

Міністерство освіти і науки України  
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
Кафедра Інженерних систем у будівництві

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

« Комбінована система теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії  
котеджу »

Виконав студент 2-курсу, групи ТГ-21м  
Спеціальності 192 - Будівництво та  
цивільна інженерія

Бровко А.С.

(Прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

(науковий ступінь, вчене звання,  
ініціали та прізвище)

«    » \_\_\_\_\_ 2022 р.  
(підпис)

Опонент к.т.н., доцент Ковальський В.П.

(науковий ступінь, вчене звання,  
ініціали та прізвище)

«    » \_\_\_\_\_ 2022 р.  
(підпис)

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

(науковий ступінь, вчене звання,  
ініціали та прізвище)

«    » \_\_\_\_\_ 2022 р.  
(підпис)

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
Кафедра Інженерних систем у будівництві  
Рівень вищої освіти II (магістерський)  
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво  
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
Освітня програма “Теплогазопостачання і вентиляція”

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

“15” вересня 2022 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА**

Бровко Артема Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) «КОМБІНОВАНА СИСТЕМА ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З АЛЬТЕРНАТИВНИМ ДЖЕРЕЛОМ ЕНЕРГІЇ КОТЕДЖУ»

керівник проєкту (роботи) проф., к.т.н. Ратушняк Г.С.,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “15” вересня 2022 року №205А

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.12.2022 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Нормативна література, місто будівництва – Немирів, плани поверхів будівлі котеджного типу з мансардним поверхом, загальна площа 264.89 м<sup>2</sup>

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналітичний огляд стану досліджень енергоефективних систем теплозабезпечення, математичне моделювання робочих процесів функціонування об'єкту, організаційно - технологічне забезпечення проєктних рішень, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, економічна частина, висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Технологічний розділ 6 арк. – (плани поверхів з системою опалення, плани поверхів з системою гарячого водопостачання, аксонометричні схеми систем опалення, аксонометричні схеми системи гарячого водопостачання, креслення вузлів, календарний план монтажу системи опалення)

## 6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Аналітичний огляд комбінованої системи теплозабезпечення з альтернативними джерелами енергії	Проф., к.т.н. Ратушняк Г.С.		
2. Теоретичне та проектне обґрунтування джерел тепло-холодопостачання будинку котеджного типу. моделювання теплових режимів системи з комбінованою системою теплозабезпечення	Проф., к.т.н. Ратушняк Г.С.		
3. Організаційно - технологічне забезпечення проектних рішень	Проф., к.т.н. Ратушняк Г.С.		
4. Охорона праці	Кобилянська І. М. к.т.н., доцент		
5. Економіка	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент кафедри БМГА		

7. Дата видачі завдання 24.09.2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Аналітичний огляд комбінованої системи теплозабезпечення з альтернативними джерелами енергії	28.09.2022	
2.	Теоретичне та проектне обґрунтування джерел тепло-холодопостачання будинку котеджного типу. моделювання теплових режимів системи з комбінованою системою теплозабезпечення	21.10.2022	
3.	Організаційно - технологічне забезпечення проектних рішень	1.11.2022	
4.	Охорона праці та цивільний захист	13.11.2022	
5.	Економічна частина	22.11.2022	
6.	Оформлення МКР	30.11.2022	
7.	Подання МКР на кафедру для перевірки	02.12.2022	
8.	Попередній захист	05.12.2022	
9.	Рецензування	15.12.2022	

Магістрант

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник проєкту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Бровко А.С.

(прізвище та ініціали)

Ратушняк Г.С.

(прізвище та ініціали)

## АННОТАЦІЯ

УДК 658.264

Бровко А.С. Комбінована система теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії котеджу. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма - теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2022. 113 с.

На укр. мові. 38 назв, рис.: 4; табл. 10.

У магістерській кваліфікаційній роботі розраховано комбіновану систему теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії для котеджу, розроблено у відповідності із завданням на проектування.

Вирішено наступні задачі: виконано аналітичний аналіз стану використання альтернативних джерел енергії; виконано техніко-економічне обґрунтування; визначено тепловтрати будівлі; підібрано оптимальні перерізи трубопроводів для системи опалення; підібрано технологічне обладнання; розглянуто виконання монтажних робіт; передбачено заходи з охорони праці та техніки безпеки; виконано розробку відповідних креслень;

Досягнуто: забезпечення комфортних умов теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії в котеджі; забезпечено енергоефективність обладнання;

Графічна частина складається з 6 плакатів із результатами моделювання.

Ключові слова: тепловий насос, комбінована система, альтернативні джерела, тепловтрати.

## ABSTRACT

Brovko A.S. Combined heat supply system with an alternative source of energy for the cottage. Master's thesis on specialty 192 - Construction and civil engineering, educational program - heat and gas supply and ventilation. Vinnytsia: VNTU, 2022. 105 p.

In Ukrainian language 38 bibliography words, picture: 4; Table 10.

In the master's qualification work, a combined heat supply system with an alternative energy source for the cottage was calculated, developed in accordance with the design task.

The following tasks were solved: an analytical analysis of the state of use of alternative energy sources was performed; the technical and economic justification has been completed; heat losses of the building are determined; optimal cross-sections of pipelines for the heating system are selected; selected technological equipment; installation works are considered; occupational health and safety measures are provided; development of relevant drawings has been completed;

Achieved: provision of comfortable heating conditions with an alternative source of energy in the cottage; the energy efficiency of the equipment is ensured;

The graphic part consists of 6 posters with simulation results.

Key words: heat pump, combined system, alternative sources, heat loss.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ .....	9
1.1 Особливості систем теплозабезпечення будинку котеджного типу з альтернативним джерелом енергії .....	9
1.2 Умови використання теплових насосів і сонячних колекторів для систем теплозабезпечення будинку котеджного типу.....	10
1.3 Сучасні підходи у проектуванні системи теплозабезпечення будинку котеджного типу з альтернативним джерелом енергії.....	15
1.4 Методи моделювання систем теплозабезпечення будинку котеджного типу з альтернативним джерелом енергії.....	16
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЕКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛО-ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ БУДИНКУ КОТЕДЖНОГО ТИПУ. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ СИСТЕМИ З КОМБІНОВАНОЮ СИСТЕМОЮ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	18
2.1 Вибір та теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій будинку та моделювання тепловтрат.....	18
2.1.1 Загальні дані.....	18
2.1.2 Моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів системи теплопостачання.....	19
2.1.3 Розрахунок покрівлі.....	19
2.1.4 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	21
2.1.5 Підбір вікон.....	23
2.1.6 Теплотехнічний розрахунок перекриття над підвалом.....	24
2.1.7 Розрахунок теплових втрат приміщень.....	25
2.2 Вибір опалювального обладнання.....	27
2.3 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення та визначення його основних параметрів і характеристик.....	27

2.3.1 Підбір обладнання для системи опалення.....	29
2.4 Моделювання та проектні розрахунки системи гарячого водопостачання.....	30
2.4.1 Розрахунок витрат гарячої води.....	30
2.4.2 Моделювання теплового навантаження системи гарячого водопостачання.....	32
2.4.3 Моделювання гідравлічного режиму системи гарячого водопостачання та визначення його основних параметрів і характеристик.....	32
2.4.4 Правила розрахунку постачання густини потоку сонячної радіації для сонячного колектора.....	34
2.4.5 Правила розрахунку системи сонячного колектора.....	35
2.4.6 Розрахунок гідравлічного опору для установки сонячного колектора.....	36
2.4.7 Моделювання роботи установки сонячного колектора для гарячого водопостачання.....	38
2.4.8 Розрахунок густини потоку сонячної радіації.....	39
2.4.9 Розрахунок системи сонячного гарячого водопостачання.....	42
2.4.10 Розрахунок гідравлічного опору для установки сонячного гарячого водопостачання.....	43
2.4.11 Моделювання роботи сонячного колектора.....	44
2.5 Математична модель теплових потоків будинку котеджного типу з альтернативним джерелом енергії.....	45
2.6 Розрахунок потужності та вибір теплового насоса.....	46
2.7 Розробка та вибір конструкції земляного теплообмінника.....	48
2.8 Втрати тиску в конструкції земляного теплообмінника.....	49
2.9 Розрахунок буферної ємності.....	49
2.10 Висновки до розділу.....	50

3	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....		51
3.1 Загальна характеристика об'єкту.....		51
3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи.....		52
3.3 Визначення складу і об'ємів робіт.....		54
3.4 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад.....		57
3.5 Розрахунок та комплектування основних і допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей.....		62
3.6 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань, розрахунок енергоресурсів.....		68
3.6.1 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань.....		68
3.6.2 Витрата електроенергії та пального.....		70
3.7 Пуск в дію та випробування системи опалення.....		70
3.8 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт.....		73
3.9 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану.....		74
4 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....		76
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта.....		76
4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....		76
4.1.2 Електробезпека.....		79
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....		80
4.2.1 Мікроклімат.....		80
4.2.2 Склад повітря робочої зони.....		80
4.2.3 Виробниче освітлення.....		81
4.2.4 Виробничий шум.....		82
4.2.5 Виробничі вібрації.....		84
4.2.6 Психофізіологічні фактори.....		84



4.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Оцінка наслідків вибуху пиліповітряної суміші в котельні.....	86
5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ТЕПЛО-ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ.....	91
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК.....	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	95
ДОДАТКИ.....	99
Додаток А - Технічне завдання.....	99
Додаток Б.....	104
Додаток В.....	107
Додаток Г.....	108
Додаток Д.....	111

## **ВСТУП**

### **Актуальність роботи**

Системи теплозабезпечення будівель є найбільшими споживачами енергії. Застосування децентралізованих систем теплозабезпечення дозволяє зменшити використання енергії. Не менш важливою є проблема теплового забруднення довкілля, яка викликана викидами в атмосферу шкідливих речовин. Цю проблему можна частково вирішити за допомогою впровадження в системи теплозабезпечення альтернативних джерел енергії. Одним з ефективних напрямів збереження традиційного палива та зменшення викидів в атмосферу є використання альтернативних джерел за допомогою комбінованих систем теплопостачання. Проблема зменшення впливу систем теплозабезпечення в будинках котеджного типу на навколишнє середовище та економії палива за рахунок використання комбінованих систем теплопостачання з альтернативними джерелами енергії є актуальною.

### **Зв'язок роботи з науковими темами**

Робота виконана відповідно до наукового напрямку кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету: «Розробка наукових основ створення енергозберігаючих процесів і технологій для забезпечення будівельної галузі та житлово-комунального господарства».

### **Мета та задачі роботи**

Метою роботи є теоретичне обґрунтування та розроблення удосконалення конструктивних рішень елементів систем теплозабезпечення будинку котеджного типу з використанням альтернативного джерела енергії.

Задача роботи полягає:

1. В виконанні аналітичного аналізу літературних джерел з дослідження, систем теплозабезпечення з альтернативними джерелами енергії.
2. Моделювання тепломасообмінних процесів в системі теплозабезпечення.
3. Розроблення організаційно технічних заходів з реалізації проектних рішень.

**Об'єкт дослідження** – система теплозабезпечення будинку котеджного типу з альтернативним джерелом енергії.

**Предмет дослідження** – тепломасообмінні процеси в системах теплозабезпечення будинку котеджного типу з альтернативним джерелом енергії.

#### **Методи дослідження**

Системний аналіз для вибору варіантів рішень створення систем теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії; математичне моделювання процесів тепломасоперенесення на основі законів та рівнянь гідравліки, теплофізики.

#### **Новизна результатів**

На основі теоретичних досліджень визначені особливості тепломасообмінних процесів в приміщеннях. Набула подальшого розвитку математична модель тепломасообмінних процесів в будинках котеджного типу з альтернативним джерелом енергії.

#### **Практичне значення**

Розроблені удосконалені конструктивні рішення системи теплозабезпечення будинку котеджного типу з альтернативним джерелом енергії можуть бути використані як варіант при проектуванні подібних систем.

### **Апробація та публікації**

Результати доповідались на: Міжнародній конференції «Інноваційні технології в будівництві» 2022 р. Науково-технічних конференціях в 2021-2022р. Вінницького Національного Технічного Університету.

На тему опубліковані наступні роботи: Комбінована система теплопостачання з альтернативними джерелами енергії будинку котеджного типу.

# 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

## 1.1 Особливості систем теплозабезпечення будинку котеджного типу з альтернативним джерелом енергії

Тенденціями останніх років є розуміння необхідності застосування альтернативних джерел енергії. За темпами використання нафти та газу, ресурсів людству вистачить приблизно на 50 років. З огляду на дану проблему країни ЄС запроваджують альтернативні джерела. Майбутнє світової енергетики — за відновлюваними та альтернативними джерелами енергії. Україна може розвивати два напрями альтернативних джерел енергії:

- **Сонячна енергетика.** Потенціал використання сонячної енергетики в Україні та областях є достатньо високим. Для майбутнього розвитку та великого обсягу виробництва сонячних фотоелементів розроблені модулі батарей. Сонячна енергетика в Матеріали Всеукраїнської студентської інтернет-конференції «Молодь, наука, бізнес» 201 Україні поки не набула широкого господарського використання, проте передумови для цього є.
- **Повітряна енергетика.** Україна має гарну перспективу розвитку вітроенергетики за рахунок освоєння вітрового потенціалу степових та гірських районів. Для промислового використання енергії вітру економічно обґрунтованими місцями розташування є Південь.

Ринок електроенергії потребує пом'якшення умов та впровадження реформ, що дасть можливість стати органічною цілою з європейським енергетичним ринком. Позитивні аспекти полягають у тому, що альтернативна енергетика є екологічно безпечною та дає змогу бути незалежним від зовнішніх джерел постачання енергії, що сприяє економічній безпеці країни. На теперішній час розвиток та поширення альтернативних джерел є повільним.

Використання екологічно чистих відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) для задоволення енергетичних потреб населення та промисловості є надзвичайно важливим для України, що в першу чергу пов'язано із енергодефіцитністю у галузі існуючої енергетичної системи та незадовільним станом оточуючого середовища. Рішенням Ради національної безпеки і оборони України від 9 грудня 2005 року «Про стан енергетичної безпеки України та основні засади державної політики у сфері її забезпечення», введеним в дію Указом Президента України №1863, одним із пріоритетних завдань державної політики у сфері забезпечення енергетичної безпеки України визначено використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Сьогодні у більшості розвинених країн світу використання відновлюваних джерел енергії є одним із основних пріоритетів розвитку енергетики, що обумовлено необхідністю усунення енергетичної нестабільності країн, пов'язаної з енергетичними кризами, та зменшення обсягів шкідливих викидів, що утворюються в процесі використання традиційних енергоносіїв. Важливим аспектом є також можливість створення запасів органічної сировини для неенергетичних потреб та збереження запасів енергоресурсів для майбутніх поколінь.

## **1.2 Умови використання теплових насосів і сонячних колекторів для систем теплозабезпечення будинку котеджного типу**

Тепловий насос - пристрій, що працює за принципом холодильної машини, переносячи енергію від низькопотенційного джерела до середовища з більшою температурою, наприклад системі опалення або водопостачання будинку. За принципом роботи тепловий насос схожий до звичайної холодильної машини. Тепловий насос переносить енергію, що була накопичена в ґрунті, землі, водоймі, підземних водах або повітрі, у будівлю для її обігріву.

Тепловий насос має наступні елементи:

- Конденсатор - це теплообмінник, в якому відбувається передача енергії від холодоагенту до елементів системи теплозабезпечення будівлі.

- Дросель - це пристрій, який потрібен для пониження тиску, температури;
- Випарник - це теплообмінник, в якому відбувається відбір енергії від низькопотенційного джерела енергії до теплового насоса;
- Компресор - це пристрій, в який підвищує тиск і температуру пари холодоагенту.

Геотермальні, повітряні та водяні теплові насоси на сьогодні, є найбільш ефективними, екологічними та енергозберігаючими системами теплозабезпечення.

По виду затраченої енергії теплові насоси поділяють на:

- компресійні - це теплові насоси, що споживають механічну енергію;
- теплоізолюючі - це теплові насоси, що споживають теплову енергію джерел тепла з температурою вище навколишнього середовища.
- термоелектричні - це теплові насоси, що використовують електроенергію.

У компресійних та теплоізолюючих насосах перетворення енергії утворюється в результаті вчиненого кругового процесу. Термоелектричний тепловий насос перетворює енергію відбувається за рахунок впливу потоку електронів на атоми.

Не малу частину представляє собою використання теплових насосів в системах саме гарячого водопостачання та опалення будівель котеджного типу. В рік на ГВП витрачається приблизно стільки ж енергії, як і на теплозабезпечення будівель. Джерелом низькопотенційної теплової енергії може бути тепло різного походження.

В якості низькопотенційного джерела енергії можуть бути використані:

- енергія землі ;
- енергія підземних вод;
- енергія зовнішнього повітря.

Також можна використовувати інші джерела низькопотенційної енергії:

- енергія витяжного вентиляційного повітря;

- енергія стічних вод;
- енергія побутових тепловиділень.

Існують великі потенційні можливості використання низькопотенційної енергії навколо нас, і тепловий насос представляється найбільш вдалим шляхом реалізації цього потенціалу.

По виду теплоносія у вхідному і вихідному контурах насоси ділять на такі типи:

- ґрунт-вода;
- вода-вода;
- повітря-вода;
- ґрунт-повітря;
- вода-повітря;
- повітря-повітря;

Коефіцієнт перетворення теплоти (англ. Coefficient of performance - COP) - коефіцієнт, який визначає скільки енергії може виробити тепловий насос використовуючи 1 кВт електроенергії. Чим вища температура джерела, тим вища ефективність роботи теплового насоса і тим вищий коефіцієнт перетворення теплоти (COP), відповідно, тим менше електроенергії витрачається на виробництво кіловата тепла.

Формули призначені для обрахунку коефіцієнтів потужності системи опалення.

$$COP_{heating} = \frac{T_{hot}}{T_{hot} - T_{cold}}, \quad (1.1)$$

$$COP_{cooling} = \frac{T_{cold}}{T_{hot} - T_{cold}}, \quad (1.2)$$

де:  $COP_{heating}$  – опалювальний коефіцієнт;

$COP_{cooling}$  – холодильний коефіцієнт;

$T_{hot}$  – середньо термодинамічна температура конденсатора, К;

$T_{cold}$  – середньо термодинамічна температура випарника, К.

Сонце – найближча до нашої планети зірка, джерело життя, та великої кількості енергії, яку можна і потрібно використовувати в наших потребах.



Розрізняють такі технології сонячної енергетики:

- активні;
- пасивні;
- прямі;
- непрямі.

**Активні:** сонячна енергія використовується для нагріву води, освітлення та вентиляції. На активному використанні теплової дії сонячних променів базуються сонячні енергетичні печі, обігрівання басейнів, опріснення морської і засоленої води, отримання дистильованої води, сонячні побутові печі, висушування сільськогосподарських продуктів тощо. Активне використання сонячної енергії може бути здійснене за допомогою сонячного ставка.

**Пасивні:** в контурах систем відсутні будь-які механізми, рушійні частини; особливістю побудови пасивних сонячних структур для організації систем вентиляції, опалення є підбір відповідних за фізичними параметрами будівельних матеріалів, специфічне планування приміщення, розміщення вікон. Інший спосіб використання енергії Сонця - створення так званих пасивних сонячних систем, тобто проектування будівель і підбір будівельних матеріалів таким чином, щоб максимально використовувати сонячне випромінювання. Пасивні сонячні системи є більш простими і дешевими у порівнянні з активними. Пасивні сонячні будівлі є екологічно чистими, вони сприяють створенню енергетичної незалежності і енергетично збалансованому майбутньому. Серед зазначених джерел одним із найбільш перспективних є пряме перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію у напівпровідникових сонячних елементах.

**Прямі** системи, які перетворюють сонячну енергію у ході одного рівня або етапу. Метод прямого перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію є, по-перше, найбільш зручним для споживача, оскільки отримується вживаний вид енергії, і, по-друге, такий метод вважається екологічно чистим засобом одержання електроенергії на  $\sim 308 \sim$  відміну від інших, які використовують органічне паливо, ядерну сировину чи гідроресурси.

**Непрямі** системи, процес функціонування яких включає у себе багаторівневі перетворення і трансформації для отримання необхідної форми енергії.

Розглянемо позитивні та негативні сторони використання сонячної енергії.

**Позитивна сторона.** Сонячне світло ніколи не закінчиться. Сонячна енергія є загальнодоступною.

**Негативна сторона.** Є питання абсолютної безпеки цих технологій для навколишнього середовища. Це набагато безпечніше ніж видобуток нафти, газу, проте на цьому етапі розвитку цих технологій при виготовленні сонячних батарей використовуються шкідливі речовини, які тим чи іншим чином можуть нашкодити природі.

Вже готові зразки (фотоелементи) містять отруйні речовини, такі як свинець, кадмій, галій, миш'як. Що стосується терміну служби перетворювачів (30-50 років), то тут виникає проблема подальшої переробки віджилых модулів, а вирішення питання їх утилізації досі не знайдено. Недоліком процесу видобутку енергії є так звана непостійність.

Для отримання сонячної енергії можна використовувати наступні пристрої:

- плоский сонячний колектор;
- вакуумний трубчастий колектор;
- концентричний сонячний колектор.

ККД сонячного колектора визначається за формулою:

$$\eta_k = Q_k / (E_k \cdot A) \quad (1.3)$$

де:  $\eta_k$  – ККД колектора;

$Q_k$  – кількість теплоти яку виробляє колектор, Вт·год;

$E_k$  – кількість енергії сонця, яка потрапила на абсорбер, Вт·год/м<sup>2</sup>;

$A$  – площа абсорбера, м<sup>2</sup>.

### **1.3 Сучасні підходи у проектуванні системи теплозабезпечення будинку котеджного типу з альтернативним джерелом енергії**

На сьогоднішній час існують багато програм для симуляції та моделювання систем теплозабезпечення. Однією із таких є програма GeoT\*SOL.

GeoT\*SOL – це програма для планування, розрахунку та проектування систем теплозабезпечення з альтернативними джерелами енергії шляхом динамічного моделювання. В програмі також можна обирати різні джерела енергії та режимами роботи. Також можливість інтеграції сонячних теплових систем та бівалентних систем з котлом як додаткове джерело теплопостачання. Використання програмного продукту GeoT\*SOL дозволяє:

- приймати оптимальні рішення для розрахунку систем з тепловим насосом;
- дослідити особливості роботи системи теплозабезпечення з тепловим насосом;
- порівняти обрану систему з тепловим насосом зі звичайною системою теплопостачання для того щоб визначити економію.

В програмі GeoT\*SOL енергопотреба будівлі, втрати та споживання вираховуються в результаті динамічного моделювання. На основі результатів програмою розраховується споживання електроенергії, сезонний коефіцієнт теплової продуктивності та витрати з урахуванням періодів, коли система не працює, а також тарифів. За допомогою цих показників програма оцінює економічну ефективність обраної системи. Вартість та ефективність приводяться не лише для обраної системи з тепловим насосом, а й для іншої системи з метою їх порівняння. Програма GeoT\*SOL має значну базу даних, яка містить:

- більше ніж 4000 колекторів (плоскі колектори, трубчасті колектори, повітряні колектори);
- 5000 котлів (конденсаційні, дров'яні, пелетні та ін.)
- 4000 теплових насосів (розсіл/вода, повітря/вода, вода/вода)

- 600 резервуарів (комбінованих і буферних, одновалентних, двовалентних тощо). Крім того, програма часто оновлюється так як виробники можуть додавати нові моделі накопичувальних баки, котли, колектори та теплові насоси

#### **1.4 Методи математичного моделювання систем теплозабезпечення будинку котеджного типу з альтернативним джерелом енергії**

Україна має обмежений обсяг власних енергоресурсів, а це змушує вдаватися до постачання ресурсів із інших країн-імпортерів. Це ставить нас у незручне становище і змушує підприємства переглядати підходи теплозабезпечення. Найбільшою ця проблема стає для комунальних та промислових підприємств. А саме, як забезпечити споживача енергоресурсом за умови мінімізації кількісних і якісних втрат.

На етапі математичного моделювання систем теплозабезпечення будинку котеджного типу необхідний вибір методів рішення завдань моделювання. При цьому можна використати три основні групи методів:

1. аналітичний метод – це рішення, які були отримані внаслідок аналітичного огляду;
2. графічний метод – це наближений метод, рішення отримані внаслідок аналізу й побудові графіків;
3. чисельний метод – є основним інструментом для для вирішення складних математичних завдань.

Вирішення задачі аналітичним методом виходить отримати рідко, та дуже часто тільки при спрощеному варіанті задачі. Основним методом вирішення задач є алгоритмічний метод. Одержане алгоритмічним методом рішення задачі завжди містить похибку.

Абсолютна похибка - різниця між наближеним і точним значеннями результату.

Відносна похибка - відношення абсолютної похибки засобу вимірювань до істинного або дійсного значення вимірюваної величини у відсотках.

Багато факторів можуть вплинути на наявність похибки під час вирішення задачі алгоритмічним методом. Перелічимо основні джерела виникнення похибки:

1. Похибка моделі - математична модель не являється реальним процесом, а є лише його алгоритмічним описом.
2. Похибка даних або вимірів - вихідні дані для вирішення задачі алгоритмічним методом, як правило містять похибку тому що вони були отримані або під час експериментів, або під час вирішення додаткових задач.
3. Похибка методу - всі методи в більшості випадків є наближеними до реальних процесів.

## **2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЕКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛО-ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ БУДИНКУ КОТЕДЖНОГО ТИПУ. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ СИСТЕМИ З КОМБІНОВАНОЮ СИСТЕМОЮ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

### **2.1 Вибір та теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій будинку та моделювання тепловтрат**

#### **2.1.1 Загальні дані**

Географічний пункт будівництва: м. Немирів.

Кліматологічна характеристика району будівництва [11]:

Середня температура:

- найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю  $k=0,92;t=-21\text{C}$ ;
- найбільш холодної доби із забезпеченістю  $k = 0,98 : t = -29\text{C}$

За картою температурних зон України визначаємо, що Немирів знаходиться в I температурній зоні. В залежності від вологісного режиму приміщення і зони вологості огорожуючі конструкції експлуатуються при умовах Б [4].

Середня швидкість вітру  $v_{ср}=3,9$  м/с. Конструкція зовнішніх стін: кладка з керамічної цегли з утеплювачем – базальтові плити FASROCK, штукатуркою і фарбою. Тип будівлі: будинок котеджного типу. Кількість поверхів: 2. Висота поверху: 2,9 м.

Мінімальні опори теплопередач захисних конструкцій  $\text{m}^2 \text{C}/\text{Вт}$ :

- зовнішні стіни : 3,3;
- підлога : 3,75;
- перекриття : 4,95;
- вікно подвійне металопластикове : 0,75;
- двері : 0,6.

## **2.1.2 Моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів системи тепlopостачання**

Система тепlopостачання 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.

Кінцевою метою теплотехнічного розрахунку є визначення коефіцієнта теплопередачі окремих огорожувальних конструкцій будинку (зовнішні стіни, горищне перекриття, перекриття над підвалом, вікна).

Необхідний термічний опір окремої огорожувальної конструкції залежить від кліматичної зони, де знаходиться житловий будинок для якого проектується систем тепlopостачання. Виходячи із  $R_0$  підбираємо товщину шарів матеріалів для кожної огорожувальної конструкції. Кожна огорожувальна конструкція, як правило, повинна складатися з несучого шару матеріалу (цегли, залізобетонної плити перекриття) і шару утеплювача.

Термічний опір підбраної огорожувальної конструкції  $R_{0ф}$  повинен бути не менше від  $R_{0п}$ , тобто повинна виконуватися умова:  $R_{0ф} > R_{0п}$ . Для цього необхідно розрахувати товщину шарів матеріалу і підібрати відповідну товщину шару утеплювача.

### **2.1.3 Розрахунок покрівлі**

У разі експлуатації другого мансардного поверху у зимових умовах потрібно забезпечити для покрівлі необхідний термічний опір і привести його до нормативного значення,  $R_{покрнорм} = 4,95 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$ . [4]; коефіцієнти тепловіддачі від внутрішнього повітря до покриття  $\alpha_{вн}=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$  і від покриття до зовнішнього повітря  $\alpha_{зн}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  [4]. На рисунку 2.1 показана конструкція даху над мансардним поверхом.

Переріз I-I: без повітряних прошарків

Підшивна дубова полірована дошка впоперек волокон  $\delta_1=0,002$  м,  $\lambda_1=0,23$  Вт/(м К)  $R_1 = 0,087$ (м<sup>2</sup>·К)/Вт (2.1)

Внутрішня обрешітка  $\delta_2=0,03$  м,  $\lambda_2=0,18$  Вт/(м К)  $R_2 = 0,167$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт

Паробар'єр  $\delta_3=0,005$  м,  $\lambda_3=0,2$  Вт/(м К)  $R_3 = 0,025$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт

Суцільна опалубка  $\delta_6=0,02$  м,  $\lambda_6=0,18$  Вт/(м К)  $R_6 = 0,111$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт

Гідроізоляційний толь  $\delta_7=0,003$  м,  $\lambda_7=0,17$  Вт/(м К)  $R_7 = 0,018$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт

Зовнішня обрешітка  $\delta_8=0,03$  м,  $\lambda_8=0,18$  Вт/(м К)  $R_8 = 0,167$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт

$$\sum R_{I-I} = (1/\infty_{вн}) + R_1 + R_2 + R_3 + R_6 + R_7 + R_8 + (1/\infty_{зов}) = (1/8,7) + 0,087 + 0,167 + 0,025 + 0,111 + 0,018 + 0,167 + (1/23) = 0,733 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}};$$

(2.2)

Переріз II-II: з урахуванням повітряних прошарків:

Термічний опір повітряних прошарків:  $R_{пп9} = R_{пп11} = 0,155 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}}$

$$\sum R_{II-II} = (1/\infty_{вн}) + R_1 + R_{пп9} + R_3 + R_6 + R_7 + R_{пп11} + (1/\infty_{зов}) = (1/8,7) + 0,087 + 0,155 + 0,025 + 0,111 + 0,018 + 0,155 + (1/23) = 0,71 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}};$$

(2.3)

Визначимо середній опір теплопередачі огорожувальної конструкції:

$$R_{II} = \frac{F_1 + F_2}{\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2}} = \frac{0,5 + 0,1}{\frac{0,1}{0,733} + \frac{0,5}{0,71}} = 0,714 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}}; \quad (2.4)$$

Визначаємо необхідний термічний опір і товщину утеплювача:

$$R_{ут} = R_{норм}^{покр} - R_{II} = 4,95 - 0,714 = 4,236 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}}; \quad (2.5)$$

В якості утеплювача візьмемо мінеральну вату з  $\lambda_{ут}=0,044$  Вт/(м К)

$$\delta_{ут} = R_{ут} * \lambda_{ут} = 4,236 * 0,044 = 0,186 \text{ м} \quad (2.6)$$

Перераховуємо, беручи  $\delta_{ут} = 0,2$  м:

$$R_{ут} = \frac{0,2}{0,044} = 4,545 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}};$$

$$R_0 = R_{ут} + R_{II} = 4,545 + 0,714 = 5,26 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}}; \quad (2.7)$$



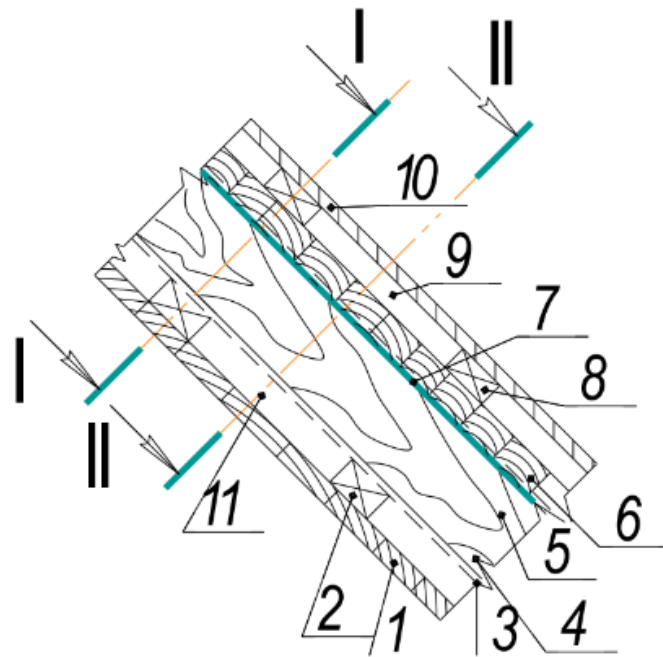


Рисунок 2.1 – Схема для теплотехнічного розрахунку покрівлі: 1 – підшивна дубова полірована дошка впоперек волокон; 2 – внутрішня обрешітка; 3 – паробар'єр; 4 – утеплювач (мінеральна вата); 5 – кроква; 6 – суцільна опалубка; 7 – гідроізоляція (гідроізоляційний толь); 8 – зовнішня обрешітка; 9 – повітряний прошарок; 10 – сталь покрівельна нержавіюча; 11 – повітряний прошарок.

#### 2.1.4 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Принципове конструктивне рішення зовнішніх стін будівлі показано на рис. 2.1. Будова зовнішніх стін:

1 шар – штукатурка (цементно-піщана):  $\lambda = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{С})$ ;  $\delta = 0,02 \text{ м}$ ;

2 шар – цегла глиняна звичайна на цементно-перлітовому розчині:

$\lambda = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{С})$ ;  $\delta = 0,54 \text{ м}$ ;

3 шар – утеплювач (базальтовий утеплювач ROCKWOOL FASROCK):

$\lambda = 0,039 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{С})$ ;

4 шар – зовнішнє опорядження фасадними фарбами.

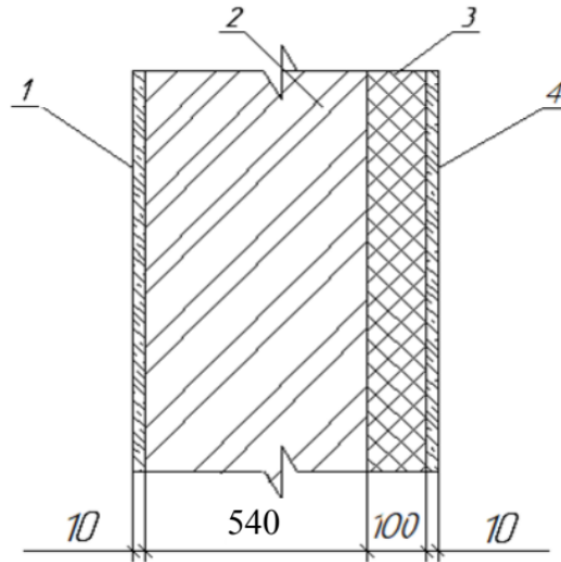


Рисунок 2.2 – Схема для теплотехнічного розрахунку зовнішньої стіни: 1 – штукатурка; 2 – цегла глиняна; 3 – утеплювач; 4 – фарба.

Термічний опір підбраної конструкції огороження  $R_0^\Phi$  повинен бути не менше від  $R_0^n$ , тобто  $R_0^\Phi \geq R_0^n$ . Для цього необхідно розрахувати товщину шарів матеріалу, з яких складається огороження.

Термічний опір шару цегли підраховується за формулою:

$$R_{\text{ц}} = \frac{\delta_{\text{ц}}}{\lambda_{\text{ц}}}, \quad (2.8)$$

де:  $\delta_{\text{ц}}$  – товщина шару;

$\lambda_{\text{ц}}$  – коефіцієнт теплопровідності цегли, Вт/м С.

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

Повний фактичний термічний опір огороження підраховується з виразу:

$$R_0^\Phi = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{ш}}}{\lambda_{\text{ш}}} + \frac{\delta_{\text{ц}}}{\lambda_{\text{ц}}} + \frac{\delta_{\text{у}}}{\lambda_{\text{у}}} + \frac{\delta_{\text{ш}}}{\lambda_{\text{ш}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \quad (2.9)$$

де:  $1/\alpha_{\text{в}}$  – термічний опір теплосприйяття внутрішньої поверхні стіни, Рв;  
 $\alpha_{\text{в}}$  – коефіцієнт теплосприйяття внутрішньої поверхні стіни;

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

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

$\delta_{ш}/\lambda_{ш}$  - термічний опір шару штукатурки,  $R_{ш}$ ;

$1/\alpha_{з}$  - термічний опір тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни,  $R_{з}$ ; тобто,

$$R_0^{\phi} = R_{в} + R_{ш} + R_{ц} + R_{у} + R_{ш} + R_{з} \quad (2.10)$$

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

$$R_{у} = R_0^{\phi} - (R_{в} + R_{ш} + R_{ц} + R_{ш} + R_{з}), \quad (2.11)$$

тоді  $\delta_{у} = R_{у} \cdot \lambda_{у}$

$$R_{ш} = \frac{0,02}{0,81} = 0,024 \frac{\text{м}^2 \text{С}}{\text{Вт}};$$

$$R_{ц} = \frac{0,52}{0,7} = 0,743 \frac{\text{м}^2 \text{С}}{\text{Вт}};$$

$$R_{ш} = \frac{0,10}{0,039} = 2,564 \frac{\text{м}^2 \text{С}}{\text{Вт}};$$

$$R_{в} = 0,115 \frac{\text{м}^2 \text{С}}{\text{Вт}};$$

$$R_{з} = 0,043 \frac{\text{м}^2 \text{С}}{\text{Вт}};$$

$$R_{у} = 3,3 - (0,115 + 0,024 + 0,743 + 0,043) = 1,875 \frac{\text{м}^2 \text{С}}{\text{Вт}};$$

$\delta_{ут} = 1,875 \cdot 0,039 = 0,074 \text{ м} = 74 \text{ мм}$ . Приймаємо  $\delta_{ут} = 10 \text{ см}$ .

Виконуємо перерахунок термічного опору огорожуючої конструкції:

$$R_{\phi} = 0,115 + 0,024 + 0,743 + 2,564 + 0,043 = 3,489 \frac{\text{м}^2 \text{С}}{\text{Вт}}; R_{\phi} > R_{в}.$$

$$\text{Коефіцієнт теплопередачі стіни } k = 1/R_{\phi} = 0,29 \frac{\text{м}^2 \text{С}}{\text{Вт}}$$

### 2.1.5 Підбір вікон

Для 1-ї температурної зони термічний опір вікон повинен бути не менше нормативного значення  $R_{\text{вік}}^{\text{норм}} = 0,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$  Вибираємо світлопрозорі

конструкції (вікна, балконні двері), які виконано з ПВХ-профілів із заповненням двокамерними склопакетами з енергозберігаючим покриттям на внутрішньому склі (4М1-10-4М1-10-4К). Технічні характеристики склопакета: товщина 36 мм двокамерного склопакета, який складається з трьох листових стекол товщиною 4 мм марки М1 згідно з ДСТУ Б В.2.7-122 (ГОСТ 111), з м'яким низькоемісійним покриттям на внутрішньому склі, відстань між стеклами 12 мм, морозостійкий, енергозберігаючий, заповнення: зовнішня камера – повітря, внутрішня камера – аргон.

Термічний опір :  $R_v=0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ .

### 2.1.6 Теплотехнічний розрахунок перекриття над підвалом

Нормативний термічний опір для 1 – ї температурної зони становить для неопалювальних підвалів, розташованих нижче рівня землі  $R_{\text{пер}}^{\text{норм}} = 3,75$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ ; коефіцієнти тепловіддачі від внутрішнього повітря до перекриття  $\alpha_{\text{вн}}=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$  і від перекриття до повітря підвалу  $\alpha_{\text{зн}}=6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

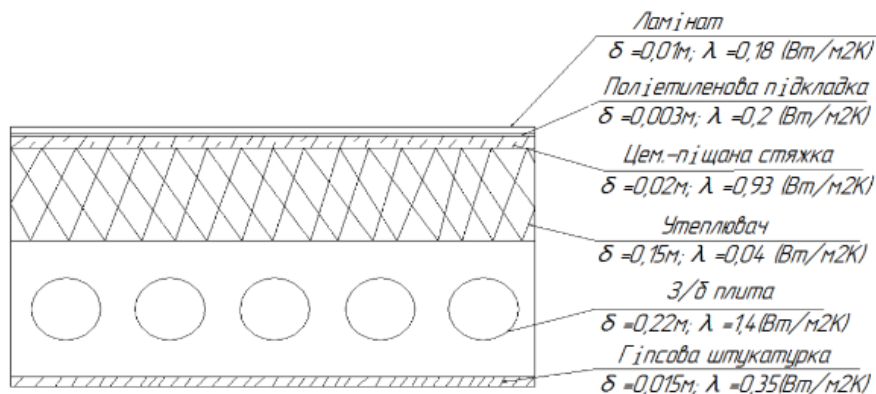


Рисунок 2.3 – Схема для теплотехнічного розрахунку перекриття над підвалом: 1 – ламінат; 2 – поліетиленова підкладка; 3 – цементно-піщана стяжка; 4 – утеплювач (мінеральна вата); 5 – з/б плита; 6 – гіпсова штукатурка.

Розрахунок проводимо аналогічно розрахунку зовнішньої огорожуючої кнструкції. Будова перекриття над підвалом:

ламінат:  $\delta_1=0,01$  м,  $\lambda_1=0,18$  Вт/(м К);

поліетиленова підкладка :  $\delta_2=0,003$  м,  $\lambda_2=0,2$  Вт/(м К);

цементно-піщана стяжка :  $\delta_3=0,02$  м,  $\lambda_3=0,93$  Вт/(м К);

термічний опір з/б плити при потоці тепла зверху вниз  $R_4=0,177$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт;

мінеральна вата :  $\rho=70$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda_{ут}=0,04$  Вт/(м К);

гіпсова штукатурка :  $\delta_5=0,015$  м,  $\lambda_5=0,35$  Вт/(м К).

Визначаємо термічний опір всієї конструкції без утеплювача:

$$R_{ут} = R_{пер}^{норм} - \Sigma R = 3,75 - 0,595 = 3,155 \frac{м^2 \cdot К}{Вт} \quad (2.12)$$

$$\delta_{ут} = R_{ут} * \lambda_{ут} = 3,155 * 0,04 = 0,126(м). \quad (2.13)$$

Приймаємо в якості утеплювача мінераловатні плити товщиною 15 см.

Перераховано:

$$R_0 = \frac{\delta'_{ут}}{\lambda_{ут}} + \Sigma R = \frac{0,15}{0,04} + 0,595 = 4,24 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}. \quad (2.14)$$

### 2.1.7 Розрахунок теплових втрат приміщень

Для визначення потужності опалювального устаткування та інших розрахунків усіх елементів системи (поверхні опалювальних приладів, а також розрахункових витрат теплоносія і потрібних для нього перерізів трубопроводів) виконується розрахунок тепловтрат усіх приміщень будинку.

Тепловтрати через зовнішні огороження будівлі при заданому тепловому режимі визначаються величиною теплового потоку у Вт і залежать від конструкції і теплофізичних властивостей будівельних матеріалів огорожень і від архітектурно-планувальних рішень будинку.

Таким чином, вірний вибір теплозахисних зовнішніх огорожень дозволяє отримати економічне розрахункове теплове навантаження на опалювальну установку. 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 [2].

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

Загальні тепловтрати  $Q_z$  складаються з головних  $Q_g$  та додаткових  $Q_d$ .

Головні тепловтрати  $Q_g$ ,  $W_t$ , визначають за формулою [2]:

$$Q_g = 1/R_0 \cdot F \cdot (t_w - t_z) \cdot n, \quad (2.15)$$

де:  $F$  – теплопередача поверхня огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>;

$R_0$  – повний фактичний термічний опір огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>С/Вт;

$t_w$  – розрахункова температура внутрішнього повітря, С [5].

$t_z$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, С, приймається середня температура найбільш холодної п'ятиденки;

$n$  – коефіцієнт, що враховує додатковий захист огорожувальної конструкції від зовнішніх температур.

Таблиця 2.1 – Значення коефіцієнта  $n$  для різних огорожень

Найменування огороження	Значення
Перекриття горища по суцільному настилу	0,6
Зовнішні стіни	1
Вікна в зовнішніх стінах	1
Двері, які контактують з зовнішнім повітрям	1

Додаткові тепловтрати через огорожуючі конструкції приміщень враховуються і обчислюються у відсотках від основних та приймаються в залежності від виду огороження.

Розраховані тепловтрати повинні відповідати нормативним питомим тепловтратам для даної будівлі, які обираються залежно від градусодіб опалювального періоду.

Нормативні питомі тепловтрати складають 79 Вт/м<sup>2</sup>.

Розрахункові питомі тепловтрати:

$$q_{п} = Q / S, \quad (2.16)$$

де: Q - загальні тепловтрати; S – площа будівлі.

$$q_{пит} = 148116,6/2225,16 = 66,6 \text{ Вт/м}^2$$

Отже, питомі тепловтрати будівлі не перевищують нормативних.

Розрахунок тепловтрат в приміщеннях виконано за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel та наведено в додатку Б.

## **2.2 Вибір опалювального обладнання**

Опалювальні прилади є основними елементами системи опалення і повинні відповідати певним технологічним, санітарно-гігієнічними, техніко-економічним, архітектурно – будівельним вимогам. В даному проекті пропонується встановити сталеві панельні радіатори марки Ferroli Pol. Радіатори Ferroli Pol мають гарантію 3 років з урахуванням експлуатації по призначенню та труби для теплого полу URBERG 16x2 з кисневим бар'єром. Було використано радіатори 22 та 11 типів. Радіатори обладнанні термостатичними клапанами і термостатичними елементами марки Giacomini для регулювання температури опалювального приладу. Для спуску повітря на радіаторах встановленні крани “Маєвського”. Довжину радіатора приймаємо вдаючись тепловою потужністю радіатора, але не менше 75% віконного проїому. Дані розрахунку і підбір опалювальних приладів наведено в додатку В.

## **2.3 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення та визначення його основних параметрів і характеристик**

Метою гідравлічного розрахунку є визначення економічних діаметрів трубопроводів при заданих теплових навантаженнях і розрахунковому

циркуляційному тиску, який встановлений для цієї системи. Розрахунок трубопроводів виконують тоді, коли визначені всі тепловтрати приміщень, вибрані і розміщені опалювальні прилади, складена схема трубопроводів в аксонометрії. Гідравлічний розрахунок системи опалення складається з трьох етапів:

1. Розбивання системи на ділянки і приймання діаметрів трубопроводів на цих ділянках.
2. За таблицями визначають швидкість руху теплоносія на даній ділянці, питомі втрати тиску і втрати тиску на місцевих опорах, визначити сумарні втрати тиску в системі.
3. Виконуємо перевірку: якщо запас тиску не перевищує 10% то діаметри трубопроводів підбрано правильно, в іншому випадку виконують перерахунок.

Розрахунок починається із самого невіддаленого циркуляційного кільця, яке проходить через найбільш віддалений опалювальний прилад. Для попереднього підбору діаметра труб на ділянках розрахункового циркуляційного кільця необхідно знати витрати води на ділянці  $G$ , кг/год і допустиму питому середню втрату тиску на 1м за рахунок тертя  $R_d$ , Па/м.

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{4,187(t_g - t_o)}, \quad (2.17)$$

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

$t_g$  – температура гарячої води, 0С;

$t_o$  – температура охолодженої води, 0С.

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

Витрати на місцевих опорах визначаємо за формулою:



$$Z = \sum \xi p_d \quad (2.18)$$

де:  $\xi$  – коефіцієнт місцевого опору, визначається з каталогів виробників фасонних частин;

$p_d$  – динамічний тиск [1] .

Після цього підраховуємо суму втрат тиску від тертя і суму втрат тиску від місцевих опорів. Потім визначають дійсні сумарні втрати тиску в циркуляційному кільці і порівнюють з розрахунковим циркуляційним тиском. Дані розрахунку наведено в додатку В. Порівнюємо втрати тиску в головному циркуляційному кільці та у відгалуженнях. У випадку, коли різниця тисків сягає більше 10%, збалансування системи відбувається кранами зворотного току біля радіаторів.

### 2.3.1 Підбір обладнання для системи опалення

Змішувачий насос для системи опалення підбираємо за витратою теплоносія та необхідним вільним напором, що визначається з формулою:

$$h = \frac{\Delta p}{\rho g} \quad (2.19)$$

де:  $\Delta p$  - необхідний циркуляційний тиск в системі ( $\Delta p = 9057,2 \text{ Па}$ ),

$\rho$  - середня густина теплоносія ( $\rho = 971,8 \text{ кг/м}^3$ );

$g$  – прискорення вільного падіння.

$$h = \frac{9057,2}{971,8 \cdot 9,81} = 0,95 \text{ (м)} \quad (2.20)$$

Подача насоса визначається по формулі:

$$G = 1,1 \cdot G_{do} \cdot u, \quad (2.21)$$

де  $G_{do}$  – розрахункова максимальна витрата на опалення, [м<sup>3</sup>/год];

$u$  – коефіцієнт змішування (для параметрів 130-70 °С і 90-70 °С,  $u = 1,4$ ).

$$G=1,1 \cdot 2,56 \cdot 1,4=3,94 \text{ м}^3/\text{год.}$$

За значенням продуктивності і напору в системі тепlopостачання підібрано насос Wilo-Star-RS 25/4 марки Wilo [20]. Циркуляційний насос з мокрим ротором, з різьбовим або фланцевим з'єднанням. Ступінчасті налаштування – 3 ступені число обертів для регулювання потужності.

Особливості насосу: клас енергоефективності А, економія енергії до 80% в порівнянні з нерегульованими циркуляційними насосами, придатний для монтажу з горизонтальним розташуванням валу; клемна коробка монтується в різних положеннях (відповідно до положень стрілки годинника 3-6-9-12 год).

Підбираємо автоматичні балансувальні клапани, які монтуються на зворотних стояках. Оскільки система опалення двотрубна, а радіатори оснащені терморегуляторами з попередньою настройкою пропускної здатності – вибираємо клапан ASV-PV, а клапан-партнер, який монтується на подаючому стояку при його діаметрі від 15 мм до 40 мм, підбираємо ASV-M. Діаметри стояків 20 мм. Необхідний перепад тиску в стояку  $\Delta P_{ст} = 4,5$  кПа.

Підібрано клапан ASV-PV типорозміру DN 20 [21]. Клапани підтримують втрати тиску, на які відбувається настройка при ступені відкриття клапана рівній 25%. Кожен опалювальний прилад оснащений приєднувальним елементом RTD-K3 попередньою настройкою з підключенням знизу.

## **2.4 Моделювання та проектні розрахунки системи гарячого водопостачання**

### **2.4.1 Розрахунок витрат гарячої води**

Секундні витрати гарячої води визначають, л/с за формулою:

$$G = 5 \cdot g \cdot \alpha \text{ [л/с];}$$

$$G = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,84 = 0,84 \text{ (л/с);} \tag{2.22}$$

де:  $g$  – витрата гарячої води одним водорозбірним приладом, в л/с, величина якої приймається [19];

$\alpha$  – безрозмірна величина, яку слід визначати в залежності від загальної кількості  $N$  водорозбірних приладів й ймовірності їх дії в години найбільшого водоспоживання [19].

$$N \cdot P_{hr} = 8 \cdot 0,05 = 0,4,$$

$$\alpha_{hr} = 0,84. \quad (2.23)$$

Ймовірність дії  $P$  водорозбірних приладів системи гарячого водопостачання визначають за формулою:

$$P = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{q_0^h \cdot N \cdot 3600},$$

$$P = \frac{10 \cdot 6}{0,2 \cdot 8 \cdot 3600} = 0,0104, \quad (2.24)$$

де:  $q_{hr,u}$  – норма витрати гарячої води в л одним споживачем в годину найбільшого водоспоживання, яка приймається по [19];

$U$  – кількість споживачів гарячої води в будинку (чол);

$N$  – загальна кількість водорозбірних приладів, встановлених в будинку.

Ймовірність використання водорозбірних приладів з гарячою водою  $P_h$  за годину визначають за формулою:

$$P_h = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0^h}{q_{o,hr}^h},$$

$$P_h = \frac{3600 \cdot 0,0104 \cdot 0,2}{200} = 0,037 < 0,1, \quad (2.25)$$

де:  $q_{hr}$  – годинна витрата води сантехнічним обладнанням [19].

Годинні витрати гарячої води  $q_{hr}$  в м<sup>3</sup>/год в годину найбільшого водоспоживання визначають за формулою:

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{o,hr}^h \cdot \alpha_{hr} \text{ [м}^3\text{/год]},$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 0,84 = 0,84 \text{ (м}^3\text{/год)}, \quad (2.26)$$

де:  $q_{hr}$  – годинна витрата води сантехнічним обладнанням [19];

$\alpha_{hr}$  – безрозмірна величина, яка визначається [19] в залежності від загального числа  $N$  водорозбірних приладів, і ймовірності використання їх  $P_{ch}$  в годину найбільшого водоспоживання.

#### **2.4.2 Моделювання теплового навантаження системи гарячого водопостачання**

Тепловий потік за період максимального водорозбору в годину визначається за формулою :

$$Q_{hr}^h = 1,163 \cdot q_{hr}^h \cdot (55 - t^c) + Q^{ht} \text{ (кВт)},$$
$$Q_{hr}^h = 1,163 \cdot 0,84 \cdot (55 - 5) + 1,05 = 49,9 \text{ (кВт)}, \quad (2.27)$$

де:  $q_{hr}$  – годинні витрати гарячої води в годину найбільшого водоспоживання м<sup>3</sup>/год;

$t$  – температура холодної води в сітці водопроводу, в оС (при проектуванні приймають  $t_x = 5$ оС);

$Q_{ht}$  – втрати тепла подавальними і циркуляційними трубопроводами систем гарячого водопостачання приймаємо 5% від розрахункового навантаження.

#### **2.4.3 Моделювання гідравлічного режиму системи гарячого водопостачання та визначення його основних параметрів і характеристик**

Моделювання гідравлічного режиму розподільної сітки гарячого водопроводу проводиться на основі аксонометричної схеми. Розрахункові витрати води на ділянках, л/с, визначаємо за формулою:

$$g = 0.2 \cdot \sqrt{N} + 0.002 \cdot N \quad (2.28)$$

Для ділянок трубопроводів від критичної водорозбірної точки до розгалуження на ввіді від водонагрівника розрахункові витрати визначають по  $P_{г}$ , розрахункові витрати. За витратами, вдаючись швидкостями, знаходять

діаметри труб на питомі втрати напору. Визначають втрати напору на окремих ділянках трубопроводів, мм, за формулою:

$$H = i l (1 + K_m), \quad (2.29)$$

де:  $i$  – питомі втрати напору на тертя, мм вод.т.,

$l$  - довжина ділянки трубопроводу, м;

$K_m$  – коефіцієнт, який враховує співвідношення втрат напору на ділянці трубопроводу на місцеві опори  $i$  на тертя.

Згідно а рекомендаціями, [19] величини  $K_m$  приймають:

0,2 – для подвальних (розподільних) трубопроводів;

0,5 – для трубопроводів в межах теплового пункту;

0,1 – для трубопроводів водорозбірних стояків без регістрів.

Таблиця 2.2 – Результати гідравлічного моделювання мережі гарячого водопостачання

№	Розрахункові ділянки	Довжина, / м	Число приладів				$\sum N$	q, л/с	d, мм	V, м/с	Витрати напору		
			Мийка N=1	Умивальник N=0,5	Ванна N=1,5	Туалет N=0,5					На 1м	На ділянці	$H = i l (1 + K_m)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Розрахунок подаючого кільця													
1	0-1	0,8	1	4	3	-	8	0,58	25	1,44	54	172,8	190
2	1-2	2,4	1	1	1	-	3	0,35	20	1,21	214,9	451,3	496
3	2-3	20	1	-	-	-	1	0,2	15	1,37	66,9	1037,0	1141
4	2-4	4,1	-	1	1	-	2	0,29	15	1,24	111,4	367,6	404
5	4-5	2,4	-	1	-	-	1	0,2	15	1,7	56,5	186,5	205
6	1-6	2,7	-	3	2	-	5	0,46	25	1,32	81,0	267,3	294
7	6-7	2,6	-	3	2	-	5	0,46	20	1,43	129,8	305,0	336
8	7-8	1,9	-	1	1	-	2	0,29	15	1,11	83,5	75,2	83
9	8-9	4,4	-	-	1	-	1	0,2	15	1,32	155,6	77,8	86
11	7-10	3,8	-	2	1	-	3	0,35	15	1,33	56,5	186,5	205
12	10-11	2,1	-	1	1	-	2	0,29	15	1,37	39,8	52	57
13	11-12	5,5	-	-	1	-	1	0,2	15	1,21	39,8	27,9	31
Всього													3528

#### 2.4.4 Правила розрахунку постачання густини потоку сонячної радіації для сонячного колектора

Максимальна густина потоку сонячної радіації на горизонтальну поверхню:

$$H_{\text{ч}}^{\text{макс}} = \frac{H(n) \cdot \pi}{2 \cdot 3600 \cdot N}, \text{ Вт / м}^2; \quad (2.30)$$

де:  $H(n)$  - Середньодобова сонячна радіація, МДж/м<sup>2</sup>, [10]

Час сходу Сонця:

$$t_{\text{сх}} = 12,27 - 0,52N, \text{ год}; \quad (2.31)$$

Тривалість періоду, що обчислюється з часу після сходу Сонця:

$$t' = t - t_{\text{сх}}, \text{ год}; \quad (2.32)$$

Густина потоку сонячної радіації на горизонтальну поверхню за годину:

$$H_{\text{Г}} = H_{\text{Г}}^{\text{макс}} \sin\left(\frac{\pi \cdot t'}{N}\right) \text{ Вт / м}^2; \quad (2.33)$$

Середньодобова температура навколишнього середовища:

$$T_a = A + \frac{5B}{\text{tg}\varphi}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.34)$$

де при  $n = 0 \dots 166$   $A = (0,033n)^2 - 0,0221n - 9,92$ ;

при  $n = 167 \dots 225$   $A = 2,723n - (0,0826n)^2 - 246,4$ ;

при  $n = 226 \dots 365$   $A = (0,0255n)^2 - 0,626n + 131,6$ ;

$$B = \sin\left[\frac{\pi(N - t' + 1)}{N}\right]. \quad (2.35)$$

Аргумент функції синуса обчислюється у радіанах.

Відношення потоку прямої сонячної радіації, що надходить по нормалі на нахилену поверхню, до потоку радіації, яка надходить на горизонтальну поверхню:

$$R = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(\omega) + \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin(\delta)}{\cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(\omega) + \sin(\varphi) \cdot \sin(\delta)}, \quad (2.36)$$

де:  $\beta$  – кут нахилу сонячного колектору;

$\omega$  - годинний кут.

Годинний кут дорівнює нулю у сонячний полудень, кожна година відповідає  $15^\circ$  довготи, при цьому значення годинного кута до полудня вважається негативним, а після полудня - позитивним. Розрахунок ведеться згідно з виразом:

$$\omega = 15 \cdot (t - 12), \quad (2.37)$$

де:  $t$  - поточна година.

Величина  $R$  визначається для кожної години окремо, за її допомогою виконуються перерахунки густини потоку випромінювання, що надходить на горизонтальну поверхню, на густину потоку, що надходить на нахилену поверхню сонячного колектора –  $H_2R$ , Вт/м<sup>2</sup>.

#### 2.4.5 Правила розрахунку системи сонячного колектора

Норми споживання гарячого водопостачання:

$$Q_{Г.В} = 4187G \frac{(55 - t_{х.л})}{(55 - t_{х.з})} \beta, \text{ ГДж}; \quad (2.38)$$

де:  $G$  – норма споживання води на гаряче водопостачання при температурі  $55^\circ\text{C}$ , л/добу·люд;

$t_{х.л}$  – температура холодної (водопровідної) води в літній період,  $^\circ\text{C}$  (при відсутності даних береться рівною  $+15^\circ\text{C}$ );

$t_{x.3}$  – температура холодної (водопровідної) води в опалювальний період, °С (при відсутності даних береться рівною 5 °С);

$\beta$  - коефіцієнт, що враховує зниження середньогодинного споживання води на гаряче водопостачання в неопалювальний період по відношенню до опалювального, при відсутності даних береться як для житлового будинку = 1,0.

Площа сонце поглинаючої поверхні установок з дублером:

$$A = \frac{1,16G(T_1 - T_2)}{\eta \sum_i H_{\Gamma} R}, M^2; \quad (2.39)$$

де  $T_1$  – необхідна температура гарячої води, °С,

$T_2$  – температура холодної води, °С,

$h$  – ККД установки сонячного гарячого водопостачання.

Коефіцієнт корисної дії сонячного колектора:

$$\eta = 0,8 \left\{ \ominus - \frac{9U[0,5(t_1 + t_2) - T_{a.ep}]}{\sum_i H_{\Gamma} R} \right\}; \quad (2.40)$$

де:  $q$  — приведена оптична характеристика колектора може бути прийнята рівною 0,73 для одно скляних колекторів і 0,63 - для двускляних.

Температура на вході в сонячний колектор :

$$t_2 = T_2 + 5, ^\circ C; \quad (2.41)$$

Температура на виході з сонячного колектора:

$$t_1 = T_1 + 5, ^\circ C; \quad (2.42)$$

Необхідний об'єм бака – акумулятора:

$$V = \frac{A \cdot Q_{\Gamma.B}}{4187 \cdot (T_1 - T_2) \cdot 10^3}, M^3; \quad (2.43)$$

#### **2.4.6 Розрахунок гідравлічного опору для установки сонячного колектора**



Необхідна витрата теплоносія:

$$Q_{TH} = 30 \cdot A, \text{ л/год}, \quad (2.44)$$

Необхідний діаметр трубопроводу:

$$d = \sqrt{\frac{Q_{TH} \cdot 10^{-3}}{900\pi v}}, \text{ м}, \quad (2.45)$$

де:  $v$  – швидкість теплоносія м/с, при відсутності даних приймаємо (0,4 – 0,7) м/с.

Втрата тиску в магістралі:

$$\Delta H_M = a \cdot l \frac{1,1 \cdot v^{1,75}}{d^{1,25}}, \text{ м}, \quad (2.46)$$

де:  $a$  – коефіцієнт опору матеріалу трубопроводу,

$l$  – загальна довжина трубопроводу, м.

Втрата тиску для сантехнічної арматури:

$$\Delta H_{c.a} = \xi \frac{v^2}{2g}, \text{ м}, \quad (2.47)$$

де:  $\xi$  – коефіцієнт, що залежить від внутрішнього діаметру труби до радіусу її заокруглення.

$g$  – прискорення вільного падіння м/с<sup>2</sup>.

Втрата тиску в змійовику:

$$\Delta H_{зм} = \Delta H_{np} \cdot x, \text{ м}, \quad (2.48)$$

де:  $\Delta H_{np}$  – втрата напору в прямій трубі;

$x$  – безрозмірний поправочний коефіцієнт;

Втрата напору в прямій трубі:

$$\Delta H_{np} = \lambda \frac{l v^2}{d 2g}, \text{ м}, \quad (2.49)$$

де:  $\lambda$  – коефіцієнт тертя.

для ламінарної течії середовища (де  $Re > 2300$ ):

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}, \quad (2.50)$$

для турбулентного перерізу (де  $\text{Re} > 100000$ ).

$$\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}}, \quad (2.51)$$

Безрозмірний поправочний коефіцієнт:

$$x = 1 + 354 \frac{d}{D}; \quad (2.52)$$

де:  $D$  – діаметр витка зміювика, мм.

Втрата напору в сонячному колекторі:

$$\Delta H_{СК} = \frac{10000}{\rho \cdot g}, \text{ м}, \quad (2.53)$$

де:  $\rho$  – густина теплоносія,  $\text{кг/м}^3$ .

Сумарні втрати напору в системі сонячного гарячого водопостачання:

$$\Delta H_{\text{сум}} = \Delta H_{\text{м}} + \Delta H_{\text{с.а.}} + \Delta H_{\text{зм}} + \Delta H_{\text{СК}}, \text{ м}, \quad (2.54)$$

#### 2.4.7 Моделювання роботи установки сонячного колектора для гарячого водопостачання

Середньо-годинне корисне тепло вироблене сонячним колектором:

$$q_{\text{кор.ср.год}} = F_R \left( (\tau\alpha) H_{\text{с}} R - U(T_{\text{ск}} - T_{\text{а}}) \right), \text{ Вт/м}^2; \quad (2.55)$$

де:  $F_R$  – коефіцієнт відведення тепла від колектора, може бути прийнятий 0,8 [7];

$\tau\alpha$  – наведена поглинальна здатність сонячного колектора (може бути прийнята 0,84) [7];

$U$  – Повний коефіцієнт теплопередачі через стінки сонячного колектора, може бути прийнята  $8 \text{ Вт/м}^2\text{К}$  [7];

Корисне тепло вироблене сонячним колектором за добу:

$$q_{кор.доб} = q_{кор.ср.год} \cdot N, Вт \cdot год, \quad (2.56)$$

Корисне тепло вироблене сонячним колектором за сезон:

$$q_{кор.сез} = \sum_{i=1}^m q_{кор.ср.год}^i, Вт \cdot год, \quad (2.57)$$

де:  $m$  – кількість днів в місяці,

$i$  – номер місяцю.

Фактор заміщення:

$$F = \frac{q_{кор.сез}}{Q_{Г.В}}; \quad (2.58)$$

Корисна дія установки сонячного гарячого водопостачання:

$$\eta_{сез} = \frac{F \cdot q_{кор.сез}}{A \cdot \sum_{i=1}^m H_{\epsilon} R}. \quad (2.59)$$

#### 2.4.8 Розрахунок густини потоку сонячної радіації

Розрахунки проводяться для 15 числа місяця квітень, розрахунок для інших місяців проводиться згідно з цим алгоритмом.

Кут нахилу сонячних променів:

$$\delta = 23,5 \cdot \sin\left(360 \frac{284 + 105}{365}\right) = 9,435, град;$$

Тривалість дня:

$$N = \frac{2}{15} \arccos(-\operatorname{tg} 46,10 \cdot \operatorname{tg}(9,435)) = 13,35, год;$$

Максимальна густина потоку сонячної радіації на горизонтальну поверхню (рис. 2.8):

$$H_{Г}^{max} = \frac{15,3 \cdot 10^6 \cdot 3,14}{2 \cdot 3600 \cdot 13,35} = 499,78, Вт / м^2;$$

Розрахунок установки сонячного гарячого водопостачання з дублером робиться для місяця з найбільшою сонячною радіацією.

Таблиця 2.3 - Густина потоку сонячної радіації

Місяць	n	$H(n)$ , МДж/(м <sup>2</sup> · доб)	δ, град	N, год	$H_r^{max}$ Вт/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
Квітень	105	15,3	9,435	13,35	499,780
Травень	135	19,8	18,832	14,828	582,588
Червень	166	22,96	23,364	15,634	640,699
Липень	196	22,42	21,563	15,303	639,173
Серпень	227	19,85	13,813	14,017	617,838
Вересень	257	14,76	2,624	12,377	520,340
Жовтень	288	9,22	-9,619	10,628	378,554

Як випливає з розрахунку, місяць з найбільшою сонячною радіацією є червень.

Час сходу Сонця:

$$t_{cx} = 12,27 - 0,52 \cdot 15,636 = 4,139, \text{ год}$$

Тривалість періоду, що обчислюється з часу після сходу Сонця:

$$t' = 12 - 4,139 = 7,86, \text{ год}$$

Густина потоку сонячної радіації на горизонтальну поверхню сонячного колектора за годину:

$$H_r = 640,699 \cdot \sin\left(\frac{3,14 \cdot 7,86}{15,636}\right) = 640,67, \text{Вт/м}^2;$$

Температура навколишнього середовища:

де:  $n=166$ ;

$$T_a = 16,42 + \frac{5 \cdot (0,9817)}{\text{tg} 46,10^\circ} = 21,14, ^\circ \text{C};$$

де при  $n = 0 \dots 166$   $A = (0,033n)^2 - 0,0221n - 9,92 = (0,033 \cdot 166)^2 - 0,0221 \cdot 166 - 9,92 = 16,42$ ;

$$B = \sin\left[\frac{3,14(15,636 - 7,86 + 1)}{15,636}\right] = 0,9817.$$

Відношення потоку прямої сонячної радіації, до потоку радіації, яка надходить на горизонтальну поверхню сонячного колектора:

Величина  $R$  визначається для кожної години окремо, за її допомогою виконуються перерахунки густини потоку випромінювання, що надходить на горизонтальну поверхню, на густину потоку, що надходить на нахилену поверхню сонячного колектора –  $H_r R$ , Вт/м<sup>2</sup>:

$$H_r R = 640,67 \cdot 1,359 = 870, \text{Вт/м}^2;$$

Густина потоку випромінювання, що надходить на горизонтальну поверхню, на густину потоку, що надходить на нахилену поверхню сонячного колектора.

Таблиця 2.4 – Значення коефіцієнта  $n$  для різних огорожень

t	t'	$H_r, \text{Вт/м}^2$	B	$T_a, ^\circ \text{C}$	$\omega$	R	$H_r R, \text{Вт/м}^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
4,13	0	0	-0,1979	15,48	-117,91	44,7611	0
5,00	0,86	110,26	-0,0263	16,29	-105	-0,7771	0

6,00	1,86	234	0,1736	17,25	-90	0,4411	103,21
7,00	2,86	348,32	0,3665	18,18	-75	0,7799	271,65
8,00	3,86	448,63	0,5448	19,04	-60	0,9309	417,62
9,00	4,86	530,89	0,7011	19,79	-45	1,0107	536,55
10,00	5,86	591,79	0,8292	20,41	-30	1,0550	624,31
Продовження таблиці 2.4							
1	2	3	4	5	6	7	8
11,00	6,86	628,88	0,9241	20,86	-15	1,177	740,19
12,00	7,86	640,67	0,9817	21,14	0	1,359	870,67
13,00	8,86	626,69	1	21,23	15	1,177	734,61
14,00	9,86	587,49	0,9780	21,12	30	1,0550	619,80
15,00	10,86	524,65	0,9167	20,83	45	1,0107	530,25
16,00	11,86	440,71	0,8186	20,35	60	0,9309	410,25
17,00	12,86	339,04	0,6876	19,72	75	0,7799	264,41
18,00	13,86	223,73	0,5289	18,96	90	0,4411	98,68
19,00	14,86	99,41	0,3490	18,09	105	-0,7771	0
19,39	15,25	49,56	0,2746	17,74	110,85	-2,8243	0
19,62	15,48	20	0,2300	17,52	114,30	-7,8276	0
19,77	15,63	0	0,1995	17,38	116,63	-41,7526	0

Оптимальний кут нахилу сонячного колектору приймаємо 26 °.

## 2.4.9 Розрахунок системи сонячного гарячого водопостачання

Коефіцієнт корисної дії сонячного колектора:

$$\eta = 0,8 \left\{ 0,81 - \frac{9 \cdot 3,48 [0,5(55 + 20) - 30,95]}{5955,66} \right\} = 0,62;$$

Температура на вході в сонячний колектор:

$$t_2 = 15 + 5 = 20, ^\circ C;$$

Температура на виході з сонячного колектора:

$$t_1 = 50 + 5 = 55, ^\circ C;$$

Площа сонцепоглиняючої поверхні колектора:

$$A = \frac{1,16 \cdot 85 \cdot 5 \cdot (50 - 15)}{0,62 \cdot 5955,66} = 4,67, \text{ м}^2;$$

Характеристики сонячного колектора представлені у додатку Е.

Необхідний об'єм бака – акумулятора:

$$V = \frac{4,67 \cdot 499000}{4187 \cdot (50 - 15) \cdot 10^3} = 0,152, \text{ м}^3.$$

## 2.4.10 Розрахунок гідравлічного опору для установки сонячного гарячого водопостачання

Необхідна витрата теплоносія:

$$Q_{TH} = 30 \cdot 4,67 = 163,8, \text{ л/год},$$

Необхідний діаметр трубопроводу:

$$d = \sqrt{\frac{163,8 \cdot 10^{-3}}{900 \cdot 3,14 \cdot 0,5}} = 0,011, \text{ м};$$

Обираємо мідну трубу з внутрішнім діаметром  $d=10$  мм, для даної труби швидкість теплоносія:

$$v = \frac{163,8 \cdot 10^{-3}}{9000 \cdot 3,14 \cdot 0,01^2} = 0,58, \text{ м/с};$$

Втрата напору в магістралі:

$$\Delta H_M = 0,0152 \cdot 10 \frac{1,1 \cdot 0,58^2}{2 \cdot 0,168 \cdot 9,81} = 0,26, \text{ м};$$

Втрата напору в сантехнічній арматурі:

$$\Delta H_{c.a} = \frac{0,58^2}{2 \cdot 9,81} (1,1 \cdot 6 + 0,5 + 0,2 + 0,49 \cdot 6 + 12 + \frac{0,015 \cdot 0,6}{0,19}) = 0,2689, \text{ м};$$

Втрата напору в змійовику:

$$\Delta H_{np} = \frac{0,316}{414813^{0,25}} \frac{30,6}{0,57} \frac{0,58^2}{2 \cdot 9,81} = 0,011, \text{ м};$$

Безрозмірний поправочний коефіцієнт:

$$x = 1 + 354 \frac{0,57}{1,8} = 2,127;$$

$$\Delta H_{zm} = 0,011 \cdot 2,127 = 0,2421, \text{ м};$$

Втрата напору в сонячному колекторі:

$$\Delta H_{CK} = \frac{10000}{995,67 \cdot 9,81} = 1,024, \text{ м};$$

Сумарні втрати напору в системі сонячного гарячого водопостачання складає:

$$\Delta H_{\text{сум}} = 0,26 + 0,2689 + 0,011 + 2,127 + 1,024 = 1,69, \text{ м}.$$

Отже, потужність електродвигуна для циркуляційного насосу складає 0,1 кВт.

#### 2.4.11 Моделювання роботи сонячного колектора



Миттєве корисне тепло вироблене сонячним колектором:

$$q_{\text{кор.ср.год}} = 0,8(0,84 \cdot 389,13 - 4,8(35 - 30,95)) = 298,38, \text{ Вт} / \text{ м}^2;$$

Корисне тепло вироблене сонячним колектором за добу:

$$q_{\text{кор.доб}} = 298,38 \cdot 15,634 \cdot 4,64 = 5342,40 \text{ Вт} \cdot \text{ год},$$

Корисне тепло вироблене сонячним колектором за сезон (рис. 2.11):

$$q_{\text{кор.сез}} = 108401,4, \text{ Вт} \cdot \text{ год},$$

Фактор заміщення:

$$F = \frac{11941,97}{15206,84} = 0,785;$$

Корисна дія установки сонячного гарячого водопостачання:

$$\eta_{\text{сез}} = \frac{0,785 \cdot 108401,4}{4,67 \cdot 38018,95} = 0,48;$$

## **2.5 Математична модель теплових потоків будинку котеджного типу з альтернативним джерелом енергії**

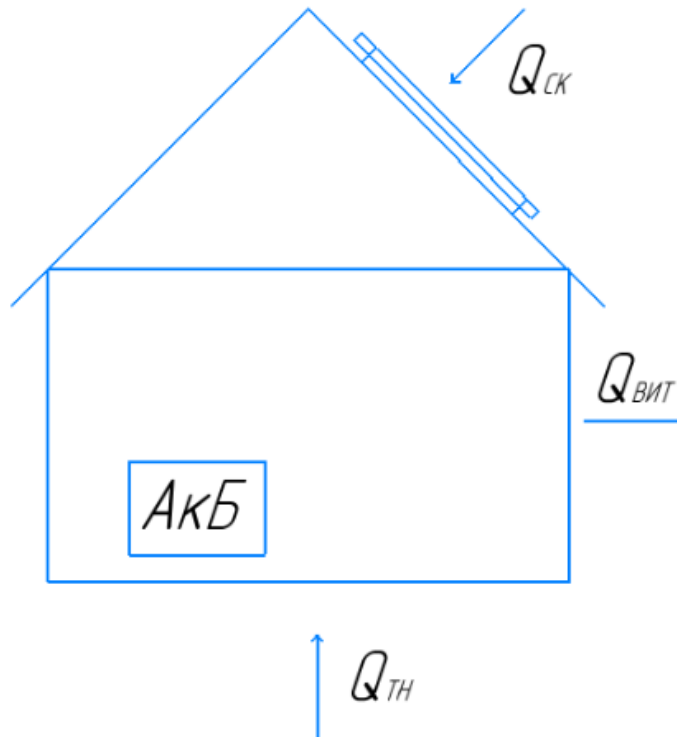


Рисунок 2.4 – Модель теплових потоків будинку

$Q_{СК}$  - енергія що надходить з сонячного колектора 2 КВт

$Q_{ТН}$  - енергія що надходить з теплового насоса 16 КВт

$Q_{ВИТ}$  - тепловтрати будинку 15 КВт

**Холодний період року:**

$$\sum Q_{ВИТ} < Q_{оп} + Q_{ГВП}$$

$$15 \text{ КВт} < 18 \text{ КВт}$$

**Теплий період року:**

$$\sum Q_{ВИТ} = Q_{ГВП}$$

$$\sum Q_{ВИТ} = 2 \text{ КВт}$$

**2.6 Розрахунок потужності та вибір теплового насоса**

Початкові дані:

Температура низькотемпературного джерела теплоти:

а) на вході в випарник  $t''_{\text{ох}} = 11^{\circ}\text{C}$ ;

б) на виході з випарника  $t^1_{\text{ох}} = 5^{\circ}\text{C}$ .

Температура мережної води

а) зворотньої  $t_{\text{зсв}} = 50^{\circ}\text{C}$ ;

б) прямої  $t_{\text{псв}} = 70^{\circ}\text{C}$ .

Величина недогріву  $\theta = 5^{\circ}\text{C}$ .

Температура навколишнього середовища  $t_{\text{нс}} = 0^{\circ}\text{C}$ .

Коефіцієнт корисної дії, електромеханічний  $\eta_{\text{ем}} = 0,95$ .

Тривалість опалювального сезону  $\tau_{\text{оп}} = 4200$  год/рік.

В якості теплового насоса приймаємо тепловий насос “BWR-MTD2 0061ts (3x380V)” з характеристиками:

Електрична потужність: 3.5 кВт

Виробник: Climaveneta

Теплова потужність: 15 кВт

Потужність охолодження: 21.3 кВт

Коефіцієнт перетворення: 4.57

Розміри: 1105мм\*680мм\*845мм

Вага: 225кг

Методика розрахунку системи тепlopостачання – ТНУ з приводом компресора від електричного двигуна. Розрахунок проведений для першого сезону.

Температура мережевої води після конденсатора ТНУ,  $^{\circ}\text{C}$

$$t_{\text{тн}} = t_{\text{к}} - \theta, \quad (2.60)$$

де:  $t_{\text{к}}$  – температура конденсації холодоагенту,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\theta$  – величина недогріву,  $^{\circ}\text{C}$

$$t_{\text{тн}} = 80 - 5 = 75.$$

Теплова потужність ТНУ в першому сезоні, кВт

$$Q_{\text{ТНУ}} = 15.$$

Температура холодоагенту у випарнику, °С

$$t_B = t_{ox}'' - \theta, \quad (2.61)$$

де:  $t_{ox}''$  – температура охолоджуваної води на виході з випарника ТНУ, °С

$$t_B = 11 - 5 = 6.$$

Питома теплова видатність випарника, кДж/кг

$$q_B = h_1 - h_4 \quad (2.62)$$

де:  $h_1, h_4$  – ентальпії холодоагенту в точках 1 та 4, відповідно,  $h_1 = 1710$  кДж/кг,  $h_4 = 700$  кДж/кг

$$q_B = 1710 - 700 = 1010.$$

Адіабатний теплоперепад в компресорі, кДж/кг

$$H_a = h_{2a} - h_1 \quad (2.63)$$

де:  $h_{2a}$  – ентальпії холодоагенту в точці 2а,  $h_{2a} = 1960$  кДж/кг

$$H_a = 1960 - 1710 = 250.$$

Дійсний робочий теплоперепад в компресорі, кДж/кг

$$H_p = H_p^{KM} / \eta_{oi}^{KM}, \quad (2.64)$$

де:  $\eta_{oi}^{KM}$  – відносний внутрішній ККД компресора,

$$H_p = 250 / 0,82 = 305.$$

Ентальпія холодоагенту в точці 2, кДж/кг:

$$h_2 = h_1 + H_p \quad (2.65)$$

$$h_2 = 1780 + 305 = 2085.$$

Питома теплова видатність конденсатора, кДж/кг

$$q_k = h_2 - h_3, \quad (2.66)$$

де:  $h_3$  – ентальпія холодоагенту в точці 3,  $h_3 = 710$  кДж/кг

$$q_k = 2085 - 710 = 1375.$$

Кількість холодоагенту, що циркулює в ТНУ, кг/с

$$G_{xa} = \frac{Q_{TNU} \cdot 10^3}{q_k \cdot \eta_m}, \quad (2.67)$$

де:  $\eta_{em}$  – коефіцієнт корисної дії, електромеханічний,  $\eta_{em} = 0,95$

$$G_{xa} = \frac{15}{1375 \cdot 0.95} = 0.012$$

Потужність, яка витрачається на компресор, кВт

$$N = \frac{G_{xv} \cdot H_p}{\eta_{em}}, \quad (2.68)$$

де:  $\eta_{em}$  – електромеханічний ККД компресора

$$N_k = \frac{0.011 \cdot 305}{0.92} = 3.65$$

### 2.3 Теплоенергетичні показники ТНУ

Коефіцієнт перетворення ТНУ:

$$\varphi = Q_{TNU} / N_k, \quad (2.69)$$

$$\varphi = \frac{15}{3.65} = 4.1$$

### 2.7 Розробка та вибір конструкції земляного теплообмінника

В якості теплообмінника для теплового насоса, виберемо горизонтальний теплообмінник. Такий теплообмінник розташовується в землі на глибині 2-3м. На цьому рівні температура змінюється від 7 до 15 С.

Знайдемо теплове навантаження на земляний теплообмінник, за допомогою формули:

$$Q_{T.H.} = Q_n \cdot (1 - 1/\varphi) \quad (2.70)$$

$$Q_{T.H.} = 15 * (1 - 1/4.1) = 11.34 \text{ кВт}$$

де:  $Q_n$  - номінальна потужність теплового насоса,

$\varphi$  - коефіцієнт перетворення ТНУ

Необхідна довжина для горизонтального теплообмінника:

$$L = Q_{T.H.} / q \quad (2.71)$$

де:  $q$  - необхідна енергія, що забирається з 1 м труби (приймаємо 20 Вт/м).

$$L = 11.34/0.02 = 567\text{м}$$

Для нашої ділянки приймаємо 6 контурів, з довжиною одного контура 96м.

Площа необхідна для встановлення даного контуру:

$$S = L \cdot n \quad (2.72)$$

де: n - крок укладання труб(приймаємо 0.7м)

$$S = 576 * 0.7 = 403.2 \text{ м}^2$$

## 2.8 Втрати тиску в конструкції земляного теплообмінника

Втрати тиску на контурі:

$$\Delta H_M = a \cdot l \frac{1,1 \cdot v^{1,75}}{d^{1,25}}, \text{ м}; \quad (2.73)$$

$$\Delta H = 0,0152 * 96 \frac{1,1 * 1^{1,75}}{2 * 0,012 * 9,81} = 20,6 \text{ м}$$

Загальні втрати тиску в контурах:

$$\Sigma H = 20.6 * 6 = 123 \text{ м}$$

## 2.9 Розрахунок буферної ємності

В якості енергозберігаючої рідини буде використовуватись вода. Знайдемо масу рідини:

$$m = \frac{Q}{c_{cp}(T2-T1)} \quad (2.74)$$

де: Q - загальна теплоємність (20 кВт = 72 МДж),

$c_{cp}$  - удільна теплоємність речовини(для води 4200 Дж/кг),

T1- початкова температура теплоносія,

T2- кінцева температура теплоносія.

$$m = \frac{72000000}{4200 (60 - 35)} = 686\text{кг}$$

Підберемо буферну ємність на 800 л, перерахуємо теплоємність:

$$Q = c_{cp} \cdot m \cdot (T2 - T1) \quad (2.75)$$

$$Q = 4200 \cdot 800 (60 - 35) = 84 \text{ МДж (23.4 кВт)}$$

## 2.10 Висновки до розділу

В результаті розробки даної частини виконано теплотехнічний розрахунок будівлі та проведено гідравлічні розрахунки горизонтальної двохтрубної системи опалення та системи гарячого водопостачання.

На основі виконаного теплотехнічного розрахунку і визначених тепловтрат приміщень, які складають 14,8 кВт були підібрані 18 секційних алюмінієвих опалювальних приладів та труби для теплої підлоги, які забезпечують більшу тепловіддачу та більш ефективні, а також було визначено діаметри трубопроводів та побудовано аксонометричну схему системи опалення. Також було визначено тепловий насос, розраховано земляний теплообмінник та буферну ємність. Для прокладання системи використано багатошарові металопластикові трубопроводи. Також було змодельовано гідравлічний режим мережі гарячого водопостачання.

### **3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ**

#### **3.1 Загальна характеристика об'єкту**

В даній роботі запроєктовано системи опалення та гарячого водопостачання будинку котеджного типу в м.Немирів, Вінницької області.

Система опалення передбачається для забезпечення нормованих метеорологічних умов та комфортного мікроклімату в приміщеннях будівлі.

Для монтажу горизонтальної двохтрубної системи опалення та системи гарячого водопостачання використано металопластикові труби. Це алюмінієві труби покриті з обох сторін структурним поліетиленом високої щільності PEX. Основними перевагами системи з металопластикових труб є: термін служби не менше 50 років, висока гнучкість, відсутність корозії, висока хімічна стійкість до речовин, легкість транспортування і монтажу.

Для монтажу теплої підлоги використано труби для теплої підлоги URBERG 16x2 з кисневим бар'єром, термін служби таких труб 50 років.

Джерелом теплопостачання служить комбінована система твердопаливний котел який працює на біомасі і тепловий насос, які розміщені в окремому приміщенні. Комбіновану систему теплопостачання підключено до мережі теплопостачання через гідророзподілювач, що представляє собою додатковий вузол для гідродинамічного балансування всієї системи. В результаті гідравлічного розрахунку було підбрано діаметри труб для систем опалення та гарячого водопостачання. В результаті гідравлічного розрахунку було підбрано 3 змішувальні насоси системи опалення фірми Willo [21].

В даній системі опалення використовуються сталеві секційні радіатори Ferroli Pol [10] та труби для теплої підлоги URBERG 16x2 з кисневим бар'єром, які були підбрані на основі теплотехнічного розрахунку. Низький вміст води в радіаторі дозволяє гнучко реагувати на зміни в потребі тепла в приміщенні, що обігрівається, і ефективно регулювати тепло. Радіатори укомплектовані пристроєм випуску повітря (кран Маєвського) і заглушкою. Всі патрубки



радіаторів мають однаковий діаметр з внутрішнім різьбленням G1/2. На кожному нагрівальному приладі встановлюється приєднувальний елемент з попередньою настройкою пропускної спроможності RTD-K для двотрубною системи опалення та гарячого водопостачання  $d_y = 15$  мм фірми Danfoss [22].

### **3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи**

Необхідно забезпечити механічний захист трубопроводів і врахувати необхідність компенсувати лінійне розширення труб. Труби системи опалення гарячого водопостачання рекомендується прокладати всередині будівельних конструкцій (стеля, підлога, стіни). Трубопровід вкладається в канал чи штробу. Канал для монтажу ізолюваного трубопроводу повинен бути вільний і забезпечувати компенсацію розширення трубопроводу. Ізоляція трубопроводу необхідна для вільної компенсації і для захисту трубопроводу від механічних пошкоджень. Рекомендується ізоляція з поперечно-екструдованого поліетилену, який володіє всіма ізолюючими властивостями, що відповідають вимогам сучасної ізоляції труб.

Перед початком монтажних робіт об'єкт приймають по акту під монтаж, що підписується представником генерального підрядника, який виконує будівельні роботи. Об'єкт чи його частину приймають під монтаж при закінченні будівельних робіт: закінчених перекриттів, сходових кліток, внутрішніх стін і перегородок.

До часу приймання об'єкту під монтаж повинні бути виконані роботи і конструктивні елементи, які фіксуються актом:

- 1) Оштукатурені ніші і ділянки стін в місцях встановлення опалювальних приладів і прокладання трубопроводів.
- 2) Підготовлені монтажні пройми для переміщення крупногабаритного обладнання, що підлягає монтажу.
- 3) Нанесені на стінах фарбою, що важко змивається, відмітки чистої підлоги.

- 4) Встановленні віконні коробки і підвіконні дошки.
- 5) Підготовлені основи під водонапірні баки, влаштовані фундаменти під котли, насоси.
- 6) Підведені електро силові лінії для підключення механізмів та електроінструменту.
- 7) Забезпечена освітленість робочих місць, доступ до них робітників та можливість доставки матеріалів і обладнання, що підлягають монтажу.
- 8) Підготовлене риштування на підмостки для виконання робіт.

Окрім вказаних вимог до готовності об'єкту під монтаж перед початком робіт необхідно виділити місце для складування матеріалів, санітарно технічних заготовок і обладнання. Необхідно також приміщення для зберігання малогабаритних матеріалів, інструментів, інвентарю.

Опалювальні пристрої розташовують у прорізах під вікнами, відстані до стін, підвіконня обумовлюються конструкцією приладів.

Монтажні положення трубопроводів:

- 1) вісі трубопроводів повинні бути паралельні площинам будівельних конструкцій;

- 2) відстань від вісі неізолюваного трубопроводу до стіни визначають за формулою

$$n=0,5 \cdot d \quad \text{мм,} \quad (3.1)$$

де  $d$  – діаметр трубопроводу, мм;

- 3) підводи до опалювальних приладів виконують з нахилом в напрямку руху теплоносія. Нахил приймають 5–10 мм на всю довжину підводу [24];

- 1) якщо довжина підводу до 500 мм, то його прокладають без нахилу;
- 2) підводи прикріплюють до стін, якщо довжина підводу перевищує 1,5 м;
- 6) нагрівальні прилади встановлюють на кронштейнах.

Група підготовки виробництва спільно з керівництвом монтажної організації зобов'язані уважно слідкувати за повним, своєчасним та якісним виконанням всіх будівельних робіт, що пов'язані з монтажем системи опалення.

### 3.3 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;
- д) обладнання системи гарячого водопостачання з допоміжним обладнанням.

Об'єми робіт на влаштування систем опалення та гарячого водопостачання наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Об'єми робіт на влаштування систем опалення та гарячого водопостачання

№ п/п	Шифр ресурсу	Назва роботи	Одиниці виміру	Об'єм
1	2	3	4	5
1	E1-1-1	Доставлення деталей і обладнання на місце монтажу	т	2,4
2	20-28-2	Пробивання отворів діаметром 30 мм в бетонних перекриттях	10 шт.	0,3
3	18-1-1	Встановлення котлів опалювальних на твердому паливі водогрійних теплопродуктивністю до 0,06 МВт	шт.	1

4	18-5-1	Встановлення водогрійних ємностей до 1 м <sup>3</sup>	шт	1
5	18-10-8	Встановлення розширювальних баків ємністю 0.8 м <sup>3</sup>	шт	1
Продовження таблиці 3.1				
1	2	3	4	5
6	1-17-4	Розробка ґрунта із погрузкою на автомобілі-самосвали екскаваторами с ковшом об'ємом 1м <sup>3</sup> .	1000м <sup>3</sup>	0,81
7	22-11-1	Укладка трубопроводов из полиэтиленовых труб	1км	0,576
8	1-29-3	Засипання траншей і котлованів бульдозерами потужністю 132 кВт.	1000м <sup>3</sup>	0,81
9	16-11-1	Прокладання трубопроводів обвязки котлів, водонагрівників та насосів діаметром 40 мм	100 м	0,06
10	18-10-3	Встановлення баків розширювальних місткістю 0,2 м <sup>3</sup>	шт.	1
11	15-106- 2	Встановлення регуляторів витрати тиску і гарячої води діаметром 40 мм	шт.	1
12	16-14-1	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 14мм	100 м	0,63
13	16-14-2	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 16мм	100 м	0,68
14	16-14-3	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 20мм	100 м	0,72
15	16-14-4	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 25мм	100 м	0,25

16	16-14-1	Прокладання трубопроводів діаметром 16мм	100м	13,9
17	18-15-2	Встановлення пароводорозподільних гребінок	шт	2
Продовження таблиці 3.1				
1	2	3	4	5
18	26-1-1	Ізоляція трубопроводів діаметром до 25мм	10 м	22,8
19	18-6-2	Встановлення радіаторів сталевих	100 кВт	0,16
20	18-13-1	Встановлення насосів відцентрових	шт.	3
21	18-14-1	Встановлення вставок віброізолювальних до насосів тиском 1МПа	шт.	3
22	18-17-1	Встановлення повітрязбірників зовнішнім діаметром до 76 мм	шт.	1
23	16-15-1	Встановлення вентилів, засувок, клапанів зворотніх, кранів прохідних на трубопроводах діаметром до 25 мм	шт.	58
24	18-17-1 0	Встановлення повітровідвідників	шт.	5
25	18-22-2	Встановлення манометрів з триходовим краном	кт	2
26	18-16-1	Встановлення грязьовиків, зовнішній діаметр патрубка до 45 мм	шт.	1
27	18-22-5	Встановлення кранів повітряних	кт	20
28	17-2-2	Встановлення сушарок для рушників	10 шт.	0,4
29	18-21-1	Встановлення фільтрів для очищення води у трубопроводах діаметром 25мм	10 шт.	0,2

30	16-14-2	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 16мм	100 м	0,35
31	16-14-3	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 20мм	100 м	0,05
Продовження таблиці 3.1				
1	2	3	4	5
32	16-14-4	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 25мм	100 м	0,05
33	26-1-1	Ізоляція трубопроводів діаметром до 25мм	10 м	4,6
34	15-32-3	Встановлення змішувачів	10 шт.	0,9
35	16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення діаметром до 50 мм	100 м	2,73
36	1-1-1	Вивезення деталей і обладнання	т	0,3

### 3.4 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад

Трудомісткість:

$$Q = N_{\text{ч}} \times V / 1,15. \quad (3.2)$$

Тривалість робочих днів :

$$T = Q / (8 \times n \times k), \quad (3.3)$$

де:  $n$  – кількість працівників;

$k$  – коефіцієнт перевиконання;

$N_{\text{ч}}$  – норма часу;

$V$  – об'єм робіт.

Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи опалення наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи опалення

Найменування робіт	Од. виміру	Об'єм робіт	Норма часу, люд/го д	Трудо- містк., люд/д.	Виконавці		Трива л., дні
					кіль-кі сть	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставлення деталей і обладнання на місце монтажу	т	3,3	2,1	6,93	3р-1 водій-1	2 МОНТ.	0,25
Пробивання отворів діаметром 30 мм	10шт.	0,3	1,16	0,2	3р-1	1 МОНТ.	0,25
Встановлення котла на твердому паливі	шт.	1	36,24	31,51	4р-2 5р-2	4 МОНТ.	1
Встановлення теплового насоса	шт.	1	36,24	31,51	4р-2 5р-2	4 МОНТ.	1
Прокладання трубопроводів обвязки котлів	100м	0,12	61,34	6,4	4р-1 5р-1	2 МОНТ.	0,25
Встановлення баків розширювальних	шт.	1	5,95	5,17	3р-1 5р-1	2 МОНТ.	0,5
Встановлення регуляторів витрати тиску і гарячої води	шт.	1	4,92	4,28	4р-1 5р-1	2 МОНТ.	0,25

Розробка ґрунта із погрузкою на автомобілі-самосвали екскаваторами с ковшом об'ємом 1м <sup>3</sup>	1000 м <sup>3</sup>	0,81	116,79	94,6	2р-1 3р-1	2 МОНТ.	6
Продовження таблиці 3.2							
1	2	3	4	5	6	7	8
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 14 мм	100м	0,63	268,9 6	147,34	4р-6 5р-2	8 МОНТ.	2,5
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 16 мм	100м	0,68	268,9 6	159,04	4р-6 5р-2	8 МОНТ.	2,5
Прокладання полімерних трубопроводів діаметром 16 мм	100м	19,5	268,9 6	5244,7 2	4р-24 5р-8	32 МОНТ.	20,5
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 20 мм	100м	0,72	211,56	132,45	4р-6 5р-2	8 МОНТ.	2
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 25 мм	100м	0,25	211,56	45,99	4р-4 5р-2	6 МОНТ.	1



Ізоляція трубопроводів діаметром 25 мм	10 м	22,8	9,12	180,81	4р-5 5р-3	8 МОНТ.	3
Встановлення радіаторів сталевих	100 кВт	0,16	96,92	1372,0 5	3р-2 4р-2	4 МОНТ.	0,5
Продовження таблиці 3.2							
1	2	3	4	5	6	7	8
Встановлення насосів відцентрових	шт.	3	21,32	55,62	3р-1 4р-3	4 МОНТ.	1,75
Встановлення вставок віброізолювальних	шт.	3	3,28	8,56	3р-2 4р-2	4 МОНТ.	0,5
Встановлення повітрозбірників	шт.	1	1,82	1,58	4р-1	1 МОНТ.	0,25
Встановлення вентилів, засувок, клапанів	шт.	58	2,41	58,68	3р-2 4р-2	4 МОНТ.	1
Встановлення повітровідвідників	шт.	5	1,66	7,22	4р-2	2 МОНТ.	0,5
Встановлення манометрів триходовим краном	3 кт	2	0,36	0,63	4р-1	1 МОНТ.	0,25
Встановлення грязьовиків	шт.	1	4,33	3,77	4р-2	2 МОНТ.	0,25
Встановлення кранів повітряних	кт	20	0,2	3,48	4р-2	2 МОНТ.	0,25
Встановлення сушарок для рушників	10шт	0,4	40,67	141,46	3р-1 4р-1	2 МОНТ.	1
Встановлення фільтрів для очищення води	10шт	0,2	12,3	10,7	4р-2	2 МОНТ.	0,25

Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи гарячого водопостачання наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи гарячого водопостачання

Найменування робіт	Од. виміру	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год	Трудом істк., люд/д.	Виконавці		Тривал. , дні
					кількіс ть	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 16 мм	100 м	0,35	268,96	81,86	4р-4 5р-2	6 МОНТ.	1,75
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 20 мм	100 м	0,05	211,56	9,2	4р-2	2 МОНТ.	0,75
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 25 мм	100 м	0,05	211,56	9,2	4р-2	2 МОНТ.	0,75
Ізоляція трубопроводів діаметром 25 мм	10 м	4,6	9,12	36,48	4р-2 5р-2	4 МОНТ.	1,25
Встановлення змішувачів	10 шт.	0,9	13,2	10,33	4р-1 5р-1	2 МОНТ.	0,75

Гідравлічне випробування трубопроводів систем опалення та ГВП	100м	2,73	8,22	19,51	4р-2 5р-2	4 МОНТ.	0,75
Вивезення деталей і обладнання	т	0,3	2,1	0,55	3р-1 вод.-1	2 МОНТ.	0,25

На основі визначеної трудомісткості та тривалості монтажних робіт, складено календарний план виконання робіт (див. аркуш 6).

### **3.5 Розрахунок та комплектування основних і допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей**

Відомість потреби в основних матеріалах для систем опалення та гарячого водопостачання наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Відомість потреби в основних матеріалах для систем опалення та гарячого водопостачання

№ п.п.	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Один. виміру	Кількість	Маса,т
1	2	3	4	5
1	Твердопаливний котел на деревних гранулах KRONAS COMBI	шт	1	0,32
2	Тепловий насос BWR-MTD2 0061ts (3x380В)	шт	1	0,225
3	Труби поліетиленові URBERG 16x2	м	1955	0,653
3	Металопластикові трубопроводи Kisan, діаметр 25x2,5 мм	м	30	0,015

3	Металопластикові трубопроводи Kisan, діаметр 20x2,25 мм	м	77	0,038
4	Металопластикові трубопроводи Kisan, діаметр 16x2 мм	м	103	0,052
5	Металопластикові трубопроводи Kisan, діаметр 14x2 мм	м	63	0,032
6	Радіатори сталеві секційні марки Ferrolі Pol 500/8	шт секцій	15	0,02
Продовження таблиці 3.4				
1	2	3	4	5
7	Радіатори сталеві секційні марки Ferrolі Pol 500/10	шт секцій	16	0,023
8	Радіатори сталеві секційні марки Ferrolі Pol 350/10	шт секцій	5	0,005
9	Висушувачі для рушників Laris Європа П8 500 x 800	шт	2	0,022
10	Висушувачі для рушників Laris Європа П11 500 x 900	шт	1	0,012
11	Змійовик Laris 25 PC3 400 x 500	шт	1	0,008
12	Терморегулятори Danfoss	шт.	20	0,004
13	Насоси Wilo TOP-S 30/5	шт.	3	0,009
14	Клапан запірний, діаметр 16мм	шт.	20	0,002
15	Балансувальний клапан	шт.	4	0,0016

Загальна маса складає: 1,464 т.

Відомість потреби в допоміжних матеріалах для систем опалення та гарячого водопостачання наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Відомість потреби в допоміжних матеріалах для систем опалення та гарячого водопостачання

№ п.п	Шифр ресурсу	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Од. вим.	К-ть
1	2	3	4	5
1	C111-136	Дюбеля з каліброваною головкою ( в обоймах) 2,5x48,5 мм	кг	2,8
2	C111-384	Білило густо терте цинкове МА-011-1	кг	1,2
Продовження талиці 3.5				
1	2	3	4	5
3	C111-1483	Шурупи з напівкруглою головкою, діаметр стрижня 6 мм, довжиною 40 мм	кг	2,3
4	C111-1668	Оліфа натуральна	кг	1,2
5	C1545-15 9	Очіс льняний	кг	0,8
6	C142-10-2	Вода	куб.м	57,35
7	C1113-266	Водний розчин нітрата та карбоната натрію	куб.м	0,33
8	C1630-11 5	Кронштейни Кр1-РС для радіаторів сталевих	к-кт	40
9	C1546-82	Сурик свинцевий	кг	0,6
10	C113-200 5	З'єднання до запресування 3-3, Ду 14x14 мм	шт	24
11	C113-200 5	З'єднання до запресування 3-3, Ду 16x16 мм	шт	48
12	C113-200 6	З'єднання до запресування 3-3, Ду 20x20мм	шт	32
13	C113-200 7	З'єднання до запресування 3-3, Ду 25x25мм	шт	12

14	C113-201 0	Кутник до запресування 3-3, Ду 14x14 мм	ШТ	14
15	C113-201 0	Кутник до запресування 3-3, Ду 16x16 мм	ШТ	20
16	C113-2011	Кутник до запресування 3-3, Ду 20x20мм	ШТ	18
17	C112-201 2	Кутник до запресування 3-3, Ду 25x25мм	ШТ	10
18	C113-201 5	Трійник до запресування 3-3-3, Ду 14x14x14 мм	ШТ	14
Продовження таблиці 3.5				
1	2	3	4	5
19	C113-201 5	Трійник до запресування 3-3-3, Ду 16x16x16 мм	ШТ	20
20	C113-202 2	Трійник до запресування 3-3-3, Ду 20x20x20 мм	ШТ	18
21	C113-202 3	Трійник до запресування 3-3-3, Ду 25x25x25мм	ШТ	10
22	C113-202 5	Трійник до запресування 3-3-3, Ду 25x20x20 мм	ШТ	4
23	C113-200 0	З'єднання до запресування 3-3, Ду 20x3/4" мм	ШТ	8
24	C113-207 4	Перехідник ред. В-В, Ду 1/2"x3/4" мм	ШТ	8
25	C113-200 4	З'єднання до запресування 3-В, Ду 25x1" мм	ШТ	6
26	C113-206 7	Ніпель редукційний В-В, Ду 3/4"x 1" мм	ШТ	
27	C1630-14 2-3	Повітровідвідний клапан	ШТ	

28	C1630-14 2-1	Кран шар. 3/4" Valtec нв	шт	6
29	C1630-14 2-2	Кран шар. 3/4" Valtec нв н/г амер.	шт	24
30	C1630-10 3-1	Фільтр 3/4"	шт	58
31	C1630-19 72-1	Клапан зворотній	шт	22
21	C130-12	Резервуар запасу води, DM - 300	шт	2
Продовження таблиці 3.5				
1	2	3	4	5
33	C130-10	Водопідготовка DP 635	шт	2
34	C131-13-1	Колектор , 2x1"х3/4, "VALTEC"	шт	1
35	C130-13-3	Гідррозподілювач системи теплопостачання	шт	1
36	C130-096 5	Фланці плоскі приварні із сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 1,0 МПа [10 кгс/см <sup>2</sup> ], діаметр 25 мм	шт	1
37	C1630-111 3	Манометри загального призначення з триходовим краном, ОБМ1-100	шт	4
38	C130-088 5	Змішувачі	КОМПЛЕКТ	2
39	C130-025 7	Грязьовики	шт	9

Витрата інструментів на гідравлічне випробування системи теплопостачання наведена в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Набір інструментів для монтажників системи опалення

Найменування	ГОСТ, марка	Кількість
--------------	-------------	-----------

1	2	3
Ключ гайковий двосторонній 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 довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	4
Продовження таблиці 3.6		
1	2	3
Стрічка вимірювальна, 20 м		4
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	2
Висок	ГОСТ 7948-80	2
Ящик переносний для інструменту		4
Будівельно-монтажний пістолет ПЦ-52-1		2
Фаскознімач КАН, розмір 15-54 мм		2
Прес електричний 230В-power press E		2
Прес-клещі для преса power		2
Роликовий труборіз		4
Арматурний ключ		1
Набір відкруток		1
Комплект паяльного інструменту		1



Напильник		1
Щітка і мочалка		2

Маса інструментів:

1. Ключ гайковий двохсторонній, маса 1 шт. – 0,0009 т, 4 шт. – 0,0036 т.
2. Плоскогубці комбіновані, маса 1шт. – 0,00024 т, 2 шт. – 0,00048 т.
3. Молоток слюсарний, маса 1 шт. – 0,0008 т, 4 шт. – 0,0032 т.
4. Зубило слюсарне довж. 200 мм, 1 шт. – 0,00045 т, 4 шт. – 0,0018 т.
5. Стрічка вимірювальна, 20 м – 0,0008 т, 4 шт. – 0,0032 т.
6. Рівень металевий, маса 2 шт. – 0,0048 т.
7. Висок, 2 шт. – 0,0014 т.
8. Ящик переносний для інструментів, маса 1 шт.–0,004т, 4 шт.–0,016т.
9. Будівельно-монтажний пістолет, маса 1 шт. – 0,00450 т, 2 шт. – 0,0033т.
10. Фаскознімач KAN , маса 1 шт. – 0,0005т, 2 шт.- 0,001т.
11. Прес електричний, маса 1 шт. – 0,00335 т, 2 шт.- 0,0067 т.
12. Прес-клещі для преса power, 1шт. – 0,0009 т, 2 шт. – 0,0018 т.
13. Арматурний ключ, 1шт. – 0,00086 т.
14. Набір викруток, 1шт. – 0,001 т.
15. Напильник, 1шт. – 0,00017т.

### **3.6 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань, розрахунок енергоресурсів**

#### **3.6.1 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань**

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано автомашиною MercedesBenz "Vario". Технічні характеристики автомашини MercedesBenz "Vario" [27]:

Вантажопідйомність – 6000 кг;

Кількість осей:- всього – 2шт;

- ведучих – 1 шт;

Вантажна висота – 2200 мм;

Найбільша швидкість – 140 км/год;

Радіус повороту – 8,5 м;

Колія колес:- передні – 2000 мм;

- задні – 2100 мм;

Витрата палива – 14 л/100 км;

Габаритні розміри:- довжина – 7800 мм;

- ширина – 2100мм;

- висота – 3000мм;

Маса – 5990 кг.

Отвори для встановлення кронштейнів в цегляних стінах виконують за допомогою перфоратора DeWalt DC224KA [29].

Його характеристики:

Напруга – 24 В;

Батарея - NiCd 2.0 Ач;

Потужність – 300 Вт;

Число обертів х.х.: 0-1100 об/хв;

Енергія удару - 2.1 Дж;

Кількість ударів зв хвилину: 0-4200 уд/хв;

Патрон -SDS-Plus;

Макс. діаметр свердлення для бетону - 22 мм;

Маса - 4.0 кг;

Довжина - 310 мм;

Висота - 240 мм.

Поршневий компресор високого тиску Fudag FC2/24CM2. Характеристики:

Продуктивність – 230 л/хв.;

Тиск – 8 бар;

Потужність двигуна – 1,5 кВт;

Довжина x Ширина x Висота: 600 x 260 x 580 мм;

Маса – 25кг;

Для прес-з'єднань використовується електричний прес POWER E фірми Rems.

Вага всього - 4,4 кг.

Потужність двигуна - 400 Вт.

Для різання труб використовуються ножиці для металопластику діаметром до 35 мм фірми Rems.

### 3.6.2 Витрата електроенергії та пального

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

$$E = P \cdot \tau \cdot k, \quad (3.4)$$

де  $P$  – потужність приладу чи механізму, кВт;

$\tau$  – термін роботи приладу, год;

$k$  – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

Витрата електроенергії перфоратором :

$$E = 0,3 \cdot 70 \cdot 0,6 = 12,6 \text{ (кВт*год)}$$

Витрата електроенергії компресором :

$$E = 30 \cdot 38 \cdot 0,7 = 79,8 \text{ (кВт*год)}$$

Сумарні витрати електроенергії становлять

$$E = 1,8 + 12,6 + 79,8 + 11,8 = 106 \text{ (кВт год)}.$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань 34 км, кількість ходок  $n = 1$ , витрата пального  $Q = 14$  л/100км.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою

$$Q = 2Q_{nl} = 2 \cdot 0,14 \cdot 1 \cdot 34 = 9,52 \text{ (л)} \quad (3.5)$$

### 3.7 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 генпідряднику. 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 запірно-регулюючої арматури, запобіжних пристроїв та контрольно-вимірювальних приладів;
- е) рівномірність прогріву всіх приладів в будівлі.

Наступним етапом є промивання системи опалення, щоб видалити бруд і шлам. Систему наповнити водою з водопроводу, а потім швидко випустити в каналізацію через спеціальний штуцер у нижній частині системи за допомогою шланга [24].

Під час наповнення системи водою повітря не менше як два рази випустити через повітряні крани до появи в них струменя води. Під час пуску

системи опалення основним завдання є запуснути в дію якомога більше приладів і прогріти більше приміщень.

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 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 [24].

Гідравлічне випробування системи опалення виконати в такій послідовності:

1. систему заповнити повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа;
2. виявити дефекти монтажу на слух і знизити тиск до атмосферного, після цього ліквідувати дефекти;
3. систему заповнити повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримати протягом 5 хв [24].

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 [24].

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.

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування.

Систему опалення запустити в роботу і прогріти протягом 24 годин, після чого провести її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В разі потреби використати спеціальні прилади. В результаті огляду виявити і регулювати рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевірити розрахункові параметри теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; проконтролювати безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях.

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.

### **3.8 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт**

Роботи з монтажу системи опалення повинні виконуватися відповідно до ПВР і бути погоджені з загальнобудівельними та іншими спеціальними роботами.

Під час заповнення системи опалення теплоносієм і його випускання, під час випробування і налагоджування, необхідно користуватися переносними освітлювачами напругою не вище 12В.

Для попередження пожежі на місці монтажних робіт або в заготівельній майстерні необхідно обережно поводитись з вогнем та виконувати всі

протипожежні заходи. Палити можна лише в спеціально відведених місцях. Вогнебезпечні матеріали слід зберігати в спеціальних приміщеннях. Електромережа повинна бути в справному стані. Обтиральний матеріал треба зберігати в спеціальних металевих ящиках з кришками.

На монтажному майданчику не повинні накопичуватися в великій кількості легкоспалахуючі матеріали. Після закінчення роботи слід виключити електрорубильники, всі електропристрої та освітлювальну мережу, залишивши лише чергове освітлення.

В заготівельних майстернях та на монтажних майданчиках повинні бути необхідні засоби для тушіння пожежі. Слід мати в необхідній кількості вогнегасники та ящики або кульки з піском. Палаючий бензин, гас, нафту, змащувальні матеріали необхідно гасити пінними вогнегасниками та піском.

Заходи з охорони праці і техніки безпеки вирішені комплексно по індивідуальному тепловому пункту.

Зокрема передбачено:

- теплову ізоляцію обладнання та трубопроводів, що мають температуру поверхні більше 45°C;
- заходи із зменшення шуму (оптимальні швидкості руху рідких та газоподібних середовищ та інш.);
- охоронна (влітку), пожежна та технологічна сигналізація;
- занулення обладнання, аварійне освітлення.

Механізація ремонтних робіт і транспортування обладнання і матеріалів на період ремонту передбачається за допомогою переносних засобів. Працюючі повинні забезпечуватися спецодягом, спецвзуттям, індивідуальними засобами захисту та інш., відповідно до діючих норм.

### **3.9 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану**

1. Загальний строк будівництва:

$T_{\text{заг.}} = 35,5$  днів.

2. Загальна трудомісткість:

$$Q_{\text{заг.}} = 350,8 \text{ люд-дні.}$$

3. Середня чисельність робочих:

$$R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}} / T_{\text{заг.}} = 136,75 / 15,5 = 9 \text{ робітників.}$$

4. Максимальна чисельність робітників:

$$R_{\text{max.}} = 12 \text{ робітників.}$$

5. Надлишкова трудомісткість:

$$Q_{\text{надл.}} = 16,5 \text{ люд-дні.}$$

6. Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва:

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

$$\alpha_1 = 9 / 12 = 0,75.$$

7. Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам:

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

$$\alpha_2 = 16,5 / 136,75 = 0,12.$$

8. Коефіцієнт, який характеризує використання часу робочих протягом будівництва:

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

$$\alpha_3 = 8,5 / 15,5 = 0,55.$$



## **4 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

У цьому розділі магістерської роботи розглянуто питання охорони праці та цивільного захисту під час монтажу обладнання твердопаливної водогрійної котельні в комбінованій системі теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії котеджу. Аварії будівельних машин і механізмів, електричного інструменту, що використовуються в процесі будівельно-монтажних робіт, а також невиконання правил по їхній безпечній експлуатації можуть призвести до серйозної загрози життю та здоров'ю людей, через небезпеку падінь з висоти, поранень, опіку, уражень електричним струмом тощо.

Отже на будівельно-монтажний персонал, що здійснює монтаж обладнання твердопаливної водогрійної котельної, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [1, 2].

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); іонізація повітря.

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

### **4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта**

#### **4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць**

Живлення технологічного обладнання та системи освітлення

твердопаливної водогрійної котельної здійснюється від п/ст 10/0,4 кВ кабельними лініями, що прокладені в траншеях. Для живлення використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ГОСТ ПБЕ [4, 5] умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у приміщеннях, що будуються, є струмопровідною.

Під час монтажу обладнання твердопаливної водогрійної котельної монтажники повинні дотримуватися правил охорони праці в будівництві [3], відповідно до яких потрібно перебувати на раніше встановлених і надійно закріплених конструкціях чи засобах підмоцвання. Забороняється перебування людей на елементах конструкцій і обладнання під час їх піднімання та переміщення.

Навісні монтажні площадки, сходи та інші пристосування, що необхідні для виконання робіт на висоті, потрібно встановлювати на конструкціях, які монтуються до їх піднімання. Для переходу монтажників з однієї конструкції на іншу необхідно застосовувати драбини, перехідні містки і трапи, що мають огорожі. Забороняється перехід монтажників по встановлених конструкціях та їх елементах (фермах, ригелях тощо), на яких неможливо забезпечити необхідну ширину проходу при встановлених огорожах, без застосування спеціальних запобіжних пристроїв (натягнутого уздовж ферми чи ригеля каната для закріплення карабіна запобіжного поясу). Місця і способи кріплення каната повинні бути зазначені в ПВР. Спосіб стропування елементів конструкцій та обладнання повинен забезпечувати їх подавання до місця розміщення в положенні, близькому до проектного.

Під час монтажу огорожувальних панелей необхідно застосовувати запобіжний пояс разом із запобіжними пристроями, про що слід зазначити у ПВР. Не дозволяється перебування людей під елементами конструкцій і обладнання, що монтуються.

Навісні металеві драбини довжиною більше ніж 5 м необхідно огородити

металевими дугами з вертикальними зв'язками і надійно прикріпити до конструкцій чи обладнання. Піднімання робітників по навісних драбинах на висоту більше ніж 10 м допускається лише у разі їх обладнання площадками для відпочинку не менше ніж через кожних 10 м по висоті.

Розтяжки для тимчасового закріплення конструкцій, що монтуються, необхідно прикріпити до надійних опор. Кількість розчалювань, їх матеріал і перетин, способи натягування і місця закріплення визначаються у ПВР. Розтяжки необхідно розташовувати за межами габаритів руху транспорту і будівельних машин; вони не повинні мати дотику до гострих кутів інших конструкцій. Перегин розтяжок у місцях дотику їх до інших конструкцій допускається лише після перевірки міцності та стійкості цих елементів під впливом зусиль від розчалювання.

Необхідно запобігати розгойдуванню й обертанню елементів конструкцій чи обладнання, що монтуються, під час переміщення. Стропування конструкцій і обладнання необхідно виконувати засобами, що забезпечують можливість дистанційного розстропування з робочого горизонту у разі, коли висота до замка засобу, що захоплює вантаж, перевищує 2 м.

До початку виконання монтажних робіт необхідно визначити порядок обміну умовними сигналами між особою, яка керує монтажем, та машиністом (мотористом) крана. Усі сигнали подаються лише однією особою (бригадиром монтажної бригади, ланковим, такелажником- стропальником). Лише сигнал «Стоп» може подати будь-який робітник, який помітив небезпеку.

Якщо конструкція, що монтується, знаходиться за межами поля зору машиніста крана, між ним та монтажниками повинен бути забезпечений надійний зв'язок. Якщо такої можливості немає, призначаються проміжні сигнальні з числа стропальників (такелажників).

В особливо відповідальних випадках (у разі піднімання конструкцій із застосуванням складного такелажу, методу повороту, під час насування великогабаритних і важких конструкцій; під час піднімання їх двома механізмами чи більше тощо) сигнали повинен подавати тільки керівник робіт.

Стропування елементів, що монтуються, необхідно виконувати у місцях, зазначених у робочих кресленнях, і забезпечувати їх піднімання і подавання до місця встановлення у положенні, близькому до проектного. Забороняється піднімання елементів будівельних конструкцій, що не мають монтажних петель чи отворів, маркування і позначок, які забезпечують їх правильне стропування і монтаж. Під час монтажу з транспортних засобів елементи конструкцій забороняється проносити над кабіною водія.

Очищення елементів конструкцій, що підлягають монтажу, від бруду і льоду необхідно робити до їх піднімання. Елементи, що підлягають монтажу, необхідно піднімати плавно, без ривків, розгойдування та обертання. Піднімання вантажу (примерзлого, частково засипаного ґрунтом, сміттям, з'єднаного з елементами інших конструкцій тощо), який перевищує вантажопідйомність монтажного крана, заборонено. Піднімати конструкції необхідно в два етапи: спочатку на висоту 20-30 см, потім, після перевірки надійності стропування та монтажних петель, здійснювати подальше піднімання.

Під час переміщення конструкцій чи обладнання відстань від них і до частин змонтованого обладнання, конструкцій, що виступають, повинна бути по горизонталі не менше ніж 1,0 м, а по вертикалі – не менше ніж 0,5 м. Під час перерви у роботі залишати підняті елементи конструкцій і обладнання у піднятому стані заборонено.

Установлені в проектне положення елементи конструкцій чи обладнання повинні бути закріплені так, щоб забезпечувалася їх стійкість і геометрична незмінність. Забороняється виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях за швидкості вітру 15 м/с і більше, під час ожеледі, грози, туману, що унеможлиблює видимість у межах фронту робіт.

#### 4.1.2 Електробезпека

Загальні вимога безпеки до виробничого обладнання встановлені згідно з ГОСТ 12.2.003, в якому визначені вимоги до основних елементів конструкції, органів управління і засобів захисту, які входять в конструкцію виробничого

обладнання любого виду і призначення. Електропривід насосів, вентиляторів, іншого обладнання повинний бути виконаний відповідно до Правил устрою електричних установок.

Обов'язкова установка захисного заземлення та захисного відключення. При роботі з електроустановками використовуються основні і додаткові електрозахисні засоби. До основних відносяться: ізолюючі штанги; ізолюючі і струмовимірювальні кліщі; слюсарно-монтажні інструменти з ізолюючим руків'ям. До додаткових відносяться: діелектричні рукавички; переносне заземлення; огорожуючі пристосування; плакати та знаки безпеки.

## 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 [6]. Мікроклімат цеху характеризується наступними чинниками: температурою повітря, відносною вологістю повітря, швидкістю руху повітря, інтенсивністю теплового випромінювання. Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці 4.1. Робота з монтажу обладнання твердопаливної водогрійної котельної відноситься до категорії Пб по важкості праці.

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 гранично допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м<sup>3</sup> [6].

Під час монтажу системи опалення 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 [6] наведено в таблиці 4.2.

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

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

Для забезпечення допустимих показників мікроклімату та складу повітря робочої зони відповідно до ДБН проектом передбачені наступні рішення [7]:

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

- необхідно здійснювати контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні;

- застосовувати природну вентиляцію: організовану та неорганізовану.

#### 4.2.3 Виробниче освітлення

Раціональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Недостатнє освітлення викликає передчасне стомлення працюючих, знижує продуктивність праці, може стати причиною нещасного випадку.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормують мінімальну освітленість на найбільш темній ділянці робочої поверхні. Рівень аварійного освітлення складає 15% освітленості основної роботи. Приміщення забезпечене природним освітленням в денний проміжок часу, але вечері постає проблема в штучному освітленні.

Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8] розряд зорової роботи IV, підрозряд «г». Нормовані значення освітленості наведені в таблиці 4. 3.

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характер зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній	світлий	-	200	4	2,4

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

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

#### 4.2.4 Виробничий шум

Під час монтажу обладнання твердопаливної водогрійної котельної джерелом шуму є будівельне обладнання, машини, механізми та переносний електроінструмент – 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.

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 – широкопasmовий 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 ДСН 32.23-85 [9] і наведені в таблиці 4.4.

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 робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 [10] і наведені в таблиці 4.5.

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 на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	$\frac{1,3}{108}$	$\frac{0,45}{99}$	$\frac{0,22}{93}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	-	-	-	-

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.

#### 4.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [1]. Робота монтажника будівельних конструкцій потребує великих фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кґ/м) – до 290; зовнішне

фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кг/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному навантаженні ( за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кг – до 30 кг; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 40000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кг/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю м'язів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни;нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

## 2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи - рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності

Сенсорні навантаження: зосередження (%за зміну) - більше 75; щільність сигналів (звукові за 1 год) - більше 300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності - є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи –

однорозмінна (без нічної зміни).

4.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Оцінка наслідків вибуху пилоповітряної суміші в котельні.

Розрахунок надлишкового тиску вибуху для пилоповітряної суміші виконується для котельного приміщення обладнаного котлом KRONAS COMBI на основі таких вихідних даних:

- Речовина – деревний горючий пилок
- Розміри приміщення  $l=4$  м,  $d=2,45$  м,  $h=3$  м;
- Розрахункова температура  $t_p=25$  °С;
- Об'єм робочої камери апарата –  $V=0,24$  м<sup>3</sup> ;
- Витрата твердого палива –  $q=0,00005$  м<sup>3</sup>·с<sup>-1</sup>;

Густина повітря при розрахунковій температурі  $t_n$ , кг·м<sup>-3</sup>, визначається:

$$\rho_{z,n} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,00367t_p)} = \frac{29}{22,413(1 + 0,0036 \cdot 25)} = 1,19 \text{ (кг·м}^{-3}\text{)}$$

де:  $M=29$  – середня молярна маса повітря при 0°, кг·кмоль<sup>-1</sup>;

$V_0$  – мольний об'єм, що дорівнює 22,413 м<sup>3</sup>·кмоль<sup>-1</sup>;

$t_n$  – розрахункова температура, °С (максимально можлива температура повітря в даному приміщенні);

З врахуванням того, що в стану пилу може переходити до 2 % палива, маса пилу, що осідає на важкодоступних для прибирання поверхнях у приміщенні за період часу між генеральними прибираннями

$$m_1 = 0,25 \cdot 0,00005 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,02 = 0,152 \text{ кг.}$$

Маса пилу, що осідає на доступних для прибирання поверхнях у приміщенні за період часу між поточними прибираннями

$$m_2 = 0,75 \cdot 0,00005 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,02 = 0,456 \text{ кг.}$$

Масу пилу, що відклався у приміщенні до моменту аварії, визначають за формулою:

$$m_n = K_2 \cdot (1 - K_{np}) \cdot (m_1 + m_2), \text{ (кг)}$$

$$m_n = 0,09 \cdot (1 - 0) \cdot (0,152 + 0,456) = 0,054 \text{ , (кг)}$$

де  $K_r=0,09$  - частка горючого пилю в загальній масі відкладень пилю;

$K_{пр}$  - коефіцієнт ефективності прибирання пилю, який приймається у разі прибирання пилю вручну: у разі сухого прибирання - 0,6, розрахунок проведемо за умови максимального забруднення приміщення –  $K_{пр} = 0$ .

Розрахункову масу пилю, що перейшов у стан аерозолі,  $m_{зг}$  визначають за формулою:

$$m_{зг} = m_{зг} \cdot n,$$
$$m_{зг} = 0,9 \cdot 0,054 = 0,049 \text{ (кг)}$$

де  $K_{зг}$  - частка пилю, що відклався у приміщенні, яка здатна перейти у стан аерозолі результаті аварійної ситуації. У разі відсутності експериментальних даних щодо значення  $K_{зг}$ , допускається приймати  $K_{зг} = 0,9$ .

Маса горючого пилю, що викидається до приміщення з апарата в момент аварії

$$m_{ап} = V \cdot n \cdot \rho_v = 0,24 \cdot 0,02 \cdot 750 = 3,6 \text{ (кг)},$$

де  $n=0,02$  – частина палива в апараті, що знаходиться в пилоподібному стані;

$\rho_v = 750 \text{ кг/м}^3$  – густина пелетного деревного палива,  $\text{кг/м}^3$ .

Розрахункову масу пилю, що потрапила до приміщення з апарата або технологічного обладнання в результаті аварійної ситуації,  $m_{ав}$ , визначають за формулою:

$$m_{ав} = (m_{ап} + q \cdot \tau) \cdot K_{п},$$
$$m_{ав} = (3,6 + 0,00005 \cdot 30) \cdot 1 = 3,6015 \text{ (кг)}$$

де  $q=0,00005$  - витрата, з якою продовжують надходити пилоподібні речовини до аварійного апарата по трубопроводах до моменту їх перекривання,  $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$\tau = 30$  - час перекривання, який визначається за паспортними даними обладнання, с;

$K_{п}$  - коефіцієнт пилення, що представляє собою відношення маси пилю у стані аерозолі до усієї маси пилю, який надійшов з апарата до приміщення. У

разі відсутності експериментальних даних щодо значення  $K_{\text{п}}$ , допускається приймати: для пилу з дисперсністю менше ніж 350 мкм  $K_{\text{п}} = 1,0$ .

Розрахункову масу пилу, що знаходиться у стані аерозолі в об'ємі приміщення в результаті аварійної ситуації,  $m$ , кг, визначають за формулою:

$$m = m_{\text{зг}} + m_{\text{ав}}$$

Тому розрахункова маса пилу, що потрапила до приміщення з апарата або технологічного обладнання в результаті аварійної ситуації складатиме:

$$m = 0,049 + 3,6015 = 3,6505 \text{ (кг)}$$

Інтенсивність теплового випромінювання розраховуємо для пожежі «вогненна куля».

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

$$D_s = 5,33m^{0,327} = 5,33 \cdot 3,6505^{0,327} = 8,1 \text{ (м)}$$

Висоту центра «вогняної кулі» визначаємо

$$H = D_s/2 = 8,1/2 = 4,05 \text{ (м)}$$

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

$$t_s = 0,92m^{0,303} = 0,92 \cdot 3,6505^{0,303} = 1,362 \text{ (с)}$$

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

$$r = \sqrt{D_s^2 + H^2} = \sqrt{8,1^2 + 4,05^2} = 9,05 \text{ ( )}$$

Коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу  $\psi$  розраховуємо за формулою:

$$\begin{aligned} \psi &= \exp\left[-7 \cdot 10^{-4} \cdot (\sqrt{r^2 + H^2} - D_s/2)\right] = \\ &= \exp\left[-7 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{(9,05^2 + 4,05^2)} - \frac{8,1}{2}\right)\right] = 0,98 \end{aligned}$$

Кутовий коефіцієнт опромінення

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

$$= \frac{4,05 / 8,1 + 0,5}{4 \cdot \left[ (4,05 / 8,1 + 0,5)^2 + (9,05 / 8,1)^2 \right]^{1,5}} = 0,0741,$$

Інтенсивність теплового випромінювання обчислюємо за формулою:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \psi = 450 \cdot 0,0741 \cdot 0,98 = 32,7 \text{ (кВт} \cdot \text{м}^{-2}\text{)},$$

де  $E_f$  – середньоповерхнева густина теплового потоку випромінювання полум'я, кВт · м<sup>-2</sup>, величину  $E_f$  приймаємо рівною 450 кВт · м<sup>-2</sup>.

Надлишковий тиск вибуху  $\Delta P$ , кПа, для індивідуальних горючих речовин, які складаються з атомів горючого пилу визначається за формулою:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_o \cdot Z}{V_{\text{вільн}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot C_p \cdot T_o} \cdot \frac{1}{K_u},$$

$$\Delta P = \frac{8,45 \cdot 15500 \cdot 101 \cdot 0,5}{(4 \times 2,45 \times 3 \times 0,9) \cdot 1,19 \cdot 1,01 \cdot 10^3 \cdot 298} \cdot \frac{1}{3} = 0,123 \text{ (кПа)}$$

де  $m$  - маса пилу, що потрапив в результаті розрахункової аварії до приміщення,

$H_T = 15500$  - теплота згоряння, кДж·кг<sup>-1</sup>;

$P_o$  - початковий тиск, кПа (допускається приймати таким, що дорівнює 101 кПа);

$Z$  - коефіцієнт участі ГГ або парів у вибуху, який може бути розрахований на підставі характеру розподілення газів і парів в об'ємі приміщення згідно з додатком. Допускається приймати значення  $Z$  за таблицею 2; див[54]

$V_{\text{вільн}}$  - вільний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{п}}$  - густина повітря до вибуху при початковій температурі  $T_o$ , кг·м<sup>-3</sup>;

$C_p$  - теплоємність повітря, Дж·кг<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup> (допускається приймати рівною 1,01·10<sup>3</sup> Дж·кг<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>);

$T_o$  - початкова температура повітря,

$K_u, K_w$  – коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення й неадіабатичність процесу горіння (приймається  $K_u=3$ )

В підрозділі «Безпека в надзвичайних ситуаціях» було розраховано наслідки вибуху пило-повітряної суміші в разі виникнення умовної аварії за результатами якого можна зробити висновки:

- очікувана величина надлишкового тиску ударної хвилі становить:

$$\Delta P_{\text{ф.макс}} = 0,23 \text{ кПа};$$

- внаслідок дії ударної хвилі можливі слабкі склінь, руйнування деяких видів обладнання;

- для підвищення стійкості приміщення та обладнання до дії ударної хвилі необхідно підсилити основні конструкції та збільшити площу легкоруйнованих конструкцій;

- за розрахованих інтенсивності та тривалості теплового випромінювання можна зробити висновок, що займання речовин та матеріалів в приміщенні не відбудеться, можливе лиш незначне їх обвуглення.

## 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ТЕПЛО-ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Для розрахунку вартості дотримувалися вимог Кошторисних норм України „Настанова з визначення вартості будівництва” від 02.05.2022 і використовували програму “АВК”. Для визначення кошторисної вартості влаштування обладнання розробляємо локальний кошторисний документ за допомогою програмного комплексу АВК (табл.3.1) на основі: ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН, ДБН); збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції. Загальновиробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка „Настанова з визначення вартості будівництва”.

Складений локальний кошторис на влаштування системи опалення (Додаток Д) та влаштування системи гарячого водопостачання.

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати на заробітну плату будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат.

Прямі витрати ( ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати ( ЗВВ ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі витрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.



## ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

В магістерській кваліфікаційній роботі запроєктовано варіант систем опалення та гарячого водопостачання для будинку котеджного типу в місті Немирів, Вінницької області. Система опалення забезпечує комфортний режим мікроклімату всіх приміщень будівлі. Це досягається влаштуванням в якості джерела живлення нагрівача твердопаливного, що працює на деревних гранулах та паливних брикетах та теплового насосу типу земля - вода, що є доцільним не тільки з економічної точки зору, а також і з екологічної.

На основі виконаного теплотехнічного розрахунку визначено загальні тепловтрати приміщень, що становлять 14798 кВт.

В технічній частині виконано теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій, визначено загальні тепловтрати приміщень, що становлять 14,8 кВт, через огорожуючі конструкції будівлі, підібрано оптимальні діаметри систем опалення та гарячого водопостачання та змодельовано гідравлічний розрахунок систем опалення та гарячого водопостачання, а також виконано підбір основного обладнання. Теплове навантаження за період максимального водорозбору за годину складає 49,9 кВт. Побудовано аксонометричні схеми систем опалення та гарячого водопостачання (аркуш 2, 3).

Запропоновано проєкт технології монтажу систем опалення та гарячого водопостачання. Визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу систем, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників а також побудовано графік руху робітників і графік використання машин та механізмів (аркуш 6). Виконано розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, що склала 136,75 люд-дні, та тривалість виконання монтажних робіт 15,5 днів.

Проведено аналіз умов праці при виконанні монтажних робіт. В результаті виявленні основні небезпечні та шкідливі фактори праці та їх вплив на організм працюючих.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пономарчук А.Ф.: Методичні вказівки для виконання курсового проекту з дисципліни "Опалення"/ А.Ф. Пономарчук, І.А. Пономарчук, О. Б.Волошин Вінниця ВНТУ 2005, 56с.
2. Зайцев О.Н. "Проектирование систем водяного отопления"/ О.Н. Зайцев, А.П. Любарец Вена-Киев-Одесса 2008, 200с.
3. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення. ДСТУ Б А. 2. 4 – 41: 2009. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 32 с.
4. ДБН В.2.6-31:2016 " Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель" [Електронний ресурс].
5. ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" [Електронний ресурс].
6. Умовні позначення елементів санітарно-технічних систем. ДСТУ Б А.2.4 – 8: 2009.– Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 13 с.
7. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2–15–2019 – К.: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2019. – 97 с. – (Державні будівельні норми України). Режим доступу: [http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_v\\_2\\_2\\_15\\_2015\\_zhitlovi\\_budinki\\_osnovni\\_polozhennja/1-1-0-1184](http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_2_15_2015_zhitlovi_budinki_osnovni_polozhennja/1-1-0-1184) .
8. Р.В. Щекин. Справочник по теплоснабжению и вентиляции./ Щекин Р.В. - К: Будівельник 1976р. – 367с.
9. Каталог терморегулюючих вентилів VALTEC [Електронний ресурс]: характеристики терморегулюючих вентилів.
- 10.Каталог опалювальних приладів Ferrolі Pol [Електронний ресурс]: характеристики опалювальних приладів. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.FerrolіPol.com.ua>.
- 11.ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010–Будівельна кліматологія Київ [Чинний від 01.10.2011] – К.: Київ Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010 р. – 128 с.

- 12.Каталог обладнання котельних установок Kronas [Електронний ресурс]: характеристики обладнання котельних установок “Kronas” Kombi. – Режим доступу до ресурсу.: <http://pelletshome.com.ua/uk/peletni-kotly/577-kronas-combi.html>
- 13.Правила визначення вартості будівництва: ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 – [Чинний від 2014–01–01]. –К.: Мінрегіон, 2014. – 96 с. – (Національний стандарт України).
- 14."Ціноутворення у будівництві" – Збірник офіційних документів та роз'яснень. Квітень 2021 [Електронний ресурс].
- 15.Ратушняк Г.С. Енергозбереження та експлуатація систем тепlopостачання [Текст] : навч. посіб. для вузів / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. - Вінниця : УНІВЕРСУМ, 2004. - 136 с. - ISBN 966-641-089-3
- 16.Єнін П.М. Тепlopостачання (частина 1 «Теплові мережі та споруди»). Навчальний посібник. / П.М. Єнін, Н.А. Швачко. – К.: Кондор, 2007. – 244 с.
- 17.Звіт про аналіз наявних технічних рішень для виробництва енергії з твердого біопалива – К.: Ін-т місцевого розвитку, 2013 р. – 184с.
- 18.Лялюк О.Г. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Економіка будівництва» для студентів спеціальності 7.092108 – Теплогазопостачання та вентиляція» // О.Г. Лялюк – Вінниця: ВНТУ, 2004.– 30 с.
- 19.Тихомиров А.К. Горячее водоснабжение жилого микрорайона: Методические указания / А.К. Тихомиров. – Хабаровск: Из-во Тихо океан. гос. ун-та, 2001- 84с.
- 20.Каталог циркуляційних насосів [Електронний ресурс]: характеристики циркуляційних насосів Willo «Електрометрія». – Режим доступу до ресурсу.: <http://www.willo.ua>
- 21.Технічний опис Danfoss "Радіаторні терморегулятори RTD" 2008, 60с.
- 22.Методичні вказівки до виконання бакалаврської дипломної роботи студентам спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія»

- спеціалізації «Теплогазопостачання та вентиляція»/Уклад. В.В.Джеджула, Г.С. Ратушняк, О.Д. Панкевич, І.В. Коц. - Вінниця: ВНТУ, 2016. – 39 с.
- 23.ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=58073](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073).
- 24.ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhod-o-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.
- 25.ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.
- 26.ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
- 27.НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.
- 28.ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
- 29.ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
- 30.ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

- 31.ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвучу та інфразвучу. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.
- 32.ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.



1. Призначення розробки та місце застосування.

Комбінована система теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії для забезпечення раціональних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях котеджу.

2. Основа для виконання робіт.

МКР виконується згідно теми, затвердженої наказом ректора №205 А від «15» вересня 2022 р., на підставі завдання на магістерську кваліфікаційну роботу.

3. Мета та призначення розробки :

Метою роботи є аналіз існуючих варіантів комбінованих систем теплозабезпечення, в результаті чого має бути обрано і обґрунтовано варіант з найбільш раціональними параметрами для підтримання комфортних умов, для зменшення втрат та підвищення ефективності довготривалого перебування людей приміщенні, розроблення нових принципових схем та конструктивних рішень виконання комбінованих системи теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії.

4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є архітектурно-будівельні рішення типового приміщення, технологічне завдання та нормативно-технічна література.

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до систем теплозабезпечення та вентиляції наведено в такій нормативній літературі :

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання»;
- ДБН В.2.6 – 31:2016 «Теплова ізоляція будівель»;
- ДБН В.2.2-28:2010. «Будинки адміністративного та побутового призначення»;
- ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва».

## 6. Вимоги до стандартизації.

При розробці комбінованої системи теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії необхідно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та їх можливість ремонту чи заміни в разі поломки.

## 7. Вимоги до комбінованих систем теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії:

Санітарно – гігієнічні – забезпечення та підтримка в приміщенні потрібних температур.

Економічні – забезпечення мінімуму приведених затрат.

Будівельні - ув'язка з будівельними конструкціями.

Монтажні – забезпечення монтажу систем вентиляції та опалення індустріальними методами.

Експлуатаційні – простота та зручність обслуговування, керування та ремонту, надійність і безперебійність їх роботи.

Естетичні – гармонійне співвідношення із внутрішнім архітектурним дизайном приміщення.

Обов'язковими є такі показники надійності :

- середня виробка обладнання на відмову, яке складає не менше 10 років.

- середній повний строк служби не менше 20 років.

- на вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

Ергономічні вимоги :

- розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу нагляду протягом денної та нічної частини доби, виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточняється на стадії приймальних випробуваннях.

Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

Для виробів в періоді експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО; строки ТО і ДО



повинні по можливості співпадати зі строками обслуговування базового обладнання.

8. Порядок розробки випробування, приймання комбінованих систем теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії:

Стадії розробки встановлюють згідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва».

9. Основними етапами науково-конструкторської роботи є :

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

Дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватися в процесі проектування.

10. Етапи при виконання МКР.

Етапи виконання робіт наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Етапи виконання робіт МКР

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів (роботи)
1.	Аналітичний огляд комбінованої системи теплозабезпечення з альтернативними джерелами енергії	28.09.2022
2.	Теоретичне та проектне обґрунтування джерел тепло-холодопостачання будинку котеджного типу. моделювання теплових режимів системи з комбінованою системою теплозабезпечення	21.10.2022
3.	Організаційно - технологічне забезпечення проектних рішень	1.11.2022

Продовження таблиці 1

4.	Охорона праці та цивільний захист	13.11.2022
5.	Економічна частина	22.11.2022
6.	Оформлення МКР	30.11.2022

Додаток Б

Таблиця Б.1 - Розрахунок тепловтрат котеджу

№ приміщення	Признач.	t	най мен. огород.	орієнт .	R	розр ах. зовн . t	попр. коеф.	Δt	площ а огор.	k	основ ні тепл.	Дод. тепловтрати			заг. ми.	тепло - втрат и на венти ляц.	тепло- втрати	Сумарні тепло- втрати
												орі снт .	вітер	інші				
		С			м <sup>2</sup> °С/Вт	С			м <sup>2</sup>	Вт/м <sup>2</sup> °С					Вт	Вт	Вт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Прихожа	19	Д	СХ	0,70	-19	1	38	1,80	1,43	97,7	10	5	0	1,15	90,8	112,4	<b>390,1</b>
		19	ВК	СХ	0,80	-19	1	38	1,50	1,25	71,3	10	5	0	1,15		81,9	
		19	ВК	СХ	0,80	-19	1	38	1,50	1,25	71,3	10	5	0	1,15		81,9	
		19	ПД	-	4,24	-19	0,6	38	4,30	0,24	23,1	0	0	0	1		23,1	
2	Кухня	19	ЗС	ПД	3,49	-19	1	38	9,57	0,29	104,2	0	5	0	1,05	309,2	109,4	<b>722,0</b>
		19	ЗС	СХ	3,49	-19	1	38	10,73	0,29	116,8	10	5	0	1,15		134,4	
		19	ВК	СХ	0,80	-19	1	38	2,10	1,25	99,8	10	5	0	1,15		114,7	
		19	ПД	-	4,24	-19	0,6	38	10,10	0,24	54,3	0	0	0	1		54,3	
3	Вітальня	22	ЗС	ПД	3,49	-19	1	41	18,27	0,29	214,6	0	5	0	1,05	1235,2	225,4	<b>2000,5</b>
		22	ВК	ПД	0,80	-19	1	41	6,00	1,25	307,5	0	5	0	1,05		322,9	
		22	ПД	-	4,24	-19	0,6	41	37,40	0,24	217,0	0	0	0	1		217,0	
4	Житлова кімната	22	ЗС	ЗХ	3,49	-19	1	41	10,30	0,29	120,9	5	5	0	1,1	333,6	133,0	<b>643,6</b>
		22	ВК	ЗХ	0,80	-19	1	41	2,10	1,25	107,6	5	5	0	1,1		118,4	
		22	ПД	-	4,24	-19	0,6	41	10,10	0,24	58,6	0	0	0	1		58,6	
5	Котельня	19	ЗС	ПН	3,49	-19	1	38	7,11	0,29	77,4	10	5	0	1,15	238,8	89,0	<b>691,8</b>
		19	ЗС	ЗХ	3,49	-19	1	38	12,04	0,29	131,0	5	5	0	1,1		144,1	
		19	ВК	ЗХ	0,80	-19	1	38	1,35	1,25	64,1	5	5	0	1,1		70,5	
		19	Д	ЗХ	0,70	-19	1	38	1,80	1,43	97,7	5	5	0	1,1		107,5	
		19	ПД	-	4,24	-19	0,6	38	7,80	0,24	41,9	0	0	0	1		41,9	
6	Ванна кімната	19	ПД	-	4,24	-19	0,6	38	2,70	0,24	14,5	0	0	0	1	82,7	14,5	<b>97,2</b>

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
7	Коридор	19	ПД	-	4,24	-19	0,6	38	3,80	0,24	20,4	0	0	0	1	116,3	20,4	<b>136,8</b>
8	Комора	19	ЗС	СХ	3,49	-19	1	38	10,59	0,29	115,3	10	5	0	1,15	290,8	132,5	<b>589,1</b>
		19	ВК	СХ	0,80	-19	1	38	2,10	1,25	99,8	10	5	0	1,15		114,7	
		19	ПД	-	4,24	-19	0,6	38	9,50	0,24	51,1	0	0	0	1		51,1	
9	Гараж	16	ЗС	ПН	3,49	-19	1	35	17,84	0,29	178,9	10	5	0	1,15	665,4	205,7	<b>1637,0</b>
		16	Д	СХ	0,70	-19	1	35	10,50	1,43	525,0	10	5	0	1,15		603,8	
		16	ВК	ПН	0,80	-19	1	35	0,90	1,25	39,4	10	5	0	1,15		45,3	
		16	ПД	-	4,24	-19	0,6	35	23,60	0,24	116,9	0	0	0	1		116,9	
10	Закрита тераса	22	ВК	ПД	0,80	-19	1	41	7,60	1,25	389,5	0	5	0	1,05	446,4	409,0	<b>2116,1</b>
		22	ВК	ЗХ	0,80	-19	1	41	12,40	1,25	635,5	5	5	0	1,1		699,1	
		22	ВК	ПН	0,80	-19	1	41	7,60	1,25	389,5	10	5	0	1,15		447,9	
		22	ПД	-	4,24	-19	0,6	41	19,60	0,24	113,7	0	0	0	1		113,7	
11	Сходи	19	СТ	-	5,34	-19	0,9	38										
12	Ванна кімната	19	ЗС	ПН	3,49	-19	1	38	5,70	0,19	36,5	0	0	0	1	346,6	36,5	<b>383,1</b>
		19	ЗС	СХ	3,49	-19	1	38	1,20	0,29	13,1	10	5	5	1,2	216,3	15,7	<b>407,1</b>
		19	СТ	-	5,34	-19	0,9	38	8,55	0,29	93,1	10	5	5	1,2		111,7	
13	Спальня	22	ЗС	ПД	3,49	-19	1	41	9,90	0,19	63,4	0	0	0	1		63,4	
		22	ЗС	СХ	3,49	-19	1	41	1,20	0,29	14,1	0	5	5	1,1	495,1	15,6	<b>815,6</b>
		22	ВК	СХ	0,80	-19	1	41	18,48	0,29	217,1	10	5	5	1,2		260,5	
		22	СТ	-	5,34	-19	0,9	41	2,60	1,25	133,3	10	5	5	1,2		159,9	
14	Спальня	22	ЗС	ПД	3,49	-19	1	41	21,00	0,19	145,1	0	0	0	1		145,1	
		22	ЗС	СХ	3,49	-19	1	41	9,70	0,29	114,0	0	5	5	1,1	395,8	125,3	<b>792,7</b>
		22	ВК	ПД	0,80	-19	1	41	3,86	0,29	45,4	10	5	5	1,2		54,4	
		22	СТ	-	5,34	-19	0,9	41	2,10	1,25	107,6	0	5	5	1,1		118,4	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
15	Спальня	22	ЗС	ПД	3,49	-19	1	41	2	4,90	9,80	0,29	115,1	0	5	5	1,1	581,2
		22	ВК	ПД	0,80	-19	1	41	1,5	1,4	2,10	1,25	107,6	0	5	5	1,1	
		22	ВК	ЗХ	0,80	-19	1	41	1,5	0,9	1,35	1,25	69,2	5	5	5	1,15	
		22	ЗС	ЗХ	3,49	-19	1	41	2,86	4,8	13,73	0,29	161,3	5	5	5	1,15	
		22	СТ	-	5,34	-19	0,9	41	-	-	21,00	0,19	145,1	0	0	0	1	
16	Спальня	22	ЗС	ПН	3,49	-19	1	41	2	4,90	9,80	0,29	115,1	10	5	5	1,2	581,2
		22	ВК	ПН	0,80	-19	1	41	1,5	1,4	2,10	1,25	107,6	10	5	5	1,2	
		22	ВК	ЗХ	0,80	-19	1	41	1,5	0,9	1,35	1,25	69,2	5	5	5	1,15	
		22	ЗС	ЗХ	3,49	-19	1	41	2,86	4,8	13,73	0,29	161,3	5	0	5	1,1	
		22	СТ	-	5,34	-19	0,9	41	-	-	21,00	0,19	145,1	0	0	0	1	
17	Ванна кімната	19	ЗС	ПН	3,49	-19	1	38	2	4,85	9,70	0,29	105,6	10	5	5	1,2	348,8
		19	ЗС	СХ	3,49	-19	1	38	2,86	1,35	3,86	0,29	42,0	10	5	5	1,2	
		19	СТ	-	5,34	-19	0,9	38	-	-	13,60	0,19	87,1	0	5	0	1,05	
18	Коридор	19	СТ	-	5,34	-19	0,9	38	-	-	7,40	0,19	47,4	0	0	0	1	223,4

Додаток В

Таблиця В.1 – Розрахунок і підбір опалювальних приладів

№ приміщення	Признач.	Темп. Напір, С	Сумарні тепло-втрати	потужн. 1 секції, Вт	кількість секцій	К-ть радіаторів	Потужн. Радіатора, Вт	Потуж. на кімнату, Вт	Радіатор	Довжина радіатора, см
1	Прихожа	30	390,1	122	4	1	488	488,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/8	32
2	Кухня	51	722,0	122	6	1	732	732,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/8	48
3	Вітальня	58	2000,5	180	12	2	1080	2160,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/10	48
4	Житлова кімната	46	643,6	122	6	1	732	732,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/8	48
5	Котельня	49	691,8	122	6	1	732	732,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/8	48
6	Ванна кімната	40	97,2	115	1	1	115	115,0	Змійовик Laris 25 PC3 400 x 500	40
7	Коридор	13	136,8	91	2	1	182	182,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 350/10	16
8	Комора	43	589,1	122	5	1	610	610,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/8	40
9	Гараж	48	1637,0	180	10	2	900	1800,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/10	40
10	Закрита тераса	61	2116,1	180	12	2	1080	2160,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/10	48
11	Сходи	29	383,1	122	4	1	488	488,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/8	32
12	Ванна кімната	53	407,1	435	1	1	435	435,0	Рушникосушка Laris Європа П11 500 x 900	53
13	Спальня	50	815,6	180	5	1	900	900,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/10	40
14	Спальня	49	792,7	180	5	1	900	900,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/10	40
15	Спальня	43	1236,3	122	12	2	732	1464,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/8	48
16	Спальня	43	1250,6	122	12	2	732	1464,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 500/8	48
17	Ванна кімната	53	617,5	324	1	2	324	648,0	Рушникосушка Laris Європа П8 500 x 800	53
18	Коридор	22	270,8	91	3	1	273	273,0	Алюмінієвий радіатор Ferroli Pol 350/10	24

Додаток Г

Таблиця Г.1 - Гідравлічний розрахунок системи опалення

ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	$\Sigma \zeta$	$\Delta p$ місц., Па	l, м	$\Delta p$ , Па	сумарні $\Delta p$ в півкільці	$\Delta p$ після півкільці	різниця між $\Delta p_p$	V, л/год	$\Delta p_m$	Клапан
Головне циркуляційне кільце											Підбір балансувальних клапанів					
0-1	16283	697,8	0,712	25	236	0,403	2,15	169,63	2	641,6						
1-2	13751	589,3	0,601	25	173,4	0,340	1,5	84,40	0,3	136,4						
2-3	6572	281,7	0,287	20	176,8	0,254	1,3	40,79	2,7	518,2						
3-4	4749	203,5	0,208	20	97,4	0,184	6,45	105,68	1,5	251,8						
4-5	4425	189,6	0,194	20	89,2	0,171	7	99,58	6,1	643,7						
5-6	4101	175,8	0,179	20	77,2	0,159	1,8	21,99	2,1	184,1						
6-7	3828	164,1	0,167	20	69,6	0,148	26,8	285,31	7,2	786,4						
7-8	3096	132,7	0,135	20	46,1	0,120	26,8	186,63	4,4	389,5						
8-9	2364	101,3	0,103	20	29,3	0,091	24,8	100,69	5,3	256,0						
9-10	1632	69,9	0,071	16	48,8	0,099	26,8	126,61	5,2	380,4						
10-11	900	38,6	0,039	14	29,7	0,071	29,8	73,04	13,2	465,1						
11-12	1632	69,9	0,071	16	48,8	0,099	27,05	127,79	4,2	332,7						
12-13	2364	101,3	0,103	20	29,3	0,091	25,05	101,70	4,8	242,3						
13-14	3096	132,7	0,135	20	46,1	0,120	27,05	188,37	3,6	354,3						
14-15	3828	164,1	0,167	20	69,6	0,148	25,05	266,68	4,3	566,0						
15-16	4101	175,8	0,179	20	77,2	0,159	24,55	299,96	3,8	593,3						
16-17	4425	189,6	0,194	20	89,2	0,171	4,05	57,61	5,5	548,2						
17-18	4749	203,5	0,208	20	97,4	0,184	7,7	126,16	4	515,8						
18-19	6572	281,7	0,287	20	176,8	0,254	0,9	28,24	2,7	505,6						
19-20	13751	589,3	0,601	25	173,4	0,340	0,9	50,64	0,9	206,7						
20-0	16283	697,8	0,712	25	236	0,403	1,15	90,73	1,9	539,1	9057,2					
		5250,1	5,357								0,9501					

Продовження таблиці Г.1

ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	$\Sigma \zeta$	$\Delta p$ місц.,	l, м	$\Delta p$ , Па	сумарні $\Delta p$ в півкільці	$\Delta p$ після півкільця	різниця між $\Delta p_p$ у Па	V, л/год	$\Delta P_m$	Клапан
Півкільця																
1 поверх																
2-21	7179	307,7	0,314	25	55,2	0,178	4,3	65,95	2,8	220,5						
21-22	6447	276,3	0,282	25	45,3	0,160	24,8	306,74	6,8	614,8						
22-23	5367	230,0	0,235	25	33,1	0,133	24,8	212,57	2,8	305,3						
23-24	3207	137,4	0,140	20	49,6	0,124	1,5	11,21	2	110,4						
24-25	2127	91,2	0,093	20	24,7	0,082	26,8	88,09	9,1	312,9						
25-26	1395	59,8	0,061	20	10,8	0,054	28,8	40,72	4,4	88,2						
26-27	907	38,9	0,040	16	11,8	0,055	31,8	46,40	6,2	119,6						
27-28	297	12,7	0,013	14	5,8	0,023	28,8	7,69	6,9	47,7						
28-29	182	7,8	0,008	14	3,4	0,014	30,8	3,09	5,3	21,1						
29-30	297	12,7	0,013	14	5,8	0,023	6,05	1,61	6,2	37,6						
30-31	907	38,9	0,040	16	11,8	0,055	6,05	8,83	5,8	77,3						
31-32	1395	59,8	0,061	20	10,8	0,054	7,05	9,97	3,6	48,8						
32-33	2127	91,2	0,093	20	24,7	0,082	4,05	13,31	8	210,9						
33-34	3207	137,4	0,140	20	49,6	0,124	2,05	15,32	2,9	159,2						
34-35	5367	230,0	0,235	25	33,1	0,133	1,3	11,14	1	44,2						
35-36	6447	276,3	0,282	25	45,3	0,160	2,05	25,36	6,4	315,3						
36-19	7179	307,7	0,314	25	55,2	0,178	6,05	92,79	3,7	297,0	3030,7					
23-37	2160	92,6	0,094	20	25,5	0,084	1,5	5,08	1,5	43,3						
37-38	1080	46,3	0,047	16	20,4	0,065	36,95	76,44	18,8	460,0						
38-34	2160	92,6	0,094	20	25,5	0,084	3,05	10,34	2,8	81,7	585,0					
											3615,7	7533,3	4,5026	1130	533	DN40



Продовження таблиці Г.1

ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	$\Sigma\zeta$	$\Delta p$ місц., Па	l, м	$\Delta p$ , Па	сумарні $\Delta p$ в півкільці	$\Delta p$ після півкільця	різниця між $\Delta P_r$ , кПа	V, л/год	$\Delta P_m$	Клапан
1 поверх																
1-39	2532	108,5	0,111	20	33,4	0,098	1,5	6,99	2	73,8						
39-40	1800	77,1	0,079	16	57,2	0,109	28,95	166,37	5,8	498,1						
40-41	900	38,6	0,039	16	32,4	0,054	26,8	38,50	5	200,5						
41-42	1800	77,1	0,079	16	57,2	0,109	4,05	23,27	4,4	275,0						
42-20	2532	108,5	0,111	20	32,4	0,098	2,05	9,55	3,4	119,7	1167,1	7876,5	6,7094	398,6	154	DN40
Мансардний поверх																
3-43	1823	78,1	0,080	16	58,9	0,110	1,3	7,66	0,6	43,0						
43-44	1335	57,2	0,058	16	34,2	0,081	24,8	78,40	4	215,2						
44-45	900	38,6	0,039	14	29,7	0,071	32,95	80,76	14,5	511,4						
45-46	1335	57,2	0,058	16	34,2	0,081	2,05	6,48	3,2	115,9						
46-18	1823	78,1	0,080	16	58,9	0,110	2,05	12,08	2,9	182,9	1068,4	6509,6	5,4412	340,1	146	ASV-PV25

Додаток Д

Таблиця Д.1 - Локальний кошторис на будівельні роботи

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 1701,482 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 3,758 тис.люд.-год.  
Кошторисна заробітна плата 33,007 тис. грн.  
Середній розряд робіт 4,1 розряд

Складений в поточних цінах станом на "25 листопада" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати	в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E18-1-1	Установлення котлів	шт	1	<u>46942,51</u> 283,03	<u>84,58</u> 24,34	46943	283	<u>85</u> 24	<u>36,24</u> 1,3933	<u>36,24</u> 1,39
2	E18-10-1	Установлення баків розширювальних 0,8 м3	шт	1	<u>2098,71</u> 42,30	<u>16,26</u> 4,96	2099	42	<u>16</u> 5	<u>5,95</u> 0,2836	<u>5,95</u> 0,28
3	E18-3-1	Установлення водопідігрівників	шт	1	<u>10251,24</u> 102,45	<u>109,48</u> 30,82	10251	102	<u>109</u> 31	<u>13,92</u> 1,8316	<u>13,92</u> 1,83
4	E16-14-17	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 63 мм зі з'єднанням терморезисторним зварюванням	100м	5,76	<u>21178,41</u> 921,47	<u>975,48</u> 382,31	121988	5308	<u>5619</u> 2202	<u>125,2</u> 23,7433	<u>721,15</u> 136,76
5	E18-10-3	Установлення баків розширювальних круглих і прямокутних місткістю 0,2 м3	шт	1	<u>9294,19</u> 42,30	<u>16,26</u> 4,96	9294	42	<u>16</u> 5	<u>5,95</u> 0,2836	<u>5,95</u> 0,28

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	E16-14-15	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 40 мм зі з'єднанням терморезисторним зварюванням	100м	0,06	<u>18833,50</u> 860,54	<u>480,23</u> 180,34	1130	52	<u>29</u> 11	<u>115,2</u> 11,1495	<u>6,91</u> 0,67
7	E16-15-2	Установлення регуляторів витрати тиску і гарячої води діаметром 40 мм	шт	1	<u>7467,04</u> 17,33	<u>16,71</u> 3,23	7467	17	<u>17</u> 3	<u>2,41</u> 0,1814	<u>2,41</u> 0,18
8	E16-14-13	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 25 мм зі з'єднанням терморезисторним зварюванням	100м	16,18	<u>11046,04</u> 690,23	<u>645,80</u> 246,79	178725	11168	<u>10449</u> 3993	<u>92,4</u> 15,2947	<u>1495,03</u> 247,47
9	E18-15-1	Установлення гребінок пароводорозподільних зі сталевих труб, Lухог	шт	2	<u>15937,01</u> 82,80	<u>20,34</u> 5,30	31874	166	<u>41</u> 11	<u>11,25</u> 0,3054	<u>22,5</u> 0,61
10	E18-6-2	Установлення радіаторів Ferroli Pol 500/8	100кВт	0,16	<u>2052,47</u> 664,87	<u>408,16</u> 127,21	328	106	<u>65</u> 20	<u>96,92</u> 7,4618	<u>15,51</u> 1,19
11	C130-555 варіант 10	Радіатори опалювальні	кВт	16	<u>7938,26</u> -	<u>-</u> -	127012	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
12	E26-1-1	Ізоляція трубопроводів діаметром 25 мм конструкціями теплоізоляційними комплектними на основі циліндрів мінераловатних на синтетичному зв'язуючому, товщина ізоляційного шару 40 мм	10м	22,8	<u>3344,75</u> 69,22	<u>11,41</u> 3,55	76260	1578	<u>260</u> 81	<u>9,12</u> 0,2128	<u>207,94</u> 4,85
13	E18-13-2	Установлення насосів тепловий BWR-MTD2 0061ts (3x380В)	шт	3	<u>316087,99</u> 190,05	<u>58,91</u> 16,14	948264	570	<u>177</u> 48	<u>26,73</u> 0,9228	<u>80,19</u> 2,77
14	E17-2-2	Установлення сушарок для рушників латунних хромованих	10шт	0,4	<u>7877,59</u> 282,66	<u>11,41</u> 3,55	3151	113	<u>5</u> 1	<u>40,67</u> 0,2128	<u>16,27</u> 0,09
15	E18-17-1	Установлення повітрозбірників зі сталевих труб зовнішнім діаметром до 76 мм	шт	1	<u>116,53</u> 13,25	<u>8,65</u> 2,73	117	13	<u>9</u> 3	<u>1,82</u> 0,1602	<u>1,82</u> 0,16
16	E18-17-10	Установлення повітровідвідників	шт	5	<u>928,81</u> 12,08	<u>7,56</u> 2,20	4644	60	<u>38</u> 11	<u>1,66</u> 0,1231	<u>8,3</u> 0,62

## Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17	E16-15-1	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб до 25 мм	шт	58	<u>651,63</u> 17,33	<u>11,65</u> 2,61	37795	1005	<u>676</u> 151	<u>2,41</u> 0,1561	<u>139,78</u> 9,05
18	E18-22-1	Установлення монотра	комплект	2	<u>576,93</u> 9,56	-	1154	19	-	<u>1,28</u> -	<u>2,56</u> -
19	E18-16-1	Установлення грязьовиків, зовнішній діаметр патрубку до 45 мм	шт	1	<u>982,35</u> 30,79	<u>25,04</u> 5,55	982	31	<u>25</u> 6	<u>4,33</u> 0,3285	<u>4,33</u> 0,33
20	E18-22-5	Установлення кранів повітряних	комплект	20	<u>2057,03</u> 1,56	-	41141	31	-	<u>0,2</u> -	<u>4</u> -
21	E18-21-1	Установлення фільтрів для очищення води у трубопроводах систем опалення діаметром 25 мм	10шт	0,2	<u>2088,36</u> 88,44	<u>136,23</u> 34,28	418	18	<u>27</u> 7	<u>12,3</u> 2,0478	<u>2,46</u> 0,41
22	E16-14-1	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 20 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,4	<u>16003,43</u> 2009,13	<u>1027,38</u> 398,95	6401	804	<u>411</u> 160	<u>268,96</u> 24,7574	<u>107,58</u> 9,9
23	E16-14-2	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 25 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,05	<u>18290,32</u> 1580,35	<u>645,80</u> 246,79	915	79	<u>32</u> 12	<u>211,56</u> 15,2947	<u>10,58</u> 0,76
24	E26-1-1	Ізоляція трубопроводів діаметром 25 мм конструкціями теплоізоляційними комплектними на основі циліндрів мінераловатних на синтетичному зв'язуючому, товщина ізоляційного шару 40 мм	10м	4,6	<u>3344,75</u> 69,22	<u>11,41</u> 3,55	15386	318	<u>52</u> 16	<u>9,12</u> 0,2128	<u>41,95</u> 0,98
25	E17-2-3	Установлення змішувачів	10шт	0,9	<u>1178,90</u> 85,76	-	1061	77	-	<u>11,48</u> -	<u>10,33</u> -
26	E16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів систем опалення, водопроводу і гарячого водопостачання діаметром до 50 мм	100м	2,73	<u>88,40</u> 73,16	<u>4,28</u> 0,24	241	200	<u>12</u> 1	<u>8,22</u> 0,015	<u>22,44</u> 0,04
Разом прямі витрати по кошторису							1675041	22202	<u>18170</u> 6802		<u>2986,1</u> 420,62

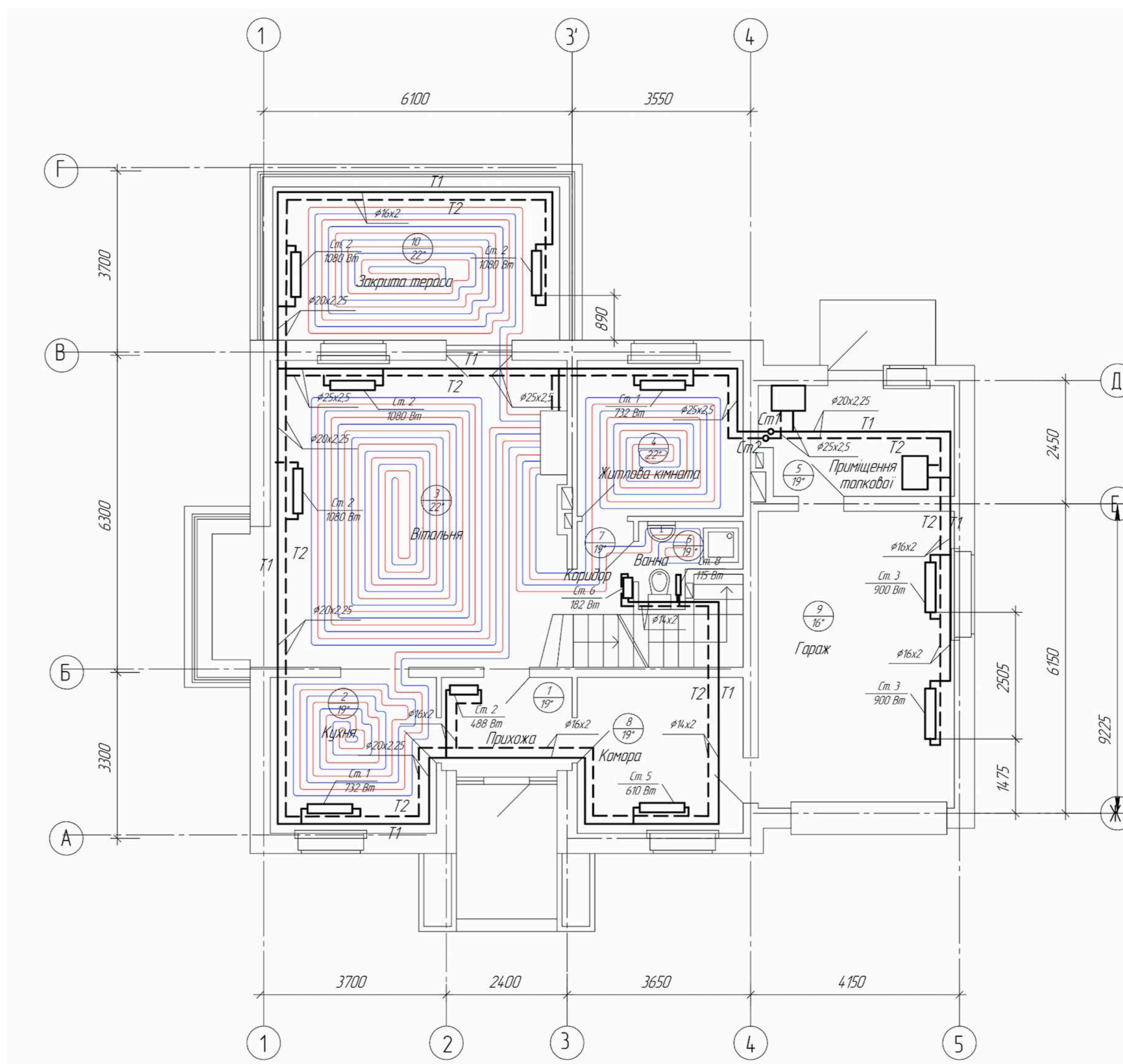
Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					1675041 1634669 29004 26441 350,83 4003 <b>1701482</b>				
		----- <b>Всього по кошторису</b>					<b>1701482</b>				
		Кошторисна трудоємність, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					<b>3758</b> <b>33007</b>				

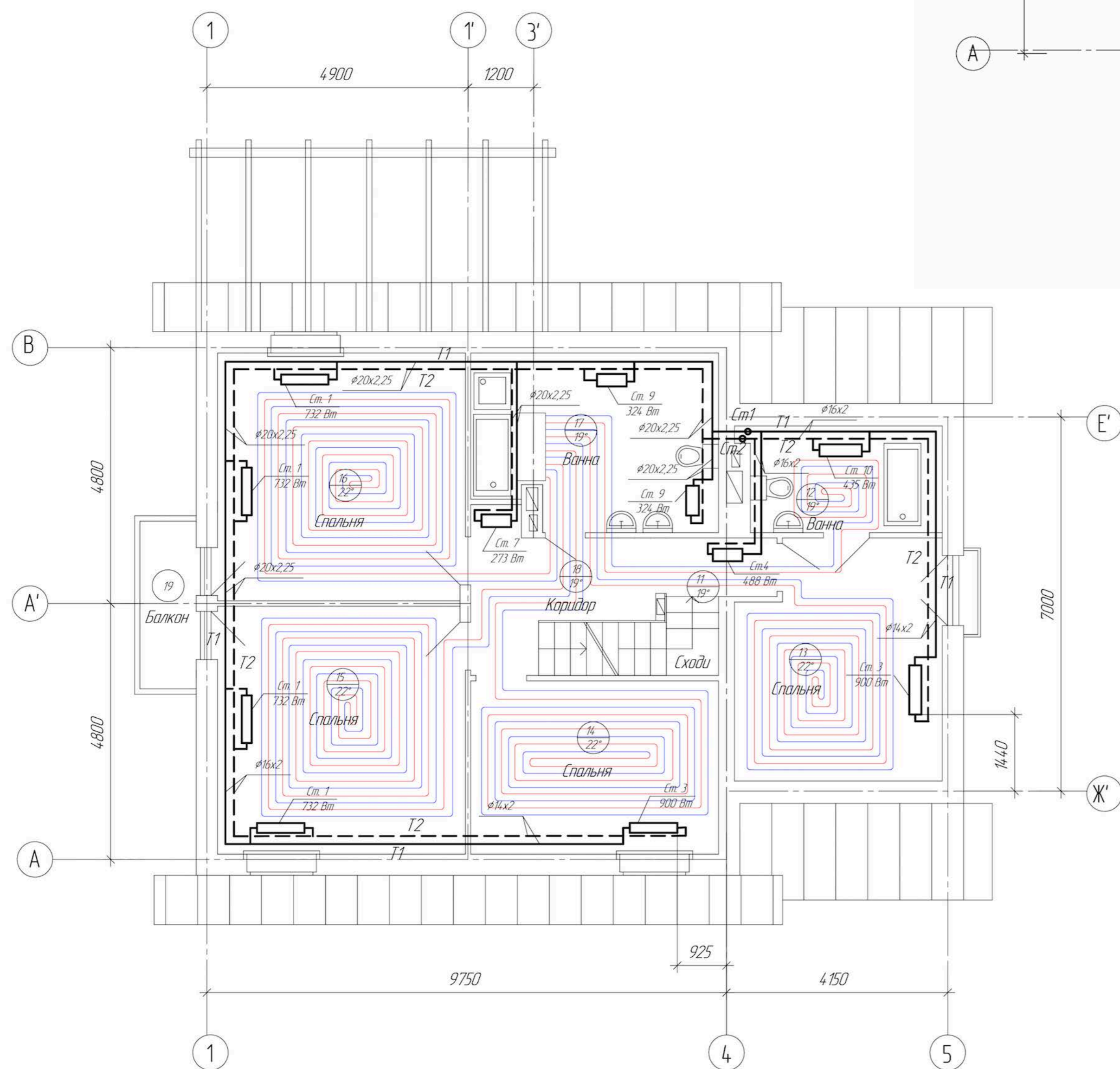
Склав \_\_\_\_\_  
[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

Перевірив \_\_\_\_\_  
[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

# Схема розміщення елементів системи опалення на плані 1 поверху М 1:100



# Схема розміщення елементів системи опалення на плані мансардного поверху М 1:100



№	Назва опалювального приладу	Потужність Вт	Кількість секцій	Довжина мм	Висота мм	Глибина мм
Ст. 1	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pal 500/8	732	6	480	5815	80
Ст. 2	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pal 500/10	1080	6	480	5815	100
Ст. 3	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pal 500/10	900	5	400	5815	100
Ст. 4	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pal 500/8	488	4	320	5815	80
Ст. 5	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pal 500/8	610	5	400	5815	80
Ст. 6	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pal 350/10	182	2	160	4315	100
Ст. 7	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pal 350/10	273	3	240	4315	100
Ст. 8	Зміювик Laris 25 PC3 400 x 500	115	3	400	525	25
Ст. 9	Рушникосушка Laris Європа П11 500 x 800	324	8	530	800	160
Ст. 10	Рушникосушка Laris Європа П11 500 x 900	435	11	530	900	160
Ст. 11	Труба для теплого підлога Urberg 16x2	101	171	1000	16	16

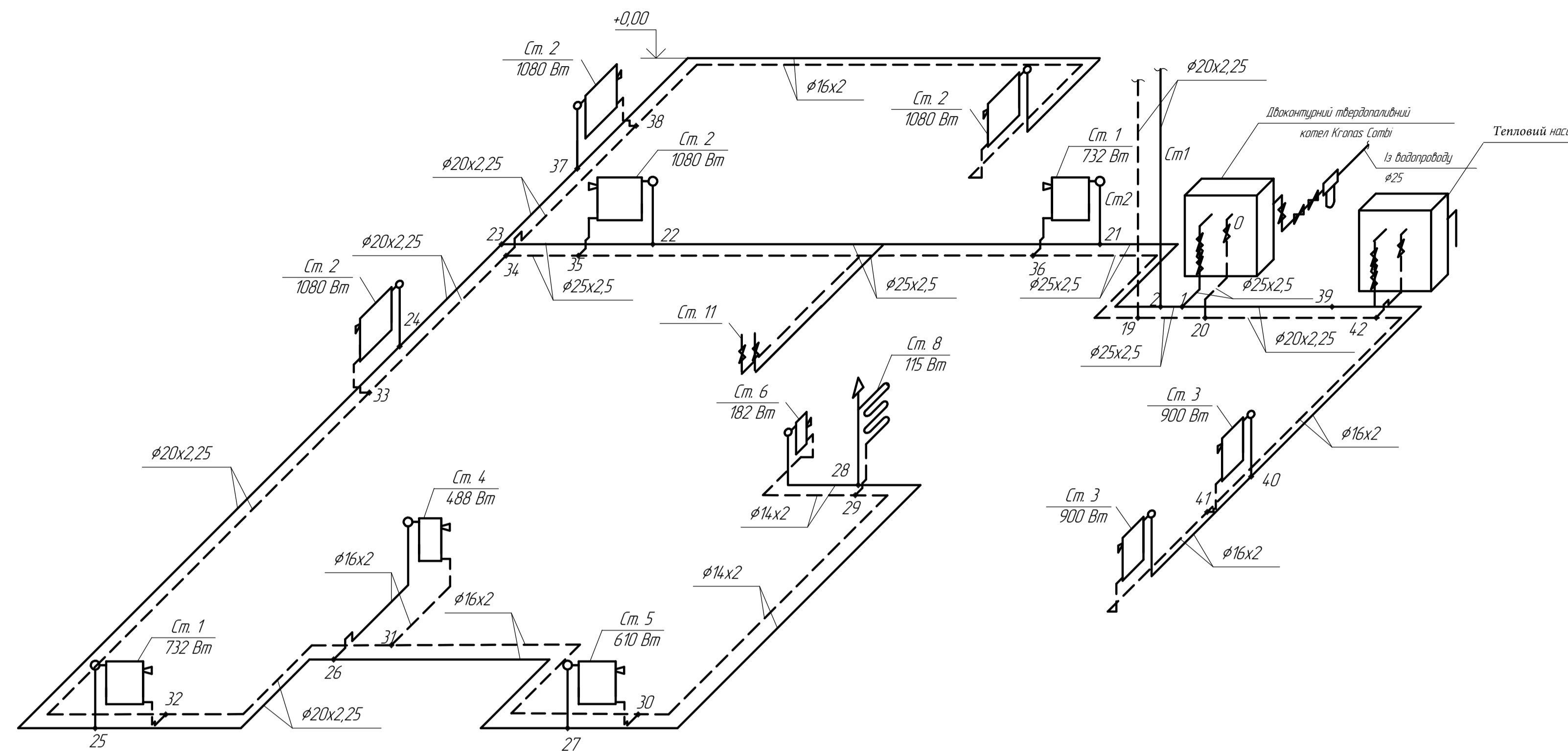
№ п/п	Найменування приміщення	Площа, м <sup>2</sup>
<b>Експлікація приміщень 1 поверху</b>		
1	Прихожа	6
2	Кухня	12,21
3	Вітальня	39,06
4	Житлова кімната	10,48
5	Приміщення теплого підлоги	10,17
6	Ванна кімната	3,73
7	Коридор	3,8
8	Камора	12,05
9	Гараж	25,83
10	Закрита тераса	23,56

<b>Експлікація приміщень мансардного поверху</b>		
11	Сходи	5,7
12	Ванна кімната	9,9
13	Спальня	21,0
14	Спальня	14,3
15	Спальня	21,0
16	Спальня	21,0
17	Ванна кімната	13,6
18	Коридор	7,4
19	Балкон	4,1
Загальна площа будинку - 264,89 м <sup>2</sup>		

08-12.МКР.151.000.000 ПЗ					
Камінована система теплогарантування з альтернативним джерелом енергії котлажу					
Система опалення				Сталія	Лист
				1	6
Схема розміщення елементів системи опалення на плані першого поверху, схема розміщення елементів системи опалення на плані мансардного поверху, експлікація приміщень					
ВНТУ, ТГ-21					

Соголодана  
Важк. шиф. №  
Підп. і дата  
Лист № 1/01

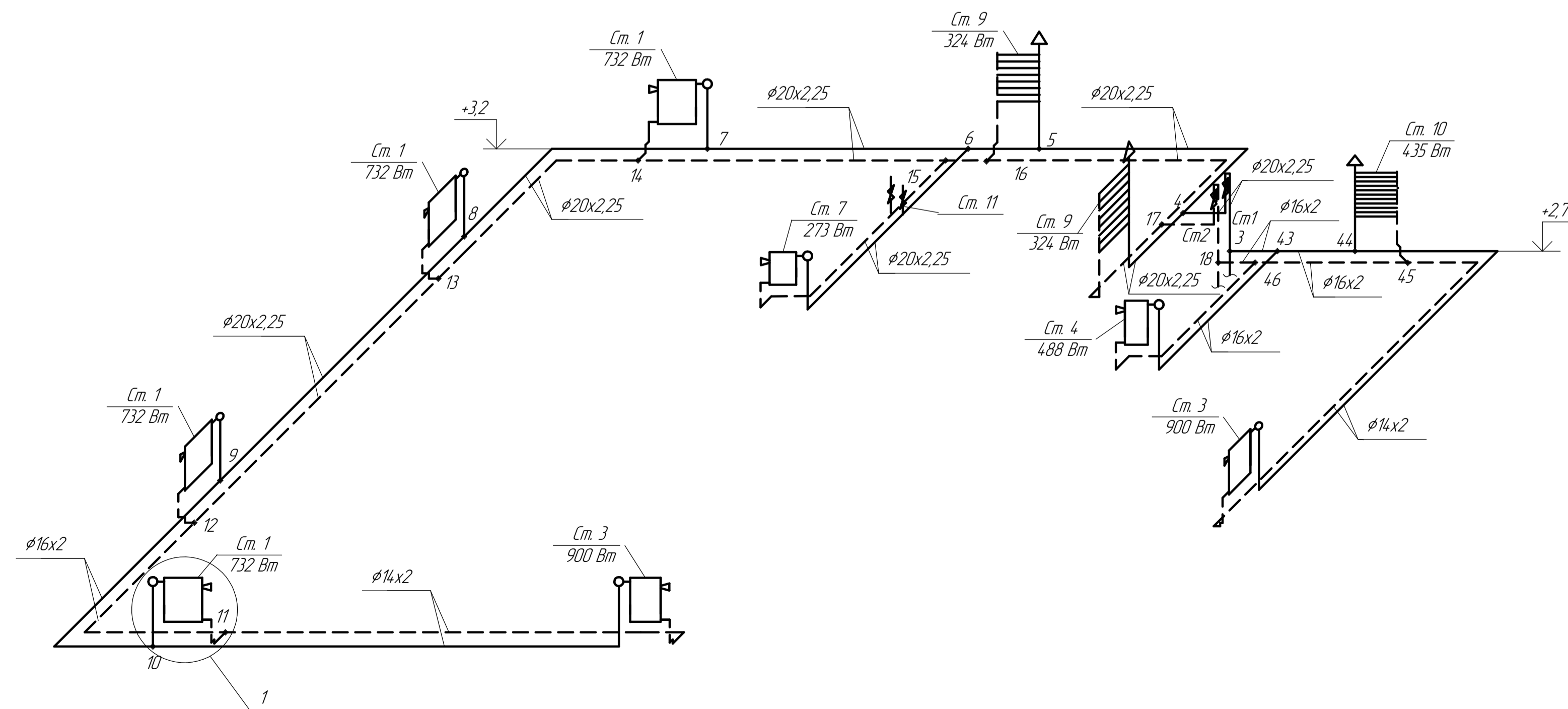
## Аксонетрична схема системи опалення 1 поверху М 1:50



### Умовні позначення

- Подаючий трубопровід системи опалення  $t=90^{\circ}\text{C}$
- - - Зворотній трубопровід системи опалення  $t=70^{\circ}\text{C}$
- ⊗ Кран кульовий
- ⊘ Зворотній клапан
- ⊙ Вентиль термостатичний
- △ Повітровідвідник
- Радіатор секційний алюмінієвий
- ▨ Рушникосушка
- ⊞ Зміювик

## Аксонетрична схема системи опалення мансардного поверху М 1:50



№	Назва опалювального приладу	Потужність, Вт	Кількість секцій	Довжина, мм	Висота, мм	Глибина, мм
Ст. 1	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pol 500/8	732	6	480	5815	80
Ст. 2	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pol 500/10	1080	6	480	5815	100
Ст. 3	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pol 500/10	900	5	400	5815	100
Ст. 4	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pol 500/8	488	4	320	5815	80
Ст. 5	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pol 500/8	610	5	400	5815	80
Ст. 6	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pol 350/10	182	2	160	4315	100
Ст. 7	Алюмінієвий радіатор Ferrali Pol 350/10	273	3	240	4315	100
Ст. 8	Зміювик Laris 25 PC3 400 x 500	115	3	400	525	25
Ст. 9	Рушникосушка Laris Европа П8 500 x 800	324	8	530	800	160
Ст. 10	Рушникосушка Laris Европа П11 500 x 900	435	11	530	900	160
Ст. 11	Водорозподільча гребінка		2			

08-12.МКР.151.00.000 ПЗ

Комбінована система теплостачання з альтернативним джерелом енергії котежа

Ім'я	Кваліф.	Лист	Розроб.	Підп.	Дата	Система опалення	Стандарт	Лист	Листов
Розроб.	Бровко А.С.								
Перевірив	Ратичняк Г.С.								
Н. контро.	Понедич О.Д.					Аксонетрична схема системи опалення першого поверху, аксонетрична схема системи опалення мансардного поверху			
Затвердив	Ратичняк Г.С.								

ВНТУ, ТГ-21

Формат А1

Схема розміщення елементів системи гарячого водопостачання на плані 1 поверху М 1:100

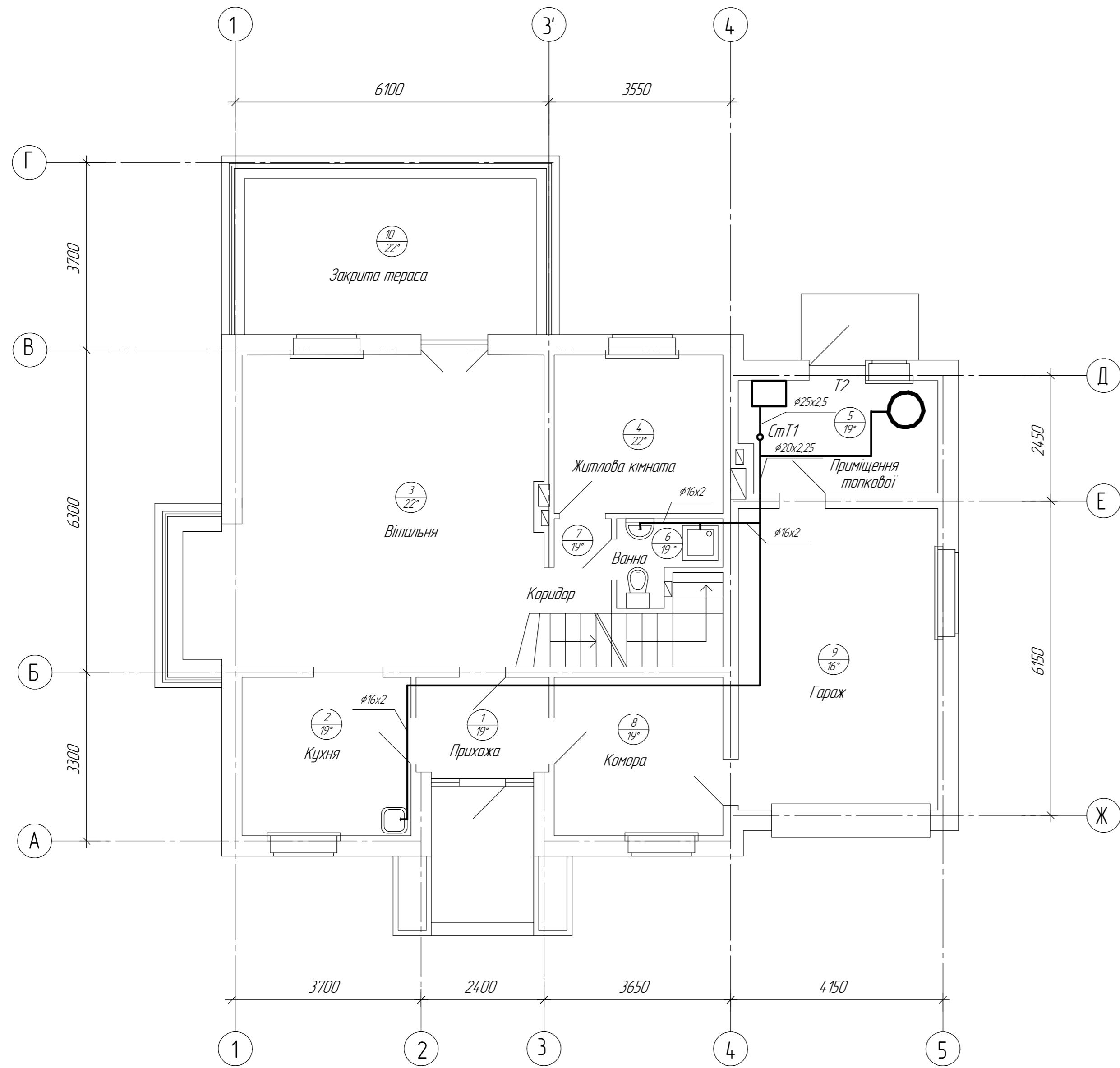
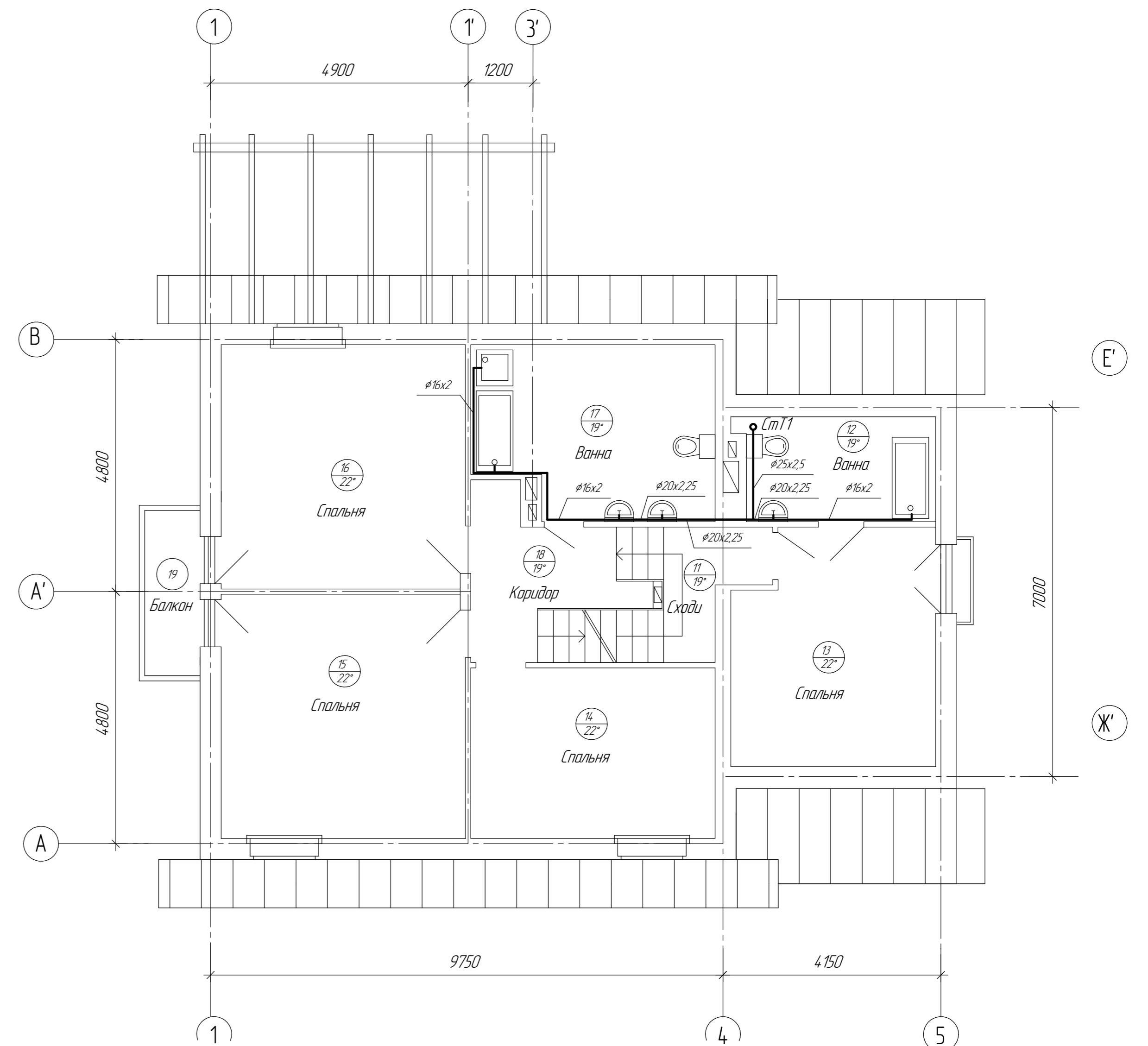
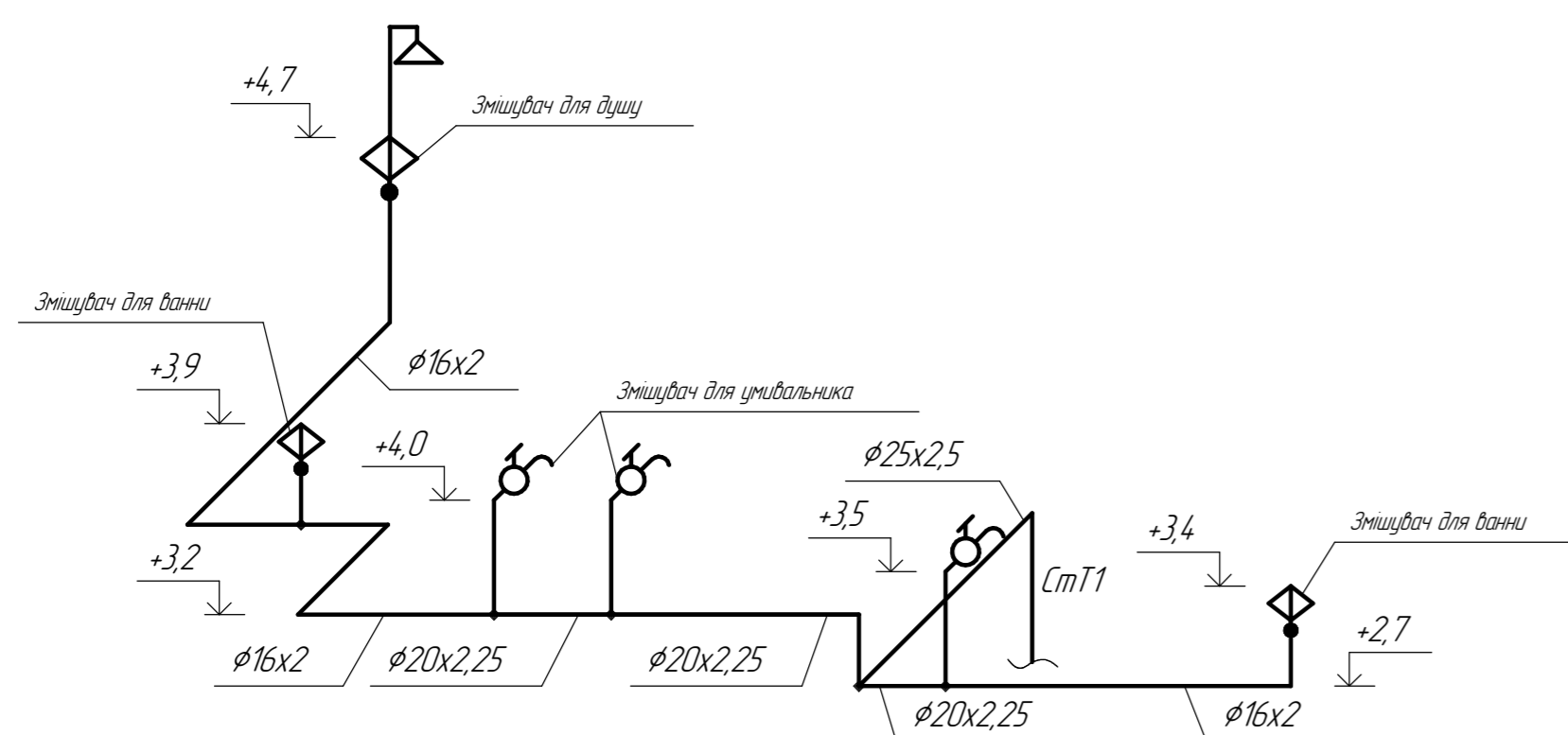


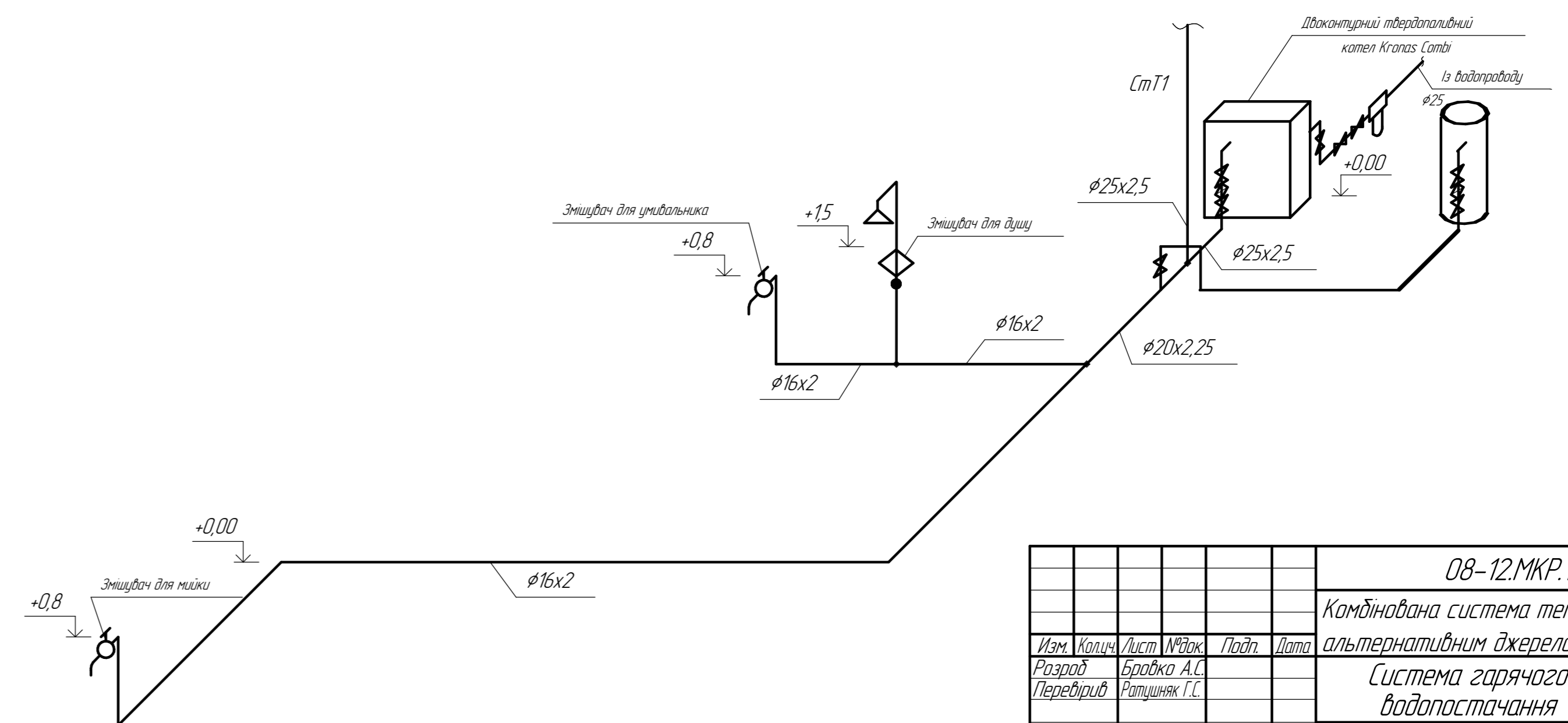
Схема розміщення елементів системи гарячого водопостачання на плані мансардного поверху М 1:100



Аксонетрична схема системи гарячого водопостачання мансардного поверху М 1:50



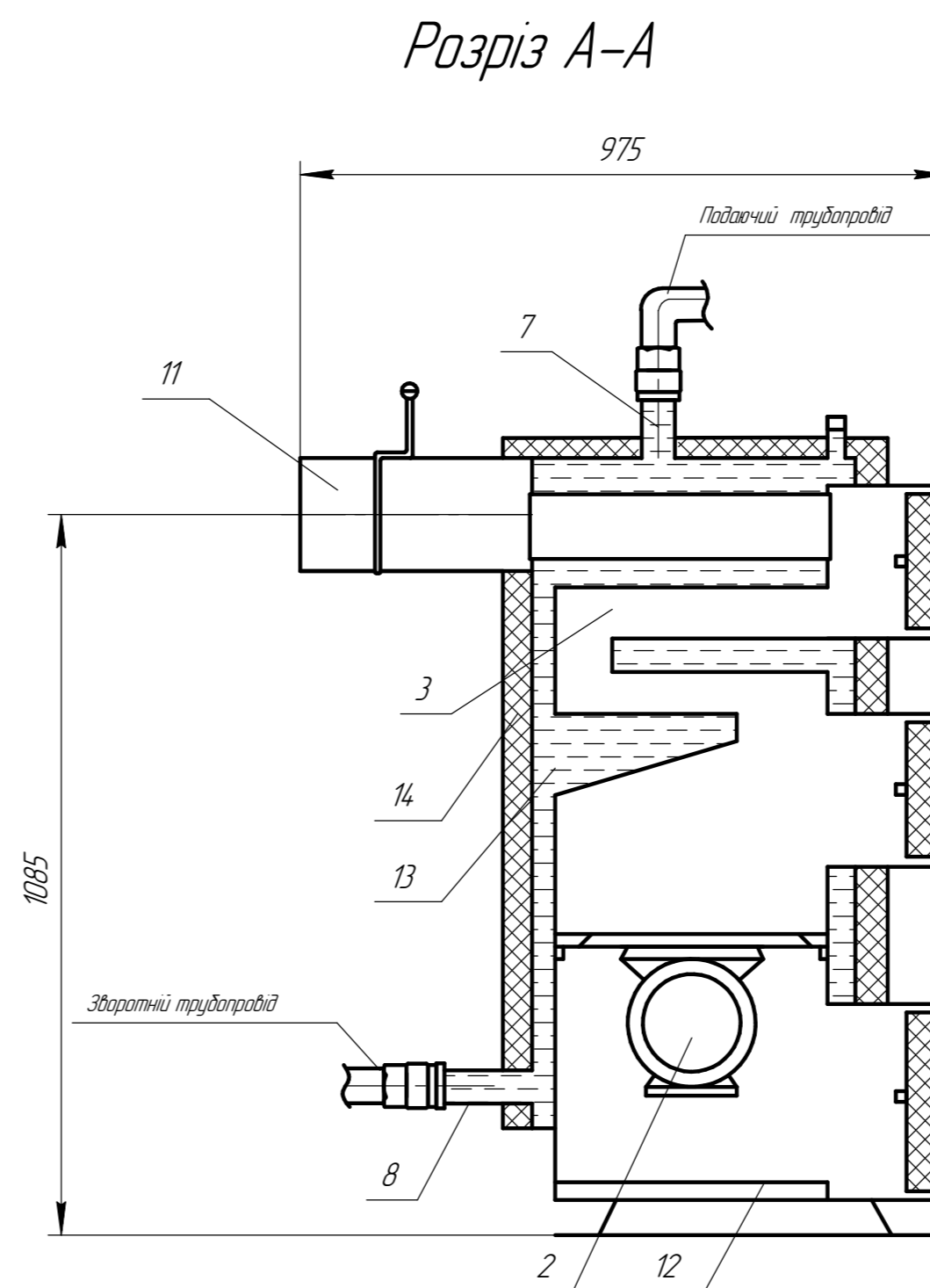
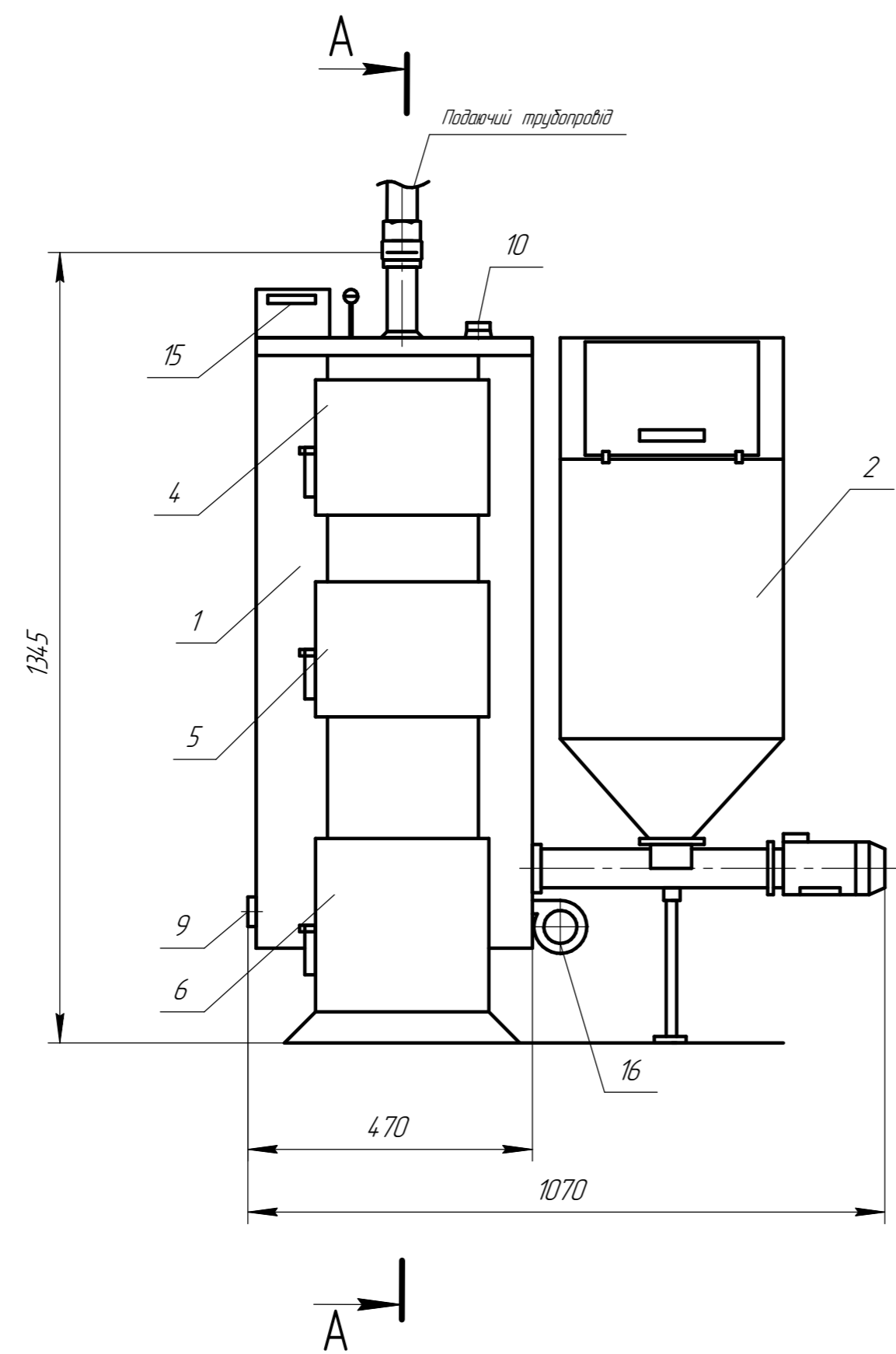
Аксонетрична схема системи гарячого водопостачання 1 поверху М 1:50



						08-12.МКР.151.000.000 ПЗ		
						Комбінована система теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії котеджа		
Ім'я	Хочальч	Лист	Місяць	Подп.	Дата	Система гарячого водопостачання		
Розроб	Бродко А.С.					Станд.	Лист	Листов
Перевірив	Ратушняк Г.С.						3	6
						ВНТУ, ТГ-21		
						Формат А1		

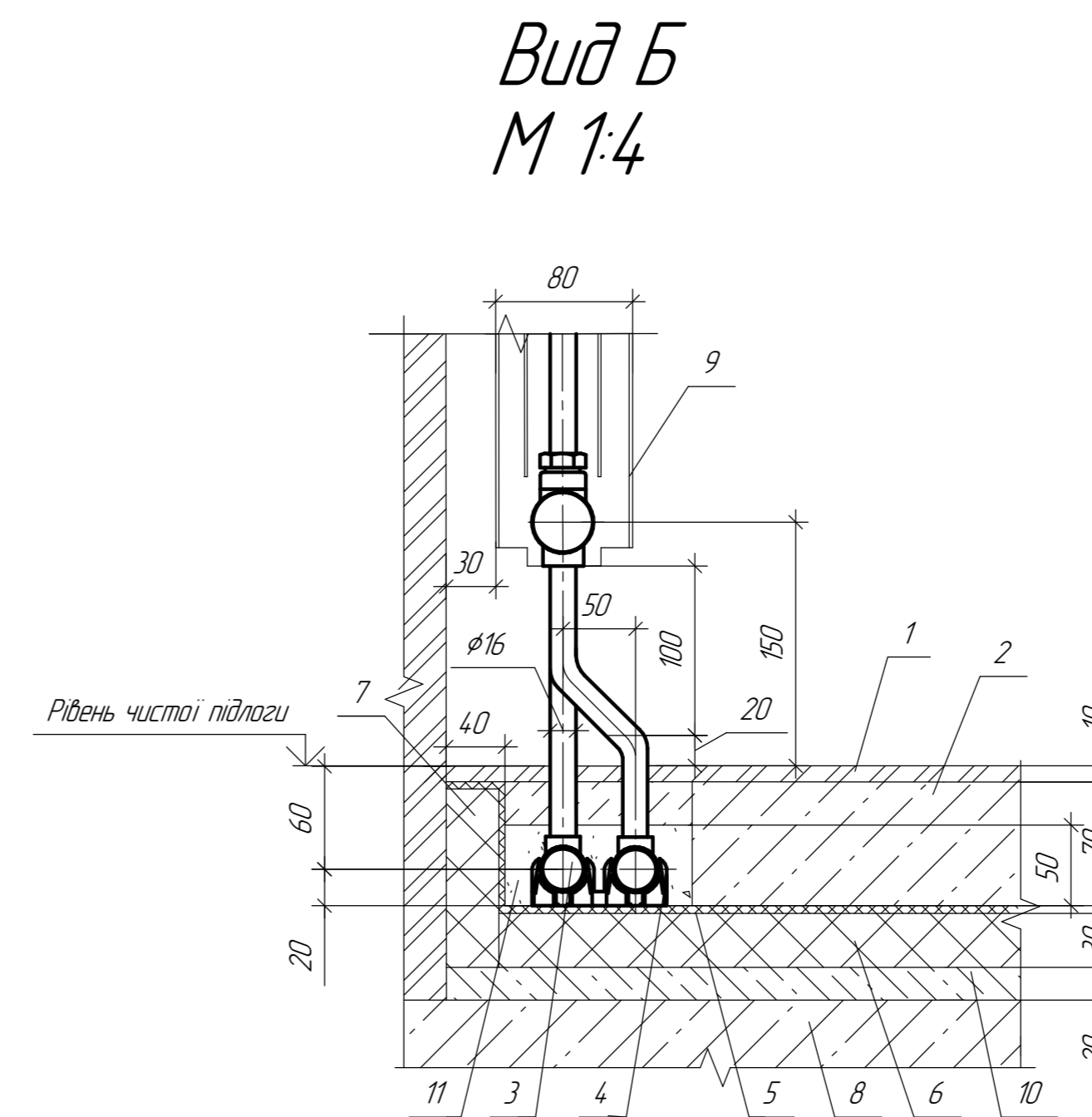
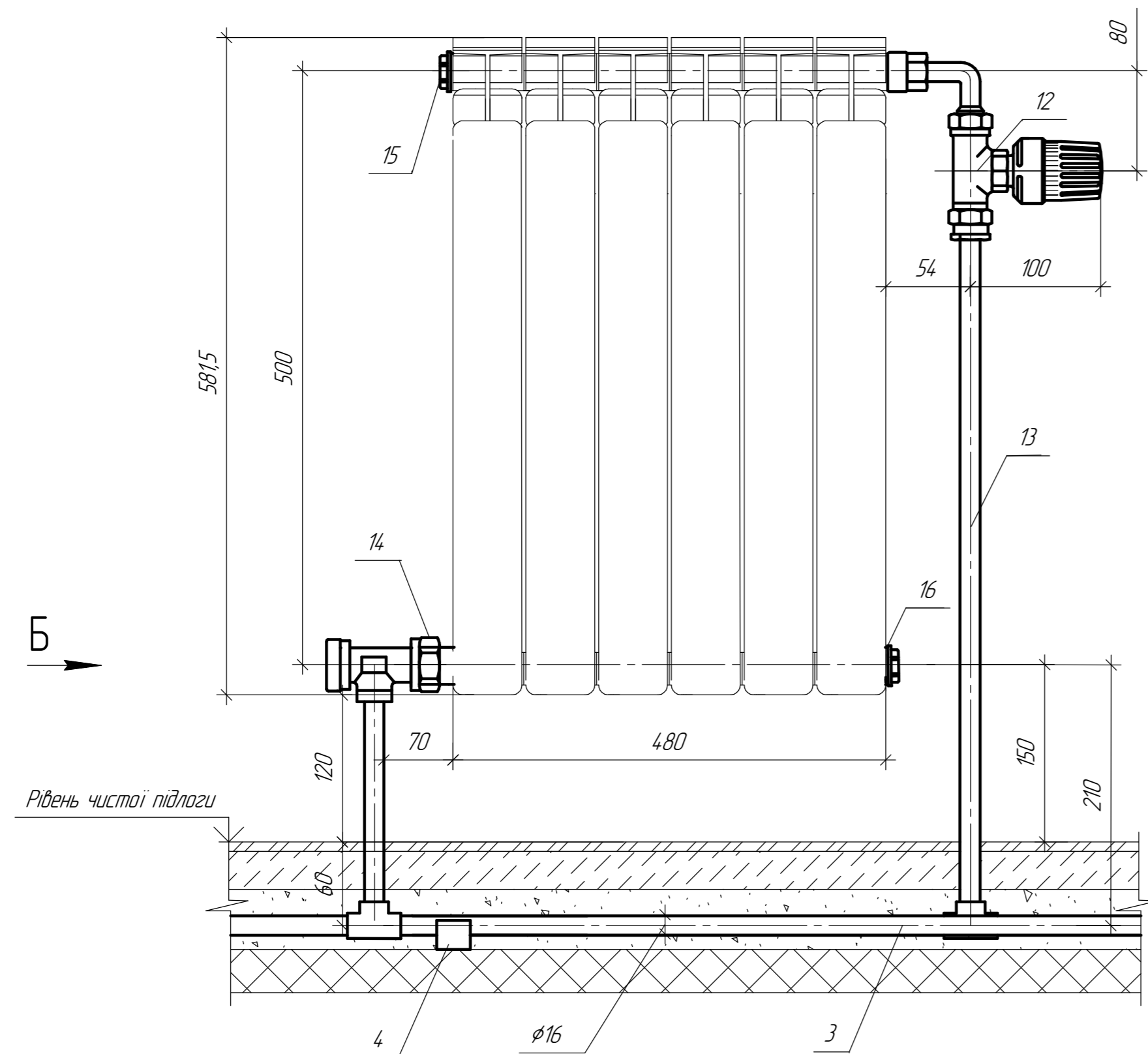


Габаритні розміри котла Kronas Combi  
потужністю 17 кВт  
М 1:10



Позначення	
1	Корпус котла
2	Камера згоряння
3	Теплообмінник
4	Дверцята конвекційної частини
5	Дверцята завантажувальні
6	Дверцята ревізійні
7	Патрубок подаючий воду
8	Патрубок зворотної води
9	Штуцер зливу води з котла
10	Штуцер під запобіжний клапан
11	Бороб
12	Зольник
13	Водяна оболонка
14	Теплоізоляція корпусу
15	Блок автоматики управління
16	Вентилятор

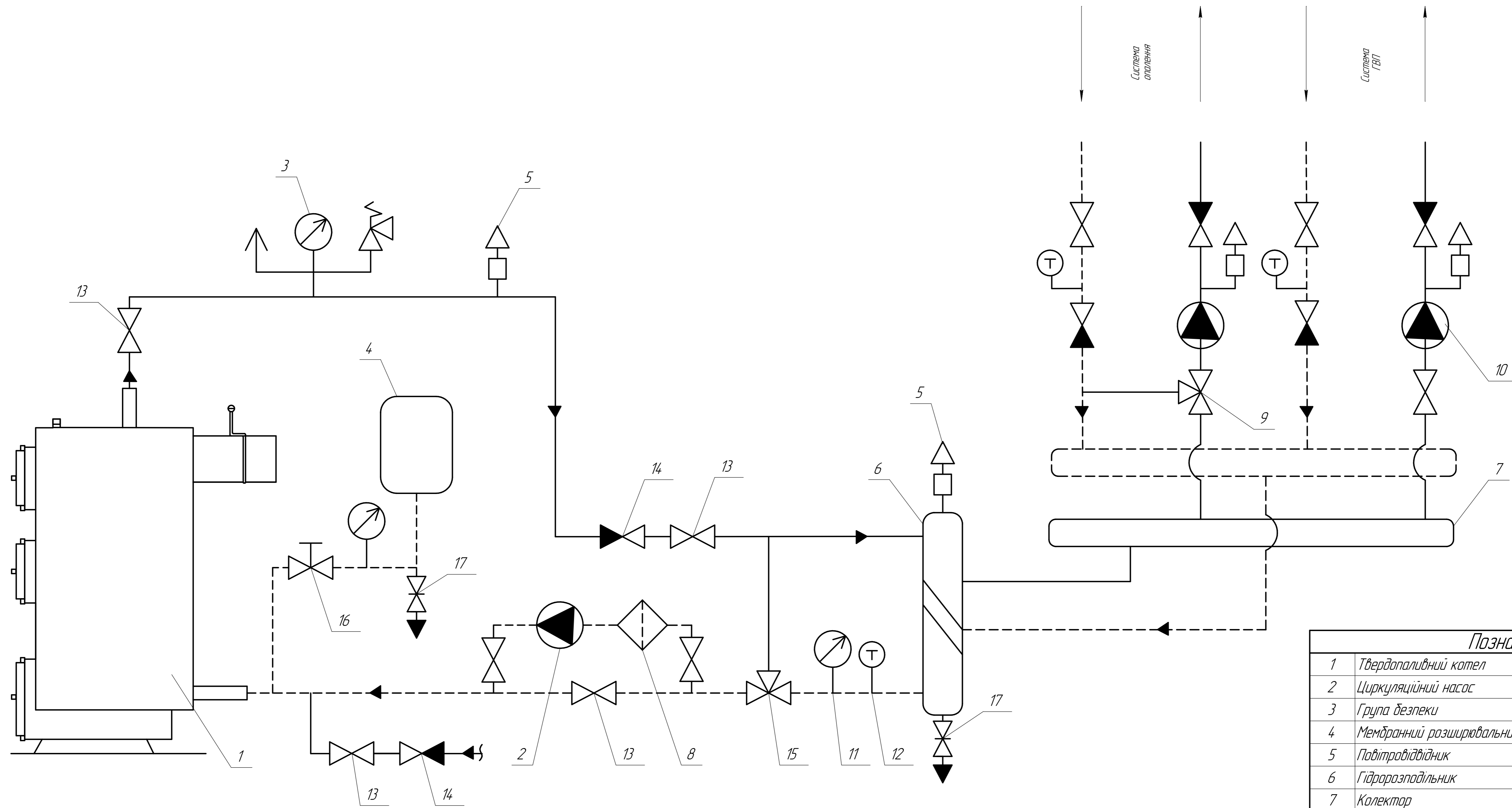
Вузол 1 (Арк. 2)  
М 1:4



Позначення	
1	Настил підлоги
2	Бетонна стяжка
3	Трубопровід зворотній
4	Фіксатор поліетиленовий
5	Гідроізоляція
6	Теплоізоляція
7	Бічна теплоізоляція
8	Плита перекриття
9	Радіатор секційний
10	Вирівнювача стяжка
11	Насипний матеріал (перліт)
12	Корпус клапана
13	Трубопровід подаючий
14	Вентиль нижній кутовий RBM
15	Повітровідвідний клапан
16	Клапан запірний

08-12.МКР.151.000.000 ПЗ					
Комбінована система теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії котежу					
Изм.	Кол.	Лист	Місц.	Подп.	Дата
Розроб	Бродко А.С.				
Перевірив	Ратушняк Г.С.				
Система теплостачання				Станд.	Лист
				4	6
Габаритні розміри котла, переріз А-А, вузол 1, вид Б					ВНТУ, ТГ-21
Н. контр.	Лажечук О.В.				
Затвердив	Ратушняк Г.С.				

Схема підключення котла до систем опалення та гарячого водопостачання



— Подаючий трубопровід  
 - - - Зворотній трубопровід

Позначення	
1	Твердопаливний котел
2	Циркуляційний насос
3	Група безпеки
4	Мембранний розширювальний бак
5	Повітровидвідник
6	Гідророзподільник
7	Колектор
8	Фільтр
9	Триходовий клапан системи опалення
10	Циркуляційний насос контура системи ГВП
11	Манометр
12	Термометр
13	Клапан запірний
14	Зворотній клапан
15	Триходовий термостатичний клапан
16	МАГ-вентиль для підключення розширювального баку
17	Спускний клапан

08-12.МКР.151.000.000 ПЗ					
Комбінована система теплозабезпечення з альтернативним джерелом енергії кожею					
Изм.	Корект.	Лист	Місяк	Подп.	Дата
Розроб.	Бродко А.С.				
Перевірив	Ратушняк Г.С.				
Система теплопостачання				Станд.	Лист
					5 6
Схема підключення котла до систем опалення та гарячого водопостачання				ВНТУ, ТГ-21	
Н.контр.	Лажевич О.В.				
Затвердив	Ратушняк Г.С.				

