

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:

«Енергоефективна комбінована система теплопостачання житлової
будівлі із застосуванням геотермічної та теплових насосів»

Виконав студент 2 курсу, групи ТГ-22м
спеціальності 192- Будівництво та
цивільна інженерія

Проник Б.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., професор кафедри ІСБ
Коц І.В.
(прізвище та ініціали)
«10» 06 2024 р.

Опонент к.т.н., доцент кафедри ІСБ
Попович М.М.
(прізвище та ініціали)
«13» 06 2024 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
(прізвище та ініціали)
«14» 06 2024 р.

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування даного навчального закладу)
факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
кафедра інженерних систем у будівництві
освітньо-кваліфікаційний рівень магістр з будівництва та цивільної інженерії
галузь знань 19 Архітектура та будівництво
(шифр і назва)
спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)
спеціалізація "Теплогазопостачання і вентиляція"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
"10" 03 2024 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Проника Богдана Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проєкту (роботи) Енергоефективна комбінована система тепlopостачання
теплової будівлі із застосуванням геліонокрівлі та теплових насосів

Рівень проєкту (роботи) Кон І.В., к.т.н., професор каф. ІСБ

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

Затверджені наказом вищого навчального закладу від "11" 03 2024 року № 81

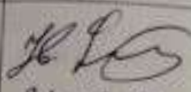
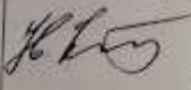
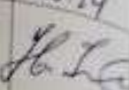
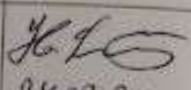
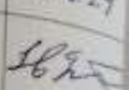
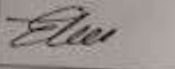
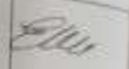
Строк подання студентом проєкту (роботи)

Вихідні дані до проєкту (роботи): Архітектурно-будівельні рішення об'єкту
проекткування, функціональне призначення типової будівлі. Для наукової частини
роботи вихідними даними є аналіз існуючих математичних моделей
тепломасообмінних процесів в приміщеннях будівель котеджного типу, а також
результати теоретичних досліджень ряду авторів.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити): Вступ (актуальність, мета і задачі, об'єкт, предмет та новизна наукових
досліджень, практична цінність, апробація результатів та публікації), аналітичний
гляд систем опалення будівель котеджного типу, техніко-економічне обґрунтування
прийнятих рішень та постановка задач дослідження, теоретичне обґрунтування вибору
системи опалення будинку з комбінованим використанням теплових насосів та
опалювальних колекторів, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних
рішень, заходи з енергозбереження та охорони довкілля, охорона праці, техніко-
економічні показники від реалізації прийнятих рішень, загальні висновки, перелік
використаної літератури, додатки.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Плакати:
актуальність, мета і завдання, об'єкт і предмет дослідження; математична модель
теплового режиму будівлі; креслення: генплан, схеми систем опалення і гарячого
водопостачання на планах поверхів, аксонометричні схеми систем, вузли, колекторна
схема опалення підлоги, календарний план монтажу систем опалення і гарячого
водопостачання

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітичний огляд існуючих систем опалення та нетрадиційних джерел енергії	Коц І.В., к.т.н., проф.	 24.03.24	 07.06.24
Моделювання теплотехнічних та гідравлічних процесів для визначення технічних характеристик комбінованої системи тепlopостачання	Коц І.В., к.т.н., проф.	 24.03.24	 07.06.24
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проекту	Коц І.В., к.т.н., проф.	 24.03.24	 07.06.24
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І.М., к.т.н., доц.		
Техніко-економічні показники	Лялюк О.Г., к.т.н., доц.		

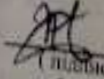
7. Дата видачі завдання _____

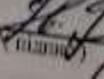
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Складання вступу до МКР		
2	Аналітичний огляд систем опалення будівель котеджного типу, техніко-економічне обґрунтування	21.03.2024	вик.
3	Моделювання теплотехнічних та гідравлічних процесів для визначення технічних характеристик комбінованої системи тепlopостачання	31.03.2024	вик.
4	Організаційно-технологічне забезпечення	21.04.2024	вик.
5	Заходи з енергозбереження та охорони довкілля	15.05.2024	вик.
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	18.05.2024	вик.
7	Техніко-економічні показники	23.04.2024	вик.
8	Матеріали презентації МКР, креслення, плакати	25.05.2024	вик.
9	Попередній захист	01.06.2024	вик.
10	Відгук опонента	04.06.2024	вик.
11	Захист МКР	05.06.2024	вик.
		14.06.2024	

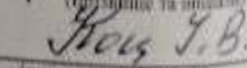
Магістрант

Керівник проекту (роботи)


(підпис)


(підпис)

Проник Б.О.


(підпис та ініціали)

(прізвище та ініціали)

УДК 6

Проник Б.

застосуван

спеціально

Теплогазон

На укр. мо

Магістер

теоретични

геліопокрів

технологіч

визначення

У магісте

за даним

гарячого во

економічне

систем, що

розрахунку

частині ви

календарн

технічні рі

персоналу

праці та

проектного

сонячного

Графічн

Ключові

тепловий н

Анотація

УДК 621.643+662.987

Проник Б.О. Енергоефективна комбінована система теплопостачання житлової будівлі із застосуванням геліопокрівлі та теплових насосів. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма – Теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2024. 120 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 72 назв.; рис. 36; табл. 19

Магістерська кваліфікаційна робота складається із семи розділів: наукового розділу з теоретичним та технічним обґрунтуванням основних параметрів і характеристик геліопокрівлі та теплових насосів; моделювання процесів для визначення організаційно-технологічної частини, заходів з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях та визначення техніко-економічних показників; графічної частини.

У магістерській кваліфікаційній роботі проведено аналіз існуючих досліджень за даним напрямком та проаналізовані енергоефективні системи опалення та гарячого водопостачання у приватному житловому будинку. Проведено техніко – економічне обґрунтування та розроблено енергоефективне проєктне рішення систем, що забезпечують належні умови у будинку, на основі теплотехнічного розрахунку, моделювання гідравлічних процесів. У організаційно-технологічній частині визначені рішення щодо виконання монтажних робіт та складено календарний графік виконання робіт. Опрацьовано питання охорони праці, а саме технічні рішення з безпечної організації робочих місць будівельно-монтажного персоналу під час монтажу інженерного обладнання та технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії. Проведено розрахунки кошторисної вартості проєктного рішення системи опалення та гарячого водопостачання за допомогою сонячного колектора і геліопокрівлі.

Графічна частина складається з креслень та презентації.

Ключові слова: опалення; гаряче водопостачання; енергозберігаючі технології; тепловий насос; геліопокрівля; відновлювані джерела енергії; моделювання.

Abstract

Pronyk B.O. Energy-efficient combined heating system for residential buildings using solar roofing and heat pumps. Master's thesis in the specialty 192 - Construction and Civil Engineering, educational-professional program - Heating and Ventilation. Vinnytsia: VNTU, 2024. 120 p.

In Ukrainian. Bibl .: 72 titles; fig. 36; table. 19

The master's thesis consists of seven sections: a scientific section with theoretical and technical justification of the main parameters and characteristics of solar roofing and heat pumps; modeling processes to determine the organizational-technological part, measures for labor protection and safety in emergency situations and determining technical and economic indicators; graphical part.

The master's qualification work analyzes existing studies in this direction and analyzes energy-efficient heating and hot water supply systems in a private residential building. Technical-economic justification has been carried out and an energy-efficient design solution has been developed for systems that provide proper conditions in the building, based on thermal calculation, modeling of hydraulic processes. In the organizational-technological part, decisions regarding the execution of installation works have been determined and a schedule for the execution of works has been drawn up. Issues of labor protection have been addressed, namely technical solutions for the safe organization of workplaces for construction and installation personnel during the installation of engineering equipment and technical solutions for labor hygiene and industrial sanitation. Estimates of the cost of the project solution for heating and hot water supply systems using solar collectors and solar roofing have been made.

The graphic part consists of drawings and presentations.

Keywords: heating; hot water supply; energy-saving technologies; heat pump; solar roofing; renewable energy sources; modeling.

Зміст

ВСТУП	9
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	12
1.1 Аналітичний огляд систем опалення житлових будівель	12
1.2 Аналітичний огляд нетрадиційних джерел енергії	13
1.3 Характеристика об'єкту дослідження	15
1.4 Кліматична характеристика району будівництва	16
1.5 Дані про можливість забезпечення основними матеріалами і енергоресурсами	16
1.6 Матеріали оцінки впливів на організм мешканців	17
1.7 Основні рішення по вибуховій безпеці	17
1.8 Загальні рекомендації щодо застосування сонячно – теплонасосних систем теплопостачання (СТСТ)	17
1.9 Постановка задач досліджень	20
1.10 Розрахунок економічної ефективності системи	20
1.11 Висновок	23
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ТА ГІДРАВЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	25
2.1 Моделювання теплотехнічного розрахунку огорожуючих конструкцій будівлі	25
2.1.1 Розрахунок зовнішніх стін	25
2.1.2 Підбір вікон	26
2.1.3 Розрахунок дахового перекриття	27
2.1.4 Розрахунок підлоги	27
2.2 Вибір нагрівальних приладів	28
2.3 Розрахунок підлогового опалення	29
2.4 Моделювання гідравлічного режиму трубопроводів системи опалення	31

2.5 Розрахунок системи гарячого водопостачання будинку	34
2.5.1 Приготування гарячої води з використанням ємнісного нагрівача і зовнішнього теплообмінника	34
2.5.2 Гідравлічний розрахунок системи гарячого водопостачання	35
2.6 Визначення параметрів теплового насосу	38
2.6.1 Надбавка на приготування гарячої води	39
2.6.2 Розрахунок необхідної площі ділянки для колектора	40
2.6.3 Розрахунок кількості теплоносія	41
2.6.4 Розрахунок втрат тиску в земляному колекторі	41
2.6.5 Підбір циркуляційного насосу розсолного контуру	42
2.6.6 Розрахунок буферної ємності гріючого контуру для оптимізації часу роботи	43
2.7 Розрахунок сонячних колекторів	44
2.7.1 Розрахунок надходження сонячної енергії на поверхню сонячного колектора	44
2.7.2 Визначення ККД сонячного колектора	49
2.7.3 Розробка компоновки водонагрівальної установки	55
2.8 Висновок	56
3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ	57
3.1 Організаційно-технологічне забезпечення монтажу	57
3.1.1 Конструктивні особливості об'єкту	57
3.1.2 Визначення складу робіт	57
3.1.3 Визначення об'ємів робіт	59
3.1.4 Монтаж опалювальних приладів	61
3.1.5 Монтаж трубопроводів	62
3.1.6 Монтаж підводок до радіаторів	62
3.1.7 Виконання ізоляційних робіт	63
3.1.8 Монтаж сонячно-теплонасосної системи теплопостачання	63
3.1.9 Підбір машин, механізмів, пристосувань, матеріалів	64

3.1.10	Визначення потреб у матеріально – технічних ресурсах	67
3.1.11	Витрати паливно-енергетичних ресурсів	76
3.1.12	Визначення трудомісткості робіт	77
3.1.13	Випробування та запуск системи опалення в експлуатацію	82
3.1.14	Порядок пусконаладжувальних робіт	83
3.1.15	Приймальні теплотехнічні випробування	83
3.1.16	Техніко – економічні показники календарного плану	84
4	ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	86
4.1	Заходи з енергозбереження в комбінованій системі теплопостачання котеджу з використанням теплового насосу та сонячного колектору	86
4.2	Заходи з охорони довкілля	88
4.2.1	Загальна оцінка екологічної ефективності використання теплового насоса	88
4.2.2	Характеристика холодоагенту та його екологічної безпечності	88
4.2.3	Енергетичний паспорт будинку	89
5.	ЗАХОДИ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	94
5.1	Принципова дія системи, що прийнята до експлуатації	94
5.2	Технічні характеристики основного обладнання	95
5.3	Експлуатація на весь період служби систем опалення та гарячого водопостачання та їх елементів	96
6.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	99
6.1	Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	100
6.1.1	Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	100
6.1.2	Електробезпека	101
6.2	Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	101
6.2.1	Мікроклімат	102

6.2.2	Склад повітря робочої зони	102
6.2.3	Виробниче освітлення	103
6.2.4	Виробничі шум	104
6.2.5	Психофізіологічні фактори	105
6.3	Оцінка наслідків вибуху газоповітряної суміші в разі виходу з ладу котельного обладнання	105
6.3.1	Розрахунок наслідків вибуху газоповітряної суміші в разі виникнення умовної аварії	105
6.3.2	Розрахунок інтенсивності теплового випромінювання внаслідок вибуху	108
7.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	111
7.1	Локальний кошторис	111
7.2	Загальні техніко-економічні показники	111
7.3	Висновок	112
	ВИСНОВКИ	113
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	114
	ДОДАТОК А - Технічне завдання	122
	ДОДАТОК Б – Висновок про перевірку МКР на плагіат	126
	ДОДАТОК В - Розрахунок тепловтрат приміщень	127
	ДОДАТОК Г – Розрахунок теплої підлоги	131
	ДОДАТОК Д – Дані гідравлічного розрахунку	132
	ДОДАТОК Ж – Технічні характеристики радіаторів	133
	ДОДАТОК К – Локальний кошторис	134
	ДОДАТОК Л – XLIX Науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2020) - Секція теплогазопостачання ЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ОФІСНИХ ТА ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ ВІННИЦЬКОГО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕХАНІЧНОГО ЗАВОДУ	139
	ДОДАТОК М – Графічна частина (креслення 1-7)	141

ВСТУП

Актуальність. Актуальність теми диплому на таку тему дуже висока у сучасному світі, оскільки проблема енергоефективності та екологічності вже стала актуальною для багатьох країн. Застосування комбінованих систем теплопостачання з використанням сонячних панелей (геліопокрівлі) та теплових насосів є одним із способів зниження споживання енергії та викидів CO₂.

Ця тема важлива як з екологічної точки зору, оскільки використання відновлювальних джерел енергії сприяє зниженню викидів шкідливих речовин у атмосферу, так і з економічної точки зору, оскільки дозволяє зменшити витрати на опалення та гарячу воду в будинках.

Дослідження у цій області може сприяти розвитку нових технологій та підвищенню енергоефективності у житловому секторі. Також важливою частиною дослідження може бути порівняння різних типів комбінованих систем теплопостачання для вибору найбільш оптимального та ефективного варіанту.

Отже, тема роботи про енергоефективні комбіновані системи теплопостачання з використанням геліопокрівлі та теплових насосів є актуальною та важливою у сучасних умовах.

Зв'язок роботи з іншими джерелами. Робота виконана згідно з Національним планом дій з енергоефективності, затвердженим розпорядженням Кабінету Міністрів України від 29 грудня 2021р. № 1803-р, а також з комплексною програмою «Енергетична стратегія України на період до 2030 року», затвердженої Кабінетом Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145-р.

Мета. Мета магістерської роботи полягає в розробці та дослідженні оптимальної системи теплопостачання для житлової будівлі, яка би поєднувала в собі використання геліопокрівлі та теплових насосів для забезпечення тепла та гарячої води для мешканців будівлі. Основною метою є зменшення споживання енергії та викидів CO₂, а також зниження витрат на опалення та гарячу воду.

Основні задачі роботи можуть включати:

1. Проведення аналізу та оцінка енергетичної ефективності геліопокрівлі та теплових насосів.

2. Розробка та моделювання комбінованої системи теплопостачання для житлової будівлі з використанням геліопокрівлі та теплових насосів.

4. Порівняння ефективності комбінованої системи теплопостачання зі стандартними системами.

5. Аналіз економічної доцільності впровадження такої системи у житлових будівлях.

Здійснення цих задач дозволить отримати нові знання про ефективність та доцільність використання геліопокрівлі та теплових насосів у комбінованих системах теплопостачання та сприятиме розвитку енергоефективних технологій у будівництві.

Задачі.

1. Порівняти енерговитрати для опалювального періоду при використанні газового котла і сонячно-теплонасосної системи.

2. Розрахувати капітальні витрати на влаштування системи та термін її окупності.

3. Використовуючи як приклад будинок котеджного типу, змоделювати розрахунок витрати теплоносія, необхідний для теплопостачання.

4. Підібрати тепловий насос та сонячні колектори.

Об'єкт. Об'єктом дослідження у дипломі на тему "Енергоефективна комбінована система теплопостачання житлової будівлі із застосуванням геліопокрівлі та теплових насосів" є житлова будівля, яка потребує опалення та постачання гарячої води.

Предмет. Дослідження є саме комбінована система теплопостачання, яка включає в себе використання геліопокрівлі для отримання електричної або теплової енергії від сонця, а також теплових насосів для ефективного перетворення тепла з навколишнього середовища (повітря, ґрунт або вода) на тепло, яке може бути використане для опалення та гарячої води.

Дослідження буде спрямоване на вивчення ефективності та економічної доцільності такої комбінованої системи, а також на розробку оптимальних технічних параметрів для її впровадження в конкретній житловій будівлі. Головною метою дослідження є зменшення споживання енергії та викидів CO₂ у житловому секторі.

Наукова новизна роботи:

- розроблена математична модель взаємодії складових комбінованої сонячно-теплонасосної системи теплопостачання, яка покладена в основу запропонованої методики розрахунку.
- отримані критеріальні аналітичні залежності, за допомогою яких можна визначити конструктивні та робочі параметри устаткування.

Практична цінність. Результатом розрахункового дослідження ефективності сонячно-теплонасосної системи є розроблення математичної моделі взаємодії складових комбінованої сонячно-теплонасосної системи теплопостачання і методики розрахунку.

Апробація результатів.

- науково-технічні конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ (м. Вінниця, ВНТУ, 2022р.);

Публікації. За матеріалами роботи опубліковано тези доповіді на науково-технічних конференціях ВНТУ.

Ефективність системи теплопостачання офісних та виробничих приміщень вінницького експериментального механічного заводу. Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції 15-16 листопада 2022 р. – Вінниця: ВНТУ, 2022 – с. 83

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

1.1 Аналітичний огляд систем опалення житлових будівель

Це сплетена мережа компонентів, які працюють разом, щоб виробляти, транспортувати та передавати тепло всередину приміщень. Вона складається з:

Трубопроводи: мережа труб, що переносить теплоносії від теплогенератора до приміщень.

Опалювальні прилади: радіатори, конвектори або інші пристрої, які віддають тепло повітрю в приміщеннях.

Перенесення тепла може здійснюватись за допомогою рідкого (води) або газоподібного (пара, повітря, газ) середовища. Цей теплоносій циркулює по системі, переносячи тепло від теплогенератора до опалювальних приладів.

Теплогенератором є пристрій (наприклад, котел або теплообмінник), який створює тепло [1].

Залежно від того, який теплоносій використовується для перенесення тепла, системи опалення поділяються на:

- водяні;
- парові;
- повітряні;
- газові.

Кожен тип системи опалення має свої переваги та недоліки в залежності від конкретних вимог та умов.

У деяких системах опалення тверде середовище може використовуватися як теплоносій. У таких системах електричний струм проходить через тверде середовище, нагріваючи його. Цей нагрітий твердий матеріал потім випромінює або передає тепло повітрю в приміщенні.

Прикладом такої системи є електричний обігрівач, в якому електричний струм проходить через металевий елемент, нагріваючи його. Нагрітий елемент потім випромінює тепло в приміщення.

Іншим прикладом є геотермальне опалення, в якому рідина циркулює під землею, поглинаючи тепло від землі. Потім нагріта рідина перекачується в приміщення і використовується для опалення за допомогою теплового насоса або інших пристроїв.

Системи опалення поділяють на дві основні групи:

- місцеві;
- центральні.

У місцевій системі тепло приймається, передається і доставляється в приміщення одним блоком.

Центральні системи характеризуються наявністю єдиного теплового центру, від якого теплова енергія передається для обігріву кількох приміщень. Теплообмінники і прилади цього типу системи опалення відокремлені один від одного. Теплоносій нагрівається в теплообміннику, розташованому в тепловому осередку, по теплопроводах рухається в різні приміщення і повертається в тепловий осередок після передачі тепла через нагрівальний пристрій.

Центральна система включає:

- водяне опалення;
- парове опалення;
- повітряне опалення.

Типовим прикладом такої системи є система гарячого водопостачання будівлі з власною котельнею [2].

1.2 Аналітичний огляд нетрадиційних джерел енергії

Існує потреба в більшій кількості енергії, яку в найближчому майбутньому буде важко отримати з невідновлюваних джерел. Проблема його джерел є найгострішою з багатьох проблем енергетики. В середньому 2 кіловати на людину

споживають щорічно 7 мільярдів людей на Землі. Вугілля — 26 %, нафта — 42 %, газ — 20 %, гідроенергетика — 4 %, атомна енергетика — 5 %, інші джерела — 3 %. Більшість енергії отримують за рахунок органічного палива [3].

За оцінками, розвіданого органічного палива вистачить на 30-50 років. Якщо врахувати геологічні запаси, які будуть розвідані вчасно, а їх освоєння не забариться, то органічного палива може вистачити ще на 100-150 років. Вугілля може тривалий час перебувати в енергетичному балансі. Забруднення атмосфери Землі є результатом його використання. За останні 30 років у світі набула розвитку атомна енергетика, яка має більше сировини, ніж органічного палива. На думку багатьох експертів, його вже не можна вважати перспективним видом енергетики через високий ризик радіоактивного забруднення навколишнього середовища [3].

До 1990 року ціна на газ в Україні була нижчою за світову. Вартість природного газу була великою. У 1994 р. тепловий опір України зріс у 1,5 раза. Потрібно порівняти показники видобутку нафти і газу в різні роки. Якщо в 1972 році було видобуто понад 14 млн тонн нафти, то в 2023 році – понад 2 млн тонн.

У 1972 році було видобуто 60 млрд м³ газу, а в 2023 році – 18.5 млрд м³. До альтернативних джерел енергії відносяться сонце, вітер, хвилі та геотермальна енергія, можуть допомогти зменшити залежність від традиційних джерел енергії.

Виробництво та впровадження фотоелектричних сонячних електростанцій швидко зростає. До кінця 2023 року було додано понад 58% від усіх потужностей. Встановлена потужність фотоелектричних систем у світі досягла 413 ГВт потужностей. Сонячна енергія є безпечною для навколишнього середовища і може використовуватися для виробництва теплової та електричної енергії. До переваг використання сонячної енергії можна віднести [5]:

-Відновлювана енергія: Сонячна енергія є відновлюваною та нескінченною джерелом енергії. Сонце постійно випромінює величезну кількість енергії, яку можна використовувати для виробництва електрики.

-Екологічно чиста: Виробництво сонячної енергії не супроводжується викидами в атмосферу шкідливих газів або інших забруднюючих речовин. Це допомагає зменшити вуглецевий слід та зберегти навколишнє середовище.

-Енергетична незалежність: Сонячна енергія може зменшити залежність від імпортованої нафти та газу, особливо для країн, які мають великий сонячний потенціал.

-Мінімальні витрати на утримання: Після встановлення сонячної системи витрати на експлуатацію мінімальні, оскільки сонячні панелі потребують мало обслуговування.

-Зменшення смогу та інших забруднень: Використання сонячної енергії сприяє зменшенню забруднення повітря, що може покращити якість життя у місцевих спільнотах та зменшити ризики пов'язані зі здоров'ям.

-Енергетична стабільність: Сонячна енергія може бути використана для забезпечення стабільного живлення, особливо в регіонах з нестабільною енергетичною інфраструктурою або під час природних катастроф.

-Соціальні економічні вигоди: Розвиток сонячної енергії може створити нові робочі місця та стимулювати економічний розвиток у віддалених або менш розвинених регіонах.

-Використання сонячної енергії має потенціал стати ключовим чинником у переході до стійкого та екологічно чистого енергетичного майбутнього.

Середня річна кількість сонячної енергії, яка надходить на територію України, коливається від 1070 кВт·год/м² в північній частині до понад 1400 кВт·год/м² у Автономній Республіці Крим. [6].

1.3 Характеристика об'єкту дослідження

У цьому дослідженні планується аналізувати ефективність використання сонячно-теплонасосної системи для опалення та гарячого водопостачання житлового котеджу в місті Луцьк.

Будинок має площу 365 м² та об'єм 942,45 м³.

Головною метою цієї системи є:

- забезпечення комфортних умов для мешканців та гостей будинку
- можливість заощадження енергоресурсів.

1.4 Кліматична характеристика району будівництва

Кліматичні умови для розрахунку системи опалення та допустимі умови мікроклімату приміщень приймаємо згідно п.2.1 [7] (м. Луцьк); розрахункові параметри зовнішнього повітря за дод.8 [8] приймаємо географічний пункт будівництва м. Луцьк:

1. Кліматичні умови району[9]:

- 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.

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

3. Тип будівлі: житловий двоповерховий будинок.

4. Схема системи опалення: поперхова, з використанням водяних горизонтальних систем.

5. Джерело теплозабезпечення: тепловий насос, розташований в цокольній частині, сонячні колектори на даху та поруч з будинком, а також котел в якості допоміжного джерела.

1.5 Інформація про забезпечення основними матеріалами та енергоресурсами

Система опалення та теплопостачання використовує гарячу воду з температурою $35-55^{\circ}\text{C}$, яка надходить від теплового насосу. Для господарсько-

питного холодного водопостачання використовується міська водопровідна мережа, з максимальною витратою води 17,8 м³/год. Пожежогасіння вимагає витрати води у розмірі 10,5 л/с [7]. Стічні води відводяться у міську каналізаційну мережу, а дощові води з покрівлі – у мережу дощової каналізації. У приміщенні житлового будинку відсутні шкідливі впливи на здоров'я людини та навколишнє середовище. Забезпечення комфортних умов здійснюється завдяки примусовій системі опалення.

1.6 Оцінка впливу на організм мешканців

У приміщенні житлового будинку відсутні будь-які шкідливі впливи на здоров'я людини та навколишнє середовище. Для забезпечення комфортного самопочуття мешканців, важливо створити в приміщеннях оптимальні умови за допомогою примусової системи опалення.

1.7 Заходи щодо вибухової безпеки

Обладнання, ізоляція та прокладки повинні бути виготовлені з матеріалів, які не виділяють шкідливі речовини першого та другого класу небезпеки під час пожежі. Все електричне обладнання має бути заземлене, і в разі пожежі необхідно вимкнути його.

1.8 Загальні рекомендації щодо використання сонячно-теплонасосних систем теплопостачання (СТСТ)

Сонячно-теплонасосні системи теплопостачання використовуються для таких цілей [9]:

- підвищення комфорту експлуатації там, де відсутні альтернативні джерела енергії та не має конкретних вимог щодо кількості та параметрів теплової енергії.
- зменшення обсягів використання традиційних енергоресурсів. Оскільки

СТСТ зазвичай не може забезпечити повне задоволення потреб у тепловій енергії, вона використовується разом із традиційними джерелами енергії, а рішення щодо її застосування приймається згідно ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" на основі техніко-економічного обґрунтування.

Техніко-економічне обґрунтування повинно включати:

- оцінку енергетичного ефекту використання СТСТ, з визначенням витрат первинної енергії палива у порівнянних варіантах.

- оцінку екологічного ефекту через зменшення викидів парникових газів у CO₂-еквіваленті.

- оцінку інвестицій та річної економії витрат на паливо та експлуатаційних витрат.

За умови подібної економічності рішень, слід вибирати те, що призводить до більшої економії палива та зниження викидів.

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

Застосування активних СТСТ з рідинними сонячними колекторами практично завжди вимагає влаштування низькотемпературних систем опалення, що може потребувати змін у конструкції перекриттів та дахів.

У всіх випадках використання сонячних теплопостачальних систем з рідинними циркуляційними колами, потрібно враховувати заходи проти замерзання теплоносія, такі як застосування антифризу, розташування колекторів у опалюваній зоні (наприклад, поза скляними вітражами) та відведення теплоносія з контуру колекторів у період неробочого часу.

Принципова схема сонячного теплопостачання з тепловим насосом повинна включати резервне джерело енергії, тепловий акумулятор і систему контролю та розподілу. Теплове навантаження, забезпечене сонячною теплопостачальною установкою, може бути різноманітним - від опалення приміщень до нагріву води у басейнах та кондиціонування повітря. У цьому

контексті існує кілька можливих схем вмикання теплового насосу. Паралельне підключення теплового насосу до системи може забезпечити аналогічний ефект, як при звичайній схемі опалення, де тепловий насос виступає як дублююче джерело енергії. Однак послідовне підключення теплового насосу до сонячної установки має свої переваги, оскільки дозволяє вирішити ряд технічних і економічних завдань, забезпечує роботу кола з теплоносієм за більш низьких температур, що підвищує ефективність сонячного контуру.

Використання теплового насосу в системі теплопостачання дозволяє зменшити або вилучити частку теплової енергії, яку виробляє резервне джерело енергії на органічному паливі, та скоротити обсяг баків-акумуляторів.

Розташування акумулятора в сонячних теплопостачальних системах також може варіюватися, що впливає на роботу теплового насосу за різних параметрів. Розташування акумулятора від боку випарника між циркуляційними колами і тепловим насосом має певні переваги: випарник працює в стаціонарному режимі і отримує тепло від вищого потенціалу, тоді як тепловий насос передає теплову енергію споживачу. Розташування акумулятора від боку конденсатора між резервним джерелом енергії та споживачем призводить до роботи конденсатора за постійної температури конденсації та накопичення теплової енергії від вищого потенціалу, ніж від боку випарника. Можлива схема паралельно-послідовного підключення теплового насосу і акумулятора, при якій тепло сонячної енергії спочатку направляється в тепловий насос, а потім у акумулятор, а в разі надлишку сонячної енергії - відразу в акумулятор або резервний бак гарячої води. Конкретний вибір залежить від умов роботи та режиму експлуатації системи.

При попередніх розрахунках сонячно-теплонасосних систем теплопостачання можна припустити, що середньорічний коефіцієнт перетворення ϕ знаходиться у межах 3,5-4,5, що виправдовує використання електроенергії для теплопостачання з точки зору використання первинного палива. Середньомісячні значення для всіх варіантів відрізняються від середньорічних не більш ніж на 10-15%.

Розташування колекторів для сонячно-теплонасосних систем і розрахунок

теплової енергії, яку вони виробляють, виконуються на основі їх технічних характеристик.

Об'єм баків-акумуляторів для сонячно-теплонасосних систем розраховуються з урахуванням графіка надходження сонячної радіації та споживання теплової енергії для конкретної системи.

1.9 Сформулювання завдань дослідження

Під час проведення дослідження потрібно розв'язати наступні завдання:

1. Оцінка витрат енергії під час опалювального сезону при використанні газового котла та сонячно-теплонасосної системи.
2. Розрахунок капітальних витрат на встановлення системи та її окупність.
3. Моделювання теплопостачання будинку котеджного типу для визначення витрат теплоносія.
4. Вибір оптимального теплового насосу та сонячних колекторів

1.10 Техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень

Давайте оцінимо ефективність системи опалення на прикладі котеджного будинку. Проведемо порівняльний аналіз між газовим котлом та сонячно-теплонасосною системою протягом опалювального періоду.

Розглянемо максимальне теплове навантаження для опалення будинку, яке було розраховане за допомогою теплофізичного розрахунку і складає $Q_{\max} = 32,4 \text{ кВт} / \text{год}$.

Складаємо рівняння для визначення відносного сезонного теплового навантаження при середній температурі зовнішнього повітря протягом періоду опалювання.

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

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.

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

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

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

Максимальна потужність, яку споживає тепловий насос, складає 7,2 кіловати. З урахуванням встановлення двотарифного лічильника, який дозволяє знизити ціну електроенергії, середня споживана потужність установки протягом сезону буде кВт·год.

$$Q_{\text{el}}^{\text{сез}} = 0,526 \cdot 12 \cdot 189 \cdot 7,2 = 8589 \quad (1.4)$$

Оцінка економічної доцільності сонячно-теплонасосної системи включає аналіз вартості електроенергії, необхідної для повного нагріву води без залучення сонячних колекторів, та порівняння цих витрат з економією, що досягається за їх сезонного використання. Розрахунок економії газу (м3) за кожен місяць проводиться за такою схемою:

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

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

Q_{Σ} – теплове сезоне 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 електродотла 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 електродотла;

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

Вартість 1 $\text{кВт} \cdot \text{год}$ електроенергії складає 0,9 грн. Тому вартість витраченої електроенергії 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:

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

Приймаємо $k = 4,51$ тобто, з однієї 1 $\text{кВт} \cdot \text{год}$ електричної енергії отримуємо 4,51 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	$C_{\text{ел.стст}},$ 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

Економічна заощадженість для системи опалення становить, в грн:

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

Економічна заощадженість для системи ГВП складає, грн:

$$C_{\text{гвп}} = 297,77 + 560,80 = 858,57.$$

Загальні капіталовкладення на влаштування СТСТ становлять 273,808 тис.грн.

Порівнюючи обидві системи, можна зробити припущення, що їх річні витрати на експлуатацію однакові.

Термін окупності установки становитиме, років:

$$T = \frac{K}{C_{\text{ек}}} = \frac{273,808}{24048,80 + 858,57} = 10,99$$

1.11 Висновок

У цьому розділі роботи було проведено аналіз існуючих систем опалення та альтернативних джерел енергії, а також надано техніко-економічне обґрунтування вибору певної системи опалення. В процесі аналізу було виявлено, що сучасне

суспільство зіштовхується з зростанням енергетичних витрат та забрудненням довкілля, що ставить під сумнів ефективність традиційних джерел енергії.

Більшість існуючих систем опалення ґрунтуються на традиційних джерелах енергії, таких як природний газ, нафта або вугілля. Проте ці джерела є нестабільними з точки зору цін та доступності і мають негативний вплив на довкілля через викиди парникових газів та інших забруднюючих речовин.

У той же час, аналізуючи нетрадиційні джерела енергії, такі як сонячна та теплонасосна енергія, було виявлено їх значний потенціал у забезпеченні теплопостачання житлових будинків. Вони не тільки дозволяють зменшити залежність від традиційних джерел енергії, але й сприяють зменшенню викидів та екологічному вдосконаленню.

Отже, на основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що використання нетрадиційних джерел енергії, таких як системи теплопостачання на основі сонячної та теплонасосної енергії, може стати ефективним рішенням для забезпечення опалення житлових будинків, зменшення витрат енергоресурсів та поліпшення стану довкілля.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ТА ГІДРАВЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

2.1 Теоретичні основи теплотехнічного розрахунку огорожуючих конструкцій будівлі

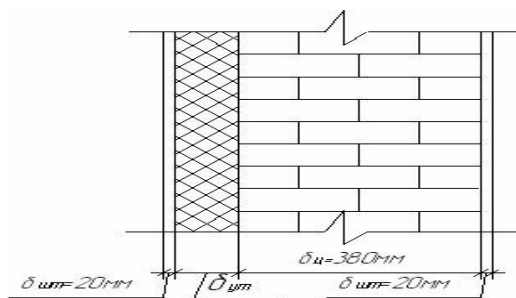
Теплотехнічні розрахунки проводяться для визначення коефіцієнта теплопередачі різних структур будинку (зовнішні стіни, верхній поверх, перекриття над підвалом, вікна).

Необхідний термічний опір окремої огорожувальної конструкції $R_0^п$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, вибираємо з таблиці 3 [10]. Виходячи із $R_0^п$ підбираємо товщину шарів матеріалів для кожної огорожувальної конструкції. Кожна огорожувальна конструкція, як правило, повинна складатися з несучого шару матеріалу (цегли, залізобетонної плити перекриття) і шару утеплювача.

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

2.1.1 Розрахунок зовнішніх стін

Конструкція стіни складається із керамічної цегли, шару утеплювача, шарів штукатурки з зовнішньої і внутрішньої сторони (рисunek 2.1).



Рисunek 2.1- Конструкція зовнішньої стіни

Приймаємо $R_0^n = 3,3 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$. Всі значення теплотехнічних показників матеріалів приймаємо за додатком Л [11].

Повний фактичний термічний опір зовнішньої стіни підраховується з виразу, $\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$:

$$R_0^\Phi = 1/\alpha_v + \delta_{ш}/\lambda_{ш} + \delta_{ц}/\lambda_{ц} + \delta_y/\lambda_y + 1/\alpha_3, \quad (2.1)$$

де α_v – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

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

δ_y/λ_y – термічний опір шару утеплювача, R_y ;

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

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни.

В якості утеплювача вибираємо плити пінополістирольні густиною $\rho=15 \text{ кг/м}^3$ та теплопровідністю $\lambda = 0,045 \text{ Вт/м }^\circ\text{C}$.

Виразимо товщину утеплювача з формули (2.1) і знайдемо її, м:

$$\delta_y = (R_0^\Phi - 1/\alpha_v - 2\delta_{ш}/\lambda_{ш} - \delta_{ц}/\lambda_{ц} - 1/\alpha_3) \cdot \lambda_y, \quad (2.2)$$

$$\delta_y = (3,3 - 1/8,7 - 2 \cdot 0,02/0,47 - 0,38/0,58 - 1/23) \cdot 0,045 = 0,11$$

Отже, можна підібрати утеплювач товщиною 12 см.

Перерахуємо необхідний термічний опір для стіни із шаром утеплювачу товщиною 0,12 м:

$$R_{cm} = 0,115 + \frac{2 \cdot 0,02}{0,47} + \frac{0,1}{0,037} + \frac{0,38}{0,58} + \frac{0,12}{0,045} + 0,043 = 3,56 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right).$$

Тоді, коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої стіни становитиме:

$$K = 1/R_{cm}, \quad (2.3)$$

$$K = 1 / 3,56 = 0,28 \text{ (Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}.$$

2.1.2 Підбір вікон

Конструкцію та термічний опір світлових прорізів (вікон, балконів) підбираємо за додатком Е [12] в залежності від розрахункової різниці температур. Для даного проекту різниця температур складає: $t_v - t_{30v} = 20 - (-21) = 41^\circ\text{C}$. За таблицею 2 додатку Е [12] для $t_v - t_{30v} = 41^\circ\text{C}$ $R_0^n = 0,4 \text{ м}^2\text{ }^\circ\text{C/Вт}$.

Для даного будинку приймаємо вікна в дерев'яних рамах з потрійним склінням (одинарне плюс подвійне), які мають $R_0^{\phi} = 0,52 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, тобто умова $R_0^{\pi} \leq R_0^{\phi}$ виконується. Для прийнятих вікон $K = 2,3 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$ (для цегляного будинку). Приймаємо також зовнішні подвійні дерев'яні двері (на балкон) з $K = 2,3 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}$.

2.1.3 Розрахунок дахового перекриття

Конструкцію та термічний опір підбираємо за таблицею 3 [10]. Для дахового перекриття $K = 0,85 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}$.

2.1.4 Розрахунок підлоги

Конструкція підлоги зображена на рисунку 2.2.

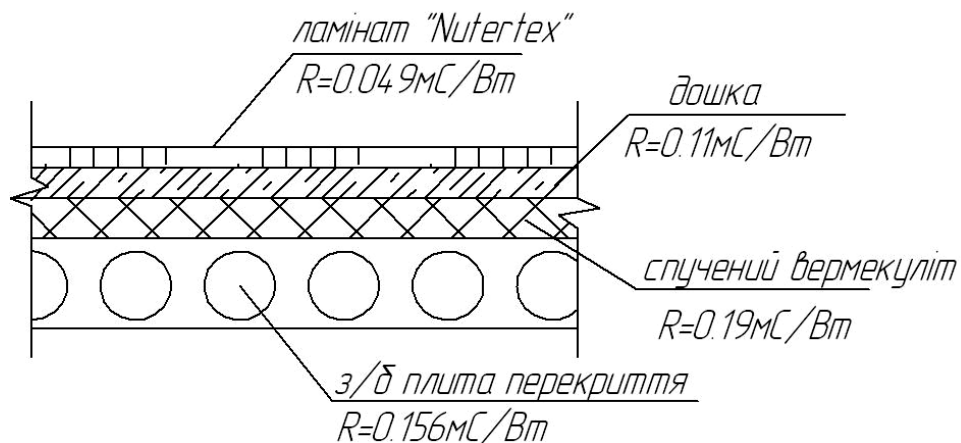


Рисунок 2.2 - Конструкція підлоги

Спочатку вибираємо нормативний опір теплопередачі для захисної конструкції нового будівництва $R_0^{\pi} = 3,75 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ згідно таблиці 3 [10].

Тоді, з формули (2.4) визначаємо необхідний термічний опір утеплювача $\text{м}^2\text{°C/Вт}$:

$$R_{yt} = R_n - \left[\frac{1}{\alpha_6} + R_{zn} + R_d + R_n + \frac{1}{\alpha_3} \right], \quad (2.4)$$

$$R_{ym} = 3,75 - (0,11 + 0,156 + 0,11 + 0,0049 + 0,17) = 3,15.$$

Тоді необхідна товщина утеплювача становитиме, м:

$$\delta_y = R_y \lambda_y, \quad (2.5)$$

$$\delta_y = 3,15 \cdot 0,06 = 0,189 \approx 0,19.$$

Приймаємо пінополістирольні мати товщиною 100мм, тоді фактична товщина утеплювача, м²°C/Вт:

$$R_{ym}^{\phi} = R_{cm} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}}, \quad (2.6)$$

$$R_{ym}^{\phi} = 0,6 + \frac{0,19}{0,06} = 3,65.$$

Коефіцієнт теплопередачі для підлоги становитиме, Вт/м²°C:

$$K = 1 / R_{ym}^{\phi}, \quad (2.7)$$

$$K = 1 / 3,65 = 0,27.$$

Розрахунок тепловтрат будівлі виконуємо згідно [12], результати представлені в таблиці Д.1 (додаток Д).

2.2 Вибір нагрівальних приладів

Для опалення будівлі приймаємо схеми горизонтальні з нижнім розведенням магістралей по поверхові.

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

$$F_{пр} = Q_{пр} / q_n, \quad (2.8)$$

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

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

Для розрахунків в проекті приймають $q_n = q$.

Підбираємо для приміщень алюмінієві радіатори марки “Nova florida”,

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

2.3 Розрахунок підлогового опалення

Підлогове опалення - це тип системи опалення, в якій підлогова стяжка виступає як джерело тепла. Цей спосіб опалення часто застосовується для всіх кімнат, за винятком спалень і дитячих, оскільки він вважається більш ефективним і комфортним для людини порівняно з традиційними обігрівачами. Використання підлогового опалення дозволяє зменшити експлуатаційні витрати на 40%, оскільки нагрівальні елементи ізольовані від неефективних втрат тепла і забезпечують комфортну температуру для людини. Крім того, підлогове опалення не сприяє позитивній іонізації повітря, що може негативно впливати на самопочуття, і допомагає підтримувати стабільний рівень вологості в приміщенні.

У цьому випадку для підлогового опалення використовується водяна система з укладеними контурами трубопроводів у стяжку, через які циркулює рідкий теплоносій. Металопластикові труби виступають в якості нагрівального елемента, і їх розташування в підлозі залежить від площі приміщення.

Розглянемо №106 – кухню.

Площа кухні $S=17,04\text{м}^2$.

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

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

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

Загальні тепловтрати $Q_{106}=951,5$ Вт, тоді питоме теплове навантаження підлоги становитиме, Вт/м²:

$$q_n = Q_n / S_{\text{акт}} , \quad (2.9)$$

$$q_{106}=951,5/13,79=68,99.$$

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

Відповідно до графіка, який відображає зв'язок між питомим тепловим навантаженням і температурою підлоги, ми встановимо діаметр і крок труб. Виберемо труби з діаметром 16 мм та кроком укладання 250 мм.

Середню температуру теплоносія знаходимо за формулою, $^{\circ}\text{C}$:

$$T_{\text{ср}}=T_{\text{під}}+q\cdot\frac{\delta_{\text{пл}}}{\lambda_{\text{пл}}}+q\cdot\frac{\delta_{\text{ст.}}}{\lambda_{\text{ст.}}} \quad (2.10)$$

де q – питомий тепловий потік ($\text{Вт}/\text{м}^2$);

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

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

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

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

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

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

$$T_1=T_{\text{ср}}+\Delta t/2=27,08+5/2=29,58;$$

$$T_2=T_{\text{ср}}+\Delta t/2=27,08+5/2 =24,58.$$

Знаходимо витрати теплоносія в петлі, $\text{кг}/\text{с}$:

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

Визначення швидкості руху теплоносія, $\text{м}/\text{с}$:

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

Швидкість руху теплоносія повинна знаходитись в межах від 0,15 $\text{м}/\text{с}$ до 1,0 $\text{м}/\text{с}$.

Кількість труб для обраного варіанту укладки дорівнює 4 $\text{м.пог}/\text{м}^2$.

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

Аналогічні розрахунки проводимо для інших приміщень, результати розрахунків заносимо в табл. Е.1 (додаток Е).

Принцип дії системи теплої підлоги

Мережева вода з температурою від 35 до 55 градусів Цельсія подається від джерела теплопостачання до зонного вентиля з термостатичною головкою. Після цього мережева вода змішується зі зворотною водою системи підлогового опалення у зворотному колекторі, а потім розподіляється в змішувальний подаючий колектор та подаючий колектор системи підлогового опалення, а також частково у зворотну магістраль системи опалення. При досягненні налаштованої температури в подаючому колекторі зонний клапан перекриває потік теплоносія із мережі до зворотної гребінки підлогового опалення та направляє воду у зворотний колектор, що дозволяє системі підлогового опалення працювати незалежно від джерела теплопостачання. Циркуляцію теплоносія забезпечує циркуляційний насос. При зниженні температури в подаючому колекторі підлогового опалення зонний клапан відкривається, щоб забезпечити змішування у зворотньому колекторі для підвищення температури теплоносія в подаючому колекторі. Налаштування витрат через контур підлогового опалення здійснюється шляхом регулювання витратоміра, який налаштовується на витрату від 1 до 4 літрів за хвилину відповідно до проектних рішень.

Змішувальний клапан призначений для компенсації лінійних розширень та підтримки постійної витрати теплоносія в системі підлогового опалення шляхом ручного регулювання. Для рівномірного розподілу теплової енергії у контури, на зворотному колекторі встановлюються сервоприводи, які призначені для перекриття подачі теплоносія в контури при досягненні необхідної температури в приміщеннях. Ці сервоприводи підключаються до двох-, шести-або дванадцяти канального реле. Для регулювання контуру передача даних відбувається від кімнатного термостата, який підключений до реле.

2.4 Моделювання гідравлічного режиму трубопроводів системи опалення

Щоб змодельовати гідравлічний режим, необхідно визначити оптимальні діаметри трубопроводів на кожній ділянці циркуляційних кілець.

Циркуляційний тиск P_p , Па, в загальному вигляді визначається за

формулою:

$$P_p = P_{ш} + P_{пр}, \quad (2.11)$$

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

$$P_{ш} = (80 \dots 100) \Sigma l, \quad (2.12)$$

де Σl – довжина циркуляційного кільця, м.

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

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

$$P_{пр} = \Delta P_{пр.прил.} + \Delta P_{пр.труб}, \quad (2.13)$$

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

$$\Delta P_{пр.прил.} = \beta \cdot g \cdot h(t_g - t_o), \quad (2.14)$$

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

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

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

В даній роботі природний тиск, Па:

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

Розрахунок розпочинається з найменш ефективного циркуляційного кола, яке пролягає через найвіддаленіший опалювальний прилад. Це обране коло поділяється на сегменти, кожен з яких має сталу кількість води, а межі сегментів визначаються в точках зміни потужності потоку. Для передбачення діаметра труб на кожному сегменті розрахункового циркуляційного кола потрібно знати витрату води на кожному сегменті G , кг/год і допустиму питому середню втрату тиску на 1м за рахунок тертя R_d , Па/м.

Витрати води визначаються за виразом, кг/год:

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{4,187(t_g - t_o)}, \quad (2.15)$$

де Q – теплове навантаження ділянки циркуляційного кільця, Вт;

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

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

Допустиму середню втрату тиску R_d визначають за виразом, Па/м:

$$R_d = 0,9 \cdot k \cdot P_p / \Sigma l,$$

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

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

$$R_d = 0,9 \cdot 0,65 \cdot 6110 / 72 = 50.$$

Для даної системи приймаємо металополімерні труби PEXAL. Орієнтуючись на витрату та швидкість руху води на ділянці (G , кг/год, V , м/с), з таблиць визначають діаметр трубопроводу, питомі витрати тиску від тертя на 1 м і динамічний тиск, які заносять до таблиці 2.2, після цього визначають втрати тиску від тертя на ділянці.

Втрати тиску в місцевих опорах визначаємо за формулою, Па:

$$Z = \Sigma \xi \cdot p_d, \quad (2.16)$$

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

p_d – динамічний тиск, визначається за додатком.

Потім обчислюється загальна сума втрат тиску від тертя та місцевих опорів. Після цього визначають фактичні загальні втрати тиску в циркуляційному колі та порівнюють їх з розрахунковим тиском циркуляції.

Якщо запас циркуляційного тиску, позначений як $\Delta_{\text{зап}}$, знаходиться в межах 5-10%, розрахунок вважається завершеним. У випадку, коли запас менший або перевищує допустиме значення, вносяться коригування в діаметри труб і проводиться повторний розрахунок до досягнення відповідного запасу тиску. Результати гідравлічного розрахунку внесені до таблиці. К.1 (див. додаток К).

2.5 Розрахунок системи гарячого водопостачання будинку

2.5.1 Приготування гарячої води з використанням ємнісного нагрівача і зовнішнього теплообмінника

Готування гарячої води з використанням ємнісного нагрівача та зовнішнього теплообмінника має особливі вимоги порівняно з системами опалення, оскільки воно відбувається протягом всього року і вимагає стабільного обсягу тепла та рівня температури. У теплових насосах типу BW температура води в ємнісному водонагрівачі зазвичай становить близько 45°C. Якщо потрібні вищі температури (більше 45°C або 55°C), можна використовувати додаткову електронагрівальну вставку або проточні водонагрівачі.

При виборі ємнісного водонагрівача необхідно передбачити достатньо велику площу теплообмінника. Гаряча вода зазвичай приготується в нічний час після 22:00, коли діє нічний тариф. Таким чином, вся теплова потужність теплового насоса протягом дня може бути використана для опалення.

Зовнішній теплообмінник у поєднанні з ємнісним водонагрівачем не завжди забезпечує необхідні температури гарячої води через обмеження системи. При використанні теплового насоса для приготування гарячої води протягом 2 годин лише перша ступінь може бути використана. У разі використання зовнішнього теплообмінника може бути звільнена друга ступінь контролером.

Рекомендується для сім'ї з 4-ма особами обрати ємнісний водонагрівач об'ємом 300 літрів, а також електронагрівальну вставку або проточний водонагрівач. Електронагрівальна вставка ЕНО може використовуватися лише для м'якої або середньої жорсткості води.

Процес приготування гарячої води здійснюється через зовнішній теплообмінник, де теплоносії – тепловий насос – передає тепло воді ємнісного водонагрівача. Для даного проекту обрано проточний теплообмінник Vitotrans 100 з певними характеристиками щодо витрати контуру відбору гарячої води та теплоносія. Температура води на вході і виході з теплообмінника відповідно

вказана.

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

2.5.2 Гідрравлічний розрахунок системи гарячого водопостачання

Мета гідрравлічного розрахунку водопровідної системи будинку полягає у визначенні обсягу води, який проходить через окремі ділянки мережі, та встановленні потрібних діаметрів труб для цих ділянок. Крім того, розрахунок спрямований на визначення необхідного тиску води на вході у будинок та потреби в насосному обладнанні для забезпечення надійного водопостачання.

На аксонометричній схемі водопровідної мережі позначаємо розрахунковий водорозбірний кран як «0» та розподіляємо його на різні розрахункові ділянки, включаючи горизонтальне підведення до розрахункового стояка, сам розрахунковий стояк і подаючий трубопровід у підвалі до виходу з ємнісного підігрівача. Розрахунковою вважається ділянка трубопроводу, де обсяг води залишається сталим. Розрахункові ділянки позначаються двома цифрами у вузлових точках. Згідно з аксонометричною схемою ми маємо три розрахункові ділянки: «0 - 1», «1-2», «2-3».

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

Максимальну витрату води на розрахунковій ділянці визначаємо за формулою, л/с:

$$q = 5q_0\alpha, \quad (2.17)$$

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

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

Значення ймовірності одночасної дії визначаємо за формулою:

$$P = \frac{q_r \cdot U_0}{3600 \cdot q_0 \cdot N_0}, \quad (2.18)$$

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

$$q_r = \frac{q}{24} \cdot K_r, \quad (2.19)$$

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

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

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

$$q_r = 10 \text{ (л/год)},$$

U_0 - загальне число споживачів води в будинку $U_0 = 4 \text{ люд.}$

$$P = \frac{q_r \cdot U_0}{3600 \cdot q_0 \cdot N_0}, \quad (2.20)$$

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

Для обґрунтованих умов $\alpha = 0,282$, для розрахунку максимальної секундної витрати гарячої води:

$$q = 5q_0 \alpha. \quad (2.21)$$

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

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

$$D_{pj} = 35,6 \sqrt{q_1 / [V]}, \quad (2.22)$$

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

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

$$V_j = 1275 \cdot \frac{q_1}{d_j^2}, \quad (2.23)$$

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

$$h_m = \sum h_{mj}, \quad (2.24)$$

де n - загальна кількість розрахункових ділянок водопровідної мережі;

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

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

$$h_{ij} = i_l l_l, \quad (2.25)$$

де i_l - гідравлічний нахил для розглянутої ділянки водогінної мережі;

l_l - довжина розрахункової ділянки.

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

Таблиця 2.4

Результати гідравлічного розрахунку водопровідної мережі

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

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

$$h_c = h_l(1 + \delta), \quad (2.26)$$

де δ - коефіцієнт, що враховує частину напору, який втрачається на місцевих опорах $\delta = 0,3$.

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

2.6 Визначення параметрів теплового насосу

Для визначення необхідної теплової потужності також треба враховувати додаткові витрати, пов'язані з періодами припинення подачі електроенергії з боку енергопостачальної організації. Подача електроенергії може бути зупинена протягом не більше ніж 3 рази по 2 години за 24 години.

Для замовників, які мають спеціальні угоди з енергопостачальною компанією, слід також враховувати можливі особливі умови. Зважаючи на інертність будівлі, 2-годинний період припинення подачі електроенергії не враховується при визначенні додаткових надбавок до потужності.

У випадку теплових насосних установок з моновалентним режимом роботи точне визначення параметрів установки надзвичайно важливе, оскільки надмірні розміри обладнання часто призводять до надмірних витрат. Тому потрібно уникати надмірно великих розмірів. Спочатку слід визначити номінальне теплоспоживання будівлі Q .

Для переговорів із замовником і складання пропозицій зазвичай достатньо наближеного розрахунку теплоспоживання.

Тепловтрати будівлі складають – $Q = 26442,8$ Вт.

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

Розрахункове теплоспоживання складає – $26442,8$ Вт.

В розрахунку на 24 год., добове теплоспоживання складе: $26442,8 \cdot 24 = 634,63$ кВт.

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

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

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

2.6.1 Надбавка на приготування гарячої води

У сфері житлового будівництва розраховують максимальне споживання гарячої води на рівні 50 літрів на добу, при температурі 45°C. Це відповідає додатковій тепловій потужності в розмірі 0.25 кВт на особу при 8 годинах нагрівання. Рекомендована надбавка на приготування гарячої води для сім'ї з чотирма особами складе, кВт:

$$4 \cdot 0.25 = 1.$$

Ця надбавка враховується лише тоді, коли її величина перевищує 20% теплової потужності установки.

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

Обираємо насос Vinocal 300 BW232, технічні характеристики (див. додаток М):

- холодопродуктивність насоса: $Q_K = 25,4$ кВт;
- теплопродуктивність : $Q_{TH} = 32.6$ кВт;
- питомий відбір потужності для вологого глинистого ґрунту складає:
 $q_E = 25-30$ Вт/м². Приймаємо $q_E = 25$ Вт/м².

2.6.2 Розрахунок необхідної площі ділянки для колектора

Під термальним джерелом у ґрунті розуміється верхній шар до 1,2-1,5 м, який використовується для нагрівання за допомогою теплообмінника, що розміщений на відкритій площі біля будівлі. Тепло, що поступає вгору з глибоких шарів, мізерне - всього 0,063-0,1 Вт/м², і його можна вважати недостатнім для опалення верхніх шарів.

Ефективність та необхідна площа для отримання корисного тепла від ґрунту суттєво залежать від його теплофізичних характеристик та рівня сонячної радіації, тобто від кліматичних умов.

Важливі параметри, такі як об'ємна теплоємність і теплопровідність, значно

впливають на ефективність ґрунту як джерела тепла. Найважливіші фактори включають вміст води, мінеральний склад (наприклад, кварц і польовий шпат) та розмір і кількість порожнин, заповнених повітрям.

Простими словами, чим вищий вміст води і мінералів у ґрунті та чим менше порожнин, тим ефективніше його використання як джерела тепла.

Потужність, що відбираються з ґрунту, складає при цьому від 10 до 35 Вт/м² [23].

Суха піщаний ґрунт : $q_E = 10-15$ (Вт/м²);

Вологий піщаний ґрунт : $q_E = 15-20$ (Вт/м²);

Сухий глинистий ґрунт : $q_E = 20-25$ (Вт/м²);

Вологий глинистий ґрунт: $q_E = 25-30$ (Вт/м²);

Ґрунт з ґрунтовими водами : $q_E = 30-35$ (Вт/м²).

Площа ділянки, що необхідна для забезпечення потужності насоса, м²:

$$F_E = \frac{Q_K}{q_E}, \quad (2.27)$$

Де $Q_K = 25,4$ Вт - хододопродуктивність теплового насоса [14].

Розрахунок виконуємо для робочої точки B0/W35 (B0- вхідна температура розсолу 0°C, W35- вихідна температура теплоносія 35°C) .

$$F_E = \frac{25400}{25} = 1016.$$

Визначення кількості трубних контурів (для поліетиленових труб 32×2,9) по 100м довжини, кількість контурів визначається:

$$X = \frac{F_E \cdot 1.5}{100}, \quad (2.28)$$

$$X = \frac{1016 \cdot 1.5}{100} = 16.$$

Вибрано 16 трубних контурів по 100м довжини (Ø32 мм × 2,9 мм, об'ємом $V = 0,531$ л/м погон.). Відстань між нитками при прокладанні складає 0.7м. Кількість розподільників розсолу = 4 [14].

2.6.3 Розрахунок кількості теплоносія

Подаюча лінія: 20м (2×5м) розміром РЕ 63 мм × 3,6 мм, питомий об'єм теплоносія $V_1 = 2,445$ л/м погон.[14].

Труби розсольного контуру: РЕ 32×3,9 мм, загальна довжина $l = 1600$ м, питомий об'єм теплоносія $V_1 = 0,531$ л/м погон[14].

Тоді загальний об'єм розсолу для земляного колектора складе, л:

$$m = X \cdot l \cdot V + l_1 \cdot V_1, \quad (2.29)$$

$$m = 16 \cdot 100 \cdot 0,531 + 20 \cdot 2,445 = 898,5.$$

Вибираємо: $m=910$ л, (включаючи кількість розсолу для циркуляційного насоса).

2.6.4 Розрахунок втрат тиску в земляному колекторі

Для земляного колектору вибраний розсольно-водяний тепловий насос типу Vitocal BW 232.

Теплоносій: «Tyfocor».

Продуктивність теплового насосу: 7800 л/год [14].

Витрата на кожний трубний контур визначається, л/год:

$$G = \frac{Q}{n}, \quad (2.30)$$

$$G = \frac{7800}{16} = 488.$$

$$\Delta p = R \cdot L. \quad (2.31)$$

де R - врати тиску по довжині труби, Па/м.

Значення $R= 50,74$ Па/м для РЕ 32 мм × 2,9 мм [14].

Значення $R= 367,2$ Па/м для РЕ 63 мм × 3,6 мм [14].

Знаходимо втрати тиску в трубному контурі, Па:

$$\Delta p_{\text{труб.конт.}} = 50,74 \cdot 100 = 5074.$$

Знаходимо втрати тиску по довжині, Па:

$$\Delta p_{\text{под.лін.}} = 367,2 \cdot 20 = 7344.$$

Визначаємо втрати тиску теплового насоса (згідно паспортних даних), Па:

$$\Delta p_{\text{тепл.насос.}} = 12000.$$

Втрати тиску замляного колектора визначаються за формулою, Па:

$$\Delta p_{\text{земл.кол.}} = \Delta p_{\text{труб.конт.}} + \Delta p_{\text{под.лін.}} + \Delta p_{\text{тепл.насос.}}, \quad (2.32)$$

$$\Delta p_{\text{земл.кол.}} = 5074 + 7344 + 12000 = 24418.$$

Загальні втрати тиску для вибору циркуляційного насоса (16 контурів) складають: $\Delta p_{\text{цирк.}} = 390688 \text{ (Па)} = 3,91 \text{ (м)}$.

2.6.5 Підбір циркуляційного насоса розсольного контуру

Загальні втрати тиску для вибору циркуляційного насоса (16 контурів) складають: $\Delta p_{\text{цирк.}} = 3,91 \text{ (м)}$

Згідно напірних характеристик [14], обираємо циркуляційний насос WILLO-TOP-S30/10 .

Відсоткова надбавка на потужність насоса для роботи із теплоносієм «Tyfocor».

Теплоносії «Tyfocor» фірми Vessman (готова суміш робоча температура розсолу до -15°C), об'ємна доля етиленгліколя складає 28,6% (в розрахунок приймається 30%) [14].

Розрахункова подача насоса розраховується за формулою, л/год:

$$Q_A = Q_{\text{води}} + f_Q(\%). \quad (2.33)$$

Розрахункова величина напору розраховується за формулою м:

$$H_A = H_{\text{води}} + f_H(\%), \quad (2.34)$$

де f_Q і f_H - надбавки на подачу і величину напора при об'ємній долі етиленгліколя 30% і робочій температурі 0°C . [14]

$$f_Q = 8\%$$

$$f_H = 6\%$$

$$\text{Отже, } Q_A = 7800 + 7800 \cdot 0,08 = 8424 \text{ л/год.}$$

$$H_A = 3,32 + 3,32 \cdot 0,06 = 3,52 \text{ м}$$

За напірними характеристиками [14] обираємо насос Wilo-TOP-S 30/10.

2.6.6 Розрахунок буферної ємності гріючого контуру для оптимізації часу роботи:

$$V_{\text{БГ}} = Q_{\text{ТН}} \cdot 20, \quad (2.35)$$

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

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

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

Обираємо: Vitocell 050 з буферною ємністю об'ємом – 600 л [14].

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

100%-вий розрахунок:

$$V_{\text{БГ}} = \frac{Q_G \cdot t_{sz}}{c_p \cdot \Delta\vartheta}, \quad (2.36)$$

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

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

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

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

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

Отже:

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

Встановлення ємності такого об'єму є складним у конструктивному вигляді та неефективним з економічної точки зору. Тому ми приймаємо остаточне рішення на користь Vitocell 050 з об'ємом буферної ємності 600 літрів. Для наближеного розрахунку використовується затримка охолодження будівлі.

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

Для цього обчислення ми вибираємо буферний резервуар Vitocell 050 з об'ємом 600 літрів. У інших випадках, за бажанням замовника, перед вибором методу розрахунку слід звернутися до енергопостачальної компанії щодо можливості та частоти перебоїв в електропостачанні.

Процес нагрівання гарячої води відбувається через зовнішній теплообмінник, де теплоносії передає тепло воді водонагрівача. Ми обираємо проточний теплообмінник Vitotrans 100 для нашого теплонесучого контуру (з об'ємними витратами гарячої води $1,92 \text{ м}^3/\text{год}$ та теплоносія $2,74 \text{ м}^3/\text{год}$).

Теплонесуща рідина з теплового нагрівача входить до теплообмінника при температурі $t_{1н}=52^\circ\text{C}$ і виходить при $t_{2н}=45^\circ\text{C}$. Температура вхідної гарячої води складає $t_{1в}=40^\circ\text{C}$, а вихідна $t_{2в}=50^\circ\text{C}$, за одноступеневого режиму роботи насосу.

2.7 Розрахунок сонячних колекторів

2.7.1 Розрахунок надходження сонячної енергії на поверхню сонячного колектора полягає у визначенні середньомісячної потужності сонячного випромінювання, що припадає на одиницю площі колектора.

Для цього необхідно мати наступні дані:

- географічну широту місця φ ;
- кут нахилу приймаючої поверхні відносно горизонту β (визначається за рекомендаціями);
- кліматичні дані про середньомісячну потужність сонячної радіації в даному регіоні (зазначені у довідковій літературі).

Згідно з методикою, описаною в [15], розрахунок сонячного теплового колектора починається з визначення енергонадходження на його поверхню. Це вимагає знання закономірностей руху Сонця по небосхилу, оскільки енергонадходження в значній мірі залежить від положення Сонця на небесній півсфері та орієнтації панелей сонячного колектора.

Для розрахунку кількості сонячної енергії, що потрапляє на нахил поверхні, необхідно знати кути падіння сонячних променів на горизонтальну та нахилу поверхню в даному регіоні.

Положення точки А на земній поверхні щодо сонячних променів в поточний момент визначається трьома основними кутами: географічною широтою φ , часовим кутом ω та схилом сонця δ (див. рисунок 2.4) [19]. Широта φ - це кут між лінією, що з'єднує точку А з центром Землі О, та її проекцією на площину екватора. Часовий кут ω - це кут, вимірюваний у екваторіальній площині між проекцією лінії ОА та проекцією лінії, що з'єднує центри Землі і Сонця. Кут $\omega = 0$ в сонячний полудень, а о 13.00 годині відповідає 15° . Схилення сонця - δ - це кут між лінією, що з'єднує центри Землі і Сонця, та її проекцією на площину екватора.

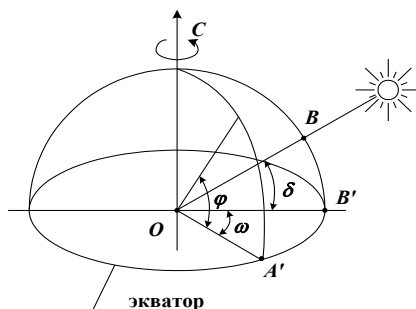


Рисунок 2.4 – Кути, що визначають положення точки А на поверхні землі

Схил Сонця в даний день визначається за формулою:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(360 \frac{248 + n}{365}\right), \quad (2.37)$$

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

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

Наряду з трьома основними кутами φ , ω і δ в розрахунках сонячної радіації використовують також зенітний кут z , кут висоти α і азимут Сонця a (рисунок 2.5) [19].

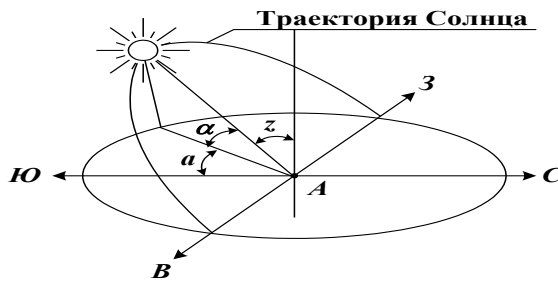


Рисунок 2.5 – Кути, що визначають положення точки А на поверхні Землі відносно сонячних променів

Кут висоти Сонця α визначається як кут у вертикальній площині між сонячним промінням і його проекцією на горизонтальну площину.

Зенітний кут z визначається як кут між сонячним промінням і нормаллю до горизонтальної поверхні в точці А, і сума α і z завжди дорівнює 90° . Азимут Сонця a визначається як кут в горизонтальній площині між проекцією сонячного проміння і напрямом на південь.

Ці кути встановлюють взаємозв'язок між додатковими і основними кутами за допомогою співвідношень.

- зенітний кут:

$$\cos z = \cos \omega \cdot \cos \varphi \cdot \cos \delta, + \sin \varphi \cdot \sin \delta, \quad (2.38)$$

- кут висоти Сонця:

$$\alpha = 90 - z, \quad (2.39)$$

тому,

$$\sin \alpha = \cos z. \quad (2.40)$$

- азимут Сонця:

$$\sin a = \sec \alpha \cdot \cos \delta - \sin \omega. \quad (2.41)$$

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

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

$$\begin{aligned} \cos i = \sin \beta [\cos \delta (\sin \varphi \cdot \cos a_n \cdot \cos \omega + \sin a_n \cdot \sin \omega) - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos a_n] + \\ + \cos \beta [\cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi]. \end{aligned} \quad (2.42)$$

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

$$\cos i = \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi. \quad (2.43)$$

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

$$\cos i = \cos \delta (\sin \varphi \cdot \cos a_n \cdot \cos \omega + \sin a_n \cdot \sin \omega) - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos a_n. \quad (2.44)$$

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

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

$$\cos i = \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin \delta + \cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega. \quad (2.45)$$

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

Середньомісячне середнє денне значення щільності сонячного випромінювання, що надходить на похилу поверхню СТК, визначається за формулою, Вт/м²:

$$E_n = R \cdot E, \quad (2.46)$$

де E - середньомісячне середнє денне значення щільності сонячного випромінювання, що надходить на горизонтальну поверхню, Вт/м²;

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

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

$$R = \left(1 - \frac{E_p}{E}\right) \cdot R_n + \frac{E_p}{E} \cdot \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2}, \quad (2.47)$$

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

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

β – кут нахилу освітлюваної поверхні до горизонту, градус;

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

Коефіцієнт R_n визначається виразом:

$$R_n = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos\delta \cdot \sin\omega_{з.н} + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{з.н} \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin\delta}{\cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \sin\omega_z + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_z \cdot \sin\varphi \cdot \sin\delta}, \quad (2.48)$$

де φ – широта місцевості, градус;

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

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{2\pi \cdot n}{365}\right), \quad (2.49)$$

де n – кількість днів з 23 березня поточного року.

Часовий кут заходу Сонця для горизонтальної поверхні:

$$\omega_z = \arccos(-\operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{tg}\delta), \quad (2.50)$$

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

$$\omega_{з.н} = \arccos[-\operatorname{tg}(\varphi - \beta) \cdot \operatorname{tg}\delta], \quad (2.51)$$

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

Таблиця 2.5

Значення коефіцієнта перерахунку

Місяць	$E, \text{кВт}\cdot\text{м}^2$	R	$E_n, \text{кВт}\cdot\text{м}^2$	n	$\delta, \text{гр}$
1	2	3	4	5	6
Січень	1,07	1,37	1465,9	17	-20,9
Березень	2,94	1,36	3998,4	75	-2,4
Квітень	3,92	1,04	4076,8	105	9,4
Травень	5,19	0,91	4722,9	135	18,8
Червень	5,3	0,86	4558	162	23,1
Липень	5,16	0,88	4540,8	198	21,2
Серпень	4,68	0,99	4633,2	228	13,5
Вересень	3,21	1,19	3819,9	258	2,2
Жовтень	1,97	1,41	2777,7	288	-9,6
Листопад	1,1	1,4	1540	318	-18,9
Грудень	0,9	1,53	1377	344	-23

2.7.2 Визначення ККД сонячного колектора

Частина сонячного випромінювання, яка потрапляє на колектор, втрачається через відбиття та поглинання. Ці втрати враховуються оптичним коефіцієнтом корисного використання (ОКВ) колектора η_0 .

Під час нагрівання колектори випромінюють тепло до навколишнього середовища через теплопровідність, теплове випромінювання та конвекцію. Ці втрати враховуються коефіцієнтами теплових втрат κ_1 і κ_2 .

Коефіцієнти теплових втрат та оптичний ОКВ складають характеристику ККД сонячного колектора, що обчислюється за допомогою виразу:

$$\eta = \eta_0 - \kappa_1 \cdot \frac{\Delta t}{E_n} - \kappa_2 \cdot \frac{\Delta t^2}{E_n}, \quad (2.52)$$

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

Δt – різниця температури колектора і навколишнього середовища.

Якщо різниця між температурою колектора і температурою навколишнього середовища практично дорівнює нулю, колектор не випромінює тепло до навколишнього середовища, і його коефіцієнт корисного використання (ККД) підходить до значення оптичного ККД. Температуру зовнішнього повітря для i -ої години j -ого місяця можна визначити за допомогою наступної формули:

$$t_i = t_j + 0,5k_i A_j, \quad (2.53)$$

де t_j - середньодобова температура повітря j -ого місяця.

A_j - середньодобова амплітуда коливань температури у j -ому місяці;

k_i - коефіцієнт перерахунку для i -ої години [9];

$t_{\text{сеп}}$ - середнє протягом періоду роботи СК значення температур зовнішнього повітря t_i °С. Визначають за формулою:

$$t_{\text{сеп}} = \sum t_i / i. \quad (2.54)$$

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

$$t_1 = t_{w,1} + 5 \quad (2.55)$$

$$t_2 = t_{w,2} + 5.$$

Планується використання сонячних колекторів для нагрівання гарячої води з кінця опалювального сезону до його початку, тобто з квітня по жовтень. Результати цього планування наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Визначення середньоденної температури зовнішнього повітря для теплого періоду року

	Середня денна температура по місяцям, °С						
k_i	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень
1	2	3	4	5	6	7	8
0	6,9	13,6	16,7	18,7	17,8	12,9	7,5
0,26	8,122	15,069	18,195	20,247	19,308	14,343	8,605
0,5	9,25	16,425	19,575	21,675	20,7	15,675	9,625

продовження таблиці 2.6

0,71	10,237	17,6115	20,7825	22,9245	21,918	16,8405	10,5175
0,87	10,989	18,5155	21,7025	23,8765	22,846	17,7285	11,1975
0,97	11,459	19,0805	22,2775	24,4715	23,426	18,2835	11,6225
1	11,6	19,25	22,45	24,65	23,6	18,45	11,75
1	11,6	19,25	22,45	24,65	23,6	18,45	11,75
0,97	11,459	19,0805	22,2775	24,4715	23,426	18,2835	11,6225
0,87	10,989	18,5155	21,7025	23,8765	22,846	17,7285	11,1975
Середн.	10,2605	17,6398	20,8113	22,9543	21,947	16,86825	10,5388

Результати розрахунку ККД колектора по місяцях заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7

Визначення ККД сонячного колектора для неопалювального періоду року.

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

Розрахуємо сезонну витрату тепла на гаряче водопостачання за неопалювальний період, МДж:

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

В перерахунку на кВт·год:

$$Q_{\Sigma} = \frac{33520}{3600} = 9,311 \quad (2.56)$$

Площу сонцепоглиняльної поверхні системи $F', \text{м}^2$, визначають за формулою:

$$F' = \frac{Q_{\Sigma}}{\eta \sum q_{\text{надсер}}^{\text{доб}}}, \quad (2.57)$$

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

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

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

$$F' = \frac{9311}{0,72 \cdot 4161,33} = 3,107 \quad (2.58)$$

Давайте здійснимо розрахунок для холодного періоду року. Зазвичай, в опалювальний період приготування гарячої води за допомогою теплового насоса відбувається в нічний час. Тому для уточнення необхідної площі сонячних колекторів, проведемо розрахунок для опалювального сезону в МДж.

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

В перерахунку на кВт/год:

$$Q_{\Sigma} = \frac{39386}{3600} = 10,941$$

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

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

Таблиця 2.8

Визначення середньоденної температури зовнішнього повітря для опалювального періоду

	Середня денна температура по місяцям, °C				
k_i	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень
0				-5,3	-0,5
0,26	2,405	-2,737	-5,233	-4,455	0,423
0,5	3,425	-2,125	-4,525	-3,675	1,275
0,71	4,3175	-1,5895	-3,906	-2,993	2,0205
0,87	4,9975	-1,1815	-3,434	-2,473	2,5885
0,97	5,4225	-0,9265	-3,139	-2,148	2,9435
1	5,55	-0,85	-3,05	-2,05	3,05
1	5,55	-0,85	-3,05	-2,05	3,05
0,97	5,422	-0,9265	-3,139	-2,148	2,9435
0,87				-2,473	2,5885
Середня темп., °C	4,636	-1,3982	-3,684	-2,976	2,038

Середня добова за сезон інтенсивність СР, що надходить на колектор, в інтервалі від 8 год до 17 год для СК південної орієнтації (середня кількість годин 9 згідно таблиці 1): $q_{надсер}^{доб} = 2192,31 \text{ Вт/м}^2$.

Площа сонцепоглиняльної поверхні системи для опалювального сезону, м^2 : $F' = \frac{10941}{0,29 \cdot 2192,31} = 17,2$

Встановлення такої великої площі сонячних колекторів не є економічно доцільним, тому ми обираємо три колектори Vitosoll 200 з загальною площею 9 м^2 (допускається прийняти площу в 2-2,5 рази більшою). Це дозволить

забезпечити коефіцієнт використання сонячних колекторів в міжопалювальний період на рівні $f = 0,9$. Тепер розрахуємо частку сонячної енергії в покритті добового навантаження гарячої води в холодний період року. Результати розрахунків наведені в таблиці 2.9.

Кількість теплоти виробленої колектор протягом доби опалювального сезону, Вт:

$$E_k = \eta \cdot q_{\text{сер.опал.}}^{\text{доб.}} \cdot F, \quad (2.59)$$

$$E_k = 0,385 \cdot 2192,31 \cdot 9 = 7596,35.$$

Тоді доля заміщення добового навантаження ГВП сонячними колекторами буде складати:

$$f = \frac{E_k}{Q_{\Sigma}}, \quad (2.60)$$

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

Таблиця 2.9

Визначення проектної потужності СК в холодний період року

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

За результатами обчислень і враховуючи рекомендації виробника для системного опалення теплиці обираємо 3 колектори Vitosol 200 D30 (див. додаток

Л). Площа поглинальної поверхні одного колектора – 3 м².

2.7.3 Розробка компоновки водонагрівальної установки

Склад установки включає наступні блоки:

- три сонячні теплові колектори;
- теплообмінник з циркуляційним насосом і розширювальним баком;
- бак-накопичувач;
- блоки системи автоматичного регулювання та контролю.

У даному випадку рекомендується використовувати двоконтурну схему для водонагрівальних установок. Перший контур складається з сонячного колектора і теплообмінника з циркуляційним насосом і розширювальним баком, де в якості незамерзаючого теплоносія використовується антифриз. Другий контур включає бак-акумулятор, теплообмінник, котел і тепловий насос. Холодна вода поступає в нижню частину бака-акумулятора, а гаряча вода з теплообмінника — у верхню частину, звідти через автоматичний клапан і нагрівач подається до споживачів. Вся установка розміщується в будівлі, за винятком сонячного колектора, який встановлюється на даху.

Сонячний колектор нагріває воду, а електронагрівач підвищує температуру вже гарячої води до необхідного рівня. У разі відсутності сонячної радіації або її недостатнього надходження всі функції забезпечення тепла виконує тепловий насос, а при необхідності котел допомагає забезпечувати потрібну теплову потужність.

Ефективність сонячної системи гарячого водопостачання залежить від стратифікації рідини, тобто її температурного різшарування. Гаряча рідина знаходиться у верхній частині бака, маючи меншу густину, ніж холодна, тому відбувається змішування температур зверху вниз. Для запобігання змішуванню рідини бак оснащується горизонтальними перегородками. Гарячу воду забирають з верхньої частини бака і, за необхідності, підігрівають до необхідної температури.

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

За допомогою програмного управління тепловим насосом можна керувати роботою сонячної установки. Пріоритет підживлення можна налаштувати індивідуально на пристрої управління. Температури на всіх датчиках і всі задані значення можна безпосередньо контролювати і налаштовувати на пристрої управління.

Для запобігання ударів пари в контурі сонячної установки при температурі сонячних колекторів більше 120°C робота установки припиняється.

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

Нагрів ємнісного водонагрівача сонячною установкою відбувається до досягнення встановленого рівня.

2.8 Висновок

У цій частині магістерської роботи було проведено моделювання та теплотехнічний аналіз огорожуючих конструкцій, що дозволило розрахувати тепловтрати будівлі. Також була розроблена схема системи опалення та виконано моделювання гідравлічного розрахунку. В процесі роботи була вибрана модель теплового насосу і визначена оптимальна площа ділянки для прокладання розсольного контуру з метою забезпечення необхідної потужності установки, а також було підібрано допоміжне теплотехнічне обладнання.

Крім того, були визначені значення сонячної радіації для широти місцевості об'єкту і обрані відповідні геліоколектори для забезпечення потреб системи гарячого водопостачання

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ

3.1 Організаційно-технологічне забезпечення монтажу

3.1.1 Конструктивні особливості об'єкту

У цьому магістерському дослідженні детально розглянуто впровадження системи опалення на прикладі двоповерхового котеджу в місті Луцьк. Для постачання тепла використовуються тепловий насос та сонячний колектор, який встановлено на даху будівлі. Тепло до приміщень подається з теплового насоса, обладнаного необхідною запірною-регулювальною арматурою, розташованою у цокольній частині. Теплоносій подається до розподільчих шаф, розташованих на кожному поверсі (див. аркуш 2).

Система опалення для приміщень житлового будинку розроблена у вигляді горизонтальної системи з розведенням магістралей знизу. Для опалювальних приладів обрано алюмінієві радіатори “Novaflorida” з підвищеними гігієнічними вимогами, виробництва Італії, які встановлені в спальнях та дитячих кімнатах. Решта приміщень обладнано системою теплих підлог.

Для монтажу системи опалення використовуються металополімерні трубопроводи “PEXAL”. Видалення повітря з системи здійснюється через повітровідвідники, розташовані в найвищих точках системи (див. аркуш 2).

На основі аналізу конструктивних особливостей об'єкту складено перелік основних та допоміжних виробів та матеріалів.

3.1.2 Визначення складу робіт

Монтаж обладнання систем опалення виконується у такій послідовності:

- постачання деталей на місце монтажу та їх зберігання;
- встановлення теплового насоса;
- встановлення буферного резервуара для системи опалення;
- встановлення теплообмінника для системи ГВП;
- встановлення ємнісного водонагрівача;
- прокладання трубопроводів системи опалення;
- прокладання труб розсольного контуру;
- встановлення колекторів розсольних контурів;
- прокладання трубопроводів опалення із металополімерних труб;
- встановлення радіаторів;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- встановлення циркуляційних насосів;
- гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення;
- теплоізоляція трубопроводів;
- гідравлічне випробування трубопроводів розсольного контуру;
- встановлення датчиків і приладів управління і регулювання;
- повернення залишкових матеріалів на склад.

Послідовність монтажу і встановлення рідинної геліосистеми гарячого водопостачання така:

- монтаж опорної конструкції та встановлення сонячних колекторів;
- монтаж обв'язувальних трубопроводів;
- монтаж трубопроводів, насосів та арматури;
- встановлення теплообмінника;
- заповнення системи водою та проведення випробувань на щільність з'єднань;
- теплоізоляційні роботи на трубопроводах;
- встановлення датчиків і приладів управління і регулювання за місцем;
- монтаж щита управління з приладами.

Монтаж обладнання системи гарячого водопостачання проводиться у такій послідовності:

- постачання деталей на місце монтажу та їх зберігання;
- прокладання трубопроводів системи гарячого водопостачання;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення;
- теплоізоляція трубопроводів;
- повернення залишкових матеріалів на склад.

Гідравлічне випробування трубопроводів виконується у 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.

3.1.3 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 $\varnothing 16 \times 2,0$ мм складає 809 м.

10. Встановлення радіаторів:

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

11. Встановлення запірної – регулюючої арматури:

- кулькових кранів до $d_y 15$ – 6 шт.;

- кулькових кранів до $d_y 20$ – 8 шт.;

- кулькових кранів до $d_y 32$ – 4 шт.;

- кулькових кранів до $d_y 50$ – 6 шт.;

- балансувальних вентилів $d_y 32$ – 2 шт.;

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

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 9м²;

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. Встановлення тепловентилятора – 1шт.

19. Встановлення датчиків і приладів управління і регулювання.

Загальна кількість – 8 шт.

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

3.1.4 Монтаж опалювальних приладів

У даній системі опалення використовуються алюмінієві радіатори "Novaflorida" з боковим підключенням.

Встановлення опалювальних приладів відбувається після оштукатурення

місць для їх установки, при наявності чистої підлоги або міток на ній. Радіатори встановлюються на відстані не менше 164 мм від підлоги та 55 мм від поверхні штукатурки стіни.

Монтаж опалювальних приладів виконується за такою послідовністю:

- а) Маркування місць установки кріплень;
- б) Свердлення отворів для кронштейнів;
- в) Підвішування радіаторів;
- г) Збирання різьбових з'єднань з фасонними частинами;
- д) Встановлення терморегулюючого вентиля.

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

3.1.5 Монтаж трубопроводів

У даній системі опалення головні трубопроводи прокладені вздовж стін, відкрито. При цьому мінімальний нахил становить 0,002. Нахили трубопроводів спрямовані у напрямку повітряних випусків. Відхилення від головних трубопроводів до підводок радіаторів виконуються під прямим кутом. Трубопроводи, що проходять через будівельні конструкції, укладаються в гофровані труби.

Для точного та швидкого різання труб рекомендується використовувати труборіз з довгим лезом.

3.1.6 Монтаж підводок до радіаторів

Монтаж підводок до радіаторів виконується у такій послідовності:

- а) визначення місць встановлення підводок;
- б) герметизація з'єднань підводок;
- в) перевірка і закріплення підводок за допомогою хомутів;

г) після складання підводів перевірка їх вертикальності, нахилів, міцності закріплення труб та радіаторів.

3.1.7 Виконання ізоляційних робіт

Щодо ізоляційних робіт, на цьому об'єкті вони застосовуються для розвідних магістралей. Трудові витрати на ізоляцію трубопроводів наведені в таблиці 3.

3.1.8 Монтаж сонячно-теплонасосної системи тепlopостачання

Монтаж СТСТ здійснюють з дотриманням всіх вимог щодо монтажу та монтажно-зварювальних робіт, а також правил техніки безпеки.

Для прокладання труб розсольного контуру застосовують глибину 1,5 м і відстань 0,7 м між нитками, а також влаштовують колекторний колодязь біля будинку.

При монтажі поля СК на огорожувальних конструкціях будівлі, зазвичай на покрівлі, опорні конструкції СК закріплюють на конструктивних елементах даху або з'єднуються з ними (варіант сполучення СК з покрівлею), після чого проводять зовнішню гідроізоляцію. Після монтажу опорних конструкцій на них встановлюють СК з дренажними отворами вниз і закріплюють за проектом.

Монтаж комунікаційних трубопроводів, насосних груп, запірної та регулювальної арматури, а також приладів автоматичного регулювання ССТ здійснюються згідно з загальноприйнятими нормами і правилами сантехнічних робіт (ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 і ДБН В.2.5-75:2013).

Під час монтажу санітарно-технічних пристроїв та спеціального обладнання необхідно забезпечити:

- 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 згідно з проектом.

Після завершення всіх монтажних робіт проводять гідравлічні випробування СТСТ, а потім здійснюють пусконаладжувальні та теплотехнічні випробування системи.

3.1.9 Підбір машин, механізмів, пристосувань, матеріалів

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

Таблиця 3.1

Технічні характеристики автомашини "Mercedes Sprinter"[16]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Вантажопідйомність	кг	до 3000
Кількість осей:		
всього	шт	2
ведучих	шт	1
Вантажна висота	мм	970
Найбільша швидкість	км/год	160
Радіус повороту	м	8

Продовження таблиці 3.1

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 3.2

Відомість потреби в машинах та механізмах[16,17]

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

Таблиця 3.3

Технічна характеристика перфоратора «MAKITA HR 5001C»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Енергія удару	Нм	1,0
Частота удару	Гц	40
Потужність	В	350
Глибина отвору	мм	до 200
Маса	кг	12,8

Для пробивки отворів у стіні використовуємо перфоратора «МАКІТА»

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 3.4

Таблиця 3.4

Технічна характеристика гідравлічного пресу REMS Push[17]

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

Інструменти для свердлування отворів [18], використати електросвердлильну машину Makita 6271 DWPE, технічні характеристики наведені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Технічні характеристики електросвердлильної машини
Makita 6271 DWPE

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

Загальна маса механізмів та інструментів 124,4 кг.

3.1.10 Визначення потреб у матеріально – технічних ресурсах

Таблиця 3.6

Відомість витрат матеріалів

№ п/п	Наймену- вання	ГОСТ, марка	Од. вим.	Кіль- кість	Маса одиниці, кг	Загальн а маса, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Тепловий насос Vitocal 300	Viessmann	шт	1	310	310
2	Буферна ємність системи опалення	Viessmann	шт	1		160
3	Ємнісний водонагрівач	Viessmann	шт	1	98	98
4	Тепло- обмінник	Viessmann	шт	3	21	63
5	Насос циркуляцій- ний Willo	Willo	шт	3	4,2	12,6
6	Насос циркуляцій- ний Grundfos	Grundfos	шт	5	2,1	10,5
7	Гребінки- розподільні	Pexal	7	Гребін ки- розпо дільні	Pexal	7

продовження таблиці 3.6

8	Гребінки-розподільні розсолного контуру	Viessmann	шт	8	3,2	25,6
9	Труби поліетиленові Ø63мм	Unidelta	м	20	0,320	6,4
10	Труби поліетиленові Ø32мм	Unidelta	м	1600	0,150	240
11	Коллектор трубчатий Vitosol 200 D30	Viessmann		3	71	223
12	Бак розширювальний 30л		шт	1	6,5	6,5
13	Труби мідні Ø 15 в ізоляції WICU Eco	KME	м	42	0,18	8,61
14	Труби мідні Ø 18 в ізоляції WICU Eco	KME	м	10	0,2	2,0
15	Трійник мідний Ø18	KME		4	0,025	0,1
16	Трійник мідний Ø15	KME		2	0,02	0,04

продовження таблиці 3.6

17	Труби метало-пластикові Ø32(32x3,0)	PEXAL	м	16	0,375	6,0
18	Труби метало-пластикові Ø26(26x3,0)	PEXAL	м	6	0,3	1,8
19	Труби метало-пластикові Ø20(20x2,0) мм	PEXAL	м	66	0,170	11,22
20	Труби метало-пластикові Ø16(16x2,0) мм	PEXAL	м	809	0,120	97,08
21	Кран кульовий 607 DN Ø32 мм	BUGATTI	шт	5	0,85	4,25
22	Кран кульовий 607 DN Ø32 мм	BUGATTI	шт	2	0,650	1,3
23	Кран кульовий 607 DN Ø25 мм	BUGATTI	шт	6	0,415	2,4
24	Кран кульовий 607 DN Ø20 мм	BUGATTI	шт	16	0,280	4,48
25	Клапан регулюючий термостатичний HERZ-TS-90- V Ø15 мм	HERZ	шт	15	0,260	3,9
26	Клапан запірний Ø15 мм	HERZ	шт	15	0,180	2,7

27	Головка термостатична	HERZ	шт	15	0,145	2,18
28	Кран інж. Маєвського	REMER	шт	13	0,025	0,33
29	Ізоляція для труб Ø68x20 мм	Climaflex	м	20	0,085	1,7
30	Ізоляція для труб Ø35x6 мм	Climaflex	м	16	0,035	0,56
31	Ізоляція для труб Ø28x6 мм	Climaflex	м	6	0,03	0,18
32	Ізоляція для труб Ø22x6 мм	Climaflex	м	66	0,025	1,65
33	Ізоляція для труб Ø18x6 м	Climaflex	м	183	0,016	2,93
34	Алюмінієвий радіатор “Calidor”	FONDITA L	секц	128	1,650	211,2
35	Вентиль балансуваль- ний Штремакс	HERZ	шт	3	0,490	1,47
36	Вентиль запірний Штремакс А	HERZ	шт	3	0,315	0,945
37	Трьохходо-вий переми-каючий клапанDivicon на опалення і гарячу воду	Viessmann	шт	1	1,5	1,5

продовження таблиці 3.6

38	Трійник 32х32х32 мм	PEXAL	шт	4	0,550	2,2
39	Трійник 32х26х26 мм	PEXAL	шт	2	0,480	0,96
40	Трійник 26х26х26 мм	PEXAL	шт	2	0,410	0,820
41	Трійник 20х20х20 мм	PEXAL	шт	4	0,210	3,36
42	Трійник 20х16х20 мм	PEXAL	шт	4	0,210	3,36
43	Трійник 20х16х16 мм	PEXAL	шт	4	0,185	10,5
44	Трійник 16х16х16 мм	PEXAL	шт	22	0,170	4,42

продовження таблиці 3.6

45	З'єднувач прям.з перех.. на зовнішню різь 32 мм	PEXAL	шт	10	0,245	2,450
46	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь Ø 26 мм	PEXAL	шт	4	0,120	0,48
47	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь Ø 20 мм	PEXAL	шт	10	0,075	0,75
48	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь Ø 15 мм	PEXAL	шт	34	0,054	1,84
49	Теплоакumu- люючий бак 300л		шт	1	105	105
50	ПовіпровідØ10 0, S=0,5мм	ГОСТ 14918-80	м	23	1,4	32,2

продовження таблиці 3.6

51	Трійник-90° Ø100/Ø100, S=0,5/0,5мм	ГОСТ 14918-80	шт.	8	0,61	4,88
52	Відвід-90° Ø100, S=0,5мм	ГОСТ 14918-80	шт.	9	0,35	3,15
53	Відвід-45° Ø100, S=0,5мм	ГОСТ 14918-80	шт.	4	0,35	1,4
54	Труба асбесто- цементна тонкостінна			16	7,8	124,8
55	Тепловенти- лятор Луч 5К		шт	1	6	6
Загальна маса обладнання для монтажу: кг						1550,4

Таблиця 3.7

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

продовження таблиці 3.7

Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	8	0,24	1,92
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	8	0,8	6,4
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	8	0,45	3,6
Стрічка вимірювальна, 20 м	-	8	0,8	6,4
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	4	2,4	9,6
Висок	ГОСТ 7948-80	4	0,7	2,8
Ящик переносний для інструменту	-	8	4	32
Ножиці для різки труб Valsir	-	6	0,596	0,596
Прес-насадки для преса Rems	-	6	0,9	0,9
Калібратор пластиковий для зняття фаски 16-20-26 мм	-	6	0,093	0,093
Калібратор пластиковий для зняття фаски 26-32-40 мм	-	6	0,166	0,166
Кондуктор пружинний внутрішній ø 16 мм	-	6	0,19	0,19

Кондуктор пружинний внутрішній ø 20 мм	-	6	0,28	0,28
Кондуктор пружинний внутрішній ø 26 мм	-	6	0,55	0,55
Кондуктор пружинний внутрішній ø 32 мм	-	6	0,77	0,77
Ручний прес «Rems»		4	5,6	22,4
Електросвердлильна маш. Makita 6271 DWPE		6	1,5	9,0

Таблиця 3.8

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, т. 2 мм	шт	1541-0063	0,12	200

продовження таблиці 3.8

Болти анкерні			0,410	
Болти будівельні з гайками та шайбами			0,250	
Хомути для кріплення повітроводів СТД 205			1,5	
Розсол Tyfocor	л	910	955,5	910
$\Sigma=963,7$ кг				

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

3.1.11 Витрати паливно-енергетичних ресурсів

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

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

де: P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – 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:

$K=0,1$ $\tau=16$ год, $p=1,6$ (кВт);

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

3. Витрата пального для доставки матеріалів та виробів:

відстань 20(км);

кількість ходок $n=1$;

витрата пального $Q=20$ (л/100км).

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою:

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

Труби, деталі та конструкції завозяться централізовано автомашиною MercedesSprinter. Технічні характеристики автомашини наведені в табл. 3.1.

3.1.12 Визначення трудомісткості робіт

Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою

$$Q = \frac{V \times H_q}{B} \text{ (люд/дні)}, \quad (3.4)$$

де: V – об'єм робіт;

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

B – кількість годин в зміні, год.

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою:

$$T = \frac{Q}{n} \text{ (дні)}, \quad (3.5)$$

де: Q – трудомісткість монтажних робіт, люд/дні

n – кількість робітників, люд.

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Трудовісткість 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	Транспортуванн я 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 теплообмінника	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

продовження таблиці 3.9

16-14-3	Прокладання трубопроводів. розсольного контуру 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

\

продовження таблиці 3.9

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	робітник и 2р. –1	0,5
Система геліоустановок								
E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,952	3	0,357	2	Робітники 4р. –1 2р. –1	0,5
ГК 1-2-1	Монтажопорно-іконструкції і 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

продовження таблиці 3.9

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 циркуляційног о насоса	1 шт	1	21,32	2,67	3	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1
18-3-1	Встановлення теплообмінник а	м ²	1	13,92	1,74	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1
16-29-1	Гідравлічне вип робовування тр убопроводів	100 м	0,46	8,22	0,47	2	сл.сантех. 5р.-1, 4р.-1	0,5
26-8-1	Ізоляція трубоп роводів	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

продовження таблиці 3.9

E1-1-1	Транспортуван ня та складування матеріалів і виробів	т	0,058	3	0,02	1	Робітни- ки 4р. –1 2р. –1	0,5
--------	--	---	-------	---	------	---	------------------------------------	-----

3.1.13 Випробування та запуск системи опалення в експлуатацію

Після завершення монтажу системи опалення та іншого обладнання, проводиться випробування системи опалення.

Гідравлічне випробування служить для оцінки щільності та міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Система водяного опалення піддається гідростатичному методу, при якому джерело теплоносія відключається, а тиск, що застосовується, перевищує робочий тиск. Значення випробувального тиску для індивідуальних теплових пунктів складає 0,2 МПа.

Під час гідравлічного випробування системи опалення спочатку систему наповнюють повітрям з надлишковим тиском, а після виявлення дефектів монтажу тиск знижують до атмосферного. Потім систему наповнюють повітрям з меншим надлишковим тиском і витримують протягом 5 хвилин.

Система опалення вважається вдало пройденою, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує визначених значень, а також не виявлено течії у зварних швах, трубах та арматурі.

Для гідравлічного випробування системи з металопластикових труб застосовують тиск, що перевищує робочий, при постійній температурі води.

Гідравлічне випробування проводиться у два етапи, з підняттям тиску до розрахункового значення та подальшим контролем падіння тиску протягом певного часу.

У разі виявлення витоків систему опалення спорожнюють та усувають дефекти, після чого випробування повторюється. Після гідравлічних випробувань воду, що знаходиться в системі опалення, зливають.

Посліднім етапом приймання системи опалення є теплове випробування. Запущена система протягом 24 годин працює з теплоносієм в подавальному трубопроводі, після чого проводиться огляд для оцінки її ефективності та безперебійності роботи.

3.1.14 Порядок пусконаладжувальних робіт

Перед початком пусконаладжувальних робіт замовник має забезпечити налагодження експлуатаційного персоналу, щоб вони отримали необхідні навички для подальшої експлуатації ССТ.

Роботу з виявлення та усунення дефектів виконують аналогічно до процедур налагодження традиційних систем теплопостачання. Особливу увагу звертають на налагодження рівномірного розподілу витрат теплоносія по гілках контуру СК та системи опалення.

Після виконання пусконаладжувальних робіт, які свідчать про нормальне функціонування всіх елементів ССТ, переходять до теплотехнічних випробувань.

3.1.15 Приймальні теплотехнічні випробування

Теплотехнічні випробування установок здійснюються з метою перевірки їх відповідності технічному завданню та вимогам нормативно-технічної та проектної документації. Кожна окрема система теплопостачання, що має контур СК, підлягає таким випробуванням.

Під час теплотехнічних випробувань персонал може отримувати навчання з правил експлуатації ССТ. Результатом проведених випробувань є акт приймальних теплотехнічних випробувань (додаток І), який підписується всіма членами комісії.

3.1.16 Техніко – економічні показники календарного плану

Розрахунок техніко-економічних показників виконується в такій послідовності:

Визначається середня кількість працюючих за формулою:

$$R_{сее} = \frac{Q_{заг}}{T_{заг}} (\text{люди}), \quad (3.2)$$

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

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

Середня кількість працюючих:

$$R_{сеп} = \frac{355,18}{37} \approx 10 \text{ людей} \quad (3.3)$$

Коефіцієнт нерівності використання людей визначається за формулою

$$\alpha_1 = \frac{R_c}{R_{\max}}, \quad (3.4)$$

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

Тоді коефіцієнт нерівності використання людей:

$$\alpha_1 = \frac{10}{16} = 0,63.$$

(3.5)

Коефіцієнт нерівності по трудовитратах визначається за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{Q_{над}}{Q_{заг}}, \quad (3.6)$$

Тоді коефіцієнт нерівності по трудовитратах :

$$\alpha_2 = \frac{72}{355,18} = 0,2; \quad (3.7)$$

Коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт визначається за формулою:

$$\alpha_3 = \frac{T_{вст}}{T_{заг}}, \quad (3.8)$$

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

$$\alpha_3 = \frac{21}{37} = 0,57; \quad (3.9)$$

Рівень механізації визначається за формулою:

$$\eta = \frac{Q_{\text{мех}}}{Q_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (3.10)$$

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

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

За результатами розрахунків креслимо календарний план робіт (див аркуш 7)

4. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Заходи з енергозбереження в комбінованій системі тепlopостачання котеджу з використанням теплового насосу та сонячного колектору

Енергозбереження – це дії, спрямовані на зменшення споживання енергії.

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

Для визначення енергоефективності будівлі проводять енергетичний аудит. Енергетичний аудит - це перевірка, дослідження й аналіз потоків енергії, задля збереження її у будівлі, процесі або системі та зменшення кількості енергії, що надходить до системи. Проведення енергоаудиту включає наступні етапи обстеження об'єкта:

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

Влаштування теплового насосу буде ефективним лише в тому разі, якщо система, на яку він працює буде також максимально енергоефективною та

енергоощадною. Той факт, що значний відсоток витрат на утримання торговельних центрів припадає також саме на системи створення та забезпечення мікроклімату приміщень, змушує шукати ще нові заходи щодо зниження енерговитрат системами опалення, вентиляції та кондиціювання (далі ОВК).

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

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

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

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

Тепловий насос використовується як джерело теплоти для систем вентиляції та кондиціювання. Чим більше системи будуть стабільними та контрольованими тим ефективнішим буде використання теплового насосу. Тому задля цього розроблено рекомендації щодо ефективнішого їх використання та обслуговування.

4.2 Заходи з охорони довкілля

4.2.1 Загальна оцінка екологічної ефективності використання теплового насоса

Використання теплових насосів, та геліоколекторів є однією з важливих складових програм екологічної і енергетичної безпеки країн Європейського Союзу.

Тепловий насос не тільки заощаджує кошти, але і зберігає здоров'я мешканцям будинку . Агрегат не спалює паливо, значить не утворюються шкідливі окисли типу CO, CO₂, NO_x, SO₂, PbO₂. Тому навколо будинку на ґрунті немає слідів сірчаної, азотистої, фосфорної кислот і бензольних з'єднань. На ТЕЦ скорочується витрата палива на виробництво електрики. Застосовувані ж у теплових насосах фреони не містять хлорвуглеводів і озонобезпечні.

4.2.2 Характеристика холодоагенту та його екологічної безпечності

Як холодоагент в установці використовується суміш R407C (зеотропна суміш: 23% R32 + 25% R125 + 52% R134a), за нормальних умов, вона не є токсичною і вогнебезпечною.

Оцінка впливів холодоагентів на довкілля визначається за двома основними параметрами:

- потенціал глобального потепління (ПГП) - параметр, який чисельно визначає радіаційний вплив молекули певного парникового газу відносно молекули діоксиду вуглецю, тобто коефіцієнт, що визначає ступінь впливу різних парникових газів на глобальне потепління. Ефект від викиду оцінюється за певний проміжок часу. Як еталонний газ взято діоксид вуглецю (CO₂), чий ПГП дорівнює 1. ПГП(R407C)=1,610.

- озоноруйнуючий потенціал (ОРП) для R407C дорівнює

4.2.3 Енергетичний паспорт будинку

Енергетичний паспорт будинку призначений для підтвердження відповідності показників енергетичної ефективності конструкцій будинків і споруд вимогам ДБН В.2.6-31:2021. Паспорт даного будинку наведений нижче.

Таблиця 4.1

Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць, число)	2024.03.12
Адреса будинку	м. Луцьк
Розробник проекту	Проник Б.О.
Адреса і телефон розробника	097-332-48-20
Шифр проекту будинку	321-24
Рік будівництва	2024

Таблиця 4.2

Розрахункові параметри

№ п/п	Найменування розрахункових параметрів	Позначення і розмірність	Одиниці вимір.	Величина
1	Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_{в}$	°C	+20
2	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{з}$	°C	-21
3	Розрахункова температура теплого горища	$t_{вг}$	°C	
4	Розрахункова температура техпідпілля	$t_{ц}$	°C	+16
5	Тривалість опал. періоду	$z_{оп}$	доба	189

продовження таблиці 4.2

6	Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{опз}$	°С	-1,1
7	Розрахункова кількість градусо-днів опал. періоду	D_d	°С·доба	3501
Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку				
8	Призначення	житловий будинок		
9	Розміщення в забудові			
10	Типовий проект, індивідуальний	індивідуальний		
11	Конструктивне рішення			

Таблиця 4.3

Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

№ п/п	Показник	Позначення і розмірність	Нормативне значення показника	Розрахункове значення показника
1	2	3	4	5
Геометричні показники				
1	Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку В тому числі:	$F_{\Sigma}, \text{м}^2$	--	447,77
	- стін	$F_{нп}, \text{м}^2$	--	410,42
	- вікон і балконних дверей	$F_{сп}, \text{м}^2$	--	37,35
	- вітражів	$F_{сп}, \text{м}^2$	--	
	- ліхтарів	$F_{сп}, \text{м}^2$	--	
	- покриття (суміщених)	$F_{д}, \text{м}^2$	--	
	-горищних перекриттів (холодного горища)	$F_{д}, \text{м}^2$	--	
	- перекриттів теплих горищ	$F_{д}, \text{м}^2$	--	
	- підлоги по ґрунту	$F_{д}, \text{м}^2$	--	118,67

Продовження таблиці 4.3

Геометричні показники				
1	Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку В тому числі: - стін - вікон і балконних дверей - вітражів - ліхтарів - покриття (суміщених) - горищних перекриттів (холодного горища) - перекриттів теплих горищ - підлоги по ґрунту	$F_{\Sigma}, \text{м}^2$ $F_{\text{нп}}, \text{м}^2$ $F_{\text{сп}}, \text{м}^2$ $F_{\text{сп}}, \text{м}^2$ $F_{\text{сп}}, \text{м}^2$ $F_{\text{д}}, \text{м}^2$ $F_{\text{д}}, \text{м}^2$ $F_{\text{д}}, \text{м}^2$ $F_{\text{д}}, \text{м}^2$	-- -- -- -- -- -- -- --	447,77 410,42 37,35 118,67
2	Площа опал. приміщень	$F_h, \text{м}^2$	--	364,98
3	Площа житлових приміщень і кухонь	$F_l, \text{м}^2$	--	247,24
4	Опалюваний об'єм	$V_h, \text{м}^3$	--	912,45
5	Коефіцієнт скління	F	--	0,08
6	Показник компактності	$k_k \text{ буд}$	--	0,49
Теплотехнічні показники				
7	Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень - стін - вікон і балконних дверей - входних дверей, воріт	$R_{\Sigma \text{пр}}, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ $R_{\Sigma \text{пр ст}}$ $R_{\Sigma \text{пр в}}$ $R_{\Sigma \text{пр вд}}$	 2,8 0,6 0,6	 3,46 0,65 0,6

продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5
	- покриттів (суміщених) - горищних перекриттів (холодних горищ) - перекриттів теплих горищ (включаючи покриття) - підлоги по ґрунту	$R_{\Sigma \text{пр п}}$ $R_{\Sigma \text{пр г}}$ $R_{\Sigma \text{пр пг}}$ $R_{\Sigma \text{пр пд}}$	3,3	3,65
Енергетичні показники				
8	Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{\text{буд}},$ $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2,$ $[\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3]$		72,44
9	Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	$E_{\text{max}},$ $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2,$ $[\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3]$	104	
10	Клас енергетичної ефективності			В
11	Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів			30 років
12	Відповідність проекту будинку нормативним вимогам			відповідає
13	Необхідність доопрацювання проекту будинку			немає необхідності

Таблиця 4.4

Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку

Вказівки щодо підвищення енергетичної ефективності будинку	
Рекомендовано:	
Паспорт заповнений:	
Організація	5-84-87 Проник.Б.О.
Адреса и телефон	
Відповідальний	
виконавець	

5. ЗАХОДИ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

5.1 Принципова дія системи, що прийнята до експлуатації

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

Для оптимізації періодів роботи теплового насосу встановлена буферна ємність гріючого контуру Vitocell-050 об'ємом $V=600\text{л}$.

Приготування гарячої води відбувається через теплообмінник Vitotrans-100.

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

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

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

В результаті моделювання гідравлічного режиму (див. додаток Д) було визначено діаметри трубопроводів та втрати тиску в системі опалення. Відповідно до визначених діаметрів монтаж системи опалення виконано з металопластикових труб фірми “VALSIR”. Труба PEXAl складається з алюмінієвої стрічки, яка скручена в трубу і зварена ультразвуковим

зварюванням по шву. Алюмінієва труба з обох сторін почергово покрита шарами клею та поліетилену.

Горизонтальна розводка виконана відкритим методом (див. аркуш 2 графічної частини). Для захисту труб, які прокладаються в конструкції підлоги, використана ізоляція «Climaflex».

Опалювальні прилади – радіатори алюмінієві секційні Calidor фірми «FONDITAL». Технічні характеристики радіаторів наведені в додатку Л.

У всіх кімнатах крім дитячих та спалень укладені системи теплих підлог, що керуються термостатичними кранами фірми «GIACOMINI».

Перед кожним опалювальним приладом встановлений терморегулятор HERZ-TS-90-V з термостатичною головкою, запірний клапан та кран для випуску повітря. Термостатичний та запірний клапани дозволяють, при необхідності, від'єднати окремий опалювальний прилад не зливаючи воду з усієї системи опалення та не зупиняючи її роботу.

5.2 Технічні характеристики основного обладнання

Джерелом теплопостачання системи є розсольно - водяний тепловий насос типу BW 232 Vitocal. Технічні характеристики наведені в додатку К.

Монтаж системи теплопостачання будинку виконано металопластиковими трубами Rexal фірми Valsir, призначеними для систем питного, гарячого водопостачання, систем водяних теплих підлог.

Для передачі тепла використані алюмінієві радіатори Calidor фірми Fondital, призначені для використання в системах водяного опалення. Технічні характеристики наведені в додатку Л.

Основне навантаження на приготування гарячої води забезпечується системою трубчатих геліоколекторів Vitosol 200, технічні характеристики (додаток Е) .

Матеріали, що використовуються в основних конструктивних елементах геліоколектора:

- прозорі трубки — боросилікатне скло високої якості;
- абсорбуючі пластини — мідні із селективним покриттям чорним нікелем;
- канали для руху теплоносія — мідь;
- ущільнення на кінцях вакуумованих трубок — ущільнювальна гума;
- корпус — алюміній.

Теплоносій — етиленгліколь (50%), який має такі властивості :

- питома теплоємність $C_p = 3\,300 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$;
- температура кипіння $T_{\text{кип}} = 110^\circ\text{C}$;
- температура замерзання $T_{\text{зам}} = -36^\circ\text{C}$.

5.3 Експлуатація на весь період служби систем опалення та гарячого водопостачання та їх елементів

Технічна експлуатація інженерних систем - це підтримання їх у працездатному стані й забезпечення комфортних умов з найменшими затратами енергії, матеріалів і коштів.

Технічна експлуатація складається з технічного обслуговування і системи планово-запобіжних ремонтів (ПЗР). Система ПЗР, у свою чергу, охоплює планові огляди, перевірки, випробування а також поточний і капітальний ремонти. Чергування й їх періодичність визначаються: призначенням обладнання або мереж, вимогами до його безвідмовності, конструктивними особливостями, а також умовами експлуатації.

Крім зазначених заходів служба технічної експлуатації в необхідних випадках забезпечує: нагляд за будівництвом і прийняття в експлуатацію систем та обладнання; пуск їх у роботу, випробування й налагодження; контроль і регулювання розрахункових параметрів.

Технічне обслуговування - важливий профілактичний захід, що передбачає: догляд за обладнанням і мережами; проведення огледів; систематичні спостереження за справним станом обладнання; контроль режимів роботи;

додержання правил технічної експлуатації, інструкцій заводів-виробників і місцевих інструкцій; усунення дрібних дефектів та несправностей, що не вимагають зупинки обладнання або вимкнення мереж.

До технічного обслуговування належать також регулювання, чищення, продування, змащення й швидке, яке не потребує поточного ремонту, відновлення дієздатності обладнання, яке відключалося на період ремонту, або ділянки мережі.

Основні елементи системи ПЗР – це поточний і капітальний ремонт, а також планові огляди, перевірки й випробування.

Поточний ремонт – це основний профілактичний вид ремонту, що забезпечує довговічність і безвідмовність роботи обладнання й мереж. Його виконують у процесі експлуатації в неробочі дні та зміни. Поточний ремонт вимагає зупинки механізмів і машин, вимикання ділянок мережі. Здійснюється здебільшого без повного розбирання окремих вузлів і розкриття підземних мереж. Завдяки вчасній ревізії (чищенню, перевірці, змащуванню та заміні) окремих вузлів і деталей, а також налагодженню обладнання при цьому виді ремонту забезпечується подальша їх дієздатність.

Усі роботи, що відносяться до поточного ремонту, поділяють на дві групи:

1 – профілактичний ремонт, тобто плановий заздалегідь за обсягом і часом виконання;

2 – непередбачуваний ремонт, що його виконують терміново (скажімо на час стихійного лиха).

Капітальний ремонт – найбільш складний і повний вид ПЗР. До нього належать такі роботи, у процесі яких замінюють спрацьовані конструкції, вузли й деталі міцнішими або економічнішими з метою повного відновлення ресурсу обладнання або мережі. Усі об'єкти, які намічені для капітального ремонту, повинні мати детальний технічний опис ремонтних та налагоджувальних робіт із зазначенням їхніх обсягів. На роботи по капітальному ремонту складається проектно-кошторисна документація. Капітальний ремонт виконують здебільшого централізовано спеціальні організації.

Капітальний ремонт буває комплексним; поточним; вибіркоvim (підтримувальним).

Складовою частиною ПЗР є огляди й перевірки (випробування).

Огляди плануються як самостійна операція для обладнання й мереж з відносно великою трудомісткістю ремонту. Вони охоплюють перевірку стану обладнання, виявлення дефектів експлуатації й порушень правил техніки безпеки, уточнення складу та обсягу робіт для чергового поточного або капітального ремонту.

Перевірки (випробування) плануються як самостійна операція для особливо відповідального обладнання.

Проект з технічної експлуатації будинків та інженерних систем вмістить: її загальні принципи й організаційну структуру; зміст експлуатації на весь період служби системи або мережі; технологічні карти на основні види робіт з експлуатації та ремонту, перелік потрібних для цього сил і засобів; вказівки щодо постійного догляду за інженерним обладнанням і мережами. Як додаток до проекту розробляється інструкція технічної експлуатації.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Монтажні роботи на об'єкті житлового будинку в м. Луцьк мають відповідати вимогам безпеки праці і проводитися відповідно до календарного плану.

Монтажні роботи повинні виконуватися спеціалізованою організацією відповідно до норм і правил монтажу, з особливою увагою до безпеки на особливо небезпечних ділянках.

Підрядна організація несе відповідальність за дотримання заходів з охорони праці.

Перед початком робіт з реконструкції будівлі замовник і підрядна організація розробляють і узгоджують проєкт виконання робіт (ПВР) згідно з ДБН А.3.1-5:2016.

Проведення будівельно-монтажних робіт повинно відповідати вимогам ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека в будівництві".

Під час монтажу інженерного обладнання необхідно застосовувати заходи для запобігання небезпеці:

- розташування робочого місця на висоті 1,3 м і більше щодо землі;
- запобігання падінню матеріалів та інструментів;
- забезпечення достатньої освітленості робочого місця;
- попередження підвищеної напруги в електричному колі.

Під час пневматичних і гідравлічних випробувань обладнання і трубопроводів необхідно застосовувати заходи для запобігання впливу небезпечних факторів, таких як підвищений рівень вібрації і шуму на робочих місцях.

6.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

6.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Для організації робочих місць на об'єкті, де проводиться прокладання труб розсольного контуру у ґрунті на глибині 1,5 м, потрібно:

-передбачити маршеві сходи шириною не менше 0,6 м або приставні драбини для спуску і евакуації з котлованів і траншей.

-врахувати склад ґрунтів і рівень ґрунтових вод, дозволяючи виїмки без кріплення до глибини:

-1 м у піщаних ґрунтах;

-1,25 м у супісках;

-1,50 м у суглинках і глинах.

Вибирати тип кріплення для виїмок до 3,0 м залежно від типу ґрунту та його вологості згідно з таблицею 6.1.

Таблиця 6.1.

Тип кріплення залежно від виду ґрунту

Вид ґрунту	Тип кріплення
Природної вологості (за винятком сипких)	Горизонтальне з просвітом в одну дошку
Підвищеної вологості та сипкий	Суцільне вертикальне або горизонтальне
Усі види у разі сильного притоку ґрунтових вод	Шпунтова огорожа із забиванням на глибину не менше ніж 0,75 м у шар, що є підстиляючим вологонепроникним

Для кріплення котлованів і траншей до 3,0 м глибиною використовуйте дерев'яні дошки завтовшки 40 мм для ґрунтів природної вологості (крім піщаних) та 50 мм для піщаних та вологих ґрунтів.

Розміщуйте розпірки кріплень на відстані не більше 1 метра, підсилюйте розпірки, на які спираються полиці для перекидання ґрунту, та огорожуйте

полиці бортовими дошками висотою не менше 15 см. Використовуйте матеріали хвойних та листяних порід для укріплення стінок.

Встановлюйте захисні навіси-козирки перед витягуванням ґрунту з виїмок. При роботі в виїмках глибиною більше 1,5 м обов'язково використовуйте ланку з двома працівниками.

Огороджуйте траншеї, канави та виїмки в місцях можливого перебування людей або транспорту захисними огорожами, обладнаними попереджувальними написами. В нічний час встановлюйте сигнальне освітлення.

6.1.2. Електробезпека

Роботи з електричними приладами потребують уважного врахування можливих нещасних випадків та електротравм. Особлива увага приділяється таким факторам ризику, як висока вологість повітря і агресивні середовища, що можуть пошкодити ізоляцію.

Основні засоби забезпечення електробезпеки включають наявність ізоляції струмовідних частин, недоступність струмовідних елементів, блокування безпеки та засоби орієнтації.

6.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Обов'язкові до нормування показники мікроклімату включають температуру повітря, відносну вологість, швидкість його переміщення та теплове випромінювання. Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць, і показники температури не повинні виходити за межі нормованих величин протягом робочої зміни. Інтенсивність теплового опромінювання також регулюється і залежить від площі тіла, яке опромінюється. Монтажні роботи плануються до виконання влітку, тому параметри мікроклімату не повинні перевищувати допустимі величини для теплого періоду року.

Таблиця 6.2

Нормативні значення оптимальних величин мікроклімату

Період року	Оптимальна температура, °C	Оптимальна відносна вологість повітря, %	Оптимальна швидкість руху повітря, м/с
Теплий	20-22	40-60	0,3

Гігієнічне нормування шкідливих речовин проводять по гранично допустимих концентраціях (ГДК, мг/м^3) у відповідності з нормативними документами: для робочих місць визначається гранично допустима концентрація в робочій зоні – ГДК_{рз} згідно ДСН 3.3.6.042-99. Гранично-допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони.

6.2.1 Мікроклімат

Основним нормативним документом, що регламентує параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99. Мікроклімат підстанцій визначається температурою, вологістю, швидкістю руху повітря та тепловим випромінюванням. Роботи з обслуговування технічного обладнання відносяться до категорії Іб за важкістю праці, з енерговитратами до 140-174 Вт. Допустимі норми параметрів мікроклімату в робочій зоні .

6.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони контролюється за гранично допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м^3 . На будівельних об'єктах виникає нетоксичний пил. Під час роботи системи вентиляції та провітрювання у приміщенні може накопичуватися пил та інші шкідливі речовини, які випускаються під час технологічних процесів у цеху та знаходяться у повітрі навколишнього середовища. Відповідні ГДК наведені в таблиці.

Таблиця 6.3

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери, в робочій зоні монтажника

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

- Для забезпечення якості повітря у робочій зоні відповідно до ДСТУ 8828:2019 передбачено такі заходи:
- встановлення пиловідсмоктуючих агрегатів з рукавними фільтрами неподалік від обладнання, щоб очищене повітря надходило безпосередньо до виробничого приміщення.
- проведення контролю за ГДК шкідливих речовин у приміщенні.
- використання як природної, так і штучної вентиляції, організованої і неорганізованої..

6.2.3 Виробниче освітлення

Виробниче освітлення прийнято за ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Для умов, що розглядаються в проєкті: об'єкт розрізнення становить від 0,5 до 1,0 мм (поділki на шкалі манометра тощо), тому розряд зорової роботи IV. Контраст об'єкта з фоном середній, характеристика фону – середній (бетонна підлога, оштукатурені стіни) під розряд “б” та “в”.

Нормовані значення освітленості приймаються за ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

Система природного освітлення (через вікна) відноситься до бокової. Природне освітлення одностороннє і здійснюється через вікна, які орієнтовані на схід.

Нормоване значення КПО для даного виробничого приміщення визначається за формулою

$$e_N = e_n \cdot m_N,$$

де e_n – нормоване значення КПО за ДБН В.2.5-28:2018;

m_N – коефіцієнт світлового клімату; N – номер групи забезпеченості природним світлом.

Виробниче освітлення реалізується за допомогою світлодіодних ламп ЛПО-02, з урахуванням середовища приміщення та висоти підвісу світильників, яка становить 2,5 метра. Для досягнення оптимальних параметрів освітлення робочої зони передбачені такі заходи:

Штучне освітлення має забезпечуватися системою загального рівномірного освітлення, а у випадку необхідності — комбінованим (загальним та місцевим).

6.2.4 Виробничі шум

Підвищений рівень звукового тиску спостерігається під час свердління і пробивання отворів за допомогою перфоратора.

Нормовані рівні звукового тиску (дБ) та рівні шуму (дБА) на робочих місцях відповідно до ДСН 3.3.6.037-99.

Захист від шуму включає в себе:

- використання шумозахисної техніки.
- застосування засобів індивідуального захисту, таких як навушники.

Причиною виникнення вібрації є неврівноважені сили та ударні процеси в механізмах. У цьому випадку вібрація передається від ручних машин або ручного механізованого інструменту, таких як перфоратор та дріль. При імпульсній вібрації з піковим рівнем віброприскорення від 120 до 160 дБ, важливим параметром є кількість вібраційних імпульсів за зміну (годину), залежно від тривалості імпульсу.

Нормативні значення вібрації встановлені згідно з ДСН 3.3.6.039-99 для дії протягом робочого часу 480 хвилин (8 годин). У випадку перевищення цих

нормативів, тривалість впливу вібрації на людину протягом робочої зміни зменшується.

6.2.5 Психофізіологічні фактори

Усі працівники зобов'язані пройти медогляд, носити спецодяг та дотримуватись правил техніки безпеки праці, правил пожежної безпеки та санітарії. Адміністрація зобов'язана організувати медичні огляди працюючих перед початком роботи та регулярно проводити щорічні перевірки. Роботу допускають лише здорові особи, що не мають медичних протипоказань. Умови праці оцінюються згідно з Гігієнічною класифікацією, при монтажних роботах вони відносяться до 2 класу, що означає допустимість умов праці згідно з встановленими нормативами.

Клас умов праці - 2 (середньої важкості). Максимальні енергозатрати організму - 290 Вт. Маса вантажу, який підіймається та переміщується вручну, для чоловіків - до 30 кг. Кількість стереотипних робочих рухів:

- при локальному навантаженні (м'язи кистей та пальців рук) - до 40 000.

- при регіональному навантаженні (м'язи рук та плечового суглоба) - до 20 000.

6.3 Оцінка наслідків вибуху газоповітряної суміші в разі виходу з ладу котельного обладнання

6.3.1 Розрахунок наслідків вибуху газоповітряної суміші в разі виникнення умовної аварії

Розрахунок надлишкового тиску вибуху для горючих газів (ГГ), парів легкозаймистих та горючих рідин (ЛЗР і ГР) виконується в такій послідовності[40].

Густина газу або пари при розрахунковій температурі t_p , $\text{кг} \cdot \text{м}^3$, визначається[40]:

$$\rho_{\text{г.п}} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_p)} = \frac{16}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 27)} = 0,66, \quad (6.1)$$

де M – молярна маса речовини ($M(\text{C}_x\text{O}_y\text{H}_z) = x \cdot M_{\text{C}} + y \cdot M_{\text{O}} + z \cdot M_{\text{H}}$), $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$;

$$M(\text{CH}_4) = 1 \cdot 12 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1},$$

V_0 – мольний об'єм, що дорівнює $22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$;

t_p – розрахункова температура, 27°C (максимально можлива температура повітря в даному приміщенні);

$C_{\text{ст}}$ – стехіометрична концентрація ГГ або парів ЛЗР та ГР, % (об.), що визначається за формулою[40]:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \quad (6.2)$$

де $\beta = n_{\text{c}} + \frac{n_{\text{н}} - n_{\text{x}}}{4} - \frac{n_{\text{o}}}{2}$ – стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції згоряння (при розрахунку β атоми азоту не враховуються);

$$\beta = 1 + \frac{4}{4} = 2,$$

$n_{\text{c}}, n_{\text{н}}, n_{\text{o}}, n_{\text{x}}$ – число атомів С, Н, О та галогенів у молекулі ГГ або парів ГР;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення й неадіабатичність процесу горіння (приймається $K_{\text{н}}=3$).

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 2} = 9,36\%.$$

Масу m , кг , газу, що потрапив до приміщення під час розрахункової аварії, визначаємо за формулою[40]:

$$m = (V_a + V_T) \cdot \rho_{\text{г}}, \quad (6.3)$$

де V_a – об'єм газу, що вийшов з апарата, м^3 ;

V_T – об'єм газу, що вийшов з трубопроводів, м^3 ;

$\rho_{\text{г.п}}$ – густина газу при розрахунковій температурі t_p , $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$, що визначається за формулою (4.3).

При цьому:

$$V_a = \frac{P_1}{P_0} \cdot V = 0,01 \cdot P_1 \cdot V = 0,01 \cdot 2,5 \cdot 1,2 = 3 \text{ м}^3, \quad (6.4)$$

де P_1 – тиск в апараті, 2,5 кПа;

V – об’єм апарата, 1,2 м³;

P_0 – атмосферний тиск, що дорівнює 101,3 кПа.

$$V_T = V_{1T} + V_{2T}, \quad (6.5)$$

де V_{1T} – об’єм газу, що вийшов з трубопроводу до його перекривання, м³;

V_{2T} – об’єм газу, що вийшов з трубопроводу після його перекривання, м³.

$$V_{1T} = q \cdot \tau = 0,007 \cdot 120 = 0,84 \text{ м}^3, \quad (6.6)$$

де q – витрата газу, яку визначають згідно з технологічним регламентом залежно від тиску у трубопроводі, його діаметру, температури газового середовища тощо, 0,007 м³·с⁻¹;

τ – час перекривання (120 с, якщо у режимі автоматики).

$$V_{2T} = 0,01 \cdot \pi \cdot P_2 \cdot (r_1^2 \cdot L_1 + r_2^2 \cdot L_2 + r_n^2 \cdot L_n) = 0,01 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot (0,04^2 \cdot 2 + 0,05^2 \cdot 3 + 0,03^2 \cdot 5) = 0,14 \text{ м}^3, \quad (6.7)$$

де P_2 – максимальний тиск у трубопроводі за технологічним регламентом, 3кПа;

r – внутрішній радіус трубопроводів, $r_1; r_2; r_3 = 0,04; 0,05; 0,03$ м;

L – довжина трубопроводів від аварійного апарата до засувки, $L_1; L_2; L_3 = 2; 3; 5$ м;

P_0 – атмосферний тиск, що дорівнює 101,3 кПа.

Тоді:

$$V_T = 0,84 + 0,14 = 0,98 \text{ м}^3,$$

$$m = (3 + 0,98) \cdot 0,66 = 2,63 \text{ кг}.$$

Надлишковий тиск вибуху ΔP для горючих речовин, які складаються з атомів С, Н, О, N, Cl, Br, I, F визначається за формулою[40]:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{в\text{іл}}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_H} = (900 - 101) \cdot \frac{8,63 \cdot 1,3}{170,1} \cdot \frac{100}{9,36} \cdot \frac{1}{1,1} = 4552 \text{ Па}, \quad (6.8)$$

де P_{max} – максимальний тиск вибуху стехіометричної газоповітряної або пароповітряної суміші у замкнутому об’ємі (приймається 900 кПа);

P_0 – початковий тиск, кПа (приймається 101 кПа);

m – маса ГГ або парів ЛЗР та ГР, що потрапили в результаті розрахункової аварії до приміщення, кг;

Z – коефіцієнт участі ГГ або парів у вибуху, який може бути розрахований на підставі характеру розподілення газів і парів в об'ємі приміщення, $Z=1,3$;

$V_{\text{вільн}}$ – вільний об'єм приміщення, $170,1\text{ м}^3$.

Розрахунок горизонтальних розмірів зон, що обмежують газо- і пароповітряні суміші з концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я (далі – СНКМП), у разі аварійного надходження горючих газів і парів легкозаймистих рідин, не нагрітих вище температури оточуючого середовища, до відкритого простору.

Горизонтальні розміри зони, м, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я ($C_{\text{нкмп}}$), обчислюють за формулами[40]:

- для горючих газів (ГГ):

$$R_{\text{нкмп}} = 14,5632 \cdot \left(\frac{m_{\text{Г}}}{\rho_{\text{Г}} \cdot C_{\text{нкмп}}} \right)^{0,333} = 14,5632 \cdot \left(\frac{2,63}{0,66 \cdot 14} \right)^{0,333} = 9,6 \text{ м}, \quad (6.9)$$

де $m_{\text{Г}}$ – маса ГГ, що надійшли до відкритого простору під час аварійної ситуації, кг;

$\rho_{\text{Г}}$ – густина ГГ при розрахунковій температурі й атмосферному тиску, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$;

$C_{\text{нкмп}}$ – нижня концентраційна межа поширення полум'я ГГ 14 % (об.).

За початок відліку горизонтального розміру зони приймають зовнішні габаритні розміри апаратів, установок, трубопроводів тощо. У всіх випадках значення $R_{\text{нкмп}}$ повинно бути не менше 0,3 м для ГГ і ЛЗР.

6.3.2 Розрахунок інтенсивності теплового випромінювання внаслідок вибуху

Інтенсивність теплового випромінювання розраховуємо для пожежі «вогненна куля». Інтенсивність теплового випромінювання q , $\text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$ обчислюємо за формулою:

$$q = E_f \cdot F_q \psi, \quad (6.10)$$

Де E_f – середньоповерхнева густина теплового потоку випромінювання полум'я, $\text{кВт}\cdot\text{м}^{-2}$, величину E_f приймаємо рівною $450 \text{ кВт}\cdot\text{м}^{-2}$;

F_q – кутовий коефіцієнт опромінення;

ψ – коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу.

Значення F_q обчислюємо за формулою[40]:

$$F_q = \frac{H/D_s + 0,5}{4 \cdot [(H/D_s + 0,5)^2 + (r/D_s)^2]^{1,5}}, \quad (6.11)$$

де H – висота центра «вогняної кулі», м;

D_s – ефективний діаметр «вогняної кулі», м;

r – відстань від об'єкта, що опромінюється, до точки на поверхні землі безпосередньо під центром «вогняної кулі», м.

Ефективний діаметр «вогняної кулі» D_s , м, визначаємо за формулою[40]:

$$D_s = 5,33 \cdot m^{0,327} = 5,33 \cdot 2,63^{0,327} = 7,3 \text{ м}, \quad (6.12)$$

де m – маса горючої речовини, кг.

$$F_q = \frac{3,65/7,3 + 0,5}{4 \cdot [(3,65/7,3 + 0,5)^2 + (5/7,3)^2]^{1,5}} = 0,11$$

Значення H приймаємо рівним $D_s/2$.

Час існування «вогняної кулі» t_s , с, визначаємо за формулою[40]:

$$t_s = 0,92 \cdot m^{0,303} = 0,92 \cdot 2,63^{0,303} = 1,23 \text{ с}. \quad (6.12)$$

Коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу ψ розраховуємо за формулою[40]:

$$\psi = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (\sqrt{r^2 + H^2} - D_s/2)]. \quad (6.13)$$

$$\psi = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (\sqrt{5^2 + 3,75^2} - 7,3/2)] = 0,99$$

Отже, відповідно до отриманих результатів (діаметр вогняної кулі під час спалухування газоповітряної суміші 7,3 м; час її існування 1,23 с; надлишковий тиск 4552 Па; інтенсивність теплового випромінювання $49,1 \text{ кВт}\cdot\text{м}^{-2}$) можна зробити такі висновки:

- від ударної хвилі можливі руйнування засклення, легких перегородок, розкриття легкоскиданих конструкцій та дверей, що не вплине на несучу здатність будівельних конструкцій;

- циркуляційні насоси, розширювальні баки, установка ХВО, контрольно-вимірювальні прилади, пункти управління та кабельні лінії які заходять в приміщенні котельні можуть отримати слабкі руйнування внаслідок дії ударної хвилі;
- теплова ізоляція трубопроводів за час існування вогняної кулі не спалахне.

Також побудовано зону поширення полум'я під час вибуху, яку зображено на рис. 5.1.

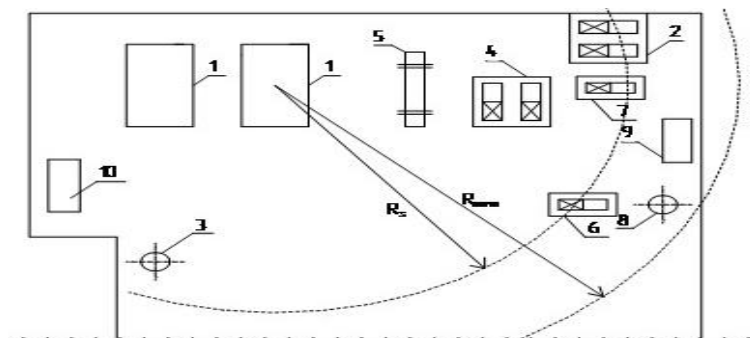


Рис. 5.1 – Зона поширення полум'я під час вибуху (1 - газовий котел; 2,4,6,7 - циркуляційні насоси; 3,8 - розширювальні баки; 5 - теплообмінник; 9 - установка ХВО; 10 - пункт управління)

Пожежна безпека котельні забезпечується: системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту, організаційно-технічними заходами. Тому на газопроводі, що заходить в котельню встановлюється клапан-відсічник, який автоматично перекриває подачу газу за умов загазованості котельні, спрацюванні системи пожежної сигналізації та при відключенні електроживлення котельні. Клапан відкривається одночасно з відновленням подачі електроенергії на блок живлення клапана (за умови відсутності загазованості приміщення котельні). Блок керування та сигналізації встановлені в приміщенні котельні.

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

7.1 Локальний кошторис

Кошторисна документація до магістерської кваліфікаційної роботи складена у відповідності до ДСТУ 1.1.1-2013 «Правила визначення вартості будівництва».

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

Прямі витрати враховують заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів, виробів і конструкцій. Вони визначаються шляхом множення, визначеного за ресурсними елементними кошторисними нормами, кількості трудових та матеріально-технічних ресурсів на відповідні поточні ціни цих ресурсів. В даній роботі визначаються за готовими одиничними розцінками на кожен вид робіт.

Загальновиробничі витрати будівельно-монтажної організації входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Для розрахунку загально - виробничі витрати групуються в три блоки:

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

Кошторисна документація занесена у додаток Р.

7.2 Загальні техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники проекту 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. 7.1

Таблиця 7.1

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 Rсер	роб	12
4	Максимальна кількість робітників	роб	20
5	Кошторисна вартість будівництва системи опалення	тис.грн	253,959
6	Кошторисна вартість будівництва системи гарячого водопостачання	тис.грн	19,849
7	Загальна кошторисна вартість будівництва	тис.грн	273,808
8	Кошторисна трудомісткість	тис.люд/год.	7,146
9	Середній розряд	розряд	4,1

7.3 Висновок

В даному розділі виконано локальні кошториси на проведення таких робіт:

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

Загальна кошторисна вартість проведення робіт становить 273,808 тис. грн.

ВИСНОВКИ

В ході виконання МКР був проведений аналіз технічної та економічної доцільності вибору системи теплопостачання на основі аналітичного огляду та техніко-економічного обґрунтування.

Виконано моделювання теплофізичного розрахунку будівлі. Змодельовано гідравлічний розрахунок системи опалення. Для системи опалення будинку та ГВП, було розраховано надходження сонячної енергії для міста Луцьк, визначені ККД сонячного колектора для різних періодів року, розроблено компоновку геліо системи для забезпечення потреб ГВП.

В організаційно- технічній частині розроблені рекомендації та настанови з монтажу і випробовувань систем, складений календарний план робіт графік руху робітників.

Для ефективної роботи системи було розроблено правила експлуатації та описані можливі неполадки в роботі обладнання та засоби їх усунення.

Було проведено порівняльні розрахунки шкідливих викидів в атмосферу яких можна уникнути завдяки використанню теплового насоса і геліоколекторів в системах опалення та ГВП.

Розроблені заходи по охороні праці при монтажу систем теплопостачання та ГВП.

Були розраховані техніко економічні показники проекту.

Енергоефективна комбінована система теплопостачання житлової будівлі із застосуванням геліопокрівлі та теплових насосів вказує на необхідність впровадження інноваційних технологій у галузі енергоефективності для забезпечення сталого та екологічно чистого теплопостачання житлових будівель. Дослідження показали, що комбінація геліопокрівлі та теплових насосів може значно підвищити енергоефективність системи теплопостачання, знизити викиди шкідливих речовин та допомогти у створенні сталої та екологічно чистої енергетичної системи для житлових будівель. Результати досліджень підтверджують важливість і перспективність подальшого розвитку даної технології для впровадження у практиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ковальов І. О., Ратушний О. В. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії України : навч. посіб. для студ ВНЗСумДУ, 2015. 182 с.
2. Пономарчук І.А., Волошин О.Б. Вентиляція та кондиціювання повітря [текст]/ Вінниця: ВНТУ, 2004.121 с.
3. Ратушняк Г.С., Попова Г.С. Експлуатація систем теплопостачання та вентиляції [текст]. Вінниця: ВДТУ,2000. 122 с.
4. Сонячні колектори [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gravicappa.com.ua/ua/articles/sonyachni-kolektory-yak-ce-pracyuye>.
5. Денисюк С. П., Коцар О. В., Чернецька Ю. В. Енергетична ефективність України : електронне видання. Київ : КПП ім. Ігоря Сікор-ського, 2016. 79 с.
6. Житлові будинки. Основні положення : ДБН В.2.2–15:2019. [чинний від 2019-12-01]. К. : Державні будівельні норми України, 2019. 84 с. – (Національні стандарти України).
7. Буферна ємність в комбінованій системі теплопостачання [Електронний ре-сурс]. – Режим доступу: <https://www.teplobak.com.ua/ua/articles/bufermaya-emkost/>.
8. Пономарчук А.Ф., Пономарчук І.А., Волошин О.Б. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни „Опалення” для студентів напряму підготовки 092 – „Будівництво”. Вінниця: ВНТУ, 2004. 38с.
9. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. [чинний від 2011-11-01]. – Київ, 2011. 127 с. – (Національні стандарти України).
10. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6 – 31:2016. [чинний від 2007-04-11].– К. : Державні будівельні норми України, 2016. 71 с. – (Національні стандарти України).
11. Опалення, вентиляція та кондиціювання : ДБН В.2.5 – 67:2013. [чинний від 2014-01-01]. К. : Державні будівельні норми України, 2013. 141с. – (Національні стандарти України).

12. Житлові будинки. Основні положення : ДБН В.2.2–15:2019. [чинний від 2019-12-01]. К. : Державні будівельні норми України, 2019. 84 с. – (Національні стандарти України).
13. Настанова з налаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового та громадського призначення : ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010. [чинний від 2010-09-01]. Київ, 2010. 45 с. – (Національні стандарти України).
14. Підбір котла [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://baxi.ua/page//produkczija/kondensaczjn-kotli.html>.
15. Підбір розширювального бака [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://reflex.kiev.ua>.
16. Підбір трубопроводів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ua.kan-therm.com/ /system_kan_therm/systems/system_kan_therm_pp.html.
17. Підбір радіаторів [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.termiya.com.ua/articles/66329/>.
18. Закон України «Про теплопостачання» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2633-15>.
19. Правила визначення вартості будівництва: ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 – [Чинний від 2014–01–01]. К.: Мінрегіон, 2014. 96 с. – (Національний стандарт України).
20. Ратушняк Г.С., Попова Г.С. Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання [Текст] : навч. посіб. Вінниця : ВДТУ, 2002. 120 с.
21. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010–Будівельна кліматологія Київ [Чинний від 01.10.2011]. К.: Київ Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010 р. 128 с.
22. ДБН В.2.6-31:2016 "Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dwg.ru/dnl/2196> .
23. ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.vashdom.ru/snip/20405-13/>

30. Ратушняк Г. С., Попова Г.С. Будівельна теплофізика [Текст] : навч. посіб.

для вузів. Вінниця : ВНТУ, 2004. 119 с.

33. Металополімерна труба Valtec [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://valtec.ua/uk/>.

34. Каталоги насосного обладнання Wilo [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://wilo.com/ua>.

35. Каталог Danfoss "Автоматичні і ручні балансувальні клапани " 2018. 96с.

36. Технічний опис Danfoss "Радіаторні терморегулятори RTD" 2000. 60с.

37. Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт/ Р.І.

Кінаш, С.С Жуковський. - Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999. 448 с.

38. Панкевич О.Д. Організація будівництва: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2007. 86 с.

39. Бортовой автомобиль JAC HFC1045K [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://www.gruzoviki.com>.

40. Лебідка вантажопідйомна [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <http://budmash.ua>.

41. Трансформатор зварний ТДМ-300 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: http://npfets.ru/catalog/all_manuf/tdm_300.

43. Механізовані інструменти [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://leg.co.ua/info/instrumenty-i-mehanizmy/elektricheskie-ruchnye-mashiny-i-porohovoy-instrument-dlya-montazha-sistem-avtomatizacii.html>.

44. Сайт компанії Rems: характеристика гідравлічного пресу REMS [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Режим доступу: <http://www.rems.ua>.

45. Сайт компанії Rems: характеристика різьбонарізного приладу «REMS Amigo» [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Режим доступу: <http://www.rems.ua>.

46. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Внутрішні санітарно-технічні роботи (Збірник 15): ДСТУ Б Д.2.4-15:2014. [Чинний від 2014. – 01 – 08]. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. 148 с.

47. ДСН 3.3.6.042–99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

[Електронний ресурс]. Режим доступу:

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>.

48. ДБН В.2.5-28–2018. Природне і штучне освітлення. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_28/1-1-0-1188.

49. ДСН 3.3.6.039–99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Електронний ресурс]. Режим доступу:

http://arm.te.ua/docs/DSN_3.3.6.039-99.pdf.

50. ДБН А.3.2-2–2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945.

51. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 "Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом" [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945.

52. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1–7:2016. К.: Мінрегіон України, 2017. 47 с. – (Національний стандарт України).

55. Лялюк. О.Г. Економіка будівництва: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Вінниця: ВНТУ, 2003. 26с.

56. Опалення, вентиляція та кондиціювання : ДБН В.2.5 – 67:2013. [чинний від 2014-01-01]. К. : Державні будівельні норми України, 2013. 141с. (Національні стандарти України).

57. Житлові будинки. Основні положення : ДБН В.2.2–15:2019. [чинний від 2019-12-01]. К. : Державні будівельні норми України, 2019. – 84 с. – (Національні стандарти України).

58. Альтернативне опалення [Електронний ресурс]. Режим доступу:
<https://tvoeteplo.com.ua/alternatyvne-opalennya/>.
59. Плоскі сонячні колектори BAXI [Електронний ресурс]. Режим доступу:
<http://baxi.ua/page/produkcziya/teplov%D1%96-sonyachn%D1%96-sistemi.html>
60. Підбір бака-акумулятора [Електронний ресурс]. Режим доступу:
<http://kotly.org.ua/baki-akkumuljatory.html>.
61. Типи геліосистем [Електронний ресурс]. Режим доступу:
<https://www.atmosfera.ua/uk/geliosistemi/tipi-geliosistem/>.
62. Підбір балансувальних клапанів [Електронний ресурс]. Режим доступу:
<http://herz.ua/ukr/tovarview/1/260/>.
63. Підбір трубопроводів теплотраси [Електронний ресурс]. Режим доступу:
<https://prom.ua/p593350938-truba-dlya-teplotrass;all.html>.
64. Підбір пластикових вікон [Електронний ресурс]. Режим доступу:
<http://www.iqenergy.org.ua/windows.html>.
65. Підбір циркуляційних насосів [Електронний ресурс]. Режим доступу:
<https://wilo-eswo.com.ua/wilo-top-s>.
66. Продуктивність геліоколектора при різних режимах експлуатації.
[Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.buderus.ua/files/201307161714000>.
67. Зварювальний апарат для поліпропіленових труб. [Електронний ресурс]
Режим доступу: <https://ekoplastik.ua/rsp-2apm>
68. Інверторний зварювальний апарат [Електронний ресурс]. Режим
доступу: <https://www.vdi-ua.com/gysmi/gysmi-207-ac-dc/>
69. Підбір автокрана [Електронний ресурс]. Режим доступу:
http://www.techstory.ua/krans/krantech/ks2561d_tech.htm
70. Розрахунок наслідків вибуху газоповітряної суміші в разі виникнення
умовної аварії. [Електронний ресурс]. Режим доступу:
<http://ovpolischuk.vk.vntu.edu.ua/file/749b2cff6bc0c905ee91cc302fec39fd.pdf>

71. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : ДСН – 3.3.6.042-99. [чинний від 2000-01-19]. Київ, 1999. 34 с. (Державні Санітарні Правила і Норми).
72. Семененко М.А., Проник Б.О., Коц І.В. Ефективні системи теплопостачання офісних та теплопостачання приміщень Вінницького експериментального механічного заводу. XLIX – науково-технічна конференція ВНТУ. Вінниця, 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9652/8039>

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Затверджено:

Завідувач кафедри ІСБ



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА КОМБІНОВАНА СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГЕЛІОПОКРІВЛІ
ТА ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Науковий керівник

к. т. н., проф.

Коц І. В.

Розробив

ст. гр. ТГ-22м

Проник Б.О.

Технічне завдання

Розробити комбіновану систему теплопостачання з використанням теплового насоса та сонячного колектору в будівлі котеджного типу в м. Луцьку, географічна широта 49°19', зона вологості - нормальна.

1. Призначення розробки та місце застосування.

Системи вентиляції та кондиціонування, суміщені із повітряним опаленням призначені для створення нормативних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов в торговельно-адміністративному будівлі.

2. Основа для виконання робіт.

Завдання на магістерську кваліфікаційну роботу затверджено наказом № від «__» _____ 2024 р.

Основою для виконання робіт є архітектурно-будівельні креслення торговельно-адміністративного комплексу.

3. Мета та призначення розробки.

Метою даної роботи є теоретичне обґрунтування та розробка проектних енергоощадних конструктивних рішень для системи створення і забезпечення необхідного мікроклімату із використанням ґрунтового теплового насоса та системи чиллер-фанкойл для житлової будівлі в м. Луцьк.

4. Джерела розробки.

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

5. Технічні вимоги.

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

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010 «Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення ».

6. Вимоги по стандартизації.

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

7. Вимоги з надійності до систем вентиляції та кондиціювання :

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

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

Будівельні — ув'язка з будівельними конструкціями;

Монтажні — забезпечення монтажу систем вентиляції та кондиціювання індустріальними методами;

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

Естетичні — гарне співвідношення з внутрішнім архітектурним оздобленням приміщення.

Вимоги по надійності викладені ДСТУ Б В.2.8-8-96 Обов'язковими є показники:

- Середня виробка обладнання на відмову, яка складає не менше 10 років
- Середній повний строк служби не менше 20 років
- Оцінку відповідності показників надійності – середню виробку обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом у відповідності з ДСТУ 3004-95.

- на вироби повинні бути встановлені строки експлуатації

8. Ергономічні вимоги:

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

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

9. Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

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

10. Порядок розробки випробування, приймання систем опалення та гарячого водопостачання:

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

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

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

11. Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

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

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

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

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

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

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ
ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Енергоефективна комбінована система теплопостачання житлової будівлі із застосуванням геліопокрівлі та теплових насосів.

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БЛР, МКР)

Підрозділ кафедра ІСБ, ФБЦЕІ

(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 81,5 % Схожість 18,5 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):



1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.



2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.



3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Слободян Н.М.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Проник Б.О.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

Коц І.В.

(прізвище, ініціали)

Таблиця В.1 Розрахунок тепловтрат приміщень

№ приміщення	Признач.	t	наймен. огород.	Орієн-тац	R	розрах. зовн. t	попр. коеф.	Δt	h	a	площа огор.	k	основні тепл.		Додаткові тепловтрати		заг.м н.	тепло-втрати на вентиляц.	тепло-втрати	Сумарні тепло-втрати
		С			$\frac{m^2}{^\circ C/B}$ т	С			М	М	m^2	$\frac{Вт/м}{2^\circ C}$		орієнт.	вітер	і н ш і		Вт	Вт	Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
101	Хол	18	ЗС	Пд	3,45	-21	1	39	2,5	1	2,50	0,29	28,3	0	5	0	1,05	325,9	29,7	611,1
		18	ВС	-	0,60	16	1	2	2,5	4,04	10,10	1,67	33,7	0	0	0	1		33,7	
		18	ВС	-	0,60	-16	1	34	2,5	1,44	3,60	1,67	204,4	0	0	0	1		204,4	
		18	ПД	-	5,26	-21	0,6	39	1	2	2,00	0,19	14,8	0	0	0	0,6		8,9	
		18	ПД	-	7,69	-21	0,6	39	1	2	2,00	0,13	10,1	0	0	0	0,6		6,1	
		18	ПД	-	11,11	-21	0,6	39	1	1,1	1,10	0,09	3,9	0	0	0	0,6		2,3	

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
102	Кінозал	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,5	5,65	13,6 8	0,29	16 2,6	0	5	5	1 , 1	780,7	17 8,9	1385,1
		20	В	Пд	0,43	-21	1	41	0,5	0,9	0,45	2,30	42, 4	0	5	0	1 , 0 5		44, 6	
		20	ВС	-	0,60	15	1	5	2,5	5,65	14,1 3	1,67	11 7,9	0	0	0	1		11 7,9	
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,5	4	10,0 0	0,29	11 8,9	5	5	5	1 , 1 5		13 6,7	
		20	ПД	-	5,26	-21	0,6	41	9,6 5	2	19,3 0	0,19	15 0,3	0	0	0	0 , 6		90, 2	
		20	ПД	-	7,69	-21	0,6	41	5,6 5	2	11,3 0	0,13	60, 2	0	0	0	0 , 6		36, 1	
103	Тренажерний зал	15	ЗС	Пд Зх	3,45	-21	1	36	2,5	1,96	4,45	0,29	46, 5	0	5	5	1 , 1	1187,1	51, 1	1938,0
		15	В	Пд Зх	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37, 3	0	5	0	1 , 0 5		39, 1	

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		15	3С	3х	3,45	-21	1	36	2,5	1,7	3,80	0,29	39,7	5	5	5	1,15		45,6	
		15	В	3х	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	5	5	0	1,1		41,0	
		15	3С	Пн 3х	3,45	-21	1	36	2,5	1,96	4,45	0,29	46,5	10	5	5	1,2		55,7	
		15	В	Пн 3х	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	10	5	0	1,5		42,8	
		15	3С	Пн	3,45	-21	1	36	2,5	8,4	20,5 5	0,29	21 4,5	10	5	5	1,2		25 7,5	
		15	В	Пн	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	10	5	0	1,5		42,8	
		15	ПД	-	5,26	-21	0,6	36	14, 02	2	28,0 4	0,19	19 1,8	0	0	0	0,6		11 5,1	
		15	ПД	-	7,69	-21	0,6	36	10, 02	2	20,0 4	0,13	93, 8	0	0	0	0,6		56, 3	
		15	ПД	-	11,11	-21	0,6	36	8,4	0,23	1,93	0,09	6,3	0	0	0	0,6		3,8	

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
106(1)	розд'яг-16)	18	ЗС	Пн	3,45	-21	1	39	2,5	2,591	6,48	0,29	73,3	10	5	5	1,2	161,3	87,9	353,6
		18	ЗС	Сх	3,45	-21	1	39	2,5	1,9	4,75	0,29	53,7	10	5	5	1,2		64,5	
		18	ПД	-	5,26	-21	0,6	39	4,491	2	8,98	0,19	66,6	0	0	0	0,6		39,9	
106(2)	розд'яг-16)	18	ЗС	Сх	3,45	-21	1	39	2,5	1,1	2,75	0,29	31,1	10	5	0	1,15	253,3	35,8	553,9
		18	ВС	-	0,60	20	1	-2	2,5	7,2	18,00	1,67	-60,1	0	0	0	1		-60,1	
		18	ВС	-	0,60	-16	1	34	2,5	2,1	5,25	1,67	298,1	0	0	0	1		298,1	
		18	ПД	-	5,26	-21	0,6	39	1,1	2	2,20	0,19	16,3	0	0	0	0,6		9,8	
		18	ПД	-	7,69	-21	0,6	39	2,7	2	5,40	0,13	27,4	0	0	0	0,6		16,4	
		18	ПД	-	11,11	-21	0,6	39	2,7	0,1	0,27	0,09	0,9	0	0	0	0,6		0,6	

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
106(3)	роздяг- 16)	18	ЗС	Сх	3,45	-21	1	39	2,5	0,9	2,25	0,29	25, 4	10	5	0	1 , 1 5	51,3	29, 3	568,7
		18	ВС	-	0,60	-16	1	34	2,5	2	5,00	1,67	28 3,9	0	0	0	1		28 3,9	
		18	ПД	-	5,26	-21	0,6	39	0,9	2	1,80	0,19	13, 3	0	0	0	0 , 6		8,0	
		18	ВС	-	0,60	-16	1	34	2,5	2	5,00	1,67	28 3,9	0	0	0	1		28 3,9	
		18	ВС	-	0,60	25	1	-7	2,5	3	7,50	1,67	- 87, 7	0	0	0	1		- 87, 7	
108	котельня (-16)	14	ЗС	Сх	3,45	-21	1	35	2,5	1,44	1,40	0,29	14, 2	10	5	0	1 , 1 5	165,7	16, 3	150,8
		14	Д	Сх	0,58	-21	1	35	2,2	1	2,20	1,72	13 2,4	10	5	0	1 , 1 5		15 2,3	
		14	ПД	-	5,26	-21	0,6	35	1,4 4	0,75	1,08	0,19	7,2	0	0	0	0 , 6		4,3	
		14	ПД	-	7,69	-21	0,6	35	1,4 4	2	2,88	0,13	13, 1	0	0	0	0 , 6		7,9	

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		14	ПД	-	11,11	-21	0,6	35	1,4 4	2	2,88	0,09	9,1	0	0	0	0,6		5,4	
		14	П	-	3,70	24	1	-10	3,5	1,557 1	5,45	0,27	-14, 7	0	0	0	1		-14, 7	
		14	ВС	-	0,60	16	1	-2	2,5	3,9	9,75	1,67	-32, 6	0	0	0	1		-32, 6	
		14	ВС	-	0,60	18	1	-4	2,5	3,44	8,60	1,67	-57, 4	0	0	0	1		-57, 4	
		14	ВС	-	0,60	25	1	-11	2,5	2,1	5,25	1,67	-96, 4	0	0	0	1		-96, 4	
109	техн. приміще ння	16	ЗС	Сх	3,45	-21	1	37	2,5	4,3	10,7 5	0,29	11 5,3	10	5	5	1 , 2	421,5	13 8,4	868,1
		16	ЗС	Пд	3,45	-21	1	37	2,5	3,1	7,75	0,29	83, 2	0	5	5	1 , 1		91, 5	
		16	ВС	-	0,60	-16	1	32	2,5	1,5	3,75	1,67	20 0,4	0	0	0	1		20 0,4	
		16	ПД	-	5,26	-21	0,6	37	1	2	2,00	0,19	14, 1	0	0	0	0,6		8,4	
		16	ПД	-	7,69	-21	0,6	37	1	2	2,00	0,13	9,6	0	0	0	0,6		5,8	

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		16	ПД	-	11,11	-21	0,6	37	1	1,1	1,10	0,09	3,7	0	0	0	0,6		2,2	
110	техн. приміще ння	16	ЗС	Зх	3,45	-21	1	37	2,5	1,82	4,55	0,29	48,8	5	5	5	1,15	385,6	56,1	822,9
		16	ЗС	Пд	3,45	-21	1	37	2,5	3,8	9,50	0,29	101,9	0	5	5	1,1		112,1	
		16	ВС	-	0,60	20	1	-4	2,5	3,83	9,58	1,67	-64,0	0	0	0	1		-64,0	
		16	ВС	-	0,60	-16	1	32	2,5	2,2	5,50	1,67	293,9	0	0	0	1		293,9	
		16	ПД	-	5,26	-21	0,6	37	1	2	5,62	0,19	39,5	0	0	0	0,6		23,7	
		16	ПД	-	7,69	-21	0,6	37	1	2	3,80	0,13	18,3	0	0	0	0,6		11,0	
		16	ПД	-	11,11	-21	0,6	37	1	0,3	2,20	0,09	7,3	0	0	0	0,6		4,4	
106(4)	роздяг- 16)	18	ЗС	Пн	3,45	-21	1	39	2,5	1,35	3,38	0,29	38,2	10	5	0	1,15	55,2	43,9	68,1

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		18	ПД	-	5,26	-21	0,6	39	1,6	1,35	2,16	0,19	16,0	0	0	0	0,6		9,6	
		18	ВС	-	0,33	20	1	-2	2,5	2,71	6,78	3,00	-40,7	0	0	0	1		-40,7	
		18	ВС	-	0,33	18	1	0	2,5	1,35	3,38	3,00	0,0	0	0	0	1		0,0	
																				7101,3
202	Тамбур	18	ЗС	ПД	3,45	-21	1	39	2,7	2,7	2,89	0,29	32,7	0	5	0	1,05	114,6	34,3	488,9
		18	Д	ПД	0,53	-21	1	39	2,2	2	4,40	1,89	32,3,8	0	5	0	1,05		34,0,0	
203	Хол	18	ЗС	ПД	3,45	-21	1	39	2,7	1,5	2,55	0,29	28,8	0	5	0	1,05	652,6	30,3	1061,5
		18	В	ПД	0,43	-21	1	39	1,5	1	1,50	2,30	13,4,6	0	5	0	1,05		14,1,3	
		18	ВС		0,60	5	1	13	2,7	4,05	10,94	1,67	23,7,4	0	0	0	1		23,7,4	
204	Вітальня	20	ЗС	ПД	3,45	-21	1	41	2,7	2,84	6,02	0,29	71,6	0	5	5	1,1	418,9	78,7	957,3

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		20	В	Пд	0,43	-21	1	41	1,1	1,5	1,65	2,30	15 5,6	0	5	0	1 , 0 5		16 3,4	
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,7	4	9,15	0,29	10 8,8	5	5	5	1 , 1 5		12 5,1	
		20	В	Зх	0,43	-21	1	41	1,1	1,5	1,65	2,30	15 5,6	5	5	0	1 , 1		17 1,2	
205	Вітальня -столова	20	ЗС	Пд Зх	3,45	-21	1	41	2,7	1,96	3,64	0,29	43, 3	0	5	5	1 , 1 1	1460,2	47, 6	2747,8
		20	В	Пд Зх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	15 5,6	0	5	0	1 , 0 5		16 3,4	
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,7	1,7	2,94	0,29	35, 0	5	5	5	1 , 1 5		40, 2	
		20	В	Зх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	15 5,6	5	5	0	1 , 1		17 1,2	
		20	ЗС	Пн Зх	3,45	-21	1	41	2,7	1,96	3,64	0,29	43, 3	10	5	5	1 , 2		52, 0	

Продовження таблиці В.1

[illegible]

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
208	Ванна-кімната	24	3С	Сх	3,45	-21	1	45	2,7	1,56	4,21	0,29	55,0	10	5	0	1,15	223,2	63,2	841,7
		24	П	-	0,38	-16	1	40	-	-	5,45	0,27	58,9	0	0	0	1		58,9	
		24	ВС	-	0,60	5	1	19	2,7	3,9	10,53	1,67	334,1	0	0	0	1		334,1	
		24	ВС	-	0,60	18	1	6	2,7	2	5,40	1,67	54,1	0	0	0	1		54,1	
		24	ВС	-	0,60	16	1	8	2,7	3	8,10	1,67	108,2	0	0	0	1		108,2	
209	Гараж	5	3С	Пн	3,45	-21	1	26	2,7	4,3	11,61	0,29	87,5	10	5	5	1,2	638,0	105,0	1938,8
		5	3С	Сх	3,45	-21	1	26	2,7	1,65	4,46	0,29	33,6	10	5	5	1,2		40,3	
		5	3С	3х	0,78	-21	1	26	2,7	1,82	4,91	1,29	164,8	5	5	5	1,5		189,5	
		5	3С	Пд	0,44	-21	1	26	2,7	7,15	3,21	2,29	190,8	0	5	5	1,1		209,9	
		5	Д	Пд	0,58	-21	1	26	2,3	7	16,10	1,72	720,0	0	5	0	1,05		756,0	

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
																				8987,5
301	Хол	18				-21											1			
		ЗС	Пд	3,45		1	39	2,7	1	2,70	0,29	30,5	0	5	0	0	5	240,6	32,1	497,4
		18	СТ	-	1,18	-21	1	39	-	-	6,78	0,85	224,8	0	0	0	1		224,8	
302	Спальня	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,7	6,15	14,96	0,29	177,8	0	5	5	1	896,8	195,6	2538,4
		20	В	Пд	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	155,6	0	5	0	1		163,4	
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,7	4,5	10,50	0,29	124,8	5	5	5	1		143,6	
		20	В	Зх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	155,6	5	5	0	1		171,2	
		20	ЗС	Сх	3,45	-21	1	41	2,7	0,5	1,35	0,29	16,1	10	5	5	1		19,3	
		20	ЗС	Пн	3,45	-21	1	41	2,7	0,5	1,35	0,29	16,1	10	5	5	1		19,3	

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		20	BC	-	0,33	18	1	2	2,7	5,65	15,2 6	3,00	91, 5	0	0	0	1		91, 5	
		20	CT	-	1,18	-21	1	41	-	-	24,0 4	0,85	83 7,8	0	0	0	1		83 7,8	
303	Гардеробна	16	3C	3x	3,45	-21	1	37	2,7	4,22	11,3 9	0,29	12 2,3	5	5	5	1 , 1 5	512,7	14 0,6	913,9
		16	3C	Пн	3,45	-21	1	37	2,7	3,36	9,07	0,29	97, 3	10	5	5	1 , 2		11 6,8	
		16	BC	-	0,33	22	1	-6	2,7	4,8	12,9 6	3,00	- 23 3,3	0	0	0	1		- 23 3,3	
		16	BC	-	0,60	20	1	-4	2,7	5,65	15,2 6	1,67	- 10 1,9	0	0	0	1		- 10 1,9	
		16	CT	-	1,18	-21	1	37	-	-	15,2 3	0,85	47 9,0	0	0	0	1		47 9,0	
304	Дитяча	22	3C	Пн	3,45	-21	1	43	2,7	5,5	14,8 5	0,29	18 5,2	10	5	0	1 , 1 5	600,2	21 3,0	1535,8
		22	BC	-	0,33	18	1	4	2,7	5	13,5 0	3,00	16 2,0	0	0	0	1		16 2,0	
		22	CT	-	1,18	-21	1	43	-	-	15,3 4	0,85	56 0,7	0	0	0	1		56 0,7	

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
305	Дитяча	22	ЗС	Сх	3,45	-21	1	43	2,7	4,22	9,74	0,29	12 1,5	10	5	5	1 , 2	705,4	14 5,8	1905,0
		22	В	Сх	0,43	-21	1	43	1,5	1,1	1,65	2,30	16 3,2	10	5	0	1 , 1 5		18 7,7	
		22	ЗС	Пн	3,45	-21	1	43	2,7	4,4	11,8 8	0,29	14 8,1	10	5	5	1 , 2		17 7,8	
		22	ЗС	Пд	3,45	-21	1	43	2,7	0,5	1,35	0,29	16, 8	0	5	5	1 , 1		18, 5	
		22	ВС	-	0,60	20	1	2	2,7	1,2	3,24	1,67	10, 8	0	0	0	1		10, 8	
		22	СТ	-	1,18	-21	1	43	-	-	18,0 3	0,85	65 9,0	0	0	0	1		65 9,0	
306	Ванна- кімната	25	ЗС	Сх	3,45	-21	1	46	2,7	1,56	4,21	0,29	56, 2	10	5	0	1 , 1 5	275,4	64, 6	629,9
		25	ВС	-	0,60	20	1	5	2,5	1,56	3,90	1,67	32, 6	0	0	0	1		32, 6	
		25	СТ	-	1,18	-21	1	46	-	-	6,58	0,85	25 7,3	0	0	0	1		25 7,3	
307	Спальня	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,7	7,65	19,0 1	0,29	22 6,0	0	5	5	1 , 1	1069,2	24 8,6	2986,9

Продовження таблиці В.1

[illegible]

Таблиця Г.1- Розрахунок теплих підлог у приміщеннях

Питоме навантаження q , Вт	Темп. Підлоги $T_{\text{під}}$, °C	Середня температура теплоносія $T_{\text{ср}}$, °C	t_1 , oC	t_2 , oC	Витрати теплоносія G , кг/с	Швидкість теплоносія V , м/с	Довжина труб L , м
73,53790614	24	30,27057726	32,770577	27,77058	0,029190351	0,258253523	33,24
80,01733102	26,8	33,62307782	36,123078	31,12308	0,06616193	0,585349295	69,24
57,03354915	19,8	24,66325074	27,163251	22,16325	0,092572247	0,819007245	135,92
157,6980817	25,3	38,74691543	41,246915	36,24692	0,09031765	0,799060319	47,96
64,76510067	23,8	29,32252013	31,82252	26,82252	0,050704562	0,448594525	65,56
117,1725826	26,8	36,79130612	39,291306	34,29131	0,045727251	0,404559151	32,68
76,37020567	26,4	32,91208744	35,412087	30,41209	0,131253881	1,161232253	143,92
68,99927484	21,2	27,08356817	29,583568	24,58357	0,045450203	0,402108046	55,16
98	33,2	41,55646	44,05646	39,05646	0,0255123	0,225712987	21,8
95,72948328	33	41,16285304	43,662853	38,66285	0,030088369	0,266198485	26,32
							631,8

Таблиця Д.1 - Дані гідравлічного розрахунку

№	Q, Вт	G, кг/год	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	RL, Па	$\Sigma \xi$	Pд	Z, Па	RL+Z, Па	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	30881,7	1327,6	0,6	32x3	0,7	210	126,0	12,0	245,0	2940,0	3066,0	0,368781
2	27194,5	1169,1	1,9	32x3	0,6	161	305,9	5	180,0	900,0	1205,9	0,324749
3	24364,9	1047,5	3	32x3	0,57	144	432,0	6,5	162,5	1055,9	1487,9	0,290959
4	10377,4	446,1	3	26x3	0,39	105	315,0	5	76,1	380,3	695,3	0,123924
5	6022,7	258,9	12,7	20x2	0,33	105	1333,5	7	54,5	381,2	1714,7	0,071921
6	4529,25	194,7	7,7	20x2	0,27	70	539,0	9,5	36,5	346,3	885,3	0,054087
7	3035,8	130,5	9	16x2	0,32	140	1260,0	9,5	51,2	486,4	1746,4	0,036253
8	2538,4	109,1	7,9	16x2	0,26	101	797,9	3,5	33,8	118,3	916,2	0,030313
9	1269,2	54,6	5,3	16x2	0,12	27	143,1	12	7,2	86,4	229,5	0,015156
10	1269,2	54,6	5,3	16x2	0,12	27	143,1	12	7,2	86,4	229,5	0,015156
11	2538,4	109,1	7,9	16x2	0,26	101	797,9	3,5	33,8	118,3	916,2	0,030313
12	3035,8	130,5	9	16x2	0,32	140	1078,0	9,5	51,2	486,4	1564,4	0,036253
13	4529,25	194,7	7,7	20x2	0,27	70	889,0	9,5	36,5	346,3	1235,3	0,054087
14	6022,7	258,9	12,7	20x2	0,33	105	315,0	7	54,5	381,2	696,2	0,071921
15	10377,4	446,1	3	26x3	0,39	105	315,0	5	76,1	380,3	695,3	0,123924
16	24364,9	1047,5	3	32x3	0,57	144	273,6	6,5	162,5	1055,9	1329,5	0,290959
17	27194,5	1169,1	1,9	32x3	0,6	161	96,6	5	180,0	900,0	996,6	0,324749
18	30881,7	1327,6	0,6	32x3	0,7	210	126,0	12,0	245,0	2940,0	3066,0	0,368781
											22676,0	0
Відгалуження												0
19	3677,2	158,1	7	16x2	0,39	205	1435,0	9,5	76,1	722,5	2157,5	0,043912
20	2819,1	121,2	8,1	16x2	0,28	120	972,0	5	39,2	196,0	1168,0	0,033665
21	1996,2	85,8	7,2	16x2	0,22	75	540,0	6,5	24,2	157,3	697,3	0,023838
22	1385,1	59,5	2,2	16x2	0,13	29	63,8	2	8,5	16,9	80,7	0,01654
23	1385,1	59,5	2,2	16x2	0,13	29	63,8	2	8,5	16,9	80,7	0,01654

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24	1996,2	85,8	7,2	16x2	0,22	75	540,0	6,5	24,2	157,3	697,3	0,023838
25	2819,1	121,2	8,1	16x2	0,28	120	972,0	5	39,2	196,0	1168,0	0,033665
26	3677,2	158,1	7	16x2	0,39	205	1435,0	9,5	76,1	722,5	2157,5	0,043912
											8207,0	0
Відгалуження												0
27	10288,2	442,3	4,6	26x3	0,38	101	464,6	5	72,2	361,0	825,6	0,122859
28	8349,4	358,9	4,6	20x2	0,5	212	975,2	3,5	125,0	437,5	1412,7	0,099706
29	7507,7	322,8	1,9	20x2	0,45	176	142,5	11,5	24,2	278,3	420,8	0,089655
30	2507,7	107,8	2,7	16x2	0,26	101	272,7	3,5	33,8	118,3	391,0	0,029946
31	2018,8	86,8	6,4	16x2	0,22	75	480,0	11,5	24,2	278,3	758,3	0,024108
32	2018,8	86,8	6,4	16x2	0,22	75	480,0	11,5	24,2	278,3	758,3	0,024108
33	2507,7	107,8	2,7	16x2	0,26	101	272,7	3,5	33,8	118,3	391,0	0,029946
34	7507,7	322,8	1,9	20x2	0,45	176	334,4	11,5	101,3	1164,4	1498,8	0,089655
35	8349,4	358,9	4,6	20x2	0,5	212	975,2	3,5	125,0	437,5	1412,7	0,099706
36	10288,2	442,3	4,6	26x3	0,38	101	464,6	5	72,2	361,0	825,6	0,122859
											8694,8	0
Відгалуження												0
37	4354,7	187,2	2,3	16x2	0,44	250	575,0	5	96,8	484,0	1059,0	0,052003
38	2449,7	105,3	12,7	16x2	0,26	100	1270,0	8	33,8	270,4	1540,4	0,029254
39	913,9	39,3	5,5	16x2	0,09	10	55,0	12	4,1	48,6	103,6	0,010914
40	913,9	39,3	5,5	16x2	0,09	10	55,0	12	4,1	48,6	103,6	0,010914
41	2449,7	105,3	12,7	16x2	0,26	100	1270,0	8	33,8	270,4	1540,4	0,029254
42	4354,7	187,2	2,3	16x2	0,44	250	575,0	5	96,8	484,0	1059,0	0,052003
											5406,0	0
Відгалуження												0
43	3699,3	159,0	12,6	16x2	0,39	205	2583,0	3,5	76,1	266,2	2849,2	0,044176

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
44	3699,3	159,0	12,6	16x2	0,39	205	2583,0	3,5	76,1	266,2	2849,2	0,044176
											5698,4	0
Відгалуження												0
45	2829,6	121,6	12,6	16x2	0,3	130	1638,0	3,5	45,0	157,5	1795,5	0,03379
46	2829,6	121,6	12,6	16x2	0,3	130	1638,0	3,5	45,0	157,5	1795,5	0,03379
											3591,0	0

ДОДАТОК Ж

Таблиця Н.1 - Технічні характеристики алюмінієвого секційного радіатора
Nova Florida FONDITAL 500/100

Назва параметра	Од. вим.	Значення
Номінальний тепловий потік однієї секції при тепловому напорі 70 °С	Вт	196,2
Те ж при напорі 50 °С	Вт	125,71
Робочий тиск	МПа	1,6
Руйнівний тиск	МПа	2,4
Максимально допустима температура теплоносія	°С	120
Інтервал водневого показника теплоносія	рН	6,5 – 9
Внутрішній об'єм секції	л	0,42
Маса однієї секції	кг	1,57
Відстань між осями приєднувальних трубопроводів	мм	500
Висота секції	мм	577
Ширина секції		80
Глибина секції		97
Площа зовнішньої поверхні нагріву	м ²	0,426
Номінальний коефіцієнт тепловіддачі	Вт/(м ² °С)	6,579
Приєднувальна різь	-	G 1"
Кліматичне виконання	-	УХЛ
Умови експлуатації по ГОСТ 15150	-	1
Термін служби	років	50

Двоповерхова будівля котеджного типу

Локальний кошторис на будівельні роботи № 1-1-1
на Двоповерхова будівля котеджного типу
Двоповерхова будівля котеджного типу

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість
Кошторисна трудомісткість
Кошторисна заробітна плата
Середній розряд робіт

273,808 тис. грн.
7,146 тис.люд.-год.
157,421 тис. грн.
4,1 розряд

Складений в поточних цінах станом на "18 квітня" 2024 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розділ 1. Система опалення											
1	E18-22-2	Установлення манометрів з триходовим краном	комплект	3	<u>11,29</u> 7,74	<u>-</u> -	34	23	<u>-</u> -	<u>0,36</u> -	<u>1,08</u> -
2	E26-8-1	Ізоляція трубопроводів діаметром до 76 мм шнурами мінераловатними, товщина ізоляційного шару 40 мм	10м	21	<u>156,62</u> 143,53	<u>7,84</u> 2,44	3289	3014	<u>165</u> 51	<u>6,78</u> 0,1463	<u>142,38</u> 3,07
3	E16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів систем опалення, водопроводу і гарячого водопостачання діаметром до 50 мм	100м	25,85	<u>222,55</u> 207,31	<u>4,28</u> 0,24	5753	5359	<u>111</u> 6	<u>8,22</u> 0,015	<u>212,49</u> 0,39
4	E18-13-1	Установлення насосів відцентрових з електродвигуном, маса агрегату до 0,1 т	шт	1	<u>639,29</u> 429,38	<u>33,37</u> 8,71	639	429	<u>33</u> 9	<u>21,32</u> 0,5002	<u>21,32</u> 0,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	E16-15-1	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 25 мм	шт	14	<u>78,90</u> 49,12	<u>11,65</u> 2,61	1105	688	<u>163</u> 37	<u>2,41</u> 0,1561	<u>33,74</u> 2,19
6	E16-15-2	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм	шт	5	<u>82,48</u> 49,12	<u>16,71</u> 3,23	412	246	<u>84</u> 16	<u>2,41</u> 0,1814	<u>12,05</u> 0,91
7	E18-22-5	Установлення кранів повітряних	комплект	13	<u>5,22</u> 4,42	<u>-</u> -	68	57	<u>-</u> -	<u>0,2</u> -	<u>2,6</u> -
8	E18-6-2	Установлення радіаторів сталевих	100кВт	0,13	<u>3270,76</u> 1883,16	<u>408,16</u> 127,21	425	245	<u>53</u> 17	<u>96,92</u> 7,4618	<u>12,6</u> 0,97
9	E16-14-1	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 20 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	8,09	<u>7367,18</u> 5693,88	<u>1027,38</u> 398,95	59600	46063	<u>8312</u> 3228	<u>268,96</u> 24,7574	<u>2175,89</u> 200,29
10	E16-14-2	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 25 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,66	<u>5603,70</u> 4478,73	<u>645,80</u> 246,79	3698	2956	<u>426</u> 163	<u>211,56</u> 15,2947	<u>139,63</u> 10,09
11	E16-14-3	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 32 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,06	<u>4638,03</u> 3645,47	<u>399,58</u> 147,99	278	219	<u>24</u> 9	<u>172,2</u> 9,1445	<u>10,33</u> 0,55
12	E16-14-4	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 40 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,12	<u>6101,61</u> 4860,63	<u>480,23</u> 180,34	732	583	<u>58</u> 22	<u>229,6</u> 11,1495	<u>27,55</u> 1,34
13	E18-15-1	Установлення гребінок пароводорозподільних зі сталевих труб, зовнішній діаметр корпусу 108 мм	шт	2	<u>788,89</u> 234,68	<u>20,34</u> 5,30	1578	469	<u>41</u> 11	<u>11,25</u> 0,3054	<u>22,5</u> 0,61
14	E16-14-3	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 32 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	16	<u>4638,03</u> 3645,47	<u>399,58</u> 147,99	74208	58328	<u>6393</u> 2368	<u>172,2</u> 9,1445	<u>2755,2</u> 146,31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	E16-11-1	Прокладання трубопроводів обв'язки котлів, водонагрівників та насосів зі сталевих безшовних і електрозварних труб діаметром до 40 мм	100м	0,12	<u>1453,02</u> 1337,83	<u>94,42</u> 27,19	174	161	<u>11</u> 3	<u>61,34</u> 1,5628	<u>7,36</u> 0,19
16	E18-5-1	Установлення водопідігрівників ємкісних місткістю до 1 м3	шт	2	<u>975,35</u> 442,68	<u>106,32</u> 28,72	1951	885	<u>213</u> 57	<u>21,98</u> 1,6551	<u>43,96</u> 3,31
17	E18-3-1	Установлення водопідігрівників швидкісних односекційних поверхнею нагріву однієї секції до 4 м2	шт	1	<u>731,39</u> 290,37	<u>109,48</u> 30,82	731	290	<u>109</u> 31	<u>13,92</u> 1,8316	<u>13,92</u> 1,83
18	E18-2-1	Установлення котлів сталевих жаротрубних пароводогрійних на твердому паливі теплопродуктивністю до 0,21 МВт [0,18 Гкал/год]	шт	1	<u>2566,53</u> 1537,47	<u>398,67</u> 118,32	2567	1537	<u>399</u> 118	<u>75,44</u> 6,9236	<u>75,44</u> 6,92
Разом прямі витрати по розділу 1							157242	121552	<u>16595</u> 6146		<u>5710,04</u> 379,47
Разом будівельні роботи, грн.							157242				
в тому числі:							19095				
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							127698				
всього заробітна плата, грн.							96717				
Загальновиробничі витрати, грн.							633,13				
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.							20471				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							253959				

Всього по розділу 1							253959				
Розділ 2. Система гарячого водопостачання											
19	E18-22-2	Установлення манометрів з триходовим краном	комплект	2	<u>11,29</u> 7,74	- -	23	15	- -	<u>0,36</u> -	<u>0,72</u> -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	E26-1-1	Ізоляція трубопроводів діаметром 25 мм конструкціями теплоізоляційними комплектними на основі циліндрів мінераловатних на синтетичному зв'язуючому, товщина ізоляційного шару 40 мм	10м	26,2	<u>244,41</u> 196,08	<u>11,41</u> 3,55	6404	5137	<u>299</u> 93	<u>9,12</u> 0,2128	<u>238,94</u> 5,58
21	E18-3-1	Установлення водопідігрівників швидкісних односекційних поверхнею нагріву однієї секції до 4 м2	шт	1	<u>731,39</u> 290,37	<u>109,48</u> 30,82	731	290	<u>109</u> 31	<u>13,92</u> 1,8316	<u>13,92</u> 1,83
22	E18-13-1	Установлення насосів відцентрових з електродвигуном, маса агрегату до 0,1 т	шт	1	<u>639,29</u> 429,38	<u>33,37</u> 8,71	639	429	<u>33</u> 9	<u>21,32</u> 0,5002	<u>21,32</u> 0,5
23	E16-15-2	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм	шт	6	<u>82,48</u> 49,12	<u>16,71</u> 3,23	495	295	<u>100</u> 19	<u>2,41</u> 0,1814	<u>14,46</u> 1,09
24	E16-6-1	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 15 мм	100м	0,22	<u>5809,40</u> 1004,89	<u>109,82</u> 28,60	1278	221	<u>24</u> 6	<u>48,71</u> 1,6512	<u>10,72</u> 0,36
25	E16-6-2	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 20 мм	100м	0,32	<u>6298,38</u> 1004,89	<u>109,82</u> 28,60	2015	322	<u>35</u> 9	<u>48,71</u> 1,6512	<u>15,59</u> 0,53
26	ГК1-2-1	Монтаж опорної конструкції і устаткування сонячних колекторів	10 м2	0,9	<u>2688,17</u> 1272,08	<u>112,70</u> 29,01	2419	1145	<u>101</u> 26	<u>65,47</u> 1,6751	<u>58,92</u> 1,51
		Разом прямі витрати по розділу 2					14004	7854	<u>701</u> 193		<u>374,59</u> 11,4
		Разом будівельні роботи, грн.					14004				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					5449				
		всього заробітна плата, грн.					8047				
		Загальновиробничі витрати, грн.					5845				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					37,27				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					1205				
		Всього будівельні роботи, грн.					19849				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

		Всього по розділу 2					19849				
		Разом прямі витрати по кошторису					171246	129406	<u>17296</u>		<u>6084,63</u>
									6339		390,87
		Разом будівельні роботи, грн.					171246				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					24544				
		всього заробітна плата, грн.					135745				
		Загальновиробничі витрати, грн.					102562				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.					670,4				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					21676				
		Всього будівельні роботи, грн.					273808				

		Всього по кошторису					273808				
		Кошторисна трудоємність, люд.год.					7146				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					157421				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

М. А. Семененко
Б. О. Проник
І. В. Коц

ЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ОФІСНИХ ТА ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ ВІННИЦЬКОГО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕХАНІЧНОГО ЗАВОДУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Обґрунтовано перспективи практичного застосування нових гідродинамічних теплогенераторів кавітаційного типу, що розроблені в НДЛ гідродинаміки ВНТУ. Розглянуті можливості їх використання для систем опалення та гарячого водопостачання навчальних корпусів і студентських гуртожитків Вінницького національного технічного університету. Розглянуто особливості функціонування гідродинамічних теплогенераторів кавітаційного типу при облаштуванні систем опалення і гарячого водопостачання на реальних об'єктах.

Ключові слова: гідродинамічний теплогенератор, система опалення, гаряче водопостачання, тепловий акумулятор, моделювання, кавітація

Abstract

Grounded prospects of practical application of new hydrodynamic cavitation heat generators type, developed in the laboratory of hydrodynamics VNTU. The possibilities of their use for heating and hot water supply academic buildings and student hostels Vinnytsia National Technical University. The features of the functioning of hydrodynamic cavitation heat generators in the regeneration of the type of heating and hot water supply on real objects.

Keywords: hydrodynamic heat generator, heating system, hot water system, heat accumulator, design, cavitation

Актуальність роботи

На даний час пошук ефективних технологій опалення та гарячого водопостачання входить в коло нагальних інтересів суспільства. Здійснюється пошук використання ефективних напрямків теплопостачання, що надає можливість економити органічне паливо, знижувати забруднення навколишнього середовища, задовольняти потреби споживачів, розташованих як далеко від централізованих систем теплопостачання, так і поблизу від них, знімаючи дефіцит тепла при інтенсивній забудові, забезпечуючи поступові капіталовкладення. Якісна система опалення може забезпечити високий рівень комфорту в приміщеннях при значній економії енергоносіїв за рахунок рівномірного розподілу тепла в будівлі і підвищення загального ККД системи. На сьогоднішній день є великий вибір теплогенераторів і комплектуючих пристроїв теплових систем вітчизняного та іноземного виробництва, який існує зараз на ринку, вимагає від фахівців, що працюють в цій галузі, достатніх знань їх технічних особливостей, вміння правильно застосовувати сучасні технологічні рішення з метою підвищення ефективності роботи системи в цілому. Реальними шляхами вирішення перерахованих завдань є використання різних типів, що призначені для опалення та гарячого водопостачання, зокрема, для офісних та виробничих приміщень Вінницького експериментального механічного заводу [1-4].

Мета роботи

Розроблення ефективних принципових схем систем опалення та гарячого водопостачання для офісних та виробничих приміщень Вінницького експериментального механічного заводу при застосуванні в них розроблених в НДЛ гідродинаміки нових гідродинамічних теплогенераторів кавітаційного типу.

Результати дослідження

Кавітація в рідинних середовищах призводить до закипання теплоносія і утворення в ньому бульбашок, які після свого руйнування звільняють значну кількість теплової енергії. Гідродинамічні кавітаційні теплогенератори (ГдКТ) – це відносно прості пристрої, які перетворюють механічну енергію приводних пристроїв в енергію робочої рідини, яка потім трансформується в теплову. По суті, розроблений в НДІ гідродинаміки ВНТУ кавітаційний нагрівач – теплогенератор складається з класичного відцентрового насоса, ротор – робоче колесо якого має особливе розташування лопатей та різні насадки певної конфігурації. Робоче колесо – ротор обертається навколо осі з розрахунковим зазором відносно нерухомої частини пристрою – статора, який також має по колу обода систему отворів заданої конфігурації. Спільна взаємодія прохідних отворів у насадках ротора та отворів у статорі сприяють виникненню кавітації, завдяки якій і відбувається нагрів теплоносія, що циркулює в системі опалення.

Виконане моделювання динаміки робочих процесів теплогенерації у запропонованих ГдКТ, а також проведено експериментальну перевірку його функціонування при під'єднанні до реальної системи опалення. Отримані позитивні результати, які будуть покладені в основу подальшого вдосконалення конструкції ГдКТ. Розроблено методику інженерного розрахунку, яка може бути використана для конструювання ГдКТ різних типорозмірів.

Висновки

Проведено дослідження окремих офісних та виробничих приміщень корпусів Вінницького експериментального механічного заводу на предмет можливого встановлення в них запропонованих теплогенераторів нового типу, виконані необхідні розрахунки потреб теплової енергії для окремих корпусів із врахуванням їх теплотехнічних характеристик. Розроблені відповідні рекомендації щодо застосування теплогенераторів у поєднанні із тепловими акумуляторами. Завдяки тепловим акумуляторам можна накопичувати необхідну кількість гарячої води у нічний час, коли вартість використовуваної для приводу теплогенератора електричної енергії має нижчу вартість. Потім у денний час ця накопичена теплова енергія може бути використана за призначенням як для систем опалення, так і для гарячого водопостачання. Визначені основні конструктивні розміри теплових акумуляторів. Розроблені графіки та режими ефективного застосування запропонованого обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Осокин В. Л. Результаты экспериментально-теоретических исследований по разработке стенда испытаний подогревателей воды: монография / В. Л. Осокин. – Княгинино; Изд-во НГИЭИ, 2011. – 142 с.
2. Федоткин И. М. Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности (теория, расчеты и конструкции кавитационных аппаратов). Ч.1. / И. М. Федоткин, И. С. Гулый – К.: Полиграфкнига, 1997. – 940 с.
3. Крайнов Ю. Е. Эффективность кавитационно-акустического воздействия в технологических процессах сельскохозяйственного производства / Н. В. Оболенский, В. Л. Осокин, Ю. Е. Крайнов // «Механизация и электрификация сельского хозяйства». – 2011. – № 5 – С.23...25.
4. Узнаем все про кавитационные теплогенераторы. Режим доступа: <https://generatorexperts.ru/alternativnye-istochniki/kavitacionnye-teplogeneratory.html>

Семененко Максим Андрійович — студент групи БТ-18, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 2624181@i.ua;

Проник Богдан Олександрович — студент групи БТ-18, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 2624181@i.ua;

Коц Іван Васильович – канд. техн. наук, професор кафедри, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, завідувач і науковий керівник науково-дослідної лабораторії гідродинаміки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ivkots@gmail.com

Semenenko Maksym A.— student of Building Heating and Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email : 2624181@i.ua;

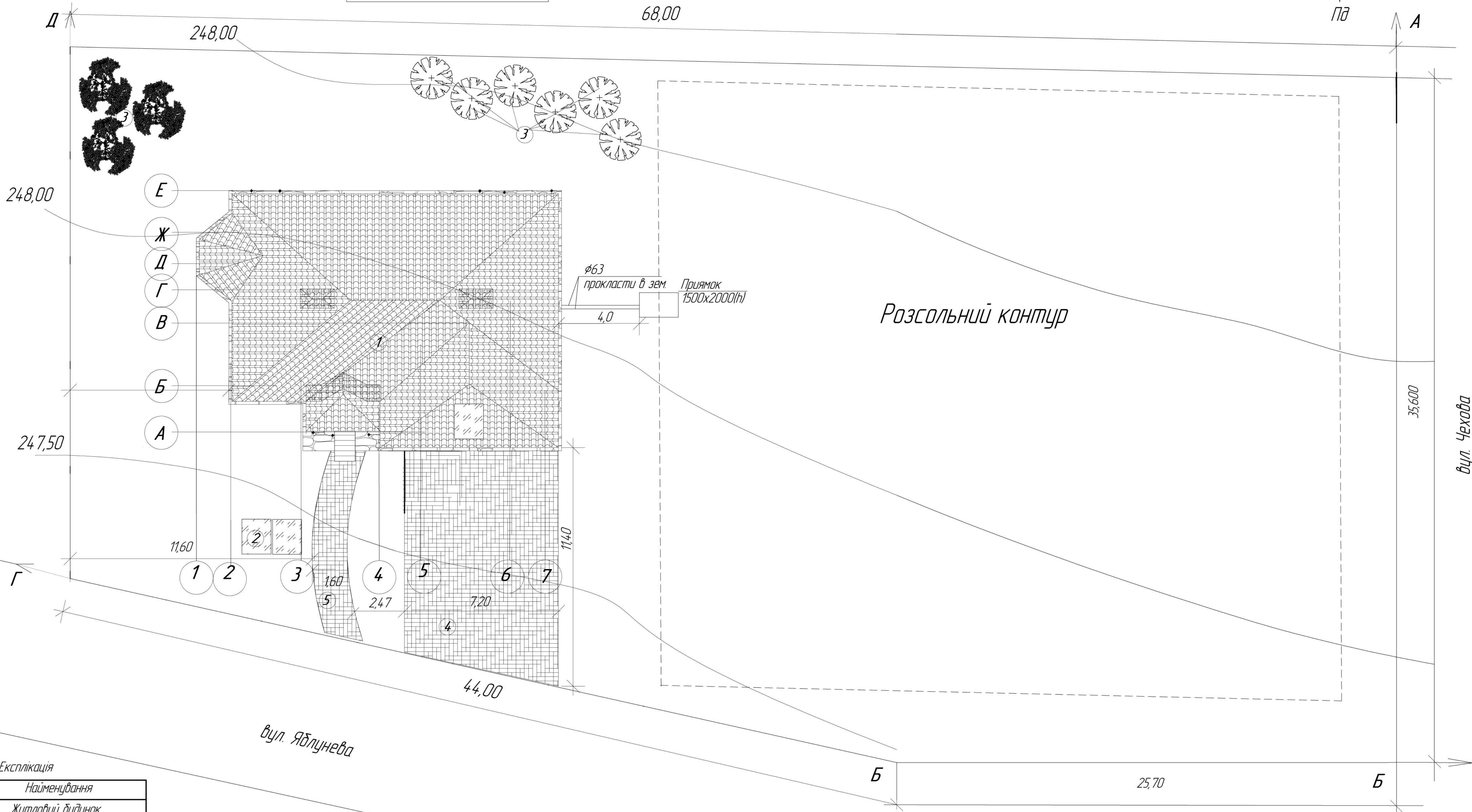
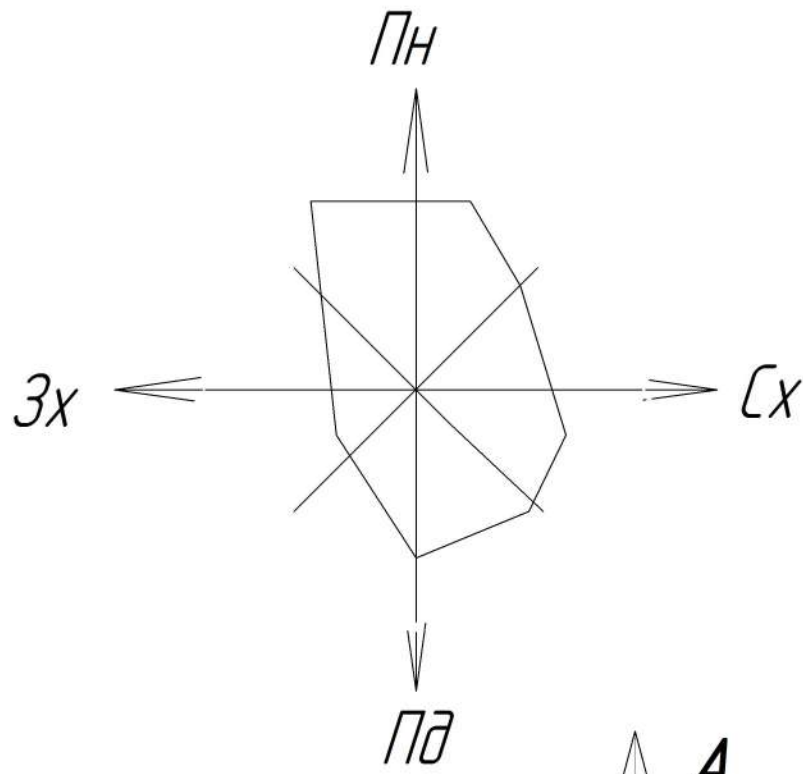
Pronyk Bogdan O. — student of Building Heating and Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email : 2624181@i.ua;

Kots Ivan V.– Ph.D., Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Head and Research Manager of the Research Laboratory of Hydrodynamics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivkots@gmail.com

ДОДАТОК Л –
Графічна частина(креслення 1-7)

Генплан 1:100

Сусідній будинок



Експлікація

№ п/п	Найменування
1	Житловий будинок
2	Сонячні колектори
3	Насадження дерев
4	Під'їзд
5	Пішохідна доріжка

Сусідній будинок

						08-13 МКР.007.01.000 ОВ		
						Енергоефективна комбінована система теплопостачання із застосуванням геопокрівлі та теплових насосів		
Ізм.	Колір	Лист	Маск	Підп.	Дата	Генплан	Старий	Лист
Розробив							МКР	1
Перевірив						Генплан з нанесенням ділянки розсольного контуру	ВНТУ, гр. ТГ-22мз	
Т.контр								
Опонує								
Н.контр								
Затв.								

Схема систем опалення та гарячого водопостачання на плані цокольного поверху

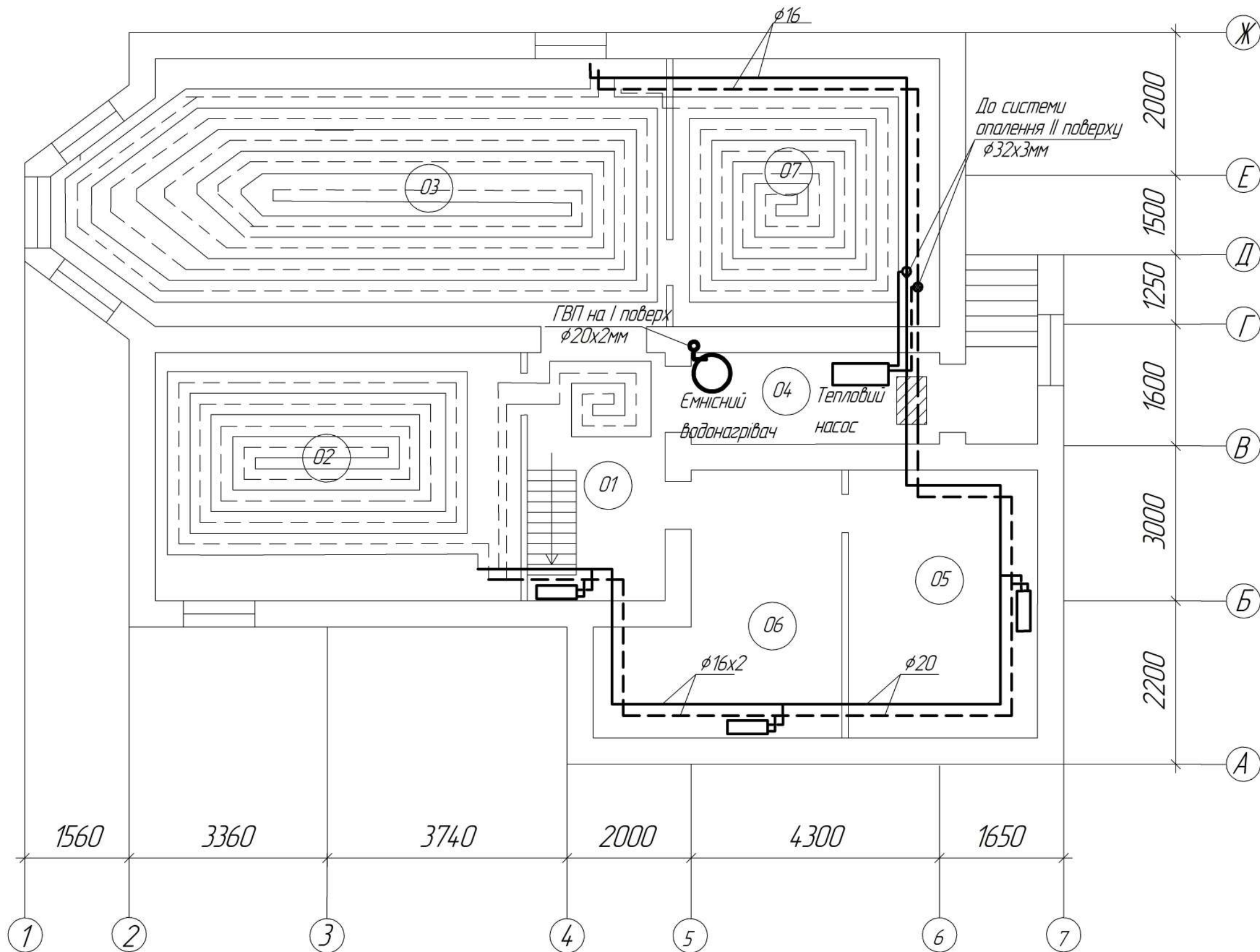


Схема систем опалення та гарячого водопостачання на плані II поверху

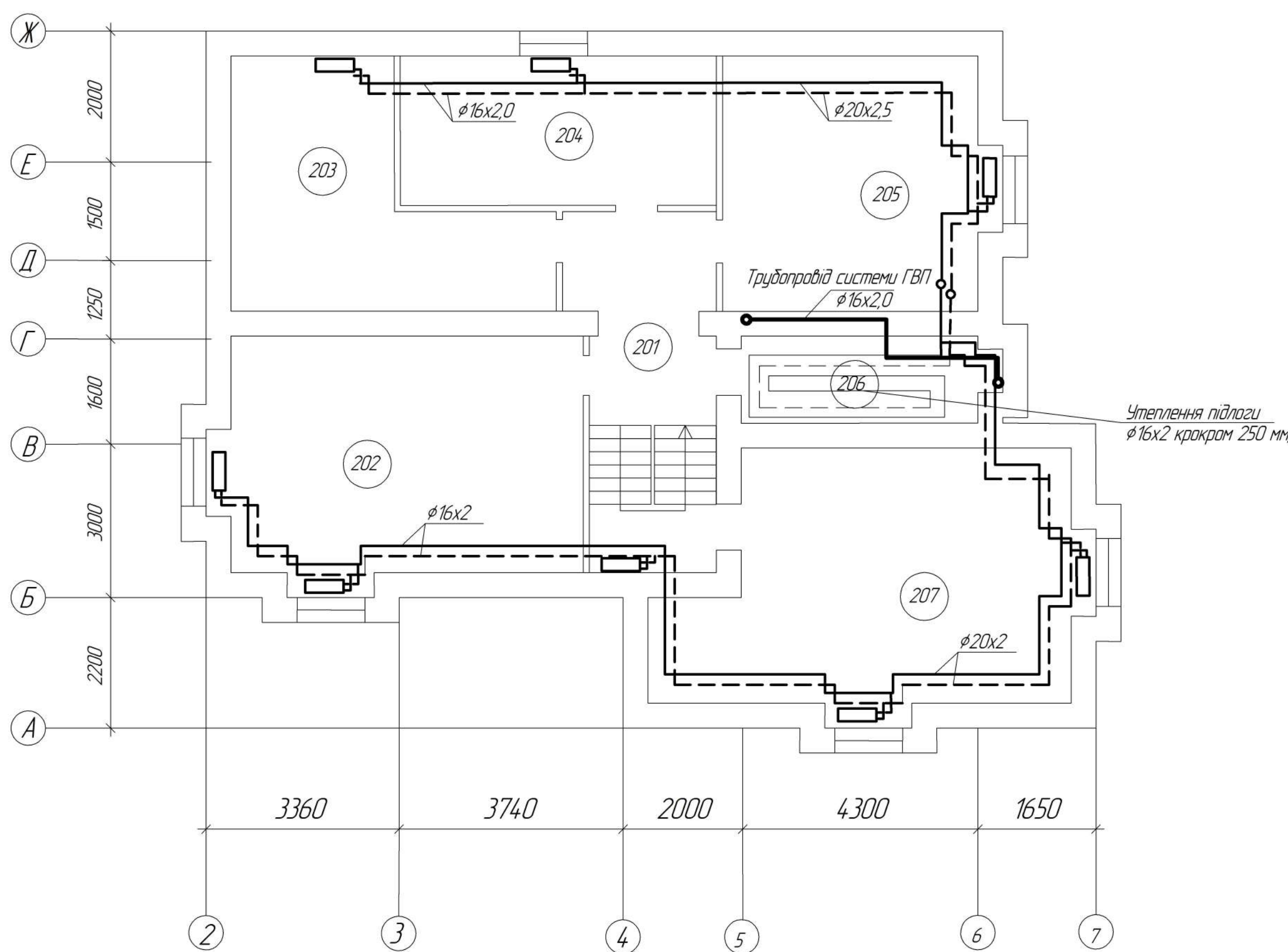
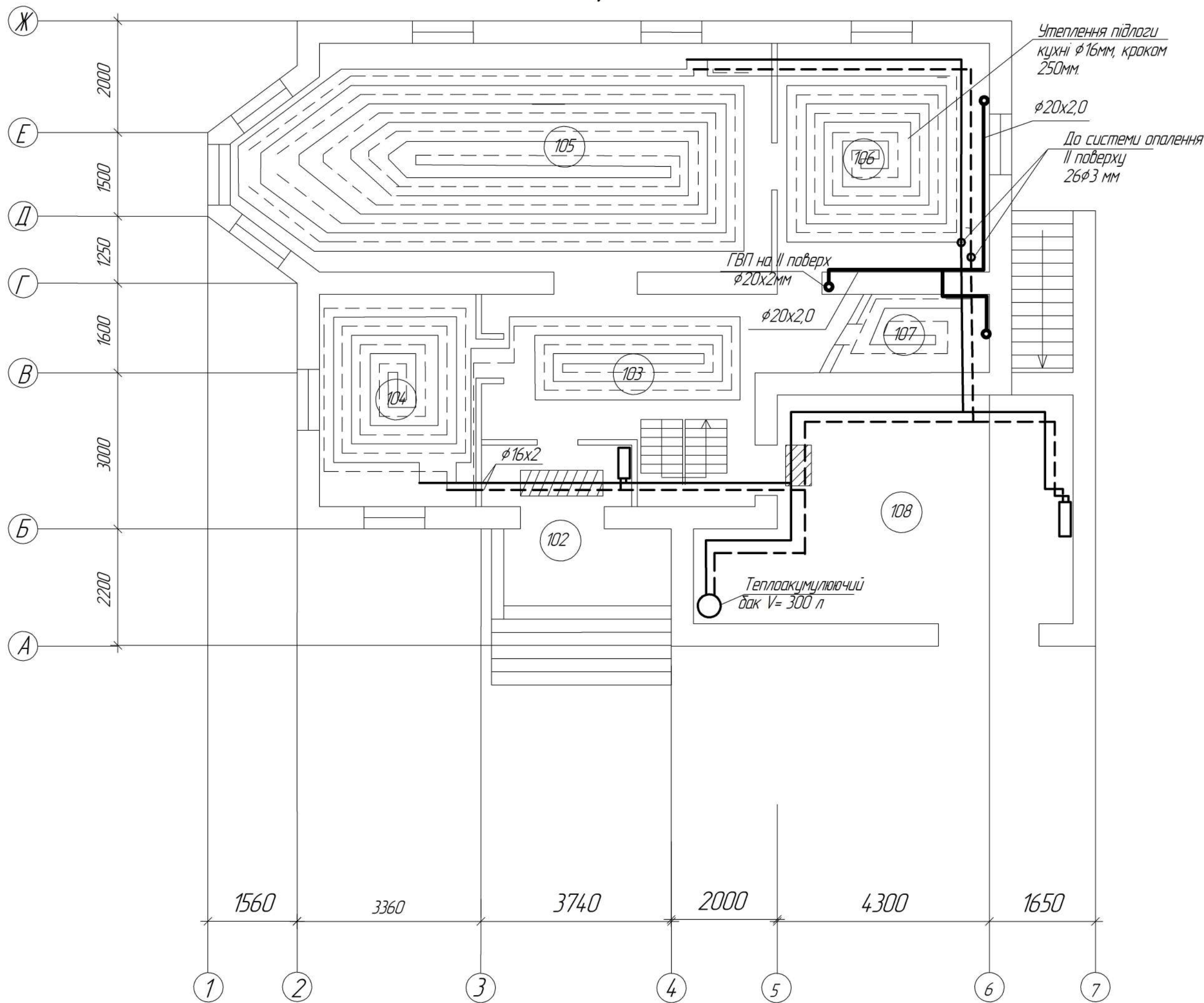


Схема систем опалення та гарячого водопостачання на плані I поверху

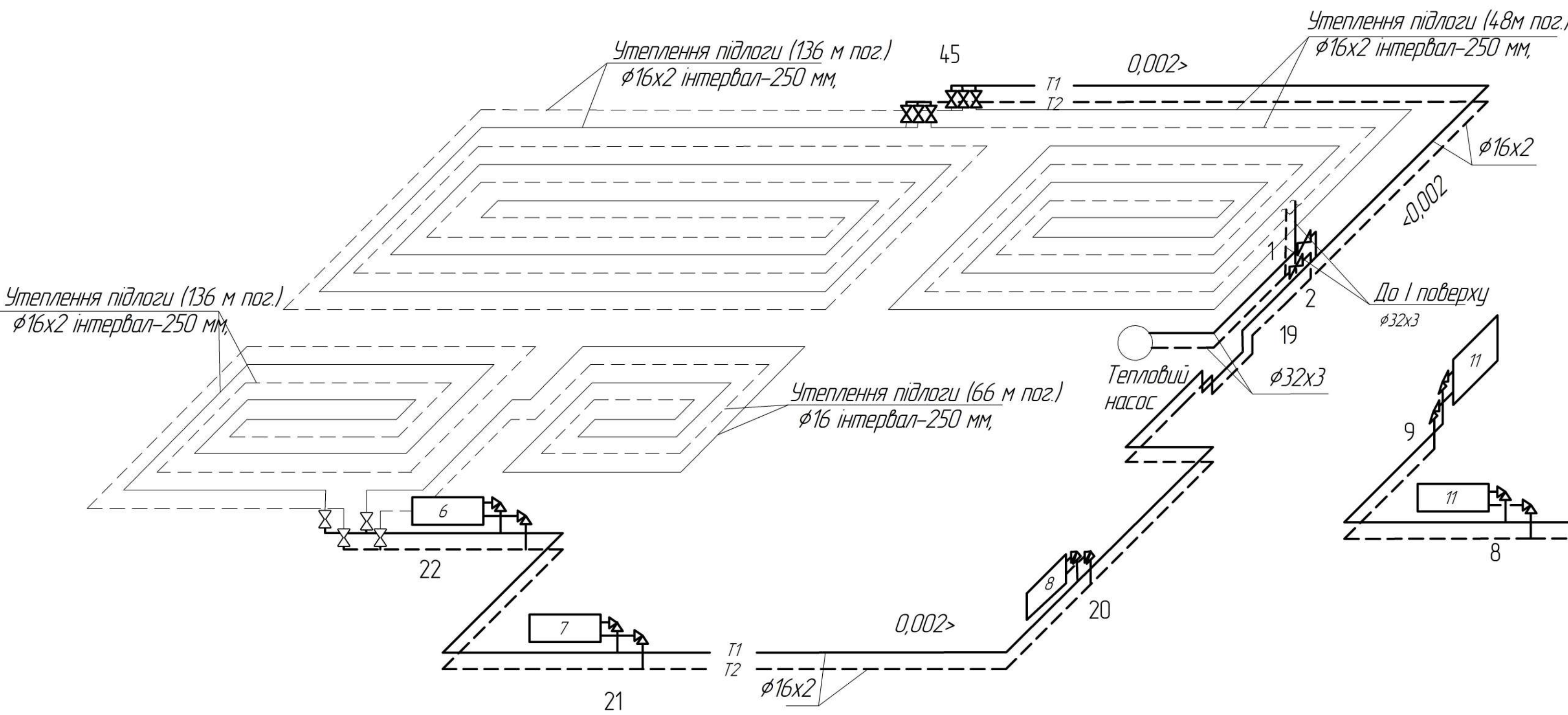


Експлікація приміщень

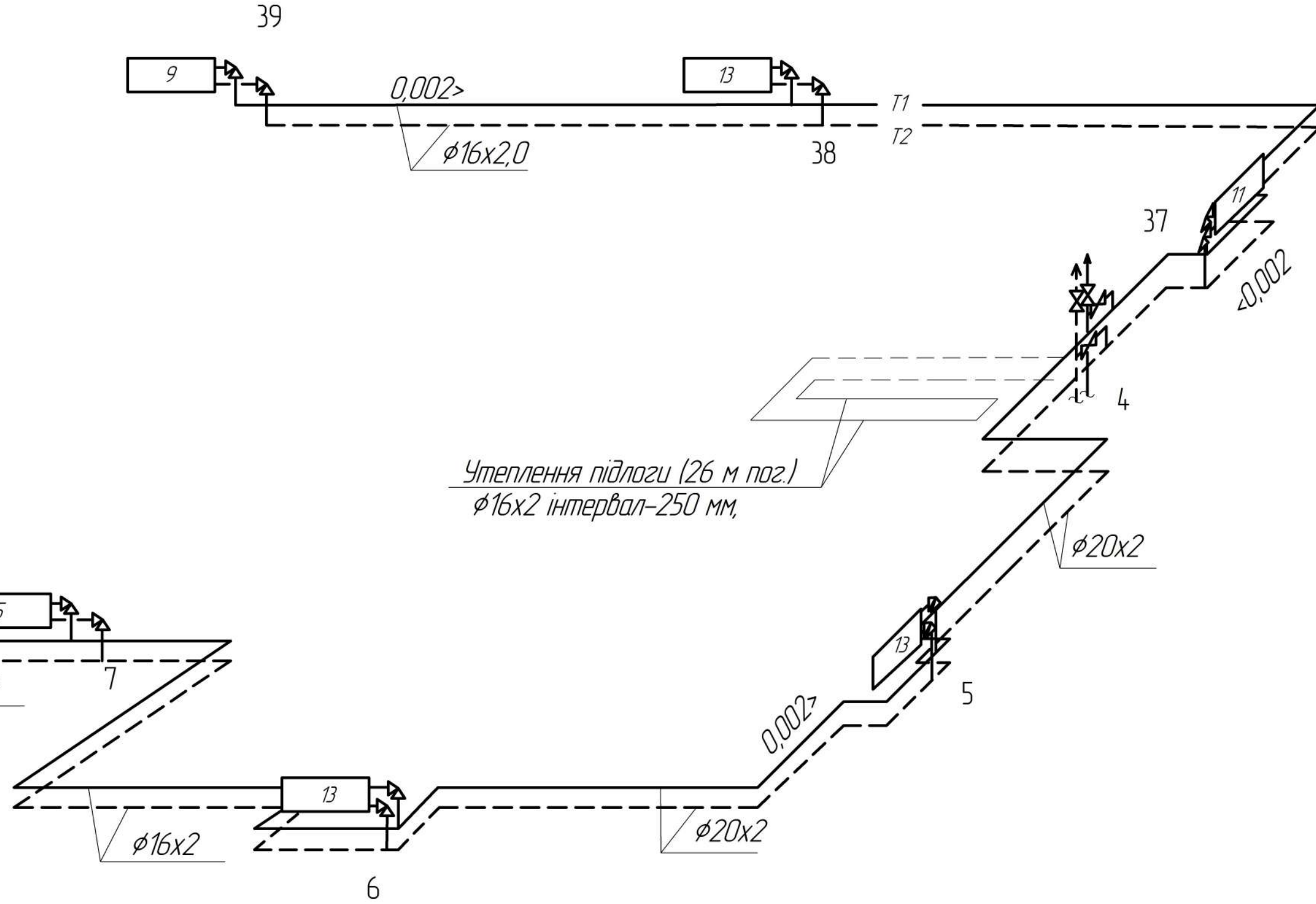
№п/п	Найменування приміщення	Площа, м ²	Тепловтрати, Вт
Цокольний поверх			
01	хол	9,81	611,1
02	Більярдна	22,35	1385,1
03	Триажерна зала	39,14	1938,0
04	Котельня	5,62	150,8
05	Технічне приміщення	13,52	868,1
06	Технічне приміщення	12,37	822,9
07	Роздягальня	15,86	890,8
I поверх			
101	Крильце	4,97	---
102	Тамбур	3,23	488,9
103	Хол	18,39	1061,5
104	Вітальня	11,23	957,3
105	Вітальня-столова	39,14	2747,8
106	Кухня	17,04	951,5
107	Ванна кімната	5,45	841,7
108	Гараж	26,97	1938,8
II поверх			
201	Хол	6,78	497,4
202	Спальня	24,04	2538,4
203	Гардеробна	15,23	913,9
204	Дитяча кімната	15,34	1535,8
205	Дитяча кімната	18,03	1905,0
206	Ванна кімната	6,58	629,9
207	Спальня	28,66	2986,9

08-13.МКР.007.02.000 ОВ					
Енергоефективна комбінована система теплопостачання із застосуванням геопокрівлі та теплових насосів					
Ізм.	Хол.	Лист	МРок	Лист	Дата
Розробив	Лист	Б.О.	Лист	Лист	Лист
Перевірив	Лист	Л.В.	Лист	Лист	Лист
Т.контр	Лист	Л.В.	Лист	Лист	Лист
Опонецт	Лист	М.М.	Лист	Лист	Лист
Н.контр	Лист	Л.В.	Лист	Лист	Лист
Затв.	Лист	Л.В.	Лист	Лист	Лист
Системи опалення та гарячого водопостачання				МКР	2
Схеми систем опалення та гарячого водопостачання на планах цокольного поверху, I, II поверхів				ВНТУ, гр.	ІГ-22мз

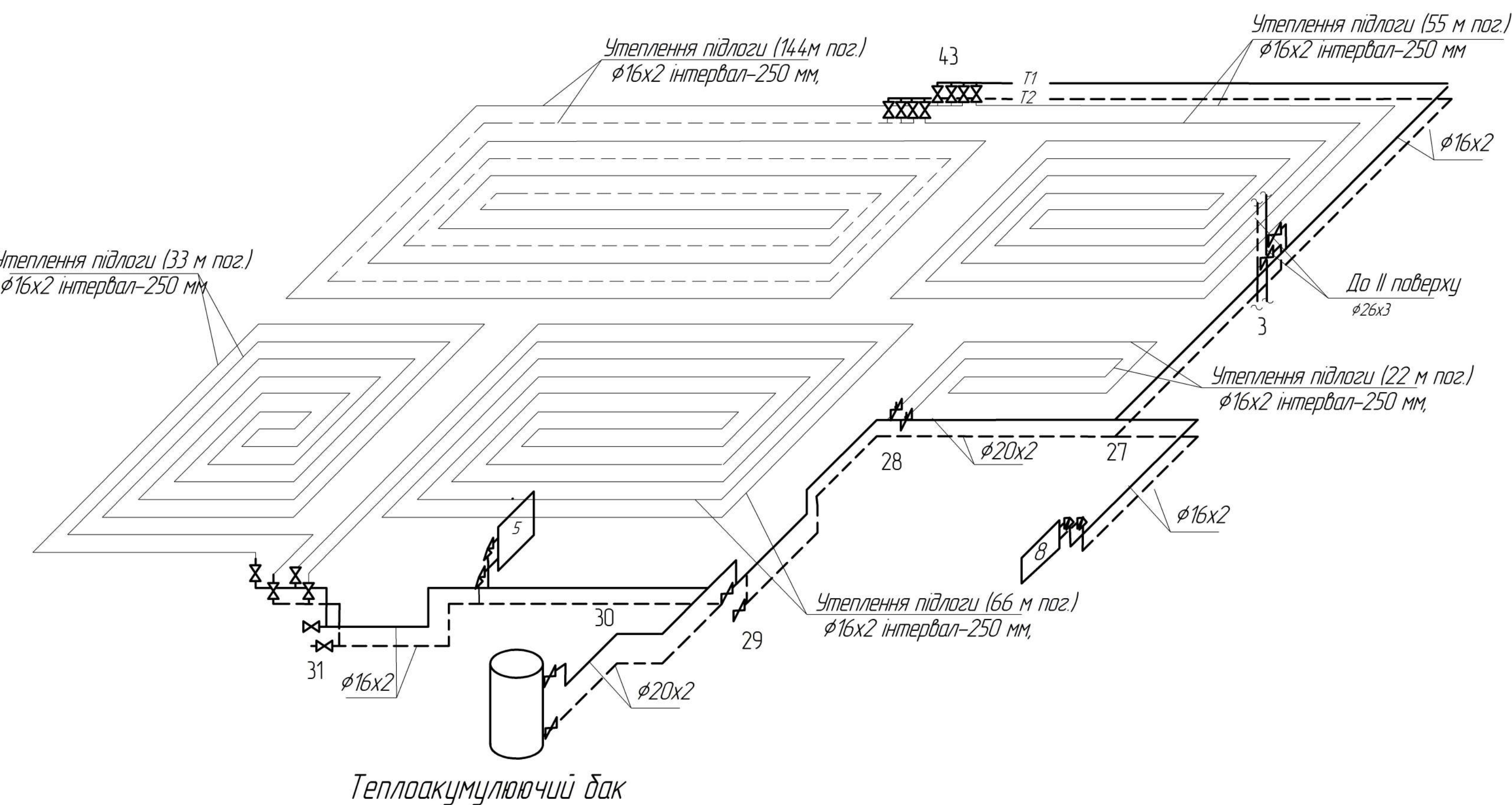
АксонOMETPична схема системи опалення цокольної частини



АксонOMETPична схема системи опалення II поверху

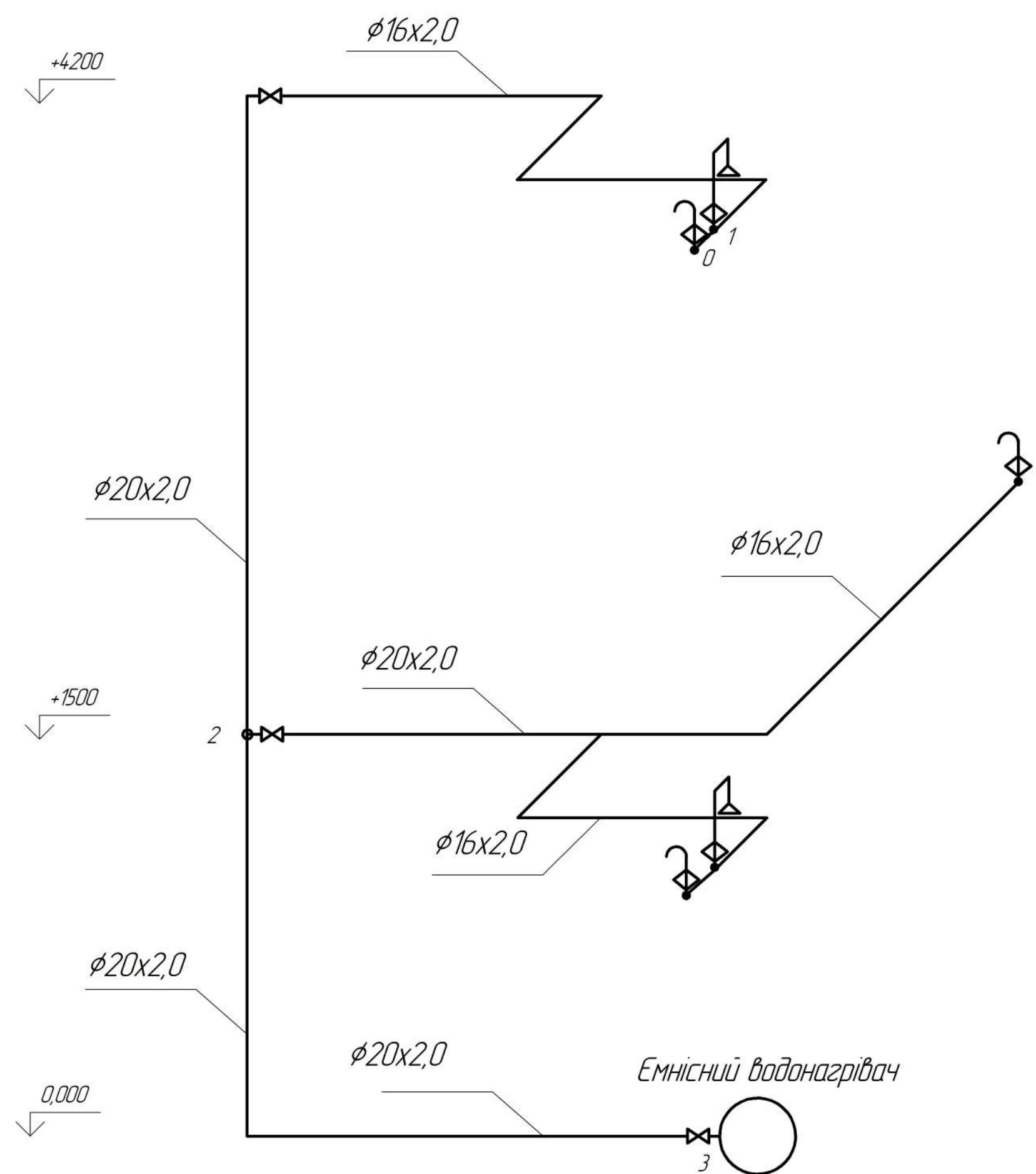


АксонOMETPична схема системи опалення I поверху

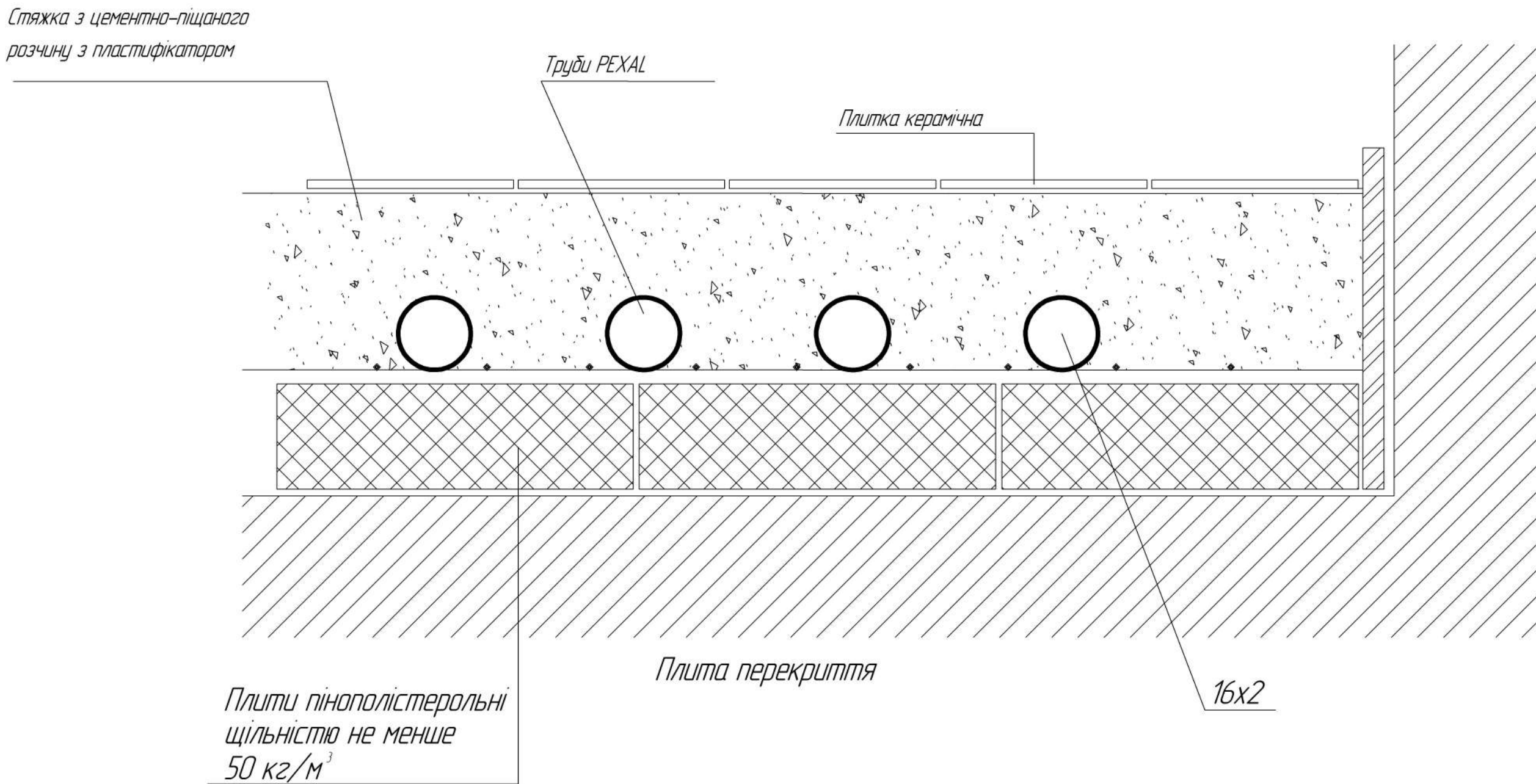


						08-13.МКР.007.03.000		
						Енергоефективна комбінована система теплопостачання із застосуванням геліопокрівлі та теплових насосів		
Ізм.	Колуч.	Лист	МРок	Побт.	Дата	Системи опалення та гарячого водопостачання	Стадія	Лист
Розробив	Лопик Б.О.						МКР	3
Перевірив	Кач І.В.					АксонOMETPичні схеми систем опалення, цокольного, I і II поверхів		7
Т. контр.								
ОпONENT	Попович М.М.							
Н. контр.	Панкевич О.Д.					ВНТУ, гр. ТГ-22мз		
Затв.	Ратичук Т.С.							

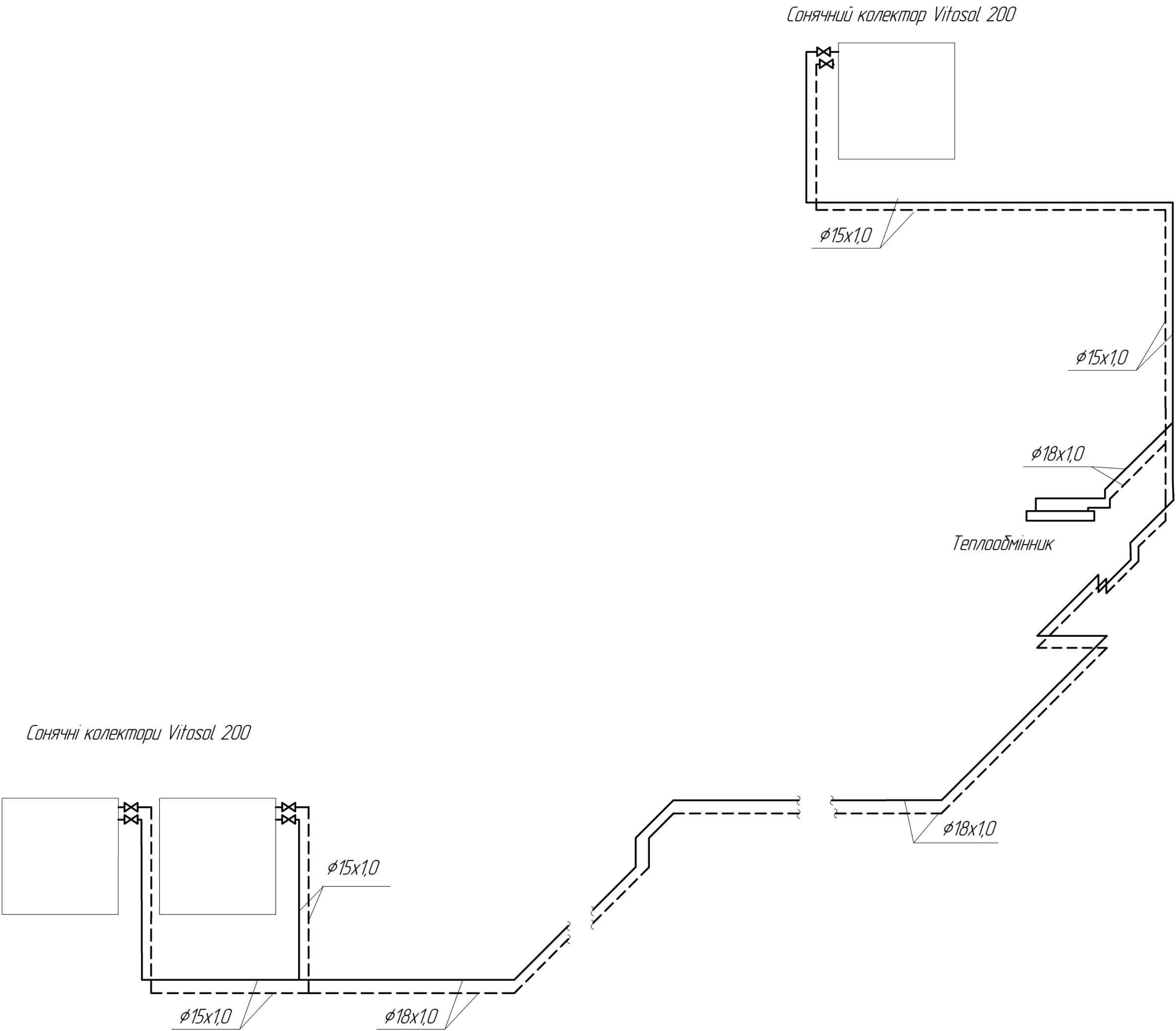
Аксометрична схема системи гарячого водопостачання



Прокладання опалення в підлозі

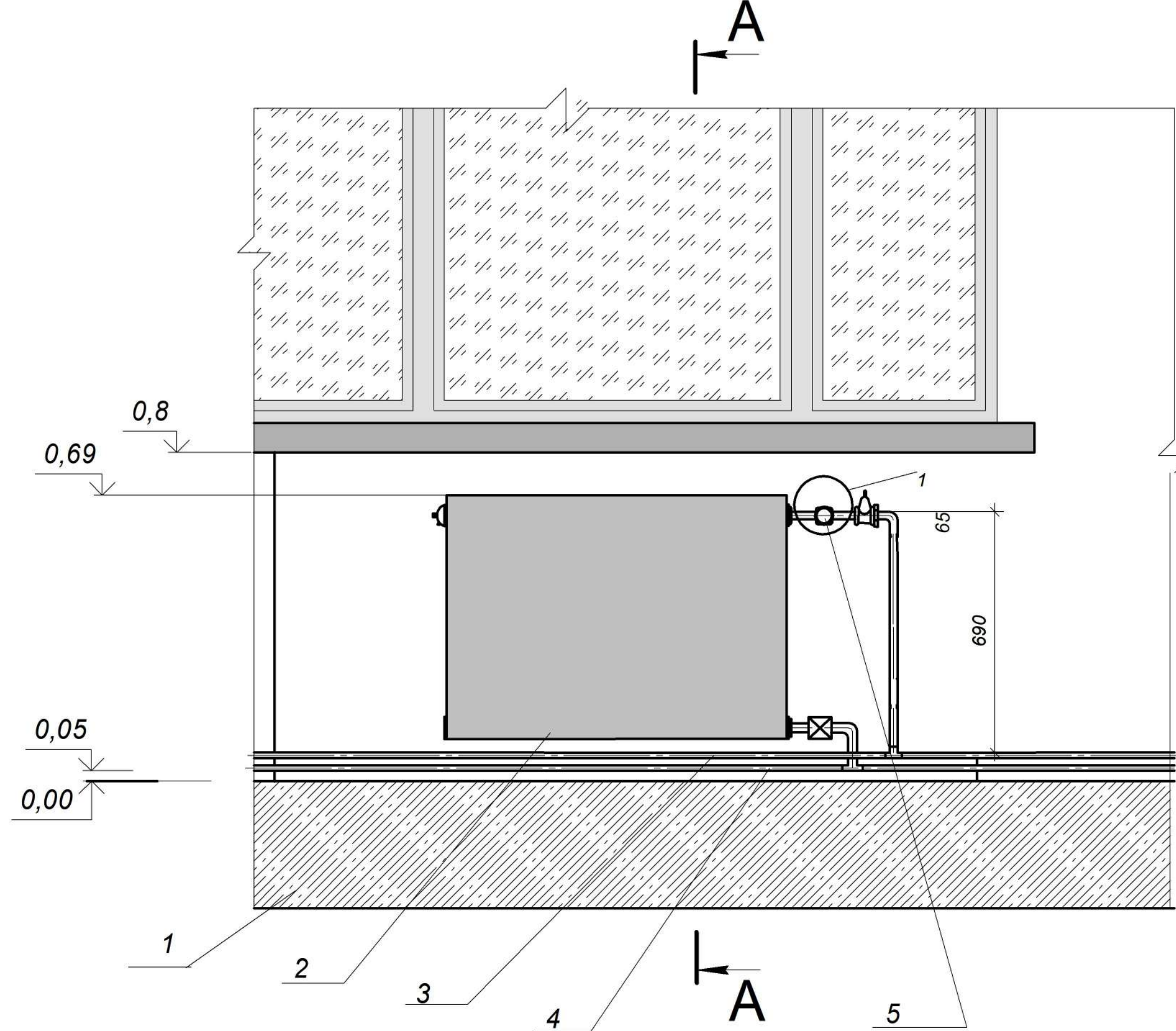


Аксометрична схема контуру сонячних колекторів



						08-13.МКР.007.04.000 0В			
						Енергоефективна комбінована система теплопостачання із застосуванням геопокрівлі та теплових насосів			
Ізм.	Колір.	Лист	Маск.	Підп.	Дата	Системи опалення та гарячого водопостачання	Стадія	Лист	Листов
Розробив							МКР	4	7
Перевірив						Аксометрична схема системи гарячого водопостачання, контури сонячних колекторів, прокладання опалення в підлозі	ВНТУ, гр.	ТГ-22мз	
Т. контр.									
ОпONENT									
Н. контр.									
Затв.									

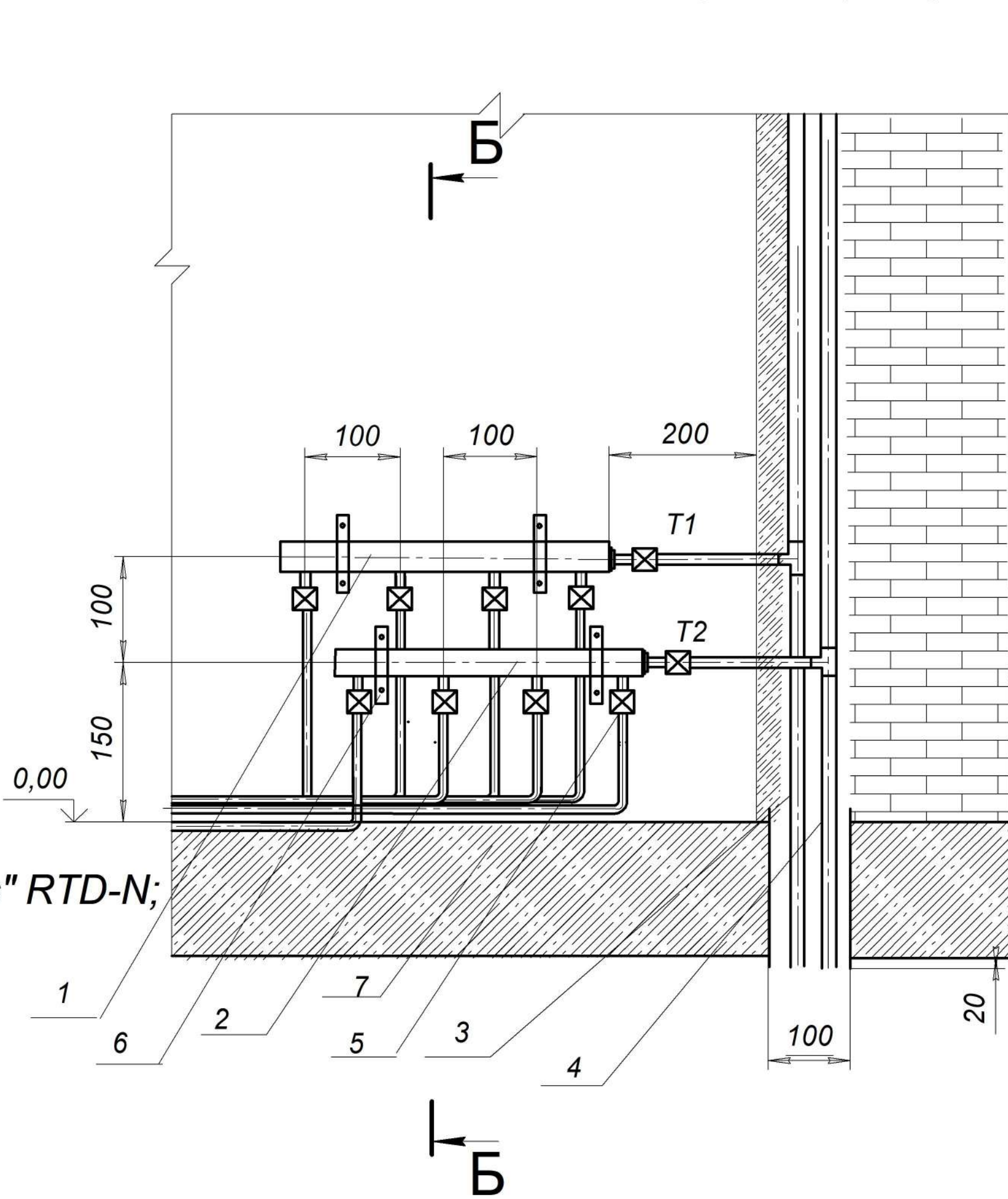
Вузол підключення опалювального приладу (1:25)



- 1 - міжповерхове перекриття;
2 - радіатор;
3 - подаючий трубопровід;
4 - зворотній трубопровід;
5 - терморегулюючий вентиль "Danfoss" RTD-N;

A-A (1:5)

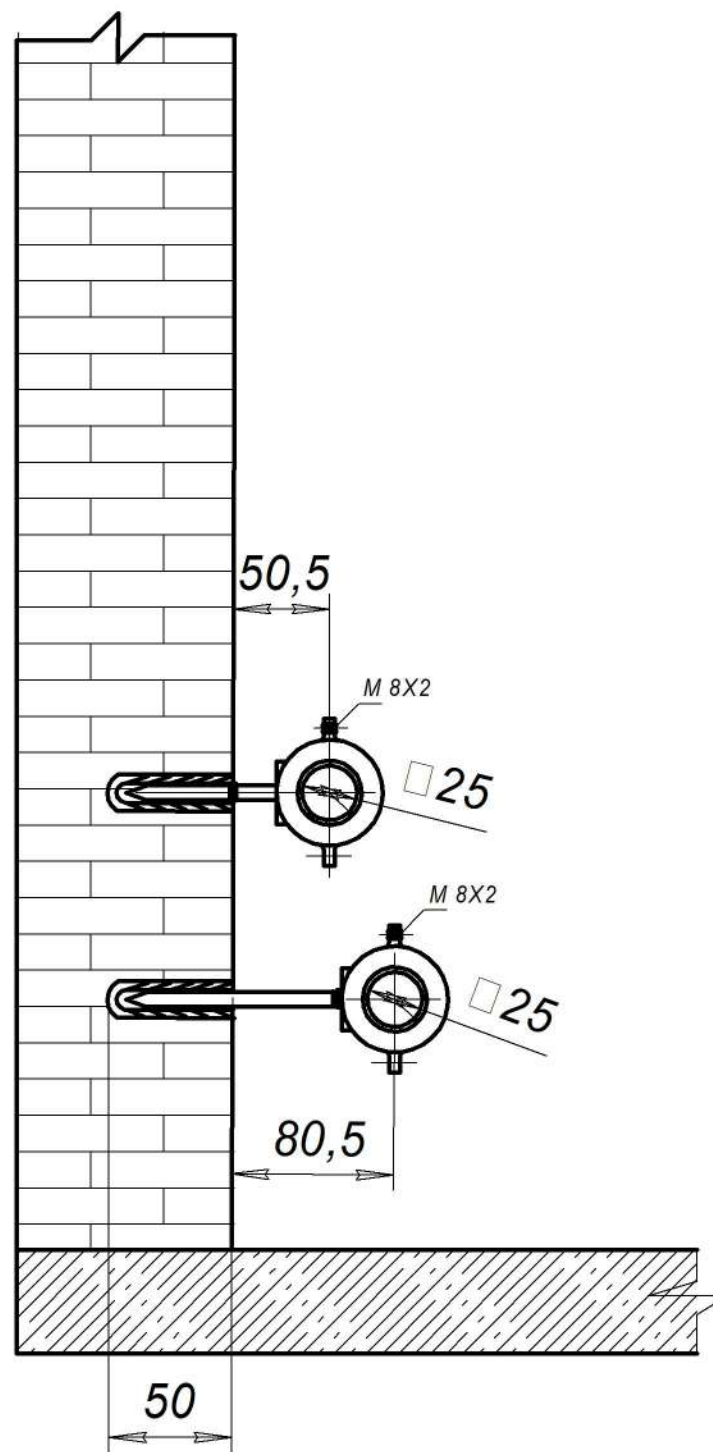
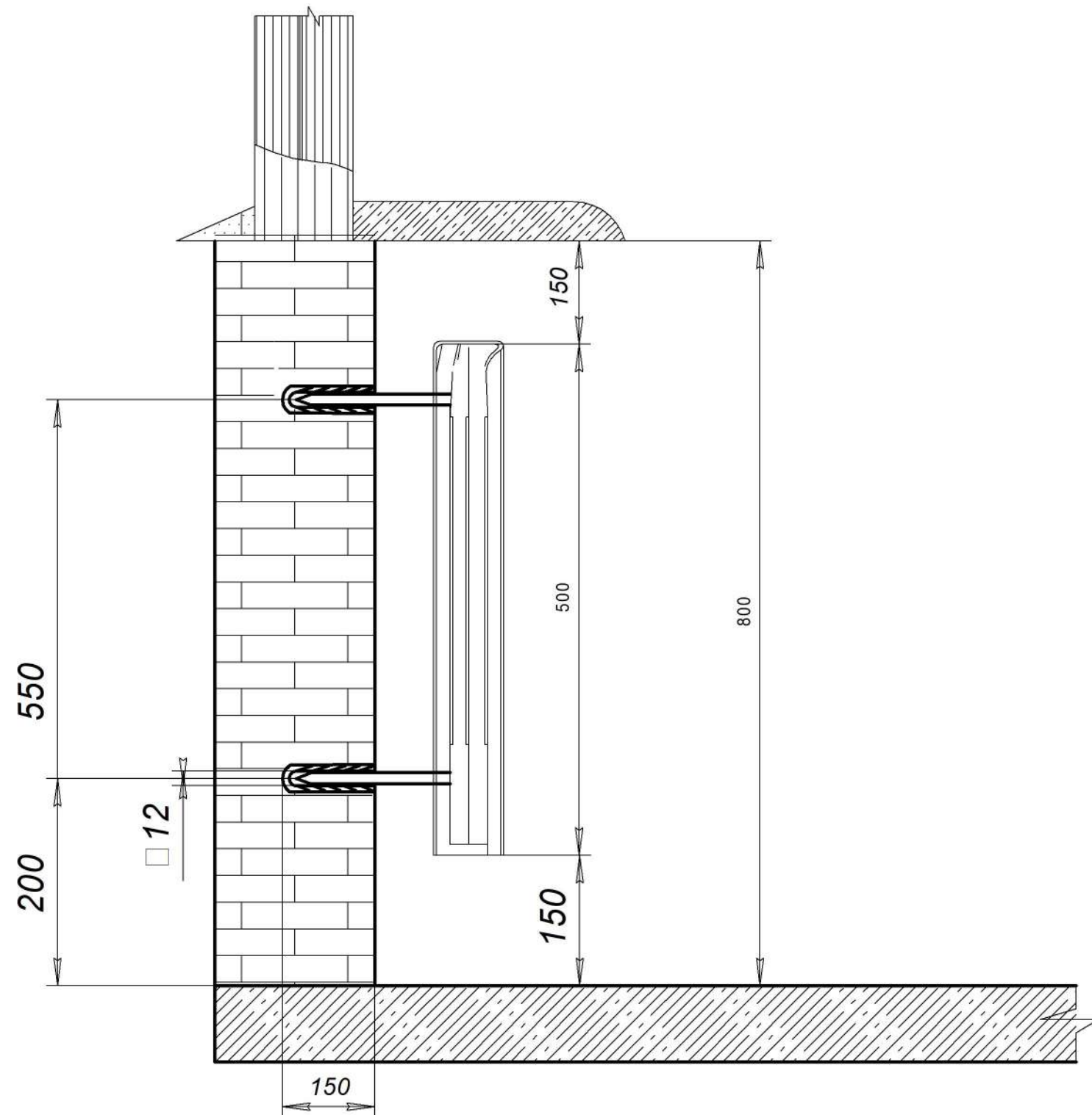
Колекторний вузол (1:5)



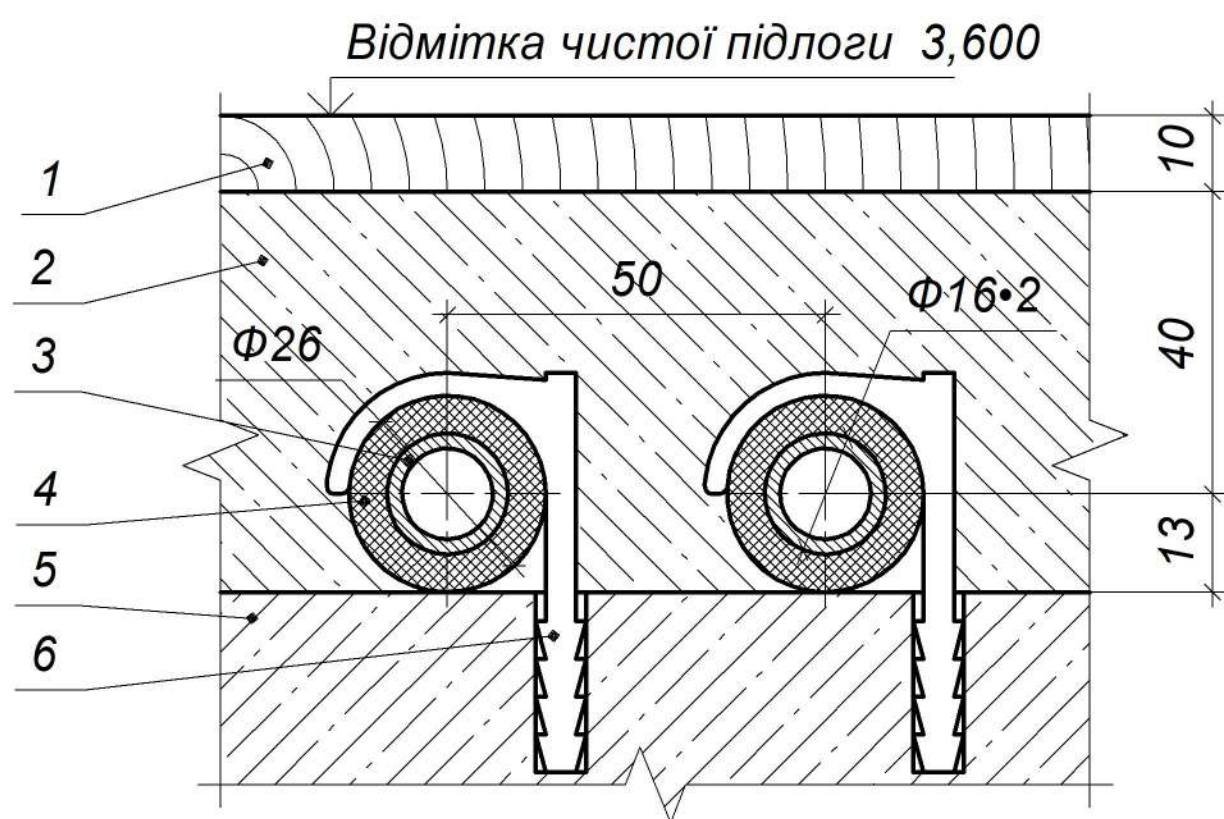
- 1 - колектор подача;
2 - колектор обратки;
3 - подаючий трубопровід;
4 - зворотній трубопровід;
5 - кран;
6 - кріплення;
7 - міжповерхове перекриття

Б - Б (1:5)

Кріплення радіатора до стіниКріплення до стіни колекторного вузла



Д - ПРОКЛАДАННЯ ТРУБОПРОВІДІВ У ПІДЛОЗІ (М 1:1)



№ п/п	Назва
1	Покриття підлоги
2	Цементно-піщана стяжка
3	Багатошарова металопластиковая труба KISAN □ 16x2,0
4	Ізоляція KISAN для труб □ 16x2,0
5	Монолітне перекриття
6	Кріплення трубопроводу

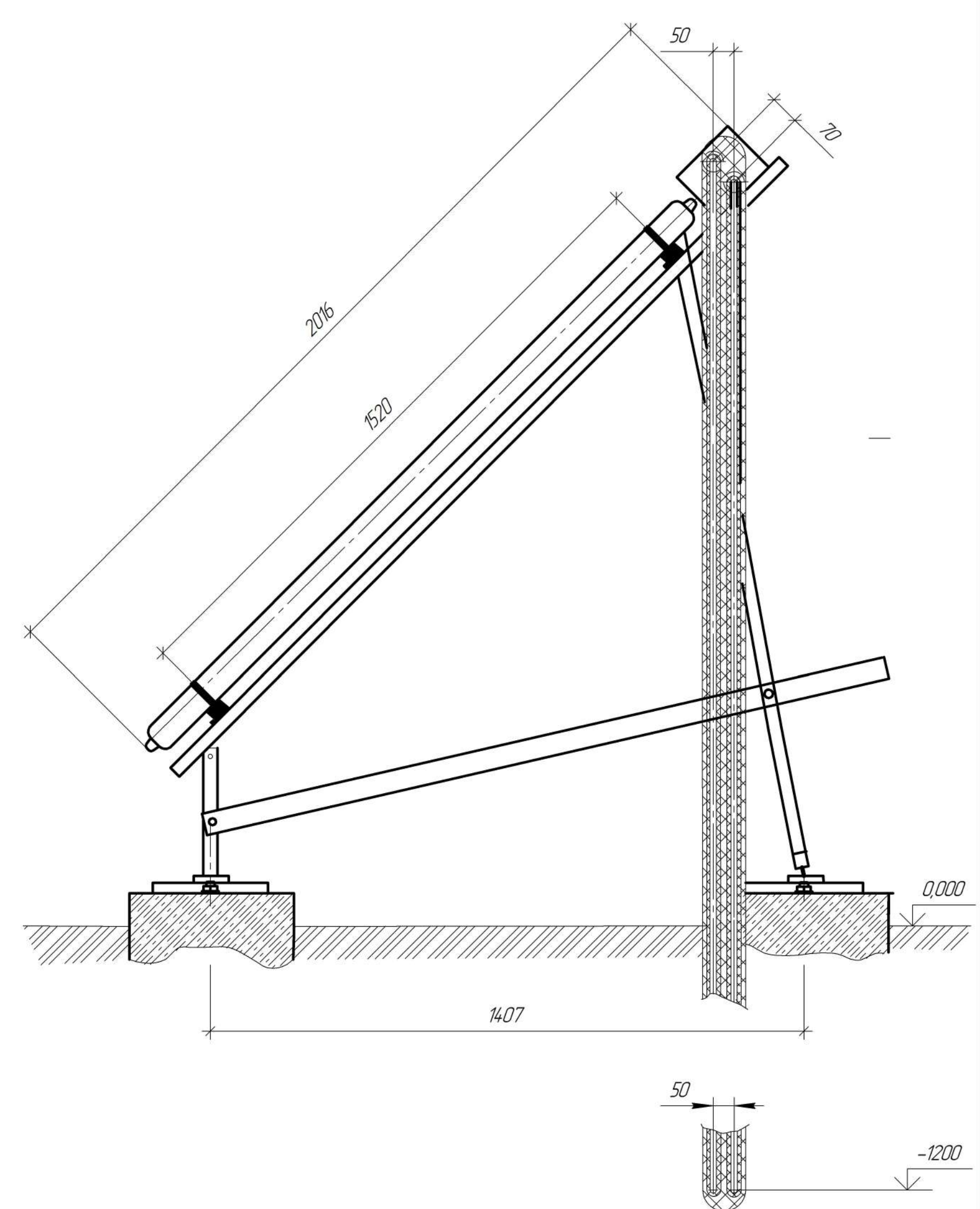
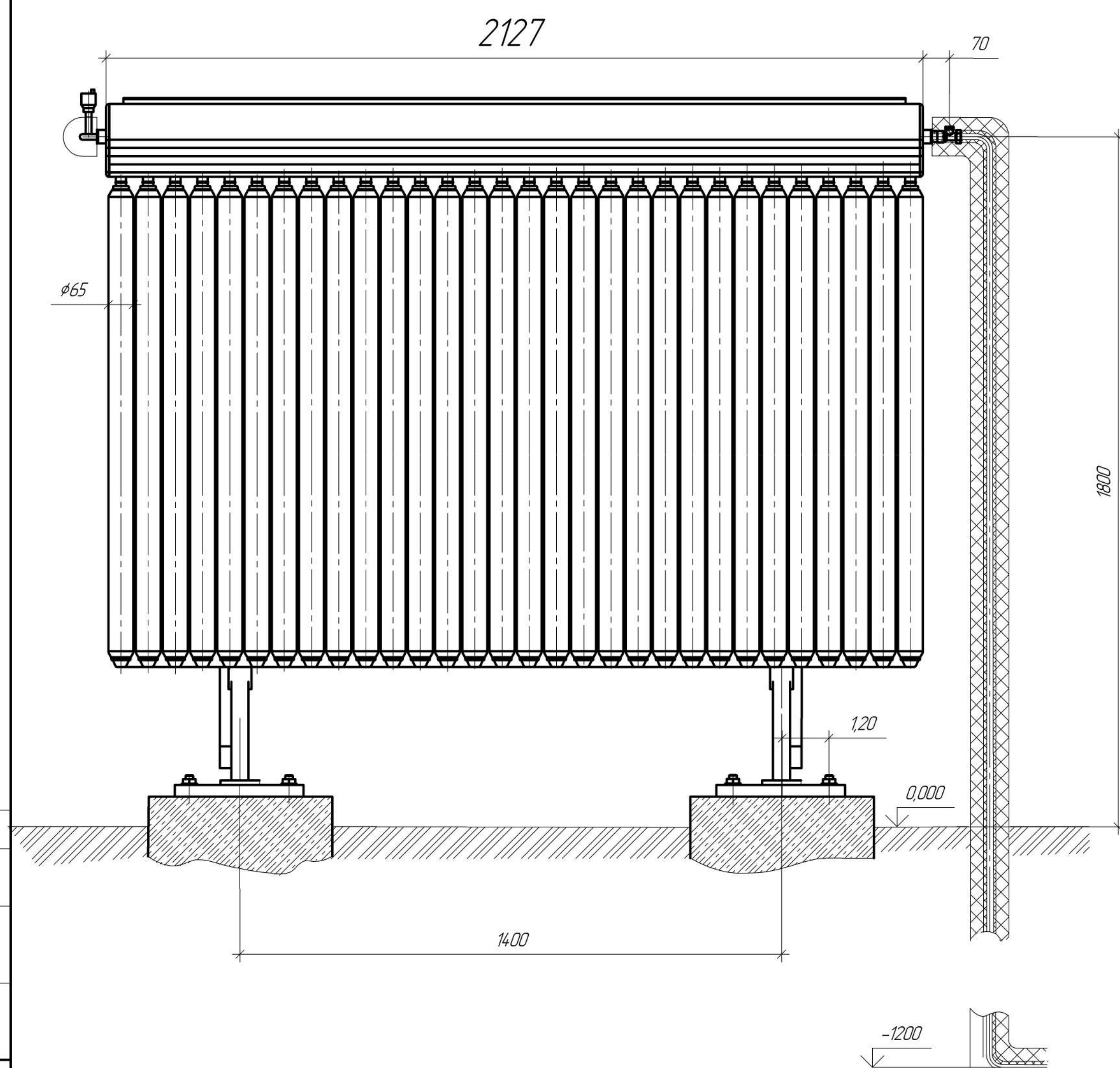
08-13.МКР.007.05.000 ОВ					
Енергоефективна комбінована система тепlopостачання житлової будівлі із застосуванням геліопокрівлі та теплових насосів					
Изм.	Коп.уч.	Лист	Модок.	Подп.	Дата
Виконав	Проник Б.О.				
Перевірів	Коц І.В.				
Житловий будинок				Стадія	Лист
				МКР	5
Розрізи елементів системи опалення				Листов	9
				ВНТУ, ТГ-22мз	
Н. контр.	Полович М.М.				
Рецензент	Ланкевич О.Д.				
Затв.	Ратушняк Г.С.				

Згідно

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

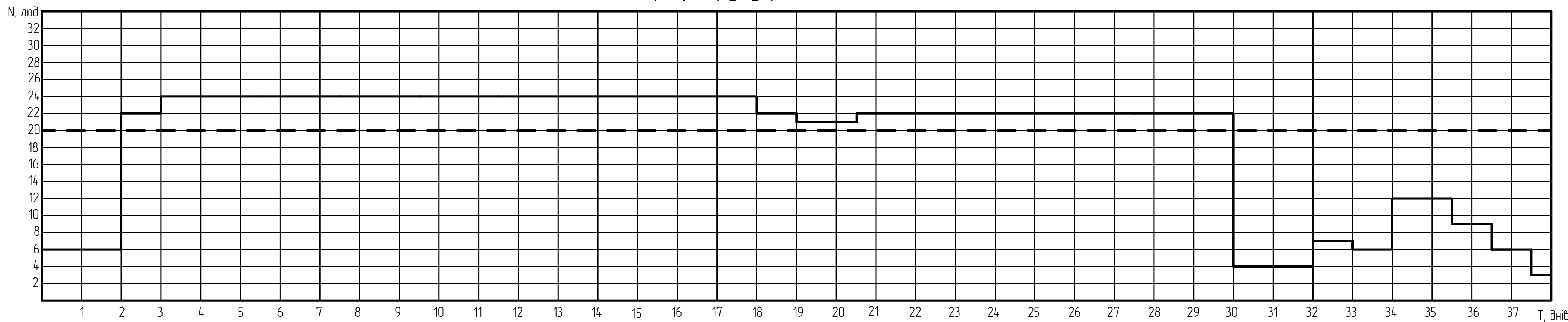


						08-13.МКР.007.06.000 ОВ		
						Енергоефективна комбінована система тепlopостачання із застосуванням геліопокрівлі та теплових насосів		
Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Системи опалення та гарячого водопостачання	Стадія	Лист
Розробив	Проник Б.О.					МКР	6	7
Перевірив	Коц І.В.							
Т контр								
ОпONENT	Попович М.М.					Монтаж сонячного колектора	ВНТУ, гр. ТГ-22мз	
Н контр	Панкевич О.Д.							
Затв.	Ратичняк Г.С.							

Календарний план монтажу системи теплопостачання

[illegible]

Графік руху родітників



Графік роботи машин та механізмів

Техніко-економічні показники календарного плану

№	Позначення	Результат	Од. виміру
1	$Q_{\text{заг}}$	727.61	млю/дні
2	$T_{\text{заг}}$	38	дні
3	$R_{\text{перх}}$	24	млю
4	$R_{\text{сер}}$	20	млю
5	$T_{\text{цст}}$	36,4	дні
6	$Q_{\text{запл}}$	19,76	млю/дні
7	α_1	0,83	–
8	α_2	0,027	–
9	α_3	0,96	–

[illegible]

						08-13МКР.007.07.000.0В		
Енергозастійлива катододана система теплопостачання житлових будівлі із застосуванням геліоплівки та теплових насосів								
Зм.	Контр.	Архшт.	НДІЗ.	Нід.	Дато.	Система теплопостачання		
Розробит	Практик					Статус	Архшт.	Архшт.
Перебрати	Кад.					МКР	7	7
Рецензент	Погодити							
Т. контр.						Календарний план монтажу системи теплопостачання, графік буди робітників, техніко-економічні показники проекту, графік роботи машин та механізмів	ВНТУ, ТГ-2 2мз	
Н. контр.	Панасевич							
Замівердити	Ратушняк							