

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

(повне найменування інституту, назва факультету(відділення))

Кафедра інженерних систем у будівництві

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Комбінована система створення мікроклімату будівлі з використанням відновлювальних джерел енергії»

Виконав: студент 2-го курсу, групи ТГ-20м спеціальності — 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Тимощук О. І.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., професор каф. ІСБ

(науковий ступінь, посада)

Ратушняк Г. С.

(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2021р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. ПЦБ

(науковий ступінь, посада)

Андрухов В. М.

(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2021 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІСБ

Ратушняк Г. С.

(підпис) (прізвище та ініціали)

“ _____ ” _____ 2021року

Вінниця - 2021 року

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

Кафедра інженерних систем у будівництві

Рівень вищої освіти II (магістерський)

Галузь знань 19 Архітектура та будівництво

(шифр і назва)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма “Теплогазопостачання і вентиляція”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

“ ” _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Тимощук Олег Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Комбінована система створення мікроклімату будівлі з використанням відновлювальних джерел енергії

керівник проекту (роботи) к.т.н., проф. кафедри ІСБ Ратушняк Г.С.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “24” вересня 2021 року № 277.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «10» грудня 2021р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Архітектурно-будівельні креслення будівлі. Проектна документація на будівництво, результати обстеження будівлі, технічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі, термічний опір стін не менше $R_{cm}=3,3\text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$. Відомі конструктивні рішення систем забезпечення мікроклімату, наукові дослідження в напрямку енергоефективних технологій в системах вентиляції та опалення, наукові публікації

4. Зміст текстової частини: вступ, Аналіз відомих конструктивних рішень систем забезпечення мікроклімату будівель, техніко-економічне обґрунтування, Теоретичне обґрунтування та проектні рішення для прийняття раціонального варіанта систем вентиляції та кондиціонування, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень та заходи з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, Техніко-економічні показники, Загальний висновок, Перелік використаних джерел, Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Плакати з результатами наукової частини роботи – дослідження енергоощадних систем забезпечення мікроклімату будівель. Креслення: Загальний вигляд будівлі при обстеженні. Плани поверхів, план розташування системи вентиляції на поверххах будівлі. Аксонометричні схеми вентиляційного обладнання. Календарний план монтажу систем вентиляції та кондиціонування. Монтажні креслення та вузли.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Іноваційні енергоефективні технології в комбінованих системах теплопостачання	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор		
Теоретичне обґрунтування та практичне рішення прийнятих варіантів мікроклімату	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор		
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор		
	Кобилянська І. М. к.т.н., доцент		
Техніко-економічні показники	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____ 01.10.2021 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Складання завдання та змісту до МКР	01.10.2021	
2	Іноваційні енергоефективні технології в комбінованих системах теплопостачання	16.10.2021	
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи газопостачання	18.10.2021	
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень та заходи з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях	27.10.2021	
7	Техніко-економічні показники	10.11.2021	
8	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	17.11.2021	
9	Попередній захист	01.12.2021	
10	Виправлення зауважень	12.12.2021	
11	Рецензування	16.12.2021	
12	Захист МКР	21.12.2021	

Магістрант _____

(підпис)

Тимошук О.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____

(підпис)

Ратушняк Г.С.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Тимошук О. І. Комбінована система створення мікроклімату будівлі з використанням відновлювальних джерел енергії. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – Теплогазопостачання та вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2020. 157 с.

На укр. Мові. Бібліогр.: 46 назв; рис.:27; табл. 23.

Магістерська кваліфікаційна робота містить в собі п'ять розділів: аналітичний огляд комбінованих систем теплопостачання, теоретичне обґрунтування прийнятих рішень, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень, техніко – економічні показники, а також має графічну частину.

У загальній частині роботи порівнювались характеристики двох систем теплового насоса геотермальної дії, однієї з та однієї без сонячного теплового колектора. Аналіз одержаних результатів показав значне покращення продуктивності теплового насоса при підключенні сонячної теплової системи.

Проведене моделювання теплових режимів систем з тепловими насосами. Виконано багатоваріантний аналіз джерел теплопостачання житлового будинку та визначено їх термін окупності.

Розроблені настанови з експлуатації системи та заходи з охорони праці при монтажних роботах.

В техніко - економічному обґрунтуванні доведена економічна та екологічна доцільність впровадження проекту.

Графічна частина містить плани поверхів з нанесенням обладнання теплопостачання та розгалуженнями трубопроводів, календарний план, вузлові креслення.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 11 аркушів графічної частини.

Ключові слова: мікроклімат будівлі, системи кондиціонування, теплоутилізація, відновлювальні джерела енергії.

ABSTRACT

Tymoshchuk O.I. Combined system of creating a microclimate of the building with renewable energy sources. Master's thesis in specialty 192 - Construction and Civil Engineering. Vinnytsia: VNTU, 2020. 157 p.

In Ukrainian language. Bibliographer.: 46 titles; fig.: 27; tabl 23.

The master's qualification work contains four sections: analytical review of combined heat supply systems, theoretical substantiation of decisions, organizational and technological support for the implementation of project solutions, technology - economic indicators, and also has a graphic part.

In the general part of the work the characteristics of two geothermal heat pump systems were compared, one with and one without a solar heat collector. The analysis of the obtained results showed a significant improvement in the performance of the heat pump when connecting the solar thermal system.

Modeling of thermal modes of systems with heat pumps is carried out. A multivariate analysis of heat supply sources of a residential building was performed and their payback period was determined.

Guidelines for the operation of the system and measures for labor protection during installation work have been developed.

In the feasibility study the economic and ecological expediency of the project implementation is proved.

The graphic part contains floor plans with the application of heat supply equipment and branching of pipelines, calendar plan, node drawings.

The master's qualification work contains 11 sheets of the graphic part.

Key words: building microclimate, air conditioning systems, heat utilization, renewable energy sources.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4	
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА		
ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ СТВОРЕННЯ		
МІКРОКЛІМАТУ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ		
ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....		7
1.1 Аналіз теплових режимів комбінованих систем	7	
1.2 Аналіз геотермальної теплової насосної системи з використанням сонячної енергії	14	
1.3 Висновки до першого розділу.....	31	
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЕКТНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДЖЕРЕЛ		
ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ		
БУДІВЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ		
ЕНЕРГІЇ. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ СИСТЕМ З		
ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ.....		32
2.1 Вибір та теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій будинку.....	32	
2.2 Розрахунок теплових втрат приміщень.....	35	
2.3 Підбір обігрівальних приладів.....	37	
2.4 Гідравлічний розрахунок трубопроводів.....	39	
2.5 Вибір теплогенераторів для теплопостачання будинку.....	42	
2.6 Оцінка впливу життєвого циклу джерел теплопостачання на навколишнє середовище.....	47	
2.7 Обґрунтування вибору низькотемпературного джерела теплоти та вибір режимів роботи теплового насоса.....	52	
2.8 Розрахунок потужності та вибір теплового насоса.....	54	
2.9 Розробка та вибір конструкції земляного зонда.....	59	
2.10 Втрати тиску в земляному зонді.....	62	
2.11 Розрахунок розширювального бака та буферної ємності.....	64	

2.12	Математична модель і розрахунок коефіцієнта перетворення.....	65
2.13	Математична модель та розрахунок ексергетичного ККД ТНУ...	69
2.14	Висновки до розділу.....	71
3	ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
	РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....	72
3.1	Конструктивні особливості об'єкту.....	72
3.2	Отримання об'єкту під монтажні роботи.....	73
3.3	Монтаж системи центрального опалення.....	74
3.4	Підготовка об'єкту під монтаж.....	74
3.5	Загальна технологія монтажу опалення.....	75
3.6	Монтаж опалювальних приладів.....	77
3.7	Монтаж стояків.....	78
3.8	Наповнення системи водою.....	79
3.9	Пуск в дію та випробування системи опалення.....	80
3.10	Визначення складу і об'ємів робіт.....	84
3.11	Визначення об'ємів робіт.....	84
3.12	Склад робіт.....	86
3.13	Витрата матеріалів та допоміжного обладнання при монтажі систем опалення.....	87
3.14	Витрата допоміжних матеріалів та інструментів.....	89
3.15	Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання календарного плану виконання робіт.....	91
3.16	Вибір типів машин, механізмів, пристосувань.....	93
3.17	Витрата електроенергії та пального.....	94
3.18	Техніко-економічні показники.....	95
3.19	Висновки до розділу.....	96
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	97
4.1	Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	97
4.1.1	Технічні рішення з організації робочого місця	97

4.1.2 Електробезпека	102
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і санітарії	104
4.2.1 Мікроклімат	104
4.2.2 Склад повітря робочої зони.....	105
4.2.3 Виробниче освітлення.....	106
4.2.4 Виробничий шум	107
4.2.5 Виробничі вібрації	110
4.2.6 Психофізіологічні фактори	111
4.3 Оцінка можливих наслідків вибуху газу в разі виникнення аварійної ситуації.....	112
4.3.1 Розрахунок надмірного тиску вибуху газоповітряної суміші.....	112
4.3.2 Визначення розмірів зони поширення полум'я.....	114
4.3.3 Розрахунок інтенсивності теплового випромінювання внаслідок вибуху.....	114
4.3.4 Висновок.....	115
5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	
5.1 Вихідні положення. Характеристика об'єкту. Технічна можливість та економічна доцільність.....	118
5.2 Огрунтування проектної потужності об'єкта	118
5.3 Дані про можливість забезпечення основними матеріалами, енергоресурсами.....	119
5.4 Матеріали оцінки впливів на мешканців будинку.....	119
5.5 Висновки до розділу.....	120
Загальні висновки.....	122
Список використаних джерел.....	124
Додатки.....	129

ВСТУП

Актуальність. Останнім часом динаміка росту цін на викопні енергоносії стає все більше непрогнозованою. Ціни на них стають на заваді росту економіки держави. Система централізованого теплопостачання є морально і матеріально застарілою. Крім того, одним із показових факторів безпеки держави є енергонезалежність.

Європейські країни все більше державних програм спрямовують на розвиток і запровадження для енергопостачання систем, що працюють на відновлювальних джерелах енергії, на ці програми виділяються великі кошти.

Запровадження новітніх технологій має дуже важливе значення і для нашої країни, тому інженери в першу чергу повинні володіти знаннями і практичними навичками, щодо впровадження новітніх технологій.

Екологічний ефект від використання нетрадиційних джерел енергії є очевидним, крім того при правильному проектуванні і експлуатації, вони дають значну економію коштів.

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

Магістерська кваліфікаційна робота виконана у відповідності до Закону України «Про енергозбереження» №75/94-ВР від 01.07.94р. та згідно Національним планом дій енергоефективності до 2020 року, затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2015р. №1228-р.

Тема кваліфікаційної магістерської дипломної роботи відповідає науковому напрямку кафедри ІСБ Вінницького національного технічного університету - «Розробка енергоефективних систем теплогазопостачання, вентиляції і кондиціонування та іншого технологічного устаткування в галузі будівництва та цивільної інженерії».

Мета і задачі дослідження

Метою даного проекту є визначення ефективності роботи теплогенеруючого устаткування на основі нетрадиційних джерел енергії для регіону м. Вінниці. Для максимальної оцінки ефективності необхідно визначити найбільш доцільний варіант вибору джерела відновлювальної енергії

враховуючи кліматичні особливості регіону, а також конструктивні особливості об'єкту проектування.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- виконати порівняння середньодобового споживання енергії у випадку геотермальних та сонячних умов експлуатації
- проаналізувати зміни коефіцієнту продуктивності на стороні джерела тепла
- оцінити вплив життєвого циклу джерел тепlopостачання на навколишнє середовище
- на основі аналізу характеристик низькотемпературних джерел теплоти, обґрунтувати вибір оптимального режиму роботи теплового насоса
- розробити конструкцію земляного зонду, виконати його тепловий та гідравлічний розрахунок
- чисельне моделювання роботи теплового режиму системи з тепловим насосом
- визначити терміни окупності в порівнянні іншими опалювальними пристроями
- розробити заходи з організації та технології монтажу системи опалення, визначити склад і об'єм робіт

Об'єкт дослідження

Комбінована система створення мікроклімату будівлі з використанням відновлювальних джерел енергії.

Предмет дослідження

Теплові процеси і характеристики безпосередньо використання теплоти ґрунту і сонячної енергії для тепlopостачання при застосуванні сонячної енергії в пасивних системах сонячного опалення та в комплексі з тепловими насосами.

Наукова цінність одержаних результатів

- розроблено теоретичну модель роботи комбінованої теплонасосної системи тепlopостачання будівлі з поєднанням в одній

системі різних низькотемпературних джерел енергії та споживачів теплоти;

- аналізом інформації про доцільність використання комбінованих систем створення мікроклімату в Україні.

Практичне значення одержаних результатів:

Науково об ґрунтована методика інженерного розрахунку систем опалення, гарячого водопостачання та рекомендації щодо їх практичного впровадження може бути використана при розробленні аналогічних енергозберігаючих проектів.

Апробація. Основні положення та результати роботи доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2021», м.Вінниця та області – 2021р.

Публікації.

За матеріалами роботи було оприлюднено тези доповіді на Міжнародній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2021».

Структура та обсяг магістерської кваліфікаційної роботи.

Робота складається із вступу, п'яти розділів основної частини, загального висновку, списку використаних літературних джерел з найменувань та додатків. Робота викладена на 150 сторінках, містить рисунки, таблиці та 11 листів креслень.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Системи теплових насосів з геотермальним джерелом (ТНГД), як системи відновлюваної енергії все частіше встановлюються, як частина будівельного приводу з нульовою енергією. Однак в Україні, де може знадобитися велика кількість опалювального навантаження, підтримувати високу продуктивність системи, використовуючи лише ТНГД, важко через поступове погіршення її теплових характеристик.

1.1 Аналіз теплових режимів комбінованих систем

Теплові насоси все частіше використовуються в побутових системах опалення. Існує три поширених типи теплових насосів. Вони відрізняються за джерелом тепла, яке вони використовують.

-Теплові насоси наземної або озерної води використовують джерело тепла підземну воду або воду з озера. Джерела мають постійну, відносно високу температуру протягом усього року; тому коефіцієнт корисної продуктивності високий і сягає від 3,8 до 5,0. Недоліком системи є те, що її не можна застосовувати всюди, і завжди потрібен дозвіл місцевої влади.

-Теплові насоси з геотермальними зондами використовують середньоглибоку землю (до 300 м) як джерело тепла. Оскільки температура в землі підвищується приблизно на 3 ° С на 100 метрів у глибину, глибші зонди призводять до джерела тепла при більш високій температурі. Можуть бути досягнуті хороші сезонні показники від 3,5 до 4,5. Недоліками системи є відносно високі інвестиційні витрати на буріння зонда та той факт, що ці бурові роботи неможливі в кожному місці.

-Теплові насоси з джерелом повітря використовують джерело тепла навколишнє повітря. Перевагами систем є низькі інвестиційні витрати, а також той факт, що їх можна побудувати скрізь. Через те, що система працює

найгірше, коли потрібно найбільше тепла, річний коефіцієнт продуктивності є відносно низьким; типові значення лежать між 2,1 і 3,2. Ще одним недоліком є небажаний шум, який видає вентилятор, що призвело до більш жорстких правил щодо їх встановлення, особливо у міських районах.

Існують також системи з тепловими акумуляторами. Такі системи застосовуються для більшості кліматів і має забезпечити кращу продуктивність, ніж теплові насоси з джерелом повітря. Як єдине джерело енергії в системі використовується тепловий сонячний колектор. Під час спекотних погодних умов, наприклад влітку та частинами весни/осені колектор подає тепло безпосередньо в бак для гарячої води або систему опалення. Якщо потрібна температура води для опалення гарячою водою або опалення приміщення неможлива, або якщо влітку є надлишок тепла, тепло від сонячного колектора зберігається у великому резервуарі. Цей резервуар для води виготовляється як резервуар теплоаккумулятора, який використовує приховану енергію води для щорічного зберігання. Цей резервуар для води використовується тепловим насосом як єдине джерело енергії. Резервуар теплоаккумулятор діє як тепловий накопичувач PCM (матеріал, що змінює фазу). Через те, що температура накопичувача нижче температури ґрунту, для великого резервуара не потрібен ізоляційний шар. Електрична система аварійного опалення може бути використана як резервне рішення для системи теплового насоса під час тривалих поганих погодних періодів.

Великою перевагою такої системи є те, що температура джерела тепла протягом року досить висока. Це призводить до більш високих температур випаровування і, отже, кращої ефективності. Крім того, джерело тепла (сонячний колектор) можна легко встановити на більшості будівель і зазвичай не потребує спеціальних дозволів. Нарешті, сонячні колектори не забруднюють навколишнє середовище шумом.

У резервуарі теплоаккумулятора встановлені два теплообмінники. Один теплообмінник містить суміш розсолу і води (зелені лінії), яка також протікає через сонячний колектор. Інший теплообмінник - це випарник теплового насоса

і містить холодоагент. Основною ідеєю цієї схеми було підвищення температури випаровування через відсутність проміжного контуру між накопичувальним баком і тепловим насосом. Сонячний тепловий контур також підключений до накопичувача гарячої води та системи опалення. Як тільки температура сонячних колекторів підніметься над гарячою водою або системою опалення, застосовується пряме опалення. Якщо температура розсолу сонячного колектора знаходиться між 0°C і мінімальною температурою нагріву, енергія з сонячних колекторів зберігається в ємності теплоаккумулятора. Сам контур теплового насоса представляє собою одноступінчастий агрегат з приводом зі змінною швидкістю для регулювання потужності. Він використовується як для опалення житла, так і для гарячого водопостачання.

Продуктивність системи ТНГД з сонячною енергією була експериментально проаналізована та порівняна з системою, що містить лише ТНГД. Результати показали, що коефіцієнт нагріву для роботи лише з ТНГД становив 5,4, тоді як коефіцієнт опалення ТНГД з сонячною енергією становив 7,0. У випадку лише з системою ТНГД максимальна температура подачі води теплового насоса на стороні джерела тепла спочатку становила $13,1^{\circ}\text{C}$, але під час роботи це швидко знизилося до $11,4^{\circ}\text{C}$. Для системи ТНГД з сонячною енергією температуру подачі води до сторони джерела тепла теплового насоса контролювали на рівні $15\text{--}20,9^{\circ}\text{C}$, а споживання електроенергії для роботи системи було зменшено приблизно на 20% порівняно з тим, що для Лише система ТНГД. При використанні сонячного тепла замість тепла землі можна подавати набагато вищі температури, оскільки сонячне тепло сприяє покращенню роботи системи теплового насоса.

Геотермальні системи, системи джерел тепла на землі або системи теплових насосів, пов'язаних із землею (ТНГД), широко використовуються в США, Центральній та Північній Європі та на північному заході Китаю для опалення приміщень [2,3]. Крім того, застосування ГХПП збільшилося у проектах багатоквартирних будинків у Україні [4].

Теплові насоси з геотермальним джерелом (ТНГД) забезпечують опалення та охолодження шляхом обміну теплом із ґрунтом. Перевагою такої системи є те, що температура ґрунту залишається постійною протягом часу. Однак в Україні, щорічна потреба в опаленні більша, ніж потреба в охолодженні, а, отже, ефективність опалення ГСГ зменшується з часом через тепловий дисбаланс ґрунту [5]. Крім того, температура в приміщенні опускається нижче заданого значення, і ТНГД не працює нормально протягом багатьох років роботи [6]. Звичайні дослідження показують, що середня температура ґрунту може знизитися на 3–12 °С, а потім коефіцієнт продуктивності може знизитися приблизно на 0,50–2,20 [7–13]. Тому необхідно усунути тепловий дисбаланс ТНГД в холодних регіонах.

Крім того, температура в приміщенні опускається нижче заданого значення, і ТНГД не працює нормально протягом багатьох років роботи [6]. Звичайні дослідження показують, що середня температура ґрунту може знизитися на 3–12 °С, а потім коефіцієнт продуктивності може знизитися приблизно на 0,50–2,20 [7–13]. Тому необхідно усунути тепловий дисбаланс ТНГД в холодних регіонах.

Існують рішення з модифікованим наземним теплообмінником (МНТ), наприклад, шляхом збільшення простору свердловини. Більший простір свердловини свідчить про більшу теплозберігаючу здатність ґрунту [14]. Рішення з модифікованою системою, поєднують енергію із звичайною ТНГД для збільшення теплового введення в землю або зменшення теплової віддачі від землі. Інтеграція газових котлів дозволяє досягти економії енергії у порівнянні зі звичайними ГШП [15]. Крім того, поєднання сонячної теплової енергії з ТНГД може підвищити продуктивність нагріву приблизно на 3,75 [16]

Для того, щоб показати загальну ефективність такої системи, були прийняті такі припущення: досліджувана будівля є подібною за конструкцією та розмірами порівняно з будівлею, що використовується для польових вимірювань. Її опалювана площа становить 400 м² з максимальним тепловим навантаженням 27 Вт/м². З іншого боку, система опалення була

змінена авторами для підвищення ефективності та надійності. Випарник був збільшений удвічі довжиною до 100 м з 18 -міліметрової трубки, а обсяг зберігання крижаної води збільшено до 50 м³, щоб можна було краще використовувати сезонний ефект зберігання.

На рис. 1.1 надано зображення енергії, яка зібрана з сонячного колектора. Перший стовпчик представляє собою сонячне опромінення на дах за кожен місяць. Другий стовпчик показує, скільки енергії фактично передається у воду. Наступний показує сонячну енергію, яку фактично збирали сонячні колектори. Невеликі відмінності між другим та третім стовпчиком представляють собою втрати гідросистеми. Як ми бачимо, більшість енергії, зібраної з колекторів, фактично використовується для системи зберігання енергії в теплоаккумуляторі через низькі температури, досягнуті в колекторі.

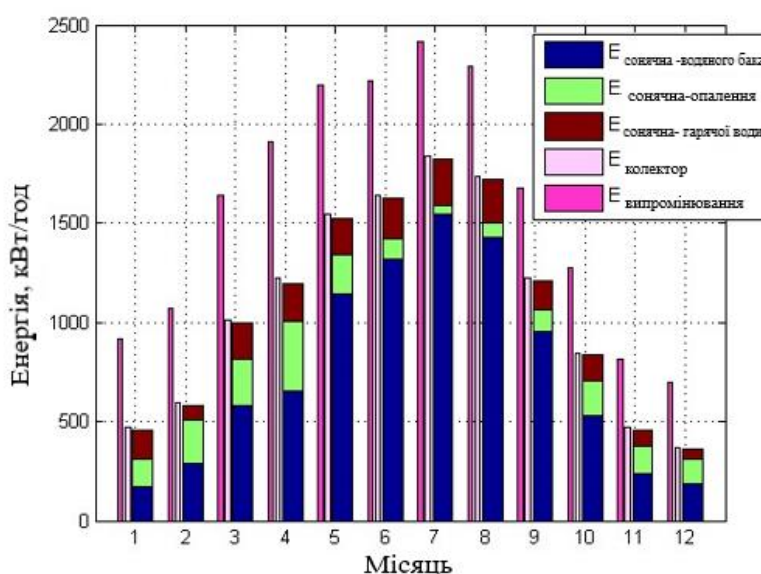


Рисунок 1.1 – Продуктивність сонячного колектора; різні кольори показують, як використовується енергія[10]

Особливо взимку мінімальна температура для прямого опалення та гарячого водопостачання не може бути досягнута в колекторі дуже часто. Але все ж можна використовувати частину сонячної енергії для зберігання енергії в теплоаккумуляторі. Влітку для опалення практично не потрібно тепла, і потреби в гарячій воді для побутових потреб можна легко виконати. Тому

значна частина сонячної енергії може зберігатися в резервуарі теплоаккумулятора. Річний збір енергії сонячного колектора досягає 811 кВт - год/м². Типово щорічний збір енергії для систем гарячого водопостачання за даних кліматичних умов України становить 400-550 кВт-год/м². Таким чином, загальна ефективність сонячного теплового колектора може бути підвищена з 30-50 % до приблизно 70 % через зниження температури в колекторі.

На рис. 1.2 показана кількість гарячої води, що нагрівається за допомогою теплового насоса та безпосередньо від сонячного колектора. Тонкий рожевий стовпчик показує кількість споживаної гарячої води. Різниця у висоті пояснює втрати тепла резервуара гарячої води та трубопроводів. З рисунка видно, що попит на гарячу воду в побуті влітку та взимку не сильно змінюється. Ми також можемо побачити, що протягом літнього часу більше 60% води може нагріватися безпосередньо за допомогою сонячного колектора, і лише менша частина нагрівається за допомогою теплового насоса. Порівнюючи грудень і січень, ми можемо побачити, що хоча січень є холоднішим місяцем, більше тепла можна використовувати безпосередньо від сонячних панелей. Це можна пояснити звичайно дуже сонячним місяцем січнем, тоді як у листопаді та грудні більше туману.

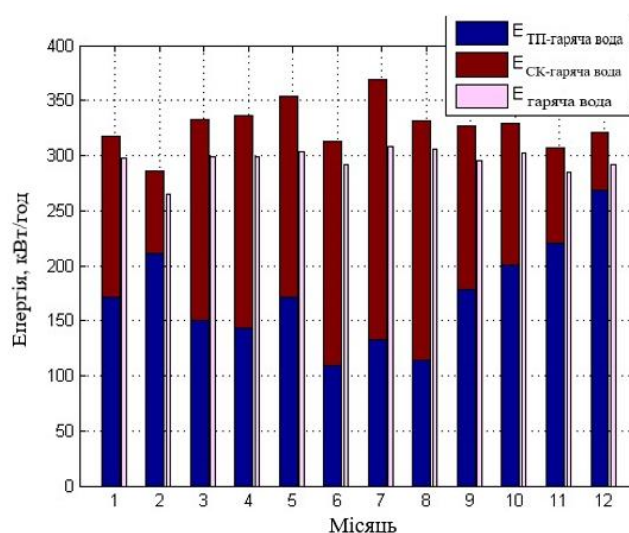


Рисунок 1.2 – Надходження та витрата енергії для нагрівання води побутового опалення за допомогою теплового насоса (ТН) та сонячного[10]

колектора (СК); Рожевий стовбчик: використання гарячої води для побутових потреб

На рис. 1.3 зображене місячне вироблення енергії для опалення та гарячої води, що виробляється тільки тепловим насосом. Як ми бачимо, попит на гарячу воду побутового призначення невеликий у порівнянні із загальною потребою в опаленні. Тенденція цього графіка показує прямо протилежну поведінку, як вихід сонячних тепла, що пояснює великий резервуар теплоаккумулятора, необхідний для системи. Рожеві стовпчики на рис. 1.3 враховують енергопостачання, а різниця у висоті знову враховує втрати тепла.

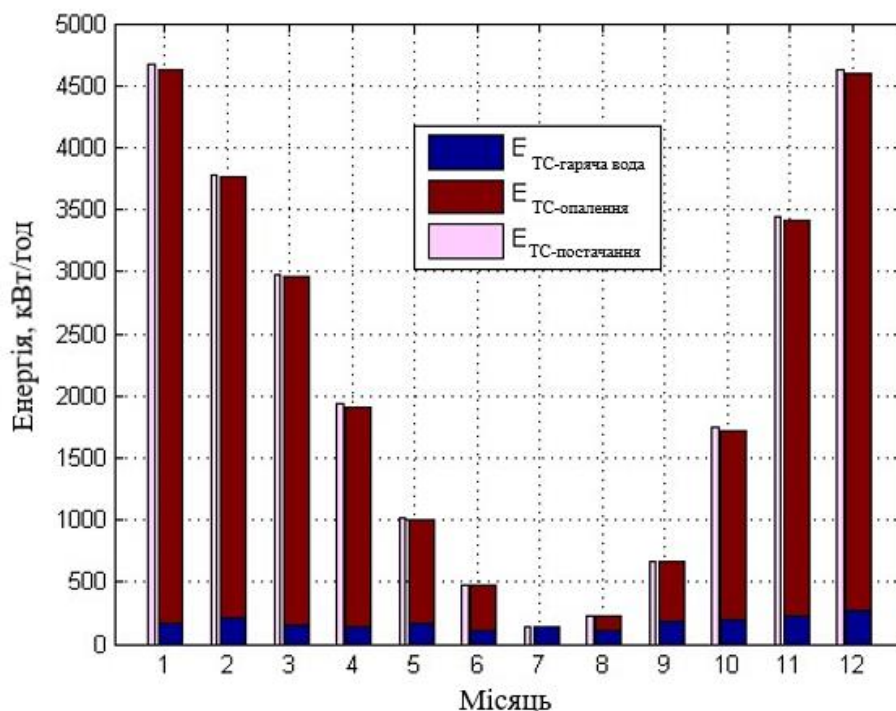


Рисунок 1.3 – Частка виробництва енергії теплового насоса для опалення та гарячого водопостачання[10]

Енергетичний баланс накопичувача теплоаккумулятора представлено на рис. 1.4. Як і очікувалося, взимку спостерігається великий попит, тоді як сонячні колектори дають більше енергії влітку. В цілому попит на енергію більший, ніж сонячна енергія за літо. Тому розмір сонячних панелей занадто малий для споживання будівлі енергією. Оскільки для даної будівлі немає додаткового місця для сонячних теплових колекторів, знадобиться

альтернативне джерело тепла. Можливості - це теплообмінник повітря-вода, який працює влітку, або бажано рекуперація відпрацьованого тепла з будівлі

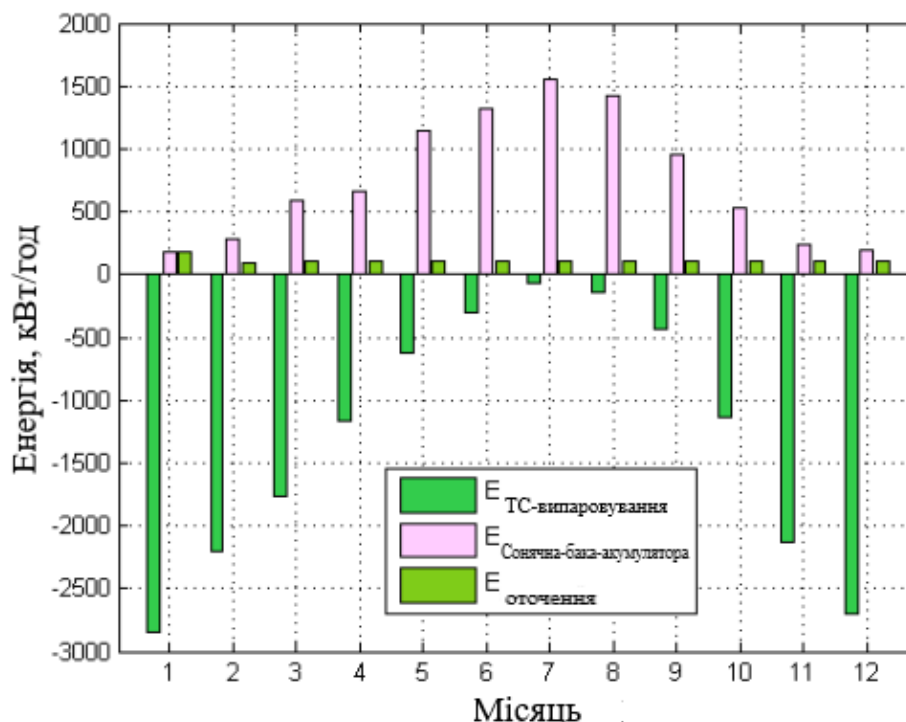


Рисунок 1.4 – Енергетичний баланс накопичувача теплоаккумулятора[10]

1.2. Аналіз геотермальної теплової насосної системи з використанням сонячної енергії

У будівлі є два кабінети на другому поверсі, а третій та четвертий поверхи використовувалися для проведення експериментів. Загальна площа будівлі становить 1725 м², загальні нагрівальні та охолоджувальні навантаження становлять 236,2 та 283,7 кВт -год відповідно(табл.1.1). Джерелом тепла для опалення та охолодження був ТНГД, продуктивність якого з часом погіршувалася.

Рис 1.5 ілюструє схему системи ТНГД із сонячною енергією, проаналізовану у цьому дослідженні. Він складається з системи теплових насосів з геотермальним джерелом, МНТ та системи сонячного тепла, що складається з сонячних колекторів, високо- та низькотемпературних накопичувачів тепла та циркуляційних насосів. Нагрівальне середовище (суміш

води та антифризу), теплоносій (вода) та нагрівальний середовище МНТ (суміш води та антифризу) розділяються через чотири комплекти пластинчастих теплообмінників.

Таблиця 1.1 – Основні дані будівлі, що розглядається

Зона	Площа (m ²)	Охолодження (kWh)	Обігрів (kWh)	Тривалість проведення (h)
1 Офіс (1) 2F	470	111.0	131.5	8
2 Офіс (2)	366	86.4	102.4	8
3 Лабораторія 3F, 4F	510.8	38.8	49.8	Періодичне
4 Хол	378.2	—	—	—
5 Загальна	6 1725	7 236.2	8 283.7	9

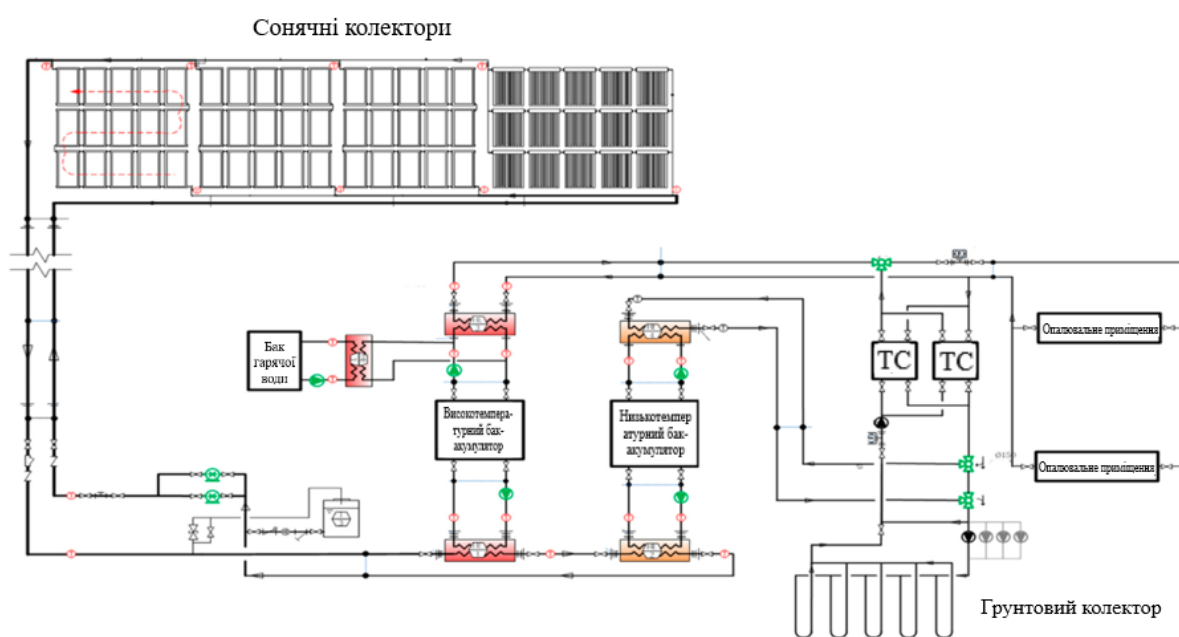


Рисунок 1.5 – Схема геотермальної теплової насосної системи з сонячними колекторами[12]

У таблиці 1.2 наведено технічні характеристики системи ТНГД, встановленої в аналізованій будівлі. Встановлено чотири теплові насоси вода-вода, потужністю опалення 47,5 та 110,1 кВт-год(табл. 1.2). Загальна

потужність охолодження та нагріву чотирьох теплових насосів становила 262,4 та 315,1 кВт -год відповідно. Грунт використовувався як геотермальне джерело. Був використаний вертикальний МНТ із замкнутим контуром і встановлено 29 свердловин діаметром 150 мм на вертикальній глибині 150 м. Загальна довжина ПГЕ становила 4350 м, а температура подачі гарячої води під час нагрівання була встановлена на рівні 45–48 °С.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики системи теплових насосів з геотермальним джерелом.

Геотермальне джерело, Система теплового насоса (Вода-Вода)	Кількість, шт	Потужність на охолодження, кВт	Потужність на обігрів, кВт	Споживання енергії, кВт	
				Охолод- ження	Обігрів
Тепловий насос-1, 2	2	39.1	47.5	10.1	14.0
Тепловий насос-3, 4	2	92.1	110.1	25.2	34.9

У таблиці 1.3 наведено конфігурацію плоского пластинчастого сонячного колектора та подвійного трубчастого сонячного теплового колектора, які були встановлені для компенсації обмежень існуючої системи ТНГД. Вихід теплової енергії плоского колектора та вакуумованого трубного колектора та ефективність базуються на сертифікаті виробника.

Сонячні колектори отримують сонячну променеву енергію і передають її потоку рідини. Корисна енергія, зібрана з сонячного колектора, задається рівнянням (1.1), а ефективність колектора - рівнянням (1.2) [18]:

$$Q_u = A_c [I_T(\sigma\tau) - U_L(T_i - T_a)], \quad (1.1)$$

$$E = F0_m(\sigma\tau) - F0_m U_L [(T_i - T_a)/I_T], \quad (1.2)$$

де Q_u -корисний приріст енергії сонячного колектора [W], A_c -площа колектора [м²], I_T -занальна сонячна інсоляція на площині колектора [Вт/м²], $\sigma\tau$ -коефіцієнт поглинання пропускання, U_L -загальний коефіцієнт втрат тепла [Вт/м² · °С], T_i -температура на вході рідини [°С], T_a -температура зовнішнього

повітря [$^{\circ}\text{C}$], FO_m -коефіцієнт корисної дії колектора середньої температури, а E -ефективність колектора.

Загальна площа плоского колектора становить $35 \text{ аркушів} \times 2 \text{ м}^2 = 70 \text{ м}^2$, а його середня ефективність збирання та корисний приріст сонячного тепла становлять 71,51% та 2,0 кВт-год/м² на добу відповідно. Більш того, загальна площа трубчастого колектора з подвійним вакуумом становить $15 \text{ аркушів} \times 3,02 \text{ м}^2 = 45,3 \text{ м}^2$, а його середня ефективність збирання та корисний приріст сонячного тепла складають відповідно 75,09% та 2,6 кВт-год/м² на добу.

Ємності використовувалися для збереження теплової енергії або гарячої води для використання в разі потреби. Один був високотемпературним резервуаром для зберігання тепла, а інший - низькотемпературним накопичувачем тепла. Високотемпературний резервуар (місткістю 4 тонни) спочатку зберігав тепло, отримане від сонячних колекторів, тоді як низькотемпературний резервуар (місткістю 6 тонн) виконував вторинне накопичення тепла. Гарячу воду у високотемпературному резервуарі можна використовувати для опалення або гарячого водопостачання, тоді як гарячу воду в низькотемпературному баку можна використовувати для джерела тепла теплового насоса або тепла, що надходить у землю через теплообмінник для сезонного зберігання теплової енергії. У сонячній тепловій системі циркуляційний насос управляється та працює на основі різниці між температурою води на виході сонячного колектора та внутрішньою температурою (вода в баку) високотемпературного бака.

Цією системою можна керувати трьома способами, як зображено на рисунках 1.6–1.8. На рис. 1.4 зображено типовий існуючий режим роботи ТНГД. На рис. 1.7 зображено режим, в якому зібране сонячне тепло подається до теплового насоса через низькотемпературний теплообмінник з накопичувачем тепла для подачі нагрівального середовища з більш високою температурою на сторону джерела тепла ТНГД. У цьому випадку температура низькотемпературного (вторинного) резервуара для зберігання тепла повинна бути вищою, ніж температура теплового генерування в іншому випадку

система працюватиме в існуючому режимі геотермального теплового насоса. На рис 1.4 зображено режим роботи, при якому сонячне тепло подається і зберігається в землі як сезонна система накопичення теплової енергії у свердловині. За відсутності будь-якого попиту на зібране сонячне тепло та спрацювання теплового насоса для охолодження, наприклад, у передзимові місяці, тепло, зібране сонячною тепловою системою, подається у підземний простір через ГТЕ. Це покращує ефективність теплообміну системи геотермальних джерел під час теплового дисбалансу ґрунту.

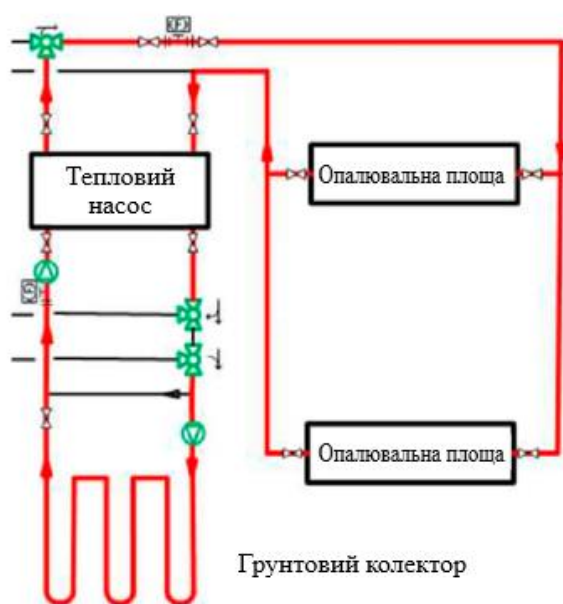


Рисунок 1.6 – Режим роботи нагрівання теплового насоса, що генерується тільки геотермальною системою[18]

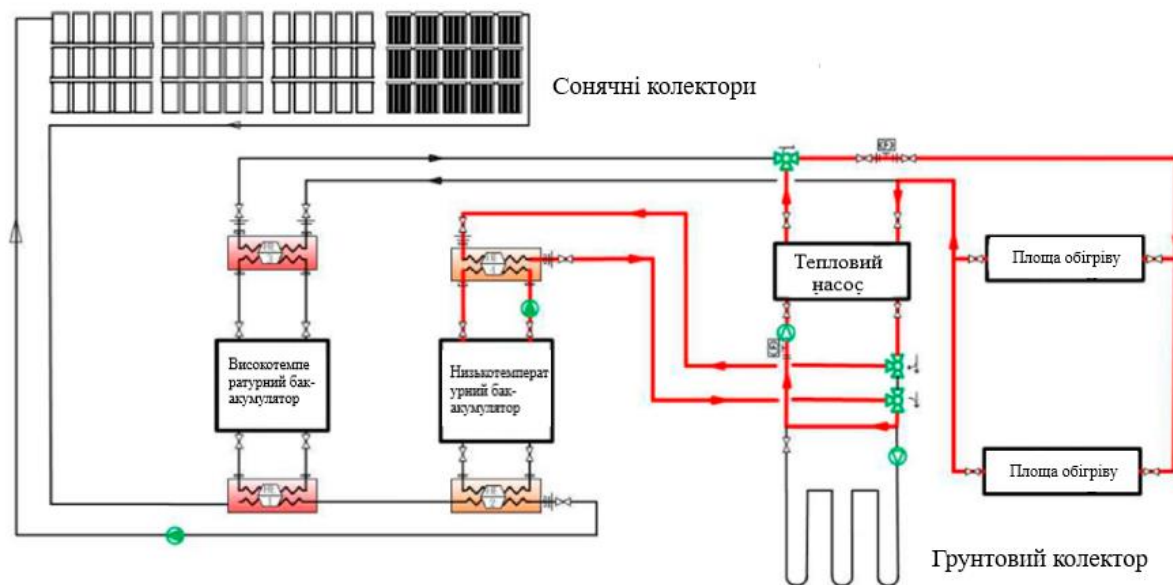


Рисунок 1.7 – Накопичене сонячне тепло, що подається до теплового насоса для опалення приміщень[18]

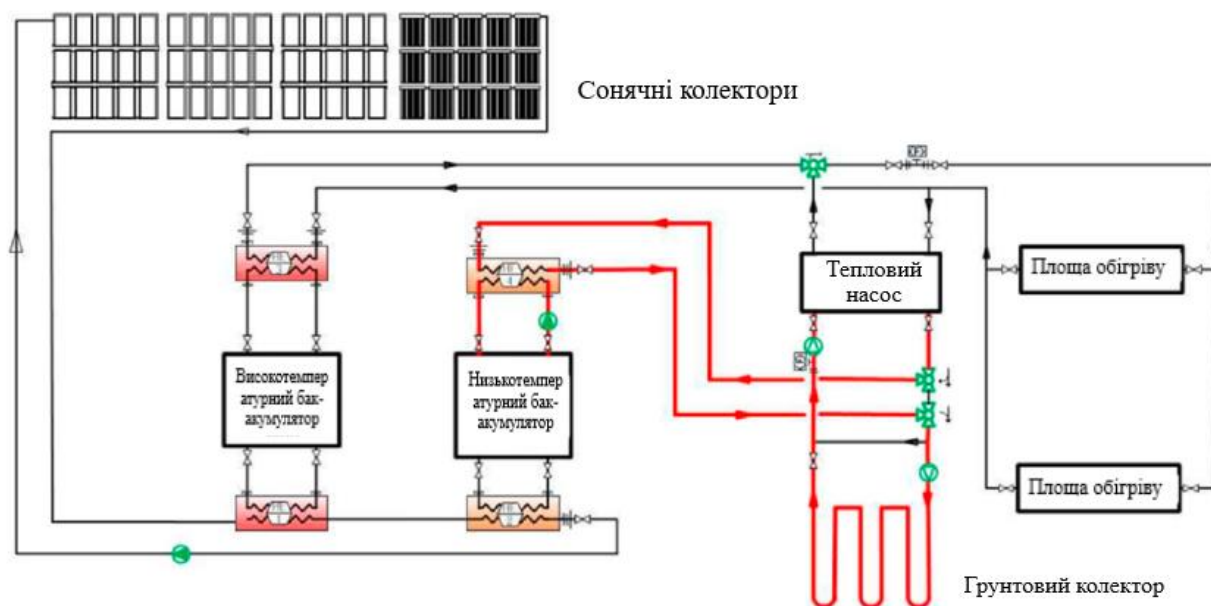


Рисунок 1.8 – Сонячне тепло, що зберігається в системі наземного накопичення (сезонне накопичення теплової енергії у свердловині)[18]

У цьому дослідженні були виконані три вищезгадані режими роботи для гібридного ТНГД за допомогою сонячного теплового колектора для аналізованої будівлі. Роботу системи ТНГД з сонячною енергією аналізували протягом 143 днів, з 15 листопада 2020 року по 6 квітня 2021 року.

Температура налаштування подачі на стороні попиту становила 45 °С у репрезентативний день, коли експлуатувалася тільки ТНГД; температура подачі на стороні споживання становила 46,5 °С у репрезентативний день, коли експлуатувалася ТНГД на сонячній енергії. Температура зовнішнього повітря та нагрівання двох систем були подібними. Швидкість потоку джерела тепла та стороні споживання використовує підхід з постійною подачею витрати відповідно до роботи циркуляційних насосів. Збір теплової енергії на сонячних батареях здійснюється за допомогою системи контролю диференціальної температури, коли різниця температур між внутрішньою температурою високотемпературного бака та температурою на виході сонячного колектора становить 5 °С. Для контролю роботи існуючої геотермальної системи та роботи комбінованої системи використовувався триходовий клапан. Для аналізу продуктивності системи були використані коефіцієнт продуктивності (COP) та коефіцієнт сезонної ефективності (SPF), які розраховуються за рівняннями (1.3 – 1.5) [10,19]:

$$COP = Q_1/W_{1,HP} \quad (1.3)$$

$$COP_{system} = Q_1/(W_{1,HP} + W_{1,Pumps}) \quad (1.4)$$

де Q_1 - нагрівальне навантаження [кВт -год/день], W_1 , л.с. - споживання електроенергії (тепловий насос) [кВт -год/день], а W_1 , насоси - споживання електроенергії (насоси) [кВт -год/день]

$$SPF = Q_2/(W_{2,HP} + W_{2,Pumps}) \quad (1.5)$$

де Q_2 - навантаження на опалення [кВт -год/сезон], W_2 - споживання електроенергії (тепловий насос) [кВт -год/сезон], W_2 , Насоси - споживання електроенергії (насоси) [кВт -год/сезон].

У табл. 1.4 наведено точки моніторингу сонячних теплових та геотермальних систем. Всього було відстежено 44 точки даних у районах, що включають сонячну теплову та геотермальну систему. Для вимірювання температури, резервуар для зберігання тепла був обладнаний датчиком термопари (тип Т). Цифровий термометр з цифровим рідкокристалічним

дисплеєм був використаний для відображення температури подачі та повернення геотермального теплового насоса, щоб дозволити спостерігачу безпосередньо перевіряти температуру на місці. Виробник гарантує точність термометра з термопарою (Тип Т) датчик $\pm 0,15$ °C (180 до 80 C) з цифровим термометром. Для вимірювання витрати використовували ультразвуковий витратомір. Ультразвуковий витратомір був сертифікований з точністю до $\pm 1\%$ (повна шкала).

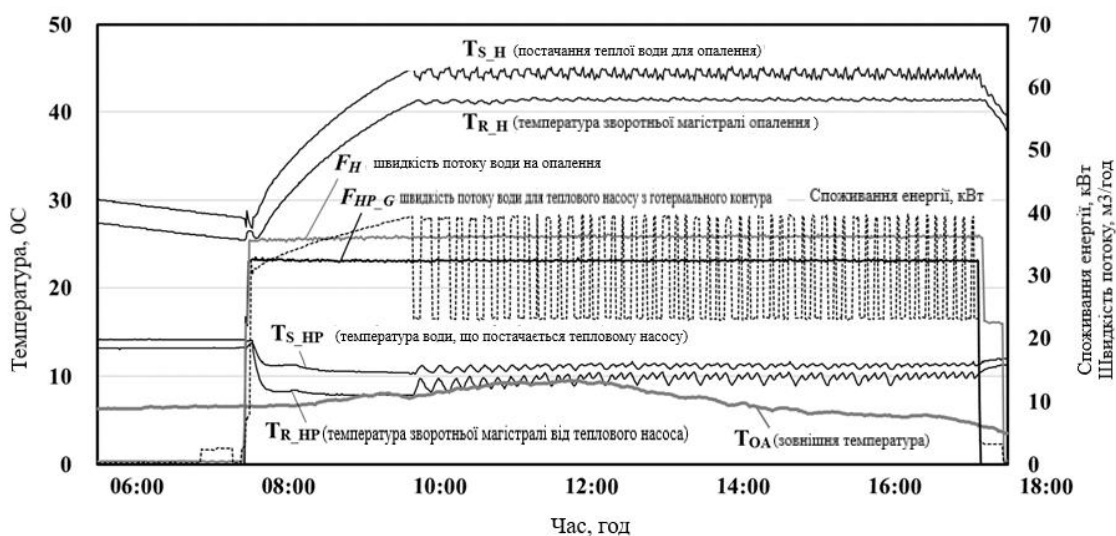
Для вимірювання споживання електроенергії використовувався електронний реєстратор даних обліку електроенергії. Інтервал вимірювання був встановлений на 1 хв., А файли результатів були зібрані у щоденних одиницях. Точність вимірювача потужності склала $\pm 0,06\%$ (у повній шкалі), і він був сертифікований Центром стандартизації та метрології України, яка забезпечує сертифікацію пристроїв введення, виведення та зберігання даних та повідомлень зв'язку. При виборі вимірювальних приладів, використаних у цьому дослідженні, було проаналізовано відповідність діапазону температур та діапазону витрат, вимірюваних у цьому дослідженні. Усі значення результатів є значеннями, що виключають невизначеність вимірювального обладнання.

Рисунок 5а, б показують поведінку ТНГД без та з сонячним тепловим колектором відповідно. Для порівняння продуктивності двох систем були обрані результати роботи, отримані за добу з подібними умовами зовнішньої температури. Зміни у джерелі теплового насоса, подачі води споживачу, температурі та витраті зворотної води, споживанні електроенергії та зовнішній температурі збиралися з плином часу.

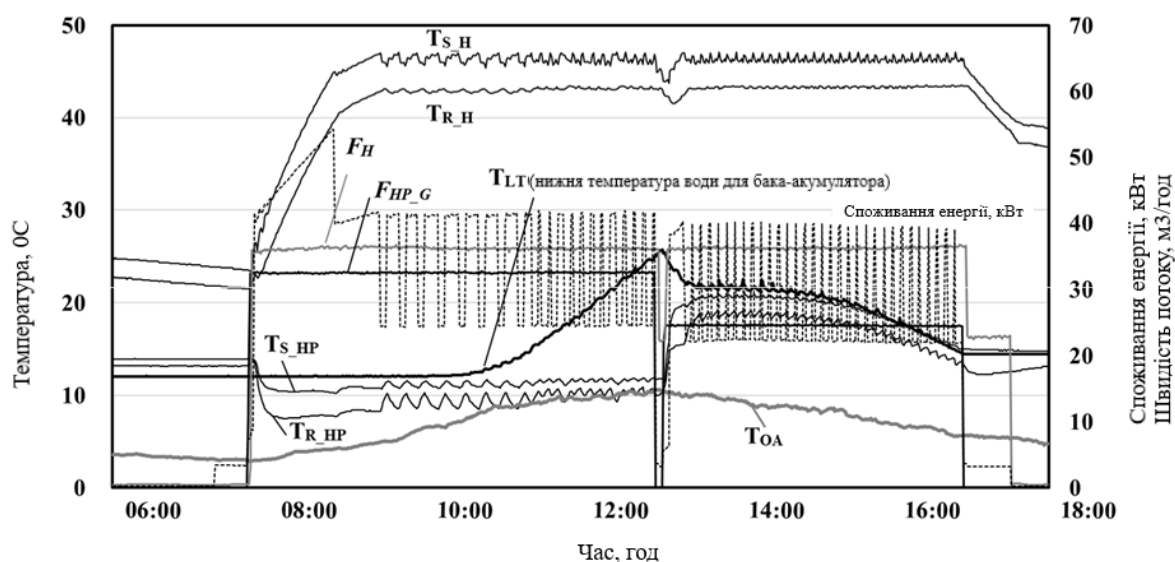
Споживання електроенергії розраховувалося, як сума теплових та циркуляційних насосів відповідно до джерела тепла та потреби. Схема роботи типової системи теплового насоса, включаючи періодичну роботу, відповідно до зовнішньої температури.

У системі, що містить тільки ТНГД, максимальна температура подачі теплового насоса з боку джерела тепла спочатку становила 13,1 °C, але під час роботи швидко знизилася до 11,4 °C. Температура подаваної води для опалення

на стороні споживання підтримувалася приблизно на рівні 45 °С, що є встановленим значенням.



(a)



(б)

Рисунок 1.9 – Результати роботи систем ТНГД: (а) без та (б) з сонячним тепловим колектором[22]

У системі ТНГД із сонячною енергією джерело тепла від сонячної теплової системи відбувалося у другій половині дня, оскільки температура води в низькотемпературному баку-накопичувачі тепла (БНТ) була вищою, ніж температура води, що виводиться з МНТ вдень. Якщо температура води в низькотемпературному резервуарі для зберігання тепла була вище 25 °С (задана температура), акумульоване сонячне тепло надходило до теплового насоса для

опалення між 13:09 та 16:54. Температура води, що подається до джерела теплового насоса, контролювалася в межах 15–20,9 °С. Отже, при використанні сонячного тепла замість тепла землі можна було б забезпечити набагато вищі температури; сонячне тепло сприяє підвищенню продуктивності системи теплового насоса. Температура подачі споживачу склала 46,5 °С, що було трохи вище, ніж у випадку лише з ТНГД. Робота з використанням сонячної енергії вимагала меншого споживання електроенергії, оскільки циркуляційний насос МНТ не був необхідним для роботи.

Табл. 1.5 наведено продуктивність системи ТНГД з і без сонячної теплової системи. Кількість теплоти, що постачається для опалення, спожита електроенергія тепловими та циркуляційними насосами та COP перераховані на основі результатів роботи. У випадку ГСГ із сонячною енергією було подано трохи більшу кількість тепла середньодобова температура зовнішнього повітря була дещо вищою. Це тому, що різниця температури зовнішнього повітря в цей день була великою. Крім того, COP теплового насоса у випадку лише з ГТСП становила нагрівальне навантаження/споживання електроенергії (тепловий насос) = $1431,8 \text{ кВт-год} / 265,6 \text{ кВт-год} = 5,4$, тоді як для системи, включаючи циркуляційний насос, було навантаження на опалення/споживання електроенергії (тепловий насос + насоси) = $1431,8 \text{ кВт-год} / (265,6 + 93,4) \text{ кВт-год} = 4,0$. На відміну від цього, COP системи ТНГД з сонячною енергією складала навантаження на опалення/споживання електроенергії (тепловий насос) = $1542,5 \text{ кВт-год} / 221,1 \text{ кВт-год} = 7,0$ і становила $1542,5 \text{ кВт-год} / ((221,1 + 66,9) \text{ кВт-год}) = 5,4$ при використанні циркуляційного насоса. Ці результати свідчать про поліпшену роботу системи ТНГД із сонячною енергією.

Таблиця 1.5 – Характеристики ТНГД з і без сонячного теплового колектора

	День проведення	Середньодобова зовнішня температура в день проведення (°C)	Навантаження на опалення (кВт/день)	Споживання енергії, (кВт/день)			Коефіцієнт продуктивності
				Теплові насоси	Насос	Тепловий насос	Теплові та циркуляційні насоси
ТНГД-тільки	23 Грудня 2020	5.0	1431.8	265.6	93,4	5.4	4.0
Сонячна енергія ТНГД	31 січня 2021	5.3	1542.5	221.1	66,9	7.0	5.4

Температура води, що подається до теплового насоса, зростала, коли його поєднували з сонячною тепловою системою, а споживання енергії циркуляційного насоса зменшувалося, оскільки гаряча вода в резервуарі для зберігання тепла від сонця надходила безпосередньо до теплового насоса без переміщення відносно тривалий МНТ. Інтеграція ТНГД з сонячною системою зменшила споживання електроенергії теплового насоса приблизно на 17% (споживання електроенергії тільки з використанням ТНГД (тепловий насос))-споживання електроенергії з використанням сонячних батарей (тепловий насос)/споживання електроенергії тільки з використанням ТНГД (тепловий насос) = $\{(265,6 - 221,1) \text{ кВт-год} / 265,6 \text{ кВт-год}\} \cdot 100 = 17\%$ і потужність насоса приблизно на 28% (споживання електроенергії тільки для ТНГД (насоси))-споживання електроенергії ТНГД за допомогою сонячних батарей (насоси)/споживання електроенергії лише для ТНГД (насоси) = $\{(93,4-66,9) \text{ кВт-год} / 93,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}\} \cdot 100 = 28\%$). Крім того, загальне споживання електроенергії скоротилося приблизно на 20%. (Споживання електроенергії тільки для ТНГД (тепловий насос + насоси))-Споживання електроенергії ТНГД із сонячною енергією (тепловий насос + насоси)/Споживання лише для ТНГД (тепловий насос + насоси) = $\{(265,6 + 93,4-221,1 + 66,9) \text{ кВт-год} / (265,6 + 93,4) \text{ кВт-год}\} \cdot 100 = 20\%$).

На рис. 1.6 наведено результати роботи сонячної теплової системи на аналізований день, коли працювала система ТНГД з сонячною енергією. Зміни в температурі води на вході та на виході з сонячного колектора, швидкості циркуляційного потоку та температур високовольтних низькотемпературних резервуарів для зберігання тепла з часом були зібрані разом із сонячною радіацією та температурою зовнішнього повітря. Робота комбінованої системи почалася приблизно о 10:00 і закінчилася о 16:00. Загальна та максимальна сонячна радіація за аналізований день становили 604,5 та 110 Вт/м² відповідно. Температури змінювалися залежно від сонячної радіації, а загальна кількість сонячного тепла, зібраного в цей день, становила 1315,2 кВт -год. Кількість тепла, що подається до теплового насоса з 13:06, коли температура води в резервуарі для зберігання тепла перевищує 25 °С, становила 823,4 кВт -год. Приблизно 63% зібраного сонячного тепла було використано як джерело тепла для теплового насоса; це значення відповідає 38% загального добового нагрівального навантаження.

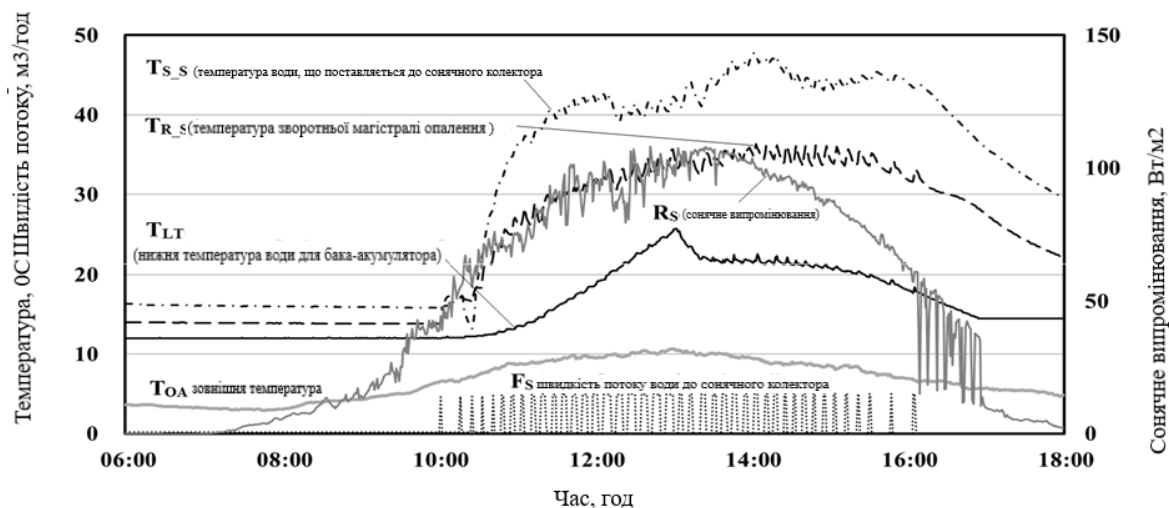


Рисунок 1.10 – Результати роботи сонячної теплової системи за аналізований день[22]

На рис. 1.11 зображено зміни температури води, що подається на стороні джерела тепла теплового насоса протягом часу на аналізований день, коли виконувалися геотермальні та солярні операції. У разі роботи лише з ТНГД температура поданої води становила приблизно 11,5 °С, тоді як у режимі

сонячної енергії температура теплового насоса коливалася від 20,9 °С до 15 °С із середнім значенням 18,1 °С під час роботи. Різниця в температурі між геотермальними і сонячними системами становила 6,6 °С.

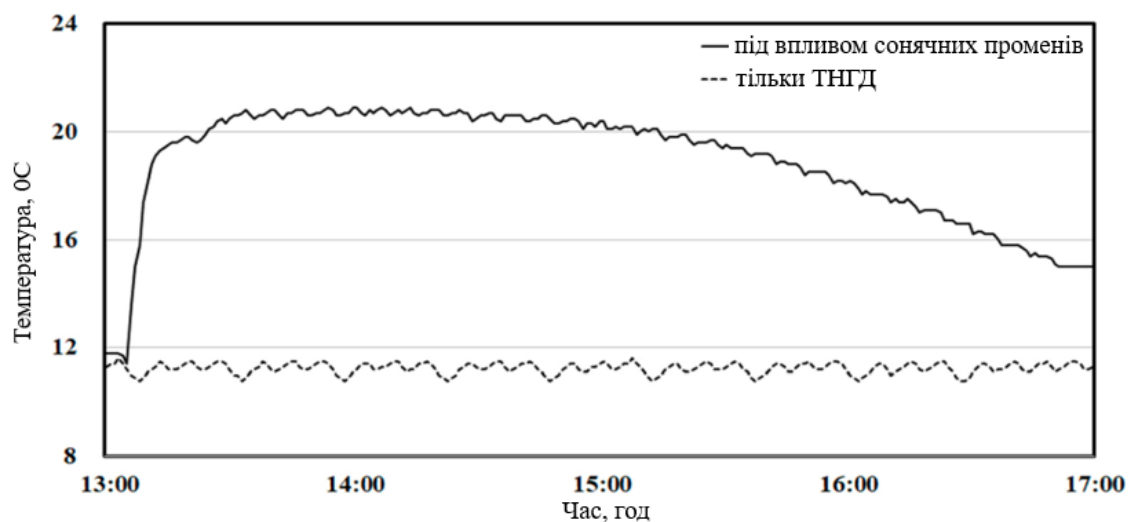


Рисунок 1.11 – Зміна температури води, що подається від джерела тепла, теплового насоса протягом дня[22]

На рис. 1.12 зображено надходження тепла, що надходить від джерела тепла до теплового насоса з часом протягом аналізованого дня, коли були виконані обидві операції. Кількість тепlopостачання, як правило, була більшою, коли виконувалася операція з використанням сонячної енергії, порівняно з системою, що використовує лише ТНГД. Більше того, загальна кількість теплоти, що постачається, становила 151,3 та 194,9 кВт-год під час операцій ТНГД лише з ТНГД та з використанням сонячних батарей відповідно, демонструючи приблизно 23% збільшення тепла для роботи з використанням сонячної енергії. Це свідчить про покращення продуктивності системи теплового насоса.

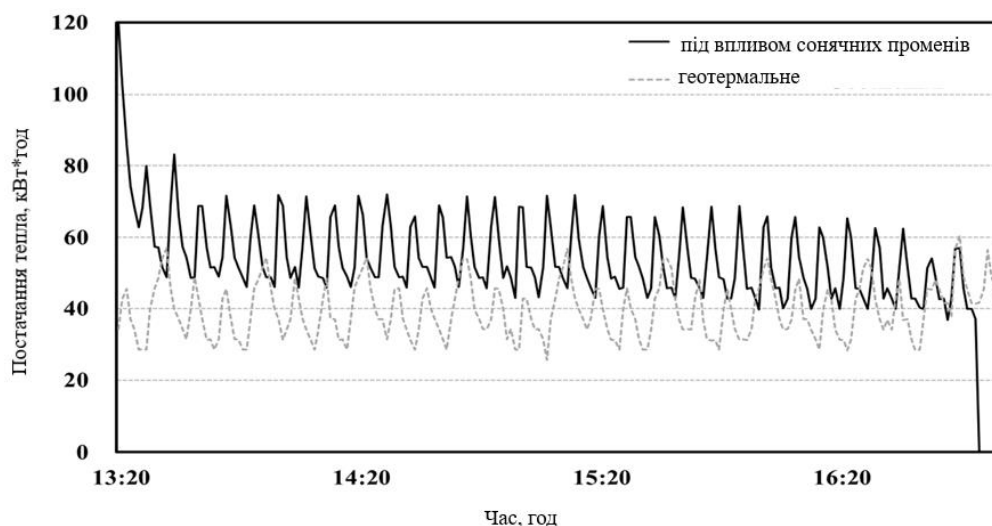


Рисунок 1.12 – Кількість тепла, що подається на сторону джерела тепла теплового насоса[20]

Рис. 1.13 наведено зміну продуктивності (COP) теплового насоса відповідно до температури подачі на стороні джерела тепла як для операцій ТНГД, так і для ТНГД з сонячною енергією. Загальновідомо, що температура на вході на стороні джерела тепла геотермального теплового насоса через ПГЕ коливається під час нагрівання від 10 до 20 °С [20].

Температура подачі на стороні джерела тепла коливалася від 9,5 до 12,8 °С у разі роботи геотермальної системи у цьому дослідженні. На відміну від цього, для роботи системи з використанням сонячної енергії діапазон температур становив 14,6–26,1 °С.

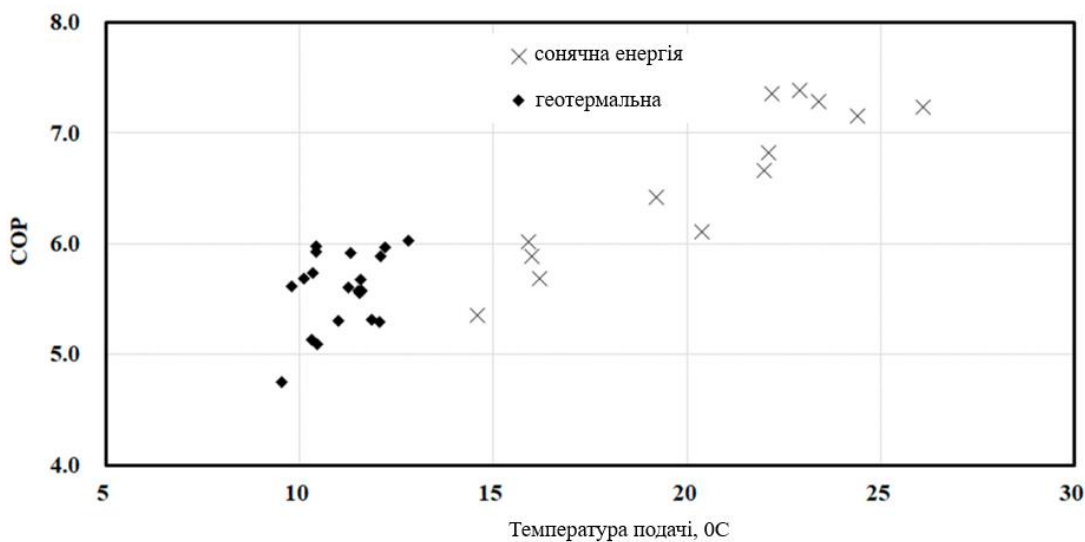


Рисунок 1.13 – Продуктивність теплового насоса відповідно до температури подачі на стороні джерела тепла як для геотермальних, так і для сонячних операцій[20]

Зі збільшенням температури подачі на стороні джерела тепла продуктивність (COP) теплового насоса зростала майже лінійно. COP теплового насоса коливався від 4,8 до 6,0 та від 5,4 до 7,4 для операцій ТНГД, що підтримуються тільки ТНГД, та ТНГД із сонячною енергією, відповідно.

У разі роботи від сонячної батареї COP теплового насоса значно покращився.

Після аналізу коефіцієнта сезонної продуктивності (SPF) за опалювальний період від 15 листопада 2020 р. по 6 квітня 2021 р. SPF для випадку лише з ОГСП-це навантаження на опалення протягом опалювального періоду/споживання електроенергії протягом опалювального періоду (тепловий насос+ насоси) = $29122,6 \text{ кВт-год} / (5145,3 + 1893,4) \text{ кВт-год} = 4,1$. На противагу цьому, SPF у системі ТНГД із сонячними колекторами - це нагрівальне навантаження протягом опалювального періоду / споживання електроенергії протягом опалювального періоду (тепловий насос + насоси) = $19,742 \text{ кВт-год} / (3077 + 982,4) \text{ кВт-год} = 4,9$.

На рис. 1.14 зображено характер надходження тепла до теплового насоса на стороні джерела тепла як для операцій ТНГД, що працюють тільки з ТНГД, так і з використанням сонячних батарей. У разі геотермальної експлуатації кількість теплоти, що подається до теплового насоса, визначалася у відповідь на нагрівальне навантаження, тоді як температура подачі на стороні джерела тепла істотно не змінювалася через структурні обмеження геотермальної системи. У разі роботи на сонячній батареї температура подачі змінювалася більш широко, і кількість теплоти, що подається, могло реагувати на нагрівальне навантаження.

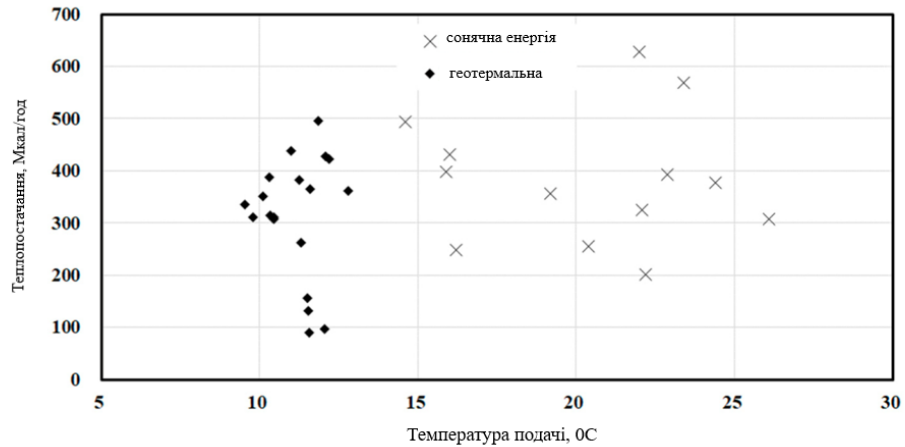


Рисунок 1.14 – Тепло, що подається до теплового насоса з температурою подачі на стороні джерела тепла, як для геотермальних, так і для роботи з використанням сонячної енергії[20]

Кількість теплоти, що подається до теплового насоса, не була пов'язана з температурою води, що подавалась, і вона змінювалась відповідно до нагрівального навантаження в той час.

На рис. 1.15 зображено щоденне споживання електроенергії для умов експлуатації ТНГД, що підтримується тільки ТНГД та сонячною енергією. Для порівняння, щоденне споживання електроенергії було переглянуто відповідно до нагрівального навантаження після 13:00, тобто тоді, коли було можливим щоденне підключення сонячного тепла. Зі збільшенням добового нагрівального навантаження споживання електроенергії зростало майже лінійно, а робота за допомогою сонячної енергії призвела до зменшення споживання електроенергії, ніж у випадку роботи лише з ТНГД.

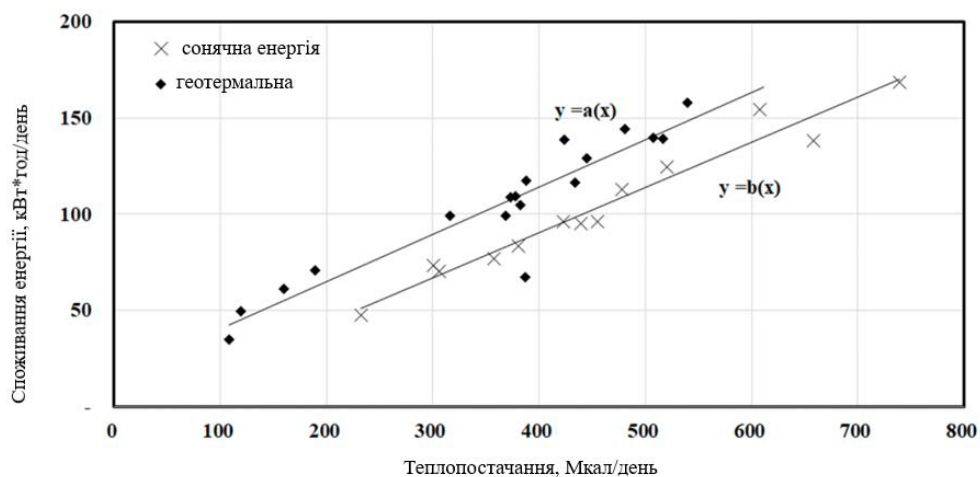


Рисунок 1.15 – Споживання електроенергії відповідно до режиму роботи[20]

На рис. 1.16 зображено порівняння середньодобового споживання електроенергії у випадку геотермальних та сонячних умов експлуатації. Споживання електроенергії включає споживання тепловими та циркуляційними насосами. Річне споживання електроенергії становило 58 276 кВт · год для геотермальної роботи та 45 661 кВт · год для роботи з використанням сонячної енергії. Як зазначалося, споживання електроенергії зменшилося приблизно на 22% у поєднаному режимі.

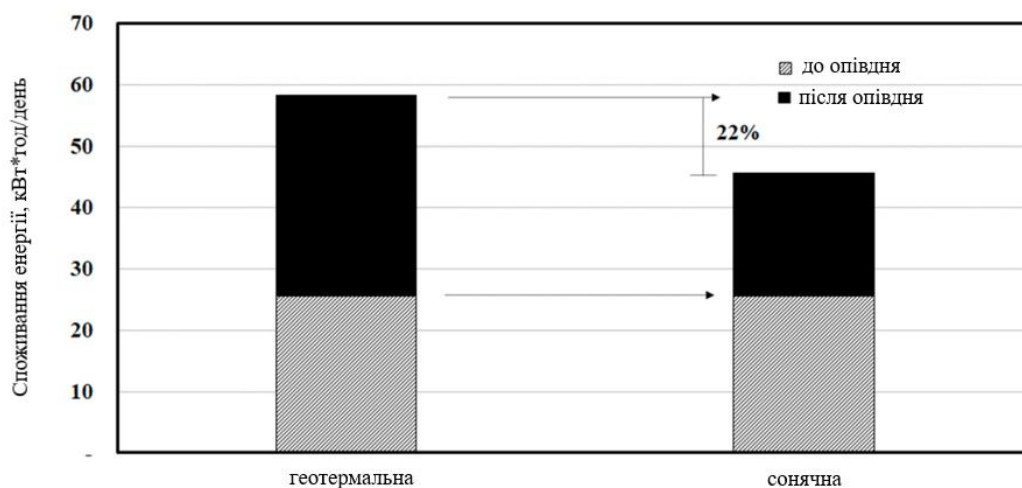


Рисунок 1.16 – Середнє добове споживання електроенергії відповідно до режимів роботи[25]

1.3. Висновки до першого розділу

Із збільшенням енергоефективних споруд з нульовою енергією в Україні системи теплових насосів з геотермальним джерелом (ТНГД) використовується як новий тип системи відновлюваних джерел енергії. Щорічна потреба в тепlopостачанні українських будівель більша, ніж потреба в охолодженні, а продуктивність опалення ГШП з часом зменшується внаслідок теплових дисбалансів у ґрунті. Для отримання більш енергоефективної системи створення мікроклімату проаналізовано ТНГД із сонячним колектором. Продуктивність цієї системи аналізувалася протягом 143 днів, і результати цього дослідження такі.

Характеристики двох систем ТНГД, однієї з та однієї без сонячного теплового колектора, порівнювались, враховуючи результати роботи з подібними зовнішніми температурними умовами. Коефіцієнт опалення для геотермальної операції становив 5,4, тоді як для роботи на сонячній енергії-7,0. Значне покращення продуктивності теплового насоса може бути досягнуто при підключенні ТНГД до сонячних колекторів. Крім того, споживання електроенергії для роботи системи було зменшено приблизно на 20% порівняно з системою, що підтримує лише ТНГД.

Проаналізовано зміну COP з температурою подачі на стороні джерела тепла теплового насоса; COP теплового насоса майже лінійно зростала зі збільшенням температури подачі. COP теплового насоса коливався від 4,8 до 6,0 для геотермальної роботи, але покращився до 5,4-7,4 для роботи з використанням сонячної енергії.

У районах зі значним нагрівальним навантаженням, а ефективність нагріву ТНГД з часом зменшується через тепловий дисбаланс ґрунту, що зменшує енергоефективність системи важко. Отже, комбіноване використання сонячної енергії разом з тепловим насосом може бути хорошим рішенням для забезпечення кращих показників роботи.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЕКТНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ БУДІВЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ СИСТЕМ З ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ.

2.1 Вибір та теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій будинку

Кінцевою метою теплотехнічного розрахунку є визначення коефіцієнту теплопередачі окремих огорожуючих конструкцій будинку (зовнішні стіни, стеля верхнього поверху, перекриття над підвалом, вікна).

Приймаємо термічний опір окремих огорожуючих конструкцій будинку: стіни $R_0^n = 3,3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$; стелі та підлоги – $R_0^n = 3,5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$.

Виходячи із R_0^n підбирають конструкцію (товщину шарів ізоляційних матеріалів) кожного огороження окремо.

Будова зовнішньої стіни:

1 шар:

утеплювач (пінополістирол):

$$\lambda_{\text{ут.}} = 0,041 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C});$$

$$\delta_{\text{ут.}} = ?$$

2 шар:

цегла глиняна звичайна:

$$\lambda_{\text{ц.гл.}} = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C});$$

$$\delta_{\text{цк}} = 0,51 \text{ м};$$

3 шар:

цементно-піщана штукатурка

$$\lambda_{\text{шт}} = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C});$$

$$\delta_{\text{шт}} = 0,01 \text{ м}.$$

Термічний опір підбраної конструкції огороження R_0^{ϕ} повинен бути не менше від R_0^n , тобто $R_0^{\phi} \geq R_0^n$. Виходячи з цієї умови потрібно розрахувати товщину утеплювача кожної з огорожуючих конструкцій.

Термічний опір шару цегли обчислюється за формулою

$$R_u = \frac{\delta_u}{\lambda_u}, \quad (2.1)$$

де δ_u - товщина шару;

λ_u - коефіцієнт теплопровідності цегли, Вт/м °С.

Термічний опір шару утеплювача і шару штукатурки підраховується таким же чином.

Повний фактичний термічний опір огороження (стінки) підраховується з виразу

$$R_0^n = \frac{1}{\alpha_v} + \frac{\delta_{ц.гл.}}{\lambda_{ц.гл.}} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.2)$$

де $1/\alpha_v$ – термічний опір теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни, R_v ;

α_v – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

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

$\delta_{ут}/\lambda_{ут}$ - термічний опір шару утеплювача, $R_{ут}$;

$1/\alpha_3$ - термічний опір тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни, R_3 ;

$\delta_{шт}/\lambda_{шт}$ - термічний опір шару штукатурки, $R_{шт}$.

$$\text{Отже} \quad R_0^n = R_v + R_{ц.гл.} + R_{ут} + R_{шт} + R_3 \quad (2.3)$$

Щоб визначити товщину шару утеплювача, треба визначити який термічний опір повинен мати цей шар.

$$R_y = R_0^n - (R_v + R_{ц.гл.} + R_{шт} + R_3) \quad (2.4)$$

$$R_{ц.гл.} = \frac{0,51}{0,7} = 0,729 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}; \quad R_{шт} = \frac{0,01}{0,76} = 0,013 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}; \quad R_v = 0,05 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}; \quad R_3 = 0,133$$

$$\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}.$$

Товщина шару утеплювача:

$$\delta_{ут}=(R_0''-R_3-R_B-R_{шт}-R_{ц.гл.})\cdot\lambda_{ут}. \quad (2.5)$$

$$\delta_{ут}=(2,3-0,133-0,05-0,013-0,729)\cdot 0,041=0,056 \text{ м.}$$

Приймаємо товщину шару утеплювача $\delta_{ут}=0,06$ м.

Отримане значення термічного опору:

$$R_0^\phi = R_B+R_{ц.гл.}+R_{ут}+R_{шт}+R_3 = 0,05+0,729+\frac{0,06}{0,041}+0,013+0,133=3,388 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \quad (2.6)$$

Будова підлоги:

Теплофізичні характеристики складових:

Цементна стяжка

$$\lambda_{ст} = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}};$$

$$\delta=0,02\text{м}$$

- Зола

$$\lambda_{ут}=0,25 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}};$$

- Залізобетонна плита

$$\lambda_{пл}=1,92 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}};$$

$$\delta=0,22\text{м}$$

- Цементно-піщана штукатурка

$$\lambda_{шт}=0,872 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}};$$

$$\delta_{шт}=0,02\text{м}$$

Термічний опір підлоги без утеплювача становить:

$$R''_0 = 0,133 + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,02}{0,07} + 0,05 = 0,339 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

Товщина утеплювача:

$$\delta_3 = (R_0^{\text{п}} - R_3 - R_{\text{в}} - R_{\text{шт}} - R_{\text{пл}} - R_{\text{ц.ст.}}) \cdot \lambda_3 = (R_0^{\text{п}} - R_0^{\text{в}}) \cdot \lambda_3 = (1,5 - 0,339) \cdot 0,25 = 0,29 \text{ м.}$$

Приймаємо товщину шару утеплювача $\delta_3 = 0,3 \text{ м.}$

$$R_0^{\text{ф}} = R_0^{\text{в}} + R_3 = 0,339 + \frac{0,3}{0,25} = 0,339 + 1,2 = 1,539 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

Розрахунок термічного опору та товщини шару утеплювача стелі виконується за аналогічною методикою (формули 2.1-2.6).

Підбір вікон

Спочатку знаходимо різницю температур:

$$\Delta t = t_{\text{в}} - t_{\text{з}} = 18 + 30 = 48^\circ\text{C}, \text{ отже потрібний термічний опір теплопередачі}$$

вікна $R_0^{\text{п}} = 0,6 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$. Цьому значенню буде задовільняти вікно з потрібним

заскленням з $R_0 = 0,62 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$.

$$\text{Значення коефіцієнта теплопередачі вікна } k = 1/R_0 = 1/0,52 = 1,92 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

2.2 Розрахунок теплових втрат приміщень

Система опалення повинна компенсувати теплові втрати через огороження будівлі, втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, яке поступає через відчинені двері, прорізи, щілини притворів і на відчинені зимою двері.

Втрати тепла через огороження, що відділяють опалювані приміщення від зовнішнього повітря або від неопалюваних приміщень знаходять тільки при різниці розрахункової температури повітря більше 5°C .

Загальні тепловтрати Q_3 складаються з основних $Q_{\text{Г}}$ і додаткових $Q_{\text{Д}}$:

$$Q_3 = Q_{\text{Г}} + Q_{\text{Д}} \quad (2.7)$$

Розрахунок теплових втрат виконуємо з точністю до 5Вт по окремих приміщеннях. Результати наведено в табл. 2.1-2.3, що складається з 18 граф.

В графі 1 проставляємо номер приміщення, в графі 2- найменування приміщення і його розрахункову температуру. В графу 3 заносимо скорочене найменування огорожень(з.с.- зовнішня стіна, п.з.- проєм зовнішній, п.д.- прєм дверний). В графі 4 орієнтація огороження по сторонах світу. Графа 5- розміри охолоджуючих огорожень, м; графа 6- площа охолоджуючих огорожень, м²; графа 7- коефіцієнт теплопередачі огорожень, Вт/м²°С; графа 8- температурний перепад ($t_b - t_a$) для кожного приміщення, °С; графа 9- поправочний коефіцієнт; графа 10- основні тепловтрати через огороження одержані при добутку величин в графах 6,7,8,9; графи 11,12,13,14- поправочні підвищуючі коефіцієнти (додаткові тепловтрати в відсотках); в графі- загальний множник, сумуючи всі додатки. В графі 17- загальні тепловтрати кожного приміщення. В графі 18- кількість секцій нагрівального приладу.

Детальний підрахунок теплових втрат виконуємо для типових приміщень першого, середнього і верхнього поверхів, а також сходиноквої клітки (табл. 2.1.-2.3.)

Тепловтрати по поверхах та по всьому будинку в цілому

Загальні тепловтрати Q_z складаються з головних Q_r та додаткових Q_d (формула 2.7).

Головні тепловтрати Q_r , визначають за формулою, Вт:

$$Q_r = k \cdot F \cdot (t_b - t_3) \cdot n, \quad (2.8)$$

де F – площа поверхні конструкції, м²;

k – коефіцієнт теплопередачі через стінку, Вт /м²·°С;

t_b – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С, приймається середня температура найбільш холодної п'ятиденки;

n – коефіцієнт, що враховує додатковий захист огорожуючої конструкції від зовнішньої температури.

Додаткові тепловтрати беруться у відсотках від головних.

Загальні тепловтрати на першому поверсі становлять:

$$Q_3^0 = 5328 \text{ Вт} = 5,328 \text{ кВт.}$$

Загальні тепловтрати на першому поверсі становлять:

$$Q_3 = Q_3^I = 5701 \text{ Вт} = 5,701 \text{ кВт.}$$

Загальні тепловтрати на другому поверсі становлять:

$$Q_3^{II} = 4971 \text{ Вт} = 4,971 \text{ кВт.}$$

Загальні тепловтрати по всьому будинку становлять:

$$\sum Q_3 = Q_3^0 + Q_3^I + Q_3^{II} = 5328 + 5701 + 4971 = 16000 \text{ Вт} = 16 \text{ кВт.}$$

2.3 Підбір обігрівальних приладів

Для опалення будинку застосовують двотрубну систему опалення із нижньою розводкою, яка підключається до індивідуального котла. В якості обігрівальних приладів беремо сталеві радіатори Radik Klasik бокове підключення марки Korado теплопровідність залежить від типу і довжини обігрівального приладу.

Використані типи:

T-11 – одна панель, один ряд В=63 мм.

T – 22 – дві панелі, два ряди В=100 мм.

T – 33 – три панелі , три ряди В= 155 мм.

В залежності від теплових втрат приміщення у ватах вибираємо обігрівальний прилад.

Цокольний поверх.		L	H
Для приміщення	001-004	T №22	800x500 - 2 шт.
Для приміщення	002-003	T № 22	500x500
Для приміщення	А - Б сходинова клітка		
		T № 11	400x500
Для приміщення	В – Г котельня	T №22	500x500
Перший поверх .			
Для приміщення	101-107	T№11	600x600

Прихожа.

Для приміщення 102-106 Т№22 600х500

Зал.

Для приміщення 103-105 Т№22 400х500 -2шт.

Кухня.

Для приміщення 104-108 Т№11 500х500-2шт.

Сан вузол.

Для приміщення А – Е - сходинова клітка обігрівальний прилад такий, як для приміщення А - Б

Для житлових кімнат 201-209, 204-206 та 202-208 – як для приміщення приміщення 102-106

Для житлової кімнати 203-207 обігрівальний прилад обираємо як для приміщення 103-105

Для приміщення 205-208 сходинова клітка такий як для приміщення А-Е.

Конструювання системи опалення

На планах поверхів будинку розміщують стояки і обігрівальні прилади.

Стояки наносять на план у вигляді кружків і позначають Т1 – подаючий стояк, Т2 – зворотній стояк. Показують також магістралі Т1 і Т2, які проходять в конструкціях підлоги від колекторів а також позначають колектора у вигляді прямокутників з позначками Т1 і Т2.

Обігрівальні прилади наносять на план у вигляді прямокутників. Після нанесення обігрівальних приладів в масштабі 1:100 всі подаючі трубопроводи показують однією суцільною лінією, зворотні – пунктирною. Підводки до обігрівальних приладів у цьому ж масштабі.

2.4 Гідравлічний розрахунок трубопроводів

Гідравлічний розрахунок трубопроводів систем опалення зводиться до визначення оптимальних діаметрів трубопроводів на кожній ділянці циркуляційних кілець при відомих витратах теплоносія і циркуляційного тиску.

Розрахунковий циркуляційний тиск в загальному вигляді визначають за формулою:

$$P_p = P_{шт} + P_{пр}, \quad (\text{Н/м}^2) \quad (2.9)$$

де $P_{шт}$ – штучний тиск, викликаний збурювачем.

$$P_{шт} = (80 \div 100) \Sigma l, \quad (\text{Н/м}^2) \quad (2.10)$$

де Σl – довжини циркуляційного кільця, м.

$P_{пр}$ – природний тиск, який є в циркуляційному кільці за рахунок охолодження води в елементах системи:

$$P_{пр} = P_{нп} + \Delta P, \quad (\text{Н/м}^2) \quad (2.11)$$

$P_{н.п.}$ – природний тиск, який виникає в циркуляційному кільці від охолодження води в обігрівальних приладах:

$$P_{нп} = g \cdot h \cdot (\rho_x - \rho_r), \quad (\text{Н/м}^2) \quad (2.12)$$

h – відстань за висотою між горизонтальними осями обігрівального приладу і виходу котла;

ρ_x – питома вага води після обігрівального приладу;

ρ_r – питома вага води до обігрівального приладу;

ΔP – природний тиск, який виникає в циркуляційному кільці від охолодження води в трубопроводі.

Розрахунок починаємо із самого невідгідного циркуляційного кільця.

Витрати води визначаються за виразом:

$$G = 0.86 \cdot \frac{Q}{t_e - t_x} \quad (2.13)$$

R_d – визначають за виразом:

$$R_d = \frac{0.5 \cdot P}{\sum L} \quad (2.14)$$

Орієнтуючись на витрату води по номограмі (2, рис П.8[24]) визначаємо діаметр трубопроводів, питомі витрати тиску на терття на 1 м і швидкість руху водив трубопроводі, які наведено в таблиці 2.2.

Витрати на місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$Z = \sum \xi + h_w \quad (2.15)$$

Коли заповнені всі рядки таблиці 2.5, підраховуємо сумарну довжину циркуляційного кільця і суму втрат тиску від тертя і сумувтрат тиску від місцевих опорів.

Якщо запас циркуляційного тиску $\Delta_{\text{зап}}$ знаходяться в межах 5-10%, то розрахунок на цьому закінчується, якщо ні то виконується коректировка.

Таблиця 2.1 - Гідравлічний розрахунок

№ ділки	Теплове навантаження Q, Вт	Витрата теплоносія G, кг/год	Довжина ділки l, м	Дані попереднього розрахунку						Дані завершеного розрахунку					
				d, мм	V, м/с	R, Па/м	R*l, Па	$\Sigma \zeta$	Z, Па	d, мм	V, м/с	R, Па/м	R*l, Па	$\Sigma \zeta$	Z, Па
1-2	4167	358,3	17,6	20	0,271	70	1232	25	902	20	0,271	70	1232	25	902
2-3	1161	93,4	10,7	15	0,135	28	299,6	30	268	15	0,135	28	299,6	30	268
3-4	1776	164	9,27	15	0,239	80	741,6	25	702	15	0,239	80	741,6	25	702
4-5	2082	116,5	15,37	20	0,164	40	614,8	25	330	20	0,164	40	614,8	25	330
5-6	1560	89	15	20	0,124	24	360	17	128	15	0,135	28	420,0	17	152
6-7	1224	52	8,39	20	0,084	8	67	21	72	15	0,093	12	180,0	21	89
7-8	1979	214	7,93	20	0,103	9	71,37	17	88	15	0,338	140	1110,2	17	954
8-9	2739	265	18,79	25	0,098	14	263	17	160	20	0,206	40	751	17	354
9-10	1270	54	8,39	15	0,082	8	67	21	69	15	0,082	8	67	21	69
$\Sigma I = 111,44$		$\Sigma RI = 3716,37$		$\Sigma Z = 2719$						$\Sigma I = 111,44$		$\Sigma RI = 5416,2$		$\Sigma Z = 3820$	

$$P_p = 85 \times 111,44 = 9472,4, \text{ (Па)}$$

$$\Sigma(R \cdot l + Z) = 5416,2 + 3820 = 9236,2, \text{ (Па)}$$

$$\Delta = \frac{9472,4 - 9236,2}{9472,4} \cdot 100\% = 2,49\% \approx 2,5\%$$

Таблиця 2.2 - Коефіцієнти місцевих опорів

Номер ділянки	Перелік місцевих опорів	кількість шт.	Коефіцієнт місцевих опорів ζ і їх сума $\Sigma\zeta$	
1-2	З нагрівального приладу	6	2,0	25
	Кут 90°	2	0,5	
	Трійник на прохід з поворотом	2	4	
2-3	Кут 90°	8	2,0	30
	Трійник на поворот	1	0,5	
	Трійник на прохід	3	0,5	
3-4	Кут 90°	8	2,0	25
	Трійник на прохід	2	0,5	
4-5	Кут 90°	8	2,0	25
	Трійник на прохід	2	0,5	
5-6	Кут 90°	4	2,0	17
	Трійник на прохід	2	0,5	
6-7	Кут 90°	4	2,0	21
	Трійник на прохід	2	0,5	
7-8	Кут 90°	4	2,0	17
	Трійник на прохід	2	0,5	
8-9	Кут 90°	4	2,0	17
	Трійник на прохід	2	0,5	
9-10	Кут 90°	4	2,0	21
	Трійник на прохід	2	0,5	

2.5 Вибір теплогенераторів для теплопостачання будинку

В даному підрозділі виконано систематизацію інформації про переваги та недоліки різних джерел теплопостачання індивідуального житлового будинку.

Для аналізу використані джерела [25 – 32]. Результати наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристика теплогенераторів для теплопостачання житлового будинку

Джерело теплопостачання	Газовий котел	Твердопаливний котел	Електричний Котел	Тепловий насос	Сонячний колектор
1	2	3	4	5	6
Застосування	В індивідуальних і багатоповерхових житлових будинках	Твердопаливні котли можуть бути орієнтовані на широкий спектр споживання : від побутового до промислового використання	В індивідуальних і багатоповерхових житлових будинках	В індивідуальних житлових будинках	В індивідуальних і багатоповерхових житлових будинках
Переваги	низька вартість, високий ККД, простота в установці та обслуговуванні, за допомогою газового котла можна опалювати великі приміщення.	доступність, автономність і дешевизна палива, а також те, що вибір палива залежить від самого споживача. Завдяки саме цим перевагам твердопаливні котли користуються	невисока ціна; простота монтажу; легкі і компактні, можна вішати на стіну, як наслідок - економія місця; безпека (немає відкритого полум'я); простота в експлуатації;	знижене енергоспоживання, яке забезпечується завдяки значній ефективності цього пристрою (від 350-750%) і надає можливість отримати на 1 кВт витраченій електричній енергії 4-6 кВт теплової енергії; довговічність. Період функціонування ґрунтового зонда може складати до 60 років; а що стосується опалювального контура, то близько 55 років. У самій установці рушійною частиною вважається тільки	при використанні жорсткої води з домішками система не засмічується; гарантує температуру води 37-40 ° С в періоди з невисокою сонячною активністю; можна використовувати з електрообігрівачем; стійкість до корозії і довгий термін служби;

		<p>популярністю в районах, де є труднощі з постачаннями електрики або газу.</p>	<p>не вимагають окремого приміщення; не вимагають монтажу димоходу; екологічні, немає шкідливих викидів і сторонніх запахів</p>	<p>компресор, період експлуатації якого рівний 30-35 рокам; відсутність потреби в закупівлі, транспортуванні, зберіганні палива і матеріальних витратах, пов'язаних з цим; відсутність димоходів і їх періодичного обслуговування; абсолютна пожежо- і вибухобезпечність; діагностування системи можна здійснюватися на відстані. Для цього використовується зв'язок GSM або лінією Інтернет; екологічно чистий спосіб кондиціонування, оскільки не проводиться емісія вуглекислого газу і інших викидів, які призводять до кислотних дощів і проблем з озоновим шаром; повсюдність використання. Можна виявити джерело розсіяної теплоти в будь-якому районі нашої планети. Навіть відсутність необхідних двох-трьох кіловат електричної потужності не стане перешкодою; економічність. Теплові насоси застосовують</p>	<p>повне забезпечення гарячою водою від 3-х до 10 чоловік; можливе використання термостійких рідин для швидкого нагріву води та морозостійкості системи.</p>
--	--	---	---	--	--

				<p>енергію, введена в нього, у декілька разів ефективніше за різні опалювальні системи, що спалюють паливо. Значення ККД у нього перевищує одиницю;</p> <p>універсальність. Ці пристрої характеризуються оборотністю, можуть охолоджувати повітря, забираючи з нього теплоту;</p> <p>екологічність. Ця опалювальна система не спалює паливо, відповідно, шкідливі оксиди не формуються;</p> <p>безпека. підвищений ступінь автономності і мінімальне обслуговування. Теплові насоси функціонують виключно в автоматичному режимі. Обслуговування цього опалювального обладнання представлено сезонним технічним оглядом і періодичним контролем режимів роботи.</p>	
Недоліки	необхідно встановлювати димохід для відведення відпрацьованих газів, при зносі пальників,	Проте такі котли мають свої недоліки: невисокий ККД, практично повна відсутність	Основними причинами, що обмежують поширення електричних котлів є:	високі первинні затрати на установку ТН в порівнянні з традиційними системами опалювання, а також те, що не у всіх випадках установка є можливою і доцільною.	можливість витоку води із системи при пошкодженні трубки; від -5 °С необхідно додаткове обладнання;

	<p>газові котли можуть почати коптити, велика чутливість до якості теплоносія і водопровідної води, велика кількість споживання газу, забруднення навколишнього середовища</p>	<p>регулювання температури теплоносія, чутливість до вологості палива.</p>	<p>не на всіх ділянках є можливість виділити декілька десятків кіловат електроенергії (1 кВт енергії вимагається для опалювання приблизно 10 м² добре утепленої будівлі з висотою стель до 3 м), досить висока вартість електроенергії, перебої з електропостачанням.</p>		<p>більш висока ціна ніж у безнапірних систем; неспроможність забезпечити значну потужність системи опалення; достатньо забезпечує потужність гарячого водопостачання.</p>
--	--	--	--	--	--

Отже, проаналізувавши переваги та недоліки різних джерел теплопостачання вибираємо тепловий насос. Виконаємо оцінку антропогенного навантаження різних джерел теплопостачання на навколишнє середовище під час життєвого циклу.

2.6 Оцінка впливу життєвого циклу джерел теплопостачання на навколишнє середовище

Життєвий цикл промислових виробів (ЖЦВ) включає ряд етапів, починаючи від зародження ідеї нового продукту до його утилізації по закінченні строку використання [33-34]. До них відносяться етапи проектування, технологічної підготовки виробництва, виробництва, реалізації продукції, експлуатації і, нарешті, утилізації. У число етапів життєвого циклу можуть також входити маркетинг, закупівля матеріалів і комплектуючих, надання послуг, упакування й зберігання, монтаж і введення в експлуатацію. Таким чином оцінка ЖЦВ вирішує дві основні задачі: оцінити екологічний вплив виробів чи процесів, щоб допомогти виготовлювачам вибирати між альтернативними варіантами і забезпечити основу для оцінки потенційних покращень у взаємодії системи з навколишнім середовищем.

Кожен продукт або послуга проходить ряд стадій розвитку, які сукупно становлять його життєвий цикл. Залежно від виду послуги екологічний вплив може проявлятися по-різному, наприклад, як виснаження озонового шару, парниковий ефект, окислення ґрунту тощо. Життєвий цикл – послідовні і взаємопов'язані стадії життєвої системи процесу, починаючи від видобутку природних ресурсів і закінчуючи утилізацією відходів. Життєвий цикл однієї послуги ускладнюється тим, що багато її компонентів пов'язані з системами інших послуг. Всі стадії життєвого циклу ТН були включені в модель та оцінені за допомогою програми SimaPro. Ці стадії включають:

- видобуток корисних копалин;
- перевезення корисних копалин;

- виготовлення деталей;
- перевезення деталей;
- складання теплового насоса;
- перевезення теплового насоса;
- експлуатація ТН;
- розбирання ТН;
- знищення деталей ТН.

На сьогоднішній день відомо близько 25 програмних продуктів, що використовуються для оцінки і аналізу впливу життєвого циклу (або його складових) певного виробу на навколишнє середовище. Деякі програми створені у вигляді баз даних і доступні для вільного використання (наприклад Gemis), інші доступні у вигляді демо-версій (наприклад SimaProDemo7.0). Для користування основною частиною програм необхідні ліцензійні угоди з розробниками.

Отже, з метою вибору найбільш екологічно прийнятого способу надання послуги потрібно брати до уваги низку соціально-економічних факторів, які враховують весь життєвий цикл.

Екологічний аналіз впливу на довкілля різних джерел тепlopостачання впродовж її життєвого циклу здійснено за допомогою програмного забезпечення SimaPro. Програмне забезпечення SimaPro є професійним інструментом для збирання, аналізу та моніторингу екологічних характеристик продуктів і послуг. За його допомогою можна легко моделювати й аналізувати складні життєві цикли систематизованим та зрозумілим способом.

Показники впливу на навколишнє середовище, що розглядаються методом Eco-indicator 99(H) V 2.08/ Europe EI 99 H/A:

- канцерогенні речовини;
- респіраторні органічні та неорганічні речовини;
- зміна клімату;
- радіація;
- озоновий шар;

- екотоксичність;
- окислення;
- землекористування;
- корисні та вичерпні палива;
- екосистема;
- вичерпування ресурсів.

В роботі проведено порівняння таких джерел теплопостачання як: котел на твердому паливі, на природному газі, конденсаційний котел, тепловий насос, твердопаливний котел. Результати впливу на довкілля різних джерел теплопостачання наведено на рис. 2.1.

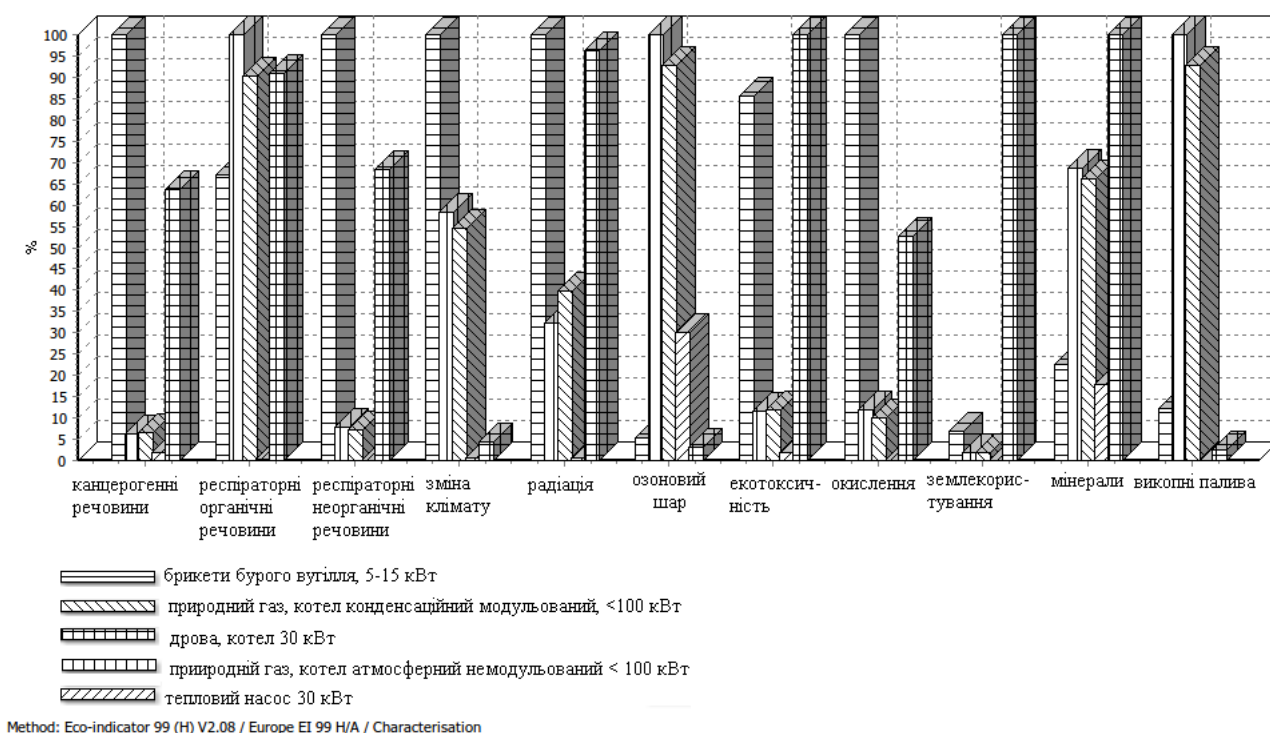
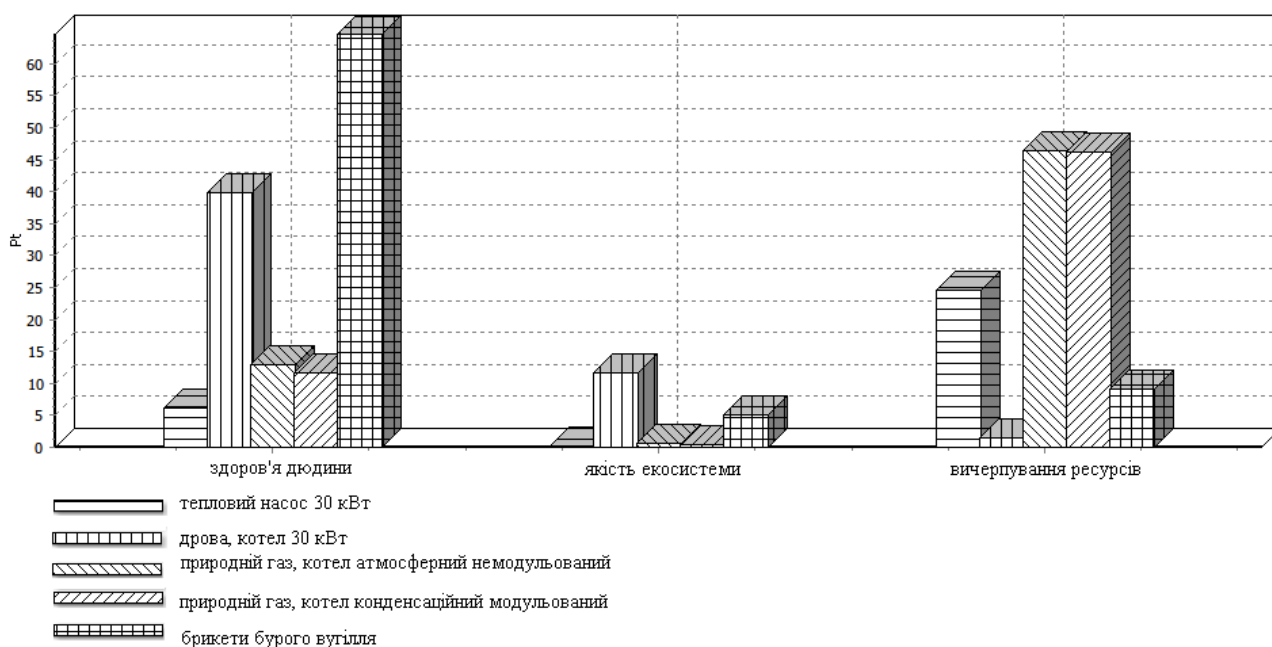


Рисунок 2.1 – Вплив на довкілля різних джерел теплопостачання[34]

З наведеного рисунка 2.1 видно, що тепловий насос по викидах канцерогенних речовин на 98% менше ніж котел атмосферний, на 4% ніж на вугіллі, на 5% менше ніж конденсаційний котел, на 62% менше ніж котел на дровах. Руйнування озонного шару при використанні джерела теплопостачання ТН становить 25%, що на 20% більше ніж котел атмосферний, що працює на природному газу, на 22% більше при використанні котла на

дровах, на 70% менше при спалюванні вугілля та на 62% менше при роботі конденсаційного котла. При виборі джерела теплопостачання потрібно врахувати споживання викопного палива, що для теплового насоса наближається до нуля, що на 7% менше за газовий котел, на 95% менше за котел, що працює на вугіллі, на 87% менше за конденсаційний котел та на 3% менше за котел на дровах. При використанні теплового насоса для системи теплопостачання екологічні показники значно переважають інші показники та в середньому становлять 3,7%, що є приводом для встановлення саме теплового насоса.



Method: Eco-indicator 99 (H) V2.08 / Europe EI 99 H/A / Weighting

Рисунок 2.2 – Оцінка впливу на екосистему та людину[34]

За результатом програми SimaPro, яка представлена на рис. 2.2, оцінено вплив різних джерел теплопостачання на здоров'я людини, якість екосистеми та вичерпування ресурсів. З рисунка видно, що тепловий насос негативно впливає на людину найменше – 6 Pt, що на 69 Pt менше ніж котел на дровах, на 70% менше ніж атмосферний котел, на 6 Pt менше ніж конденсаційний котел та на 64 Pt при спалюванні вугілля. На якість екосистеми найбільш негативно впливає котел на дровах – 11 Pt та на вугіллі – 5 Pt. Найменше впливає на вичерпування ресурсів котел на дровах.

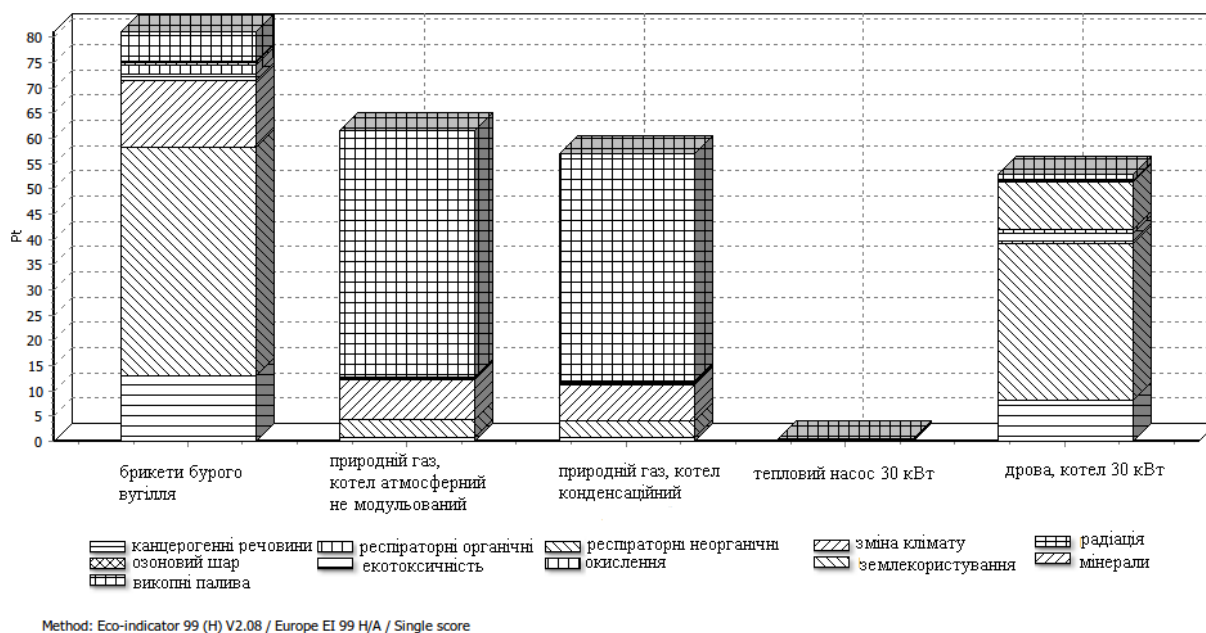


Рисунок 2.3 – Сумарна оцінка впливу джерел теплопостачання на навколишнє середовище[34]

З рис. 2.3 видно, що тепловий насос переважає будь-яке інше джерело теплопостачання по екологічних показниках впливу на довкілля.

Отже, проаналізувавши екологічні показники різних пристроїв доцільним є вибрати для теплопостачання житлового будинку тепловий насос.

2.7 Обґрунтування вибору низькотемпературного джерела теплоти та вибір режимів роботи теплового насоса

Таблиця 2.5 – Характеристики низькотемпературних джерел теплоти для теплопостачання житлового будинку

Тип теплового насоса	Повітряний (теплота зовнішнього повітря)	Повітряний (теплота вентиляційного повітря)	Ґрунтовий (горизонтальні колектори)	Ґрунтовий (вертикальні зонди)
Особливості конструкції	Приєднання джерела і споживача низькопотенційної теплової енергії безпосередньо або через теплообмінник	У багатоповерхових будинках підключення ТН до джерела низькопотенційної теплової енергії через теплообмінник, в індивідуальних - безпосередньо	Випарник ТН підключається до джерела низькопотенційної теплової енергії через теплообмінник. Ґрунтовий горизонтальний теплообмінник влаштовується поруч з будинком на незначній глибині (нижче від рівня промерзання ґрунту взимку)	Випарник ТН підключається до джерела низькопотенційної теплової енергії через теплообмінник
Переваги	Джерело низькопотенційної теплової енергії завжди доступне. Використання водоповітряних ТН дає можливість зменшити капітальні витрати за рахунок меншої вартості обладнання	Висока температура джерела низькопотенційної теплової енергії дає змогу досягти великих значень коефіцієнта перетворення	Відносно низька вартість і простота обслуговування	Для влаштування вертикальних ґрунтових теплообмінників в потрібна невелика ділянка землі
Недоліки	найнижчий коефіцієнт перетворення і продуктивність установки за низьких температур зовнішнього повітря; за низьких температур	Може використовуватися тільки в будинках з механічною системою вентиляції.	для влаштування горизонтальних ґрунтових теплообмінників потрібна велика земельна ділянка; продуктивність залежить від інтенсивності сонячного випромінювання;	додаткові ускладнення, пов'язані з бурінням глибоких свердловин для вертикальних ґрунтових теплообмінників в (одержання

	зовнішнього повітря потрібно застосовувати спеціальні пристрої, щоб запобігти обледеніння.		значні капіталовкладення [35].	дозволу від органів контролю, залучення фахівців з буріння); значні капіталовкладення.
--	--	--	--------------------------------	--

Режими роботи теплового насоса можна класифікувати таким чином:

– моновалентний режим: тепловий насос є єдиним генератором теплоти для опалювання і гарячого водопостачання. Джерело теплоти повинне бути розраховано на цілорічну експлуатацію устаткування;

– моноенергетичний режим: теплопостачання забезпечується двома генераторами теплоти, що забезпечується одним і тим же енергоносієм. ТН використовується в комбінації з пристроєм додаткового електрообігріву для покриття пікового навантаження. При цьому пристрій додаткового електрообігріву встановлюється в подаючій лінії установки утилізації теплоти. Частка потреби в теплоті, що покривається пристроєм додаткового електрообігріву, не повинна перевищувати 15 %;

– бівалентний альтернативний режим: разом з тепловим насосом для покриття потреби в теплі встановлений другий генератор теплоти, що використовує енергоносії, відмінний від використовуваного тепловим насосом. При цьому тепловий насос працює тільки до так званої "бівалентної точки", а при нижчих температурах передає теплопостачання другому генератору теплоти. Даний режим роботи часто застосовується для установок утилізації теплоти з високими температурами подаючої лінії. При цьому ТН може покривати 60 - 70 % річної роботи;

– бівалентний паралельний режим: разом з тепловим насосом для покриття потреби в теплі встановлений другий генератор теплоти. Що використовує енергоносії, відмінний від того, що використовує тепловий насос. Починаючи з визначеного значення зовнішньої температури для покриття потреби в теплі додатково включається другий генератор теплоти.

Цей режим вимагає можливості роботи теплового насоса аж до найнижчих зовнішніх температур [36].

Режими роботи теплового насоса наведено на рис 2.3.

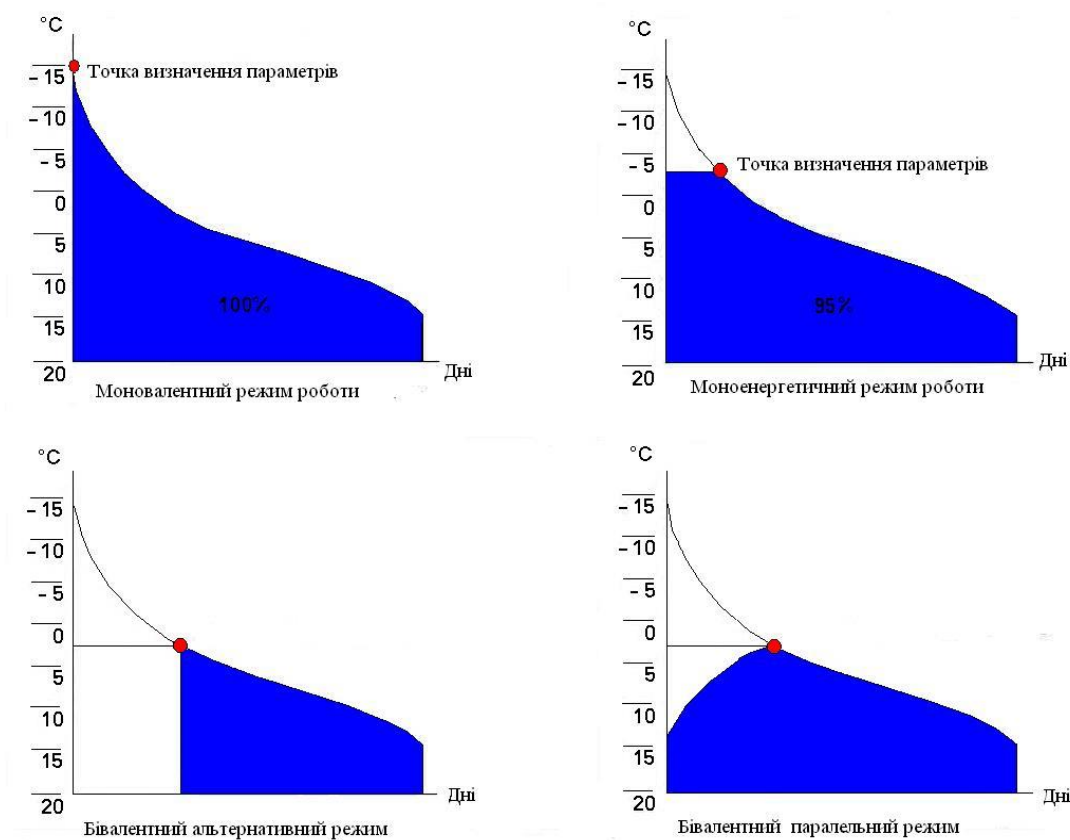


Рисунок 2.4 – Режими роботи теплового насоса[36]

Аналізуючи режими роботи теплового насоса для теплопостачання індивідуального житлового будинку вибираємо моновалентний режим, оскільки в бівалентному збільшаться капітальні витрати на другий генератор теплової енергії і знизяться екологічні показники.

2.8 Розрахунок потужності та вибір теплового насоса

Початкові дані:

- загальна площа будинку $S=250 \text{ м}^2$;
- середнє значення температури в будинку $t_b=18 \text{ °C}$;

– значення температури зовнішнього повітря в найхолодніший період року $t_3 = -21^\circ\text{C}$.

Використання теплового насоса буде ефективним при втратах, що не перевищують $65\text{Вт}/\text{м}^2$. А так як тепловий насос встановлюється для збудованої сучасної будівлі, тому перевіримо чи не перевищують втрати будівлі встановлені значення.

Стіна: керамічна кладка $\delta_{\text{ц}} = 0,38\text{м}$, $\lambda_{\text{ц}} = 0,29\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

пінобетон $\delta_{\text{ц}} = 0,4\text{м}$, $\lambda_{\text{ц}} = 0,17\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

мінеральна вата $\delta_{\text{ц}} = 0,05\text{м}$, $\lambda_{\text{ц}} = 0,041\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Тепловий потік через огорожуючі конструкції (розраховується для кожної огорожуючої конструкції окремо) [37].

$$Q_a = (1/R) \cdot A \cdot (t_b - t_3) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot 10^{-3}, \quad (2.16)$$

де A – площа огорожувальної конструкції м^2 ;

R – термічний опір $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

$$R = \frac{\delta_{\text{ц}}}{\lambda_{\text{ц}}} + \frac{\delta_{\text{пб}}}{\lambda_{\text{пб}}} + \frac{\delta_{\text{мв}}}{\lambda_{\text{мв}}}, \quad (2.27)$$

$$R = \frac{0,38}{0,29} + \frac{0,4}{0,17} + \frac{0,05}{0,041} = 4,883 \left((\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт} \right).$$

де t_b , t_3 – температури внутрішнього та зовнішнього повітря $^\circ\text{C}$;

n – коефіцієнт, що залежить від положення зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції по відношенню до зовнішнього повітря;

β – додаткові втрати теплоти в частках від основних тепловтрат.

$$Q_{a1\text{пов}} = (1/4,883) \cdot 130,38 \cdot (18 - (-21)) \cdot (1 + 0,1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 1,25 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{a2\text{пов}} = (1/4,883) \cdot 127,25 \cdot (18 - (-21)) \cdot (1 + 0,1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 1,22 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{a\text{подв}} = (1/4,883) \cdot 121,61 \cdot (18 - (-21)) \cdot (1 + 0,1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 1,17 \text{ (кВт)},$$

$$Q_a = 1,25 + 1,22 + 1,17 = 3,64 \text{ (кВт)}$$

Втрати теплоти на нагрів вентиляційного повітря

$$Q_b = 0,337 \cdot A_{\text{п}} \cdot h \cdot (t_b - t_3) \cdot 10^{-3}, \quad (2.18)$$

де $A_{\text{п}}$ – площа підлоги приміщення м²;

h – висота м.

$$Q_{b1 \text{ пов}} = 0,337 \cdot 130,38 \cdot 2,8 \cdot (18 - (-21)) \cdot 10^{-3} = 4,79 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{b2 \text{ пов}} = 0,337 \cdot 127,25 \cdot 2,8 \cdot (18 - (-21)) \cdot 10^{-3} = 4,68 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{b \text{ подв}} = 0,337 \cdot 121,31 \cdot 2,5 \cdot (18 - (-21)) \cdot 10^{-3} = 4,46 \text{ (кВт)},$$

$$Q_b = 4,79 + 4,68 + 4,46 = 13,93 \text{ (кВт)}$$

Теплові втрати будинку

$$Q_1 = Q_a + Q_b, \quad (2.19)$$

$$Q_1 = 3,64 + 13,93 = 17,57 \text{ (кВт)}$$

Втрати теплоти трубопроводами прокладеними в неопалюваних приміщеннях

$$Q_2 = \sum L \cdot q \cdot 10^{-3}, \quad (2.20)$$

$$Q_{21 \text{ пов}} = (24,9 \cdot 14,4 + 24,9 \cdot 9,2 + 46,0 \cdot 16 + 46,0 \cdot 10 + 14,59 \cdot 18,14 + 14,59 \cdot 12,14) \cdot 10^{-3} = 2,23 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{22 \text{ пов}} = (4,68 \cdot 16 + 4,68 \cdot 10 + 28,56 \cdot 18 + 28,56 \cdot 11) \cdot 10^{-3} = 0,95 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{2 \text{ подв}} = (15,05 \cdot 14,4 + 15,05 \cdot 9,2 + 20,17 \cdot 16 + 20,17 \cdot 10) \cdot 10^{-3} = 0,88 \text{ (кВт)},$$

$$Q_2 = 2,23 + 0,95 + 0,88 = 4,06 \text{ (кВт)}$$

Тепловий потік від освітлення, приладів та людей

$$Q_3 = 0,01 \cdot S, \quad (2.21)$$

де S – загальна площа приміщення.

$$Q_3 = 0,01 \cdot 250 = 2,5 \text{ (кВт)}$$

Теплова потужність системи опалення

$$Q_{\text{оп}} = (Q_1 \cdot b_1 \cdot b_2 - Q_3) + Q_2, \quad (2.22)$$

де $b_1 = 1,02$ – коефіцієнт, що залежить від типу опалювального пристрою;

$b_2 = 1,01$ – коефіцієнт, що враховує додаткові втрати теплоти за радіаторними ділянками зовнішніх стін.

$$Q_{\text{оп}} = (17,57 \cdot 1,02 \cdot 1,01 - 2,5) + 4,06 = 19,66 \text{ (кВт)}.$$

Теплова потужність системи ГВП

$$Q_{\text{ГВП}} = G_{\text{в}} \cdot C_{\text{рв}} \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}}) / 3600, \quad (2.23)$$

де $G_{\text{в}}$ – добова витрата води, л/добу;

$C_{\text{рв}}$ – теплоємність води, кДж/(кг · К).

$$Q_{\text{ГВП}} = 200 \cdot 4,174 \cdot (55 - 5) / 3600 = 9,8 \text{ (кВт)}.$$

Потужність системи тепlopостачання

$$Q_{\text{тп}} = Q_{\text{оп}} + Q_{\text{ГВП}}, \quad (2.24)$$

$$Q_{\text{тп}} = 19,66 + 9,28 = 28,94 \text{ (кВт)}.$$

Також оцінимо втрати будівлі за допомогою програми Herz OZC, що призначена для розрахунку тепловтрат окремих приміщень в будинку, а також будинку в цілому. Результати розрахунку наведено на рис. 2.5.

Итоги - Ведомость ограждений							
Символ	Описание ограждения	к	F	Qогр	Qрс	Q1	Вид ограждения
		Вт/м2К	м2	Вт	ГДж/год	ГДж/год	
ДВЕРИ	двери	3.500	18.2	2391			Двери наружные
КР	крыша	0.202	116.9	981			Крыша
ОКНО	окно	2.500	36.8	3731			Окно наружное (фонарь)
ПОЛ1	пол1	1.625	43.8	2693			Пол на грунте I зона
ПОЛ2	пол2	1.398	125.8	354			Пол на грунте II зона
СН	стена наружная	0.336	368.3	5018			Стена наружная
СНП	стена наружная подвал	2.467	52.6	4027			Стена наружная
				19195			

Рисунок 2.5 – Теплові втрати будинку

Знайдемо розбіжність між значеннями порашованими по ДБН В.2.6-31№2016 та за допомогою програми Herz OZC

$$\Delta = \frac{Q_{\text{herz}} - Q_{\text{дбн}}}{Q_{\text{herz}}} \cdot 100\% , \quad (2.25)$$

$$\Delta = \frac{19195 - 17570}{19195} \cdot 100 = 8,5\% .$$

Використовуючи дану програму будуємо графік залежності потужності системи теплопостачання від навколишнього середовища (рис. 2.6). Із графіка видно, що при зростанні температури навколишнього середовища потужність теплового насоса змінюється в межах 2 – 24кВт.

Використовуючи пакет прикладних програм Herz здійсн.ємо підбір опалювальних приладів та розрахунок трубопроводів системи опалення.

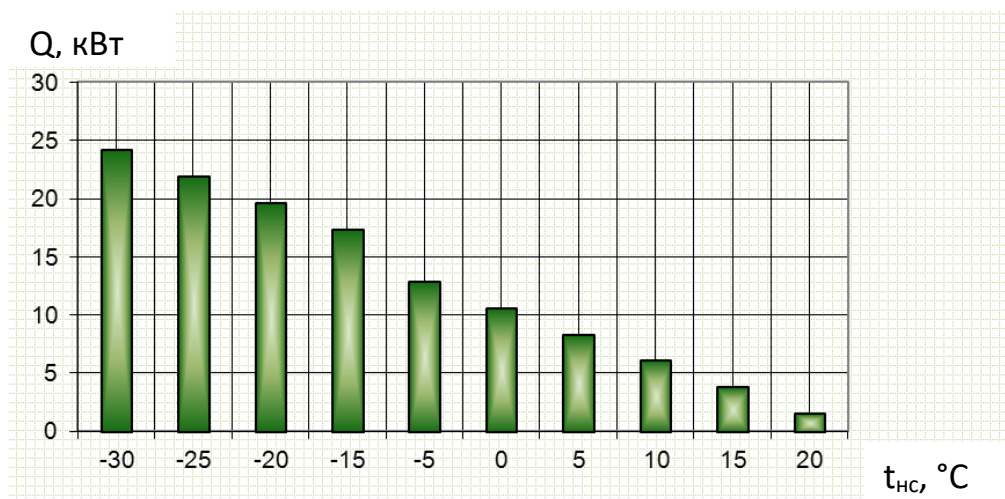


Рисунок 2.6 – Залежність потужності системи теплопостачання від температури навколишнього середовища

Таким чином обираємо тепловий насос 1 типу geoTHERM марки VWS 302/2 (соляний розчин/вода) для схеми теплопостачання

2.9 Розробка та вибір конструкції земляного зонда

Земляні зонди отримують теплову енергію завдяки геотермальному потоку теплоти і потоку ґрунтових вод. Лише на глибині до 10 – 15м вплив сонячної радіації і дощової води, що просочується, мають значення. Вибір земляних зондів менших розмірів може привести до дуже низьких температур розсолу, які в екстремальному випадку можуть стати причиною відключення ТН. У довгостроковій перспективі температура розсолу від опалювального періоду до опалювального періоду може падати, якщо не забезпечити достатню регенерацію.

У разі відбору теплоти з ґрунту бажано, щоб був високий коефіцієнт теплопровідності ґрунтового шару для інтенсивного надходження теплоти ґрунту до зонда.

Земляні зонди є надійним і ефективним способом отримання земляного теплоти. Цей спосіб особливо підходить для малих ділянок землі, на яких недостатньо місця для інсталяції поверхневого колектора.

Система трубопроводів земляного зонда, що зображена на рис. 2.6, що встановлюється в бурові свердловини глибиною до 100 м. Довжина земляного зонда глибиною більше 100 м, як правило, розподіляється на декілька бурових свердловин [39].

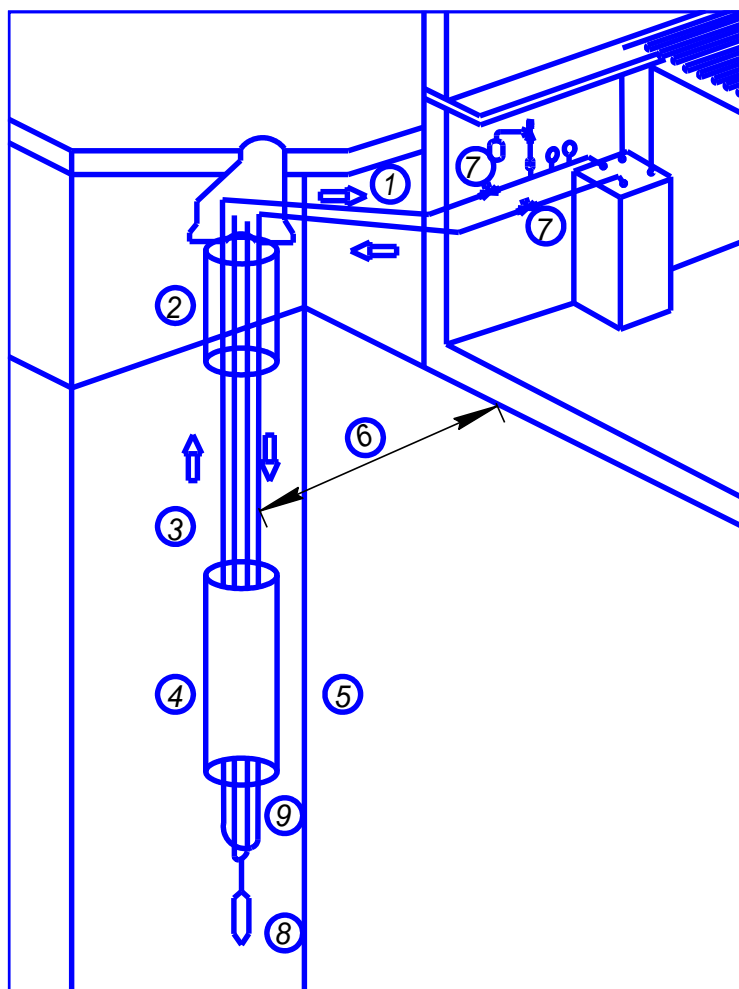


Рисунок 2.7 – Конструкція земляного зонда [39]

Етапи монтажу ґрунтового зонду:

1) ділянка “перебігу вперед”/зворотній трубопровід з перепадом від теплового насоса до земляного зонда в подушці з піску приблизно на глибині 1 м для видалення повітря з колектора в теплому насосі;

2) обсадна труба при незв'язному матеріалі, завдовжки близько 6 - 20 м, діаметром приблизно 17 см;

3) двотаврово-трубчастий зонд (2 контури на бурильну свердловину), діаметром 4 см, НД 16 бар глибина буріння залежно від властивостей ґрунту згідно призначеним розмірам;

4) заповнення полого простору кварцевим піском або бетонітом;

5) діаметр бурильної свердловини приблизно 115 - 220 мм;

- 6) мінімальна відстань до фундаменту будівлі повинна складати 2 м;
- 7) вентилі;
- 8) додатковий залізний вантаж для установки колектора, завдовжки близько 90 см, діаметром близько 8 см;
- 9) головка, що відхиляє, на заводі приварюється до труб колектора, довжина близько 150 см, діаметр близько 10 см.

Зонди виготовляється з поліетилену. Поліетилен в землі не псується, поліетиленові зонди служать не менше 50 років.

Принципова схема теплового насоса наведено на рис. 2.7.

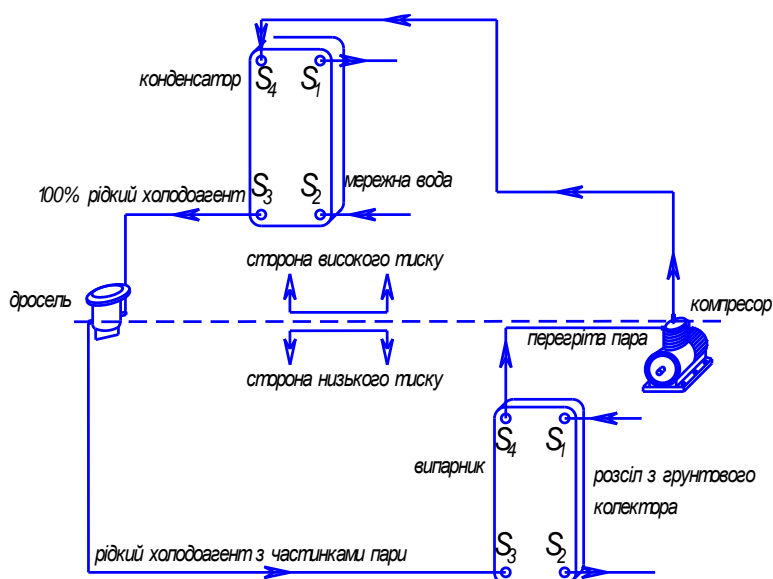


Рисунок 2.8 – Принципова схема теплового насоса[35]

Вибрана схема працює наступним чином. Відбір теплоти з ґрунту здійснюється за допомогою ґрунтових зондів. Розсіл (суміш води й антифризу) циркулює по пластиковим трубам, забираючи при цьому накопичену низькопотенційну теплоту ґрунту й подається у випарник теплообмінника теплового насоса. У випарнику холодоагент (R407C), нагріваючись від розсолу до $6\text{ }^{\circ}\text{C}$, закипає й перетворюється в пару. Нагріта пара потрапляє в компресор, у якому ця пара стискається й при цьому його тиск і температура збільшуються. Далі холодоагент з температурою $35\text{-}65\text{ }^{\circ}\text{C}$ потрапляє в теплообмінник, у якому конденсується й віддає тепло воді, що надходить у

систему опалення. Далі на шляху рідини високого тиску встановлений скидний клапан, що знижує тиск холодоагенту, після чого він знову потрапляє у випарник замикаючи цикл. Розсіл віддавши теплоту у випарнику, проохолоджується до -2C° , надходить у ґрунтовий зонд, де знову відбирає теплоту від ґрунту й надходить у випарник. ТНУ перетворює низькопотенційну теплоту в високопотенційну, використовуючи при цьому електроенергію.

Так як ґрунт має середнє значення вологості та нормальні відкладення у ньому тому його продуктивність $D_{\text{гр}}=15$ м/кВт (табл. 2.6) [40].

Таблиця 2.6 – Значення продуктивності ґрунту

Умови ґрунту	Продуктивність ґрунту, м/кВ
Сухе осадкове відкладення	30
Нормальне, насичене водою відкладення	12,5
Середнє значення нормальне відкладення	15

Загальна теплопродуктивність теплового насоса вибирається по марці теплового насоса і становить $D_3=30$ кВт.

Загальна глибина буріння

$$H=D_{\text{гр}} \cdot D_3, \quad (2.26)$$

$$H=15 \cdot 30=450 \text{ м.}$$

Кількість свердловин

$$n=H/100, \quad (2.27)$$

$$n=450/100=4,5 \text{ (шт).}$$

Приймаємо $n=5$ шт.

Довжина однієї свердловини

$$h=H/n, \quad (2.28)$$

$$h=450/5=90 \text{ м.}$$

Таким чином обираємо 5 свердловин по 90 м.

Загальна довжина труб зонду

$$L=4 \cdot H, \quad (2.29)$$

$$L=4 \cdot 450=1800 \text{ м.}$$

Кількість контурів

$$n_k=2 \cdot n, \quad (2.30)$$

$$n_k=2 \cdot 5=10 \text{ (шт).}$$

Труби для зонду вибираємо 32x2,9 мм.

Питомий об'єм соляного розчину для даної труби становить $\rho=0,539$ (л/м).

Об'єм соляного розчину в розподільчих колекторах $v_1=15$ (л).

Об'єм соляного розчину в підвідних лініях $v_2=40$ (л).

Необхідний об'єм соляного розчину

$$V=L \cdot \rho + v_1 \cdot v_2, \quad (2.31)$$

$$V=1800 \cdot 0,539 + 15 + 40=1025 \text{ (л).}$$

2.10 Втрати тиску в земляному зонді

Втрати тиску в земляному зонді [37]

$$\Delta p=R \cdot l, \quad (2.32)$$

де R – втрати тиску в трубопроводі на один метр;

l – використана потужність.

$$\Delta p_{\text{У-тр. зонд}}=R \cdot l_{\text{з.г.}}$$

$$\Delta p_{\text{У-тр. зонд}}=R \cdot L=11,9 \cdot 1800=21,5 \text{ (кПа)},$$

$$\Delta p_{\text{под.лн.}}=R \cdot H=0,9 \cdot 450=0,41 \text{ (кПа)},$$

$$\Delta p_{\text{тн}}=0,3 \text{ (кПа)},$$

$$\Delta p=21,5+0,41+0,3=22,21 \text{ (кПа)}.$$

2.11 Розрахунок розширювального бака та буферної ємності

Об'єм мембранного розширювального бака при використанні земляного зонда.

Загальний об'єм установки (розсолу) $V_a = 1025$ (л).

Розширення об'єму при нагріванні установки

$$V_z = V_a \cdot \beta, \quad (2.33)$$

де $\beta = 0,01$ – коефіцієнт розширення.

$$V_z = 1025 \cdot 0,01 = 10,25 \text{ (л)}.$$

Запобіжний затвор

$$V_v = V_a \cdot \beta_b, \quad (2.34)$$

де $\beta_b = 0,005$ – для водяного затвору

$$V_v = 1025 \cdot 0,005 = 5,125 \text{ (л)}.$$

По DIN 4807 вибираємо $V_z = 8$ (л).

Номінальний об'єм мембранного розширювального баку

$$V_n = \frac{V_z + V_v}{0,9 \cdot p_{si} - p_{st}} \cdot (0,9 \cdot p_{si} + 1), \quad (2.4777)$$

де p_{si} – потужність теплового насосу;

p_{st} – використана потужність.

$$V_n = \frac{10,25 + 8}{0,9 \cdot 3 - 1,5} \cdot (2,7 + 1) = 56,27 \text{ (л)}.$$

Розширювальний бак Reflex DE60 $V = 60$ (л) [41].

Згідно ДСТУ Б В.2.5-44:2010 допускається приймати середню щоденну витрату системи ГВП рівною 25-50 дм^3 на людину при температурі 60 °С. Виходячи з норм, що вказані вище приймаємо щоденну витрату системи ГВП 50 дм^3 на людину в день та початковий об'єм буферної ємності системи ГВП $V_{6e} = 200$ (л).

Теплова енергія гарячої води, яка зберігається в буферній ємності

$$Q_6 = 1,9 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{добу}}.$$

Об'єм, що додається до об'єму буферної ємності системи ГВП, еквівалентний тепловим втратам

$$V_6 = \frac{Q_6}{0,00116 \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}})}, \quad (2.35)$$

де $t_{\text{ГВ}}$ – задана температура гарячої води в буферній ємності системи ГВП 60°C;

$t_{\text{ХВ}}$ – температура холодної води °С.

$$V_6 = \frac{1,9}{0,00116 \cdot (60 - 10)} = 33 \text{ (л)}.$$

Об'єм подачі протягом заданого періоду при 60 °С

$$m_{60} = V_{6e} + V_6, \quad (2.36)$$

$$m_{60} = 200 + 33 = 233 \text{ (л)}.$$

Об'єм, що додається до об'єму буферної ємності системи ГВП при $t_{\text{ГВ}} = 50^\circ\text{C}$ (дивитись формулу 2.49)

$$V'_6 = \frac{1,9}{0,00116 \cdot (50 - 10)} = 41 \text{ (л)}.$$

Об'єм гарячої води температурою $t_{\text{ГВ}} = 50^\circ\text{C}$, яка має таку ж ентальпію як Q_6

$$m_t = m_{60} \cdot V'_6, \quad (2.37)$$

$$m_t = 233 + 41 = 274 \text{ (л)}.$$

Отже вибираємо буферну ємність VPS300 $V_6 = 300$ (л). [42]. Складальне креслення буферної ємності наведено на 08-11.МКР.005.00.000 СК.

2.12 Математична модель і розрахунок коефіцієнта перетворення

Початкові дані:

– температура низькопотенційного джерела на вході у випарник

$$t'_{\text{HT}} = 10^\circ\text{C};$$

- температура низькопотенційного джерела на виході з випарника $t''_{HT}=4^{\circ}\text{C}$;
- температура води на вході у конденсатор $t'_B=35^{\circ}\text{C}$;
- температура води на виході з конденсатора $t''_{CB}=50^{\circ}\text{C}$;
- внутрішній ККД компресора $\eta_{KM}=0,85$;
- ККД привода компресора $\eta_{пр}=0,98$.

Схема теплонасосної установки та її цикл на P-h діаграмі наведено на рис. 2.8

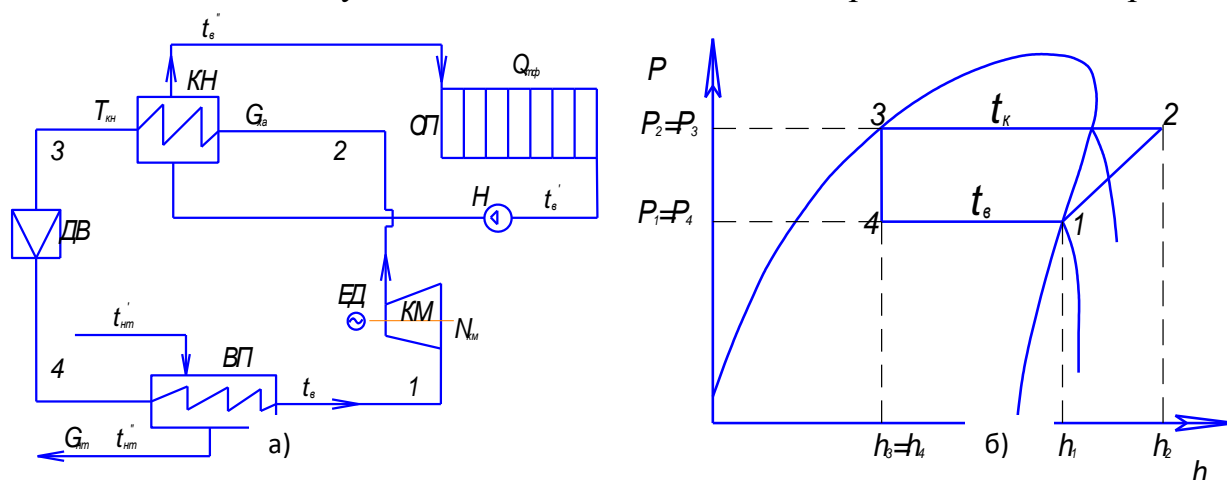


Рисунок 2.9 – Схема теплонасосної установки (а) та її цикл на P-h діаграмі (б)[43].

Ентальпії, визначені по діаграмі холодоагента R407C (рисунок 4.1[23])

$$h_1=415\left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}\right);$$

$$h_2=450\left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}\right);$$

$$h_3=h_4=285\left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}\right).$$

Температура випаровування холодоагента [23]

$$t_B = t''_{HT} - \theta, \quad (2.38)$$

$$t_B = 4 - 3 = 1^\circ \text{C}.$$

Температура конденсації холодоагента

$$t_K = t''_{CB} + \theta, \quad (2.39)$$

$$t_K = 50 + 3 = 53^\circ \text{C}.$$

Питома теплота, що підведена до холодоагента у випарнику

$$q_B = h_1 - h_4, \quad (2.40)$$

$$q_B = 415 - 285 = 130 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right).$$

Питома робота компресора

$$l_{KM} = \frac{(h_2 - h_1)}{\eta_{KM}}, \quad (2.41)$$

$$l_{KM} = \frac{(450 - 415)}{0,85} = 41,18 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right).$$

Питома робота, яка витрачається на привод компресора

$$l_{пр} = \frac{l_{KM}}{\eta_{пр}}, \quad (2.42)$$

$$l_{пр} = \frac{41,18}{0,98} = 42,02 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right).$$

Питома теплота холодоагента, віддана воді з системи опалення в конденсаторі

$$q_K = h_2 - h_3 = q_B + l_{KM}, \quad (2.43)$$

$$q_K = 130 + 41,18 = 171,18 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right).$$

Коефіцієнт перетворення

$$\varphi = \frac{q_K}{l_{пр}}, \quad (2.44)$$

$$\varphi = \frac{171,18}{42,02} = 4,07.$$

Інші розрахунки проведені за допомогою складеної програми в середовищі Excel на основі яких побудовані графічні залежності.

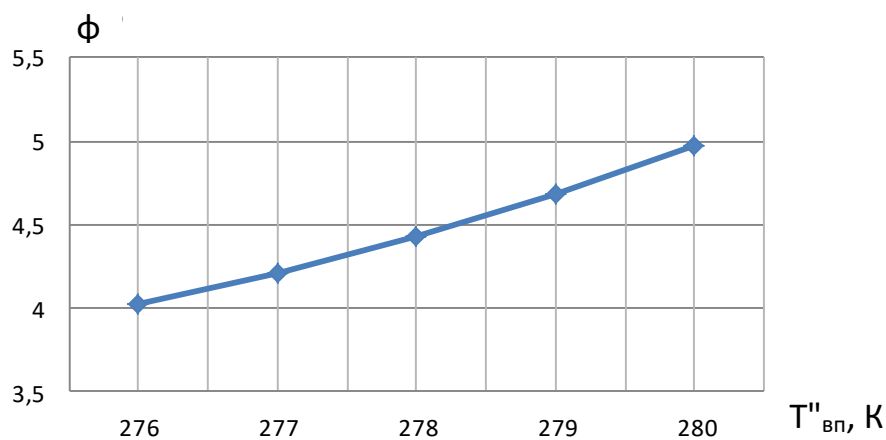


Рисунок 2.10– Залежність коефіцієнта перетворення від температури

З графіка, що представлений на рис. 2.10 можна зробити висновок, що чим більша температура на виході з випарника тим більший коефіцієнт перетворення ТН.

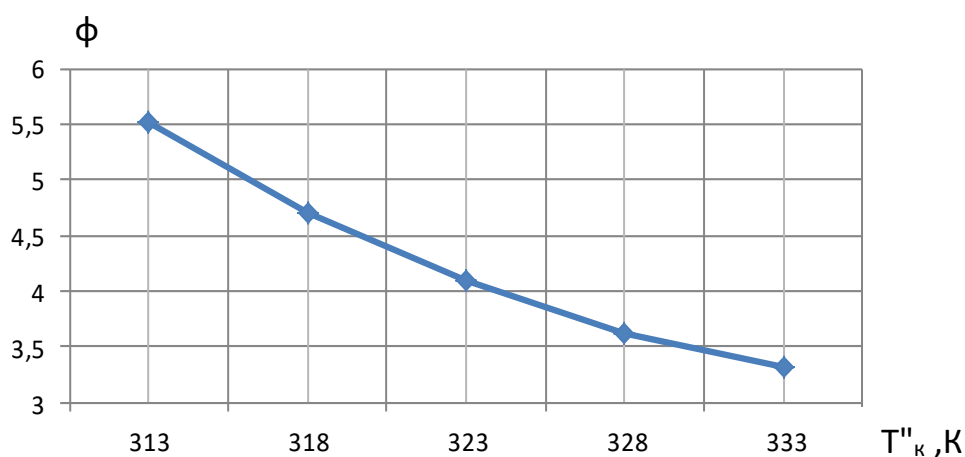


Рисунок 2.11 – Залежність коефіцієнта перетворення від температури на виході з конденсатора за умови $t''_{вп}=3^{\circ}C=const$

Аналіз рис. 2.11 свідчить, що чим більша температура води на виході з конденсатора тим менший коефіцієнт перетворення.

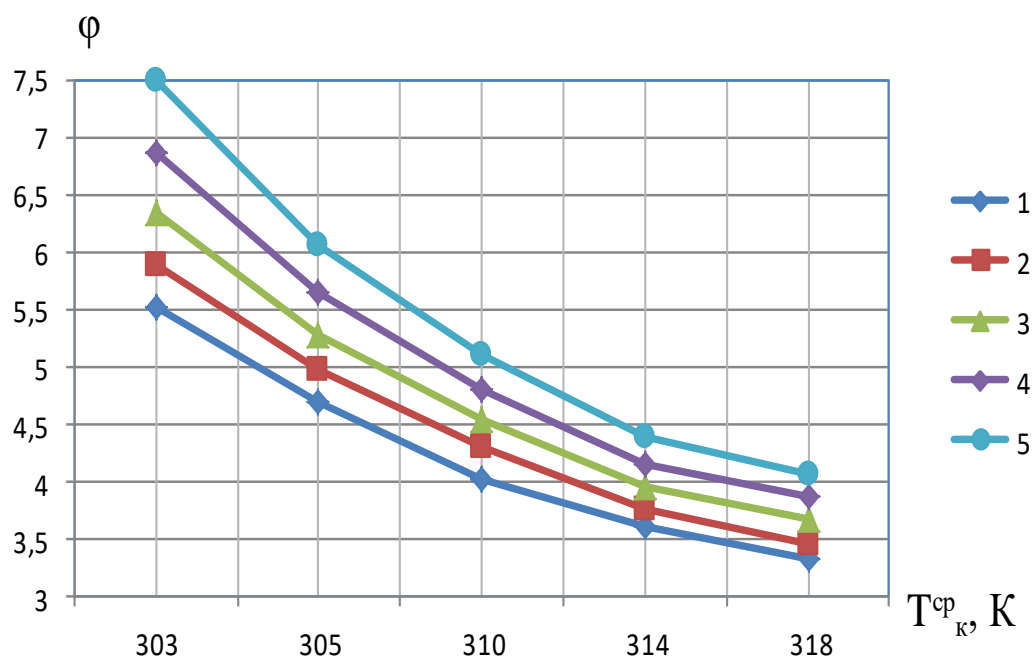


Рисунок 2.12 – Залежність коефіцієнта перетворення від середньотермодинамічних температур теплоносіїв в конденсаторі та випарнику ТН

Із аналізу залежностей на рис. 2.12 можна зробити висновок: чим менше різниця температур джерела теплоти (грунт) і температурою в системі опалення, тим вище коефіцієнт перетворення теплового насоса. тому для системи опалення використовуємо сучасні алюмінієві радіатори та теплу підлогу.

2.13 Математична модель та розрахунок ексергетичного ККД ТНУ

Фактор Карно для підведеної теплоти у випарнику

$$\eta_c^b = 1 - \frac{T_{nc}}{T_{cp}^b}, \quad (2.45)$$

де T_{nc} – температура навколишнього середовища К;

T_{cp}^b – середньотермодинамічна температура підведення теплоти у випарнику К.

$$\eta_c^B = 1 - \frac{253}{280} = 0,096.$$

Фактор Карно для відведеної теплоти у конденсаторі

$$\eta_c^K = 1 - \frac{T_{nc}}{T_{cp}^K}, \quad (2.46)$$

де T_{cp}^K – середньотермодинамічна температура відведення теплоти у конденсаторі, К.

$$\eta_c^K = 1 - \frac{253}{303} = 0,165.$$

Ексергетичний ККД

$$\eta_e = \eta_c^K \cdot \varphi / (1 + \eta_c^B \cdot (\varphi + \eta_{пр})), \quad (2.47)$$

де φ – коефіцієнт перетворення теплового насоса;

$\eta_{пр}$ – ККД привода компресора.

$$\eta_e = 0,165 \cdot 5,52 / (1 + 0,096 \cdot (5,52 + 0,98)) = 0,561.$$

Інші розрахункові значення ексергетичного ККД проведені за допомогою складеної програми в середовищі Excel на основі яких побудовані графіки, що наведено на рис. 2.13.

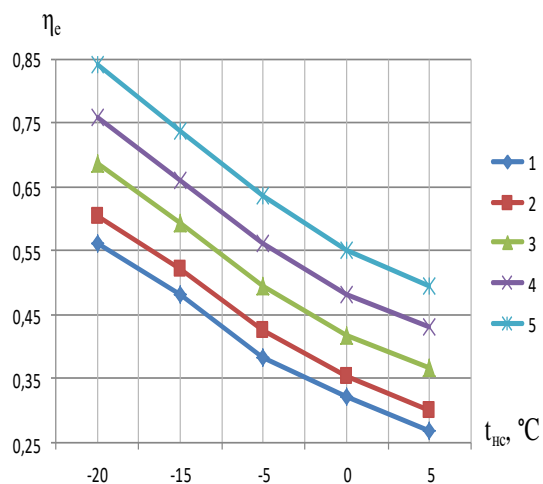


Рисунок 2.13 – Залежність ексергетичного ККД ТНУ від температури навколишнього середовища: 1 – $t_{пмв}/t_{зmv}=40/20$ °C; 2 – 45/20; 3 – 50/25; 4 – 55/27; 5 – 60/30.

2.14 Висновки до розділу

Отже, одним із заходів економії паливно-енергетичних ресурсів у системах теплопостачання є застосування альтернативних джерел енергії з впровадженням теплонасосних установок.

Проведено багатоваріантний аналіз джерел теплопостачання житлового будинку та визначено їх термін окупності. За допомогою програмного забезпечення SimaPro проаналізовано екологічний вплив на довкілля від різних джерел теплопостачання впродовж їх життєвого циклу. Виявлено що найбільший шкідливий вплив на екосистему та людину здійснюють теплогенератори на вугіллі – 40 Pt, дровах – 70 Pt, природному газі – 12,5%, ТН – 6 Pt. Тепловий насос впливає на вичерпування природних ресурсів і становить 25 Pt та вплив на екосистему складає 1 Pt.

Враховуючи переваги та недоліки різних пристроїв теплопостачання а також прогнозуючи зростання цін на паливо в найближчі роки вибрано тепловий насос з ґрунтовим зондом, оскільки техногенне навантаження на навколишнє середовище в даному випадку найменше та біля будинку немає багато вільної площі для прокладання ґрунтового горизонтального колектора.

Оскільки для бівалентної схеми збільшаться капітальні затрати і погіршаться екологічні показники то для опалення та гарячого водопостачання будинку вибрано моновалентний режим роботи теплового насоса.

Побудовано графік залежності потужності системи теплопостачання від температури навколишнього середовища.

Розроблено конструкцію U-подібного земляного зонду. Підібране основне обладнання – тепловий насос типу geoTHERM марки VWS 302/2 $Q_{\text{TH}}=30$ кВт та допоміжне обладнання – розширювальний бак Reflex DE60 $V=60$ (л), буферна ємність VPS300 $V_6=300$ (л). Розроблено конструкцію земляного зонда, виконані його тепловий та гідравлічний розрахунки. Розраховано, що для даної ТНУ потрібно 5 свердловин по 90 м. Також вибрано та розраховано вертикальний зонд, так як біля будинку не вистачає площі під горизонтальний колектор.

Отже, для вибраної ТНУ, яка працює на холодоагенті R407C, виявлено що в діапазоні температур розсолу на виході з випарника 276...280 К коефіцієнт перетворення ϕ змінюється в межах 4...5. Якщо температура на виході з конденсатора 313...333, то $\phi = 3,3...5,5$. Ексергетичний ККД ТНУ в межах температур навколишнього середовища $t_{nc} = + 5 - 20$ °С складає $\eta_e = 0,25...0,85$ в залежності від температурного графіка.

Проаналізувавши вище наведені результати можна зробити висновок, що чим менше різниця температур між джерелом теплоти (грунт) і температурою в системі опалення, тим вищий коефіцієнт перетворення теплового насоса, а значення ексергетичного ККД ТНУ зростають зі зменшенням температури зовнішнього середовища та з підвищенням температурного режиму підігрівання мережної води. Для досягнення високого коефіцієнта перетворення в системі опалення, потрібно використовувати сучасні алюмінієві радіатори та теплу підлогу.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Конструктивні особливості об'єкту

В даному проекті запроектовані системи опалення житлового будинку в м.Вінниця.

Система створення мікроклімату призначена для забезпечення нормованих метеорологічних умов і чистоту повітря в приміщеннях використовуючи опалювальні прилади.

Система опалення вертикальна двотрубна з нижнім розведенням магістралей із поліетиленових труб високої густини системи KAN-therm. Розвідні трубопроводи прокладені в межах цокольного поверху. Трубопроводи в місцях перетину перекриттів, внутрішніх стін та перегородок прокладаються в гільзах з негорючих матеріалів. Гільзи на 20...30 мм виступають над позначкою чистої підлоги.

На кожному нагрівальному приладі встановлюється терморегулюючий вентиль d_v 15 мм фірми „DANFOSS”. Джерелом тепlopостачання служить тепловий пункт з параметрами теплоносія – вода 90-70 °С.

В даній системі опалення передбачено один центральний стояк . Від стояка ідуть відгалудження до колекторів на поверхах 1-3.

Система опалення житлового будинку складається з:

- 1) нагрівальних приладів – панельні сталеві радіатори;
- 2) колекторів, які розташовані на поверхах ;
- 3) мережа трубопроводів ;
- 4) регулюючих пристроїв .

Опалювальні пристрої розташовують у проемах під вікнами, відстані від підлоги, стін , підвіконня обумовлюються конструкцією приладів.

Теплонасосну установку і обладнання розміщують у спеціальних приміщеннях.

В даній системі опалення використовуються панельні сталеві радіатори фірми “KORADO”. Стандартний колір – білий. “KORADO” – це радіатори з боковим приєднанням та вбудованим терморегулюючим вентилям RTD. Регулювання тепловіддачі приладів здійснюється терморегуляторами RTD. Повітровиділення – повітровипускними кранами. Видалення повітря із системи виконується через повітрозбірники, встановлені в найвищих точках системи.

Автономне теплопостачання будинку здійснюється від індивідуального теплового пункту, в якому розміщено тепловий насос 1 типу geoTHERM марки VWS 302/2 (соляний розчин/вода). Тепловий пункт розміщується на цокольному поверсі будинку (див. аркуш 4).

3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи

Перед початком монтажних робіт необхідно:

- а) пробити отвори в стінах, перегородках і перекриттях для прокладання трубопроводів;
- б) виконати отвори із закладними деталями;
- в) здійснити штукатурку стін і стель в місцях прокладання трубопроводів і встановлення опалювальних приладів;
- г) провести лінії енергоживлення для можливості проведення монтажних робіт;
- д) підготувати монтажні проходи для переміщення крупно габаритного обладнання, що монтується;
- е) нанести на стінах фарбою відмітки "чистої підлоги";
- ж) підготувати основи під розширювальний бак, котли, водопідготовку;

Перед початком монтажу систем забезпечити:

- побутові приміщення для робітників;
- достатнє освітлення приміщень;
- приміщення для майданчики для зберігання заготовок, типових деталей, матеріалів і обладнання в зоні дії транспортних засобів;

- забезпечення електроенергією, водою для виробничих і побутових потреб;
- пожежно-сторожова охорона.

3.3 Монтаж системи опалення

Для монтажу систем опалення необхідна наступна технічна документація, яка входить до складу робочого проекту:

а) плани поверхів з вказанням місць розміщення нагрівальних приладів і їх розмірів, стояків і горизонтальних теплопроводів;

б) графіки верхній розводці - плани технічного поверху і підвалу з вказанням розміщення подаючих і зворотних трубопроводів і їх діаметрів, а також повітрозбірників і розширювального баку:

в) аксонометричка схема системи опалення, на якій вказані відмітки осей теплопроводів і їх уклони і діаметри, довжини горизонтальних ділянок при наявності розривів, позначені нетипові кріплення, запірно-регулююча арматура, стояки та інші елементи системи;

г) плани фундаментів з вказанням діаметрів трубопроводів котельні;

Плани і схеми проекту опалення виконують в масштабі 1:100 чи 1:200, окремі деталі в крупнішому масштабі - 1:20 - 1:10.

3.4 Підготовка об'єкту під монтаж

Приймання об'єкту під монтаж систем опалення оформляється актом встановленої форми; який підписують представник генпідрядника, який виконує будівельні роботи (майстер, виконроб) з однієї сторони, 1 представник організації, яка виконує спеціалізовані роботи (виконроб чи Інженер групи підготовки виробництва) - з іншої,

Об'єкт, що будується, можна вважати готовим до монтажу систем опалення, якщо виконані наступні роботи:

а) змонтовані міжповерхові перекриття і сходові марші;

б) пробиті отвори в стінах та перекриттях підготовані борозди 1 канали для прокладання трубопроводів;

в) заштукатурені ніші ділянки стік в місцях встановлення опалювальних приладів та прокладання трубопроводів;

г) підготовані монтажні пройми для переміщення крупногабаритного обладнання, що монтується:

д) нанесені на стінах відмітки чистої підлоги фарбою, яка важко змивається;

е) встановлені віконні коробки 1 підвіконні дошки є) підготовлені основи під водонапірні баки, розширювальні посудини, венткамери і влаштовані фундаменти під котли насоси, вентилятори;

ж) підведені електросилові лінії для підключення механізмів та електроінструментів;

з) забезпечені освітленість робочих місць, доступ до них робітників та можливість доставки матеріалів, виробів та обладнання, що монтується;

і) підготовані риштування і підмості для роботи на висоті;

к) засклені віконні пройми і утеплені приміщення при виконанні робіт в осінньо-зимовий період.

Крім вказаних вимог до готовності об'єкту під монтаж до початку робіт необхідно виділити місце для складування матеріалів, сантехзаготовок і обладнання. Необхідна також кладовка для зберігання малогабаритних матеріалів, інструменту, інвентаря.

3.5 Загальна технологія монтажу опалення

Роботи по монтажу систем опалення можуть бути виконані в такій послідовності;

1. Ознайомлення з проектною технічною документацією.
2. Розміщення місць прокладання трубопроводів.
3. Комплектування піднесення матеріалів, трубозаготовок і виробів.

4. Встановлення опалювальних приладів (розмітка, встановлення засобів кріплення, навішування приладів).

5. Прокладання стояків і підведень до опалювальних приладів, приєднання стояків до магістральних трубопроводів..

6. Гідравлічне випробування трубопроводів.

7. Перевірка на прогрів опалювальних приладів з регулюванням.

Наведена послідовність залишається при окремому монтажі опалювальних приладів, стояків і підведень і змінюється при монтажі опалювальних приладів, вже об'язаних підведеннями до них.

Основні вимоги до якості монтажу системи АО:

точна відповідність проекту і технічним умовам всіх її елементів;

герметичність з'єднань ;

міцність кріплень елементів;

дотримання проектних уклонів розвідних ділянок і відсутність зламів на прямих ділянках;

вертикальність стояків;

справність дії запірно-регулюючої арматури;

забезпечення вільного наповнення системи водою і її випорожнення, а також вільного видалення з неї повітря.

Основні умови правильності монтажу зформульовані у відповідних розділах будівельних норм та правил і зводяться до того, щоб допуски в будівельних конструкціях не перевищували наступних меж:

відхилення по висоті поверху між відмітками чистих підлог ± 15 мм;

зміщення між осями віконних пройм по горизонталі ± 20 мм;

відхилення по вертикалі стін та перегородок на 1 м висоти ± 3 мм;

зміщення осей отворів в перекриттях від загальної вертикалі, яка проходить через вісь стояків ± 10 мм;

відхилення між осями перегородок і осями вікон по горизонталі ± 10 мм;

відхилення стін і перегородок по товщині ± 10 мм.

При розмітці і прокладанні трубопроводів систем АО необхідно не допускати їх відхилення по вертикалі більш ніж на 2 мм на 1 м довжини трубопроводу.

Відстань від поверхні штукатурки облицювання стіни до осі не ізолюваного трубопроводу при його відкритоуу прокладанні повинна складати 35... 55 мм при діаметрі труб до 32 мм 50... 60 мм при діаметрі 40...50 мм з допустимим відхиленням ± 5 мм. Засоби кріплення стояків у виробничих будівлях встановлюються через кожні 3 м по вертикалі. Якщо довжина підведення від стояка до радіатора перевищує 500 мм, то на них також встановлюють кріплення.

При перетинанні трубопроводами стін, перекриттів і перегородок для їх вільного переміщення при зміні температури теплоносія встановлюються гільзи, їх виготовляють, як правило, із обрізків покрівельної сталі,

Гільзи встановлюють урівень з поверхнею стін і перегородок і вище на 20...30 мм відмітки чистої підлоги.

Підведення до опалювальних приладів виконується з уклоном по ходу руху теплоносія, який складає 5...10 мм на всю довжину підведення. Якщо довжина підведення не перевищує 500 мм, то його можна монтувати горизонтально.

3.6 Монтаж опалювальних приладів

Основна умова, яка забезпечує правильне встановлення опалювальних приладів, а звідси і якісний монтаж системи опалення - правильне встановлення кронштейнів під радіатори.

В свою чергу встановлення кронштейнів залежить від якості розмітки отворів, яку рекомендується виконувати за допомогою спеціальних пристосувань і шаблонів. Існує декілька конструкцій шаблонів, які дозволяють точно розмітити отвори під встановлювані кронштейни. Найпростіше пристосування - шаблон, зроблений із листа фанери з

просвердленими в ньому отворами. Такий шаблон прикладається верхнім ребром до низу підвіконної дошки, після чого виконується розмітка.

При розмітці отворів для радіатора шаблон встановлюють по виску так, щоб його вісь симетрії збігалася з віссю віконної пройми. Виріз нижнього різка (нижньої поперечини) повинен збігатися з нижнім краєм отворів для нижніх кронштейнів. В цьому випадку низ вирізів верхнього різка покаже нижній край отворів верхніх кронштейнів.

Розміщення отворів визначають по номерації, яка нанесена на різках (поперечниках) в залежності від кількості секцій радіатора.

Опалювальні прилади можна встановлювати лише при наявності відштукатурених ніш або інших місць встановлення приладів, а також при наявності чистої підлоги чи відміток.

Висота підвіконної ніші для опалювального приладу повинна бути більшою висоти приладу на 0,15 м (в глухій стіні - на 0,25 м), а ширина її - більше ширини опалювального приладу на 0,4 м при підведенні труб до радіатора по прямій лінії на 0,6 м при підведенні з уткою. Глибина ніші приймається 0,13 м в цегляних стінах і 0,1 м в стінах із інших матеріалів.

Опалювальні прилади встановлюють на відстані не менше 60 мм від підлоги, 50 мм від нижньої поверхні підвіконної дошки і на 25 мм від поверхні штукатурки стіни.

Рекомендується зміщене встановлення опалювальних приладів (на відстані 200 мм від краю ніш) по відношенні до осі віконної пройми. При цьому стояк розміщують на відстані 150+- мм від укосу віконної пройми.

3.7 Монтаж стояків

Кінці змонтованих трубопроводів вузлів доцільно до закінчення монтажу закривати спеціальними пробками. Використовувати для цієї мети ганчірки чи повсть не допускається.

Головний стояк необхідно прокладати точно вертикально, по можливості без будь-яких згинів, закріплюючи його внизу на міцній опорі. До

стін за допомогою хомутів і кронштейнів, які розміщуються через 3...4 м один від одного, кріплять стояки. Хомути і кронштейни не повинні перешкоджати температурним лінійним видовженням стояка.

Прокладення стояків виконується після встановлення опалювальних приладів.

Стояки і підведення, по яким транспортується теплоносій з температурою вище 70 градусів по Цельсію, в місцях перетину з внутрішніми стінками перегородками повинні прокладатись в гільзах, які забезпечують вільне переміщення труб при їх лінійному видовженні.

Як правило, гільзи виготовляють із обрізків сталевих труб. покривельної сталі чи азбестового картону.

Розбірні з'єднання необхідно використовувати в мінімальній кількості тільки в місцях, необхідних по умовах складання. Забороняється розбірні з'єднання приховувати в конструкцію підлоги чи стін. На кожному відгалуженні від магістрального трубопроводу обов'язково передбачаються розбірні з'єднання які розміщуються після крана на подаючій лінії по ходу теплоносія.

Підведення до опалювальних приладів повинні мати однаковий уклон від стояків до приладів і від них. який приймається рівним 10 мм на всю довжину підведення.

При довжині підведення 400...600 мм уклон може бути зменшений до 5 мм, а при довжині до 400 мм підведення може бути горизонтальним. Якщо підведення має довжину більше 1,5 м, то його треба прикріплювати до стіни хомутиками, які ставлять по середині.

Стояки опалення кріплять до стіни хомутиками, які дозволяють трубам вільно переміщуватись при температурних деформаціях. Хвостова частина хомутиків розсічена і розведена. На кам'яних стінках їх встановлюють в отвори, просвердлені в стіні, на цементному розчині. Необхідно звертати увагу на надійність кріплень трубопроводів і самих кріплень, оскільки трубопровід, який видовжується, може вирвати або пошкодити кріплення.

3.8 Наповнення системи водою

Систему наповнюють водою після того, як перевірений справний стан ручного насоса (в системі з природною циркуляцією), приєднана до гарячої магістралі розширювальна посудина і прокладені від неї всі необхідні магістралі.

Якщо в будівлі ще не діє каналізація, то для випуску води з системи зливна труба від ручного насоса повинна бути виведена на таку відстань від будівлі, щоб вода, яка зливається з системи, не могла потрапити в будівлю, підвал чи під її фундамент.

Систему найкраще наповнювати засвітла. Якщо тиск в міській мережі водопроводу не забезпечує наповнення системи, необхідно встановити ручний насос.

Якщо заповнити систему вдень по яким-небудь причинам не вдається і доводиться цю операцію виконувати в вечірній або нічний час, все приміщення необхідно забезпечити електричним освітленням. Проте обхід приміщень будівлі з ліхтарями значно ускладнює роботу слюсарів, які спостерігають за наповненням системи. До того ж робота з ліхтарями і небезпечна в пожежному відношенні.

Підкачування води в систему вручну - важка праця, тому для наповнення системи водою при недостатньому тиску в водопроводі в насосних системах опалення можна використовувати циркуляційний насос при умові, що його характеристика відповідає вимозі забезпечення необхідного для підкачування тиску при кількості оборотів і по зниженню продуктивності.

3.9 Пуск в дію та випробування системи опалення

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

На всі виявлені при перевірці дефекти скласти відомість, що передається генпідрядчику. Дефекти усунути до початку передпускових випробувань.

Пускові експлуатаційні випробування виконати в наступній послідовності :

- зовнішній огляд системи;
- випробування гідростатичним або манометричним методом;
- гідравлічне випробування та випробування на тепловий ефект;
- випробування на максимальну температуру теплоносія.

В процесі зовнішнього огляду системи визначити відповідність виконаних монтажних робіт проекту та технічним умовам. При цьому особливу увагу звернути на:

- а) правильність прокладання трубопроводів (перевіряють діаметри, нахили та з'єднання);
- б) встановлення потрібної площі нагріву опалювальних приладів;
- в) розміщення водо- та повітропускних пристроїв, відсутність течі в трубних з'єднаннях, арматурі та фасонних частинах;
- г) міцність кріплення трубопроводів та приладів;
- д) правильність встановлення та справність дії запірної - регулюючої арматури, запобіжних пристроїв та контрольно – вимірювальних приладів (КВП);
- е) рівномірність прогріву всіх приборів в будівлі.

Наступним етапом є промивання системи опалення, щоб видалити бруд і шлам. Систему наповнити водою з водопроводу (при місцевому теплопостачанні), а потім швидко випустити в каналізацію через спеціальний штуцер у нижній частині системі за допомогою шланга .

Під час наповнення системи водою повітря не менше як два рази випустити через повітрозбірники або повітряні крани до появи з них струменя води. Під час пуску системи опалення основним завдання є запустити в дію якомога більше приладів і прогріти більше приміщень. Тому всі дрібні дефекти (течі, свищі та тріщини в трубах) усунути за допомогою простих тимчасових заходів: обмотати ізоляційною стрічкою, встановити хомути з гумовими прокладками.

Після зовнішнього огляду до початку малярних робіт або інших облицювальних робіт систему опалення випробувати на міцність і герметичність. Для точнішого виявлення дефектів місць кожну систему випробувати окремими ланками, а потім всю в цілому.

Щоб виявити дефекти, спричинені температурними подовженнями, перед початком випробувань систему заповнити водою, прогріти до розрахункової температури протягом доби, потім охолодити. Після цього відключити систему від трубопроводів й заповнити водопровідною водою через зворотну магістраль системи опалення. Випробувальний тиск в системі створити за рахунок тиску в місцевому водопроводі.

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

Гідравлічне випробування системи опалення виконати в такій послідовності: систему заповнити повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа; виявити дефекти монтажу на слух і знизити тиск до атмосферного, після цього ліквідувати дефекти; потім систему заповнити повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримати протягом 5 хв.

Система опалення витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі.

У разі виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, систему спорожнити і усунути дефекти, а потім гідравлічне випробування повторити. Після гідравлічних випробувань водопровідну воду, що є в системі опалення, злити в каналізацію.

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

Після гідравлічного випробування скласти акт про гідравлічне випробування системи опалення.

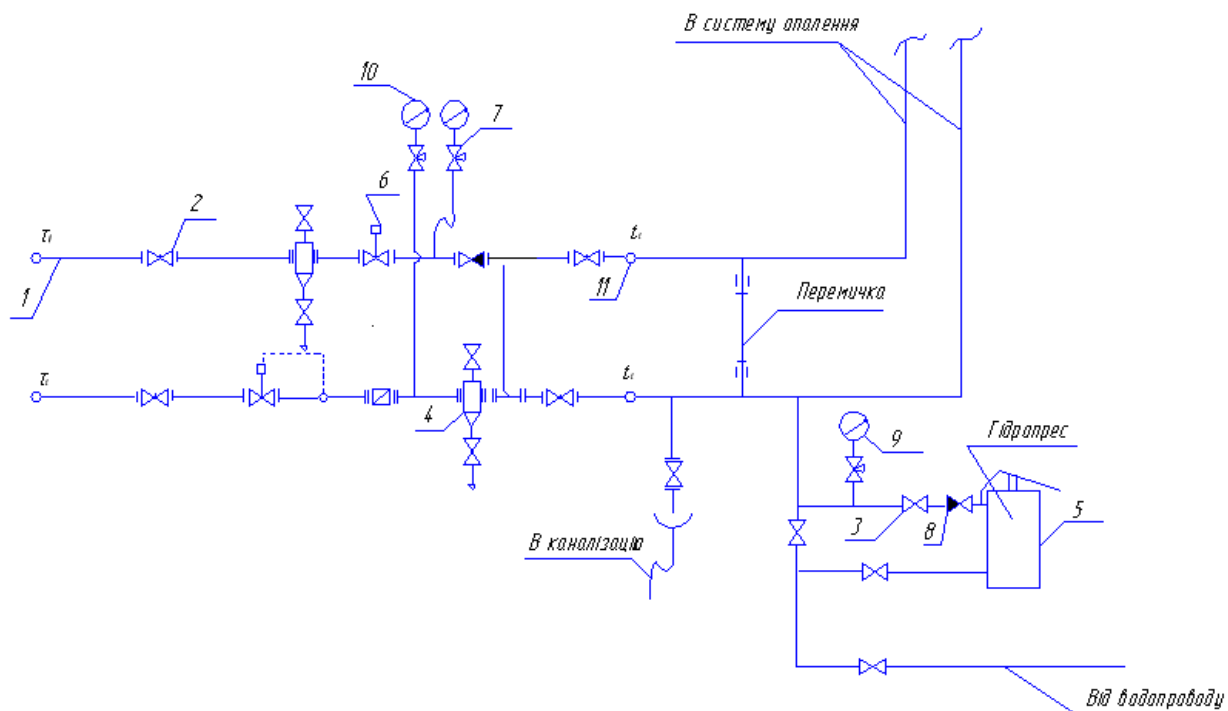


Рис. 3.1 - Схема гідравлічних випробувань системи опалення [30]

1 – підвідний трубопровід; 2 – засувка (ТУ У 04671406-0296); 3-вентиль (15ч8п, ТУ 26-07-1465-88); 4 – повітря спускний пристрій; 5 – опресувальний агрегат (компресорна станція ПКС-3,5); 6 – кран ручного регулювання; 7 – кран трьохходовий для манометра(11Б18бк); 8 – зворотній клапан(0480); 9 – контрольний манометр (МП-160-01-1.5-06); 10 – манометр (МДФІ-100, ГОСТ 2405-80); 11 – термометр(технічний скляний, ГОСТ 28498-90).

Здаючи систему опалення в експлуатацію, подати комплект виконавчої документації (робочі креслення з внесеними змінами), всі акти приймання прихованих робіт, паспорти обладнання, акти гідравлічного і теплового випробувань системи . [30]

3.10 Визначення складу і об'ємів робіт

Після прийняття об'єкту під монтаж, доставити такі матеріали і механізми:

- а) монтажні пристосування і механізми;
- б) допоміжні матеріали;
- в) заготовки опалювальних систем в комплекті з прокладочними та закріплюючими деталями;
- г) обладнання системи опалення в комплекті з допоміжним обладнанням.

3.11 Визначення об'ємів робіт

Визначення об'ємів робіт для системи опалення.

Кількість потрібних матеріалів та виробів, які привозяться на об'єкт становить 0,618 т.

- а) розмітка місця прокладання трубопроводів складається з таких робіт:
 - ознайомлення з робочими кресленнями і перевірка їх на місці;
 - розмітка місць прокладання трубопроводів з нанесенням на стіні місць перетину трубопроводів.

Довжина трубопроводів, які прокладаються становить 237 м .

- б) прокладка поліетиленових трубопроводів зі запресовочними стиками з фасонними частинами складається з таких робіт:
 - розмітка місць встановлення кріплень;
 - прокладання трубопроводів з готових вузлів або окремих деталей з стиковкою трубопроводів та їх пресуванням;
 - встановлення муфтової арматури і фасонних частин і приєднання трубопроводів;
 - встановлення і заробка гільз в готові отвори в місцях проходів трубопроводів в стінах і перекриттях.

в) встановлення радіаторів складається з таких робіт:

- піднімання і навішування приладів на кронштейн;

- кріплення приладів з вивірюванням по рівню і відвісу.

Кількість радіаторів становить 18 штук, їх загальна тепловіддача 13,932кВт.

г) встановлення кулькових кранів :

- встановлення приладу на лінію трубопроводу;
- центрування фланців із встановленням прокладок і болтів;
- зєднання фланців з затягуванням болтів.

Встановити кулькових кранів D_y до 15 мм складає 18 шт; D_y до 20 мм складає 22 шт.

є) монтаж котлоагрегату ведеться в такій послідовності:

- піднімають котел на рівень проектної відмітки можливо ближче до стіни встановлення і переміщують його горизонтально до проектного положення ;

- перевіряють правильність встановлення котла та закріплення його до стіни, горизонтальність, точність прив'язки до конструкцій, горизонтальність верхньої площини корпусу приладу .

ж) випробовування трубопроводів виконати в такій послідовності :

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

Об'єм робіт при випробовуванні трубопроводів становить 2,37

(див. табл. 5.1).

Випробування системи опалення перед здачею в експлуатацію.

При гідравлічному випробовуванні системи опалення виконати такі роботи :

- приєднання гідравлічного пресу і водопроводу;
- встановлення манометра і повітряного крану;
- наповнення системи водою і створення заданого тиску з випуском повітрям;
- огляд системи з відміткою виявлених дефектів;
- усунення дефектів;
- повторне наповнення системи водою і створення заданого тиску з випуском повітря;
- кінцева перевірка і здача системи опалення;
- спуск води, зняття манометра і від'єднання преса і водопроводу.

Кількість допоміжних матеріалів, яку потрібно відвести становить 0,46 т (див. табл. 3.1).

3.12 Склад робіт

Монтаж обладнання системи опалення провести в такій послідовності:

- доставка деталей до місця монтажу;
- комплектування і піднесення матеріалів і виробів;
- розмітка місця прокладання трубопроводів;
- замірювання ділянок трубопроводів і складання чорнових ескізів;
- прокладання поліетиленових трубопроводів з запресовкою із фасонними частинами;
- встановлення радіаторів;
- встановлення запірної – регулюючої арматури;
- встановлення теплового насосу;
- пусконаладжувальні роботи;
- випробування трубопроводів;
- транспортування допоміжного обладнання.

3.13 Витрата матеріалів та допоміжного обладнання при монтажі систем опалення

Перелік матеріалів та обладнання для влаштування систем опалення наведений у відомості в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Відомість матеріалів та обладнання

Найменування матеріалу або інструменту	Тип, марка	Од. виміру	Кількість	Маса одиниці, кг
1	2	3	4	5
Матеріали та обладнання для системи опалення				
Тепловий насос 1 типу марки VWS 302/2	geoTHERM	шт..	1	68
Насос системи опалення	Wilо-TOP-S 25 7	шт.	1	3
Труби KAN-therm $d_y = 15$	PE-Xc DIN 4726	м	28,8	12
Труби системи KAN-therm $d_y = 20$ мм	PE-Xc DIN 4726	м	189,5	50
Труби системи KAN-therm $d_y = 25$ мм	PE-Xc DIN 4726	м	18,3	14
Радіатор KORADO Тип 11 (400x500)	ДСТУ Б В.2.5-95	шт.	3	12,0
Радіатор KORADO Тип 11 (600x600)	ДСТУ Б В.2.5- 95	шт.	1	17,2
Радіатор сталевий опалювальний KORADO Тип 11 (500x500)	ДСТУ Б В.2.5- 95	шт.	2	15,4
Радіатор сталевий опалювальний KORADO Тип 22 (400x500)	ДСТУ Б В.2.5- 95	шт.	2	24,4
Радіатор сталевий опалювальний KORADO Тип 22 (500x500)	ДСТУ Б В.2.5- 95	шт.	2	28,6

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
Радіатор сталевий опалювальний KORADO Тип 22 (600x500)	ДСТУ Б В.2.5- 95	шт.	4	32,1
Радіатор сталевий опалювальний KORADO Тип 22 (800x500)	ДСТУ Б В.2.5- 95	шт.	2	36,4
Кран прохідний кульковий муфтовий $d_y = 15$ мм	11кч24п	шт.	18	0,6
Кран прохідний кульковий муфтовий $d_y = 20$ мм	11кч24п	шт.	9	1,5
Клапан терморегулюючий "Danfoss"	RTD-N	шт.	18	0,5
Прес гідравлічний ножний		шт.	1	17
Перфататор	DEWOLT	шт.	1	7
Молоток відбійний	Hitachi	шт.	1	17

 $\Sigma=0,618$ т

3.14 Витрата допоміжних матеріалів та інструментів

Набір інструментів для монтажників системи опалення наведений в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Набір інструментів для монтажників системи опалення

Найменування	ГОСТ, марка	Кількість
1	2	3
Ключ гайковий двухсторонній М12-17-19 мм М16-22-21 мм	ГОСТ2839-80	4 4
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	4
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	4
Зубило слюсарне 200 мм	ГОСТ 7211-72	4
Стрічка вимірювальна, 20 м		4
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	2
Висок	ГОСТ 7948-80	2
Ящик переносний для інструменту		4

Витрата допоміжних матеріалів на монтаж трубопроводів наведена в табл 3.3.

Таблиця 3.3. – Витрата допоміжних матеріалів на монтаж трубопроводів

Допоміжні матеріали	Одиниці виміру	Витрата матеріалів при d трубопроводів, мм					
		15	20	25	32	40	50
1	2	3	4	5	6	7	8
Льон	кг	1,80	1,18	1,19	1,003	1,01	1,005
Оліфа	кг	1,85	1,19	1,14	1,002	1,01	1,006
Сурик свинцевий	кг	2,32	1,39	1,27	1,005	1,02	1,011

$\Sigma=3,022\text{кг}$

3.15 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання календарного плану виконання робіт

Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою :

$$Q = \frac{V \times H_{\text{ч}}}{B} \text{ [люд/дні,]} \quad (3.1)$$

де V – об'єм робіт;

$H_{\text{ч}}$ – норма часу на одиницю виміру, люд/год;

B – кількість годин в зміні, год.

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою:

$$T = \frac{Q}{n}, \text{ [дні]} \quad (3.2)$$

де Q – трудомісткість монтажних робіт, люд/дні

n – кількість робітників, люд

Результати розрахунку наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4. – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт систем опалення

Найменування робіт	Од. виміру	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год.	Трудомісткість, люд/дні	Виконавці		Тривалість, дні
					кількість	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставка деталей і обладнання до місця монтажу	т	0,618	3	0,23	2	робітники 4р. –1 2р. –1	0,11
Комплектування і піднесення матеріалів і виробів	т	0,572	3	0,22	2	монтажн. 2р.-1, 4р.-1	0,11

Таблиця 3.4 – Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
Розмітка місць прокладання трубопроводів	100 м	2,37	1,2	0,36	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	0,18
Замірювання ділянок трубопроводів і складання чорнових ескізів	100 м	2,37	1,3	0,39	2	монтажн.	0,19
Прокладання трубопроводів D _y до 15 мм.	100 м.	0,29	32	1,16	2	монтажн. 4 р.-1, 3р.-1	0,58
Прокладання трубопроводів D _y до 20 мм.	100 м.	1,895	64	15,16	2	монтажн. 4 р.-1, 3р.-1	7,58
Прокладання трубопроводів D _y до 25 мм.	100м	0,188	20	0,47	2	монтажн. 4 р.-1, 3р.-1	0,24
Навішування Радіаторів	кВт	13,93 2	20	3,5	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1,8
Встановлення кранів кулькових D _y до 15 мм.	шт.	18	2,41	5,42	2	мон-ки 4р.-1, 3р.-1	2,71
Встановлення кранів кулькових D _y до 20 мм.	шт.	22	2,41	6,6	2	мон-ки 4р- 1, 3р.-1	3,31

Таблиця 3.4 – Продовження таблиці

Встановлення теплового насосу	шт.	1	16		2	сл.сантех. 4р.-1., 3р.-1	1
Перше гідравлічне випробування	100м	2,37	5,3	1,57	2	монтажн. 4, р.-1, 3р.-1	0,78
Кінцева перевірка при здачі її в експл.	100 м.	2,37	0,76	0,23	2	монтаж. 4,3р-2	0,1
Транспортування допоміжного обладнання	т	0,26	3	0,1	2	робітник 1 водій-1	0,1

На основі визначеної трудомісткості та тривалості монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт.

3.16 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань

Труби, деталі та конструкції завозяться централізовано автомашиною Wolsvagen T4. Технічні характеристики автомашини наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5.- Технічні характеристики автомашини

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Вантажопідйомність	кг	1500
Вантажна висота	мм	1500

Таблиця 3.5 – Продовження таблиці

Розміри вантажної платформи, мм: Довжина	мм	4000
ширина	мм	2326
висота	мм	685
Потужність двигуна	кВт	180
Витрата палива	л/100 км	20

3.17 Витрата електроенергії та пального

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

$$E = P \times \tau \times k, \text{ [кВт год]} \quad (3.3)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

Витрата електроенергії роботи відбійного молотка

$$E_1 = v \times n = 1,5 \times 5 = 7,5$$

Витрата електроенергії роботи перфоратора визначається за формулою :

$$E_2 = v \times n = 1,5 \times 10 = 15, \text{ [кВт год]} \quad (3.4.)$$

V – витрата електроенергії перфоратора кВт ($V = 1,5$ кВт);

n – тривалість роботи год ($n = 10$ год).

Загальна витрата електроенергії становить :

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 = 7,5 + 15,0 = 22,5 \text{ (кВт год)}. \quad (3.5.)$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів:

- відстань 15 км;
- кількість ходок $n=4$;
- витрата пального $Q = 14$ л/100км.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою

$$Q = Q \times 2 \times n \times l = 0,14 \times 2 \times 4 \times 15 = 17 \text{ (л)}. \quad (3.6)$$

3.18 Техніко-економічні показники

Розрахунок техніко-економічних показників виконано в такій послідовності:

Визначино середню кількість працюючих за формулою:

$$R_c = \frac{Q_{заг}}{T_{заг}}, \text{ [люд]} \quad (3.7)$$

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

$T_{заг}$ – загальна тривалість будівництва, дні.

Середня кількість працюючих при монтажі системи опалення становить:

$$R_c = \frac{37,41}{18,79} = 1,98 \text{ (люд)}.$$

Коефіцієнт нерівності використання людей визначити за формулою :

$$\alpha_1 = \frac{R_c}{R_{max}}, \quad (3.8)$$

де R_{max} – максимальна кількість працюючих, люд (див. аркуш 10).

Тоді коефіцієнт нерівності використання людей в системі опалення становить:

$$\alpha_1 = \frac{1,98}{2} = 0,99.$$

Коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт визначити за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{T_{вст}}{T_{заг}}, \quad (3.9)$$

де $T_{вст}$ – тривалість виконання робіт при $R \geq R_{max}$, (див. аркуш 10)

Отже, коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт в системі опалення становить

$$\alpha_2 = \frac{16}{18,79} = 0,85.$$

3.19 Висновок

В даному розділі роботи були розроблено заходи з організації та технології монтажу системи опалення житлового будинку в м.Вінниця

Визначені склад і об'єми робіт; потреба в машинах, механізмах та в матеріальних ресурсах; трудомісткість монтажу. В результаті розрахунків визначено, що монтаж системи опалення буде виконаний за 19 днів .

Виконано розрахунок техніко-економічних показників.

Середня кількість працюючих (2 люд).

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У магістерській роботі розробляється комбінована система створення мікроклімату будівлі з використанням відновлювальних джерел енергії.

Охорона праці – це система заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я людини в процесі праці. Отже, для ефективного керування безпекою життєдіяльності необхідно мати науково-обґрунтований метод оперативного визначення таких систем й оцінок рівня ризику й безпеки, що існують на конкретних виробничих об'єктах.

Завдання системи управління охороною праці – звести до мінімального рівня ймовірність ураження або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфортних умов праці при максимальній продуктивності праці.

На будівельно-монтажний персонал, який здійснює будівництво енергоефективних житлових будинків і монтаж обладнання відновлювальних джерел енергії, впливають за ГОСТ 12.0.003-74 такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

а) фізичні:

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

- підвищений рівень вібрації;
 - гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання;
 - розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги);
- в) психофізіологічні:
- фізичні перевантаження (динамічні)
 - нервово-психічні перевантаження (монотонність праці, перенапруга аналізаторів).

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочого місця

За наявності зазначених у вступі шкідливих і небезпечних виробничих факторів безпека працюючих повинна забезпечуватися відповідно до проектно-технологічної документації (ПОБ та ПВР), а також такими заходами:

- раціональною організацією робочих місць мулярів із використанням засобів підмоцнування, контейнеризації, оптимального розташування матеріалів, тари, вантажозахоплювальних пристроїв;
- визначенням безпечної послідовності виконання робіт;
- визначенням місць установлення і типів засобів захисту людей і предметів від падіння з висоти.

Зведення стін (цегляна кладка) кожного вищого поверху багатоповерхового будинку необхідно здійснювати після монтажу конструкцій міжповерхового перекриття, площадок і маршів у сходових клітках.

За необхідності зведення цегляних стін без укладання перекриттів або покриттів необхідно застосовувати тимчасові кріплення цих стін.

Під час зведення стін висотою більше ніж 7 м необхідно застосовувати захисні козирки або сітчасту огорожу по периметру будинків, що повинні задовольняти таким вимогам:

- ширина захисних козирків або сітчастих огорож повинна бути не менше ніж 1,5 м з ухилом до стіни так, щоб кут, утворений між нижньою частиною стіни будинку і поверхнею козирка, був 110° , а зазор між стіною будинку і площиною козирка не перевищував 50 мм;
- захисні козирки та сітчасті огорожі повинні витримувати снігове навантаження, визначене для даного кліматичного району, і зосереджене навантаження не менше 1600 Н (160 кгс), прикладене в середині прогону;
- перший ряд захисних козирків повинен бути встановлений на висоті до 6 м від землі, мати суцільний настил і зберігатися до закінчення зведення стін на всю висоту.

Другий ряд захисних козирків необхідно встановлювати на висоті 6 м - 7 м над першим рядом і в процесі подальшого зведення стіни він повинен переставлятися через кожних 6 м – 7 м та мати суцільний або сітчастий настил з розміром отворів (чарунок) не більше ніж (50 x 50) мм.

Працівники, які зайняті на встановленні, очищенні або зніманні захисних козирків, повинні працювати в запобіжних поясах. Ходити по козирках, використовувати їх в якості риштувань, а також складати на них матеріали забороняється. Зведення стін висотою до 7 м допускається виконувати без улаштування захисних козирків з визначенням небезпечної зони по периметру будинку.

Під час виконання кам'яних робіт необхідно дотримуватися вимог СНиП 3.03.01, НПАОП 0.00-1.30, НПАОП 45.25-7.01, НПАОП 63.0-7.20. Для подавання будівельних матеріалів необхідно використовувати вантажопідіймальні крани та вантажні підйомники згідно з НПАОП 0.00-1.01, НПАОП 0.00-1.36.

Зведення стін необхідно виконувати з міжповерхових перекриттів або риштувань. Конструкція риштувань повинна відповідати допустимим навантаженням відповідно до зазначених у ПВР. Виконувати цегляне мурування з випадкових риштувань заборонено. Висота кожного робочого ярусу кладки визначається з таким розрахунком, щоб рівень кладки після

кожного перемощування засобів підмощування був не менше ніж на два ряди кладки вище від рівня нового робочого настилу.

Зведення стін нижче та на рівні перекриття, що улаштовано зі збірних залізобетонних плит, необхідно виконувати з риштувань, що установлені на нижчому поверсі. Заборонено монтувати плити перекриття без попередньо викладеного з цегли борту на два рядки вище плит, що укладаються.

Розшивання зовнішніх швів цегляного мурування необхідно виконувати з перекриття або риштувань після укладання кожного ряду мурування. Виконувати цю операцію зі свіжовикладеної стіни заборонено. Під час зведення стін будинків на висоту до 0,7 м від робочого настилу, а також під час робіт на висоті необхідно застосовувати зазначені в ПВР засоби колективного захисту (огороджувальні, уловлювальні пристрої) або запобіжні пояси. Не допускається зведення зовнішніх стін товщиною до 0,75 м, стоячи на стіні без використання засобів індивідуального захисту.

Під час грози, снігопаду, туману, які значно погіршують видимість у межах фронту робіт, або за швидкості вітру 15 м/с і більше виконувати цегляне мурування зовнішніх стін багатоповерхових будинків і споруд забороняється.

Для транспортування вантажопідіймальними кранами штучних матеріалів – цегли, керамічних каменів, дрібних блоків – необхідно застосовувати інвентарні піддони, контейнери, вантажозахоплювальні пристрої, які унеможливають падіння цих елементів під час піднімання, розпакування, вибирання для роботи. Над місцем завантаження підйомника повинен бути установлений на висоті 2,5 м – 5 м захисний подвійний настил із дощок завтовшки не менше ніж 40 мм. Допустимі висоти стін, що стоять вільно під час їх зведення, визначаються згідно з 6.16-6.19 СНиП II-22.

Улаштування кріплень карнизів, опалубок цегляних перемичок, арочних конструкцій необхідно виконувати відповідно до технологічної документації. Знімати тимчасові кріплення, опалубки цегляних перемичок і арочних конструкцій допускається, якщо розчин досяг міцності, визначеної технологічною картою.

Підготовку та обробку природних каменів у межах будівельного майданчика необхідно виконувати у спеціально відведених місцях, де перебування осіб, які не виконують зазначену роботу, забороняється. Робочі місця, розташовані на відстані менше ніж 3 м одне від одного, повинні бути розділені захисними екранами, а робітники – забезпечені засобами індивідуального захисту. Обробляти камені необхідно в рукавицях і окулярах з небитким склом.

Під час виконання опоряджувальних робіт необхідно дотримувати вимоги цих Норм, зокрема розділів 7, 8; під час виконання фарбувальних робіт – вимоги ДСТУ Б А.3. 2-7, НАПБ А.01.001, СП 991, ГОСТ 9980.3, ГОСТ 9980.5; під час улаштування фасадних систем – вимоги ДБН В.2.6-33, ДСТУ Б В.2.6-34, ДСТУ Б В.2.6-35, ДСТУ Б В.2.6-36. Фасадні системи за конструктивним рішенням і класифікацією повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.6-34.

Суміші та мастики під час виконання опоряджувальних робіт необхідно готувати, як правило, централізовано. Приготування їх, а також розчинової суміші за ДСТУ Б В.2.6-36 на будівельному майданчику необхідно здійснювати у приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією для запобігання перевищенню граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Виконавці робіт повинні бути забезпечені нешкідливими миючими засобами і теплою водою.

Не дозволяється застосовувати лакофарбові матеріали та розчинники невідомого складу, а також речовини й матеріали, на яких нема показників пожежної і токсичної небезпеки. Експлуатація мобільних малярських станцій для приготування фарбувальних сумішей, не обладнаних примусовою вентиляцією, не допускається.

Робочі місця для виконання опоряджувальних робіт, улаштування фасадних систем на висоті повинні бути обладнані засобами підмоцнення і сходами-драбинами для піднімання на них. Засоби підмоцнення, що застосовуються під час штукатурних, малярних робіт, улаштування фасадних

систем у місцях, під якими виконуються інші роботи чи є прохід, повинні бути з настилами без зазорів.

Внутрішні штукатурні роботи, а також монтаж збірних карнизів і ліпних елементів внутрішніх приміщень необхідно виконувати тільки з помостів або пересувних столиків, встановлених на підлогу, або на суцільні настили. Зовнішні штукатурні роботи необхідно виконувати з інвентарних вертикальних або підвісних риштувань. Під час виконання робіт на внутрішніх сходових клітках необхідно застосовувати спеціальні помости (столики) з різною довжиною опорних підпорок, які встановлюються на сходинки. Робочий настил повинен бути горизонтальним та мати парапетні огорожі.

4.1.2 Електробезпека

Досліджуване приміщення електрифіковано згідно з усіма відповідними нормами. Зокрема, в приміщенні використовується чотири провідна трифазна електромережа з заземленим нульовим проводом. Величина напруги цієї мережі становить 380 х 220В (фазна напруга (фаза – «0») – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В). Категорія умов з небезпеки електротравматизму – без підвищеної небезпеки, оскільки відсутні чинники підвищеної небезпеки.

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

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

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, необхідно виконати ізольованими проводами чи кабелями на опорах або конструкціях,

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

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

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

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

Металеві будівельні риштовання, металеві огорожі місць, де виконуються роботи, полиці та лотки для прокладання кабелів і проводів, рейкові колії вантажопідіймальних кранів і транспортних засобів з електричним приводом,

корпуси устаткування, машин і механізмів з електроприводом необхідно заземлювати відповідно до Правил улаштування електроустановок одразу після їх встановлення на місце до початку виконання будь-яких робіт.

Штепсельні розетки й вилки, що застосовуються у мережах напругою до 25 В, повинні мати таку конструкцію, що унеможливило б вмикання у розетки вилки напругою більше ніж 25 В.

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

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

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

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 [62].

Мікроклімат приміщень на будівництві характеризується наступними чинниками: температурою повітря, відносною вологістю повітря, швидкістю руху повітря, інтенсивністю теплового випромінювання.

Робота з обслуговування технологічного обладнання відноситься до категорії Пб по важкості праці.

Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 4.1- Допустимі норми параметрів повітря на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху, X
Холодний	Пб	13-23	75	не більше 0,4
Теплий		15-29	70 при 25 °С	0,2-0,5

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³.

При роботі технологічного обладнання виділяється пил нетоксичний. При роботі системи вентиляції, провітрюванні у приміщенні може попадати пил та інші шкідливі речовини, які виділяються при технологічних процесах в цеху і знаходяться повітрі навколишнього середовища. Їх ГДК відповідно до [64] наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери, в робочій зоні верстатника

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

Для забезпечення складу повітря робочої зони відповідно до ГОСТу 12.1.004-91. ССБТ проектом передбачені наступні рішення :

- застосування пиловідсмоктуючих агрегатів з рукавними фільтрами , які встановленні безпосередньо на дільницях біля обладнання із яких очищене повітря поступає у виробниче приміщення;

- необхідно проводити контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні;
- застосовувати природну вентиляцію: організовану і неорганізовану.

4.2.3 Виробниче освітлення

Природне освітлення

Дослідження здійснюються на будівельних майданчиках, які знаходяться у Вінницькій області, система природного освітлення відноситься до бокової. Характеристика зорових робіт - середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «а».

Штучне освітлення

Правильна експлуатація установок природного і штучного освітлення відіграє важливу роль для створення високого рівня освітленості в приміщеннях і економії електроенергії, що витрачається на штучне електричне освітлення. Норми освітленості при штучному освітленні занесені до таблиці

4.3

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характеристики роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне приладне освітлення		Природне освітлення	Сумісне освітлення
						всього люкс	у т. ч. від загального люкс		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	a	малий	темний	750	200	4	2,4

Для освітлення приміщень вибираємо світильники прямого світла з двома світлодіодними лампами. Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

4.2.4 Виробничий шум

На будівництві джерелом шуму є обладнання, машини, механізми – механічний шум.

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

Постійна дія сильного шуму може не лише негативно вплинути на слух, але й викликати інші шкідливі наслідки – дзвін у вухах, запаморочення, головний біль, підвищення втоми, зниження працездатності.

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

Відповідно до [56] рівень звука вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 10 \lg(I/I_0) = 10 \lg(p/p_0) = 10 \lg(U/U_0) \quad (6.1)$$

де L - рівень шуму.дБ;

p - звуковий тиск, Па;

U_0 - коливальна швидкість, 5-10 м/с;

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

При санітарно-гігієнічному нормуванні шуму використовують два методи:

-нормування за гранично допустимим спектром шуму;

-нормування рівня звуку за шкалою А шумоміра.

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

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами СН 32.23-85 і наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звукового тиску, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

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

4.2.5 Виробничі вібрації

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

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

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

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

Таблиця 4.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація:	<u>1,3</u>	<u>0,45</u>	<u>0,22</u>	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>	-	-	-	-
На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях:	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-

4.2.6 Психофізіологічні фактори

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

Фізичні навантаження.

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

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

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

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

По горизонталі: до 12

По вертикалі: до 4

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

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

Сенсорні навантаження:

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

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

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження 11-25

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

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

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

Емоційне навантаження:

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

Ступінь ризику для власного життя

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб

Монотонність навантажень:

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

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

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

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) 10– 12

Змінність роботи Тризмінна робота (робота у нічну зміну)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви нерегламентовані або недостатньої тривалості до 3% часу змін.

4.3 Оцінка можливих наслідків вибуху газу в разі виникнення аварійної ситуації

4.3.1 Розрахунок надмірного тиску вибуху газоповітряної суміші

Густина газу при розрахунковій температурі $t_p = 22$ °С (згідно завдання) визначається за формулою:

$$\rho_{г,п} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,00367t_p)} = \frac{16}{22,413(1 + 0,0036 \cdot 22)} = 0,66 \text{ (кг} \times \text{м}^{-3}\text{)},$$

де M – молярна маса речовини ($M(C_xO_yH_z) = x \cdot M_C + y \cdot M_O + z \cdot M_H$), $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$ (згідно завдання для CH_4 – $M(\text{CH}_4) = 12 + 4 \cdot 1 = 16$); V_0 – мольний об'єм, що дорівнює $22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$.

Стехіометрична концентрація ГГ або парів ЛЗР та ГР, % (об.), що визначається за формулою:

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

де $\beta = n_c + \frac{n_H - n_x}{4} - \frac{n_o}{2} = 1 + \frac{4}{4} = 2$ – стехіометричний коефіцієнт кисню в

реакції згоряння (при розрахунку β атоми азоту не враховуються); $n_c=1$, $n_H=4$, $n_o=0$, $n_x=0$ – число атомів С, Н, О та галогенів у молекулі ГГ або парів ГР (робоче паливо – газ метан).

Об'єм газу, що вийшов з апарата

$$V_a = \frac{P_1}{P_0} \cdot V = 0,01 \cdot P_1 \cdot V = 0,01 \cdot 200 \cdot 0,5 = 1 \text{ (м}^3\text{)},$$

де $P_1 = 200$ – тиск в апараті, кПа (згідно завдання); $V = 0,5$ – об'єм апарата (згідно завдання), м³; P_0 – атмосферний тиск, що дорівнює 101,3 кПа.

Об'єм газу, що вийшов з трубопроводів

$$V_T = V_{1T} + V_{2T} = 0,1 + 0,6 = 0,7 \text{ (м}^3\text{)},$$

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.

$$V_{1T} = q \cdot \tau = 0,05 \cdot 120 = 0,6 \text{ (м}^3\text{)},$$

де $q=0,03$ м³·с⁻¹ – витрата газу, яку визначають згідно з технологічним регламентом залежно від тиску у трубопроводі, його діаметру, температури газового середовища тощо (згідно завдання); $\tau = 120$ с – час перекривання у режимі автоматики (згідно завдання);

$$V_{2T} = 0,01 \pi P_2 (r^2_1 L_1 + r^2_2 L_2 + \dots + r^2_n L_n) = 0,01 \cdot 3,14 \cdot 300 \cdot (0,026^2 \cdot 8 + 0,032^2 \cdot 5) = 0,1 \text{ (м}^3\text{)},$$

де $P_2 = 300$ – максимальний тиск у трубопроводі за технологічним регламентом, кПа (згідно завдання); $r_{1,2} = 0,026; 0,032$ м – внутрішній радіус трубопроводів, м; $L_{1,2} = 8; 7,9$ – довжини трубопроводів від аварійного апарата до засувки, м (згідно завдання); $P_0 = 101,3$ – атмосферний тиск, кПа.

Масу газу, що потрапив до приміщення під час розрахункової аварії, визначаємо за формулою:

$$m = (V_a + V_T) \cdot \rho_G = (1 + 0,7) \cdot 0,66 = 1,12 \text{ (кг)},$$

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

$$\Delta P = (P_{\max} - P_o) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{\text{вільн}} \cdot \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}} =$$

$$= (900 - 101) \cdot \frac{1,12 \cdot 0,5 \cdot 100}{200 \cdot 0,66 \cdot 9,36 \cdot 3} = 12,1 \text{ (кПа)},$$

де P_{\max} – максимальний тиск вибуху стехіометричної газоповітряної або пароповітряної суміші у замкнутому об'ємі (приймається 900 кПа); P_o – початковий тиск, кПа (приймається 101 кПа); m – маса ГГ або парів ЛЗР та ГР, що потрапили в результаті розрахункової аварії до приміщення, яку визначають для ГГ; $Z = 0,5$ – коефіцієнт участі ГГ або парів у вибуху, який може бути розрахований на підставі характеру розподілення газів і парів в об'ємі приміщення; $V_{\text{вільн}} = 200$ – вільний об'єм приміщення, м³ (згідно завдання); $K_{\text{н}}$ – коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення й неадіабатичність процесу горіння (приймається $K_{\text{н}} = 3$).

4.3.2 Визначення розмірів зони поширення полум'я

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

$$R_{\text{НКМП}} = 14,5632 \cdot \left(\frac{m_{\text{Г}}}{\rho_{\text{Г}} \cdot C_{\text{НКМП}}} \right)^{0,333} = 14,5632 \cdot \left(\frac{1,12}{0,66 \cdot 14} \right)^{0,333} = 7,2 \text{ (м)},$$

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, кг·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.

4.3.3 Розрахунок інтенсивності теплового випромінювання внаслідок вибуху

Інтенсивність теплового випромінювання розраховуємо для пожежі «вогненна куля».

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

$$D_s = 5,33m^{0,327} = 5,33 \cdot 1,12^{0,327} = 5,53 \text{ (м)}.$$

Висоту центра «вогняної кулі» визначаємо

$$H = D_s/2 = 5,53/2 = 2,765 \text{ (м)}.$$

Час існування «вогняної кулі» t_s , с, визначаємо за формулою

$$t_s = 0,92m^{0,303} = 0,92 \cdot 1,12^{0,303} = 0,95 \text{ (с)}.$$

Відстань від зовнішніх меж кулі до точки на поверхні землі безпосередньо під центром «вогняної кулі»

$$r = \sqrt{D_s^2 + H^2} = \sqrt{5,53^2 + 2,765^2} = 6,18 \text{ (м)}$$

Коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу ψ розраховуємо за формулою:

$$\begin{aligned} \psi &= \exp \left[-7 \cdot 10^{-4} \cdot (\sqrt{r^2 + H^2} - D_s/2) \right] = \\ &= \exp \left[-7 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{(6,18^2 + 2,765^2)} - 5,53/2 \right) \right] = 0,98 \end{aligned}$$

Кутовий коефіцієнт опромінення

$$\begin{aligned} F_q &= \frac{H / D_s + 0,5}{4 \cdot \left[(H / D_s + 0,5)^2 + (r / D_s)^2 \right]^{1,5}} = \\ &= \frac{2,765 / 5,53 + 0,5}{4 \cdot \left[(2,765 / 5,53 + 0,5)^2 + (6,18 / 5,53)^2 \right]^{1,5}} = 0,29, \end{aligned}$$

Інтенсивність теплового випромінювання обчислюємо за формулою:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \psi = 450 \cdot 0,29 \cdot 0,98 = 127,9 \text{ (кВт} \cdot \text{м}^{-2}\text{)},$$

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

4.3.4 Висновок

За результатом розрахунку основних параметрів гіпотетичного вибуху газоповітряної суміші у випадку аварії на котельному обладнанні надмірний

тиск ударної хвилі буде достатнім для часткового руйнування приміщення, в якому розміщено обладнання. Для мінімізації наслідків та зменшення ймовірності виникнення подібних надзвичайних ситуацій під час експлуатації газового обладнання можна вжити такі заходи:

- монтаж та експлуатацію обладнання слід здійснювати згідно встановлених норм та інструкцій;

- для запобігання виникнення пожежі та забезпечення її швидкого гасіння необхідно обладнати приміщення системами раннього виявлення та автоматичного гасіння пожежі, а також первинними засобами пожежогасіння;

- встановити системи контролю та запобігання витоку газу з трубопроводів;

- забезпечити виконання всіх галузевих та внутрішніх норм і інструкцій з безпеки експлуатації обладнання.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ МІКРОКЛІМАТУ БУДІВЛІ

5.1 Локальний кошторис

Кошторисна документація до дипломного проекту складена у відповідності до Д.1.1.1-2000 “Правила визначення вартості будівництва”.

Кошторисна документація складена в цінах 2021 року (додаток Л).

Локальний кошторис складений на монтаж системи газопостачання, опалення та гарячого водопостачання (див. кошторис) види та обсяги робіт наведені в організаційно-технологічній частині.

В локальному кошторисі приведені витрати праці, машин та механізмів на влаштування системи опалення та гарячого водопостачання . В них наведено риночну вартість основного обладнання та матеріалів.

5.2 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. 5.1

Таблиця 5.1 - Техніко-економічні показники

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Значення
1	2	3	4
1	Потужність		
	- системи опалення	кВт	26,4
	- системи гарячого водопостачання		10,2

Таблиця 5.1 – Продовження таблиці

2	Тривалість будівництва систем	дні	35
3	Середня чисельність робітників	чол	12
4	Максимальна кількість робітників	чол	20
5	Кошторисна вартість будівництва системи опалення	тис.грн	1,133755
6	Кошторисна вартість будівництва системи гарячого водопостачання	тис.грн	65,294
7	Загальна кошторисна вартість будівництва	тис.грн	1 545 085
8	Кошторисна трудомісткість	тис.люд/год.	4,484
9	Середній розряд	розряд	4,0

5.3 Дані про можливість забезпечення основними матеріалами, енергоресурсами

Теплопостачання даної будівлі передбачено від теплового насосу 1 типу geoTHERM марки VWS 302/2 (соляний розчин/вода).

Теплоносій - вода з параметрами 70-50°C.

Теплопотреби на опалення 28 000 Вт.

Теплопотреби на гаряче водопостачання 18000 Вт.

Автономна скважина служить джерелом господарсько-питного водопостачання даного житлового будинку.

Максимальна годинна витрата води 0,045 м³/год. Загальна кількість необхідної води 2,1 м³/год.

5.4 Визначення найбільш доцільного варіанту системи опалення

Результати розрахунків споживання палива в залежності від способу обігріву приміщення зведено в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Споживання палива різними опалювальними пристроями

Технічні характеристики	Розмірність	Спосіб обігріву приміщення					
		Газовий котел	Котел на вугіллі	Котел на дровах	Електрокотел	Конденсаційний котел	Тепловий насос
1	2	3	4	5	6	7	8
Вартість обладнання	грн	31392	36188	36188	26073	55045	201854
Максимальна потужність споживача	кВт	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9
Річні потреби для опалення	-	9383 м ³ /рік	23 т/рік	94 м ³ /рік	72979 кВт·год/рік	8364 м ³ /рік	
Річні потреби для гарячого водопостачання	-	370 м ³ /рік	1 т/рік	3 м ³ /рік	2701 кВт·год/рік	308 м ³ /рік	
Використання палива	-	9753 м ³ /рік	24 т/рік	97 м ³ /рік	75680 кВт·год/рік	8672 м ³ /рік	10000 кВт·год/рік
Витрата умовного палива		3062	3,23	13	7287	2720	-
Ціна палива	-	2,2482 грн/м ³	1075 грн/т	290 грн/м ³	0,3648 грн/кВт·год	2,2482 грн/м ³	0,3648 грн/кВт·год
Річні витрати на паливо	грн	21927	25800	28130		19496	

Таблиця 5.2 – Продовження таблиці

Річні витрати коштів на електроенергію	грн				27608		3648
Економія	грн/р ік	-	6304	8634	8112	2431	18279
Термін окупності	років	-	3,5	2,5	2,7	3,2	10

Проведений техніко-економічний аналіз показує, що термін окупності теплового насоса найбільший в порівнянні з іншими джерелами і становить 10 років. Згідно з таким методом перевага повинна бути надана водогрійним котлам на різних видах палива. Але в наш час, коли проблема забруднення навколишнього середовища стоїть дуже гостро, потрібно звернути увагу не тільки на економічний ефект, а й на екологічні аспекти використання теплотехнічного обладнання. Тому в подальшому виконаємо оцінку впливу життєвого циклу вибраних теплогенераторів на навколишнє середовище.

5.7 Висновок до п'ятого розділу

В даному розділі дипломної кваліфікаційної роботи виконано локальні кошториси на проведення таких робіт:

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

Загальна кошторисна вартість проведення робіт становить 1545085 грн.

Запропоновано влаштувати систему опалення, яка забезпечує створення санітарно-гігієнічних умов в приміщенні, покращує естетичний вигляд будинку, комфортабельність.

Було розглянуто два альтернативних варіанти системи опалення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній роботі розроблено «Комбіновану систему створення мікроклімату з використанням теплових насосів та сонячних колекторів»

Вирішено наступні задачі:

- порівняно характеристики двох систем ТНГД, однієї з та однієї без сонячного теплового колектора. Коефіцієнт опалення для геотермальної операції становив 5.4, тоді як для роботи на сонячній енергії 7;
- Проаналізовано зміну COP з температурою подачі на стороні джерела тепла теплового насоса. COP майже лінійно зростала зі збільшення температури подачі. Коефіцієнт продуктивності мав значення 4.8 – 6 для геотермальної роботи, але покращився до 5.4 – 7.4 для роботи з використанням сонячної енергії;
- визначені тепловтрати приміщень, які склали 16 кВт;
- обґрунтований вибір теплового насоса для тепlopостачання житлового будинку;
- розрахована потужність теплового насоса. Виявлено, що потужність теплового насоса буде змінюватись в межах 2 – 24 кВт;
- підібрано насос 1 типу geoTHERM марки VWS 302/2 (соляний розчин/вода);
- вибрано конструкцію земляного зонда, який налічує 5 свердловин по 90м;
- розраховано розширювальний бак Reflex DE60 та буферну ємність VPS300;
- проведено чисельне моделювання і розрахунок коефіцієнта перетворення та ексергетичного ККД ТНУ;
- визначено склад бригад, тривалість виконання робіт (19 днів), середню кількість робітників (2 люд.), загальну трудомісткість виконання робіт (37 люд-дні);
- встановлено що термін окупності системи становить 10 років.

- розраховано загальну кошторисну вартість проведення робіт, яка становить 1 545 085 грн.

Досягнуто:

- забезпечення комфортних умов мікроклімату в приміщеннях;
- забезпечення квартир сучасними опалювальними приладами, пристроями обліку;
- забезпечення економічності проектування;

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.2-15-2005 “Будинки і споруди, житлові будинки, основні положення” / ДБН В.2.2-15-2005 Державний комітет України з будівництва та архітектури, Київ-2005-20с.
2. ДБН В.2.5 – 67 :2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». Київ, 2013. 141 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія». Київ. 2010 р.
4. Ратушняк Г. С., Попова Г.С. Експлуатація систем тепlopостачання і вентиляції. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2000. 122 с.
5. Пеклов А.А., Степанова Т.А Кондиционирование воздуха. Москва, 1978. 262 с.
6. ДБН В.2.2-10-2001 «Заклади охорони здоров'я» Київ, 2001. 166 с.
7. ДБН В.2.6 – 31:2016. «Теплова ізоляція будівель» Київ, 2016. 71 с.
8. ДБН В.2.5 – 67 :2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» Київ, 2013. 141 с.
9. Щекин, И. Р. Повышение энергетической эффективности вентиляционно-отопительных систем (принципы энергоаудита) [Текст]: науч. Пособие / И. Р. Щекин. - Х.: Изд-во «Форт», 2003. – 164 с.
10. Піотровські Є. З. Процеси природного повітрообміну в приміщеннях будівель: автореф. дис... докт. техн. наук: 05.23.03 / Піотровські Єжи Збігнев; Харків. держ. техн. ун-т будівн. та архітек. - Х., 2003. - 33 с.
11. Староверов И.Г. Справочник проектировщика [Текст] / И.Г. Староверов часть I Отопление // Стойиздат 1977 -384с.
12. ДБН Д. 4-15-2000. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи частина II [Текст] / ДБН Д. 4-15-2000// Госстрой Украины: Киев, 2000 – 10с.
13. ДБН Д. 2.2-16-99. Трубопроводы внутренние [Текст] / ДБН Д. 2.2-16-99// Госстрой Украины: Киев, 2000 – 22с.
14. ДБН Д. 2.2-18-99. Отопление – внутренние устройства [Текст] / ДБН Д. 2.2-18-99// Госстрой Украины: Киев, 2000 – 18-36с.

15. Каталог продукції REMS [Текст] Завод-изготовитель машин и инструментов для обработки труб // Машиностроение -1983 -325с.
16. Автомобільний тижневик “Автоцентр” №16(32) [Текст] // 2006 -46с.
17. ЕНИР. Сборник 9 выпуск / Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений [Текст]: ЕНИР. Сборник 9 // Стойиздат 1987 -8с.
18. Пирков, В. В. Системне нормування параметрів мікроклімату будівель як шлях до заощадження енергоспоживання [Текст] / В. В. Пирков, Д. Й. Розинський // Будівництво України. – 2006. – № 1. – С. 17 – 22.
19. Жуковський С.С., Технологія заготівельних та спеціалізованих монтажних робіт [Текст] / Жуковський С.С., Кінаш Р.І ./Навчальний посібник // Львів: Видавництво наукове - технічної літератури, 1999. - 448с.
20. Журавлев Б.Л. Справочник мастера-сантехника [Текст] / Б.Л. Журавлев // Стройиздат, 1987. -21-47с.
21. ДБН 1.1.1-2000 "Правила визначення вартості будівництва" [Текст] / ДБН 1.1.1-2000 / Держбуд України – 2000 -5с.
22. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция [Текст] / К.В. Тихомиров // Москва. Стройиздат 1991 – 447-457.
23. Про охорону праці : Закон України від 22.11.2002р. №235-IV// Офіційний вісник України. – 2002 –1, 6, 7 с.
24. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми мікроклімату [Текст] / ДСН 3.3.6.037-99 // Держбуд України 2000 -6с.
25. ДСТУ НБВ.2.5-43.2010. "Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання"// Міненергобуд України 2010 -32 с.
26. Правила устройств электроустановок(ПУЭ) [Текст] / Правила устройства электроустановок ПУЭ // Энергоатомиздат 1987 -532с.
27. Г.С. Ратушняк, О.Г. Лялюк. Моніторинг довкілля [Текст] / О.Г. Лялюк // Вінниця: ВНТУ, 2004.-140с.
28. Г.С. Ратушняк, О.Г. Лялюк. Технічні засоби очищення газових викидів [Текст] / О.Г. Лялюк // Вінниця: ВНТУ, 2005.-159с.

29. Інструкція по проектуванню теплових насосів и геліоустановок Viessmann.
30. Каталог сонячних колекторів. [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://www.solarenergy.ru/>
31. Сарнацкий Э. В., Заваров А. И. Использование солнечной энергии для теплоснабжения зданий. – Киев.: Будівельник, 1985.
32. Денисенко Г. И. Возобновляемые источники энергии. Киев.: Вища школа, 1983.
33. Иванов Г. Контурний обігрів теплиць // Механізація сіл. госп-ва. – 1974. - № 3. С.25.
34. Рей Д., Макмайл Д. Тепловые насосы: Пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.
35. Сабади П. Р. Солнечный дом. – М.: Стройиздат, 1981. – 109 с.
36. Жуковский С.С., Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт : Навч. пос. для студентів вищих навчальних закладів освіти спеціальності 7.092108 “Теплогазопостачання і вентиляція” Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999. 448 с.
37. Г.С. Ратушняк, В. В. Джеджула, К.В. Анохіна Енергозберігаючі відновальні джерела теплопостачання
38. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель і споруд. Конспект лекцій. КНУБА, 2001. 228 с.
39. Шишко Г. Г., Потапов В. А., Злобин Л. Л. Отопление и вентиляция теплиц. – К.: Будівельник, 1984. – 111 с.
40. Проектування сонячного будинк – [Електронний ресурс] – Режим доступу : URL: https://mensh.ru/supersolnechnyi_dom_cliff_house
41. Денисенко Г. И. Возобновляемые источники энергии. Киев.: Вища школа, 1983.
42. Каталог продукції. [Електронний ресурс] – Режим доступу : URL: <http://viessmann.com.ua>
44. А.О. Редько та ін; Під ред. Академіка НАНУ А.А.Долинського.

Низькопотенційна енергетика: навчальний посібник – 412 с.

45. О.М. Лівінський, В. С. Дорофєєв, О. І. Курок, Г.С. Ратушняк, К.В. Анохіна – Вінниця: ВНТУ, 2015. Санітарно-технічні роботи: навчальний посібник – 272 с.

46. Методичні вказівки до виконання розділу з охорони праці в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього ступеня магістра за спеціальностями 153, 163, 171 і 172 / Уклад.: С. В. Дембіцька, І. М. Кобилянська, О. В. Кобилянський. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 51 с.

47. Кобилянський О. В., Кобилянська І.М., Яблочников С.Л. Основи охорони праці. – Вінниця: Планер, 2007. – 171 с.

48. Кобилянський О. В. Охорона праці при експлуатації електроустановок. – Вінниця: ВДТУ, 2003. – 125 с.

49. Кобилянський О. В. Охорона праці у галузі. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 139 с.

50. Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 1. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 183 с.

51. Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 2. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 171 с.

52. ДСН «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>.

53. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – [Електронний ресурс] – Режим доступу : URL : <http://vsegost.com/Catalog/41/41131.shtml>

54. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf

55. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

56. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. – К. : Мінбуд України, 2006. – 154 с.

57. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування – К. : Мінрегіонбуд України, 2013. –149 с.

58. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-294>

60. ДБН Б.2.2-12:2018 Планування і забудова територій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=76667

61. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_1_10/1-1-0-1828

62. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: https://www.minregion.gov.ua/wpcontent/uploads/2016/04/32_2_2009.pdf

63. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – [Електронний ресурс] – Режим доступу : URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

64. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. – [Електронний ресурс] – Режим доступу : URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

65. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

66. ДСН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03>.

67. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Терміни та визначення [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>

68. ДСТУ ОHSAS18002:2015. Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог. – К. : ГП «УкрНИУЦ», 2016. – 21 с.

69. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL:

https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759

70. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 109 с.

71. Кодекс цивільного захисту України. К. : ВР України, 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

72. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартів безпеки праці. Обладнання виробничого. Загальні вимоги безпеки праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL:

<https://docs.cntd.ru/document/901702428>.

73. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартів безпеки праці. Шум. Загальні вимоги безпеки праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.cntd.ru/document/5200291>

Додаток А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
« ____ » _____ 2021 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи
за темою:

**КОМБІНОВАНА СИСТЕМА СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ БУДІВЛІ З
ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

Розробив: ст. гр. ТГ-20м Тимощук О.І.

Керівник: к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

1. Призначення розробки та місце застосування. Системи опалення, та гарячого водопостачання будинку котеджного типу призначені для створення оптимальних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу в приміщеннях будівлі.

2. Основа для виконання робіт. Основою для виконання робіт є проект двоповерхового будинку котеджного типу з цокольним поверхом в м. Вінниця.

3. Мета та призначення розробки. Метою розробки є створення у приміщеннях сприятливих умов для людей, які перебувають в ньому. Призначення розробки: підтримка температури в приміщеннях на рівні 20°C для офісних приміщень і 16°C для підсобних.

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

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

6. Вимоги по стандартизації та уніфікації.

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

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

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

8. Ергономічні вимоги:

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

Експлуатаційні та ремонтні роботи. Вимоги:

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

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

10. Порядок розробки випробувань, приймання систем ТГПіВ:

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

- дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватись в процесі проектування.

Графік виконання роботи

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)
1	Складання завдання та змісту до МКР	01.10.2021
2	Іноваційні енергоефективні технології в комбінованих системах тепlopостачання	16.10.2021
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи газопостачання	18.10.2021
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень та заходи з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях	27.10.2021
7	Техніко-економічні показники	10.11.2021
8	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	17.11.2021
9	Попередній захист	01.12.2021
10	Виправлення зауважень	12.12.2021
11	Рецензування	16.12.2021
12	Захист МКР	21.12.2021

ДОДАТОК Б

Таблиця 2.1 Розрахунок тепловтрат приміщень

№ приміщення	Призн ач.	t С	наймен. огород.	Орієн-гац	R, м ² °С/Вт	розрах. зовн. Т С	попр. коеф.	Δt	h М	a М	площа огор. м ²	k Вт/м ² °С	основні тепл.	орієнт.	Додаткові тепловтрати		заг.мн.	тепло-втрати на вентиляц. Вт	тепло-втрати, Вт	Сумарні тепло-втрати, Вт
															вітер	інші				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
101	Тамбур	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	
102	Хол	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,5	5,65	13,68	0,29	162,6	0	5	5	1,1	780,7	178,9	1385,1
		20	В	Пд	0,43	-21	1	41	0,5	0,9	0,45	2,30	42,4	0	5	0	1,05		44,6	
		20	ВС	-	0,60	15	1	5	2,5	5,65	14,13	1,67	117,9	0	0	0	1		117,9	
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,5	4	10,00	0,29	118,9	5	5	5	1,15		136,7	
		20	ПД	-	5,26	-21	0,6	41	9,65	2	19,30	0,19	150,3	0	0	0	0,6		90,2	
		20	ПД	-	7,69	-21	0,6	41	5,65	2	11,30	0,13	60,2	0	0	0	0,6		36,1	

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
103	Грина жерни й зал	15	ЗС	ПдЗх	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	ПдЗх	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	0	5	0	1,05		39,1	
		15	ЗС	Зх	3,45	-21	1	36	2,5	1,7	3,80	0,29	39,7	5	5	5	1,15		45,6	
		15	В	Зх	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	5	5	0	1,1		41,0	
		15	ЗС	ПнЗх	3,45	-21	1	36	2,5	1,96	4,45	0,29	46,5	10	5	5	1,2		55,7	
		15	В	ПнЗх	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	10	5	0	1,15		42,8	
		15	ЗС	Пн	3,45	-21	1	36	2,5	8,4	20,55	0,29	214,5	10	5	5	1,2		257,5	
		15	В	Пн	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	10	5	0	1,15		42,8	
		15	ПД	-	5,26	-21	0,6	36	14,02	2	28,04	0,19	191,8	0	0	0	0,6		115,1	
		15	ПД	-	7,69	-21	0,6	36	10,02	2	20,04	0,13	93,8	0	0	0	0,6		56,3	
106(1)	роздяг- 16)	18	ЗС	Пн	3,45	-21	1	39	2,5	2,59	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)	роздяг- 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 2.1

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	1,15	51,3	29,3	568,7
		18	ВС	-	0,60	-16	1	34	2,5	2	5,00	1,67	283,9	0	0	0	1		283,9	
		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	283,9	0	0	0	1		283,9	
		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	1,15	165,7	16,3	150,8
		14	Д	Сх	0,58	-21	1	35	2,2	1	2,20	1,72	132,4	10	5	0	1,15		152,3	
		14	ПД	-	5,26	-21	0,6	35	1,44	0,75	1,08	0,19	7,2	0	0	0	0,6		4,3	
		14	ПД	-	7,69	-21	0,6	35	1,44	2	2,88	0,13	13,1	0	0	0	0,6		7,9	
		14	ПД	-	11,11	-21	0,6	35	1,44	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	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. приміщення	16	ЗС	Сх	3,45	-21	1	37	2,5	4,3	10,75	0,29	115,3	10	5	5	1,2	421,5	138,4	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	200,4	0	0	0	1		200,4	
		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 2.1

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. прімі щенн я	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)	розділ г-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
		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	323,8	0	5	0	1,05		340,0	
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	134,6	0	5	0	1,05		141,3	
		18	ВС		0,60	5	1	13	2,7	4,05	10,94	1,67	237,4	0	0	0	1		237,4	
204	Вітал бня	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 2.1

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	155,6	0	5	0	1,05		163,4	
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,7	4	9,15	0,29	108,8	5	5	5	1,15		125,1	
		20	В	Зх	0,43	-21	1	41	1,1	1,5	1,65	2,30	155,6	5	5	0	1,1		171,2	
205	Віталь ня- столов а	20	ЗС	ПдЗх	3,45	-21	1	41	2,7	1,96	3,64	0,29	43,3	0	5	5	1,1	1460,2	47,6	2747,8
		20	В	ПдЗх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	155,6	0	5	0	1,05		163,4	
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,7	1,7	2,94	0,29	35,0	5	5	5	1,15		40,2	
		20	В	Зх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	155,6	5	5	0	1,1		171,2	
		20	ЗС	ПнЗх	3,45	-21	1	41	2,7	1,96	3,64	0,29	43,3	10	5	5	1,2		52,0	
		20	В	ПнЗх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	155,6	10	5	0	1,15		178,9	
		20	ЗС	Пн	3,45	-21	1	41	2,7	8,4	19,38	0,29	230,4	10	5	5	1,2		276,5	
		20	В	Пн	0,43	-21	1	41	1,5	2,2	3,30	2,30	311,2	10	5	0	1,15		357,9	
207	кухня	16	ЗС	Пн	3,45	-21	1	37	2,7	1,1	1,32	0,29	14,2	10	5	5	1,2	573,7	17,0	951,5
		16	В	Пн	0,43	-21	1	37	1,5	1,1	1,65	2,30	140,4	10	5	0	1,15		161,5	
		16	ЗС	Сх	3,45	-21	1	37	2,7	1,7	2,94	0,29	31,5	10	5	5	1,2		37,9	
		16	В	Сх	0,43	-21	1	37	1,5	1,1	1,65	2,30	140,4	10	5	0	1,15		161,5	
208	Ванна- кімнат а	24	ЗС	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	ЗС	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	ЗС	Сх	3,45	-21	1	26	2,7	1,65	4,46	0,29	33,6	10	5	5	1,2		40,3	
		5	ЗС	Зх	0,78	-21	1	26	2,7	1,82	4,91	1,29	164,8	5	5	5	1,15		189,5	
		5	ЗС	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 2.1

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	ЗС	Пд	3,45	-21	1	39	2,7	1	2,70	0,29	30,5	0	5	0	1,05	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	1,1	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	1,05		163,4	
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,7	4,5	10,50	0,29	124,8	5	5	5	1,15		143,6	
		20	В	Зх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	155,6	5	5	0	1,1		171,2	
		20	ЗС	Сх	3,45	-21	1	41	2,7	0,5	1,35	0,29	16,1	10	5	5	1,2		19,3	
		20	ЗС	Пн	3,45	-21	1	41	2,7	0,5	1,35	0,29	16,1	10	5	5	1,2		19,3	
303	Гардеро бна	16	ЗС	Зх	3,45	-21	1	37	2,7	4,22	11,39	0,29	122,3	5	5	5	1,15	512,7	140,6	913,9
		16	ЗС	Пн	3,45	-21	1	37	2,7	3,36	9,07	0,29	97,3	10	5	5	1,2		116,8	
		16	ВС	-	0,33	22	1	-6	2,7	4,8	12,96	3,00	233,3	0	0	0	1		-233,3	
		16	ВС	-	0,60	20	1	-4	2,7	5,65	15,26	1,67	101,9	0	0	0	1		-101,9	
		16	СТ	-	1,18	-21	1	37	-	-	15,23	0,85	479,0	0	0	0	1		479,0	
304	Дитяча	22	ЗС	Пн	3,45	-21	1	43	2,7	5,5	14,85	0,29	185,2	10	5	0	1,15	600,2	213,0	1535,8
		22	ВС	-	0,33	18	1	4	2,7	5	13,50	3,00	162,0	0	0	0	1		162,0	
		22	СТ	-	1,18	-21	1	43	-	-	15,34	0,85	560,7	0	0	0	1		560,7	
305	Дитяча	22	ЗС	Сх	3,45	-21	1	43	2,7	4,22	9,74	0,29	121,5	10	5	5	1,2	705,4	145,8	1905,0
		22	В	Сх	0,43	-21	1	43	1,5	1,1	1,65	2,30	163,2	10	5	0	1,15		187,7	
		22	ЗС	Пн	3,45	-21	1	43	2,7	4,4	11,88	0,29	148,1	10	5	5	1,2		177,8	
		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	-	-	18,03	0,85	659,0	0	0	0	1		659,0	
306	Ванна- кімната	25	ЗС	Сх	3,45	-21	1	46	2,7	1,56	4,21	0,29	56,2	10	5	0	1,15	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	257,3	0	0	0	1		257,3	
307	Спальня	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,7	7,65	19,01	0,29	226,0	0	5	5	1,1	1069,2	248,6	2986,9

ДОДАТОК Г

Таблиця 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	13
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
Відгалудження												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

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
Відгалудження												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
Відгалудження												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
Відгалудження												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

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
Відгалудження												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 Д

Vitosol 300-T

Тип SP3A		2 м ²	3 м ²
Площадь поглотителя	м ²	2,01	3,01
Площадь апертуры	м ²	2,15	3,23
Оптический КПД η_0	%	80,4	80,4
Коэффициент тепловых потерь k_1	Вт/(м ² ·К)	1,35	1,35
Коэффициент тепловых потерь k_2	Вт/(м ² ·К ²)	0,0072	0,0072
Теплоемкость c	кДж/(м ² ·К)	5,4	5,4

Технические характеристики

Vitosol (продолжение)

Тип SP3A		2 м ²	3 м ²
Макс. температура в состоянии простоя	°С	282	282
Допуст. раб. давление	бар	6	6
Объем теплоносителя	л	1,2	1,8

Насосный узел коллекторного контура Solar-Divicon (принадлежность)

Предохранительный вентиль 120 °С - 6 бар,

Макс. рабочая температура - 120 °С

Допуст. раб. давление - 6 бар

Додаток Е

Технічні характеристики тепловентилятора Луч-5к

Продуктивність, м ³ /год	Потужність, кВт	Напруга, В	Размір, мм	Маса, кг
400	5	220	420x300x400	6

Тепловентилятор призначений для обігріву і сушки приміщень. 1 кВт обігрівача обігріває 25-30 м³ приміщення до температури 20 градусів. Перепад температур вхідного і вихідного повітря становить 70 градусів. Один пристрій може обігріти приблизно від 20 до 450 м² площі (при висоті 3 м).

Тепловентилятор використовується для:

1. Опалення промислових і складських приміщень, торгових залів, теплиць і т.п.
2. Сушки штукатурки, виробів з бетону, лісу, автомобілів, зерна і т.д.
3. Обігріву кабінетів, кімнат, офісів, павільйонів.

Складається з наступних складових частин: корпусу, блоку нагрівачів, вентилятора, пускорегулювальної апаратури.

Принцип дії - обдув нагрівальних елементів обігрівача.

Тип споживання енергії - електричний.

Режим роботи - довготривалий.

ДОДАТОК Ж

1.2 Технические данные Приборы на 400 В

Тип WBC 201.A		06	08	10	13	17
Рабочие характеристики согласно EN 14511						
(W0/W35, разность 5 K)	кВт					
Номинальная тепловая мощность		5,76	7,63	9,74	13,00	17,20
Холодопроизводительность	кВт	4,51	6,01	7,69	10,34	13,66
Потребляемая электрическая мощность	кВт	1,34	1,74	2,21	2,86	3,81
Коэффициент мощности ϵ (COP)		4,30	4,40	4,41	4,54	4,52
Рассол (первичный контур)						
Объем	л	1,1	1,4	1,9	2,4	3,7
Минимальный объемный расход	л/ч	820	1100	1420	1900	2520
Остаточный напор (при минимальном объемном расходе)	мбар	640	640	640	780	740
	кПа	64	64	64	78	74
Макс. температура подачи	°C	25	25	25	25	25
Мин. температура подачи	°C	-5	-5	-5	-5	-5
Теплоноситель (вторичный контур)						
Объем	л	1,1	1,4	1,9	2,4	3,7
Минимальный объемный расход	л/ч	520	660	850	1100	1500
Остаточный напор (при минимальном объемном расходе)	мбар	630	600	580	600	545
	кПа	63	60	58	60	54,5
Макс. температура подачи	°C	60	60	60	60	60
Электрические параметры теплового насоса						
Номинальное напряжение компрессора 3/N/PE 400 В/50 Гц						
Номинальный ток компрессора	А	5,5	6,0	8,0	10,0	15,0
Пусковой ток компрессора (с ограничителем пускового тока, кроме типа WBC 201.A06)	А	25,0	14,0	20,0	22,0	25,0
Пусковой ток компрессора с заблокированным ротором	А	26,0	35,0	48,0	64,0	75,0
Предохранители компрессора	А	C16A 3-полюс.	B16A 3-полюс.	B16A 3-полюс.	B16A 3-полюс.	B20A 3-полюс.
Потребляемая электрическая мощность:	Вт	от 10 до 55	от 10 до 55	от 10 до 55	от 10 до 130	от 10 до 130
– Первичный насос						
– Вторичный насос	Вт	от 10 до 55	от 10 до 55	от 10 до 55	от 10 до 55	от 10 до 55
– Насос загрузки водонагревателя	Вт	от 62 до 132	от 62 до 132	от 62 до 132	от 62 до 132	от 62 до 132
Класс защиты		I	I	I	I	I

Продовження Додатка К

Електрические параметры контроллера		1/N/PE 230 В/50 Гц				
Номинальное напряжение						
Защита предохранителями		B16A				
Предохранители		2 x T 6,3 А Н/250 В				
Макс. потребляемая электр. мощность	Вт	1000	1000	1000	1000	1000
Потребляемая электр. мощность в рабочем режиме	Вт	5	5	5	5	5
Холодильный контур						
Хладагент						
– Количество для наполнения	кг					
– Потенциал глобального потепления (GWP)	т					
– Эквивалент CO ₂		1,21,451,72,22,9		20882088208820882088		
Компрессор	Тип	Scroll Hermetik				
Масло в компрессоре	Тип	Emkarate RL32 3MAF				
Допуст. рабочее давление						
Первичный контур	бар	3	3	3	3	3
	МПа	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Вторичный контур	бар	3	3	3	3	3
	МПа	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

ДОДАТОК К

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		577
Ширина секції	мм	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
---------------	-------	----

ДОДАТОК Л

Будова - 2

Шифр проекту - ДП

Форма № 4

**Локальний кошторис № 2-1-1
на Зведення
Будинок котеджного типу у м.Вінниці**

Основа:

креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість

1545,085 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість

4,484 тис.люд.-год.

Кошторисна заробітна плата

339410 тис. грн.

Середній розряд робіт

4,1 розряд

Вимірник одиничної вартості

1,00 1

Показник одиничної вартості

1545,085 грн.

Складений в поточних цінах станом на "1 листопада" 2021 р.

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт і витрат, одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
				всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
									заробіт-	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Розділ 1. Система опалення										
1	E18-22-2	Установлення манометрів з триходовим краном комплект	3	<u>2016,50</u> 20,25	-	6250	80	-	<u>0,36</u> -	<u>1</u> -
2	E26-8-1	Ізоляція трубопроводів діаметром до 76 мм шнурами мінераловатними, товщина ізоляційного шару 40 мм	21	<u>635,64</u> 480,36	<u>30,61</u> 6,83	10659	10045	<u>658</u> 159	<u>30,78</u> 0,75	<u>710</u> 3
3	E16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів систем опалення, водопроводу і гарячого водопостачання діаметром до 50 мм	25,85	<u>750,87</u> 700,64	<u>15,66</u> 1,2	15978	18636	<u>455</u> 5	<u>40,22</u> 0,02	<u>1060</u> -
4	E18-13-1	Установлення насосів відцентрових з електродвигуном, маса агрегату до 0,1 т	1	<u>5096,09</u> 1401,44	<u>127,55</u> 30,71	5096	1091	<u>145</u> 7	<u>105,32</u> 0,50	<u>105</u> -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	E16-15-2	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм шт	5	<u>1658,02</u> 165,33	<u>70,36</u> 10,53	8950	835	<u>352</u> 13	<u>10,41</u> 0,18	<u>60</u> 1
6	E16-15-1	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 25 мм шт	14	<u>504,33</u> 165,33	<u>45,86</u> 1,97	7305	2335	<u>690</u> 28	<u>10,41</u> 0,16	<u>170</u> 2
7	E18-22-5	Установлення кранів повітряних комплект	13	<u>190,56</u> 15,00	- -	2501	198	- -	<u>1,20</u> -	<u>15</u> -
8	E18-6-2	Установлення радіаторів сталевих 100кВт	0,13	<u>498250,43</u> 6385,41	<u>2076,64</u> 487,83	64775	830	<u>225</u> 13	<u>190,92</u> 7,45	<u>65</u> 1
9	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>49015,50</u> 15297,06	<u>5031,04</u> 950,67	5880	1980	<u>620</u> 23	<u>1145,60</u> 12,70	<u>140</u> 2
10	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>29730,24</u> 12360,79	<u>4185,84</u> 770,54	1785	740	<u>250</u> 9	<u>860,20</u> 10,39	<u>50</u> 1
11	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>32015,54</u> 15190,00	<u>7100,48</u> 1305,05	21130	10005	<u>4690</u> 860	<u>1011,56</u> 17,47	<u>700</u> 12
12	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>34890,74</u> 19310,27	<u>11520,79</u> 2115,80	56458	31246	<u>18646</u> 3429	<u>268,96</u> 28,34	<u>2176</u> 229
13	E18-15-1	Установлення гребінок пароводорозподільних зі сталевих труб, зовнішній діаметр корпуса 108 мм шт	2	<u>5092,38</u> 159,19	<u>123,40</u> 20,07	10185	1518	<u>165</u> 8	<u>55,25</u> 0,30	<u>115</u> 1
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>5041,98</u> 1244,12	<u>600,30</u> 128,98	16672	3906	<u>1925</u> 464	<u>85,00</u> 2,25	<u>272</u> 36

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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>35656,52</u> 4507,83	<u>401,56</u> 101,30	4519	509	<u>50</u> 3	<u>305,34</u> 1,58	<u>35</u> -
16	E18-5-1	Установлення водопідігрівників ємкісних місткістю до 1 м3 шт	1	<u>50003,08</u> 1500,47	<u>450,91</u> 110,06	50003	1500	<u>451</u> 22	<u>105,98</u> 1,65	<u>110</u> 2
17	E18-3-1	Установлення теплообмінника поверхнею нагріву однієї секції до 4 м2 шт	1	<u>5178,48</u> 1096,97	<u>452,67</u> 115,28	5578	1097	<u>453</u> 115	<u>65,92</u> 1,83	<u>70</u> 2
18	E18-5-1	Установлення водопідігрівників ємкісних місткістю до 1 м3 шт	1	<u>44855,70</u> 1500,47	<u>450,91</u> 110,06	44855	1500	<u>451</u> 22	<u>110,98</u> 1,65	<u>110</u> 2
19	E18-2-1	Встановлення теплового насосу шт	1	<u>288795,91</u> 5043,34	<u>1538,90</u> 450,27	288795	5043	<u>1695</u> 450	<u>375,44</u> 30,92	<u>375</u> 7
		Разом прямі витрати по розділу 1, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				927980	233975	<u>114300</u> 21845		<u>16135</u> 301
		Всього по розділу 1, грн.				1133755				
		Розділ 2. Система геліоустановок								
20	E18-22-2	Установлення манометрів з триходовим краном комплект	2	<u>467,51</u> 5,25	- -	935	11	- -	<u>0,36</u> -	<u>1</u> -
21	E26-1-1	Ізоляція трубопроводів діаметром 25 мм конструкціями теплоізоляційними комплектними на основі циліндрів мінераловатних на синтетичному зв'язуючому, товщина ізоляційного шару 40 мм	26,2	<u>399,41</u> 133,06	<u>9,62</u> 2,67	10465	3486	<u>252</u> 70	<u>9,12</u> 0,21	<u>239</u> 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22	E18-3-1	Установлення водопідігрівників швидкісних одnoseкційних поверхнею нагріву однієї секції до 4 м2 шт	1	<u>1573,99</u> 196,97	<u>92,67</u> 23,28	1574	197	<u>93</u> 23	<u>13,92</u> 1,83	<u>14</u> 2
23	E18-13-1	Установлення насосів відцентрових з електродвигуном, маса агрегату до 0,1 т шт	1	<u>1012,20</u> 291,44	<u>28,55</u> 6,71	1012	291	<u>29</u> 7	<u>21,32</u> 0,50	<u>21</u> -
24	E16-15-2	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм шт	6	<u>103,17</u> 33,33	<u>14,36</u> 2,53	619	200	<u>86</u> 15	<u>2,41</u> 0,18	<u>14</u> 1
25	E16-6-1	Прокладання трубопроводів опалення зі мідних труб діаметром 15 мм 100м	0,22	<u>5908,97</u> 681,45	<u>93,85</u> 21,96	1300	150	<u>21</u> 5	<u>48,71</u> 1,65	<u>11</u> -
26	E16-6-2	Прокладання трубопроводів опалення зі мідних труб діаметром 20 мм 100м	0,32	<u>7445,44</u> 681,45	<u>93,85</u> 21,96	2383	218	<u>30</u> 7	<u>48,71</u> 1,65	<u>16</u> 1
27	GK1-2-1	Монтаж опорної конструкції і устаткування сонячних колекторів 10 м2	0,9	<u>47510,09</u> 862,89	<u>127,39</u> 24,10	42759	777	<u>115</u> 22	<u>65,47</u> 1,74	<u>59</u> 2
Разом прями витрати по розділу 2, грн.						61047	5330	<u>626</u> 149		<u>375</u> 12
в тому числі:										
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.						55091				
всього заробітна плата, грн.						5479				
Загальновиробничі витрати, грн.						4247				
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год.						37				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.						818				

Всього по розділу 2, грн.						65294				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Разом прямі витрати по кошторису, грн.				1309561	270855	<u>118720</u>		<u>18760</u>
		в тому числі:						22880		1585
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.				919985				
		всього заробітна плата, грн.				293735				
		Загальновиробничі витрати, грн.				235525				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.-год.				415				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				45675				

		Прямі витрати будівельних робіт , грн.				1309560				
		в тому числі:								
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.				919985				
		заробітна плата робітників, не зайнятих обслуговуванням машин, грн.				270855				
		заробітна плата в експлуатації машин, грн.				22880				
		Загальновиробничі витрати, грн.				235525				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.-год.				415				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				45675				
		Всього кошторисна вартість будівельних робіт , грн.				1545085				
		кошторисна трудоємність, люд.-год.				4484				
		кошторисна заробітна плата, грн.				339410				

		Всього по кошторису, грн.				1545085				
		Кошторисна трудоємність, люд.-год.				4484				
		Кошторисна заробітна плата, грн.				339410				

Склав _____

Перевірив _____

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. арк.	№ екз.	Прим.
1	A1	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Генплан. Генплан з нанесенням ділянки розсольного контуру	1		
2	A1	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Система опалення. Плани цокольного, I і II поверхів з нанесенням систем опалення	1		
3	A2	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Система опалення. Аксонометричні схеми систем опалення	1		
4	A2	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Система опалення та гарячого водопостачання. Аксонометричні схеми ГВП, повітряного опалення теплиці та контуру сонячних колекторів	1		
5	A1	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Система опалення. Колекторна система теплої підлоги			
6	A1	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Система опалення. Обв'язка обладнання котельні			
7	A1	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Система опалення. Елементи підключення розсольного контуру			
8	A1	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Система опалення. Плани системи повітряного опалення прибудованої теплиці			
9	A1	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Система опалення. Тепломеханічна схема			
10	A2	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Схема опалення. Монтаж теплоакumuлюючого бака			

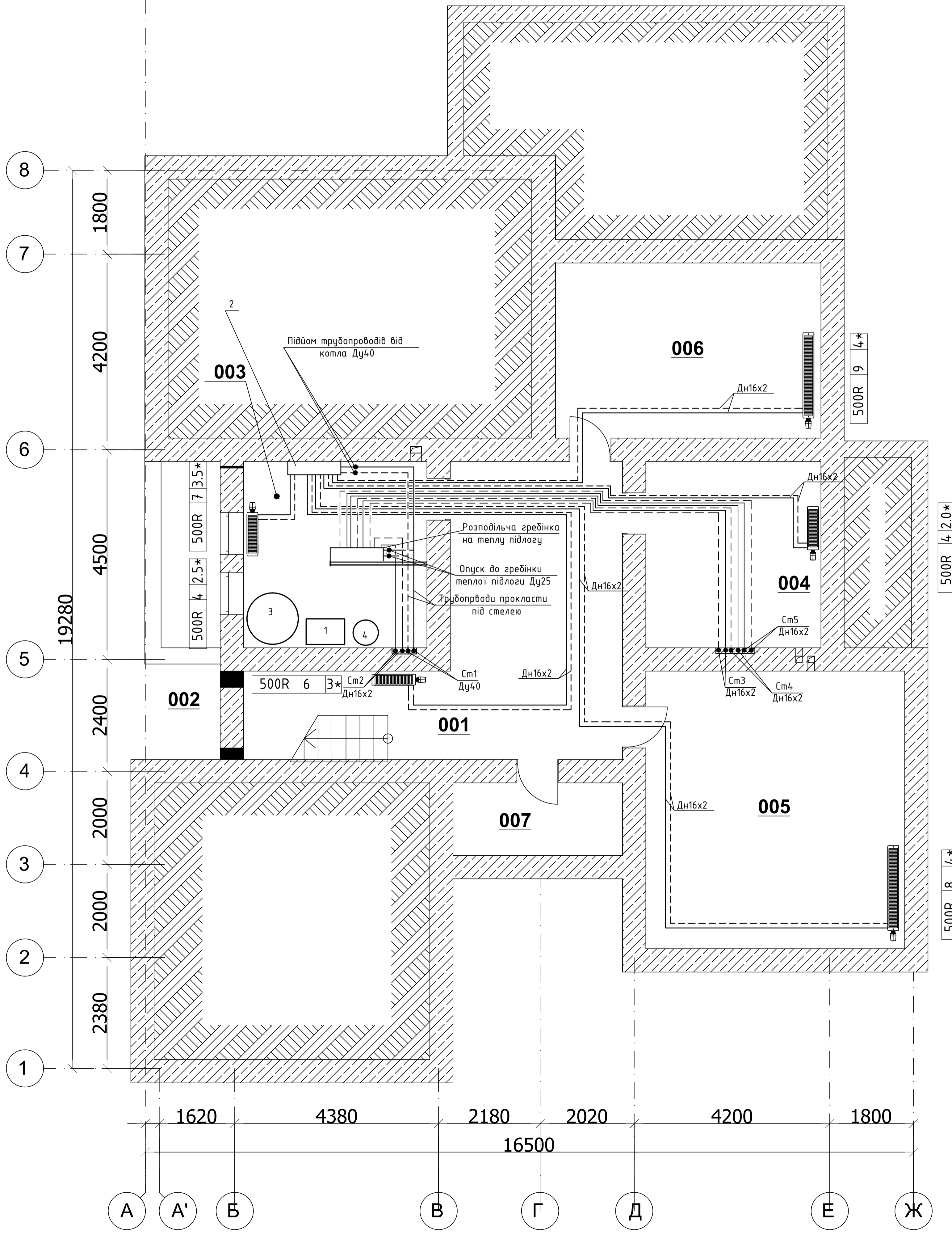
			і тепловентилятора			
11	A3	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Схема опалення. Колекторний колодязь розсольного контуру теплового насоса			
12	A3	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Система гарячого водопостачання. Монтаж сонячного колектора			
13	A1	08-12.МКР.08.0 .000ОВ	Календарний графік виконання робіт			

Додаток М
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

**КОМБІНОВАНА СИСТЕМА СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ БУДІВЛІ З
ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

Схема розташування систем опалення цокольного поверху



Експлікація приміщень:

001.	Хол	22.0
002.	Кімната для сушки білизни	6.7
003.	Кладова	8.3
004.	Продуктова кладова кімната	14.7
005.	Речова кладова кімната	33.2
006.	Пральна кімната	21.5
007.	Електрощитова	5.7

Умовні позначення :

- подаючий трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- зворотній трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- трубопроводи системи опалення в ізоляції
- подаючий трубопровід системи опалення теплої підлоги
- зворотній трубопровід системи опалення теплої підлоги

ПРИМІТКА.

1. Трубопроводи на планах умовно віднесені від стін.
2. Позначення Ду - труба мідна, Дн - металопластикова
3. Радіатори обладнані термостатичними голівками типу RTS-K.
4. Стояки системи опалення прокласти в ізоляції Thermafex товщиною 6мм.

- 1- тепловий насос VWS3022
- 2- колектор опалювального контуру
- 3- буферна ємність VPS300
- 4- розширювальний бак Reflex DE60

Лист № 001
Лист № 002
Лист № 003
Лист № 004
Лист № 005
Лист № 006
Лист № 007
Лист № 008
Лист № 009
Лист № 010

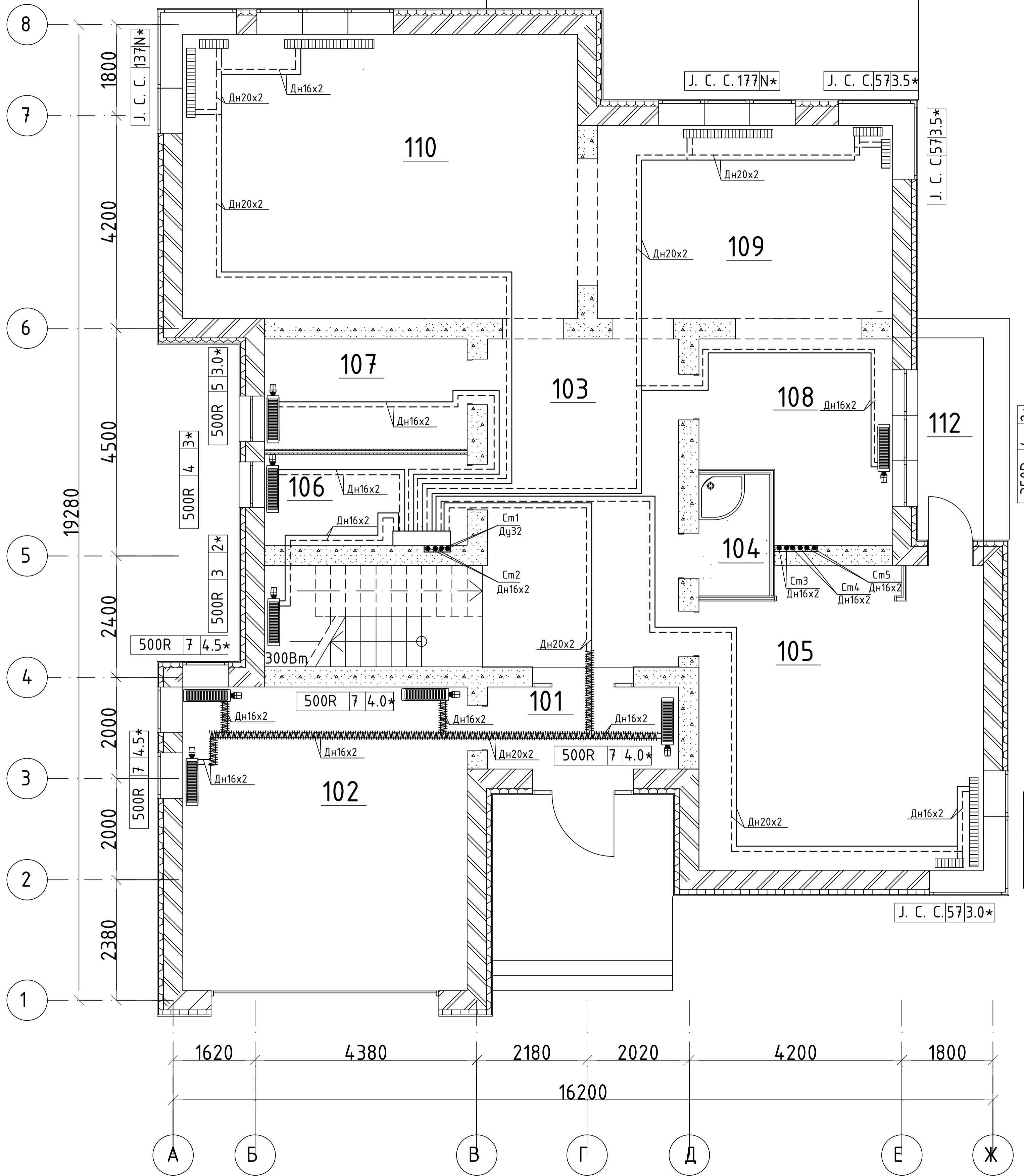
08-12.МКР.008.01.000 0В					
Комбінована система створення мікроклімату будівлі з використанням відновлювальних джерел енергії					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Тимошук О.				
Перевірив	Ратчиняк Г.С.				
Коттедж					Стадія
					МКР
					Лист
					1
					Листів
Схема розташування систем опалення цокольного поверху					ВНТУ, ТГ-20М
Н. контроль	Панкевич О.Д.				
Рецензент					
Затвердив	Ратчиняк Г.С.				

Схема розташування систем опалення першого поверху

111

Експлікація приміщень

101.	Гамбур	6.1
102.	Гараж на 2 автомобіля	33.7
103.	Хол	24.5
104.	Сан. вузел	3.4
105.	Гостьова спальна кімната	32.8
106.	Сезонний гардероб	7.2
107.	Річний гардероб	8.7
108.	Кухня	13.3
109.	Їдальня	22.2
110.	Загальна кімната	43.8
111.	Тераса	38.6
112.	Тераса	7.8



Умовні позначення :

- подаючий трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- зворотній трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- трубопроводи системи опалення в ізоляції
- подаючий трубопровід системи опалення теплої підлоги
- зворотній трубопровід системи опалення теплої підлоги

Типове позначення опалювальних приладів JagaClimaCanal:

- Степінь настройки термостатичного вентиля
- Довжина опалювального приладу см
- Позначення опалювального приладу

J. C. C. 137N*

Типове позначення опалювальних приладів BIG-350/R висотою 350мм :

- Степінь настройки термостатичного вентиля
- Кількість секцій опалювального приладу
- Позначення опалювального приладу

350R 4 2*

Типове позначення опалювальних приладів BIG-500/R висотою 500мм :

- Степінь настройки термостатичного вентиля
- Кількість секцій опалювального приладу
- Позначення опалювального приладу

500R 8 3*

ПРИМІТКА.

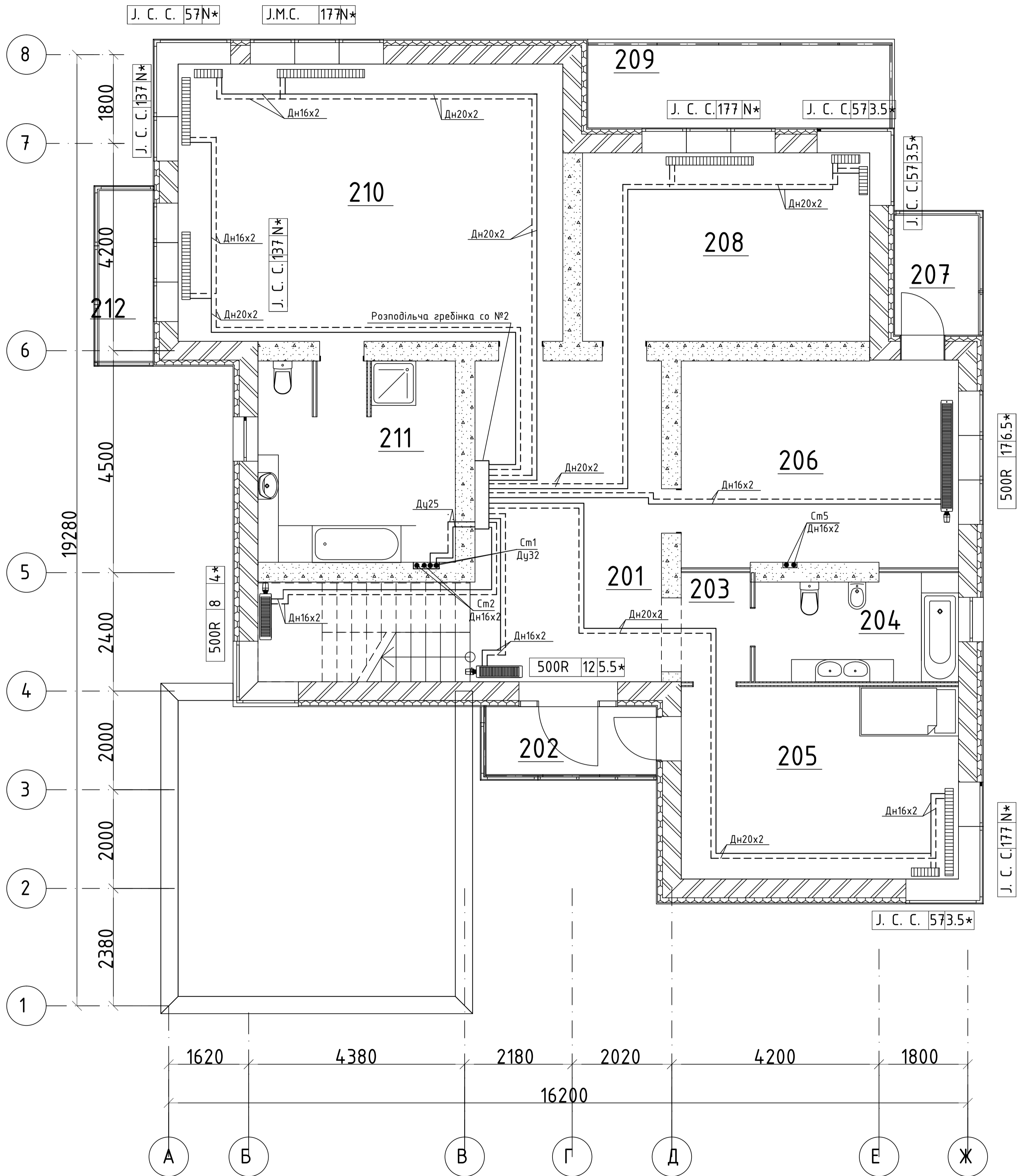
1. Трубопроводи на планах умовно віднесені від стін.
2. Позначення Ду - труба мідна, Дн - металопластикова
3. Радіатори обладнані термостатичними голівками типу RTS-K.
4. Стойки системи опалення прокласти в ізоляції Thermoflex товщиною 6мм.

Лист № 001
Дата
Замов. № 08-12.МКР.008.02.000

08-12.МКР.008.02.000 ОВ					
Комбінована система створення мікроклімату будівлі з використанням відновлювальних джерел енергії					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Тимошук О.				
Перевірив	Рапущняк Г.С.				
Коттедж					Лист
					МКР 2
Схема розташування систем опалення першого поверху					Листів
Н. контроль Рецензент Затвердив					Листів
Панкевич О.Д. Рапущняк Г.С.					ВНТУ, ТГ-20М

Схема розташування систем опалення другого поверху

Експлікація приміщень



201.	Хол	24.6
202.	Балкон застклений	5.0
203.	Коридор	3.0
204.	Ванна кімната	8.3
205.	Дитяча спальна кімната	21.9
206.	Робоча кімната	23.5
207.	Балкон застклений	4.6
208.	Робоча кімната	22.2
209.	Балкон відкритий	11.2
210.	Батьківська спальна кімната	43.8
211.	Ванна кімната	13.0
212.	Балкон застклений	4.4
213.	Гардероб	2.9

Умовні позначення :

- подаючий трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- зворотній трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- трубопроводи системи опалення в ізоляції
- подаючий трубопровід системи опалення теплої підлоги
- зворотній трубопровід системи опалення теплої підлоги

Типове позначення опалювальних приладів JagaClimaCanal:

- Степінь настройки термостатичного вентиля
- Довжина опалювального приладу, м
- Позначення опалювального приладу

J.M.C. 0.9 3*

Типове позначення опалювальних приладів BIG-500/R висотою 500мм :

- Степінь настройки термостатичного вентиля
- Кількість секцій опалювального приладу
- Позначення опалювального приладу

500R 8 3*

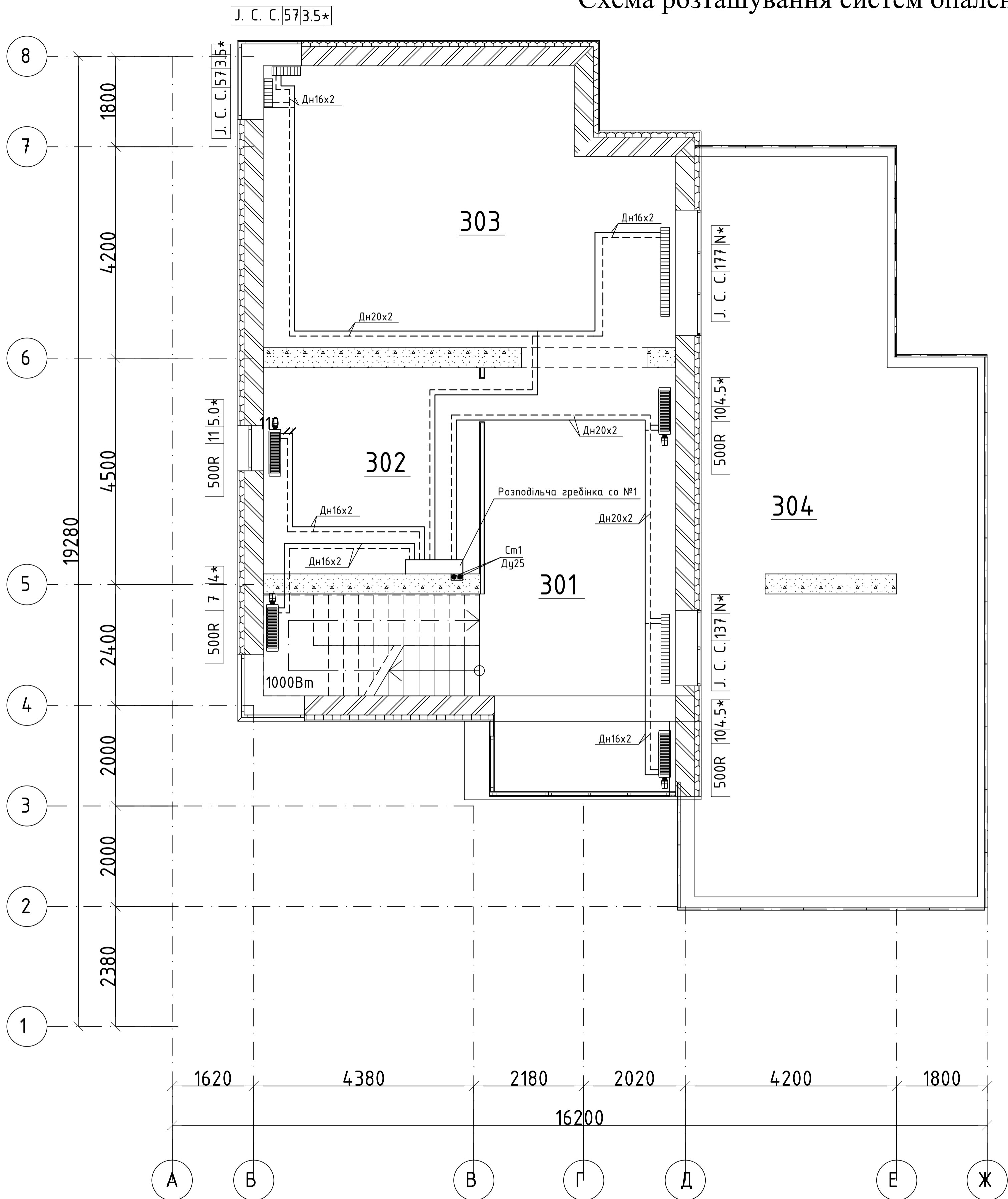
ПРИМІТКА.

1. Трубопроводи на планах умовно віднесені від стін.
2. Позначення Ду - труба мідна, Дн - металопластикова
3. Радіатори обладнати термостатичними голівками типу RTS-K.
4. Стойки системи опалення прокласти в ізоляції Thermaflox товщиною 6мм.

Лист № _____
 Дата _____
 Замов. № _____

08-12.МКР.008.03.000 ОВ					
Комбінована система створення мікроклімату будівлі з використанням відновлювальних джерел енергії					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Тимошук О.				
Перевірив	Ратушняк Г.С.				
Н. контроль	Панкевич О.Д.				
Рецензент					
Затвердив	Ратушняк Г.С.				
Коттедж				Стадія	Лист
				МКР	3
Схема розташування систем опалення другого поверху				ВНТУ, ТГ-20М	

Схема розташування систем опалення третього поверху



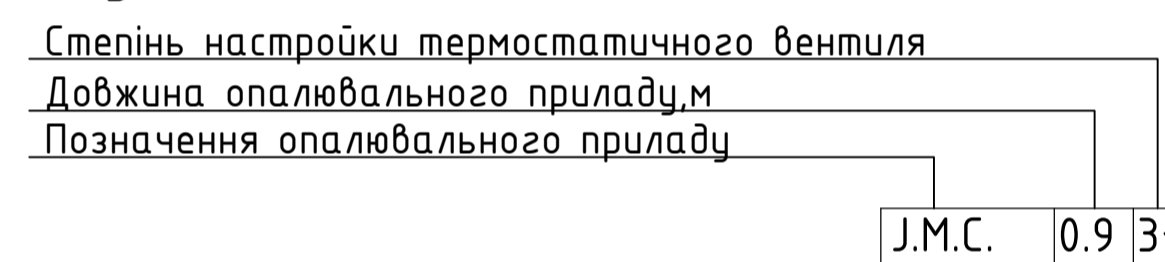
Експлікація приміщень

301.	Бібліотека	31.6
302.	Кладова кімната	17.6
303.	Спортзала	42.3
304.	Тераса	88.7

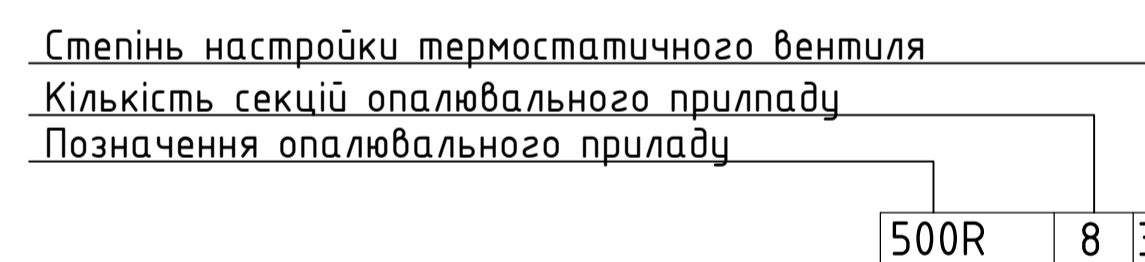
Умовні позначення :

- подаючий трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- зворотній трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- трубопроводи системи опалення в ізоляції
- подаючий трубопровід системи опалення теплої підлоги
- зворотній трубопровід системи опалення теплої підлоги

Типове позначення опалювальних приладів JagaClimaCanal:



Типове позначення опалювальних приладів BIG-500/R висотою 500мм :



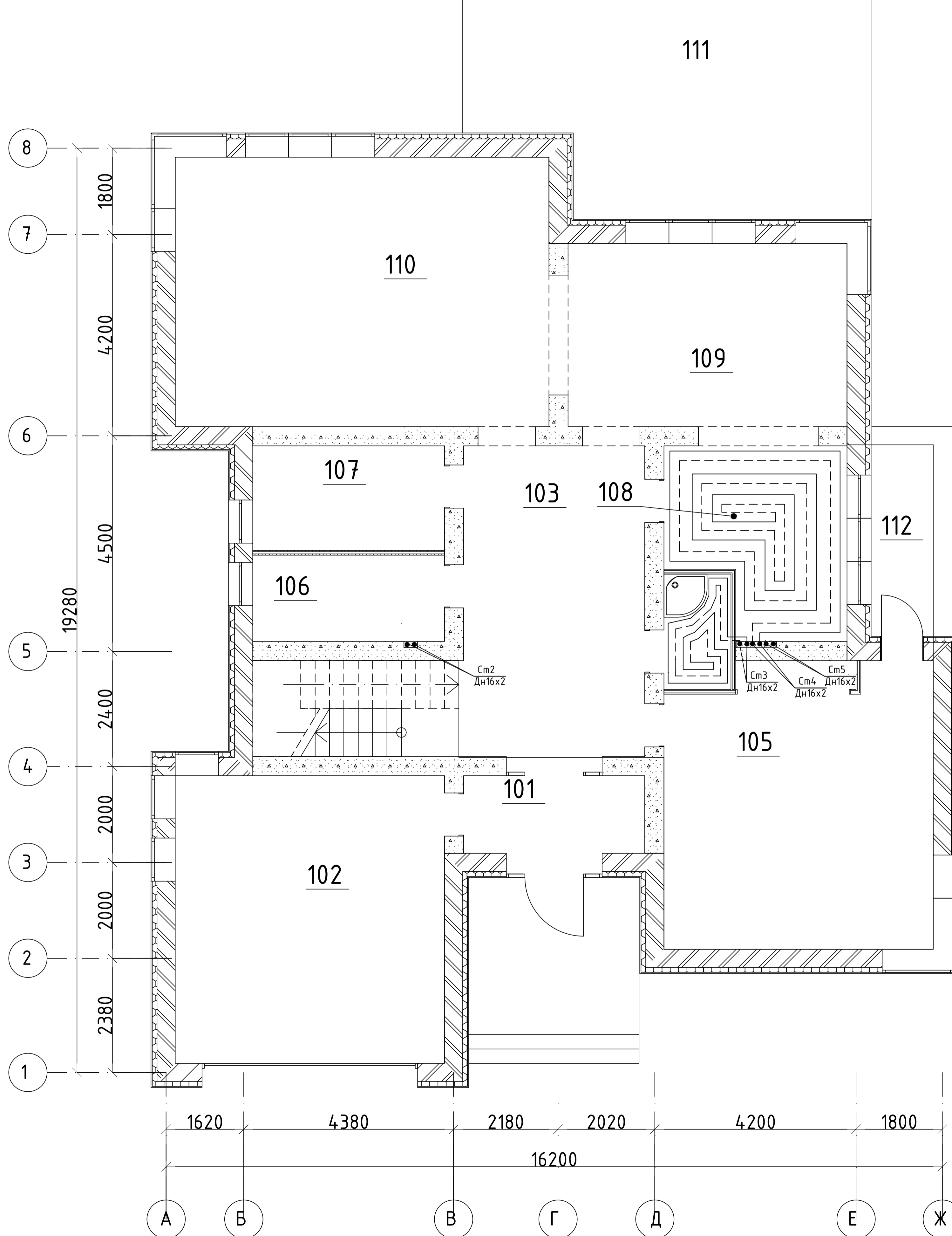
ПРИМІТКА.

- Трубопроводи на планах умовно віднесені від стін.
- Позначення Ду - труба мідна, Дн - металопластикова
- Радіатори обладнати термостатичними голівками типу RTS-K.
- Стояки системи опалення прокласти в ізоляції Thermafex товщиною 6мм.

Лист № _____
 Дата _____
 Замов. № _____

08-12.МКР.008.04.000 ОВ					
Комбінована система створення мікроклімату будівлі з використанням відновлювальних джерел енергії					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Тимошук О.				
Перевірив	Рапцуняк Г.С.				
Коттедж					Стадія
					МКР
					Лист
					4
Схема розташування систем опалення третього поверху					Листів
					ВНТУ, ТГ-20М
Н. контроль	Панкевич О.Д.				
Рецензент					
Запвербив	Рапцуняк Г.С.				

Схема розташування систем теплих підлог першого поверху



Експлікація приміщень

101.	Гамбур	6.1
102.	Гараж на 2 автомобіля	33.7
103.	Хол	24.5
104.	Сан. вузел	3.4
105.	Гостьова спальна кімната	32.8
106.	Сезонний гардероб	7.2
107.	Річний гардероб	8.7
108.	Кухня	13.3
109.	Їдальня	22.2
110.	Загальна кімната	43.8
111.	Тераса	38.6
112.	Тераса	7.8

Умовні позначення :

- - подаючий трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- - зворотній трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- ||||| - трубопроводи системи опалення в ізоляції
- - подаючий трубопровід системи опалення теплої підлоги
- - зворотній трубопровід системи опалення теплої підлоги

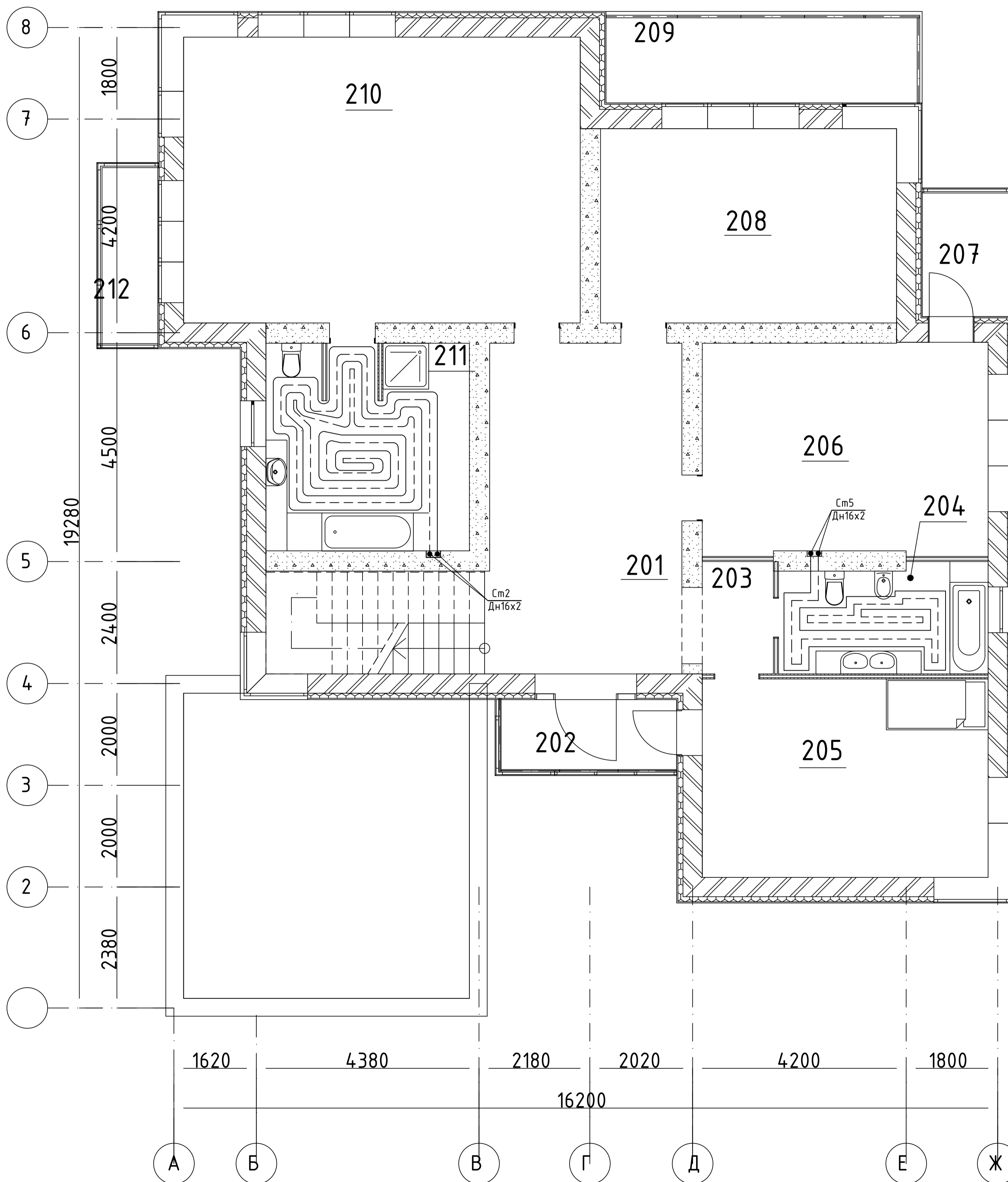
ПРИМІТКА

- Шаг укладки трубопроводів теплої підлоги в приміщенні 108 складає 200 мм.
- Шаг укладки трубопроводів теплої підлоги в приміщенні 104 складає 150 мм.

Лист № 5
Всього 5

08-12.МКР.008.05.000 ОВ					
Комбінована система створення мікроклімату будівлі з використанням відновлювальних джерел енергії					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Тимошук О.				
Перевірив	Ратушняк Г.С.				
Коттедж				Стадія	Лист
				МКР	5
Н. контроль	Панкевич О.Д.	Схема розташування систем теплих підлог першого поверху			ВНТУ, ТГ-20М
Рецензент					
Затвердив	Ратушняк Г.С.				

Схема розташування систем теплих підлог другого поверху



Експлікація приміщень:

201.	Хол	24.6
202.	Балкон застелений	5.0
203.	Коридор	3.0
204.	Ванна кімната	8.3
205.	Дитяча спальна кімната	21.9
206.	Робоча кімната	23.5
207.	Балкон застелений	4.6
208.	Робоча кімната	22.2
209.	Балкон відкритий	11.2
210.	Батьківська спальна кімната	43.8
211.	Ванна кімната	13.0
212.	Балкон застелений	4.4
213.	Гардероб	2.9

Умовні позначення :

- - подаючий трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- - зворотній трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- - трубопроводи системи опалення в ізоляції
- - подаючий трубопровід системи опалення теплої підлоги
- - зворотній трубопровід системи опалення теплої підлоги

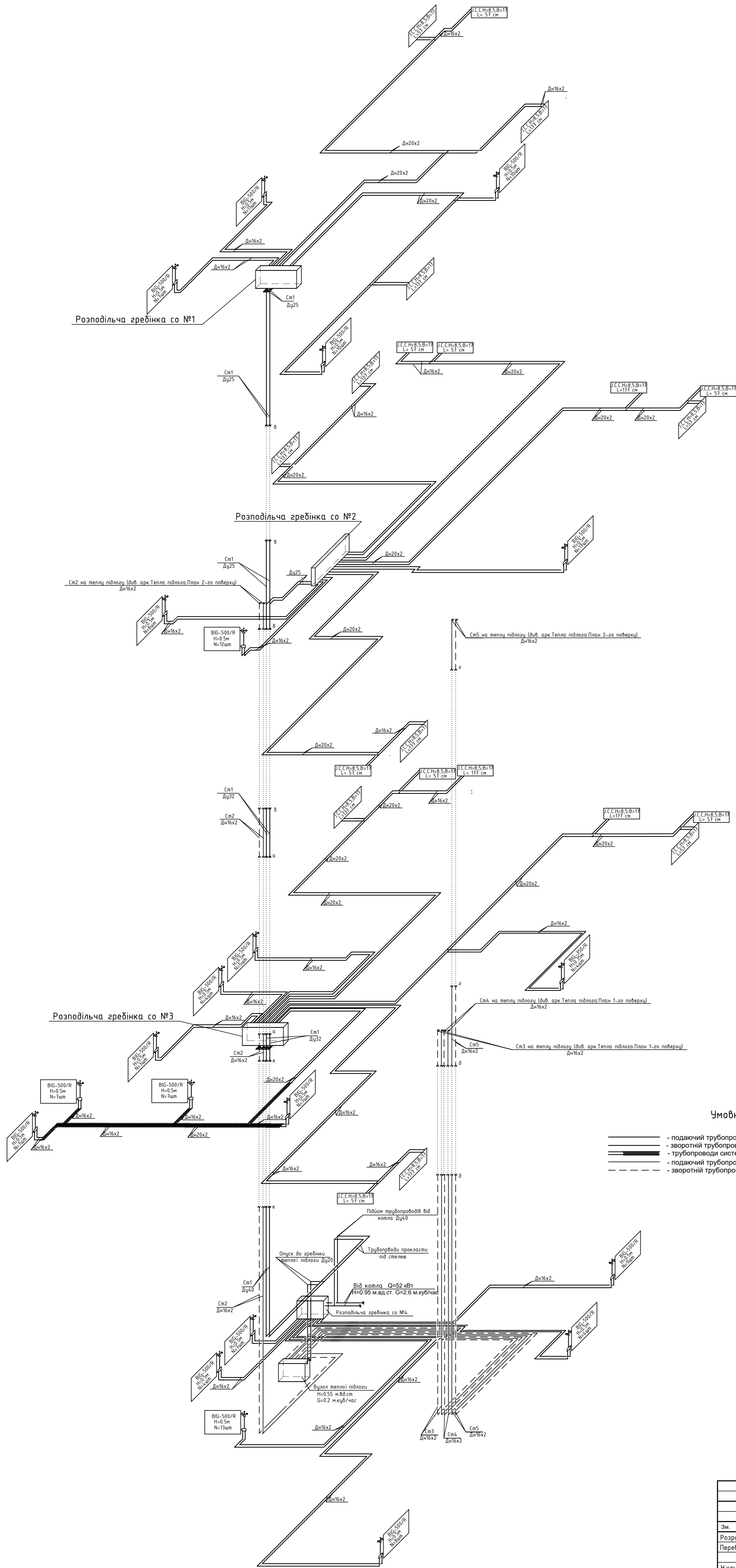
ПРИМІТКА

1. Шаг укладки трубопроводів теплої підлоги в приміщенні 204 складає 150 мм.
2. Шаг укладки трубопроводів теплої підлоги в приміщенні 211 складає 150 мм.

Лист № 6
Листів 6
Дата
Замов. №

08-12.МКР.008.06.000 ОВ					
Комбінована система створення мікроклімату будівлі з використанням відновлювальних джерел енергії					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Тимошук О.				
Перевірив	Рагущняк Г.С.				
Коттедж				Стадія	Лист
				МКР	6
Схема розташування систем теплих підлог другого поверху				ВНТУ, ТГ-20М	
Н. контроль	Панкевич О.Д.				
Рецензент					
Затвердив	Рагущняк Г.С.				

Схема системи опалення



Умовні позначення :

- подаючий трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- зворотній трубопровід системи опалення радіаторної та конвекторної розводки
- трубопроводи системи опалення в ізоляції
- - - подаючий трубопровід системи опалення теплої підлоги
- - - зворотній трубопровід системи опалення теплої підлоги

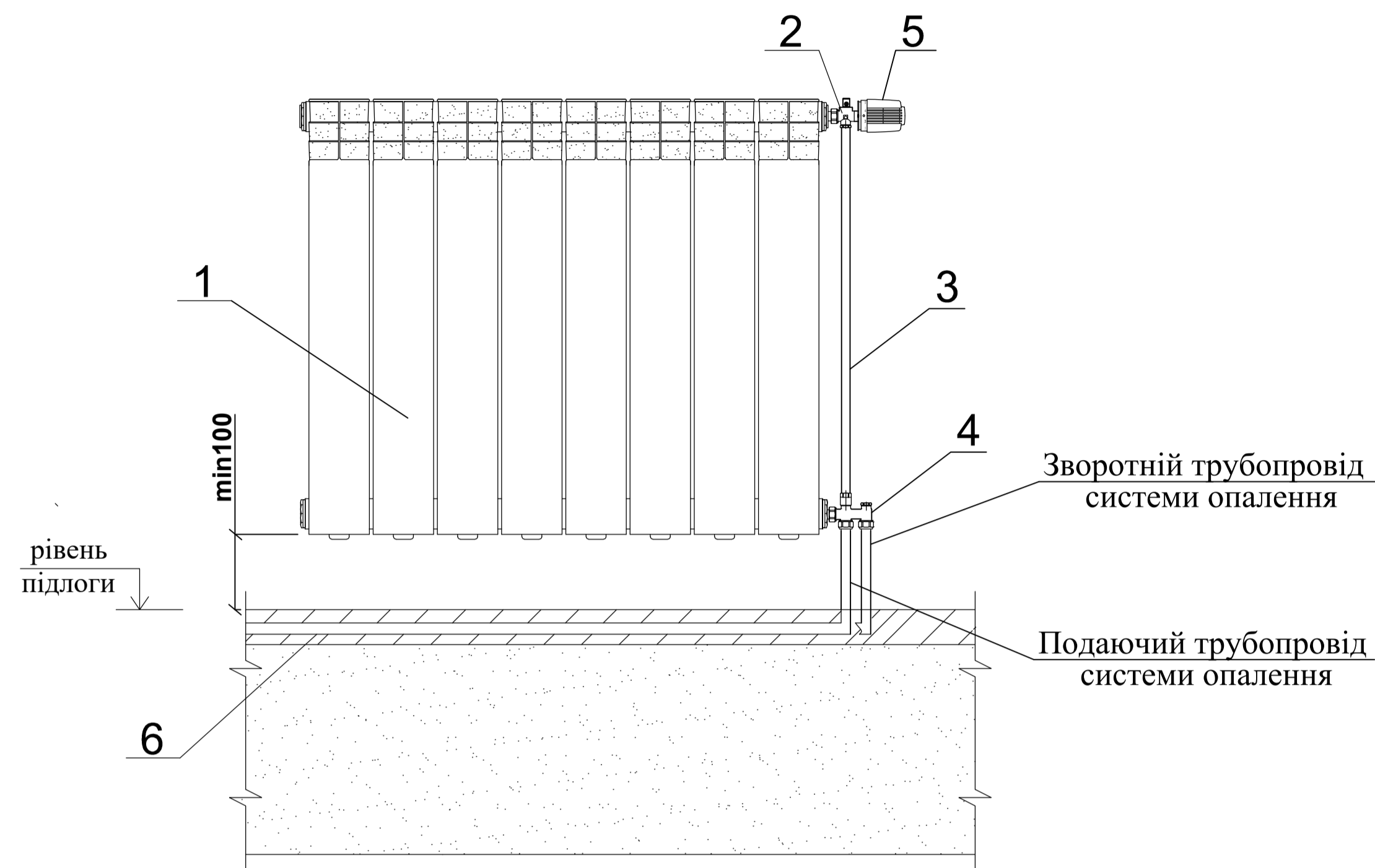
Листовий № документа: _____
 Підпис: _____
 Дата: _____

08-12.МКР.008.07.000 ОВ						
Комбінована система створення мікроклімату будівлі з використанням відновлювальних джерел енергії						
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	
Розробив	Тимошук О.					
Перевірив	Ратушняк Г.С.					
Н.контрль	Панкевич О.Д.					
Рецензент						
Затвердив	Ратушняк Г.С.					
Коттедж				Стадія	Лист	Листів
Аксометрична схема систем опалення				МКР	7	
				ВНТУ, ТГ-20М		

Радіаторний вузол

М 1 : 10

Підключення гарнітурою ГЕРЦ-2000 з трубою KAN PE-Xc до радіатора

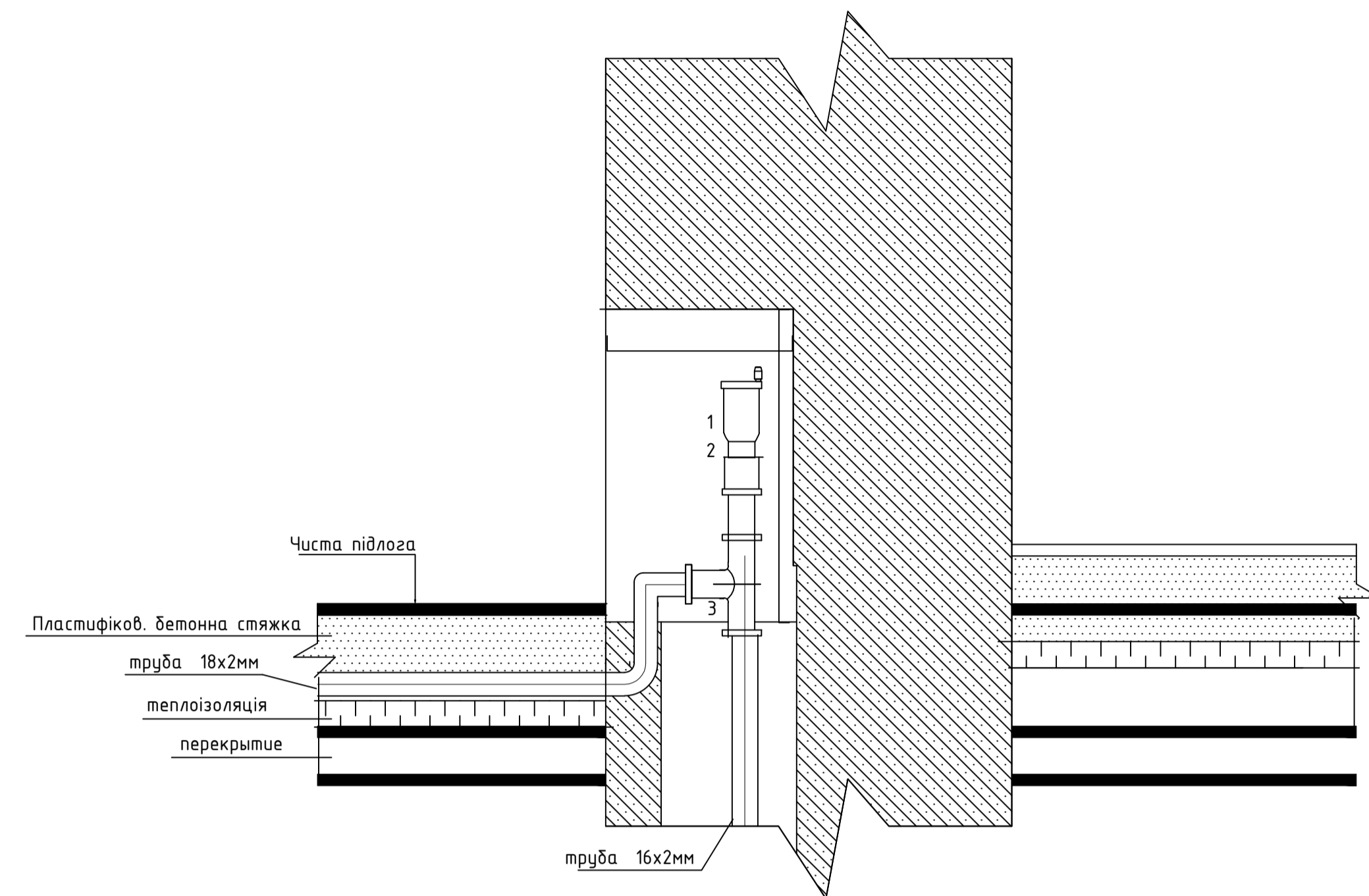


Специфікація обладнання.

№	Позначення	Найменування	Кільк. шт. *	Примітка
1	"BIG-500R"	Радіатор алюмінієвий секційний	-	
2	"HERZ"	Термостатичний клапан TS, кутовий спеціальний 1/2x15 з повітровідвідником	-	7728 AC
3	"HERZ"	З'єднувальна трубка із міді, нікільована 15x1L=0,6	-	6630
4	"HERZ"	Вузол під'єднання з байпасом 1/2xG 3/4	-	7175C
5		Термостатична головка	-	
6	"KANTherm"	Підключення трубою 16x2 типу KAN PE-Xc	-	

М 1:10

Улаштування повітровідвідника на стояках теплої підлоги системи опалення № 2,3,4,5



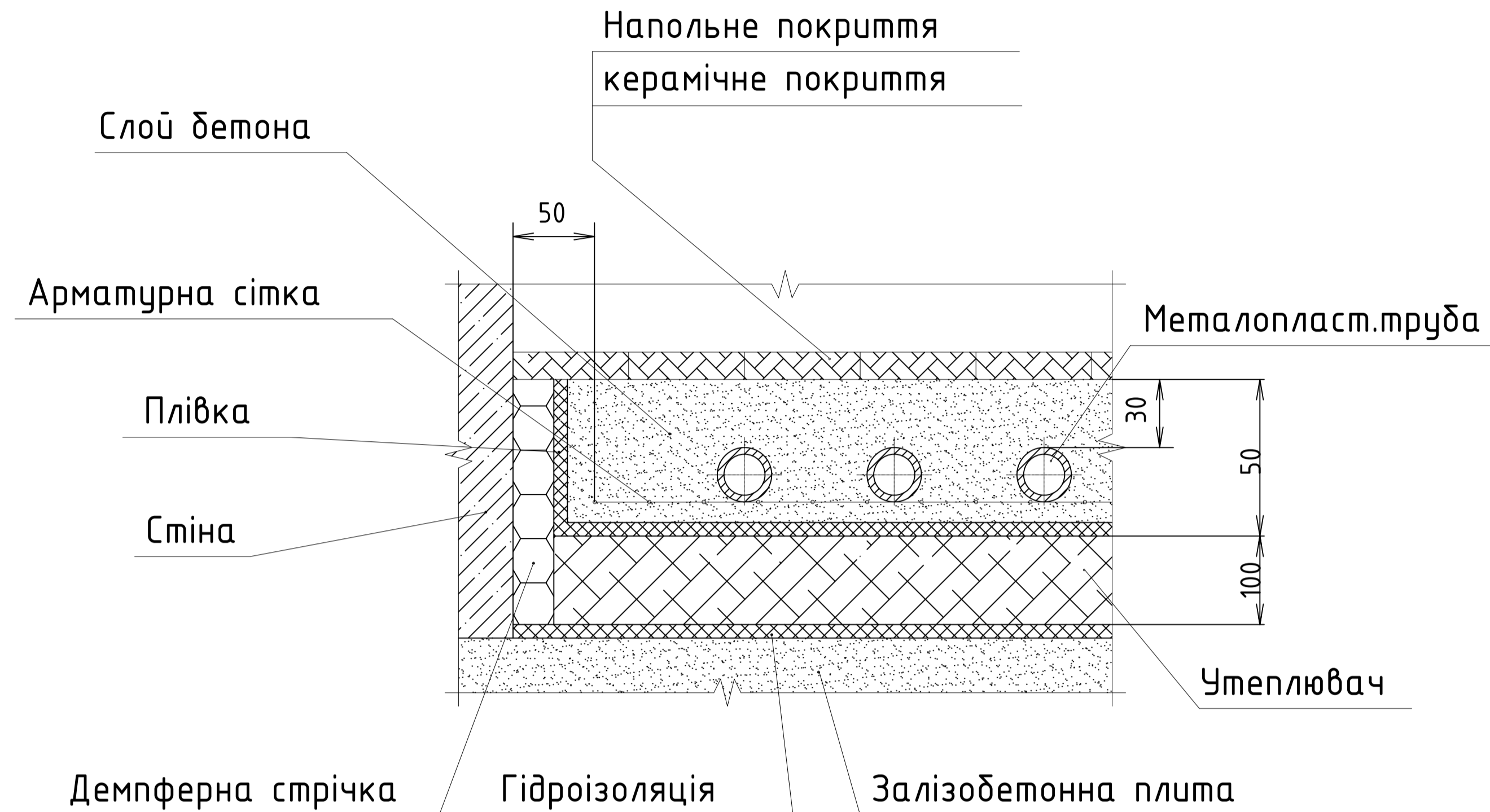
Специфікація

№ поз.	Найменування	Примітка
1	Автоматичний повітровідвідник VALMAT 1/2"	
2	Відсікаючий вентиль для повітровідвідника 1/2"	
3	Трійник прес-вн.різьба, 16x1/2"x16	

Примітка:

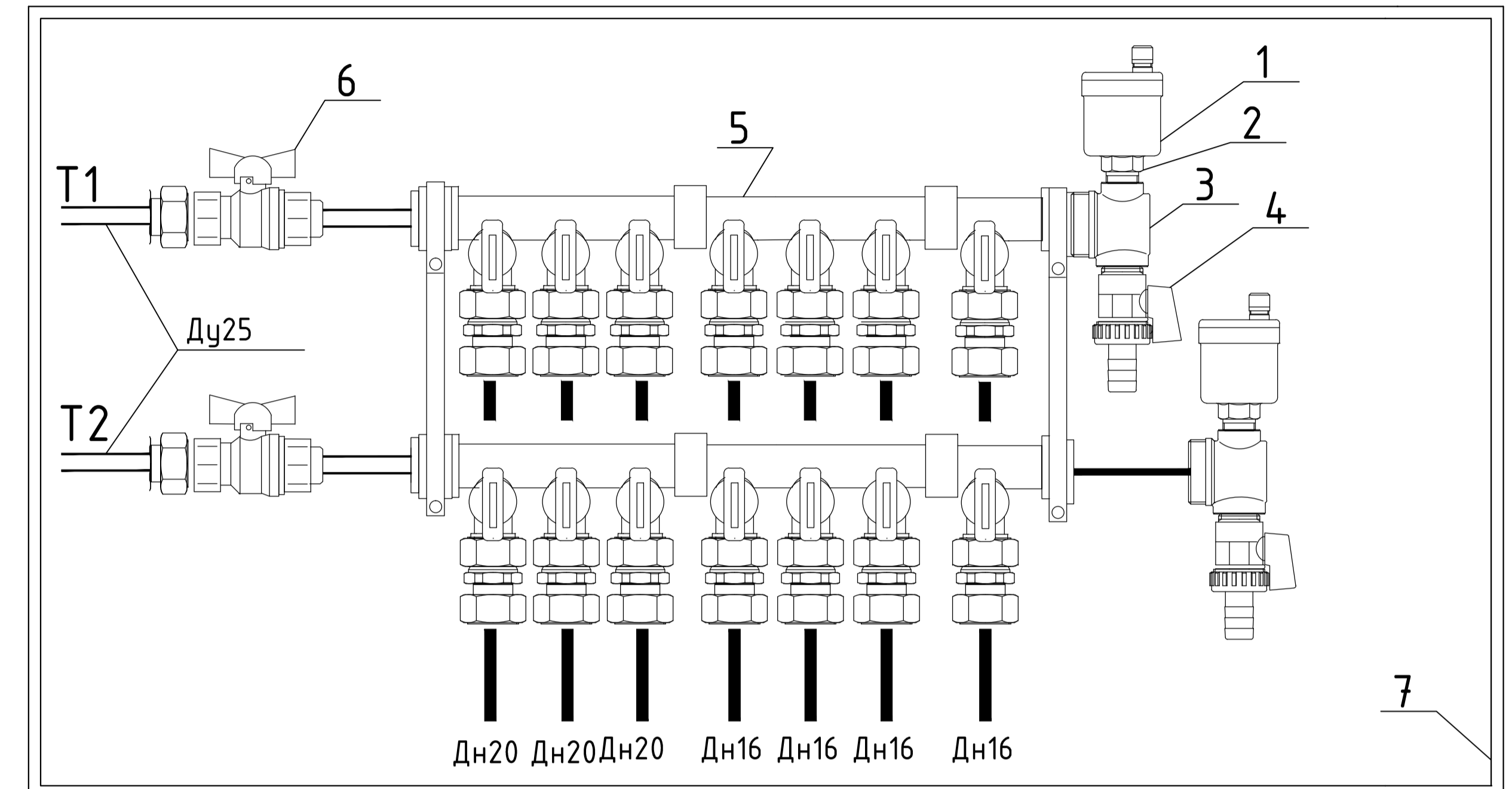
1. Повітровідвідник встановлюється на подаючу і зворотню магістраль.
2. Поверх повітровідвідника встановити захисний короб.

Конструкція теплої підлоги



1. Окремі куски арматурної сітки повинні укладатись внахліст на 2-3 см і при необхідності зв'язуватись дротом.
2. Від стін, перегородок, колон сітка повинна відстояти на 50 мм.
3. При укладанні труди необхідно записувати довжину кожної петлі.
4. Кріплення труди до арматурної сітки чи утеплювача здійснюється з інтервалом 0,5-1,0 м.
5. Після укладки труди забороняється проведення робіт, пов'язаних з ходінням по трудам.
6. До заливки цементного розчину (стяжки) повинна бути забезпечена горизонтальність укладки труб та сітки. Відхилення від середнього рівня на всій площі кімнати чи петлі не повинно перевищувати 2мм.
7. Перед заливкою стяжки зробити гідравлічне випробування тиском 1,5 Р роб., але не менше ніж 6 кгс/см² з складанням акта та виконавчої схеми.

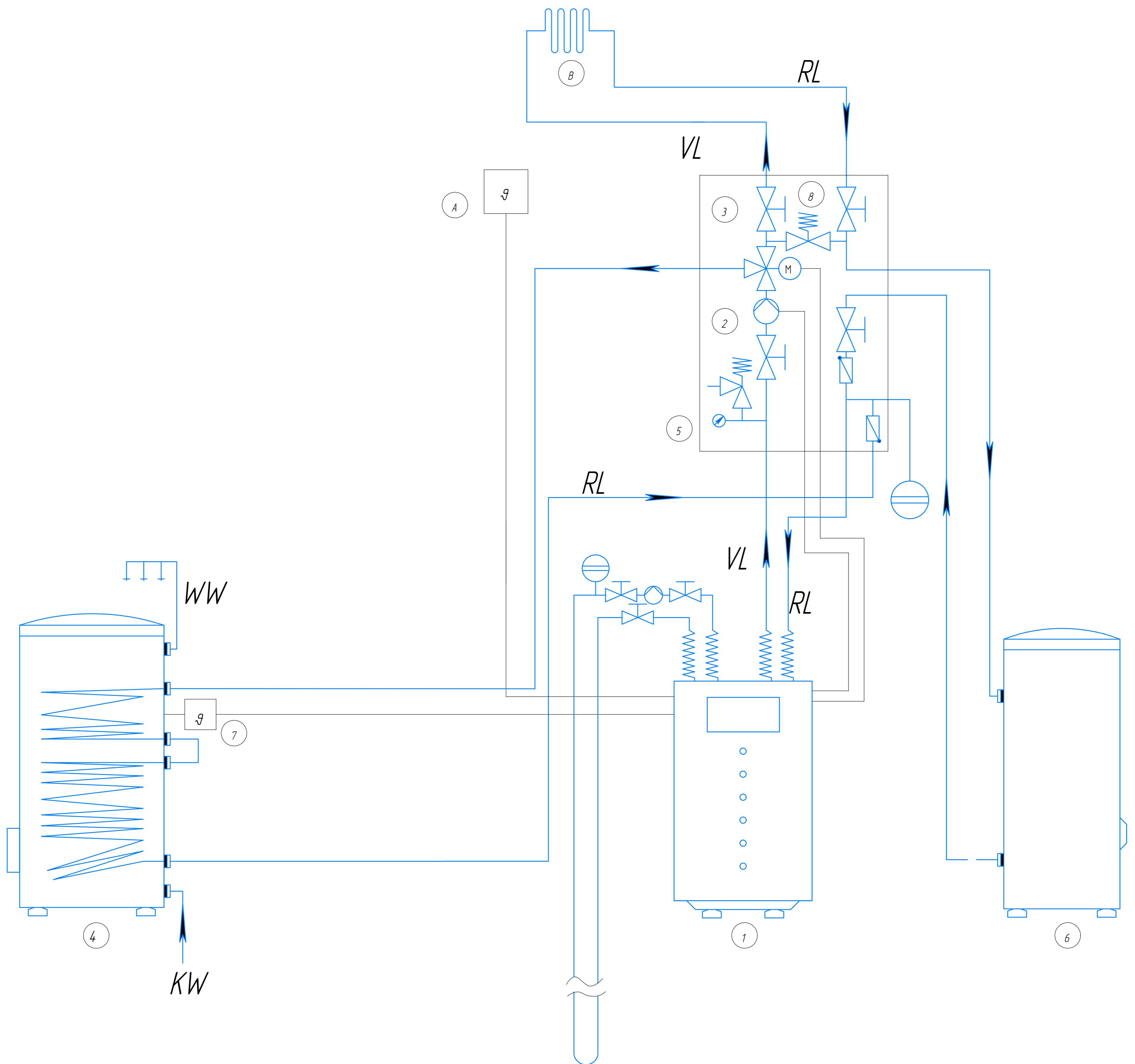
Розподільча гребінка №2



Специфікація обладнання.

№	Позначення	Найменування	Кільк. шт. *	Примітка
1		Автоматичний повітревідвідник	-	
2	"KAN Therm"	Відсікаючий клапан	-	
3	"KAN Therm"	Пробка для монтажу повітревідвідника та зливного клапана	-	
4	"KAN Therm"	Зливний клапан	-	
5	"KAN Therm"	Розподільча гребінка з відсікаючими вентилями	-	
6		Вентиль запірний прямий Ду 1"	-	
7	"KAN Therm"	Колекторний шкаф	-	
			-	

Принципова схема теплонасосної установки



- RL - зворотній трубопровід*
- KW - трубопровід гарячої води*
- VL - прямий трубопровід*
- WW - трубопровід гарячої води*
- A - датчик зовнішньої температури*
- B - контур опалення*
- 1 - тепловий насос*
- 5 - колектор опалювального контуру*
- 2 - з вторинним насосом*
- 3 - з 3-ходовим клапаном*
- 8 - з перепускним клапаном*
- 4 - ємкісний водонагрівач*
- 6 - буферна ємність*
- 7 - датчик температури ємкісного водонагрівача для реєстрації температури води в контурі ГВП*

