \exp(-Pd_1 F_0)]. \end{aligned} \quad (3.42)$$

В рівняння (3.42) входить сума від одиниці до безкінечності. Звичайно, для інженерних розрахунків, в більшості випадків, достатньо використовувати два-три перших кореня, оскільки подальші коріння не роблять практичного впливу на результати розрахунку.

Рівняння (3.42) дозволяє визначити температуру в будь-якій точці тіла (огороджуючі конструкції) при заданих початкових параметрах процесу тепломасообмінну: температурі повітря на вході в оранжерею, вологості і температури ґрунту, швидкості теплового потоку.

Об'ємну витрату повітря, м³/с, в початковому перерізі повітророзподільника визначаємо за формулою:

$$L_0 = \frac{Q_{on} (273 + t_3)}{342 (t_3 - t_8) \cdot 10^3}. \quad (3.43)$$

Оптимальний діаметр перфорованого трубопроводу, м, визначаємо за формулою:

$$d_{opt} = \frac{4,5 \cdot l (273 + t_3)^{0,1}}{L_0^{0,1} \cdot 10^3}, \quad (3.44)$$

де l – довжина перфорованого трубопроводу, визначається з конструктивних особливостей споруди, м.

Швидкість руху повітря, м/с, в початковому перерізі перфорованого трубопроводу визначаємо за формулою:

$$v_0 = 1,27 \frac{L_0}{d^2}. \quad (3.45)$$

Уточняємо також параметр каналу, який повинен бути $\bar{\lambda}l \leq 2$:

$$\bar{\lambda}l = \frac{9 \cdot l (273 + t_3)^{0,1}}{d \cdot L_0^{0,1} \cdot 10^3}. \quad (3.46)$$

Якщо параметр $\bar{\lambda}l \geq 2$, тоді потрібно прийняти більший діаметр перфорованого трубопроводу.

Відносну площа отворів перфорації визначаємо за формулою:

$$\bar{f} = 1,08 \sqrt{\frac{\varepsilon_A^2 - 1}{1 - 0,375 \cdot \bar{\lambda}l}}. \quad (3.47)$$

Швидкість витoku повітря з отвору перфорації (середню, мінімальну і максимальну) визначаємо за формулою:

$$\omega_{cp} = \frac{v_0}{f}; \omega_{min} = \omega_0 = \frac{v_0}{f} \left(\frac{2}{\varepsilon_A + 1} \right); \omega_{max} = \omega_k = \frac{v_0}{f} \left(\frac{2\varepsilon_A}{\varepsilon_A + 1} \right), \quad (3.48)$$

де v_0 – швидкість руху повітря течії ($v_0 = 8-25$ м/с), м/с;

f – відносна площа отворів перфорації, м²;

ε_A – коефіцієнт максимальної нерівномірності роздачі повітря по довжині перфорованого трубопроводу, $\varepsilon_A = \omega_k / \omega_0$.

Діаметр отворів перфорації, при якому виключаємо можливість негативного впливу хвиль нагрітого повітря на відстань з врахуванням найбільш поганих умов ($\omega = \omega_{max}$, $\alpha = 90^\circ$) визначаємо виходячи з заданого по умові розташуванню трубопроводу в споруді мінімальної відстані S від перфорованого отвору до рослин і допустимих вітрових (ω_d) та температурних (t_d) режимів на осі течії за формулою:

а) з умови забезпечення допустимих швидкостей повітря на осі течії

$$d_0 = \frac{S \omega_d}{7,97 \sqrt{\frac{t_g + 273}{t_s + 273}} \omega_{max}}; \quad (3.49)$$

б) з умови забезпечення допустимих температур на осі течії

$$d_0 = \frac{S(t_d - t_g)}{3,51 \sqrt{\frac{t_g + 273}{t_s + 273}} (t_s - t_g)}. \quad (3.50)$$

Величини ω_d і t_d приймають в кожному конкретному випадку в залежності від прийнятих допустимих швидкостей і температур повітря на осі течії по вимогам мікроклімату в зоні рослин.

Кількість отворів перфорації n , шт., та їх крок a_0 , м, визначаємо за наступним залежностями:

$$n = \frac{\bar{f} d^2}{d_0^2}; a_0 = \frac{n l}{n}, \quad (3.51 - 3.52)$$

де n' – кількість рядів отворів перфорації ($n' = 2, 4, 6$ і т.д.).

Виходячи з умов зниження міцності трубопроводів приймаємо мінімально допустиму відстань між отворами $a_0 = 0,2$ м. Якщо $a_0 < a_0$, тоді потрібно збільшити кількість рядів отворів n' .

Діаметр, середню швидкість по площі та середню температуру течії на відстані x від площини перфорованих отворів визначаємо за формулами:

$$d_x = 6,9d_0 \left(\frac{0,082x}{d_0} + 0,145 \right); \quad (3.53)$$

$$\omega_x^{cp} = \frac{0,095d_0\omega_x}{0,082x + 0,145d_0}; \quad (3.54)$$

$$t_x^{cp} = \frac{0,226d_0(t_x - t_g)}{0,082x + 0,145d_0} + t_g. \quad (3.55)$$

Необхідний повний тиск на початку повітророзподільвача (електровентилятор), P_a , визначаємо за формулою:

$$P_{II} = \xi \frac{174v_0^2}{(t_s + 273)}; \quad (3.56)$$

де ξ – коефіцієнт опору всього повітророзподільвача, який визначається за графіком (рис. 3.7).

Із залежності коефіцієнта загального опору повітророзподільвача ξ від відносної площі отворів перфорації f бачимо, що чим більша площа отворів перфорації, тим більший коефіцієнт загального опору повітророзподільвача.

Отже, розроблена інженерна методика розрахунку системи опалення оранжереї, яка включає в себе формули: (3.10 – 3.13), (3.43 – 3.56). Система вентиляції розраховується за формулами (3.5 – 3.7).

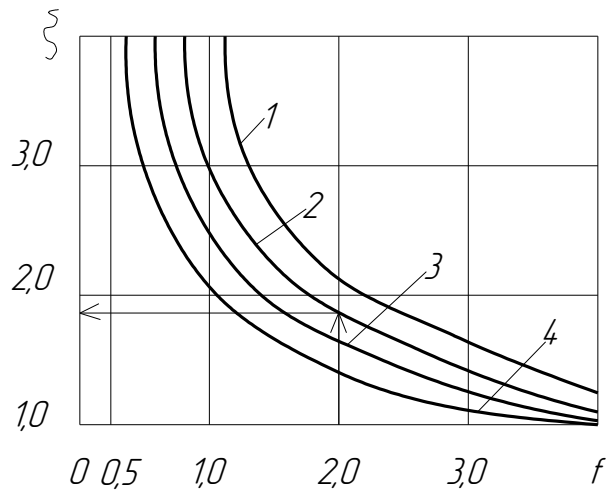


Рис. 3.7 – Залежність коефіцієнта загального опору повітророзподільвача ζ від відносної площі отворів перфорації f : 1- $E_A=1,0$; 2- $E_A=1,5$; 3- $E_A=2,0$; 4- $E_A=2,5$

3.3 Розрахунок системи опалення та вентиляції споруди типу «Оранжерея» на основі розробленої інженерної методики

Біля будівлі лабораторного корпусу ботанічного саду університету розташовано прибудовану споруду типу «Оранжерея», розрахунок для якої ведемо на підставі наступних вихідних даних.

Вихідні дані:

- 1) сумарна площа поверхні огородження $F_{\Pi} = 25 \text{ м}^2$;
- 2) площа ґрунту $F_0 = 21,5 \text{ м}^2$;
- 3) розрахункова температура внутрішнього повітря $t_b = 25 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 4) розрахункова температура зовнішнього повітря $t_3 = - 5 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 5) розрахункова температура повітря біля покрівлі $t_k = 22 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 6) розрахункова температура повітря в зоні рослин $t_p = 24 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 7) коефіцієнт інфільтрації $\eta_{\text{інф}} = 1,15$;
- 8) горизонтальна відстань між осями трубопроводів ґрунтового обігріву $S = 1 \text{ м}$;
- 9) глибина розташування джерела тепла в ґрунті $h' = 0,4 \text{ м}$;
- 10) коефіцієнт теплопровідності ґрунту $\lambda_{\Pi} = 0,25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{ }^\circ\text{C})$;
- 11) довжина перфорованого трубопроводу $l = 3,5 \text{ м}$.

Приймаємо до проєктування повітряну систему опалення оранжереї [70], яка працюватиме за наступною схемою (див. додаток Б, аркуш 5): тепловентилятор подаватиме підігріте повітря до азбестоцементних перфорованих трубопроводів, що прокладені у ґрунті та у повітря приміщення оранжереї. Із приміщення витяжним вентилятором відсмоктуватиметься частина повітря, що має нижчий тепловий потенціал знову у тепловентилятор, де змішуватиметься із зовнішнім повітрям та знову підігріватиметься до необхідної температури.

Щоб визначити потужність системи опалення оранжереї, визначаємо коефіцієнт ефективності системи обігріву: $\beta = \frac{t_p - t_3}{t_k - t_3} = \frac{24 + 5}{22 + 5} = 1,1$.

Визначаємо коефіцієнт огороження: $\eta_{огр} = \frac{F_{II}}{F_O} = \frac{25}{21,5} = 1,2$.

Тоді потужність системи опалення, Вт, становитиме:

$$Q_{on} = \frac{KF_O}{\beta} (t_p - t_3) \eta_{огр} \cdot \eta_{инф} = \frac{5,8 \cdot 21,5}{1,1} (24 + 5) \cdot 1,2 \cdot 1,15 = 4990 (Вт).$$

Температура ґрунту, $^{\circ}C$, у вертикальному перерізі над трубою ґрунтового обігріву становить:

$$t_1 = 14,5 + 0,46S + (46,46 - 14,71S)h' + (4 - 2,09S - 17,8h' + 11,65Sh')\lambda_{II} = 14,5 + 0,46 \cdot 1 + (46,46 - 14,71 \cdot 1) \cdot 0,4 + (4 - 2,09 \cdot 1 - 17,8 \cdot 0,4 + 11,65 \cdot 1 \cdot 0,4) \cdot 0,25 = 27,5^{\circ}C.$$

Температура ґрунту, $^{\circ}C$, у вертикальному перерізі на середині відстані між трубопроводами ґрунтового обігріву становить:

$$t_2 = 13,92 + 0,58S + (58,71 - 27,42S)h' + (4,75 - 2,59S - 26,55h' + 13,5Sh')\lambda_{II} = 13,92 + 0,58 \cdot 1 + (58,71 - 27,42 \cdot 1) \cdot 0,4 + (4,75 - 2,59 \cdot 1 - 26,55 \cdot 0,4 + 13,5 \cdot 1 \cdot 0,4) \cdot 0,25 = 26,2^{\circ}C$$

Потужність системи, Вт, ґрунтового обігріву становить:

$$Q_{II} = [32,81\lambda_{II} + 4,95 - (11,5\lambda_{II} + 3,36)S] F_O = [32,81 \cdot 0,25 + 4,95 - (11,5 \cdot 0,25 + 3,36) \cdot 1] \times 21,5 = 148,6 (Вт).$$

Об'ємна витрата повітря, m^3/c , в початковому перерізі повітророзподільника становить:

$$L_0 = \frac{Q_{on}(273 + t_3)}{342(t_3 - t_6) \cdot 10^3} = \frac{4990(273 + (-5))}{342(5 + 25) \cdot 10^3} = 0,14(\text{м}^3 / \text{с}) = 504(\text{м}^3 / \text{год}).$$

Задаємося діаметром перфорованого трубопроводу $d = 110$ мм і визначаємо швидкість руху повітря, м/с, в початковому перерізі перфорованого трубопроводу:

$$v_0 = 1,27 \frac{L_0}{d^2} = 1,27 \frac{0,14}{0,11^2} = 1,62(\text{м} / \text{с}).$$

Уточняємо параметри каналу, при умові $\bar{\lambda} l \leq 2$:

$$\bar{\lambda} l = \frac{9 \cdot l(273 + t_3)^{0,1}}{d \cdot L_0^{0,1} \cdot 10^3} = \frac{9 \cdot 3,5(273 + (-5))^{0,1}}{0,11 \cdot 0,14^{0,1} \cdot 10^3} = 0,17.$$

Умова виконується, тому змінювати діаметр не потрібно.

Відносна площа отворів перфорації становить:

$$\bar{f} = 1,08 \sqrt{\frac{\varepsilon_A^2 - 1}{1 - 0,375 \cdot \bar{\lambda} l}} = 1,08 \sqrt{\frac{1,5^2 - 1}{1 - 0,375 \cdot 0,17}} = 1,25.$$

Швидкість витoku повітря з отвору перфорації (середня, мінімальна і максимальна) становить:

$$\omega_{cp} = \frac{v_0}{\bar{f}} = \frac{1,62}{1,25} = 1,3(\text{м} / \text{с});$$

$$\omega_{мин} = \omega_0 = \frac{v_0}{\bar{f}} \left(\frac{2}{\varepsilon_A + 1} \right) = \frac{1,62}{1,25} \left(\frac{2}{1,5 + 1} \right) = 1(\text{м} / \text{с});$$

$$\omega_{макс} = \omega_k = \frac{v_0}{\bar{f}} \left(\frac{2\varepsilon_A}{\varepsilon_A + 1} \right) = \frac{1,62}{1,25} \left(\frac{2 \cdot 1,5}{1,5 + 1} \right) = 1,56(\text{м} / \text{с}).$$

Діаметр отворів перфорації:

а) з умови забезпечення допустимих швидкостей повітря на осі течії становить:

$$d_0 = \frac{S \cdot \omega_D}{7,97 \sqrt{\frac{t_6 + 273}{t_3 + 273}} \cdot \omega_{макс}} = \frac{1 \cdot 1}{7,97 \sqrt{\frac{25 + 273}{-5 + 273}} \cdot 1,56} = 0,08(\text{м});$$

б) з умови забезпечення допустимих температур на осі течії становить:

$$d_0 = \frac{S(t_D - t_e)}{3,51 \sqrt{\frac{t_e + 273}{t_s + 273}} \cdot (t_s - t_e)} = \frac{1(28 - 25)}{3,51 \sqrt{\frac{25 + 273}{-5 + 273}} \cdot (-5 + 25)} = 0,04(\text{м}).$$

Кількість отворів перфорації n , шт., та їх крок a_0 , м:

$$n = \frac{\bar{f}d^2}{d_0^2} = \frac{1,25 \cdot 0,11^2}{0,08^2} = 236(\text{шт});$$

$$a_0 = \frac{n'l}{n} = \frac{2 \cdot 3,5}{236} = 0,03(\text{м}).$$

Діаметр, середня швидкість по площі та середня температура течії на відстані $x = 0,05$ м від площини перфорованих отворів становлять:

$$d_x = 6,9d_0 \left(\frac{0,082x}{d_0} + 0,145 \right) = 6,9 \cdot 0,11 \left(\frac{0,082 \cdot 0,05}{0,11} + 0,145 \right) = 0,15(\text{м}).$$

$$\omega_x^{cp} = \frac{0,095d_0\omega_x}{0,082x + 0,145d_0} = \frac{0,095 \cdot 0,11 \cdot 1,3}{0,082 \cdot 0,05 + 0,145 \cdot 0,11} = 0,68(\text{м/с}).$$

$$t_x^{cp} = \frac{0,226d_0(t_x - t_e)}{0,082x + 0,145d_0} + t_e = \frac{0,226 \cdot 0,11(26,2 - 25)}{0,082 \cdot 0,05 + 0,145 \cdot 0,11} + 25 = 26,5^{\circ}\text{C}.$$

Необхідний повний тиск на початку повітророзподільника (теповентилятор), Па, становить:

$$P_{II} = \xi \frac{174v_0^2}{(t_s + 273)} = 2,3 \frac{174 \cdot 1,62^2}{(-5 + 273)} = 3,9(\text{Па}).$$

Запропонована система повітряного опалення оранжереї вимагає встановлення тепловентилятора Теплош КЭВ-20Т20Е [71] та витяжного вентилятора Systemair К 100 М [72].

Сумарна сонячна радіація, Вт/м², становить:

$$q_p' = q_p'' [1 - (1 - \Psi)n] = 20 [1 - (1 - 0,4)0,06] = 19,25(\text{Вт/м}^2).$$

Кількість теплової енергії, що потрапляє в споруду за рахунок сонячної радіації, Вт/м², становить:

$$q_p = \phi_0(1 - r_0) \cdot (1 - r) \cdot q_p' = 0,8(1 - 0,4) \cdot (1 - 0,14) \cdot 19,25 = 7,95(\text{Вт/м}^2).$$

Необхідний повітрообмін на 1м² площі оранжереї, кг/(год×м²), становить:

$$L = \frac{q_u}{c(t_g - t'_3)} = \frac{q_p - q_m}{c(t_g - t'_3)} = \frac{7,95 - 5,6}{1 \cdot (25 - 22)} = 0,78 \left(\text{кг} / (\text{год} \cdot \text{м}^2) \right).$$

Висновки до розділу 3

Здійснено вибір та обґрунтування варіантів раціональних, принципівих та конструктивних рішень реалізації споруди типу «Оранжерея».

На підставі теоретичного аналізу тепломасообмінних процесів досліджуваної споруди типу «Оранжерея» виведені узагальнені функціональні залежності, що пов'язують між собою основні параметри мікроклімату (розрахункові температури, швидкість вітру, вологість, коефіцієнт теплопередачі, теплопровідності), придатні для практичних розрахунків при попередній оцінці та виборі їх раціональних параметрів на стадії ескізного проєктування.

Проведено розрахунок системи опалення оранжереї за розробленою методикою та визначено: потужність системи опалення $Q_{on} = 4990 \text{Вт}$; температура ґрунту у вертикальному перерізі над трубою $t_1 = 27,5^\circ \text{C}$; об'ємна витрата повітря в початковому перерізі повітророзподільника $L_0 = 0,14 \text{м}^3 / \text{с} = 504 \text{м}^3 / \text{год}$; пораховано відносну площу отворів перфорації, їх діаметр, кількість та відстань між ними; необхідний повний тиск на початку повітророзподільника $P_{II} = 3,9 \text{Па}$; сумарна сонячна радіація $q'_p = 19,25 \text{Вт} / \text{м}^2$; кількість теплової енергії, що потрапляє в споруду за рахунок сонячної радіації $q_p = 7,95 \text{Вт} / \text{м}^2$. План оранжерейної зони та схема всієї системи наведені, відповідно, на аркушах 4 та 5, додаток Б.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ З ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИЙНЯТИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

4.1 Конструктивні особливості об'єкту

В даній МКР розглянуто варіант влаштування для системи забезпечення мікроклімату облаштування опалення та гарячого водопостачання в споруді оранжереї, що прибудована до будівлі лабораторного корпусу університету в м. Умань. Джерелом теплопостачання будівлі є теплова енергія від теплового насоса та сонячної батареї із резервним електричним котлом індукційного типу.

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

Для приміщень будівлі лабораторного корпусу запроєктована система опалення – горизонтальна поповерхова з нижнім розведенням магістралей. Як опалювальні прилади прийняті алюмінієві радіатори “Novaflorida” (виробництва Італії), які встановлені як в основній будівлі лабораторного корпусу та і в оранжереї. Для монтажу системи опалення прийняті металополімерні трубопроводи “PEXAL”.

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 борозди 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 комора для зберігання малогабаритних інструментів, інвентаря.

Оскільки підводи до приладів в даному випадку не перевищують 500 мм, прокласти без нахилу. Нагрівальні прилади встановити під вікном, отже підводи виконати прямими.

До монтажу прийняті радіатори “Nova florida” 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;
- монтаж резервного індукційного котла;
- встановлення буферної ємності системи опалення;
- встановлення теплообмінника системи ГВП;
- встановлення ємнісного водонагрівача;
- прокладання трубопроводів обв'язки ТН;
- прокладання труб розсольного контуру;
- встановлення колекторів розсольних контурів;
- прокладання трубопроводів опалення із метало полімерних труб;
- встановлення радіаторів;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- встановлення циркуляційних насосів;
- гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення;
- ізоляція трубопроводів;
- гідравлічне випробування трубопроводів розсольного контуру;
- 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.

Монтаж обладнання системи опалення прибудованої оранжереї проводиться в такій послідовності:

- доставка деталей до місця монтажу та їх складування;
- встановлення бака-акумулятора;
- монтаж обв'язувальних трубопроводів;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- заповнення системи водою та проведення випробувань на щільність з'єднань;
- монтаж теплової ізоляції.
- прокладання азбестоцементних труб у ґрунті;
- монтаж повітропроводів системи опалення;
- встановлення тепловентилятора;
- встановлення датчиків і приладів управління;
- повернення матеріалів на склад.

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 D_{15} мм складає– 22 м;

- довжина мідних трубопроводів D_{18} мм складає– 42м;

7. Прокладка трубопроводів розсольного контуру:

- довжина поліетиленових трубопроводів D_y до 32 мм складає– 1600 м;

- довжина поліетиленових трубопроводів D_y до 63 мм складає– 20 м;

8. Монтаж блоку розсольного контуру з циркуляційним насосом:

Загальна кількість – 1 шт.

9. Прокладання трубопроводів системи опалення із металопластикових труб:

Довжина металополімерних труб $\varnothing 32 \times 3$ мм складає 16 м;

Довжина металополімерних труб $\varnothing 26 \times 3$ мм складає 6 м;

Довжина металополімерних труб $\varnothing 20 \times 2,0$ мм складає 66 м;

Довжина металополімерних труб $\varnothing 16 \times 2,0$ м складає 809 м.

10. Встановлення радіаторів:

Загальна потужність 12,8 кВт. Кількість радіаторів – 13шт (128 секцій).

11. Встановлення запірно – 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 – 2 шт.;
- запірних вентилів d_y 32 – 4 шт.;
- запірних вентилів d_y 25 – 6 шт.;
- радіаторних вентилів 1/2'' – 13 шт.;
- відсікаючих блоків кранів, 1/2'' – 13 шт.;
- термостатичних головок – 19 шт.;

12. Встановлення циркуляційних насосів:

Загальна кількість – 8 шт.

13. Встановлення кранів повітряних:

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

14. Монтаж і встановлення сонячних колекторів 9м^2 ;

15. Гідравлічне випробовування трубопроводів системи опалення:

Об'єм робіт при випробовуванні трубопроводів становить 897 м.

16. Гідравлічне випробовування трубопроводів розсольного контуру:

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

17. Ізоляція трубопроводів:

Довжина трубопроводів, які ізолюються складає – 310 м.;

18. Монтаж повітропроводів системи опалення оранжереї \varnothing 100– 23м.;

19. Встановлення тепловентилятора – 1 шт.

20. Встановлення датчиків і приладів управління і регулювання.

Загальна кількість – 8 шт.

21. 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 “Nova florida” 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 різьові 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 ключем 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. 3.7.

4.4.5 Монтаж сонячно-теплонасосної системи тепlopостачання

Монтаж СТСТ виконують із дотриманням усіх вимог при виконанні монтажних і монтажно-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.

Труби розсольного контуру прокласти на глибині 1,5 м, на відстані 0,7 м між нитками, біля будинку влаштувати колекторний колодязь(див. аркуш 1,11).

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 (СНиП 3.05.01 і СНиП 3.05.04).

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 пусконаладжувальні роботи та теплотехнічні випробування системи.

4.4.6 Підбір машин, механізмів, пристосувань, матеріалів

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано автомашиною "MercedesSprinter". Технічні характеристики автомашини наведені в таблиці 4.1

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

Найменування	Одиниця виміру	Значення
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, ТУ ОСТ)
1	MercedesSprinter	ДБН Д.2.2-18-99
2	Гідравлічний прес REMS Push	ДБН Д.2.2-16-99
3	Перфоратор МАКІТА HR 5001С	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
Енергія удару	Нм	1,0
Частота удару	Гц	40
Потужність	В	350
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
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
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	Найменування	ГОСТ, марка	Од. вим.	Кількість	Маса одиниці, кг	Загальна маса, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Тепловий насос Vitocal 300	Viessmann	шт	1	310	310

1	2	3	4	5	6	7
2	Буфернаємність системи опалення	Viessmann	шт	1		160
3	Ємнісний водонагрівач	Viessmann	шт	1	98	98
4	Тепло-обмінник	Viessmann	шт	3	21	63
5	Насос циркуляційний Willo	Willo	шт	3	4,2	12,6
6	Насос циркуляційний Grundfos	Grundfos	шт	5	2,1	10,5
7	Гребінки-розподільні	Pexal	шт	8	0,85	6,8
8	Гребінки-розподільні розсольного контуру	Viessmann	шт	8	3,2	25,6
9	Труби поліетиле-нові ø63мм	Unidelta	м	20	0,320	6,4
10	Труби поліетилен-нові ø32мм	Unidelta	м	1600	0,150	240
11	Коллектор трубчатий Vitosol 200 D30	Viessmann		3	71	223
14	Труби мідні ø 15 в ізоляції WICU Eco	KME	м	42	0,18	8,61

15	Труби мідні Ø 18 в ізоляції WICU Eco	KME	м	10	0,2	2,0
16	Трійник міднийØ18	KME		4	0,025	0,1
17	Трійник міднийØ15	KME		2	0,02	0,04
18	Труби метало- пластикові Ø32(32x3,0)	PEXAL	м	16	0,375	6,0
19	Труби метало- пластикові Ø26(26x3,0)	PEXAL	м	6	0,3	1,8
20	Труби метало- пластикові Ø20(20x2,0)	PEXAL	м	66	0,170	11,22
21	Труби метало- пластикові Ø16(16x2,0)	PEXAL	м	809	0,120	97,08
23	Кран кульовий 607 DN Ø32 мм	BUGATTI	шт	5	0,85	4,25
24	Кран кульовий 607 DN Ø32 мм	BUGATTI	шт	2	0,650	1,3
25	Кран кульовий 607 DN Ø25	BUGATTI	шт	6	0,415	2,49

26	Кран кульовий 607 DN Ø20	BUGATTI	шт	16	0,280	4,48
27	Клапан регулюючий термостатич ний 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 термостатич на	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	Алюмінієвий радіатор “Calidor”	FONDITA L	секц .	128	1,650	211,2
37	Вентиль балансуваль- ний Штремакс М	HERZ	шт	3	0,490	1,47

38	Вентиль запірний Штремакс А	HERZ	шт	3	0,315	0,945
39	Трьохходовий перемикаючий клапан Divicon на опалення і гарячу воду	Viessmann	шт	1	1,5	1,5
40	Трійник 32x32x32 мм	PEXAL	шт	4	0,550	2,2
41	Трійник 32x26x26 мм	PEXAL	шт	2	0,480	0,96
42	Трійник 26x26x26	PEXAL	шт	2	0,410	0,820
43	Трійник 20x20x20 мм	PEXAL	шт	4	0,210	3,36
44	Трійник 20x16x20 мм	PEXAL	шт	4	0,210	3,36
45	Трійник 20x16x16 мм	PEXAL	шт	4	0,185	10,5
46	Трійник 16x16x16 мм	PEXAL	шт	22	0,170	4,42

47	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь Ø 32 мм	PEXAL	шт	10	0,245	2,450
48	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь Ø 26 мм	PEXAL	шт	4	0,120	0,48
49	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь Ø 20 мм	PEXAL	шт	10	0,075	0,75
50	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь Ø 15 мм	PEXAL	шт	34	0,054	1,84
51	Теплоакumu- люючий бак 300л		шт	1	105	105
52	Повіпровід Ø100мм, S=0,5мм	ГОСТ 14918-80	м	23	1,4	32,2
53	Трійник-90° Ø100/Ø100 мм, S=0,5/0,5мм	ГОСТ 14918-80	шт.	8	0,61	4,88
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

56	Труба асбестоцементна тонкостінна			16	7,8	124,8
57	Тепловентилятор Луч 5К		шт	1	6	6

Загальна маса обладнання для монтажу: кг	1550,4
---	--------

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

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4	5
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
Електросвердлильна машини Makita 6271 DWPE		6	1,5	9,0

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

Допоміжні матеріали	Одиниця виміру	Витрати матеріалів		
		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 STD 205			1,5	
Розсол Tyfocor	л	910	955,5	910
$\Sigma=963,7$ 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);

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

2) Витрати електроенергії на роботу перфоратора MAKITANR 5001C:

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

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

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 MercedesSprinter. Технічні характеристики автомашини наведені в табл. 4.1.

4.6 Визначення трудомісткості робіт

Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою

$$Q = \frac{V \times H_q}{B} \text{ [люди/дні]}, \quad (4.2)$$

де: V – об'єм робіт;

H_q – норма часу на одиницю виміру, люди/год;

B – кількість годин в зміні, год.

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою:

$$T = \frac{Q}{n} \text{ [дні]}, \quad (4.3)$$

де: Q – трудомісткість монтажних робіт, люди/дні

n – кількість робітників, люди.

Результати розрахунку наведені в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – 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
16-14-3	Прокладання трубопроводів розсольного контур D _y 32 мм.	100 м	16	82,49	165	6	Слюсар5 р.-1; 4р.-1, 3р.-1	27, 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 _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 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
16-15-1	Встановлення запірно – регулюючої 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 випробовування 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
E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,085	3	0,03	2	Робітники 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	Монтаж опорної 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
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 випробовування 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
E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,590	3	0,22	2	Робітники 4р. –1 2р. –1	0,5
18-5-1	Встановлення теплоакумуючого бака	шт	1	21,98	2,75	4	МОНТАЖН. 5р.-1, 4р.-3	3
16-1-1	Монтаж об'язувальних трубопроводів D _v 25 мм	100 м	0,24	48,71	1,46	2	МОНТАЖН. 4р.-1 3р.-1	1
16-15-1	Встановлення запірно-регулюючої арматури D _v 25 мм	шт	4	2,41	1,205	2	МОНТАЖН. 4р.-1 3р.-1	0,5
16-29-1	Гідравлічне випробовування трубопроводів	100 м	0,24	8,22	0,24	2	сл.сантех. 6р.-1, 5р.-1	0,5
26-8-1	Ізоляція трубопроводів	10 м	2,4	1,46	0,43	1	МОНТАЖН. 3р.-1	0,5

P 16-44-1	Прокладання азбесто-цементних труб у ґрунті	100 м	0,15	70,42	1,32	2	монтажн. 4р.-1 3р.-1	1
20-3-1	Монтаж повітропроводів системи опалення	100 м ²	0,18	261,8	5,89	3	монтажн. 4р.-1 3р.-1	2
20-35-1	Встановлення тепло-вентилятора	шт	1	8,38	1,04	2	монтажн. 4р.-1 3р.-1	1
18-22-2	Монтаж щита управління з приладами	шт	2	0,36	0,09	1	монтажн. 4р.-1	0,5
E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,054	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 етапи :

- 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 термомушкетери 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 тепlopостачання (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 пусконалагоджувальних робіт

До початку пусконалагоджувальних 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 тепlopостачання. Особливу увагу приділяють налагодженню рівномірності розподілу витрат теплоносія по гілках контуру СК та системи опалення.

Після виконання пусконалагоджувальних 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 проєктної 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 проєкту 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, вентиляції) 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:

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

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

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

Середня кількість працюючих:

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

Коефіцієнт нерівності використання людей визначається за формулою

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

де R_{max} – максимальна кількість працюючих, люди (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:

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

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

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

Рівень механізації визначається за формулою:

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

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

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

Висновок до 4 розділу

В організаційно-технологічній частині проєкту 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 щодо випробування і запуску системи в експлуатацію.

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

5 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи розроблені заходи та розглянуті особливості з охорони праці та цивільного захисту під час виконання будівельно-монтажних робіт працівниками, які здійснюють опоряджувальні роботи та облаштування теплоізолювальних фасадних конструкцій і монтажі складових енергоефективної системи створення мікроклімату в оранжереї ботанічного саду, яка прибудована до лабораторного корпусу.

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 працівників.

Розглянуто особливості виконання будівельно-монтажних робіт працівниками, які здійснюють опоряджувальні роботи та облаштування теплоізолювальних фасадних конструкцій. Згідно нормативних документів [1 – 5] на працівників впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

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.

Психофізіологічні небезпечних та шкідливих виробничих фактори:

- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово – психічні перевантаження (монотонність праці, перенапруга аналізаторів).

5.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць з влаштування теплоізолювальних фасадних конструкцій оранжереї

Фасадне облаштування за конструктивними рішеннями і класифікацією повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.6-34:2008. СТУ Б В.2.6-34:2008 [19].

Суміші та мастики під час виконання опоряджувальних робіт необхідно готувати, як правило, централізовано. Приготування їх, а також розчинової суміші за ДСТУ Б В.2.6-36 [20] на будівельному майданчику необхідно здійснювати у приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією для запобігання перевищенню граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Робочі місця для виконання опоряджувальних робіт, влаштування фасадних конструкцій на висоті повинні бути обладнані засобами підмошування і сходами-драбинами для піднімання на них. Засоби підмошування, що застосовуються під час штукатурних, малярних робіт, влаштування фасадних конструкцій у місцях, під якими виконуються інші роботи чи є прохід, повинні бути з настилами без зазорів. Внутрішні штукатурні роботи, а також монтаж збірних карнизів і ліпних елементів внутрішніх приміщень необхідно виконувати тільки з помостів або пересувних столиків, встановлених на підлогу, або на суцільні настили. Зовнішні штукатурні роботи необхідно виконувати з інвентарних вертикальних або підвісних риштувань.

Під час виконання робіт на внутрішніх сходових клітках необхідно застосовувати спеціальні помости (столики) з різною довжиною опорних підпорок, які встановлюються на сходинки. Робочий настил повинен бути горизонтальним та мати парапетні огорожі.

Персонал, який експлуатує засоби механізації, оснащення, пристрої та ручні

машини, до початку робіт повинен бути навчений безпечним методам та способам робіт відповідно до інструкцій заводу-виробника та інструкції з охорони праці.

Робочі місця, засоби підмоцвання (риштування, помости, робочі площадки тощо, які забезпечують безпеку виконання робіт на висоті) повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В. 2.8-39:2011 [21].

Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно застосовувати переважно інвентарні засоби підмоцвання. В окремих випадках допускається застосування неінвентарних засобів підмоцвання, конструкція яких визначена у ПВР.

Поверхню ґрунту, на яку встановлюються засоби підмоцвання, необхідно спланувати (вирівняти, утрамбувати) та забезпечити відведення з неї поверхневих вод. За неможливості виконання цих вимог засоби підмоцвання повинні бути обладнані опорами, що регулюються (домкратами), для забезпечення їх горизонтального виставлення, або повинні бути встановлені тимчасові опорні споруди, що забезпечують горизонтальність виставлення засобів підмоцвання.

Риштування, конструкція яких не забезпечує власної стійкості, необхідно прикріпити до споруди засобами, зазначеними у технічній документації заводу-виробника, або в проектно-технологічній документації на установлення риштування.

За відсутності вказівок щодо закріплення риштувань їх кріплення до стін споруди необхідно здійснювати не менше ніж через один ярус для верхніх стояків, через два прогони для верхнього ярусу й одного кріплення на кожних 50 м² проєкції поверхні риштувань на фасад споруди.

Не допускається кріплення риштувань до парапетів, карнизів, балконів, інших виступних частин споруди. Риштування, розташовані поблизу проїзду транспортних засобів, повинні бути огороженні колесовідбійними брусами на відстані не менше ніж 0,6 м від габаритів транспортних засобів.

Монтаж (демонтаж) інвентарних риштувань необхідно здійснювати у послідовності та відповідно до вимог, зазначених у технічній документації на риштування. Робочі навантаження на риштування в процесі виконання робіт не повинні перевищувати визначених технічною документацією. За необхідності передавання на риштування додаткових навантажень (від підйомників, вантажопідіймальних площадок тощо) їх конструкцію необхідно перевірити на ці навантаження.

У місцях піднімання людей на риштування повинні бути вивішені плакати, на яких

зазначено схеми навантажень, їх величини, а також схеми евакуації працівників на випадок аварійних ситуацій.

Засоби підмоцнування повинні бути виготовлені з рівних робочих настилів із зазором між дошками не більше ніж 5 мм, а у разі розміщення настилу на висоті 1,3 м та вище встановлювати огорожі з суцільною бортовою обшивкою по низу. Висота огорожі повинна бути не менше ніж 1,1 м, бортові обшивки – не менше ніж 0,15 м, відстань між горизонтальними елементами огорожі – не більше ніж 0,5 м.

Засоби підмоцнування, які використовуються під час штукатурних або малярних робіт у місцях, під якими здійснюються інші роботи або є прохід, необхідно виконувати настилами без зазорів. З'єднання щитів настилів внапуск допускається тільки по їх довжині, причому кінці елементів, що стикуються, повинні бути розміщені на опорі та перекривати її не менше ніж на 0,2 м у кожний бік.

Риштування та помості висотою до 4 м допускаються в експлуатацію після їх приймання керівником робіт (виконробом або майстром) та реєстрації в журналі робіт, а вище ніж 4 м – після приймання комісією, призначеною особою, яка відповідає за забезпечення охорони праці в організації, та оформлення відповідного акта.

Під час приймання риштувань та підмостей повинні бути перевірені: наявність кріплень, що забезпечують їх стійкість, вузли кріплення окремих елементів, робочі настили та огороження, вертикальність стояків, надійність опорних площадок та заземлення (для металевих риштувань).

При виконанні робіт із риштувань висотою понад 6 м і більше повинно бути улаштовано не менше ніж два настили: робочий (верхній) і захисний (нижній); кожне робоче місце на риштуваннях, що прилягає до будинку чи споруди, повинно бути захищене зверху настилом, розташованим на висоті не вище ніж 2 м від робочого настилу. Якщо під час виконання робіт рух людей чи транспорту під риштуваннями і поблизу від них не передбачається, улаштування захисного (нижнього) настилу не обов'язкове.

Якщо передбачається пересування людей у безпосередній близькості від риштувань, місця пересування людей повинні бути обладнані суцільним захисним навісом, а фасад риштувань закритий захисною сіткою з вічками розміром не більше ніж (5 x 5) мм.

Зазори між стіною споруди і робочим настилом риштувань, які встановлюються біля неї, не повинні перевищувати 50 мм у разі кам'яного мурування та 150 мм у разі

виконання опоряджувальних та ремонтних робіт.

Під час виконання теплоізоляційних робіт зазор між поверхнею, що ізолюється, і робочим настилом не повинен перевищувати двох товщин ізоляції плюс 50 мм. Зазори розміром більше ніж 50 мм у разі, коли роботи не виконуються, необхідно закривати знімними елементами.

Керівник робіт повинен не рідше ніж через кожних 10 днів оглядати засоби підмоцнення в процесі експлуатації та результати огляду фіксувати у журналі виконання робіт.

Засоби підмоцнення, з яких впродовж місяця та більше робота не виконувалась, перед поновленням робіт необхідно приймати в експлуатацію. Додатковому огляду підлягають засоби підмоцнення після дощу, вітру, грози, відлиги, землетрусу, що можуть негативно позначитися на несучій здатності основи під ними, якщо вони деформувались. Ці несправності та порушення повинні бути ліквідовані, а засоби підмоцнення повторно прийняті в експлуатацію. Місця, над якими виконуються скляні чи облицювальні роботи, повинні бути огорожені. Заборонено скління або облицювальні роботи на кількох ярусах по одній вертикалі одночасно.

У разі застосування повітрянагрівачів (електричних або таких, що працюють на рідкому паливі) для просушування приміщень будинків і споруд необхідно дотримуватися вимог ДБН В.1.1-7 [22]. Заборонено обігрівати та сушити приміщення жаровнями та іншими пристроями, що виділяють у приміщення продукти згорання палива.

Переносні струмоприймальники (інструмент, машини, світильники тощо), що використовуються для виконання штукатурних робіт, повинні бути розраховані на напругу не більше ніж 25 В. Під час виконання робіт із приготування і нанесення фарбувальних сумішей, включаючи імпорتنі, необхідно дотримувати вимоги інструкцій підприємств-виробників з безпеки праці. Для вентиляторів необхідно застосовувати електродвигуни у вибухобезпечному виконанні, а вимикачі виносити в безпечне місце.

Вогневі роботи (зварювальні тощо) необхідно проводити на відстані не ближче ніж 15 м від відчинених отворів приміщень, в яких виконуються роботи із застосуванням лакофарбових матеріалів, що містять у собі леткі органічні розчинники. Фарборозпилювачі та шланги в кінці робочої зміни повинні бути очищені й промиті від залишків лакофарбових матеріалів.

Електроінструмент, переносні лампи, знижувальні трансформатори і перетворювачі частоти струму необхідно перевіряти один раз на місяць на відсутність замикання на корпус, цілісність заземлювального контуру, цілісність ізоляції живильних проводів та відсутність оголених струмопровідних частин. Переносні трансформатори необхідно перевіряти також на відсутність замикання між обмотками високої і низької напруги.

Під час улаштування теплоізолювальних фасадних конструкцій параметри технологічного процесу і обладнання для його реалізації повинні відповідати вимогам [14,15,17]. Технологічне обладнання повинно бути заземлене, комунікації заземлення від статичної електрики згідно з вимогами [14,15,17]. Технічна експлуатація електроустаткування під час монтажу фасадних конструкцій повинна здійснюватись відповідно до рекомендацій [14 - 18] і Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів, затверджених наказом Мінпаливенерго України від 25.07.06 № 258, зареєстрованих у Мін'юсті України від 25.10.06 № 1143/13017.

Під час улаштування фасадних конструкцій виробничі ділянки повинні бути забезпечені знаками безпеки згідно з ДСТУ ISO 6309 [23].

5.2 Електробезпека [15-17]

Для живлення технологічного обладнання та системи освітлення на будівництві об'єкту використовується трифазна чотирьох провідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ДСТУ Б А.3.2-13:2011[15-17], умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у будівлі є струмопровідною.

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (наказ від 25.07.2006 № 258 Мінпаливенерго України), Правил улаштування електроустановок (наказ від 28.08.2006 № 305 Мінпаливенерго України), НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32 [14-17].

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

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, необхідно виконати ізольованими

проводами чи кабелями на опорах або конструкціях, розрахованих на відповідну механічну міцність під час прокладання по них проводів і кабелів на висоті над рівнем землі та настилу не менше ніж, м: 2,5 – над робочими місцями; 3,5 – над проходами; 6,0 – над проїздами.

Світильники загального освітлення напругою 127 В і 220 В необхідно встановлювати на висоті не менше ніж 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу. За висоти підвішування менше ніж 2,5 м необхідно згідно з ПУЕ (наказ Мінпаливенерго України від 28.08.2006 № 305) використовувати напругу не вище ніж 25 В. Живлення світильників напругою до 25 В повинно здійснюватися від знижувальних трансформаторів, машинних перетворювачів, акумуляторних батарей. Застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори, дроселі та реостати забороняється. Корпуси знижувальних трансформаторів і їх вторинні обмотки слід заземлити. Переносні світильники мають бути тільки промислового виготовлення. Інші світильники застосовувати в якості переносних забороняється.

Вимикачі, автомати та інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі або у вологих цехах, повинні бути у пожежо-вибухозахищеному виконанні. Усі електропускові пристрої слід розміщувати так, щоб унеможлиблювався пуск машин, механізмів і устаткування сторонніми особами. Забороняється вмикання декількох струмоприймачів одним пусковим пристроєм. Розподільні щити і рубильники необхідно закривати на замок.

Штепсельні розетки на номінальні струми до 20 А, призначені для живлення переносного електроустаткування і ручного електроінструменту, що застосовуються поза приміщеннями, повинні бути обладнані пристроями захисного відключення (ПЗВ) зі струмом спрацьовування не більше ніж 30 мА або кожна розетка повинна живитися від індивідуального розподільного трансформатора з напругою не більше ніж 25 В.

Металеві будівельні риштування, металеві огорожі місць, де виконуються роботи, полиці та лотки для прокладання кабелів і проводів, рейкові колії вантажопідіймальних кранів і транспортних засобів з електричним приводом, корпуси устаткування, машин і механізмів з електроприводом необхідно заземлювати відповідно до Правил улаштування електроустановок одразу після їх встановлення на місце до початку виконання будь-яких робіт.

Штепсельні розетки й вилки, що застосовуються у мережах напругою до 25 В,

повинні мати таку конструкцію, що унеможливилює вмикання у розетки вилки напругою більше ніж 25 В.

Струмовідні частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені чи розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них. Захист електричних мереж і електроустановок від несанкціонованого втручання на виробничій території необхідно забезпечити за допомогою запобіжників з каліброваними плавкими вставками або автоматичних вимикачів відповідно до НПАОП 40.1-1.32 [15].

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

5.3 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.3.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні [5,6, 12, 13] 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 4.1.

Таблиця 4.1 – 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 [5, 6, 12, 13]:

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.

5.3.2 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/м³ [5, 6, 12, 13]. Нормовані параметри забруднення повітря в робочій зоні наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 4.2 – 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. 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.

5.4 Виробниче освітлення [11]

Природне освітлення

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: - природне освітлення - освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає через світлові пройми в зовнішніх огорожених конструкціях. За своїм спектральним складом воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (ϵ). КПО - відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

КЕО при природному та сумісному освітленнях.

Характеристика зорової роботи - роботи середньої точності;

Розряд - IV;

Підрозряд зорової роботи - а;

Контраст об'єкту розпізнавання - незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкту з фоном;

Характеристика фону - незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкту з фоном;

Бокове КЕО, %:

-природне 1,5;

-суміщене 0,9

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Прийняте роздільне нормування КЕО для бічного і верхнього освітлення. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормуються мінімальним значенням КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна. Нормовані значення КЕО для будинків визначаються за формулою:

$$e_n = e_n \cdot m = 1,5 \cdot 0,75 = 1,2 \% , \quad (3.3)$$

де e_n - значення КЕО для будинків;

m - коефіцієнт сонячності клімату - 0,75, вікна зорієнтовані на схід.

Штучне освітлення.

- штучне освітлення буває двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення – освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні

приміщення рівномірно або пристосувальне до розташування обладнання Комбіноване освітлення - додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місцеве освітлення -освітлення, яке створюється світильниками, концентруючими світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Штучне освітлення, лк:

- загальне 75лк;

Для забезпечення нормативного значення e_{min} передбачено:

Штучне освітлення в приміщенні цеху забезпечується світильниками типу РСП08×250 (однолампові) з лампами ДРЛ-250.

5.5 Виробничий шум [11]

Рівень звука вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \cdot \lg \left(\frac{P}{P_0} \right) = 20 \cdot \lg \left(\frac{U}{U_0} \right), \quad (3.4)$$

де L - рівень шуму, дБ;

P -звуковий тиск, Па;

U_0 - коливальна швидкість, $5 \cdot 10^{-8}$ м/с;

P_0 - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

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

Таблиця 4.3- Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

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.

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.

5.6 Виробнича вібрація [11]

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 розглядуваній будівлі присутня вібрація типу - За. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання.

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, є установка купажу води та лінія розливу води, які відносяться до типу загальної вібрації.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$m \cdot c^{-2}$	ДБ	$m \cdot c^{-2} \cdot 10^{-2}$	ДБ
За	Zo, Yo, Xo	0,1	100	0,2	92

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.

5.7 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [2]. 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, кґ – до 30 кґ; 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 (кґ/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю м'язів 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).

5.8 Оцінка стійкості роботи автоматичних систем управління (АСУ)

5.8.1 Оцінка стійкості роботи АСУ в умовах дії іонізуючого випромінювання

Дія радіації на матеріали і деталі апаратури залежить від виду випромінювання, дози радіації, природи опромінюваної речовини та умов навколишнього середовища.

В апаратурі радіація викликає зворотні і незворотні процеси, внаслідок яких можуть бути порушення роботи елементів схеми, що приведе до пошкодження апаратури.

Якщо потік гамма-опромінення проходить через елементи апаратури, то в них виникають вільні носії електричних зарядів, внаслідок переміщення яких виникає хибний імпульс, який може призвести до включення пристрою.

В елементній базі внаслідок дії іонізуючих випромінювань можлива зміна майже всіх електричних та експлуатаційних характеристик, залежних від проходження процесів іонізації і порушення структури матеріалів [104].

Основними заходами щодо підвищення радіаційної стійкості можуть бути: використання в апаратурі радіаційно стійких елементів і матеріалів; застосування для ОЦ різних апаратних масивних екранів або активного захисту від дії радіації. При імпульсній дії іонізуючих випромінювань крім перерахованих заходів використовують: схеми малочутливі до зміни електричних параметрів; зменшення чутливості перемикальних схем до зміни вхідних сигналів і напруг джерел живлення; зниження напруги живлення на аноді і збільшення негативного зміщення сіток газорозрядних приладів; застосування пристроїв, що вимикають радіотехнічні схеми на час дії радіації; збільшення відстані між елементами, які знаходяться під

навантаженням та ін [104].

За критерій стійкості роботи автоматичних систем управління в умовах іонізуючого випромінювання приймається допустима доза опромінення або граничне значення рівня радіації, при яких в елементарній базі можуть виникнути зворотні зміни, але система ще буде працювати з потрібною якістю.

Початковими даними для оцінки обстановки є [104]:

1. Рівень радіації через одну годину після іонізуючого випромінювання P_{1max} ;
2. Коефіцієнт послаблення радіації $K_{нос.п.п} = 20$ [105].

Оцінка стійкості роботи системи ведеться у такій послідовності [106]:

1. Аналізуємо автоматичну систему управління і визначаємо елементну базу, від якої залежить її функціонування потрібної якості.

2. За довідниковими даними [107, 108] визначаємо граничні значення доз опромінення елементної бази, або рівнів радіації, при яких в елементах можуть виникнути зворотні зміни $D_{зрi}, P; (P_{зрi}, P/c)$. Дані заносимо до таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 – Елементи АСУ

Елементна база РЕС	$P_{зрi}, P/c$	$D_{зрi}, P$	$P_{зр}, P/c$	$D_{зр}, P$
1	2	3	4	5
1. Випрямлячі	5×10^5	10^6	10^4	10^4
2. Мікросхеми	10^4	10^5		
3. Конденсатори	10^5	$10^7 \dots 10^9$		
4. Резистори	10^6	$10^7 \dots 10^9$		

Продовження таблиці 8.9

5. Транзистори , діоди загального призначення	10^5	$10^4 \dots 10^6$		
6. Кераміка	10^5	10^{20}		

3. За мінімальним значенням $D_{зрi} = 10^4 P$ визначаємо границю стійкості роботи системи в цілому $D_{зр} = 10^4 P$. Дані заносимо до таблиці 8.9.

Умови стійкості системи:

$$\left. \begin{array}{l} P_{зр} \geq P_{1max} \\ D_{зр} \geq D_{max} \end{array} \right\} - \text{стійка},$$

$$\left. \begin{array}{l} P_{zp} \langle P_{1max} \rangle \\ D_{zp} \langle D_{max} \rangle \end{array} \right\} - \text{нестійка}.$$

Тоді, щоб оцінити можливу дозу опромінення, за якої система буде стійка до іонізуючих випромінювань, приймаємо, що рівень радіації через одну годину після випромінювання P_{1max} рівний природному фону: $P_{1max} = 25 \text{ мкР/год}$.

4. Визначаємо можливу дозу опромінення системи протягом терміну експлуатації

$$D_m = \frac{2P_{1max} \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{носл}}, \quad (8.8)$$

$$D_m = \frac{2 \cdot 25 \cdot (\sqrt{8670} - \sqrt{1})}{20} = 234 \text{ (мкР)}.$$

Так як $D_{zp} = 10^4 \text{ Р}$, а $D_m = 234 \text{ мкР} = 234 \cdot 10^{-6} \text{ Р}$, $D_m < D_{zp}$, то система є стійкою в роботі за умов дії іонізуючого випромінювання.

5. Допустимий термін експлуатації системи в заданих умовах

$$t_\partial = \left(\frac{D_{zp} K_{носл} + 2P_{1max} \sqrt{t_n}}{2P_{1max}} \right)^2, \quad (8.9)$$

$$t_\partial = \left(\frac{10^4 \cdot 20 + 2 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 25 \cdot 10^{-6}} \right)^2 = 4 \cdot 10^8 \text{ (год)}.$$

5.8.2 Оцінка безпеки роботи АСУ в умовах дії електромагнітного імпульсу

Основним заходом захисту апаратури від дії електромагнітного імпульсу є екранування струмопровідних частин системи або її елементів [107].

Критерієм оцінки приймається коефіцієнт безпеки

$$K_{\sigma(\epsilon, \epsilon)} = 20 \lg \frac{U_{\partial on}}{U_{\epsilon(\epsilon)}} \geq 40 \text{ дБ}, \quad (8.10)$$

де, $U_{\partial on}$ – допустима напруга живлення

$$U_{\partial on} = U_{жс} + \frac{U_{жс}}{100} \cdot N; \quad (8.11)$$

$U_{\sigma(z)}$ – напруги, наведені у вертикальних (горизонтальних) струмопровідних частинах функціональних ділянок;

N – допустиме відхилення у відсотках.

Вихідними даними є:

- напруга живлення, $B - U_{жс} = 12 \text{ В}$;
- допустимі відхилення, $\% - N = 5\%$.

Тоді, оцінку проводимо у наступній послідовності [104]:

1. Визначаємо допустимі коливання напруги за формулою (8.11):

$$U_{\partial on} = 12 + \frac{12}{100} \cdot 5 = 12.6 \text{ (В)}.$$

2. Задаючись мінімально допустимим значенням коефіцієнта безпеки роботи системи $K_{\sigma(z)} = 40 \text{ дБ}$ (при такому значення система є стійкою), визначаємо напругу наведення у струмопровідній частині за формулою (8.12).

$$K_{\sigma(z)} / 20 = \lg \frac{U_{\partial on}}{U_z} \Rightarrow \frac{U_{\partial on}}{U_z} = 10^{K_{\sigma(z)}/20} \Rightarrow U_z = \frac{U_{\partial on}}{10^{K_{\sigma(z)}/20}},$$

$$U_z = \frac{U_{\partial on}}{10^{K_{\sigma(z)}/20}}, \quad (8.12)$$

$$U_z = \frac{12,6}{10^{40/20}} = 0,126 \text{ (В)}.$$

3. Визначаємо максимальні довжини горизонтальних і вертикальних струмопровідних частин $l_{Г} = 0,1 \text{ м}$, $l_{В} = 2,5 \text{ м}$.

4. Напруга у горизонтальній струмопровідній частині апаратури, B

$$U_z = E_{\theta} \cdot l_z. \quad (8.13)$$

5. Із формули (8.13) знаходимо вертикальну складову напруженості електричного поля:

$$E_e = \frac{U_z}{l_z}, \quad (8.14)$$

$$U_z = \frac{0,126}{0,1} = 1,26 \text{ (В/м)}.$$

Отже, робота автоматичних систем управління індукційними котлами в умовах дії електромагнітного імпульсу буде безпечною за умови, що значення вертикальної складової напруженості електричного поля E_e не перевищуватиме 1,26 В/м.

Висновки до 5 розділу

При оцінці стійкості системи під час впливу на неї іонізуючого випромінювання проведено аналіз елементної бази із зазначенням граничних доз опромінення та рівнів радіації. Визначено мінімальне значення границі стійкості системи $D_{epi} = 10^4 \text{ P}$. Також визначено можливу дозу опромінення $D_m = 234 \text{ мР}$. Проведено порівняння отриманих значень: $D_m < D_{ep}$, а отже, – система є стійкою умовах дії іонізуючого випромінювання. Допустимий термін експлуатації системи в заданих умовах становить $t_d = 4 \cdot 10^8 \text{ год}$.

При оцінці безпеки роботи системи під час впливу на неї електромагнітного імпульсу розраховано допустимі коливання напруги $U_d = 12,6 \text{ В}$ та визначено вертикальну складову електричного поля $E_e = 1,26 \text{ В/м}$. Робота системи буде безпечною, якщо E_e не перевищуватиме отриманого значення 1,26 В/м.

Використана література:

104. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проєктах: Навчальний посібник. / В. Ф. Сакевич, М. А. Томчук – 2-ге вид. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 141 с.

105. Депутат О. П. Цивільна оборона: Навчальний посібник. / О. П. Депутат, І. В. Коваленко, І. С. Мужик – Львів : Афіша, 2000. – 336 с.

106. Сакевич В. Ф. Цивільна оборона. Теоретичні основи: Навчальний посібник. / В. Ф. Сакевич, О. В. Поліщук – Вінниця : ВНТУ, 2000. – 126 с.

107. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проєктах / В. Ф. Сакевич – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 141 с.

108. Демиденко Г. П. Захист об'єктів народного господарства від зброї масового ураження / Г. П. Демиденко – Київ : Вища школа, 1996. – 336 с.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

6.1 Локальний кошторис

Кошторисна документація до МКР складена у відповідності до ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 “Правила визначення вартості будівництва”.

Кошторисна документація складена в цінах 2022 року (додаток М).

6.1 Загальні техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники проєкту визначаються сумарними характеристиками, віднесеними до об'єму теплоносія, що транспортується. Основним показником є кошторисна вартість монтажу системи, яка визначається відповідно діючим нормам із врахуванням встановлених надбавок на накладні витрати та планові накопичення.

Значення основних техніко-економічних показників наведено в табл. 6.1

Таблиця 6.1 - Техніко-економічні показники

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Значення
1	2	3	4
1	Потужність - системи опалення - системи гарячого водопостачання	кВт	26,4 10,2
2	Тривалість будівництва систем	дні	35
3	Середня чисельність робітників $R_{сер}$	люд.	8
4	Максимальна кількість робітників	люд.	20
5	Кошторисна вартість будівництва системи опалення	тис.грн	808,033
6	Кошторисна вартість будівництва системи гарячого водопостачання	тис.грн	59,907

Продовження таблиці 6.1

7	Кошторисна вартість будівництва системи опалення теплиці	тис.грн	64,712
8	Влаштування земляних зондів та теплообмінника стічних вод	тис.грн	485,650
9	Загальна кошторисна вартість будівництва	тис.грн	1418,303
10	Кошторисна трудомісткість	тис.люд/год.	4,48678
11	Середній розряд	розряд	4,0

6.1 Розрахунок економічної ефективності системи

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

Максимальне теплове навантаження на опалення будинку і прибудованої теплиці, 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:

$$\bar{Q}_0 = \frac{Q_0}{Q'_0} = \frac{t_{в.р.} - t_n}{t_{в.р.} - t_{п.о.}}, \quad (6.1)$$

де $t_{п.о.} = -21 \text{ }^\circ\text{C}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря;

$t_n = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ – середня температура внутрішнього повітря;

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

$$\bar{Q}_0 = \frac{21 - (-1,1)}{21 - (-21)} = 0,526. \quad (6.2)$$

$$Q_{опал}^{сез} = Q_0 \cdot Q_{max} \quad (6.3)$$

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

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

$$\begin{aligned} Q_{el}^{сез} &= 0,526 \cdot 12 \cdot 189 \cdot 7,2 = \\ &= 8589 \text{ кВт}\cdot\text{год} \end{aligned} \quad (6.4)$$

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:

$$B_2 = f \frac{n \cdot Q_{\Sigma}}{q_2 \cdot \eta_{гк}} = f \cdot B_{2.повн}, \quad (6.5)$$

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

Q_{Σ} – теплове сезоне навантаження системи ГВП, МДж:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{горл} - T_{холл}) \cdot n, \quad (6.6)$$

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 газового котла і системи СТСТ.

$$B_{\text{э/э}} = f \frac{n \cdot Q_n}{3600 \cdot \eta_{\text{э/э}}} = f \cdot B_{\text{э/э.полн}}, \quad (6.7)$$

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

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

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

Вартість 1 *кВт·год* електроенергії на момент написання даної роботи склала 1,68 грн. Тому вартість витраченої електроенергії буде дорівнює:

$$C_{\text{э/э}} = B_{\text{э/э}} \cdot C_{\text{1кВт·ч}}, \quad (6.8)$$

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

$$k = \frac{Q_{\text{тепл}}}{Q_{\text{ел}}}, \quad (6.9)$$

Згідно паспортних даних (дод. К), $k = 4,51$ тобто, з однієї 1 *кВт·год* електричної енергії отримуємо 4,51 *кВт* теплової енергії.

Табл. 6.2. 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	352,368	1781,664	1429,3
ГВП неопал. сезон	176	0,9	33,52	9,31	60,96	2752,8	2691,84
ОПАЛЕННЯ	189	1	1472,4	409	28859,04	144295,2	115436,16

Сума економії коштів для системи опалення складає:

$$C_{\text{оп}} = 144295,2 - 28859,04 = 115436,16 \text{ (грн.)}$$

Сума економії коштів для системи ГВП складає:

$$C_{\text{гвп}} = 1429,3 + 2691,84 = 4121,14 \text{ (грн.)}$$

Загальні капіталовкладення на влаштування СТСТ становлять 1418,303 тис. грн.

При порівнянні двох систем, можна припустити, що експлуатаційні річні витрати, для них однакові.

Термін окупності установки становитиме:

$$T = \frac{K}{C_{\text{ек}}} = \frac{1418303}{115436,16 + 4121,14} = 12 \text{ (років)} \quad (5.10)$$

6.3 Висновки до розділу 6

В даному розділі МКР розраховані локальні кошториси на проведення таких робіт:

- влаштування системи опалення будівлі;
- влаштування системи гарячого водопостачання будівлі;
- влаштування системи опалення теплиці.

Загальна кошторисна вартість проведення робіт становить 1418,303 тис. грн.Приведені техніко-економічні показники об'єкту.

Загальні висновки

У розділах науково-технічного обґрунтування проведено аналітичний огляд відомих досліджень у проектуванні систем теплопостачання із використанням традиційних джерел енергії у поєднанні із альтернативними. На основі проаналізованих відомих способів генерації тепла обґрунтовано доцільність влаштування індивідуального опалювального пункту та переходу на електроопалення. Наведено переваги використання акумуляційного обігріву. Приведено відомі види та типи теплових насосів і сонячних колекторів, що можуть використовуватись для потреб теплопостачання. Виконано аналітичний огляд відомих конструктивних рішень та теоретичних досліджень споруд оранжерей.

В розділі з техніко-економічного обґрунтування визначено основні технологічні та будівельні рішення, які можуть бути втілені в процесі монтажу систем створення мікроклімату.

Описано економічний ефект від влаштування індивідуального теплового пункту та пораховано показники економічної ефективності:

- абсолютний ефект на капітальні вкладення $K_{\text{еф}} = 219131$ грн.;
- абсолютний ефект на експлуатаційних витратах $E_{\text{еф}} = 108000$ грн.;
- термін окупності $T_{\text{ок}} = 4,4$ роки.

У розділі 2 наведено природно-кліматичну характеристику району забудови, а також визначено необхідні параметри зовнішнього повітря та необхідні параметри мікроклімату приміщення оранжереї; приведено розрахунки системи опалення та мережі гарячого водопостачання. Розраховано тепловтрати опалюваних приміщень (додаток А), на основі чого підібрано опалювальні прилади (схеми системи опалення із зазначеними типорозмірами радіаторів наведено в додатку Б, на аркушах 1 та 2). Загальні витрати теплоти на опалення будівлі – 333,3 кВт, на гаряче водопостачання – 161,6 кВт. Річні витрати електроенергії котельною установкою складають 1066560 кВт.

Проведено гідравлічний розрахунок та визначено необхідні діаметри поліпропіленових труб: 20, 25, 32, 45, 50 та 65 мм із зазначенням їх на

аксонометричних схемах систем опалення, що наведені в додатку Б на аркуші 4. Схема розведення трубопроводів системи опалення по поверххах лабораторного корпусу та оранжереї наведена в додатку Б, аркуш 3. Проведено балансування системи.

Наукова частина містить в собі:

– розроблені принципові та конструктивні рішення систем теплопостачання будівлі лабораторного корпусу та оранжереї, які забезпечують їх раціональне та ефективне функціонування;

– запропоновану науково-обґрунтовану методику розрахунку розглянутих систем теплопостачання різного призначення, яка може бути покладена в основу їх проєктування;

– розроблені рекомендації щодо практичної реалізації та напрямків і галузей раціонального та ефективного застосування результатів розробки.

Проведено розрахунок системи опалення оранжереї за розробленою методикою та визначено: потужність системи опалення $Q_{on} = 4990 \text{ Вт}$; температура ґрунту у вертикальному перерізі над трубою $t_1 = 27,5^\circ \text{C}$; об'ємна витрата повітря в початковому перерізі повітророзподільника $L_0 = 0,14 \text{ м}^3 / \text{с} = 504 \text{ м}^3 / \text{год}$; пораховано відносну площу отворів перфорації, їх діаметр, кількість та відстань між ними; необхідний повний тиск на початку повітророзподільника $P_{II} = 3,9 \text{ Па}$; сумарна сонячна радіація $q'_p = 19,25 \text{ Вт} / \text{м}^2$; кількість теплової енергії, що потрапляє в споруду за рахунок сонячної радіації $q_p = 7,95 \text{ Вт} / \text{м}^2$. План рекреаційної зони та схема системи опалення зимового саду наведені, відповідно, на аркушах 4 та 5, додаток Б.

У розділі організаційно-технологічної частини описано конструктивні особливості об'єкта монтажу та його прийняття під монтаж.

Наведено технічні рішення монтажу системи опалення із визначенням складу робіт та їх об'єму. Складено перелік необхідних основних та допоміжних витратних матеріалів та виробів, маса яких, відповідно, складає:

- основні матеріали – **11510** кг;

- допоміжні матеріали – 149,3 кг.

Вибрано та обґрунтовано методи виконання робіт. Підібрано необхідні інструменти, вибрано типи машин та механізмів. Наведено технічні характеристики підбраного обладнання та машин.

Розраховано трудомісткість монтажних робіт, а також визначено склад бригад та тривалість виконання кожної роботи. Загальна трудомісткість робіт складає **1006,75** люд.-дні. Тривалість виконання монтажних робіт становить 54,5 дні.

Визначено витрати енергоносіїв при роботі обладнання та транспортних засобів, які складають:

- витрата електроенергії – 306,48 (*кВт·год*),
- витрата пального – 4,8 л.

Наведено технологічний регламент і технічні засоби для проведення випробувань систем при їх здачі в експлуатацію.

Вузол теплового пункту наведено на аркуші 6, додаток Б. Календарний графік монтажу системи опалення, графік руху робітників із техніко-економічними показниками до нього та графік руху машин і механізмів наведено на аркуші 7, додаток Б.

У розділі з експлуатації систем розглянуті принципові схеми роботи систем, що прийняті в експлуатацію. Викладені основні положення по пуску, випробовуванню та налагодженню робочих режимів системи опалення та гарячого воопостачання.

Визначено методи налагодження робочих режимів систем, а також умов експлуатації та встановлення нормативів щоденних і технічних оглядів, поточних та капітальних ремонтів.

У розділі з енергозбереження та охорони довкілля розроблені заходи з енергозбереження при роботі системи тепlopостачання, а саме: використання кількісного регулювання систем, ізоляція трубопроводів системи, а також використання енергозберігаючого обладнання. Розроблено енергетичний паспорт будівлі, за яким клас енергоефективності будівлі – В.

Проведено моделювання теплотехнічного режиму зовнішньої стіни, а саме, – визначено ефективну товщину утеплювача ($\delta_{\text{ут}} = 15 \text{ см}$), яка дозволяє збільшити фактичний термічний опір та зменшити тепловтрати приміщення на 8 %.

У розділі з охорони праці та безпеки у НС були розглянуті технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення щодо безпечного виконання робіт (безпечної експлуатації об'єкта).

При оцінці стійкості системи під час впливу на неї іонізуючого випромінювання проведено аналіз елементної бази із зазначенням граничних доз опромінення та рівнів радіації. Мінімальне значення границі стійкості системи $D_{\text{спі}} = 10^4 \text{ Р}$. Також визначено можливу дозу опромінення $D_{\text{м}} = 15,6 \text{ мР}$. Допустимий термін експлуатації системи в заданих умовах становить $t_{\text{д}} = 1,44 \cdot 10^{22} \text{ год}$.

При оцінці безпеки роботи системи під час впливу на неї електромагнітного імпульсу розраховано допустимі коливання напруги $U_{\text{д}} = 399 \text{ В}$ та визначено вертикальну складову електричного поля $E_{\text{в}} = 39,9 \text{ В/м}$. Робота системи буде безпечною, якщо $E_{\text{в}}$ не перевищуватиме отриманого значення $39,9 \text{ В/м}$.

У розділі техніко-економічних показників проекту складено локальний кошторис (додаток В) на влаштування системи опалення. Загальна кошторисна вартість проведення робіт, враховуючи вартість матеріалів, становить **7849697** грн., в тому числі кошторисна заробітна плата складає **734652** грн.

Узагальнення матеріалів роботи із приведенням основних висновків наведено в презентації (додаток Г).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Деякі системи генерації тепла [електронний ресурс]: Класифікація способів генерації теплової енергії. – Режим доступу до ресурсу: http://mini-kotly.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=91
2. Патент на корисну модель №57717 UA, МПК F24J 2/04. Система водяного теплопостачання / М. М. Гецько, С. Є. Паскаль, О. М. Гецько // Опубл. 10.03.11. Бюл. №5.
3. Патент на корисну модель №53370, МПК UA F24J 2/34. Комбінована система сонячного теплопостачання / С. П. Шаповал // Опубл. 11.10.10. Бюл. №19.
4. Патент на корисну модель №68592 UA, МПК F24J 2/42. Акумуляційна геліоґрунтова теплонасосна система теплопостачання / А. А. Долінський, Б. І. Басок, О. М. Недбайло, Н. Є. Ляшенко, М. В. Ткаченко // Опубл. 26.03.12. Бюл. №6.
5. Патент на корисну модель №61943 UA, МПК F24D 3/00. Система автономного теплопостачання будівель / М. В. Степанов, П. М. Мороз // Опубл. 10.08.11. Бюл. №15.
6. Патент на корисну модель №26612 UA, МПК F24J 2/42, F24D 11/00. Система опалення та гарячого водопостачання / В. Ф. Резцов, Т. В. Суржик, В. О. Пундєв, В. І. Шевчук // Опубл. 25.09.07. Бюл. №15.
7. Патент на полезную модель №2364795 RU, МПК F24D 9/00. Теплонасосная система теплоснабжения многоэтажных зданий / Г. П. Васильев // Опубл. 20.08.10. Бюл. №23.
8. Індукційний котел – альтернативне джерело теплової енергії /Інтернет-супермаркет «Voltar» [електронний ресурс];, 2022. – Режим доступу: <https://voltar.com.ua/ua/news/induktsionnyi-kotel-alternativnyi-istochnik-teplovei-energii.html/>
9. Сравнительный анализ экономической эффективности отопления с применением тепловых насосов / ВЦП. – N Я–11892 – Б.г. з – 21 с.: ил. Пер. ст.

Klosa F. Wärmepumpenheizungen. из журн.: TAB Technik am bau. – 1988. – N 6. – P.461-465.

10. Расчет необходимой мощности нагревательных приборов и количества энергии для отопления зданий / ВЦП. – N T–4559 – Б.г. – 34 с.: ил. Пер. отчета: Rakennusten lämmityksen tehonja energiantarpeen laskenta Ymparistoministerio. Selostus. – S.l., 1985. – P. 1-14

11. Теплотехніка. Факти та коментарі [електронний ресурс]: індукційні котли. – Режим доступу до ресурсу: <http://energy.dilovamova.com>

12. Зайцев А. М., Артамонова Н. В. Методические рекомендации по расчету и выбору систем отопления и горячего водоснабжения сельских жилых домов /М. : Стройиздат, 1994. – 105 с.

13. Асамов Х. Гелиотеплоснабжение и утилизация тепла в гражданском строительстве: Сб. науч. тр. / Ташкент, 1983. – 100 с.

14. Індивідуальні системи [електронний ресурс]: Порівняння електродних і теплових котлів опалення. – Режим доступу до ресурсу: <http://iso12.webnode.com.ua>

15. Індукційні котли [електронний ресурс]: Індукційні котли – альтернативний спосіб електронагріву. – Режим доступу до ресурсу: <http://kotly-minsk.by>

16. Постанова № 498 [електронний ресурс]: «Про затвердження Порядку застосування тарифів на електроенергію». – [Чинна від 2012-05-01]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0599-12>

17. Рейд Д. Тепловые насосы / Д. Рейд, Д. Макмайл – Пер. с англ. – М. : Энергоиздат, 1982. – 224 с.

18. Нові енергетичні системи [електронний ресурс]: Вертикальний ґрунтовий колектор. – Режим доступу до ресурсу: <http://progress21.com.ua/ua/articles/Groundheatexchanger>

19. Нові енергетичні системи [електронний ресурс]: Сонячні колектори. – Режим доступу до ресурсу: <http://progress21.com.ua/ua/solar-collectors/operating-principle>

20. Ковальчук С. П., А.О. Стасюкевич, Томашпольський Н. П. Теплиці та оранжереї / Вінниця : Будівельник, 1986. – 87 с.
21. Шишко Г. Г., В. А. Потапов, Л. Л. Злобин Отопление и вентиляция теплиц / К. : Будівельник, 1984. – 111 с.
22. Гончарук Н. С. Отопление и вентиляция пленочных теплиц / Н. С. Гончарук, В. М. Гарбуз, С. В. Шафранов // Техника в сел. хоз-ве. – 1979. – № 7. с. 27-29.
23. Егизаров А. Г. Отопление и вентиляция зданий и сооружений сельскохозяйственных комплексов / А. Г. Егизаров – М. : Стройиздат, 1981. – 239 с.
24. Иванов Г. Контурний обігрів теплиць // Механізація сіл. госп-ва. – 1974. – № 3. с.25.
25. Клапвайк Д. Климат и управление ростом растений / М. : Колос, 1976. – 126 с.
26. Авезов Р. Р., Орлов А. Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения / Ташкент : Фан, 1988. – 85 с.
27. Бойлс Д. Биоэнергия: технология, термодинамика, издержки: Пер. с англ. – М. Агропромиздат, 1987. – 152 с.
28. Галимова Л. В. Абсорбционные холодильные машины и тепловые насосы / Астрахань: Изд-во АГТУ, 1997. – 180 с.
29. Иванько А., Калиниченко А., Шмат Н. Солнечный вегетарий / К. : Анфас, 1996. – 110 с.
30. Пилюгина В. В. Использование солнечной энергии в сельском хозяйстве / Техника в сел. хоз-ве. – 1980. – № 5. с. 59-60.
31. Рейд Д., Макмайл Д. Тепловые насосы. Пер. с англ. – М. : Энергоиздат, 1982. – 224 с.
32. Сабади П. Р. Солнечный дом / М. : Стройиздат, 1981. – 109 с.
33. Лобаєв Б., Березовський В., Скаленко О. Використання геотермальних вод // Сіл. буд-во. – 1972. – № 10. С. 15-16.

34. Стасюкевич А. А. Оптимизация использования вторичной теплоты теплицами // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 1985. – № 2. С. 7-8.
35. Денисенко Г. И. Возобновляемые источники энергии / К. : Вища школа, 1983.
36. Усаковский В. М. Возобновляющиеся источники энергии / В. М. Усаковский – М. : Россельхозиздат, 1986.
37. Руководство по теплотехническому расчету культивационных сооружений / Гипронисельпром. – Орел, 1982. – 175 с.
38. Ануфриев Л. Н. Технические расчеты сельскохозяйственных производственных зданий / Л. Н. Ануфриев, И. А. Кожин, Г. М. Позин – М. : Стройиздат, 1974. – 216 с.
39. Гамаюнов Н. И. Тепломассоперенос в органических материалах. Процессы обезвоживания / Н. И. Гамаюнов, В. А. Миронов, С. Н. Гамаюнов – Тверь : Твер. гос. техн. ун-т, 1998. – 271 с.
40. Куртнер Д. А. Расчет и регулирование теплового режима в открытом и защищенном грунте / Д. А. Куртнер, А. Ф. Чудновский – Л. : Гидрометеиздат, 1969. – 299 с.
41. Болотов Б. В. Основы строения вещества (физико-химическая таблица изостеров Болотовых) / Б. В. Болотов, Н. А. Болотова, М. Б. Болотов – Запорожье: Изд-во Запоржской государственной инженерной академии, 1996. – 110 с.
42. Моршин В. Н. Тепломассообменные процессы и установки. Сушильные установки: Учеб. пособие / В. Н. Моршин, И. Я. Мароне, В. В. Сергеев; М-во образования Рос. Федерации, С.-Петербург. гос. техн. ун-т. - СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 75 с.
43. Проектування сонячного будинку [електронний ресурс]: Види зимового саду. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.cliff-house.mensh.ru>
44. Будівельна кліматологія: ДСТУ Н.Б.В.1.1-27:2010. – На заміну СНиП 23-01-99. – [Чинний від 2011-11-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 128 с. – (Державний стандарт України).

45. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7–2002. – [Чинний від 2003-05-01]. – К. : УкрНДПБ МВС України, 2003. – 87 с. – (Державні будівельні норми).

46. Постанова № 420 [електронний ресурс]: «Про встановлення роздрібних цін на природний газ, що використовується для потреб населення». – [Чинна від 2012-05-01]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0388-14>

47. Шилов Е. Й. Складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників. Навчальний посібник / Е. Й. Шилов, А. Ф. Гайко – Київ, 2001 – 54 с.

48. Каталог опалювальних приладів [електронний ресурс]: Опалювальні прилади марки Purmo. – Режим доступу до ресурсу: http://www.purmo.kiev.ua/index.php?aux_page=aux1

49. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинний від 2013-09-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2013. – 168 с. – (Державні будівельні норми).

50. Каталог поліпропіленових труб [електронний ресурс]: Трубопроводи систем опалення фірми FV Plast. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.fvplast.ru/zagruzka/katalogi-listovki-instrukcii>

51. Коефіцієнти місцевих опорів [електронний ресурс]: Коефіцієнти місцевих опорів на ділянках трубопровода. – Режим доступу до ресурсу: http://politerm.com.ru/zuluthermo/help/local_resists.htm

52. Каталог балансувальних клапанів [електронний ресурс]: Балансувальні клапани систем опалення фірми Danfoss. – Режим доступу до ресурсу: http://teplo.com/goods/pdf/danfoss_danfoss-asv-prospekt-ukr.pdf

53. Каталог регулювальних клапанів [електронний ресурс]: Регулювальні клапани систем опалення фірми Danfoss. – Режим доступу до ресурсу: http://ru.heating.danfoss.com/xxTypex/106703_MNU17416419_SIT130.html

54. Каталог розподільчих гребінок [електронний ресурс]: Розподільчі гребінки систем опалення фірми Danfoss. – Режим доступу до ресурсу: http://ua.heating.danfoss.com/xxTypeх/608248_MNU17518944_SIT256.html

55. Технический каталог «Автономные системы отопления и горячего водоснабжения на основе индукционных нагревателей», Новосибирск, 2008 – 130 с.

56. Шафлик В. Современные системы горячего водоснабжения / В. Шафлик – К. : ДП ИПЦ «Такі справи», 2010. – 316 с.

57. Каталог аккумуляторных баков [електронний ресурс]: Аккумуляторні баки. – Режим доступу до ресурсу: http://tt-k.ru/Akkum_bak.htm

58. Тихомиров К. А. Горячее водоснабжение жилого микрорайона : учеб. пособие / К. А. Тихомиров. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2007. – 140 с.

59. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування, Частина ІІ. Будівництво: ДБН В.2.5-64:2012. – [Чинний від 2013-03-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2013. – 113 с. – (Державні будівельні норми).

60. Пономарчук А. Ф., Пономарчук І. А., Волошин О. Б. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Опалення» / Вінниця : ВНТУ, 2005 – 36 с.

61. Ратушняк Г. С., Попова Г.С. Практикум з будівельної теплофізики. Навчальний посібник / Вінниця : ВДТУ, 1998 – 86 с.

62. Каталог теплових насосів [електронний ресурс]: Теплові насоси Gustrower BW Titan. – Режим доступу до ресурсу: <http://nasosy.magellan.ru/work/catalog>

63. Каталог сонячних колекторів [електронний ресурс]: вакуумні трубчасті колектори. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.viessmann.ua/content/dam/internet-ua/pdfdokumente/datenblatt/vitosol>

64. Патент на корисну модель №1699374 РФ А01 G9/14 Теплица / М. М. Калинин // Опубл. 23.12.91. Бюл. № 47.

65. Берлинер М. А. Измерения влажности / М. А. Берлинер – М. : Энергия, 1973. – 387с.

66. Окунева Г. Л. Моделирование процесса распределения теплоносителя в камерной сушилке / Проектирование инженерных и научных приложений в среде MATLAB // Г. Л. Окунева, Д. А. Прасол: Сб. тр. Второй Всероссийской научной конференции. – М. : ИПУ РАН, 2004. – С. 682-687.

67. Мазяк З. Ю. Тепло- и массоперенос в пористых телах при переменных потенциалах в среде / З. Ю. Мазяк – Львів : Вища школа, 1979. – 89 с.

68. Араманович И. Г., Лунц Г.Л., Эльгольц Л. Э. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости / М. : Наука, 1971. – 291 с.

69. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям / М. : Наука, 1976. – 576 с.

70. Теплиці та парники: ДБН В.2.2-2-95. – [Чинний від 1995-02-01]. – К. : Укрархбудінформ, 1995. – 13 с. – (Державні будівельні норми).

71. Каталог тепловентиляторів [електронний ресурс]: Тепловентилятори. – Режим доступу до ресурсу: http://www.teplomash.ua/files/376_375_TE

72. Каталог вентиляторів [електронний ресурс]: Витяжні вентилятори. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.systemair-ukraine.com>

73. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5-2009. – На заміну ДБН А.3.1-5-96. – [Чинний від 2012-01-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 64 с. – (Державні будівельні норми).

74. Єдині норми часу на перевезення вантажів автомобільним транспортом і відрядні розцінки для оплати праці водіїв [електронний ресурс]: Постанова Держкомпраці СРСР та Секретаріату ВЦРПС 13.03.1987 N 153/6-142 – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws>

75. Роботи по реконструкції будівель та споруд: ДБН Д.2.2-46-99. – На заміну СНУ-93. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2000. – 44 с. – (Державні будівельні норми).

76. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 16. Трубопроводи внутрішні: ДБН Д.2.2-16-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2000. – 67 с. – (Державні будівельні норми).

77. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 18. Опалення: ДБН Д.2.2-18-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2000. – 28 с. – (Державні будівельні норми).

78. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 17. Водопровід і каналізація – внутрішні пристрої: ДБН Д.2.2-17-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2000. – 11 с. – (Державні будівельні норми).

79. ДБН Д.2.2-20-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 20. Вентиляція та кондиціювання повітря. – введ. 2000-01-01. – К.:Держбуд України, 2000. – 70 с.

80. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 26. Теплоізоляційні роботи: ДБН Д.2.2-26-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Держбуд України, 2000. – 50 с. – (Державні будівельні норми).

81. Каталог автомобілів та запчастин [електронний ресурс]: характеристики будівельних машин – Режим доступу до ресурсу: <http://interdalnoboy.com/gruzoviki>

82. Каталог будівельних машин та інструментів [Електронний ресурс]: характеристики будівельних кранів – Режим доступу до ресурсу: <http://www.teh-prom.com/products/avtokran/crawler>

83. Каталог будівельних машин та інструментів [Електронний ресурс]: характеристики перфораторів – Режим доступу до ресурсу: <http://makita.technoportl.ua/perforator/makita-hr3200c.html>

84. Каталог будівельних машин та механізмів [електронний ресурс]: характеристики гідравлічного підйомника – Режим доступу до ресурсу: <http://avtomen.infocompany.biz>

85. Каталог будівельних машин та інструментів [електронний ресурс]: характеристики зварювального агрегату – Режим доступу до ресурсу:

<http://ua.zalizaka.com.ua/products/Apparati-dlja-muftovoj-svarki-plastikovih-trub-Odwerk-BSG-73>

86. Каталог будівельних машин та інструментів [електронний ресурс]: характеристики опресувального агрегату – Режим доступу до ресурсу: <http://www.kpsk.ru/pages/gidrav103.html>

87. Смирнов А. Г. Справочные данные по расчетным коэффициентам электрических нагрузок / А. Г. Смирнов, Л. Б. Гольдгельф, Б. Д. Жахов, С. У. Эрдниева – М. : ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ, 1990. – 118 с.

88. Арбузов Є.Л. Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж: затв. 14.02.2007 №71. Міністерство палива та енергетики України / Є. Л. Арбузов, В. М. Бондаренко, А. М. Гушля, О. М. Луговцов – Х. : «Індустрія», 2007. – 336 с.

89. Новые технические решения и технологии для систем отопления и вентиляции: Сб. науч. тр. / НИИ гидромеханизации, сан.-техн. и спец. строит. работ (ВНИИГС): Под ред. С. А. Чистовича. – СПб, 1993. – 61 с.

90. Загальні рекомендації до випробування систем холодного та гарячого водопостачання [електронний ресурс]: випробування систем гарячого водопостачання. – Режим доступу до ресурсу: <http://fullrep.ru/vodoprovid-ta-garyache-vodopostachannya-viprobuvannya-i-pusk-sistemi/aux1>

91. Ратушняк Г. С. Експлуатація систем теплопостачання та вентиляції. Навч. посібник / Г. С. Ратушняк , Г. С. Попова . – Вінниця : ВДГУ, 2001. –122 ст.

92. Теплові насоси [електронний ресурс]: Тепловий насос: надійна інвестиція у майбутнє. – Режим доступу до ресурсу: <http://teplovam.com/index.php/8-opalennia-ta-hvp/5-teplovi-nasosy>

93. Характеристики холодильних агентів [електронний ресурс]: холодоагент (фреон). – Режим доступу до ресурсу: <http://www.zdorovklimat.com.ua/freon>

94. Методика визначення викидів забруднюючих речовин у атмосферу від енергетичних установок: ГКД 34.02.305-2002. – [Чинний від 2002.07.01]. – К. : «КВІЦ», 2002. – 40с. – (Методика визначення).

95. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. – [Чинний від 2008-07-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2008. – 42 с. – (Державний стандарт України).

96. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний від 2007-04-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 36 с. – (Державні будівельні норми).

97. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99. – [Чинний від 2012-12-01]. – К. : МОЗ України, 2011. – 10 с. – (Державні санітарні норми).

98. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28-2006. – [Чинний від 2006-05-15]. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 78 с. – (Державні будівельні норми).

99. Санітарні норми виробничого шуму, інфразвуку та ультразвуку: ДСН 3.3.6-037-99. – [Чинний від 2009-01-01]. – К. : МОЗ України, 1999. – 28 с. – (Державні санітарні норми).

100. Санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації: ДСН 3.3.6-037-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : МОЗ України, 1999. – 48 с. – (Державні санітарні норми).

101. Деталі з'єднувальні для водопроводів із поліетиленових труб. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-178:2009. – [Чинний від 2009-01-22]. – К. : Укрархбудінформ, 2009. – 54 с. – (Держстандарт України).

102. Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок: ДНАОП 0.00-1.32-01. – [Введ. 2001.06.21] – К. : Киевпромэлектропроект, 2001. – 80 с. – (Державний нормативний акт з охорони праці).

103. Курдюмов В. И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности / В. И. Курдюмов, Б. И. Зотов. – М. : КолоС, 2005. – 216 с.

104. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах: Навчальний посібник. / В. Ф. Сакевич, М. А. Томчук – 2-ге вид. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 141 с.

105. Депутат О. П. Цивільна оборона: Навчальний посібник. / О. П. Депутат, І. В. Коваленко, І. С. Мужик – Львів : Афіша, 2000. – 336 с.

106. Сакевич В. Ф. Цивільна оборона. Теоретичні основи: Навчальний посібник. / В. Ф. Сакевич, О. В. Поліщук – Вінниця : ВНТУ, 2000. – 126 с.

107. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах / В. Ф. Сакевич – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 141 с.

108. Демиденко Г. П. Захист об'єктів народного господарства від зброї масового ураження / Г. П. Демиденко – Київ : Вища школа, 1996. – 336 с.

109. ДСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори
Класифікація (ГОСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы Классификация)

110. ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

112. ДСТУ OHSAS 18002:2015. Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог OHSAS 18001:2007 (OHSAS 18002:2008, IDT). К. : ГП «УкрНИУЦ», 2016. 21 с.

113. ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та

безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88004.

114. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945.

115. НПАОП 0.00-7.11-12. Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-12>.

116. ДБНВ.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. К. : Мінбуд України, 2006. 154 с.

117. Правила улаштування електроустановок. URL: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>.

118. НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

119. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

120. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

121. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

122. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

123. Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

124. Правила визначення вартості будівництва: ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – К. : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2013. – 88 с. – (Державний стандарт України).

ДОДАТКИ

Додаток А.

Додаток Б

УЗГОДЖЕНО

Керівник або Назва підприємства
заступник або установи

(підпис) _____
(ініціали та прізвище)

“ ” _____ 20 __ р.

(заповнюється для проектів (робіт), що виконуються на замовлення сторонніх організацій)

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

(підпис) _____
“ ” _____ 20 __ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання МКР

за темою:

«Устаткування для створення ефективної системи забезпечення мікроклімату в оранжереї ботанічного саду»

Магістрант: ст. гр. ТГ-21м

_____ Семененко М.А.

Керівник: к.т.н., проф.

_____ Коц І.В.

Вінниця 2022

1. Призначення розробки та місце застосування. Системи опалення та гарячого водопостачання оранжереї та будівлі лабораторного корпусу, що призначені для створення оптимальних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу в приміщеннях будівлі.

2. Основа для виконання робіт. Основою для виконання робіт є індивідуальне завдання до виконання МКР згідно теми, затвердженої наказом ректора № _____ від _____ 2022 р.

3. Мета та призначення розробки. Метою розробки є створення у приміщеннях сприятливих умов для людей, які перебувають в ньому. Призначення розробки: підтримка температури в приміщеннях на рівні 22°C для офісних приміщень і 16°C для підсобних.

4. Джерела розробки. Джерелами розробки архітектурно-будівельні креслення та нормативна література.

5. Технічні вимоги. Технічні вимоги до системи опалення, вентиляції та кондиціонування викладені в наступній нормативній літературі: СНиП 2.04.05-91 "Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря".

6. Вимоги по стандартизації та уніфікації.

При розробці систем потрібно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та можливість її ремонту чи заміни.

7. Вимоги з надійності. Вимоги по надійності викладені у ГОСТ 27.002. Обов'язковими є показники:

- середня наробка обладнання на відмову, яка складає не менше 12 років;
- середній повний строк служби обладнання не менше 20 років;
- оцінка відповідності показників надійності - середню наробку обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом у відповідності з ГОСТ 27 410;
- на виробі повинні бути встановлені строки експлуатації.

8. Ергономічні вимоги:

- виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюється на стадії приймальних випробувань. 9.

Експлуатаційні та ремонтні роботи. Вимоги:

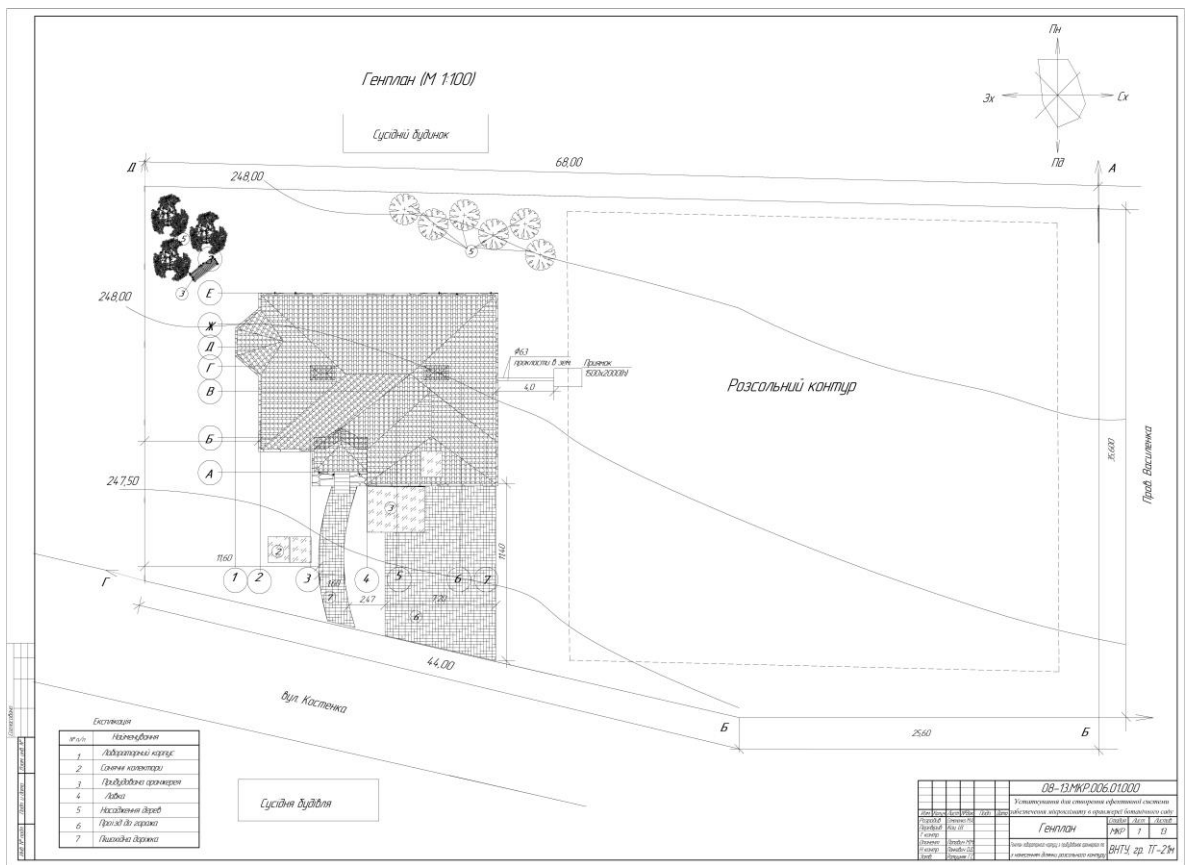
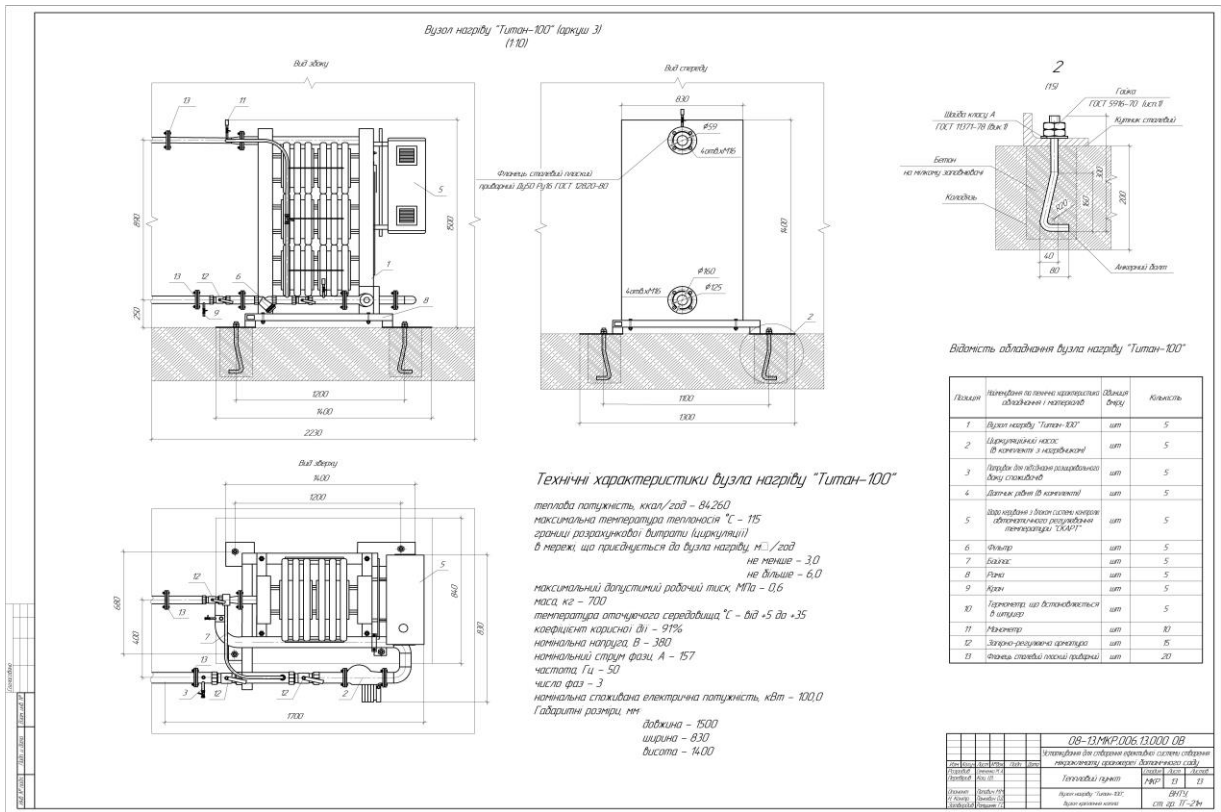
Для виробів в період експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування:

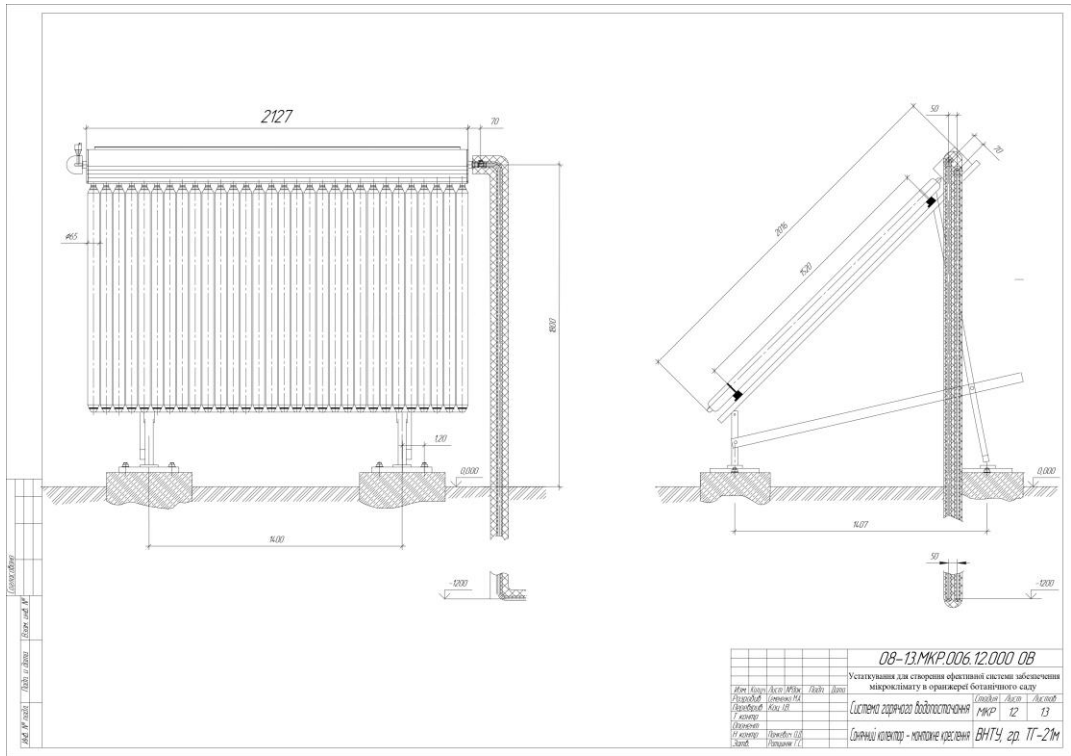
- сезонний технічний огляд;
- регламентований технічний огляд ;
- строки технічного огляду і денного огляду повинні по можливості співпадати з строками обслуговування базового обладнання.

10. Порядок розробки випробувань, приймання систем ТГПів:

- стадії розробки встановлюють відповідно ГОСТ 15.203. Обов'язковими етапами дослідно – конструкторської роботи є:
- розроблення та затвердження з замовником функціональних та принципівих схем;
- розробка та узгодження програми та методики випробовувань;
- узагальнення результатів виконання робіт, вироблення рекомендацій та інструкцій.
- ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника;
- порядок приймання розробки здійснюється у відповідності з вимогами Держстандарту. Оцінка виконаної розробки і прийняття рішення виконує приймальна комісія, яку формує розробник. В склад комісії входять: представник замовника, розробника і виробника. Голова комісії – представник замовника;
- місце і строки випробувань позначаються заздалегідь і попередньо узгоджують;
- перелік документів, що представлялись на випробування відзначають у програмі випробувань;

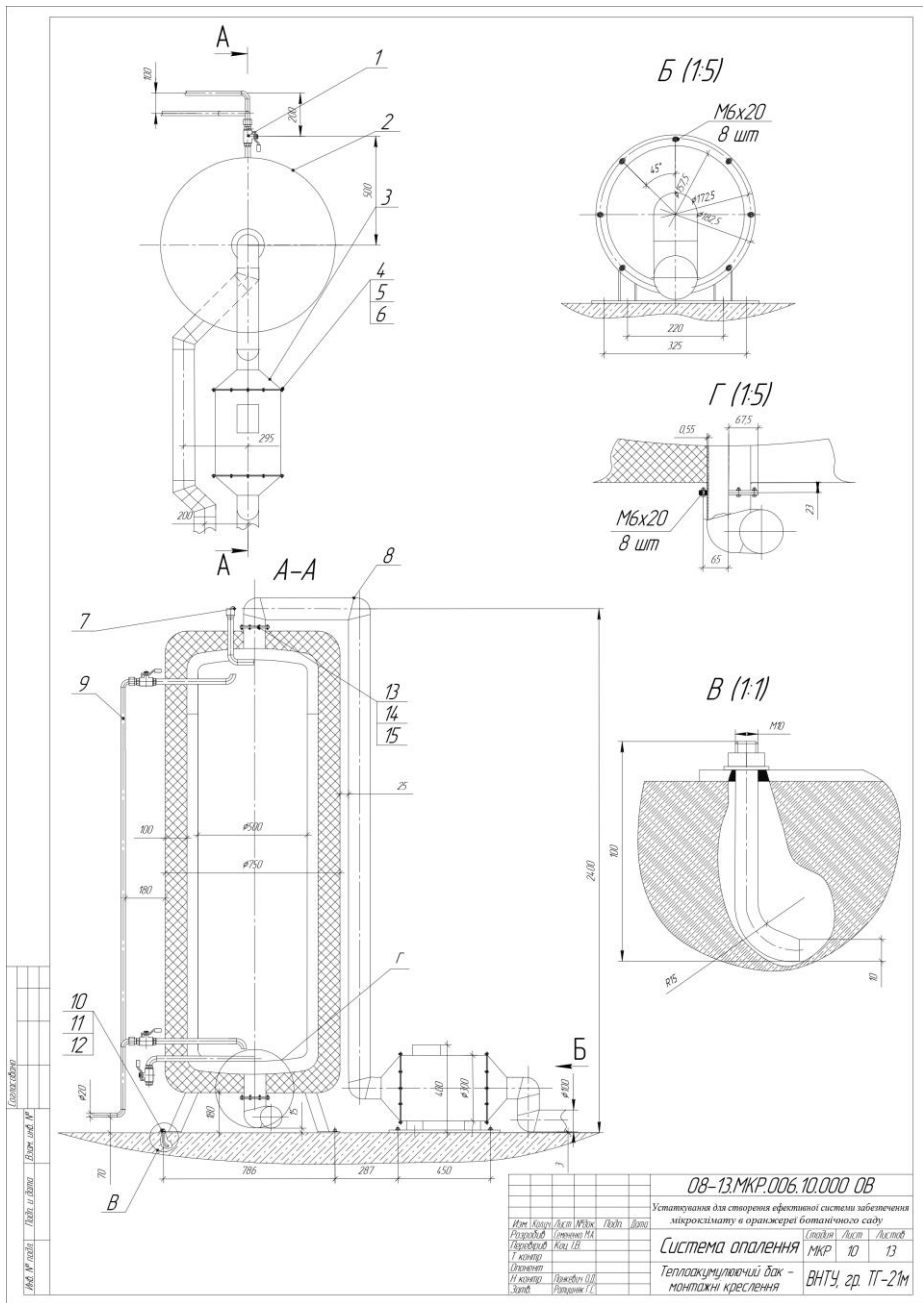
- перелік матеріалів і документів, що передається замовнику: комплект технічної і експлуатаційної документації, креслення та інструкції з експлуатації систем ТГПіВ;
- дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватись в процесі проектування.





08-13-MKP-006-12.000-08
 08-13-MKP-006-12.000-08
 08-13-MKP-006-12.000-08

		08-13-MKP-006-12.000-08	
Установка для создания оптимальной системы обеспечения микроклимата в оранжерей ботанического сада			
Исполн.	Александр Мухоморов	Составил	Александр Мухоморов
Проверил	Александр Мухоморов	Составил	Александр Мухоморов
Утвердил	Александр Мухоморов	Составил	Александр Мухоморов
Составил	Александр Мухоморов	Составил	Александр Мухоморов
Проверил	Александр Мухоморов	Составил	Александр Мухоморов
Утвердил	Александр Мухоморов	Составил	Александр Мухоморов
		Система сдерживающего водопользования	
		МКР 12 13	
		Спецификация - монтажные детали	
		ВНТЧ, зр. ПТ-2М	



Складено
 1987.11.10
 1987.11.10
 1987.11.10

						08-13.МКР.006.10.000.08																						
						Установки для створення ефектної системи забезпечення мікроклімату в оранжерії ботанічного саду																						
Автор	Виконав	Лист	№Лист	Вид	Дата	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Система опалення</td> <td>Лист</td> <td>Листів</td> </tr> <tr> <td>МКР</td> <td>10</td> <td>13</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Теплоаккумуляційний бак - ВНТЧ, зр. ТГ-21М</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Теплоаккумуляційний бак - ВНТЧ, зр. ТГ-21М</td> </tr> <tr> <td colspan="4">монтажні креслення</td> </tr> </table>			Система опалення		Лист	Листів	МКР	10	13		Теплоаккумуляційний бак - ВНТЧ, зр. ТГ-21М				Теплоаккумуляційний бак - ВНТЧ, зр. ТГ-21М				монтажні креслення			
Система опалення		Лист	Листів																									
МКР	10	13																										
Теплоаккумуляційний бак - ВНТЧ, зр. ТГ-21М																												
Теплоаккумуляційний бак - ВНТЧ, зр. ТГ-21М																												
монтажні креслення																												
Розробив	Сметав	М4																										
Узгодив	Мол	18																										
Виконав																												
Н. Косар	Виконав	10																										
Затв.	Розробив	11																										

Будова - Оранжерея
Шифр проекту - МКР-08-13.МКР.006.00.000**Локальний кошторис № 2-1-1**
на Зведення

Оранжерею, що прибувана до будівлі лабораторного корпусу у м. Умань

Основа:
креслення (специфікації) № 08-13.МКР.006.00.000Кошторисна вартість 309,017 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 4,484 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 67,882 тис. грн.
Середній розряд робіт 4,1 розряд
Вимірник одиничної вартості 1,00 1
Показник одиничної вартості 309017,00 грн.

Складений в поточних цінах станом на "20 листопада" 2022 р.

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт і витрат, одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
				всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
									в тому числі заробітної плати	в тому числі заробітної плати
Розділ 1. Система опалення										
1	E18-22-2	Установлення манометрів з триходовим краном клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм	3	416,50	-	1250	16	-	0,36	1
2	E26-8-1	Ізоляція трубопроводів діаметром до 76 мм шнурками мінераловатними, товщина ізоляційного шару 40 мм	21	126,64	6,61	2659	2045	139	6,78	142
3	E16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів систем опалення, водопроводу і гарячого водопостачання діаметром до 50 мм	25,85	153,87	3,66	3978	3636	95	8,22	212
4	E18-13-1	Установлення насосів відцентрових з електродвигуном, маса агрегату до 0,1 т	1	1096,09	28,55	1096	291	29	21,32	21
				291,44	6,71			7	0,50	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	E16-15-2	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм	5	358,02	14,36	1790	167	72	2,41	12
				33,33	2,53			13	0,18	1
6	E16-15-1	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 25 мм	14	104,33	9,86	1461	467	138	2,41	34
				33,33	1,97			28	0,16	2
7	E18-22-5	Установлення кранів повітряних	13	38,56	-	501	39	-	0,20	3
				3,00	-			-	-	1
8	E18-6-2	Установлення радіаторів сталевих	0,13	99650,43	346,64	12955	166	45	96,92	13
				1277,41	96,83			13	7,45	1
9	E16-14-4	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 40 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	0,12	9803,50	1031,04	1176	396	124	229,60	28
				3297,06	189,67			23	12,70	2
10	E16-14-3	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 32 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	0,06	5946,24	837,84	357	148	50	172,20	10
				2472,79	154,54			9	10,39	1
11	E16-14-2	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 25 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	0,66	6403,54	1420,48	4226	2005	938	211,56	140
				3038,00	261,05			172	17,47	12
12	E16-14-1	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 20 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	8,09	6978,74	2304,79	56458	31246	18646	268,96	2176
				3862,27	423,80			3429	28,34	229
13	E18-15-1	Установлення гребінок пароводорозподільних зі сталевих труб, зовнішній діаметр корпусу 108 мм	2	1092,38	17,40	2185	318	35	11,25	23
				159,19	4,07			8	0,30	1
14	E16-14-3	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 32 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	16	1041,98	120,30	16672	3906	1925	17,00	272
				244,12	28,98			464	2,25	36

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	E16-11-1	Прокладання трубопроводів об'єзми котлів, водонагрівників та насосів зі сталевих безшовних і електрозварних труб діаметром до 40 мм	0,12	<u>7656,52</u> 907,83	<u>81,56</u> 21,30	919	109	<u>10</u> 3	<u>61,34</u> 1,58	2
16	E18-5-1	100м Установлення водопідігрівників емкісних місткістю до 1 м3	1	<u>10003,08</u> 300,47	<u>90,91</u> 22,06	10003	300	<u>91</u> 22	<u>21,98</u> 1,65	<u>22</u> 2
17	E18-3-1	шт Установлення теплообмінника поверхню нагріву однієї секції до 4 м2	1	<u>1178,48</u> 196,97	<u>92,67</u> 23,28	1178	197	<u>93</u> 23	<u>13,92</u> 1,83	<u>14</u> 2
18	E18-5-1	шт Установлення водопідігрівників емкісних місткістю до 1 м3	1	<u>8971,70</u> 300,47	<u>90,91</u> 22,06	8972	300	<u>91</u> 22	<u>21,98</u> 1,65	<u>22</u> 2
19	E18-2-1	шт Встановлення теплового насосу	1	<u>57759,91</u> 1043,34	<u>338,90</u> 90,27	57760	1043	<u>339</u> 90	<u>75,44</u> 6,92	<u>75</u> 7
Разом прями витрати по розділу 1, грн.							185596	46795	<u>22860</u> 4369	<u>3227</u> 301
в тому числі:										
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							115941			
всього заробітна плата, грн.							51164			
Загальновиробничі витрати, грн.							41155			
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год.							363			
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							7982			
Всього по розділу 1, грн.							226751			
Розділ 2. Система геліоустановок										
20	E18-22-2	Установлення манометрів з триходовим краном комплект	2	<u>467,51</u> 5,25	-	935	11	-	<u>0,36</u> -	<u>1</u> -
21	E26-1-1	Ізоляція трубопроводів діаметром 25 мм конструкціями теплоізоляційними комплектними на основі циліндрів мінераловатних на синтетичному зв'язуючому, товщина ізоляційного шару 40 мм	26,2	<u>399,41</u> 133,06	<u>9,62</u> 2,67	10465	3486	<u>252</u> 70	<u>9,12</u> 0,21	<u>239</u> 6
Разом прями витрати по розділу 2, грн.							61047	5330	<u>626</u> 149	<u>375</u> 12
в тому числі:										
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							55091			
всього заробітна плата, грн.							5479			
Загальновиробничі витрати, грн.							4247			
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год.							37			
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							818			
Всього по розділу 2, грн.							65294			
Розділ 3. Система опалення теплиці										
28	E18-5-1	шт Установлення водопідігрівників емкісних місткістю до 1 м3	1	<u>8025,04</u> 300,47	<u>90,91</u> 22,06	8025	300	<u>91</u> 22	<u>21,98</u> 1,65	<u>22</u> 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22	E18-3-1	Установлення водопідігрівників швидкісних односекційних поверхню нагріву однієї секції до 4 м2	1	<u>1573,99</u> 196,97	<u>92,67</u> 23,28	1574	197	<u>93</u> 23	<u>13,92</u> 1,83	<u>14</u> 2
23	E18-13-1	шт Установлення насосів відцентрових з електродвигуном, маса агрегату до 0,1 т	1	<u>1012,20</u> 291,44	<u>28,55</u> 6,71	1012	291	<u>29</u> 7	<u>21,32</u> 0,50	<u>21</u> -
24	E16-15-2	шт Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм	6	<u>103,17</u> 33,33	<u>14,36</u> 2,53	619	200	<u>86</u> 15	<u>2,41</u> 0,18	<u>14</u> 1
25	E16-6-1	100м Прокладання трубопроводів опалення зі мідних труб діаметром 15 мм	0,22	<u>5908,97</u> 681,45	<u>93,85</u> 21,96	1300	150	<u>21</u> 5	<u>48,71</u> 1,65	<u>11</u> -
26	E16-6-2	100м Прокладання трубопроводів опалення зі мідних труб діаметром 20 мм	0,32	<u>7445,44</u> 681,45	<u>93,85</u> 21,96	2383	218	<u>30</u> 7	<u>48,71</u> 1,65	<u>16</u> 1
27	ГК1-2-1	10 м2 Монтаж опорної конструкції і устаткування сонячних колекторів	0,9	<u>47510,09</u> 862,89	<u>127,39</u> 24,10	42759	777	<u>115</u> 22	<u>65,47</u> 1,74	<u>59</u> 2
Разом прями витрати по розділу 2, грн.							61047	5330	<u>626</u> 149	<u>375</u> 12
в тому числі:										
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							55091			
всього заробітна плата, грн.							5479			
Загальновиробничі витрати, грн.							4247			
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год.							37			
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							818			
Всього по розділу 2, грн.							65294			
Розділ 3. Система опалення теплиці										
28	E18-5-1	шт Установлення водопідігрівників емкісних місткістю до 1 м3	1	<u>8025,04</u> 300,47	<u>90,91</u> 22,06	8025	300	<u>91</u> 22	<u>21,98</u> 1,65	<u>22</u> 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
29	E16-11-1	Прокладання трубопроводів об'єкту котлів, водонагрівальних та насосів зі сталевих безшовних і електрозварних труб діаметром до 40 мм 100м	0,24	1030,01 907,83	81,56 21,30	247	218	20 5	61,34 1,58	15
30	E16-15-2	Установлення вентилю, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм шт	4	144,04 33,33	14,36 2,53	576	133	57 10	2,41 0,18	10 7
31	E16-29-1	Гарявлічне випробування трубопроводів систем опалення, водопроводу і гарячого водопостачання діаметром до 50 мм 100м	0,24	153,87 140,64	3,66 0,20	37	34	1	8,22 0,02	2
32	E26-1-1	Ізоляція трубопроводів діаметром 25 мм конструкціями теплоізоляційними комплектами на основі циліндрів мінераловатних на синтетичному зв'язуючому, товщина ізоляційного шару 40 мм 10м	2,4	265,39 133,06	9,62 2,67	637	319	23 6	9,12 0,21	22 7
33	P16-44-1	Укладання труб каналізаційних азбестоцементних діаметром 100 мм в траншеї з розпорами 100м	0,16	8672,16 996,44	98,66 20,63	1388	159	16 3	70,42 1,21	11
34	E20-3-1	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н (нормальні) товщиною 0,5 мм, діаметром до 200 мм 100м2	0,23	10338,03 3366,75	92,72 27,35	2378	774	21 6	261,80 2,09	80
35	E20-35-1	Установлення теплоventильаторів масою до 0,1 т шт	1	1155,78 103,83	28,70 6,39	1156	104	29 6	8,28 0,49	6
36	E18-22-2	Монтаж щита управління з приладами комплект	1	824,51 5,25	-	825	5	-	0,36	-
		Разом прями витрати по розділу 3, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.-год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				15269	2046	258 58		150 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Всього по розділу 3, грн.				16971				
		Разом прями витрати по кошторису, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.-год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				261912	54171	23744 4576		3752 317
		Прями витрати будівельних робіт, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. заробітна плата робітників, не зайнятих обслуговуванням машин, грн. заробітна плата в експлуатації машин, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.-год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				261912	183997 54171 4576 47105			415 9135
		Всього кошторисна вартість будівельних робіт, грн. кошторисна трудоємність, люд.-год. кошторисна заробітна плата, грн.				309017 4484 67882				
		Всього по кошторису, грн. Кошторисна трудоємність, люд.-год. Кошторисна заробітна плата, грн.				309017 4484 67882				

Склав _____ Студент Семененко М.А.

Перевірив _____ Доцент Лялюк О.Г.

Устаткування для створення ефективної системи забезпечення мікроклімату в оранжерії ботанічного саду

- Магістерська кваліфікаційна робота

Семененко Максим Андрійович
магістрант Гр.ТГ-21М

- Науковий керівник
- к.,т.н., професор
- Коц Іван Васильович

2

Мета і задачі роботи

Метою дослідження є наукове обґрунтування та проектування енергоефективних систем опалення, для будинків котеджного типу із комбінованим використанням теплових насосів та сонячних колекторів.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі *задачі*:

- виконати аналітичний огляд і аналіз відомих досліджень в області енергоефективних систем опалення,;
- виконати техніко-економічне обґрунтування влаштування систем опалення ;
- розробити принципові та конструктивні рішення варіанту проекту системи енергоефективних систем опалення, та особливості роботи їх теплогенеруючого та теплоакумлюючого устаткування;
- виконати математичне моделювання теплотехнічних, гідравлічних режимів з метою підбору оптимального обладнання для ефективної роботи запроєктованих систем;
- розробити заходи з охорони праці та посадові інструкції на виконання робіт.
- розробити кошторисну документацію та визначити техніко-економічні показники проектування та монтажу систем опалення, теплового насосу та сонячних колекторів

Об'єкт та предмет дослідження

Об'єкт дослідження — тепломасообмінні процеси, які відбуваються в атмосфері та ґрунті оранжереї, а також в мережі тепlopостачання будівлі лабораторного корпусу ботанічного саду університету

Предмет дослідження – визначення раціональних технологічних режимів та робочих параметрів теплогенеруючого і теплоакumuлюючого устаткування та іншого обладнання системи створення мікроклімату для будівлі оранжереї ботанічного саду, яка прибудована до лабораторного корпусу університету, обґрунтування закономірностей формування тепловологісного режиму всередині оранжереї, з метою досягнення достатньо високого ККД устаткування, якісного забезпечення відповідних теплових режимів.

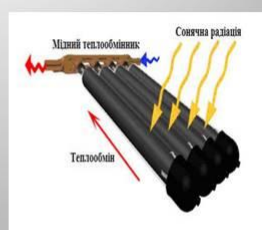
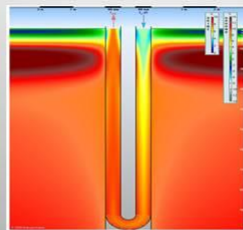
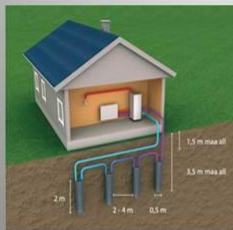
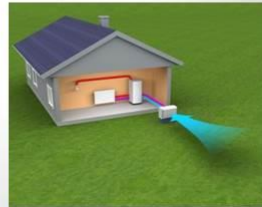
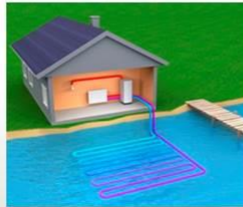
Практичне значення одержаних результатів:

- розроблені принципові та конструктивні рішення систем забезпечення мікроклімату оранжереї ботанічного саду, що прибудована до будівлі лабораторного корпусу університету, які забезпечують їх раціональне та ефективне функціонування, зокрема, в основу теплогенеруючого устаткування покладено застосування теплових насосів і сонячних колекторів, а також теплоакumuлюючого устаткування та резервного електричного котла індуктивного типу;
- запропонована науково обґрунтована методика розрахунку розглянутих систем забезпечення мікроклімату різного призначення, яка може бути покладена в основу їх проектування;
- розроблені рекомендації щодо практичної реалізації напрямків і галузей раціонального та ефективного застосування результатів розробки.

Наукова новизна одержаних результатів

- розроблена математична модель теплових балансів у споруді типу «Оранжерея», в основу якої покладено врахування надходжень і втрат теплової енергії, що виникають при створенні заданих умов тепловологісного режиму, завдяки якій забезпечується вибір раціонального співвідношення параметрів, які сприяють необхідному за функціональним призначенням створеного мікроклімату в окремих приміщеннях та енергозбереженню;
- запропоновані аналітичні залежності взаємозв'язків між основними параметрами та характеристиками створюваного тепловологісного режиму спеціалізованої будівлі – оранжереї та будівлі лабораторного корпусу, які надають можливість обґрунтування їх оптимальних співвідношень для підвищення ефективності систем теплопостачання

ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ УСТАТКУВАННЯ ТА ЙОГО КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ, ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ СПОРУД ОРАНЖЕРЕЙНОГО ТИПУ



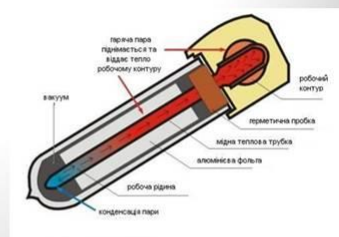
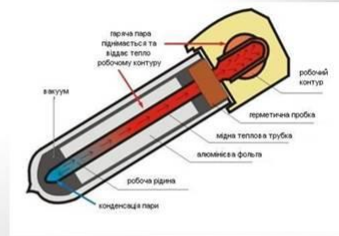
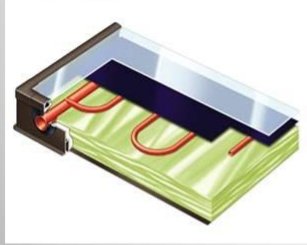
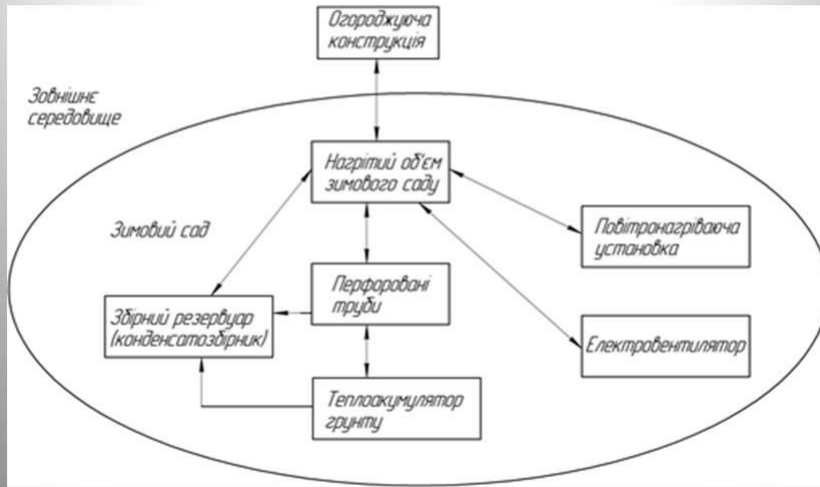
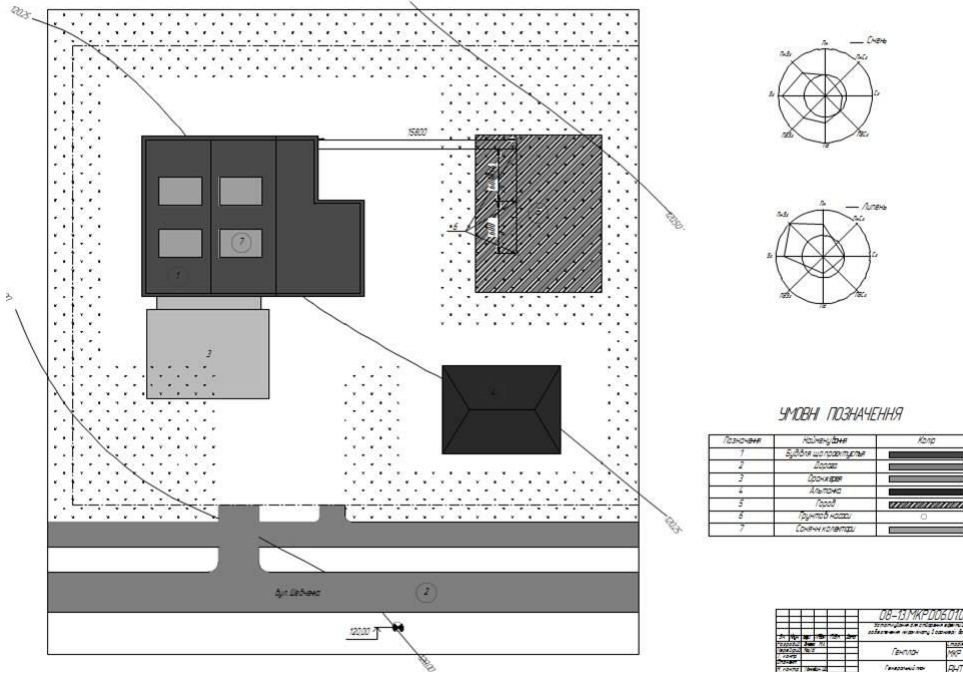


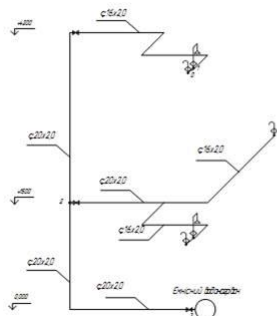
Схема взаємодії теплових потоків в системі



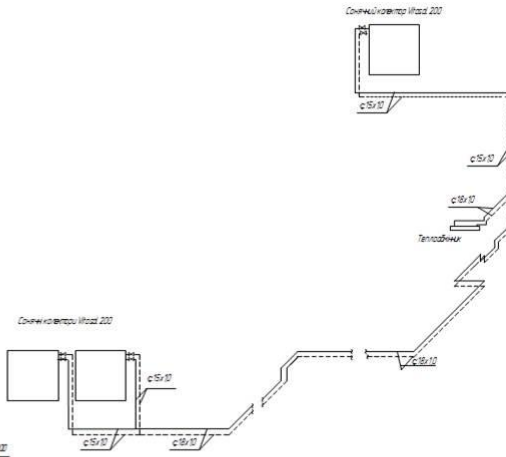
ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН 1:100



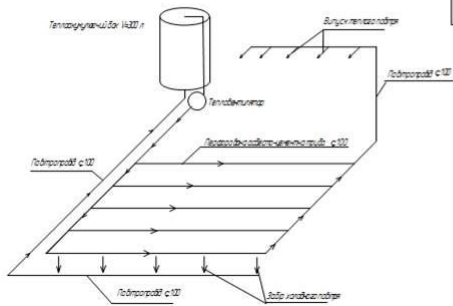
Аксонетрична схема системи гарячого водопостачання



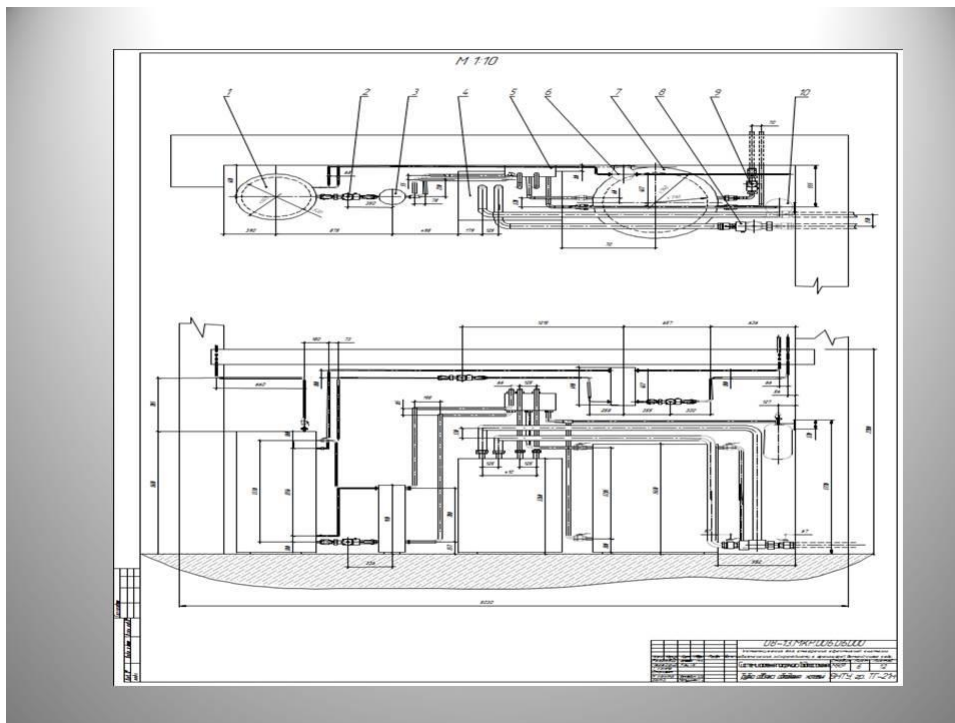
Аксонетрична схема контуру сонячних колекторів



Аксонетрична схема системи опалення приміщень

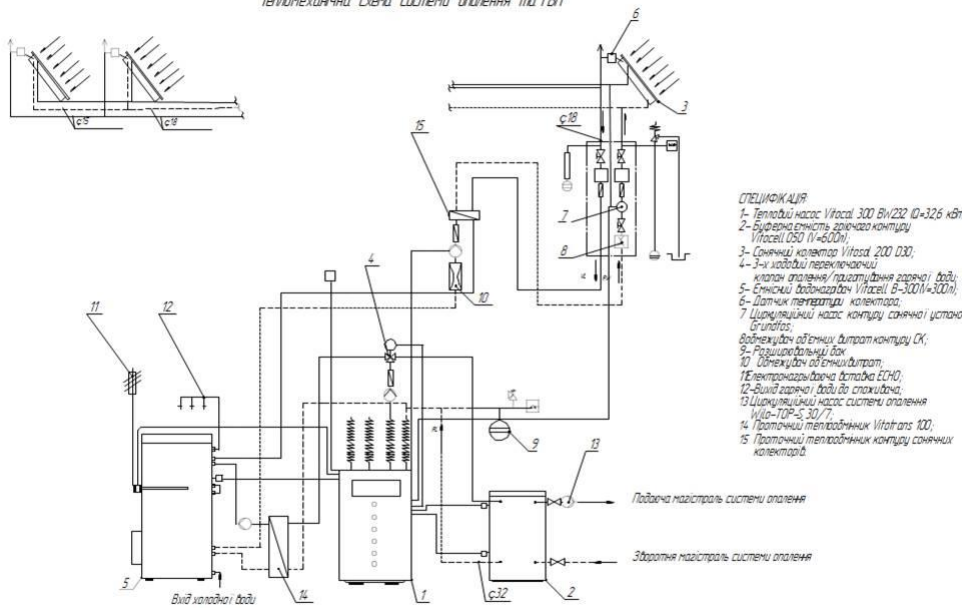


08-01/00000000	
№ документа	08-01/00000000
Дата виходу	12.12.2012
Вид документа	Схематичні рішення
Статус	Використання
Розробник	С.П.Т.
Перевірив	С.П.Т.

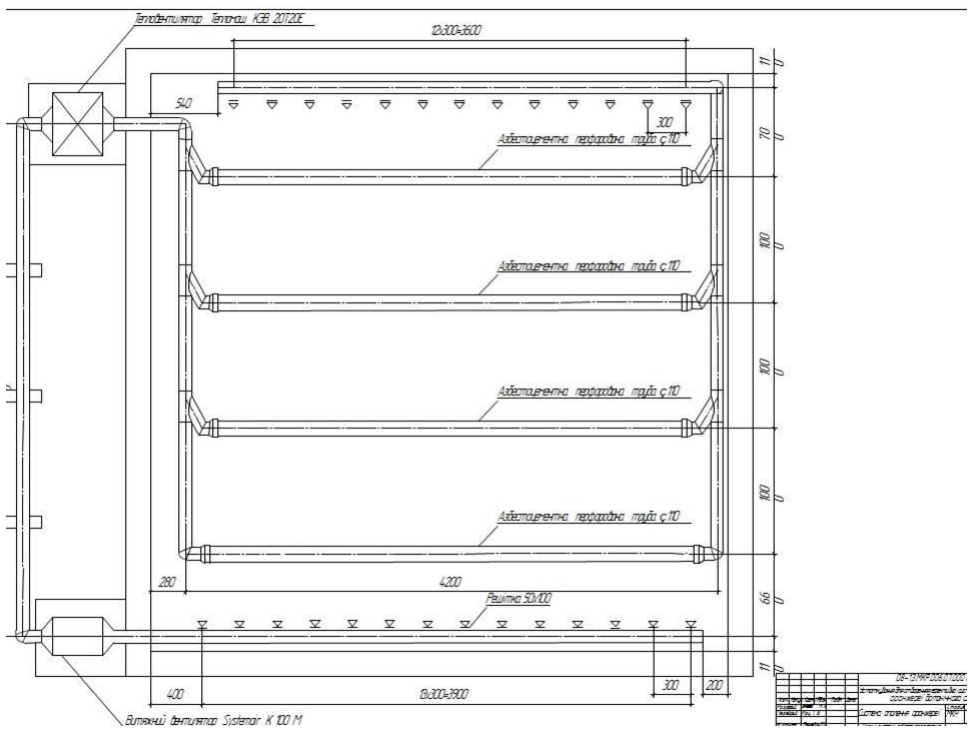


08-01/00000000	
№ документа	08-01/00000000
Дата виходу	12.12.2012
Вид документа	Схематичні рішення
Статус	Використання
Розробник	С.П.Т.
Перевірив	С.П.Т.

Тепломеханічна схема системи опалення та ГВП



08-13174P-006-0202	
№	Зміст
1	Технічний опис системи
2	Технічний опис елементів
3	Схема опалення



У 2 розділі наведено природно-кліматичну характеристику району забудови, а також визначено необхідні параметри зовнішнього повітря та необхідні параметри мікроклімату приміщення оранжереї; приведено розрахунки системи опалення та мережі гарячого водопостачання. Розраховано тепловтрати опалюваних приміщень (додаток В), на основі чого підібрано опалювальні прилади (схеми системи опалення із зазначеними типорозмірами радіаторів наведено в додатку Б, на аркушах 3, 5 та 8). Розраховані загальні витрати теплоти на опалення будівлі лабораторного корпусу, на гаряче водопостачання, визначені загальні витрати електричної енергії.

Розділ 3 представляє: принципові та конструктивні рішення систем тепlopостачання будівлі лабораторного корпусу та оранжереї, які забезпечують їх раціональне та ефективне функціонування; запропоновано науково-обґрунтовану методику розрахунку розглянутих систем тепlopостачання різного призначення, яка може бути покладена в основу їх проектування; розроблені рекомендації щодо практичної реалізації та напрямків і галузей раціонального та ефективного застосування результатів розробки.

У цьому ж розділі МКР наведений приклад розрахунку системи опалення оранжереї за розробленою методикою та визначено: потужність системи опалення; температура ґрунту у вертикальному перерізі над трубою; об'ємна витрата повітря в початковому перерізі повітророзподільника; пораховано відносну площу отворів перфорації, їх діаметр, кількість та відстань між ними; необхідний повний тиск на початку повітророзподільника; сумарна сонячна радіація ; кількість теплової енергії, що потрапляє в споруду за рахунок сонячної радіації.

У розділі 4 організаційно-технологічної частини описано конструктивні особливості об'єкта монтажу. Наведено технічні рішення монтажу системи опалення із визначенням складу робіт та їх об'єму. Складено перелік необхідних основних та допоміжних витратних матеріалів та виробів. Вибрано та обґрунтовано методи виконання робіт. Підібрано необхідні інструменти, типи машин та механізмів. Розраховано трудомісткість монтажних робіт, визначено склад бригад та тривалість виконання кожної роботи. Загальна трудомісткість робіт складає 1006,75 люд.-дні. Тривалість виконання монтажних робіт всього комплексу становить 54,5 дні.

У розділі 5 з охорони праці та безпеки у НС були розглянуті технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення щодо безпечного виконання робіт (безпечної експлуатації об'єкта).

В економічній частині (розділ 6) складено локальний кошторис на проведення монтажу систем опалення, згідно розрахункових техніко-економічних показників. Загальна кошторисна вартість проведення робіт, враховуючи вартість матеріалів, становить, розраховано термін окупності проекту.

Дякую за увагу!