

Вінницький національний технічний університет
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:

**« ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ІНДИВІДУАЛЬНОГО
ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ В МІСТІ БУЧА »**

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

_____ Гігієнішвілі К.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент кафедри ІСБ

_____ Слободян Н.М.

(прізвище та ініціали)

« » _____ 2022 р.

Опонент к.т.н., доцент кафедри БМГА

_____ Меть І.М.

(прізвище та ініціали)

« » _____ 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

_____ *(прізвище та ініціали)*

« » _____ 2022 р.

Вінниця ВНТУ – 2022рік

Вінницький національний технічний університет
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
Освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

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

(підпис)
«___» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Гігієнішвілі Карло Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема магістерської кваліфікаційної роботи Забезпечення мікроклімату індивідуального житлового будинку в місті Буча

керівник роботи Слободян Н.М., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом закладу вищої освіти № 205-А від «15» 09. 2022 р.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 12 грудня 2022 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) план будівлі, плани поверхів будівлі, технологічні креслення, конструкція зовнішніх огорожувальних конструкцій, містобудівні обмеження (обмеження площі забудови), нормативний термічний опір для зовнішніх огорожувальних конструкцій I кліматичної зони (для зовнішніх стін $3,3 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2/\text{К}$, для вікон $-0,75 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2/\text{К м}$).

4. Зміст текстової частини: вступ, аналітичний огляд сонячних колекторів та аналіз їх ефективності в системах гарячого водопостачання; теоретичне обґрунтування підбору та розрахунку комбінованих систем теплопостачання індивідуального житлового будинку; організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень, заходи з охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; техніко-економічні показники проектних рішень; висновки, додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) плакати за результатами досліджень, схеми системи опалення та вентиляції на планах поверхів будівлі, аксонометричні схеми систем опалення та вентиляції, монтажні креслення; календарний графік виконання робіт по монтажу систем, графіки руху - машин механізмів, робітників.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Аналітичний огляд сонячних колекторів та їх ефективність в системах гарячого водопостачання	Слободян Н.М., доцент	15.09.22	10.10.22
2. Теоретичне обґрунтування підбору та розрахунку комбінованих систем теплопостачання індивідуального житлового будинку	Слободян Н.М., доцент	15.09.22	31.10.22
3. Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	Слободян Н.М., доцент	15.09.22	15.11.22
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І.М. доцент	15.09.22	28.11.22
5. Техніко-економічні показники проектних рішень	Лялюк О.Г., доцент	15.09.22	7.12.22

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів (роботи)	Примітка
1	Аналітичний огляд сонячних колекторів та їх ефективність в системах гарячого водопостачання	10.10.22	ВИКОНАВ
2	Теоретичне обґрунтування підбору та розрахунку комбінованих систем теплопостачання індивідуального житлового будинку	31.10.22	ВИКОНАВ
3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	15.11.22	ВИКОНАВ
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	28.11.22	ВИКОНАВ
5	Техніко-економічні показники проектних рішень	7.12.22	ВИКОНАВ
6	Розробка графічної частини та презентації	1 – 7.12.22	ВИКОНАВ
6	Попередній захист	06.12.22	ВИКОНАВ
7	Відгук опонента (рецензента)	12.12.22	ВИКОНАВ
8	Захист МКР		ВИКОНАВ

Магістрант _____ Гігієншвілі К.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Слободян Н.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 628.8

Гігінешвілі К.В. Забезпечення мікроклімату індивідуального житлового будинку в місті Буча. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма – теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2022, 132 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 49 назв; рис.:25; табл.26.

У магістерській кваліфікаційній роботі проведено аналіз існуючих досліджень за даним напрямком та проаналізовано з метою забезпечення необхідних температурних режимів у приміщеннях будинку, огляд різних типів сонячних колекторів, їх ефективності, плюси і мінуси стосовно їхніх експлуатаційних параметрів (розділ 1). Проведено техніко– економічне обґрунтування та розроблено проектне рішення системи, що забезпечує мікроклімат приміщень індивідуального житлового будинку (розділ 1, 2). Визначені проекти пропозиції щодо організації виконання монтажних робіт та складено календарний графік виконання робіт (розділ 3). Опрацьовано питання охорони праці, а саме технічні рішення з безпечної організації робочих місць будівельно-монтажного персоналу під час монтажу інженерного обладнання та технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії (розділ 4). Проведено розрахунки кошторисної вартості проектного рішення системи опалення індивідуального житлового будинку (розділ 5).

Графічна частина складається з 15 креслень та презентації.

Ключові слова: мікроклімат, опалення, колектор, індивідуальний будинок, енергоефективність.

ANNOTATION

UDC 628.8

Hyginshvili K.V. Ensuring the microclimate of an individual residential building in the city of Bucha. Master's qualification thesis on specialty 192 - Construction and civil engineering, educational and professional program - heat and gas supply and ventilation. Vinnytsia: VNTU, 2022, 132 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 49 titles; Fig.: 25; table 26.

In the master's qualification work, an analysis of existing research in this direction was carried out and analyzed in order to ensure the necessary temperature regimes in the premises of the house, an overview of different types of solar collectors, their efficiency, pluses and minuses in relation to their operational parameters (chapter 1). Technical and economic substantiation was carried out and a project solution was developed for the system that ensures the microclimate of the premises of an individual residential building (chapter 1, 2).

Draft proposals for the organization of installation work have been defined and a calendar schedule for the work has been drawn up (Chapter 3). The issue of occupational health and safety, namely technical solutions for the safe organization of workplaces of construction and assembly personnel during the installation of engineering equipment and technical solutions for occupational hygiene and industrial sanitation (chapter 4) has been elaborated. Calculations of the estimated cost of the design solution of the heating system of an individual residential building were carried out (Chapter 5).

The graphic part consists of 15 drawings and a presentation.

Keywords: microclimate, heating, collector, individual house, energy efficiency

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ТА ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ В СИСТЕМАХ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	
1.1 Загальні відомості.....	
1.2 Сонячний вакуумний колектор.....	
1.3 Порівняльні характеристики різних типів сонячних колекторів.....	
1.4 Вартість сонячного колектора і тепла.....	
1.5 Техніко – економічне порівняння конструктивних рішень системи опалення.....	
1.5.1 Визначення найбільш ефективного варіанту системи опалення.....	
1.5.2 Економічний ефект від впровадження системи опалення на твердому паливі.....	
1.6 Техніко-економічне порівняння конструктивних рішень системи опалення.....	
1.6.1 Визначення найбільш ефективного варіанту системи опалення.....	
1.6.2 Економічний ефект від впровадження системи опалення на твердому паливі.....	
1.7 Висновок до розділу.....	
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДБОРУ ТА РОЗРАХУНКУ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО БУДИНКУ.....	
2.1 Вихідні дані.....	
2.2 Природно-кліматична характеристика району забудови.....	
2.3 Відомості про будівлю.....	
2.4 Характеристика об'єкту.....	
2.5 Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій.....	
2.5.1 Розрахунок зовнішніх стін.....	
2.5.2 Розрахунок вікон.....	
2.5.3 Розрахунок міжповерхового перекриття.....	
2.5.4 Розрахунок покрівлі.....	
2.6 Розрахунок теплових втрат приміщень.....	
2.7 Вибір опалювальних приладів.....	
2.8 Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення.....	
2.9 Підбір обладнання.....	
2.10 Визначення параметрів гарячого водопостачання та геліоустаковки.....	
2.10.1 Визначення необхідного сонячного колектора.....	
2.11 Розрахунок гарячого водопостачання.....	
2.11.1 Розрахунок навантаження гарячого водопостачання.....	
2.12 Розрахунок теплопродуктивності сонячного колектора.....	
2.13 Розрахунок об'єму бака-акумулятора та його вибір.....	
2.14 Вибір площі СК.....	
2.15 Термостатичний змішувач, описання та вибір.....	
2.16 Вибір контролера.....	
2.17 Висновок до розділу.....	
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ	

ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....	
3.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту монтажу.....	
3.2 Технологія виконання монтажних робіт.....	
3.3 Перелік основних та допоміжних матеріалів і виробів.....	
3.4 Визначення складу і об'ємів робіт.....	
3.4.1 Визначення складу робіт.....	
3.4.2 Визначення об'ємів робіт.....	
3.5 Підбір необхідного технологічного обладнання та інструментів для виконання монтажних робіт.....	
3.6 Визначення витрат енергоносіїв при роботі обладнання та транспортних засобів.....	
Розрахунок трудомісткості виконання робіт.....	
3.8 Визначення кількості робітників, підбір необхідного технологічного обладнання та інструментів для виконання монтажних робіт.....	
3.8.1 Визначення кількості робітників.....	
3.8.2 Підбір необхідного технологічного обладнання та інструментів для виконання монтажних робіт.....	
3.9 Технологічний регламент і технічні засоби для проведення випробувань систем при здачі в експлуатацію.....	
3.10 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану.....	
3.11 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт.....	
3.12 Висновок до розділу.....	
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	
4.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць будівельно-монтажного персоналу під час монтажу інженерного обладнання.....	
4.1.1 Технічні рішення щодо організації робочих місць.....	
4.1.2 Електробезпека.....	
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	
4.2.1 Мікроклімат.....	
4.2.2 Склад повітря робочої зони.....	
4.2.3 Виробниче освітлення.....	
4.2.4 Виробничий шум.....	
4.2.5 Виробничі вібрації.....	
4.2.6 Психофізіологічні фактори.....	
4.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях.....	
4.4 Висновок до розділу.....	
5 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ....	
5.1 Локальний кошторис об'єкту.....	
5.2 Загальні техніко – економічні показники.....	
5.3 Енергетичний паспорт об'єкту.....	
5.4 Висновок до розділу.....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ.....	

ВСТУП

У магістерській кваліфікаційній роботі розробляються проектні пропозиції щодо системи опалення житлового будинку котеджного типу у місті Буча. З метою забезпечення необхідних температурних параметрів у приміщеннях будинку, необхідно провести огляд різних типів сонячних колекторів, їх ефективності, плюси і мінуси того чи іншого сонячного колектора стосовно їхніх експлуатаційних параметрів. Виконати теплотехнічний розрахунок та підібрати обладнання, яке повністю покриє втрати тепла в приміщеннях. Для економії енергоресурсів передбачається створення сучасної системи опалення, яка б забезпечувала оптимальні параметри мікроклімату та скорочувала недоцільну витрату теплової енергії.

Мета та задачі роботи.

Мета роботи – провести дослідження за результатами якого розробити проектне рішення найбільш ефективного варіанту системи опалення, яке забезпечить автоматизацію теплових режимів, можливість керування температурою у приміщеннях, а також дозволить зменшити витрати теплової енергії на опалення будинку.

Для досягнення даної мети повинні бути виконані **такі задачі**:

- розглянути можливості використання різних колекторів у різних сферах;
- виконати теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій;
- виконати гідравлічне моделювання системи опалення;
- виконати підбір обладнання;
- підібрати та визначити необхідні матеріали, механізми для монтажу системи;
- визначити тривалість монтажу системи опалення;
- скласти локальний кошторис монтажних робіт та визначити загальні техніко-економічні показники проектного рішення.;
- виконати необхідні креслення;
- навести рекомендації по охороні праці, безпеці виконанню монтажних робіт та експлуатації системи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконано відповідно до тематики кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету за темою 93К2: «Розробка енергоефективних систем теплогазопостачання, вентиляції і кондиціонування та іншого технологічного устаткування в галузі будівництва та цивільної інженерії».

Дана кваліфікаційна магістерська робота має **дослідно-конструкторський характер**.

Об'єкт дослідження: теплові та гідравлічні процеси забезпечення нормованих параметрів мікроклімату у приміщеннях індивідуального житлового будинку.

Предмет дослідження – система створення мікроклімату індивідуального житлового будинку.

Методи дослідження. В роботі використовувалися емпіричні методи дослідження, а саме, науковий пошук, аналітичний огляд за обраною темою дослідження, аналіз і синтез зібраних даних (перший розділ роботи); моделювання та прогнозування (другий, третій розділ роботи).

Наукова новизна: розроблено енергоефективне проектне рішення системи опалення житлової будівлі, інноваційність якого полягає в поєднанні роботи газового і твердопаливного котла та геліоустановки для приготування гарячої води і підтримки системи опалення.

Практичне значення одержаних результатів досліджень: Робота має дослідно-конструкторський характер, тому практичне спрямування роботи направлено на розробку технічно обґрунтованого та економічно доцільного рішення, що дозволить нормовану енергетичну ефективність будівлі.

Апробація та публікації. Основні положення і результати магістерської досліджень розглядалися та доповідалися на Міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2021» (12 -14 листопада 2021 р. у м. Вінниця).

Структура і обсяг роботи. Робота складається з пояснювальної записки, графічної частини та презентації. Пояснювальна записка містить: вступ, п'ять розділів, загальний висновок, список використаних джерел та додатки.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ТА ЇХ ЕФЕКТИВНОСТЬ В СИСТЕМАХ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

1.1 Загальні відомості

Серед усіх відомих джерел енергії велика увага приділяється сонячній енергії. Сонце є поновлюваним джерелом енергії, тобто сонячна енергія є практично невичерпною. Світло від Сонця не потрібно добувати і транспортувати, воно невагоме, нешкідливе, безшумне, а при його утилізації не утворюється прямих відходів і не порушується теплова рівновага планети. Ці властивості сонячної енергії роблять її унікальною для енергетичної стратегії нового часу. Використовуючи сонячну енергію, можна зберегти до 90% традиційного палива, яке необхідно для нагрівання гарячої води, і до 50% палива, необхідного для опалення.

Призначення сонячного колектора - це перетворення сонячної енергії в теплову, для того, щоб отримати теплу воду для побутових потреб і опалення. Завдяки тому, що вакуумний сонячний колектор має високий коефіцієнт поглинання (більше 95%), він працює практично весь рік (при цьому, як газова плита близько 9 місяців). Ударостійке скло колектора забезпечує стійкість до граду, а також іншим твердим предметам, розчин гліколю (рідина) забезпечує роботу сонячних колекторів навіть при температурі повітря -50°C .

Сонячний колектор - це лише одна частина системи перетворення сонячної енергії[4]. Встановлено, що системи сонячного теплопостачання одні з найбільш надійних і довговічних, але за умови, що вони правильно розраховані і якісно змонтовані. Будь-яка навіть незначна помилка може призвести до того, що ця система не буде виробляти бажану кількість теплової енергії чи взагалі вийде з ладу.

Можна виділити два основних види сонячних колекторів: трубчасті вакуумні і плоскі. Трубчасті вакуумні колектори - це дорогі і продуктивні колектори, які використовуються в Європі протягом 20-ти років. Такі колектори встановлюють в умовах необхідності високої температури, або в комбінованих системах для обігріву приміщень та нагрівання води. Плоскі ж

колектори широко використовують через їхню невисоку вартість. Однак сьогодні більшість віддають перевагу трубчастим вакуумним колекторам, так як вони мають більш високий ККД, а також найнижчий рівень тепловтрат.[3]

1.2 Плоскі сонячні колектори

Плоский сонячний колектор - це один з найпоширеніших видів сонячних колекторів, які працюють за принципом дії парникових ефектів, а саме те, що скрізь скло практично повністю всі сонячні промені проходять і потрапляють на поверхню сонячного колектора.

Для плоского сонячного колектора застосовується звичайне або спеціально загартоване скло з коефіцієнтом пропускання спектрального інтервалу 0,4...1,8 мкм і досягає 95%, а в нижній частині колектора використовується теплопоглинальне покриття більш ніж на 90% (високо селективне покриття). Поверхня скла матова, яка поглинає більше сонячних променів, ніж глянцева поверхня.

Плоский сонячний колектор складається з наступних основних елементів

- корпус;
- абсорбер та тепло поглинаюче покриття;
- прозоре захисне покриття (зазвичай скло);
- термо ізолююче покриття (звичайно мінеральна вата у комбінації зі світло відбиваючою алюмінієвою фольгою);
- елементи кріплення обладнання.

Корпус плоского сонячного колектора виготовляють з листового або анодованого алюмінію, він призначений для захисту основного обладнання від зовнішнього впливу та кріпиться до скатного перекриття або рідше до стін.

Абсорбер - основний елемент плоского колектора. Абсорбер - це звичайна мідна плата з тепло поглинаючою поверхнею. До абсорберу припаяний проточний трубопровід, для відведення тепла, який може розташовуватися за двома схемами: «меандр» і «арфа». Абсорбер розміщується в скляному корпусі. Одна поверхня, що закрита тепло поглинаючою поверхнею, приймає сонячне випромінювання, а інша сторона (протилежна)

для зменшення тепловтрат утеплюється спеціальним матеріалом. Відведення теплоти від тепло поглинаючого покриття здійснюється через мідний або алюмінієвий теплообмінник, всередині якого в якості теплоносія знаходиться вода або антифриз.

В різних моделях плоских сонячних колекторів абсорбери можуть бути:

а) абсорбер кольорової ліроподібної форми (рис. 1.1), поверхня якого покрита високо селективним чорним хромом, що дає можливість паралельного підключення колекторів;

б) абсорбер з кола, меандровий з високо селективним покриттям «Sunselect»;

в) абсорбер з кольорової оболонки ліроподібної форми з високо селективним покриттям «Ета плюс».

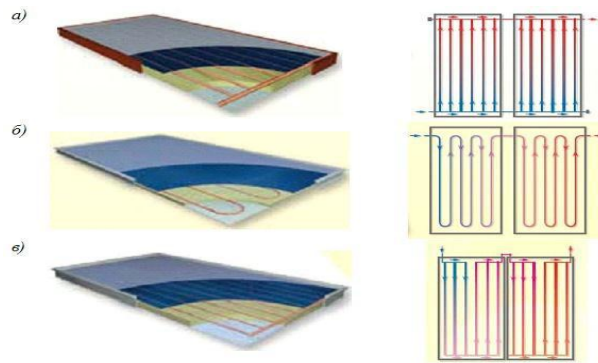


Рисунок 1.1 – Плоскі колектори: а) абсорбер з міді ліроподібної форми; б) абсорбер з міді, меандровий; в) абсорбер з високоселективним покриттям.

У плоских сонячних колекторах використовують такі види скла:

- звичайне скло;
- спеціальне загартоване скло. Особливістю є підвищена міцність на удар;
- антирефлексне скло (рис.1.2) - це скло, на обох поверхнях якого є спеціальний шар, який емітує відображення сонячного світла і тому максимальна кількість цього випромінювання потрапляє на абсорбер (до 96%);
- полярне скло (самоочищує скло); поверхня такого скла покрита спеціальним шаром діоксиду титану, що призводить до вигорання на сонці всього органічного сміття, яке осідає на поверхню колектора, а дощ змиває його залишки, залишаючи скло чистим.

У більш дорогих версіях плоского сонячного колектора замість звичайного

захисного скла застосовується скло з полікарбонату, яке також добре пропускає сонячні промені, але є більш стійким до ударів.

Дуже важливо, щоб плоскі колектори мали гарну теплоізоляцію, яка знижує втрати тепла. Зазвичай теплоізоляція плоских колекторів встановлюється товщиною 20...60 мм та виготовляється з мінеральної вати і світло відбиваючої алюмінієвої плівки.

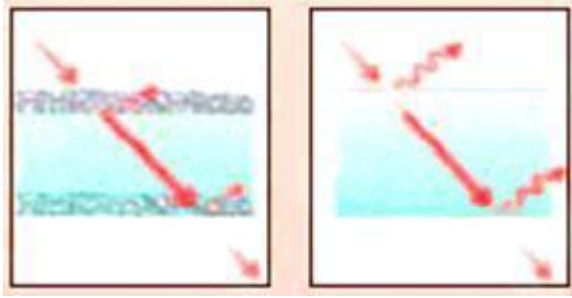


Рисунок 1.2 – Поглинаюча здатність і відображення сонячних променів: антирефлексне скло (зліва) і спеціальне загартоване скло (праворуч).

Для нашого регіону, влітку в Україні максимальна продуктивність плоского сонячного колектора становить 50 л (температура 50...60°C) за 1 день з 1 м² колектора.

Плюси плоских сонячних колекторів:

1. Висока продуктивність (ККД більше 50%).
2. Проста і надійна конструкція.
3. Висока довговічність обладнання (понад 50 років; виробник зазвичай дає гарантію на 10 років експлуатації).
4. Можливість роботи круглий рік.
5. Ефективно працюють при необхідності нагріву води вище на 20- 40° С від температури навколишнього середовища.

Мінуси плоских сонячних колекторів:

1. Низька продуктивність в зимовий час і в несприятливу для колектора погоду (в порівнянні з вакуумним колектором).
2. Максимальна ефективність плоского колектора досягається тільки при попаданні сонячних променів під прямим кутом, тобто опівдні.
3. Вимагає періодичної очистки від пилу, бруду, снігу.

4. При пошкодженні колектора, необхідно проводити повну заміну пристрою, а не окремого елемента, як це відбувається в трубчастих вакуумних колекторах.

Як вже вище зазначалося, що плоскі колектори встановлюють зазвичай на покрівлю або на стіни будинків. Оптимальним рішення є установка сонячного колектора на стадії будівництва будинку, що дозволяє істотно знизити витрату коштів на покрівельні матеріали. В даному випадку плоскі колектори просто вбудовують в каркас покрівлі, і їх можна використовувати в комплексі з сонячними батареями і мансардними вікнами (з далека важко відрізнити це вікно чи колектор). З такою конструкцією колекторів, розмір яких збігається з основними типовими розмірами мансардних вікон, працюють виробники ROTO (Німеччина) і VELUX (Данія).[4-6].

1.3 Сонячний вакуумний колектор

Сонячний вакуумний колектор (рис. 1.3) має значно менші теплові втрати в навколишнє середовище, оскільки вакуум є ідеальним тепло ізолятором. Однак досить складно зробити вакуум і утримати його в сонячному колекторі з часом експлуатації. У плоских колекторах проблематично домогтися герметичності для утримання вакууму через великий розміри конструкції корпусу. Так само існує проблема прогину скла. Для вирішення проблеми використовують додаткові опорні стійки, які призводять до додаткового затінення.



Рисунок 1.3 - Плоский вакуумний сонячний колектор

Трубчаста форма у вигляді колби найбільш оптимальна для створення і

утримання вакууму. Саме тому найбільшого поширення в побутовому секторі отримали вакуумні трубчасті колектори. Існує кілька типів трубчастих колекторів різних за своїми конструктивними особливостями, внаслідок чого у різних вакуумних колекторів можуть бути різні експлуатаційні характеристики та цільове використання.

Найбільш поширені сонячні вакуумні трубчасті колектори можна класифікувати за двома основними конструктивними особливостями:

- за типом скляної трубки (коаксіальна, пір'яна);
- за типом теплового каналу (теплова трубка «Heat pipe», прямоточна);

Розглянемо класифікацію по типу скляної трубки. Існує два основних типи конструкції скляної трубки:

- коаксіальна трубка;
- пір'яна трубка.

Коаксіальна трубка(рис. 1.4) фактично є термосом, з подвійною скляною колбою, в просторі між трубками відкачено повітря (створений вакуум). На стінці внутрішньої трубки нанесено поглинаюче покриття, тому передача тепла відбувається від самої скляної колби даного колектора



Рисунок 1.4 - Вакуумна коаксіальна трубка

Пір'яна трубка (рис. 1.5) являє собою одностінну скляну колбу. Вакуум в даній трубці знаходиться в просторі теплового каналу, в даних трубках частина теплового каналу і абсорбера інтегрована всередині самої колби.



Рисунок 1.5 - Пір'яна трубка

За типом теплового каналу сонячні вакуумні трубчасті колектори можна розділити на два типи:

- теплового каналу типу «Heat pipe»;
- прямоточного теплового каналу;

Сонячний вакуумний колектор з трубкою типу «Heat pipe» так само відомий під назвою теплова труба, займає більшу частину ринку сонячних колекторів. Принцип роботи теплової трубки (рис. 1.6) заснований на тому, що в закритих трубках з теплопровідного металу (міді або алюмінію) знаходиться рідина, легко випаровується, перенесення тепла відбувається за рахунок того, що рідина нагріваючись під дією сонячного випромінювання, випаровується на нижній частині трубки, поглинаючи теплоту випаровування і конденсується у верхній частині (теплотозбірник), а потім знову перетікає вниз і процес повторюється [5].

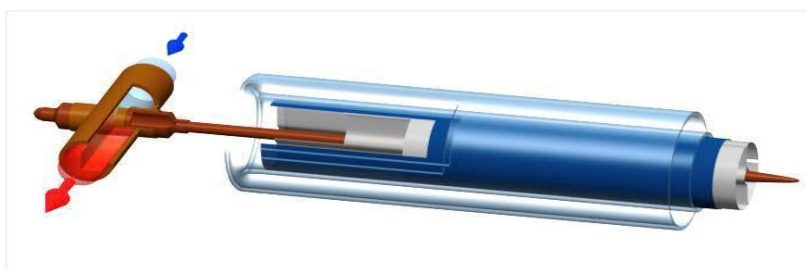


Рисунок 1.6 - Конструктивна особливість сонячного колектора з тепловою трубкою.

У вакуумних трубчастих сонячних колекторах з прямоточним каналом (рис. 1.7), теплоносій безпосередньо протікає і нагрівається в кожній з трубок колектора.

Різні типи теплових каналів можуть поєднуватися з різними типами

вакуумних колб.

Розглянемо більш докладно можливі конфігурації сонячних вакуумних колекторів. Вакуумна коаксіальна трубка може поєднуватися з тепловим каналом типу «Heat pipe» (рис. 1.8). Даний сонячний вакуумний колектор є найбільш поширеним через свою дешевизну і простоту заміни пошкоджених трубок.

Ці колектори мають досить складний процес передачі тепла. Тепло передається кілька разів, від скла до алюмінієвих ребер, потім від алюмінію до самої теплової трубки і тільки потім передається теплоносію геліосистеми. Тому в поєднанні з круглою формою абсорбуючої поверхні ефективність сонячного колектора цього типу невисока. Показники максимального ККД (оптичного ККД " η_0 ") колектора до 65%.

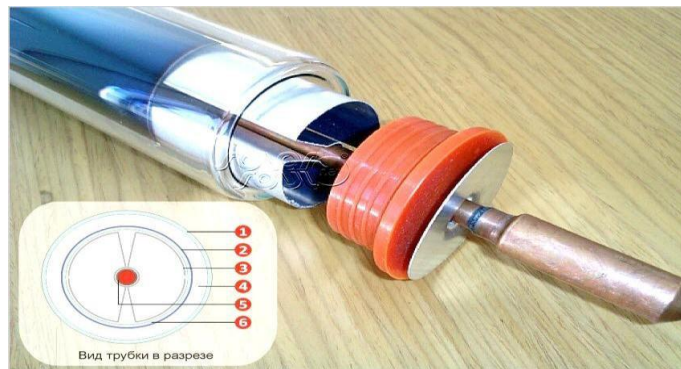


Рисунок 1.8 - Вакуумна коаксіальна трубка в поєднанні з тепловим каналом "Heat pipe": 1-зовнішня скляна колба; 2-високоселективне поглинаюче покриття; 3-алюмінієві ребра; 4-вакуумний прошарок; 5-тепловий канал з рідиною, яка легко випаровується; 6-внутрішня скляна колба.

Коаксіальна вакуумна трубка(рис. 1.9) так само може бути використана для колектора з прямоточним тепловим каналом. Даний тип сонячного вакуумного колектора отримав назву колектор з «U» - образної трубкою.

В даних типах колекторів, за рахунок зменшення кількості теплопередач (теплота від алюмінієвого шару передається відразу трубкам, в яких циркулює теплоносій геліосистеми), максимальний ККД може становити для деяких моделей до 76%. Недоліком може бути те, що при певному характері ушкодження заміни може зажадати весь сонячний колектор, а не тільки колба.



Рисунок 1.9.- Вакуумна коаксіальна трубка з прямоточним тепловим каналом: 1-зовнішня скляна колба, 2-високоселективне поглинає покриття, 3-алюмінієва вставка, 4-теплові канал з теплоносієм, 5-вакуумний прошарок, 6-внутрішня скляна колба.

Пір'яна трубка також може поєднуватися з тепловим каналом "Heat pipe"(рис.1.10).



Рисунок 1.10 - Пір'яна трубка з тепловим каналом типу "Heat pipe" 1-скляна колба, 2-вакуумний прошарок, 3-мідний абсорбер з високо селективним покриттям, 4-тепловий канал з легко випаровуючою рідиною.

Дані сонячні вакуумні трубчасті колектори мають більш високі оптичні характеристики, ніж колектори з коаксіальною трубкою. У деяких виробників значення максимального ККД досягають 77%. Цьому сприяють деякі конструктивні особливості: плоский абсорбер з безпосередньою передачею теплоти до теплової трубки, а так само один шар скла, що значно зменшує відображення сонячного випромінювання. Так само зручним є процес заміни пошкоджених трубок, що не вимагає заміни всього колектора і зливання теплоносія всієї геліосистеми. Найбільш ефективним поєднанням є пір'яна

трубка і прямоточний тепловий канал (рис. 1.11).



Рисунок 1.11 - Пір'яна трубка з прямоточним тепловим каналом:
1-скляна колба; 2-вакуумний прошарок; 3-мідний абсорбер з високоселективним покриттям; 4- внутрішній тепловий канал з теплоносієм (подає); 5-зовнішній тепловий канал з теплоносієм (нагрівається).

Такий сонячний вакуумний колектор має максимальний ККД до 80%. При заміні пошкоджених трубок потрібно зливати теплоносії всієї геліосистеми. Так само ці колектори мають досить високу ціну.

На рис. 1.12. наведено графік порівняння теплової ефективності різних сонячних колекторів.

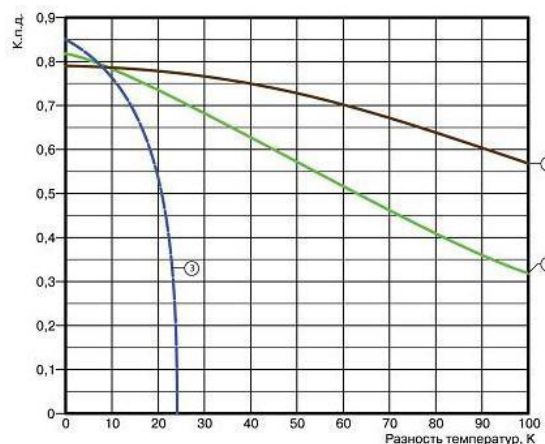


Рисунок 1.12.- Графік порівняння теплової ефективності різних сонячних колекторів при сонячному випромінюванні потужністю 600 Вт/м^2 : 1 - вакуумний колектор (трубчастого типу); 2 - плоский сонячний колектор (селективне покриття); 3 - сонячний колектор відкритого типу.

У табл. 1.1. наведені для порівняння найголовніші переваги і недоліки вакуумного і плоского колекторів.

Таблиця 1.1. – Порівняльна таблиця переваг та недоліків

трубчастого вакуумного і плоского колекторів

Вакуумні трубчасті	Плоскі високоселективні
<ul style="list-style-type: none"> • низькі тепловтрати • Працездатність в холодну пору року до -30°C. 	<ul style="list-style-type: none"> • високі тепловтрати • Низька працездатність в холодну пору року
<ul style="list-style-type: none"> • Тривалий період роботи протягом доби • Відмінне співвідношення ціна продуктивність для помірних широт і холодного клімату 	<ul style="list-style-type: none"> • Висока продуктивність влітку • Відмінне співвідношення ціна продуктивність для південних широт і теплого клімату
<ul style="list-style-type: none"> • зручність монтажу 	<ul style="list-style-type: none"> • Складність монтажу, пов'язана з необхідністю підйому на покрівлю зібраного колектора
<ul style="list-style-type: none"> • Нездатність самоочищення від снігу 	<ul style="list-style-type: none"> • Здатність очищатися від снігу та інею
<ul style="list-style-type: none"> • Відносно висока початкова вартість проекту 	<ul style="list-style-type: none"> • Менша початкова вартість
<ul style="list-style-type: none"> • Робочий кут нахилу не менше 20° 	<ul style="list-style-type: none"> • Можливість установки під будь-яким кутом
<ul style="list-style-type: none"> • низька парусність 	<ul style="list-style-type: none"> • висока парусність
<ul style="list-style-type: none"> • Здатність генерувати високі температури теплоносія 	<ul style="list-style-type: none"> • не здатний генерувати високі температури теплоносія

Параметри, за якими визначають ефективність роботи теплопоглинаючого покриття:

a - коефіцієнт поглинання (адсорбції) - це відношення кількості поглинаючої енергії до всієї енергії яка «приходить». Нормальне значення коефіцієнта **a** лежить в межах 0,8 ... 0,98;

e - коефіцієнт випромінювання (емісії) - це відношення кількості випромінюваної енергії до поглиненої. Нормальне значення **e** лежить в межах 0,95 ... 1,02, що залежить від виду покриття;

a / e - коефіцієнт селективності. Чим вище значення коефіцієнта селективності, тим краща поглинаюча здатність.[5]

1.4 Порівняльні характеристики різних типів сонячних колекторів

Сьогодні на ринку представлена велика кількість сонячних колекторів від великої кількості виробників різного за типом, конструкцією, ефективністю і

вартістю. Вибір найбільш оптимального варіанту може стати непростим завданням. Спробуємо зрозуміти особливості вибору сонячного колектору для геліосистем, це дозволить нам зробити правильний вибір і відчувати всі переваги використання сонячної енергії. Сонячний колектор: сфера застосування - по-перше, необхідно визначити, для яких цілей нам потрібен сонячний колектор.

Зазвичай геліосистема застосовується в побутовому секторі для:

- гарячого водопостачання;
- опалення;
- нагрів води в басейні.

Кожен варіант може використовуватися як самостійно, так і в поєднанні один з одним і як все разом. Однак в комбінованих системах повинна бути одна пріоритетна мета, за допомогою якої необхідно керуватися вибором сонячного колектора.

Основні типи сонячних колекторів.

Після визначення цілей використання можна почати вибір. Багато хто з нас чув про вакуумний або плоский сонячний колектори. Насправді очевидного переможця в цій суперечці немає. Все залежить від цілей застосування сонячної системи, що для кожного випадку той чи інший варіант може бути більш підходящим. Крім того, ми підемо далі, і ми розширимо діапазон вибору.

Відомо, що існують деякі основні типи вакуумних сонячних колекторів, які значно відрізняються один від одного, тому розглядатимемо кожен тип окремо більш правильно. Для порівняння були обрані чотири основні типи вакуумних трубчастих колекторів (рис.1.13) і один плоский високоефективний [4]:

- Вакуумний трубчастий колектор з поглиначем *reguery* і тепловим каналом прямого потоку;
- Вакуумний трубчастий сонячний колектор з поглиначем *reguery* з тепловою трубкою «пірьєва трубка»;
- U-образний прямоточний проточний колектор з коаксіальною колбою і відбивачем;
- Вакуумний трубчастий сонячний колектор з коаксіальною колбою і тепловою трубкою «heat pair»
- Плоский високоефективний сонячний колектор.

Більшість аргументів «за» чи «проти» того чи іншого типу колектора зводяться до дуже абстрактних показників, таким як: «краще сприйняття сонячного світла», «відсутність теплових втрат».



Рисунок 1.13 - Основні типи вакуумних трубчастих колекторів.

Оскільки кожен сонячний колектор має абсолютно конкретні параметри ефективності, тому для розрахунку продуктивності сонячного колектора дані необхідно добирати конкретно в кожному обраному випадку.

На рис. 1.14. показана залежність ефективності від різниці температур повітря і теплоносія в сонячному колекторі за умови сонячного світла рівної $1000 \text{ Вт} / \text{м}^2$. Для аналізу ми будемо використовувати середні параметри для кожного обраного типу сонячного колектора, зазначеного на зображенні.

Перша зона з мінімальною різницею температури характерна для режиму роботи сонячного колектора для нагріву води в басейні. Режим роботи геліосистеми в другій зоні оптимальний для подачі гарячої води в цілорічному режимі. Третя зона відповідає режиму роботи сонячних колекторів для потреб опалення, так як температура повітря протягом періоду нагріву є найнижчою. Четверта зона використовується для отримання високих температур, які використовуються в технологічних потребах.

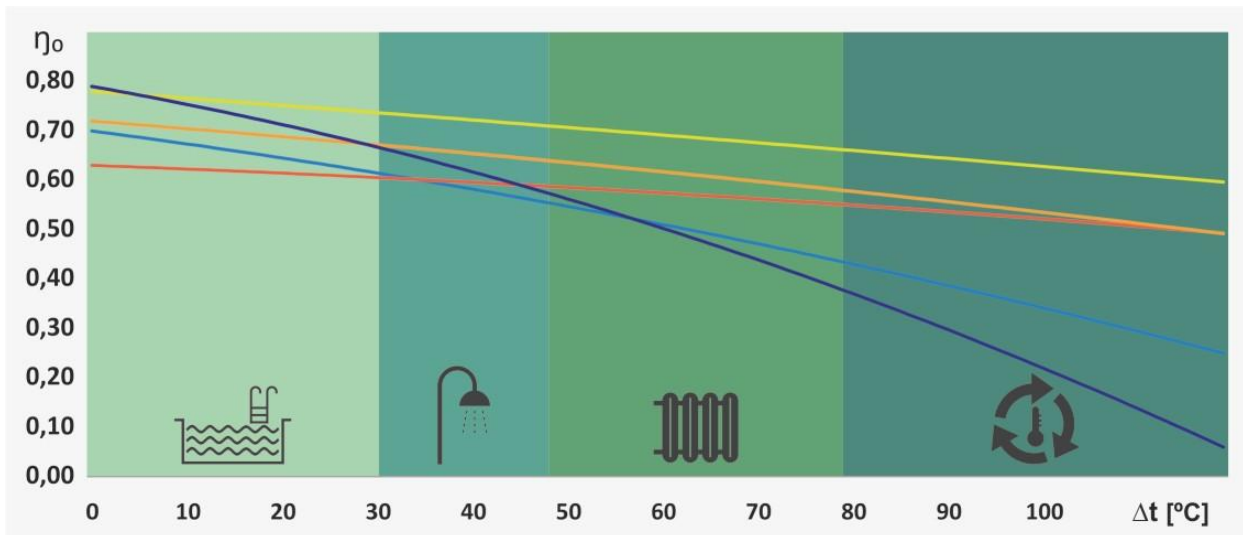


Рисунок 1.14 - Залежність ефективності від різниці температур повітря і теплоносія в сонячному колекторі.

З графіка видно, що чим менше t подачі теплоносія, тим ефективність сонячного колектора вище. З цієї причини для геліосистеми оптимальним є застосування низькотемпературних систем опалення, таких як «теплі підлоги». Плоскі колектори і вакуумні трубчасті колектори з плоским поглиначем володіють більш високою ефективністю при роботі на нагрівання басейну і нагрівання ГВС за рахунок оптичних властивостей, що сприяють кращому поглинанню сонячного світла. У свою чергу вакуумний сонячний колектор з коаксіальною колбою працює протягом періоду нагріву, завдяки кращій теплоізоляції [4].

Наступна діаграма (рис.1.15.) дозволяє оцінити середню продуктивність в рік для опалювального періоду (нижня частина колони).

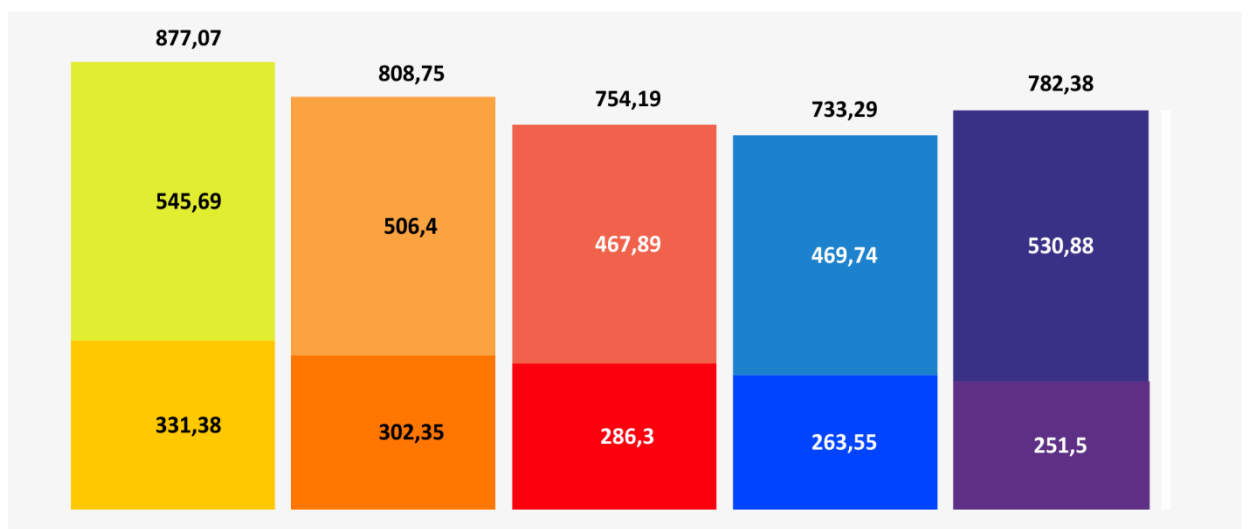


Рисунок 1.15 - Діаграма середньої продуктивності
Розрахунки даються на 1 м^2 кожного типу колектора.

Діаграма дозволяє оцінити максимальну ефективність при безперервній роботі сонячної системи протягом всього року. На практиці такі умови практично неможливі і не завжди показують реальну картину продуктивності сонячного колектора.

1.5 Вартість сонячного колектора і тепла

Вартість сонячних колекторів може значно варіюватися і залежить від набору факторів: якості зборки, поглинаючої поверхні і матеріалу корпусу, товщини і способу укладання ізоляції, товщини скла і т. д. Для оцінки вартості отриманої теплової енергії від сонячних колекторів ми будемо встановлювати за середньою вартістю одного метра квадратного кожного типу сонячного колектора. Оскільки, взявши за основу термін служби 25 років і умови обслуговування, ми можемо отримати вартість 1 кВт * год енергії (рис. 1.16).

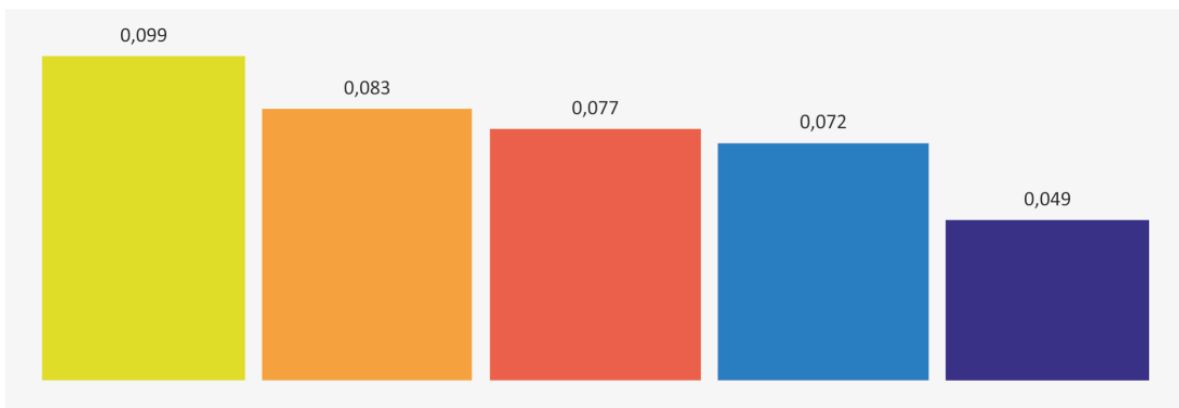


Рисунок 1.16 - Графік вартості 1 кВт * год енергії з різних видів колекторів

Як видно з графіка, теплота, отримана від вакуумного колектора з прямим потоком з поглиначем жовтого кольору, є найдорожчою. І найдешевший, теплота отримана від плоского сонячного колектора. Відповідно плоскі колектори мають мінімальний термін окупності.

Однак ціна сонячного колектора не завжди є фундаментальним фактором. Дорожчі, можуть мати більший термін служби і низькі експлуатаційні витрати, пов'язані з можливими поломками. У зв'язку з цим можна розглянути можливість установки як дорогого брендового обладнання, так і бюджетних варіантів на певному рівні початкових капіталовкладень.

Вибираючи сонячний колектор, звертають увагу на технічну інформацію. Дуже важливим фактором для вибору сонячного колектора є наявність повної

технічної специфікації. Найбільш цікавими для нас будуть значення параметрів оптичної ефективності, коефіцієнти теплових втрат, площа сонячного колектора. Ці параметри дозволяють оцінити ефективність і обчислити прогнозовану продуктивність сонячного колектора.

Якщо виробник або продавець з яких-небудь причин не надають ці дані, в результаті ми отримуємо «кота в мішку», і ми не можемо обчислити прогнозовану продуктивність, тому краще утримаються від покупки такого продукту. Вітається наявність міжнародного сертифікату (з швейцарської лабораторії SPF або Solar Keymark), однак не завжди ми продаємо колектори з параметрами, встановленими в цьому документі. Тим більше, що азіатські виробники грішать, тут ми нічого не можемо перевірити, потрібно сподіватися на порядність компанії виробника або постачальника.

1.6 Техніко-економічне порівняння конструктивних рішень системи опалення

Для обігріву приміщень використовуються панельні сталеві радіатори «KORADO». Порівнюємо їх із алюмінієвими радіаторами. Алюмінієві радіатори відрізняються дуже високою тепловіддачею, завдяки чому вони можуть швидко прогрівати повітря в приміщенні. Алюмінієвий радіатор не слід підключати до труб, виготовлених з інших металів, оскільки це може прискорити процес виникнення корозії. Це досить небезпечно і з часом може навіть призвести до руйнування секцій. Якщо в якості теплоносія використовується вода, то її рН повинен знаходитися в межах 7-8. Однак перевірити якість води далеко не завжди представляється можливим. Основні характеристики алюмінієвих радіаторів приведені у таблиці 1.1.

Панельні сталеві радіатори «KORADO» призначені для встановлення в системах опалення як житлових так і промислових приміщень, для закритих однотрубних і двотрубних опалювальних систем з природною та примусовою циркуляцією. Основні характеристики сталевих радіаторів приведені у табл. 1.2.

Переваги панельних сталевих радіаторів «KORADO»:

- 1) великий номенклатурний ряд та різні типи підключення (нижнє чи бокове);
- 2) не потребують спеціальної підготовки води;

- 3) малий об'єм води в радіаторі, швидкий нагрів поверхні;
- 4) компактність;
- 5) відсутність міжсекційної негерметичності.

Таблиця 1.2 – Основні характеристики алюмінієвих радіаторів [18]

Модуль	Розміри однієї секції				Потужність, Вт	Показники		Вартість, грн
	Висота, мм	Міжосьова висота, мм	Глибина, мм	Ширина, мм		Маса, кг	Ємність, л	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Optimo500	575	500	80	400	890	1,2	0,86	785
Intenso500	575	500	80	480	1152	1,3	0,87	960
Intenso 500/100	575	300	100	560	1372	1,4	0,36	1900

Таблиця 1.3 – Основні характеристики панельних сталевих радіаторів [19]

Модель	Глибин а, мм	Ширин а, мм	Висота , мм	Маса на метр довжи	Теплов ий потік, Вт.	Ємніст ь, л/м	Вартіс ть, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
«KORADO» тип 21	66	600	600	25,7	776	6,2	2297
		700		29	906	6,8	2541
		800		31,3	1035	7,1	2785
		900		34,7	1165	7,3	3018
		1000		37,5	1294	7,6	3278

Порівнявши алюмінієві та сталеві радіатори, згідно з таблицями 1.1 та 1.2, та їхніми характеристиками обираю сталеві радіатори з переваг надійності, ефективності і довговічності. Основний недолік – вартість.

1.6.1 Визначення найбільш ефективного варіанту системи опалення

Порівняємо системи опалення за видом енергоресурсу:

- Природний газ 1кВт – 7,96 грн;
- Електроенергія (двобонний лічильник) 1кВт – 1,68грн;
- Тверде паливо дуб (30% вологості) 1кВт – 0,75грн.

Капітальні витрати:

- Газовий котел (BERETTA City 24 CSI) – 22030 грн;
- Електричний котел (PROTHERM 24K), двобонний лічильник – 15900 грн + 2000 = 17900 грн;

- Твердопаливний котел (PROTECH TT –21с D-Luxe) – 15825 грн.
Автоматика для твердопаливного котла Atos + WPA 120 - 2967 грн.

Комплектація:

- датчик температури теплоносія с мідним наконечником - 1 м;
- кабель для підключення вентилятора;
- кабель для циркуляційного насоса - 1 м.

Металева конструкція для зберігання твердого палива в топочній - 700 грн.

Експлуатаційні витрати:

Витрата теплової енергії на опалення будинку протягом опалювального періоду визначається за формулою, кВт·год:

$$Q_{\text{рік}} = [Q_{\text{к}} - (Q_{\text{внп}} + Q_{\text{с}}) \cdot v \cdot \zeta] \cdot \beta_h \quad (1.1)$$

де $Q_{\text{к}}$ – загальні тепловтрати будинку через огорожувальну оболонку кВт;

$Q_{\text{внп}}$ – побутові теплонадходження протягом опалювального періоду, год;

$Q_{\text{с}}$ – теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, кВт·год [];

v – коефіцієнт, що враховує здатність огорожуючих конструкцій акумулювати або віддавати тепло при періодичному тепловому режимі і визначається згідно з ДБН В.2.5-24; За відсутності точних даних слід приймати $v = 0,8$;

ζ – коефіцієнт авторегулювання подачі тепла в системах опалення; $\zeta = 0,95$;

β_h – коефіцієнт, що враховує додаткове теплоспоживання системи опалення; $\beta_h = 1,11$;

$$Q_{\text{рік}} = [Q_{\text{к}} - (Q_{\text{внп}} + Q_{\text{с}}) \cdot v \cdot \zeta] \cdot \beta_h = \\ [90773,78 - (7898) \cdot 0,8 \cdot 0,95] \cdot 1,11 = 94096$$

Загальні тепловтрати будинку $Q_{\text{к}}$, кВт·год, визначаються за формулою:

$$Q_{\text{к}} = \chi_1 \cdot K_{\text{бод}} \cdot D_d \cdot F_{\Sigma}, \quad (1.2)$$

де $\chi_1 = 0,024$, розмірний коефіцієнт;

D_d - кількість градусо-днів опалювального періоду, згідно температурної зони, для першої температурної зони $D_d = 3750^\circ\text{C}$;

F – загальна площа внутрішньої поверхні зовнішніх огорожуючих конструкцій, m^2 ;

$K_{\text{буд}}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, $\text{Вт}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$.

$$Q_k = 0,024 \cdot 1,366 \cdot 3750 \cdot 738,35 = 90773,78 \text{ (кВт)}.$$

У зв'язку з низькими побутовими тепло надходженнями, приймаємо загальні тепловтрати будинку за рік – 90773,78 кВт.

Вартість витрат газу за опалювальний період, грн:
Нижча теплота згорання газу $34,02 \text{ МДж}/\text{m}^3$, тобто при згоранні 1 m^3 газу виділяється - 9,45 кВт·год.

ККД підбраного газового котла - 91,8%. Ціна 1 m^3 газу станом на 1 травня 2022 року – 7,969 грн. Вартість 1 кВт енергії при використанні природного газу – $7,96 / (9,45 \cdot 0,918) = 0,91$ грн.

$$B_g = (90773,78 / 9,45 \times 0,918) \times 7,96 = 83292,1$$

Вартість витрат електроенергії за опалювальний період зі звичайним електричним лічильником, грн: Тарифи на електроенергію з 01.09.2016 по 28.02.2017, з урахуванням споживання $> 600 \text{ кВт год}/\text{місяць}$ $1 \text{ кВт} = 1,638$ грн.

$$B_e = 90773,78 \times 1,68 = 148687,45$$

Вартість витрат електроенергії за опалювальний період з двозонним електричним лічильником, грн. Нічний тариф діє з 23 до 7 години = 8 год. (приймаємо рівномірну витрату теплоти на добу). Кількість витраченої енергії по кожному тарифу:

- Тариф 1 ($1 \text{ кВт} = 1,68$ грн) – $67\% \cdot 90773,78 = 60818,43 \text{ кВт} \cdot \text{год}$;
- Тариф 2 ($1 \text{ кВт} = 0,84$ грн) – $33\% \cdot 90773,78 = 29955,34 \text{ кВт} \cdot \text{год}$.

$$\begin{aligned} B_l &= (29955,34 \times 0,819) + (60818,43 \times 1,638) = \\ &= 24533,42 + 99619,88 = 124153,3 \end{aligned}$$

Використання двозонного лічильника економічніше від звичайного на 16,5%.

Вартість 1 кВт енергії при використанні електроенергії (двоzonного лічильника) - 1,37 грн.

Вартість витрат твердого палива (дуб) без урахування доставки за опалювальний період, грн. Питома теплота згорання дров (30% вологості) – 12,3 МДж/кг, тобто 1 кг – 2,78 кВт год, то 0,36 кг – 1кВт. Густина – 800 кг/ м3. ККД котла – 80%. Мд (маса дуба) = $90773,78 / 2,78 \cdot 0,8 = 40816$ кг. Vд (об'єм дуба) = $40816 / 800 = 51,01$ м3. 1м3 (дуб) коштує на момент 20.09.2022 - 900 грн.

Вартість 1 кВт енергії при використанні твердого палива (дуб) -

$$Bm = 51,01 \times 900 = 45909$$

Приведені витрати:

- Природний газ – 83292,1 грн;
- Електроенергія (двоzonний лічильник) – 148687,45 грн;
- Тверде паливо – 64701 грн.

Отже, за вище представленими розрахунками економічно вигідніша система опалення - на твердому паливі.

1.6.2 Економічний ефект від впровадження системи опалення на твердому паливі

В даній роботі запроєктовано газовий та твердопаливний котли. При несправності одного з котлів будинок зможе опалюватися іншим до того часу, як не відбудеться відновлення попереднього. За результатами розрахунків система опалення відносно електричної:

- на твердому паливі, економія 68 %
- на газу, економія 42 %.

Але головним недоліком твердопаливного котла є потреба у завчасному плануванні, зберіганні, подаванні палива. Тому у випадку виникнення незручності з вище наведеними недоліками, передбачено опалення на газовому котлі.

1.7 Висновок до розділу

У даному розділі був проведений огляд різних типів сонячних колекторів, їх ефективності, плюси і мінуси того чи іншого сонячного колектора стосовно їхніх експлуатаційних параметрів. А також розглянуті можливості використання різних колекторів у різних сферах.

Для забезпечення надійності, якості та ефективної роботи системи опалення було обрано сталеві панельні радіатори незважаючи на вищу ціну в порівнянні з алюмінієвими.

Також було виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованої системи опалення, здійснено співставлення характеристик різних типів опалювальних приладів, а також порівняно різні системи опалення. Розрахунок показав економічну доцільність опалення будівлі на твердому паливі: приведені витрати системи опалення складають – 64701 грн. Експлуатаційні витрати на опалення за опалювальний період при використанні запропонованого проекту складають – 45909 грн, в порівнянні, експлуатаційні витрати газової системи опалення за опалювальний період складають – 83292,1 грн. Термін окупності системи – 2 роки.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДБОРУ ТА РОЗРАХУНКУ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО БУДИНКУ

2.1 Вихідні дані

Місто розташування: БУЧА.

Вихідні дані:

- проектна документація на будівництво споруди: плани поверхів, перекриття, розрізи;
- технічна документація на технологічне і допоміжне обладнання.
- конструкція зовнішніх стін: внутрішня штукатурка, кладка з пористої цегли, мінеральна вата, зовнішня штукатурка.
- схема системи опалення: двотрубна горизонтальна.
- джерело тепло забезпечення (газовий котел, твердопаливний котел).

2.2 Природно-кліматична характеристика району забудови

Двоповерховий житловий будинок розташований в місті Буча. Район розташований у заміській частині Бучі. Рельєф місцевості здебільшого рівнинний з численними ярами та балками. Кліматологічна характеристика району будівництва [1]:

- Температурна зона – I;
- Річна кількість опадів: 580-650 мм, з них 80% випадають в теплий період;
- Середня температура:
- найбільш холодної п'ятиденки -220С;
- найбільш холодної доби -270С;
- Швидкість вітру;
- в холодний період (січень) – 5,8 м/с;
- в теплий період (липень) – 1,0 м/с;
- Тривалість опалювального періоду – 176 діб.

2.3 Відомості про будівлю

Система опалення запроектована для житлового будинку. Споруда містить ряд залів, кімнат, кабінетів. Усі приміщення оснащені відповідним устаткуванням. Розрахункові температури в приміщеннях знаходяться в межах 16-25 °С в залежності від їх призначення [3].

2.4 Характеристика об'єкту

- Тип – житловий будинок;
- Кількість поверхів – 2 з урахуванням мансардного поверху:
- перший поверх – 3 м;
- мансардний поверх – 3 м;
- Площа будівлі – 279, 54 м², об'єм – 1677,24 м³;
- Загальна кількість приміщень – 24.

2.5 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій

Кінцевою метою теплотехнічного розрахунку є визначення загальних тепловтрат теплопередачі окремих огорожувальних конструкцій будинку (зовнішні стіни, стеля мансардного поверху, вікна).

2.5.1 Розрахунок зовнішніх стін

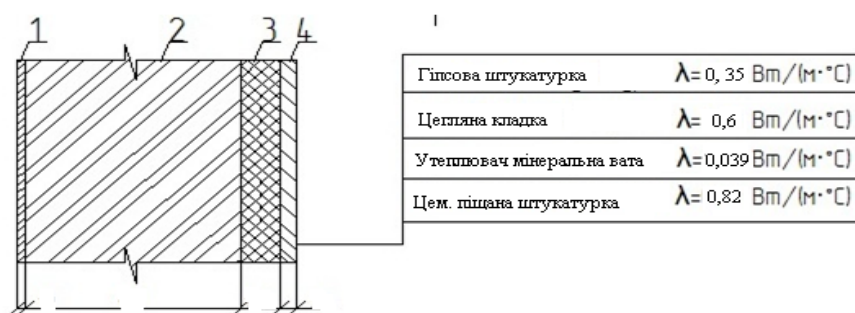


Рис. 2.1 – Схема до теплотехнічного розрахунку зовнішньої стіни: 1 – внутрішня штукатурка, 2 – цегляна кладка, 3 – мінеральна вата, 4 – зовнішня штукатурка.

Згідно [3] та початкових даних вибираємо теплофізичні характеристики матеріалів:

– Штукатурка гіпсова: $\delta_1=0,005\text{м}$; $\lambda_1= 0,35 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$.

– Цегляна кладка з керамічної цегли: $\delta_2=0,38\text{м}$; $\lambda_2= 0,6 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$.

– Мінеральна вата: $\delta_3=0,15 \text{ м}$; $\lambda_3= 0,039 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$.

– Штукатурка із цементно-піщаного розчину: $\delta_4=0,005\text{м}$; $\lambda_4= 0,82 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$.

Мінімальне допустиме значення опору передачі огорожувальної конструкції будівлі становить $R_{q\min} = 3,3 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ [3].

Термічний опір всієї стіни визначаємо за формулою:

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.1)$$

– де $\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} = R_{\text{в}}$ – опір теплосприймання внутрішньої поверхні стіни;

– $\frac{1}{\alpha_3} = R_3$ – опір тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни;

– $\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $\alpha_{\text{в}} = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$ [3];

– α_3 – коефіцієнт тепловіддачі для зимових умов зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції $\alpha_3 = 23,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$ [3].

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{23} + \frac{0,005}{0,35} + \frac{0,38}{0,6} + \frac{0,15}{0,039} + \frac{0,005}{0,82} + \frac{1}{9} = 4,65 \left(\frac{\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right).$$

Коефіцієнт теплопередачі стіни визначаємо за формулою:

$$K = \frac{1}{R_{\text{ст}}}. \quad (2.2)$$

$$K = \frac{1}{4,65} = 0,21 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}} \right).$$

2.5.2 Розрахунок вікон

Конструкцію та термічний опір світлових прорізів (вікон, балконів) підбираємо за каталогом, для цього вибираємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі житлових будинків – $R_{q\min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ в залежності від

температурної зони. Для I температурної зони [3] $R_q \min = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.
 Обрано варіант скління: 4М1 - 12 - 4Кі з опором теплопередачі - $0,6 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$.
 Отже, коефіцієнт теплопередачі вікон визначаємо за формулою (2.2):

$$K = \frac{1}{0,6} = 1,7 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \right).$$

2.5.3 Розрахунок міжповерхового перекриття

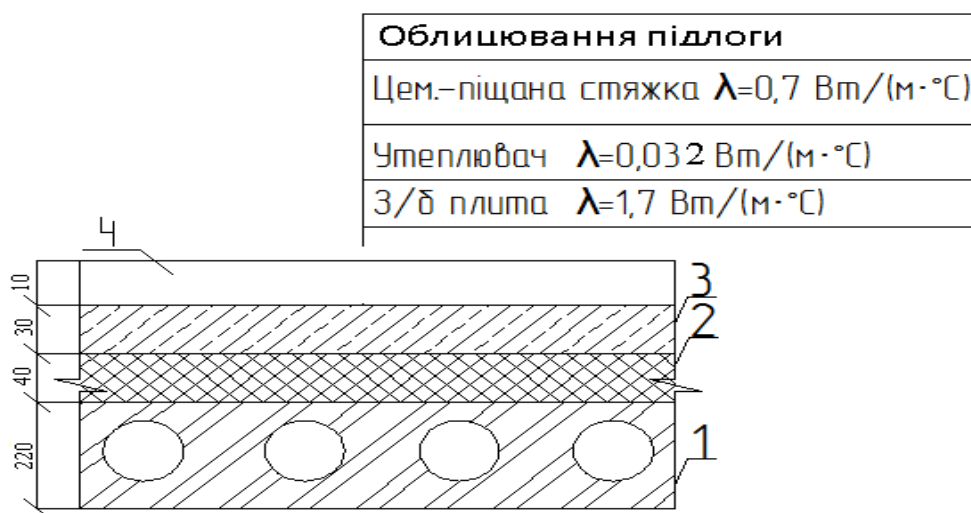


Рис. 2.2– Схема до теплотехнічного розрахунку міжповерхового перекриття: 1 – багатопустотна залізобетонна плита; 2 – утеплювач – пінополістирол екструдований; 3 – стяжка з цементно-піщаного розчину.

Згідно [9] та початкових даних вибираємо теплофізичні характеристики матеріалів:

1. Багатопустотна залізобетонна плита: $\delta_1=0,22\text{м}$; $\lambda_1=1,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$.

2. Утеплювач: $\delta_2=0,04\text{м}$; $\lambda_2=0,032 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$.

3. Стяжка з цементно-піщаного розчину: $\delta_3=0,03\text{м}$; $\lambda_3=0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$.

Термічний опір перекриття визначаємо за формулою (2.1):

$$R_{np} = \frac{1}{\alpha_B} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_3},$$

– де $\frac{1}{\alpha_B} = R_B$ – опір теплосприймання внутрішньої поверхні стіни;

– $\frac{1}{\alpha_3} = R_3$ – опір тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни;

– α_6 – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $\alpha_6 = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ [3];

– α_3 – коефіцієнт тепловіддачі для зимових умов зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції $\alpha_3 = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ [3].

$$R_{\text{пр}} = \frac{1}{12} + \frac{0,22}{1,7} + \frac{0,04}{0,032} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{1}{8,7} = 1,62 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}} \right).$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі міжповерхового перекриття за формулою (2.2):

$$K = \frac{1}{1,62} = 0,61 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}} \right).$$

2.5.4 Розрахунок покрівлі

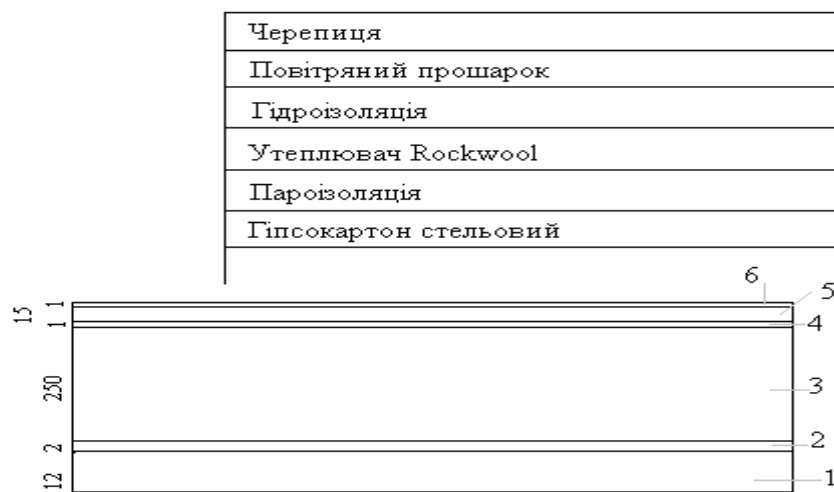


Рис. 2.3 – Схема до теплотехнічного розрахунку покрівлі: 1 – гіпсокартон стельовий; 2 – пароізоляція; 3 – утеплювач – мінеральна вата ; 4 – гідроізоляція; 5 – повітряний прошарок; 6 – черепиця.

Згідно [9] початкових даних вибираємо теплофізичні характеристики матеріалів:

○ Гіпсокартон стельовий: $\delta_1 = 0,012 \text{ м}$; $\lambda_1 = 0,15 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{С}}$.

○ Пароізоляція:

○ Утеплювач: $\delta_3 = 0,25 \text{ м}$; $\lambda_3 = 0,039 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{С}}$.

○ Гідроізоляція

○ Повітряний прошарок $\delta_5 = 0,015 \text{ м}$; $\lambda_5 = 0,026 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{С}}$.

○ Черепиця

Мінімальне допустиме значення опору передачі покриття опалюваних горищ житлової будівлі для I зони становить $R_{qmin} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [3].

Термічний опір перекриття визначаємо за формулою (2.1):

$$R_{np} = \frac{1}{\alpha_в} + R_1 + R_3 + R_5 + \frac{1}{\alpha_з}$$

– де $\frac{1}{\alpha_в} = R_6$ – опір теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

– $\frac{1}{\alpha_з} = R_3$ – опір тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни;

– $\alpha_в$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $\alpha_в = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ [3];

– $\alpha_з$ – коефіцієнт тепловіддачі для зимових умов зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції $\alpha_з = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ [3].

$$R_{np} = \frac{1}{12} + \frac{0,012}{0,15} + \frac{0,25}{0,039} + \frac{0,015}{0,026} + \frac{1}{8,7} = 7,26 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right)$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі покрівлі за формулою (2.2):

$$K = \frac{1}{7,26} = 0,14 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \right).$$

2.6 Розрахунок теплових втрат приміщень

Система опалення повинна компенсувати всі тепловтрати будинку – через огорожувальні конструкції та на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке проникає в приміщення через різні нещільності в огорожувальних конструкціях (інфільтрація).

Загальні тепловтрати Q_z складаються з основних тепловтрат та тепловтрат на вентиляцію Q_v . (див. додаток Б)

2.7 Вибір опалювальних приладів

Для опалення будівлі застосовують двотрубну горизонтальну систему опалення із нижнім розведенням. Для обігріву приміщень приймаються

панельні радіатори «KORADO» типу 21 [19], що мають легкодоступну для очищення поверхню. Потужність радіаторів обираємо в залежності від загальних тепловтрат в приміщенні і температури теплоносія.

2.8 Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення

Розрахунок трубопроводів виконуємо після визначення всіх тепловтрат приміщень, вибору і розміщення обігрівальних приладів (див. аркуш 1), складання схеми опалення в аксонометрії (див. аркуш 2)

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

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

Для попереднього підбору діаметра труб на ділянках розрахункового циркуляційного кільця необхідно знати витрати води на ділянці G , кг/год і допустиму питому середню втрату тиску на 1м за рахунок тертя R_d , Па/м. Гідравлічний розрахунок наведений в таблиці (див. додаток В).

2.9 Підбір обладнання

1. Підбір опалювальних приладів Для даної системи опалення обрано панельні радіатори «KORADO» [19]. Технічні параметри радіаторів:

- Тип радіаторів – 23 з боковим підключенням;
- Висота радіаторів – 300, 400 , 500 , 600 мм;
- Довжина радіаторів – 500-1200 мм;
- Об'єм води – 5,08-6 л/мп;
- Потужність – 1,1-2,3 кВт/мп;
- Маса – 20-26 кг/мп.

2. Підбір трубопроводів:

– Згідно з даними гідравлічного розрахунку, для системи опалення підібрано поліпропіленові трубопроводи «KanPP-RStabi» [20] діаметрами 50, 40, 32, 25 та 20 мм.

– Підбір розширювального баку виконаний згідно розрахунку.

Розрахунок виконується за наступною формулою:

$$V = e \times C / \left(1 - \frac{P}{P_{max}}\right) \times k$$

- V – обсяг розширювального бака, л;
- e – коефіцієнт температурного розширення води, 0,04318;
- C – об'єм води в системі, л;
- P – початковий тиск повітря в баку, бар;
- P_{max} – граничний тиск в системі опалення, бар;
- k – коефіцієнт заповнення розширювального баку водою.

Розраховуємо коефіцієнт температурного розширення води:

$$e = e_{99C} - e_{10C} = 0,04343 - 0,00025 = 0,04318;$$

Об'єм води в системі:

$$C = 12 \text{ л} \times 24 \text{ кВт} = 288 \text{ л};$$

Коефіцієнт заповнення розширювального бака до = 0,5;

Використовуючи отримані значення розраховуємо обсяг розширювального бака:

$$V = \frac{0,04318 \times 288}{\left(1 - \frac{1,5}{4}\right) \times 0,5} = 45,6 \text{ л}$$

Обираю бак на 50 літрів для даної системи опалення. Щоб система опалення працювала більш ефективно рекомендується вибрати розширювальний бак об'ємом більше мінімально допустимого.

2.10 Визначення параметрів гарячого водопостачання та геліоустановки

2.10.1 Визначення необхідного сонячного колектора

Після аналізу нашого об'єкта, його діючої системи гарячого водопостачання, а також можливих варіантів нової системи, на базі використання відновлюваних

джерел енергії, раціональним і ефективнішим буде вибір вакуумного сонячного колектора ATMOSFERA СВК-А 30 трубок (Рис. 2.4.).

Геліосистеми від ATMOSFERA відрізняються високою ефективністю, простотою монтажу та зручністю експлуатації, тому успішно використовуються не лише на півдні України та в Криму, але і в північних та західних регіонах України. Сонячні нагрівачі з успіхом застосовуються в приватних будинках, школах, дитячих садках, санаторно-курортних та оздоровчих установах, АЗС, магазинах, на виробничих комплексах залізничного транспорту та портів. Число тих, хто бажає заощадити на витратах за енергоносії з використання сонячних колекторів постійно зростає. Вакуумні сонячні колектори ATMOSFERA ідеальні для застосування в цілорічному режимі роботи в будь-яких кліматичних зонах. Основне призначення вакуумних сонячних колекторів - нагрів гарячої води і підтримки систем опалення. Для сонячних колекторів ATMOSFERA характерні висока продуктивність в літній і зимовий час. Геліосистеми ATMOSFERA забезпечують від 30% до 90% потреби в гарячій воді і до 30% опалення. Термін експлуатації - 25 років, гарантія на системи до 15 років. Використовуючи обладнання ATMOSFERA, користувач має можливість значно знизити свої витрати на нагрів гарячої води, а також збільшити термін служби основного котельного обладнання, відключивши його в літній період.

Загальні параметри СВК-А приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри СВК-А

Артикул	Кільк. труб (шт.)	Пік.енерг. кВт год	S аперт.(м ²)	S абсор. (м ²)	Є _{мн.} Тепло-обм. (n)	H(мм)	W (мм)	S (мм)	Вага кг
СВК-А 30-58-1800	30	2,062	2,81	2,41	2,07	2020	2440	216	97

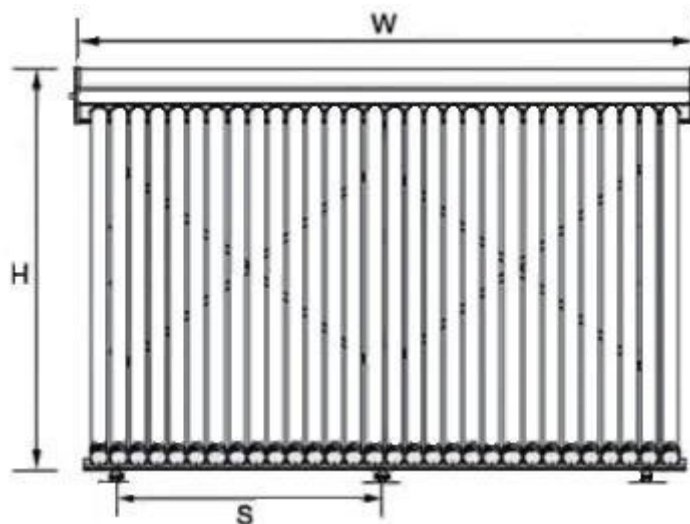


Рисунок 2.4 - Вакуумний сонячний колектор СВК-А

Вакуумний колектор СВК-А укомплектований 30 вакуумними трубками, що розташовуються паралельно одна одній, ефективний для експлуатації в цілорічному режимі в будь-якій області України. ККД геліосистеми на базі такого колектора - становить 95%. Термоізоляція теплообмінника 75 мм, конденсатор трубки типу "теплова трубка" 25 мм, виходи колектора $\frac{3}{4}$, корпус і рама - алюміній, теплоізоляція - мінеральна вата. Гарантія: система теплової труби - 5 років; теплообмінник - 5 років; рама - 5 років; вакуумні труби - 15 років.

Він володіє високою продуктивністю в умовах низької сонячної інсоляції. Сонячні колектори ATMOSFERA мають термоізоляцію 75 мм. Алюмінієва рама колектора дозволяє знизити навантаження на несучі конструкції покрівлі. Універсальна рама розрахована на монтаж колектора на будь-який тип даху: і на горизонтальні і на вертикальні поверхні.

Монтаж вакуумного сонячного колектора відбувається безпосередньо на даху, щоб найбільш ефективно використовувати площу даху для збору енергії. Як правило сонячний вакуумний колектор монтується під кутом, від 30 до 60°.

Для підтримки опалення встановлюється буферний бак, який являє собою систему перетворення, збереження та підтримки тепла, отриманого від сонця, а також і від інших джерел енергії (наприклад, традиційний котел, що працює на газі, електриці або дизпаливі). Ці джерела потрібні для підтримки

сонячного вакуумного колектора при недостатній кількості сонячного випромінювання. Нагріта від цих джерел енергії води використовується як теплоносії для звичайної системи опалення. Контролер вакуумного сонячного колектора автоматично підтримує найбільш оптимальні параметри циркуляції і забезпечує температуру. При відсутності сонячної активності або вночі, автоматика системи забезпечує мінімально необхідне залучення допоміжного джерела енергії для підтримки встановленої температури усередині приміщення. Система має низьку інерційність, швидким виходом на робочий режим і дозволяє забезпечити середньорічну економію енергоносіїв до 50%.

2.11 Розрахунок гарячого водопостачання

2.11.1 Розрахунок навантаження гарячого водопостачання.

Навантаження гарячого водопостачання визначаємо за формулою:

$$L_{\text{зв}} = N \cdot n \cdot 1000 \cdot (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \cdot \rho \cdot C_p$$

де N - число днів місяця;

n – кількість людей – 3.

$T_{\text{сер}}$ - середня температура гарячої води - 55°C,

$T_{\text{хол}}$ - температура холодної води - 10°C,

ρ - щільність води - 1 кг/л.

C_p - теплоємність - 4190 Дж/кг К.

Розрахуємо навантаження гарячого водопостачання для кожного місяця:

Для січня: $L_{\text{зв}} = N \cdot n \cdot 1000 (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \rho \cdot C_p =$
 $= 31 \cdot 3 \cdot 1000 (55-10) 1 \cdot 4190 = 17,54 \text{ МДж} = 4,87 \text{ кВт год.} = 0,0042 \text{ Гкал.}$

Для лютого: $L_{\text{зв}} = N \cdot n \cdot 1000 (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \rho \cdot C_p =$
 $= 29 \cdot 3 \cdot 1000 (55-10) 1 \cdot 4190 = 16,4 \text{ МДж} = 4,56 \text{ кВт год.} = 0,0039 \text{ Гкал.}$

Для березня: $L_{\text{зв}} = N \cdot n \cdot 1000 (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \rho \cdot C_p =$
 $= 31 \cdot 3 \cdot 1000 \cdot (55-10) 1 \cdot 4190 = 17,54 \text{ МДж} = 4,87 \text{ кВт год.} = 0,0042 \text{ Гкал.}$

Для квітня: $L_{\text{зв}} = N \cdot n \cdot 1000 (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \rho \cdot C_p =$
 $= 30 \cdot 3 \cdot 1000 \cdot (55-10) 1 \cdot 4190 = 16,97 \text{ МДж} = 4,71 \text{ кВт год.} = 0,0040 \text{ Гкал.}$

Для травня: $L_{\text{зв}} = N \cdot n \cdot 1000 (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \rho \cdot C_p =$
 $= 31 \cdot 3 \cdot 1000 \cdot (55-10) 1 \cdot 4190 = 17,54 \text{ МДж} = 4,87 \text{ кВт год.} = 0,042 \text{ Гкал.}$

Для червня: $L_{\text{зв}} = N \cdot n \cdot 1000 (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \rho \cdot C_p =$
 $= 30 \cdot 3 \cdot 1000 \cdot (55-10) 1 \cdot 4190 = 16,97 \text{ МДж} = 4,71 \text{ кВт год.} = 0,0040 \text{ Гкал.}$

Для липня: $L_{\text{гвп}} = N \cdot n \cdot 1000 (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \rho \cdot C_p =$
 $= 31 \cdot 3 \cdot 1000 \cdot (55-10) 1 \cdot 4190 = 17,54 \text{ МДж} = 4,87 \text{ кВт год.} = 0,042 \text{ Гкал.}$

Для серпня: $L_{\text{гвп}} = N \cdot n \cdot 1000 (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \rho \cdot C_p =$
 $= 31 \cdot 3 \cdot 1000 \cdot (55-10) 1 \cdot 4190 = 17,54 \text{ МДж} = 4,87 \text{ кВт год.} = 0,042 \text{ Гкал.}$

Для вересня: $L_{\text{гвп}} = N \cdot n \cdot 1000 (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \rho \cdot C_p =$
 $= 30 \cdot 3 \cdot 1000 \cdot (55-10) 1 \cdot 4190 = 16,97 \text{ МДж} = 4,71 \text{ кВт год.} = 0,0040 \text{ Гкал.}$

Для жовтня: $L_{\text{гвп}} = N \cdot n \cdot 1000 \cdot (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \cdot \rho \cdot C_p =$
 $= 31 \cdot 3 \cdot 1000 \cdot (55-10) 1 \cdot 4190 = 17,54 \text{ МДж} = 4,87 \text{ кВт год.} = 0,042 \text{ Гкал.}$

Для листопада: $L_{\text{гвп}} = N \cdot n \cdot 1000 \cdot (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \rho \cdot C_p =$
 $= 30 \cdot 3 \cdot 1000 \cdot (55-10) 1 \cdot 4190 = 16,97 \text{ МДж} = 4,71 \text{ кВт год.} = 0,0040 \text{ Гкал.}$

Для грудня: $L_{\text{гвп}} = N \cdot n \cdot 1000 (T_{\text{сер.}} - T_{\text{хол.}}) \rho \cdot C_p =$
 $= 31 \cdot 3 \cdot 1000 \cdot (55-10) 1 \cdot 4190 = 17,54 \text{ МДж} = 4,87 \text{ кВт год.} = 0,042 \text{ Гкал.}$

Дані навантаження гарячого водопостачання по місяцях зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2. – Навантаження гарячого водопостачання

Місяць	Кількість днів	Навантаження ГВП, МДж	Навантаження ГВП, кВт год.	Навантаження ГВП, Гкал.
1	31	17,54	4,87	0,0042
2	29	16,4	4,56	0,0039
3	31	17,54	4,87	0,0042
4	30	16,97	4,71	0,0040
5	31	17,54	4,87	0,0042
6	30	16,97	4,71	0,0040
7	31	17,54	4,87	0,0042
8	31	17,54	4,87	0,0042
9	30	16,97	4,71	0,0040
10	31	17,54	4,87	0,0042
11	30	16,97	4,71	0,0040
12	31	17,54	4,87	0,0042
Σ		207,06	57,49	0,049

2.12 Розрахунок теплопродуктивності сонячного колектора

Кількість теплоти, що надходить з теплоприймача на 1 м^2 сонячного

колектора визначаємо за формулою:

$$Q_{кор.} = F_R \cdot [E_{\beta} \cdot (\tau \acute{\alpha}) - U_L \cdot (T_T - T_{\alpha})]$$

де $Q_{кор.}$ - корисна теплова потужність СВК-А, Вт/м²;

E_{β} - щільність потоку сумарної сонячної радіації в площині колектора, Вт/м²;

τ - пропускна здатність прозорі ізоляції;

$\acute{\alpha}$ - поглинаюча здатність панелі колектора;

U_L - загальний коефіцієнт теплових втрат, Вт/(м²К);

T_T - середня температура теплоносія в колекторі.

T_{α} - температура навколишнього повітря, К.

F_R - коефіцієнт ефективності поглинаючої панелі, що враховує ту обставину, що середня температура панелі завжди вище середньої температури рідини.

Розрахунок ведеться для СК марки СВК-А (30 трубок), з наступними характеристиками [5]:

- коефіцієнт ефективності поглинаючої панелі $F_R = 0,77$
- загальний коефіцієнт теплових втрат $U_L = 0,8$ Вт/(м²К);
- $(\tau \acute{\alpha}) = 1,08$;
- середня температура теплоносія в колекторі $T_T = 328$ К.

Температура навколишнього повітря розрахована для кожного місяця:

$$T_{\alpha 1} = 273 - 5,5 = 267,5 \text{ K};$$

$$T_{\alpha 2} = 273 - 4,1 = 287,9 \text{ K};$$

$$T_{\alpha 3} = 273 + 0,8 = 273,8 \text{ K};$$

$$T_{\alpha 4} = 273 + 9,4 = 282,4 \text{ K};$$

$$T_{\alpha 5} = 273 + 16,0 = 289,0 \text{ K};$$

$$T_{\alpha 6} = 273 + 19,6 = 292,6 \text{ K};$$

$$T_{\alpha 7} = 273 + 21,3 = 294,3 \text{ K};$$

$$T_{\alpha 8} = 273 + 20,6 = 293,6 \text{ K};$$

$$T_{\alpha 9} = 273 + 15,4 = 288,4 \text{ K};$$

$$T_{\alpha 10} = 273 + 8,4 = 281,4 \text{ K};$$

$$T_{\alpha 11} = 273 + 2,5 = 275,5 \text{ K};$$

$$T_{\alpha 12} = 273 - 2,1 = 270,9 \text{ K}.$$

Таблиця 2.3. – Щільність потоку сумарної сонячної радіації в площині колектора, Вт/м².

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
БУЧА	1210	1990	2980	4050	5550	5570	5700	5080	3660	2270	1200	960

Отже кількість теплоти, що надходить з теплоприймача на 1м² сонячного

колектора:

$$\begin{aligned} Q_{\text{кор.1}} &= 0,77 \cdot [1210 \cdot (1,08) - 0,8 \cdot (328 - 267,5)] = 968 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \\ Q_{\text{кор.2}} &= 0,77 \cdot [1990 \cdot (1,08) - 0,8 \cdot (328 - 268,9)] = 1618 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \\ Q_{\text{кор.3}} &= 0,77 \cdot [2980 \cdot (1,08) - 0,8 \cdot (328 - 273,8)] = 1445 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \\ Q_{\text{кор.4}} &= 0,77 \cdot [4050 \cdot (1,08) - 0,8 \cdot (328 - 282,4)] = 3340 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \\ Q_{\text{кор.5}} &= 0,77 \cdot [5550 \cdot (1,08) - 0,8 \cdot (328 - 289,0)] = 4591 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \\ Q_{\text{кор.6}} &= 0,77 \cdot [5570 \cdot (1,08) - 0,8 \cdot (328 - 292,6)] = 4610 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \\ Q_{\text{кор.7}} &= 0,77 \cdot [5700 \cdot (1,08) - 0,8 \cdot (328 - 294,3)] = 4719 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \\ Q_{\text{кор.8}} &= 0,77 \cdot [5080 \cdot (1,08) - 0,8 \cdot (328 - 293,6)] = 4203 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \\ Q_{\text{кор.9}} &= 0,77 \cdot [3660 \cdot (1,08) - 0,8 \cdot (328 - 288,4)] = 3019 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \\ Q_{\text{кор.10}} &= 0,77 \cdot [2270 \cdot (1,08) - 0,8 \cdot (328 - 281,4)] = 1859 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \\ Q_{\text{кор.11}} &= 0,77 \cdot [1200 \cdot (1,08) - 0,8 \cdot (328 - 275,5)] = 965 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \\ Q_{\text{кор.12}} &= 0,77 \cdot [960 \cdot (1,08) - 0,8 \cdot (328 - 270,9)] = 763 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \end{aligned}$$

Дані зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4. – Кількість теплоти яка надходить з теплообмінника на 1м^2 сонячного колектора

Місяць	T_a, K	$Q_{\text{кор}}, \text{Вт} \cdot \text{год}$
1	267,5	968
2	268,9	1618
3	273,8	2445
4	282,4	3340
5	289,0	4591
6	292,6	4610
7	294,3	4719
8	293,6	4203
9	288,4	3019
10	281,4	1859
11	275,5	965
12	270,9	763

2.13 Розрахунок об'єму бака-акумулятора та його вибір

Тепловий акумулятор – це сталева ємність, циліндричної форми, в якому накопичується і зберігається гаряча вода[22]. Наявність тепло-акумулятора мінімізує втрату теплової енергії і значно знижує споживання енергоресурсів, такий акумулятор є невід'ємною частиною сучасної комплексної системи опалення, і несе в собі економічну вигоду. Залежно від модифікації, теплові акумулятори можуть працювати спільно з сонячними колекторами,

твердопаливними котлами, газовими котлами, тепловими насосами, електричними нагрівачами та іншими джерелами енергії. Підключати до тепло-акумулятора можна відразу кілька таких джерел.

У системах з природною і примусовою циркуляцією рекомендується використовувати баки-акумулятори тепла. Така акумулююча ємність в найбільш простій конфігурації являє собою сталевий вертикальний бак, висота якого в 3-5 разів перевищує його діаметр. Таким чином забезпечується температурне розшарування води і підвищується ефективність використання бака-акумулятора тепла.

Крок 1.

Визначимо, на скільки градусів має підвищитися температура води і її об'єм. Наприклад - сім'я - 3 людини. За емпіричними даними людина витрачається в день 50 літрів води. Сумарний обсяг ємнісного нагрівача треба розраховувати з розрахунку 1,5 ... 2 добової потреби.

Відповідно $(50 \cdot 3) \cdot 1,5 = 225 \text{ л.}$

Середня температура вхідної води - 15°C. Вона повинна бути нагріта до 55°C.

$$55 - 15 = 40^\circ\text{C}.$$

Крок 2.

Визначаємо кількість енергії необхідної для нагрівання цієї кількості води. Враховуємо, що для нагрівання одного літра води на один градус треба затратити енергію рівну 1 ккал: $225 \text{ л} \cdot 40^\circ\text{C} = 9000 \text{ ккал.}$

Для переведу цієї енергії в кВт·год скористаємося такою формулою:

$$9000/859,8 = 10,46 \text{ кВт год.}$$

Вибираємо бак зі змійовиком з нержавіючої сталі для гарячого водопостачання та нижнім змійовиком з чорної сталі для підключення сонячних колекторів на 250 л.

Характеристики баку представлені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5.- Характеристики бака-акумулятора.

Виробник	BakiLux
Об'єм бака	250.0 (л)
Максимальний тиск в баку	2.5 (бар)
Максимальна температура в баку	90.0 (град.)
Матеріал бака-акумулятора	Вуглецева сталь
Матеріал ізоляції	Пінополіуретан
Кількість теплообмінників	1 (шт.)
Матеріал теплообмінника	Сталь
Максимальний тиск теплообмінника	5.0 (бар)
Максимальна температура теплоносіїв баку	90.0 (град.)
Вага	105.0 (кг)
Гарантійний строк	60 (міс)
Діаметр (без ізоляції)	800.0 (мм)
Товщина ізоляції	100.0 (мм)
Висота	2260.0 (мм)

Бак з вбудованим верхнім змішувачем з нержавіючої сталі, головне призначення якого – приготування гарячої води для господарських потреб. Може застосовуватись з різними джерелами теплової енергії, зокрема: твердопаливні котли, електричні котли, сонячні колектори, теплові насоси, тощо. В традиційних системах з газовими котлами виконує функцію бойлера ГВП.

Особливості:

- можливість підключення до різних джерел енергії чотири варіанти діаметру нержавіючого теплообмінника: 20мм, 25мм, 32мм, 40мм виконують функцію бойлера ГВП;
- система нагріву гарячої води "fresh" унеможлиблює розвиток небезпечних бактерій завдяки відсутності магнієвого аноду, воду з системи ГВП можна вживати в їжу;
- відсутність накипу зі сторони підігріву гарячої води, завдяки застосуванню теплообмінника виготовленого із гофрованої труби. При різких температурних коливаннях накип сколюється зі стінок теплообмінника;

- надійна ізоляція з пінополіуретану товщиною 100мм забезпечує незначні статичні втрати тепла;
- може комплектуватися ТЕН;
- може бути використаним у відкритій чи замкнутій системі вбудований нижній змійовик для підключення сонячних колекторів.

2.14 Вибір площі СК

Потрібну площу колекторів вибираємо по ясному дню найтеплішого місяця року (липень) : $A = N/n$; m^2

де N - добова витрата гарячої води, л.; $N = 250$ л.;

n - добова продуктивність 1 m^2 СК, яка визначається за формулою:

$$n = \frac{Q_{\text{кор}}}{m \cdot c(t_{\text{гор.}} - t_{\text{хол.}})}, \quad \text{л/м}^2 \text{ день}$$

де - $Q_{\text{кор}}$ - кількість корисного тепла, що виробляється колектором,

$\text{кВт} \cdot \text{год/м}^2$ добу;

m - питома вага води, кг/л. ; $m = 1$ кг/л. ;

c - теплоємність води, $\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$; $c = 0,001$ $\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

$t_{\text{гар.}}$, $t_{\text{хол.}}$ відповідно температура гарячої та холодної води, $t_{\text{гар.}}=55^\circ\text{C}$, $t_{\text{хол.}}=10^\circ\text{C}$.

$$n = \frac{0,968}{1 \cdot 001(55 - 10)} = 21,5 \text{ л/м}^2 \text{ день}$$

Потрібна площа СК: $A=250/21,5=11,63m^2$.

Таблиця 2.6. – Потрібна площа СК

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n , л/м^2	21,5	35,96	54,33	74,22	102	102,4	104,86	93,4	67,08	41,31	21,4	16,96
Необхідна площа, m^2	11,63	6,96	4,6	3,37	2,45	2,44	2,38	2,67	3,72	6,05	11,68	14,74
К-ть вакуумних колекторів	5	3	2	2	2	2	1	2	2	3	5	7

2.15 Термостатичний змішувач, описання та вибір

Термостатичний змішувач (рис. 2.5) - прилад, необхідний для підтримки постійного напору та рівня нагріву води. Його мета - створення приємної для людського тіла температури, приблизно 38-м градусів - саме така температура максимально комфортна для організму при прийомі душу. Основа конструкції такого змішувача - термостатичний клапан, який регулює потік води, забезпечуючи стабільність температури. Він являє собою невелику кнопку, яка при «віджиманні» збільшить потік гарячої води. Зменшує ж натиск змішувач при необхідності самостійно. Це обладнання[22] забезпечує не тільки комфорт, але і безпеку, що особливо важливо, якщо у Вас є діти.

Регульовані термостатичні дивертори (регульовані термостатичні клапани) високої продуктивності призначені для перенаправлення рідини (як правило, це вода ГВП або теплоносій системи опалення) за двома різними контурами залежно від її температури.

Принцип роботи дивертора легко проілюструвати на прикладі його застосування для гарячого водопостачання. Якщо температура ГВП на вході дивертора дорівнює або більше температури, встановленої на голівці цього клапана, то потік ГВП направляється по контуру, який веде безпосередньо до споживача. У тому ж випадку, коли температура на вході в дивертор нижче встановленого значення, потік прямує на додатковий нагрів, після чого подається споживачу ГВС.[20]



Рис. 2.5.- Термостатичний змішувальний клапан BRV 03729-3560.

Термостатичні дивертори дозволяють встановлювати операційну

температуру в діапазоні від 38 °С до 54 °С. Щоб уникнути випадкових змін налаштувань дивертори BRV оснащені блокатором обертання головки.

Характеристики регульованих термостатичних дивертерів BRV:

Максимальна статичний тиск – 10 бар.

Максимальна динамічний тиск – 5 бар.

Максимальна постійна температура на вході –100°С (короткочасно до 120°С).

Робочий діапазон температур – 38-54 °С.

Сумісність з теплоносіями на основі гліколю.

Для більшої зручності при монтажі в систему, термостатичні дивертори мають асиметричне розташування виходів. Корпуси нових диверторів BRV виконані з латуні, на вході встановлений фільтр і зворотний клапан для високої температури.

2.16 Вибір контролера

Сонячний контролер - обов'язковий елемент геліосистеми з примусовою циркуляцією теплоносія. Сонячний контролер призначений для керування процесом нагріву від сонця і контролю стану геліосистеми, а також, залежно від сонячного контролера, може управляти і іншими теплотехнічними процесами в системі опалення і ГВП (тепловим насосом, електричним ТЕНом, газовим котлом, твердопаливним котлом). Сонячний контролер отримує інформацію від датчиків температури (один з яких обов'язково знаходиться в сонячному колекторі), інший в баку-акумуляторі геліосистеми та вибирає необхідний режим роботи [24].

Ефективність та безпека геліосистеми в значній мірі залежать від роботи сонячного контролера: правильності закладених алгоритмів роботи геліосистеми, вибору схеми геліосистеми, надійності елементів геліосистеми[28].

Переваги сонячних контролерів:

– Можливість автоматичного регулювання швидкості потоку теплоносія в геліосистеми (управління витратою циркуляційного насоса) залежно від різниці температур між сонячним колектором і баком- акумулятором

геліосистеми (реалізована у всіх моделях сонячних контролерів);

– В результаті геліосистема працює більш стабільно, швидше досягаються необхідні температури, забезпечується додаткове вироблення теплової енергії за рахунок збільшення часу роботи геліосистеми в ранкові, вечірні години і в похмуру погоду, а також досягається економія електроенергії геліосистемою за рахунок зниження споживаної потужності циркуляційним насосом.

– Універсальність сонячних контролерів. Всі моделі сонячних контролерів можна використовувати в геліосистемах різного призначення, наприклад: ГВП, нагрівання води в басейні, опалення;

– Висока надійність сонячних контролерів. Досягається завдяки оптимально підібраним комплектуючим в сонячних контролерах, укладеними в герметичний полікарбонатний корпус, який забезпечує захист від прямого попадання бризок (клас захисту IP 65). Кожен сонячний контролер піддається жорстким випробуванням, для виявлення можливих несправностей ще на етапі виробництва сонячного контролера;

– Простота контролю режимів геліосистеми. За допомогою індикації на передній панелі сонячного контролера легко контролювати стан геліосистеми, сонячний контролер не потребує постійного налаштування, всі необхідні установки геліосистеми монтажна організація здійснює в процесі монтажу.

– Дистанційний контроль геліосистеми і коректування роботи системи сонячного тепlopостачання. Робота сонячного контролера за таймером.

– Захист пам'яті при зникненні напруги живлення. У разі зникнення живлення сонячний контролер зберігає встановлені параметри геліосистеми без зміни. При появі напруги сонячний контролер повертається у встановлений режим роботи.

Контролер управління G422-P07 (рис.2.3) для сонячних колекторів є самостійним регульовальним пристроєм, призначеним для управління роботою сонячною геліостанцією. G422-P07 виконаний в сучасній стилістиці, відрізняється широким діапазоном функцій, а одночасно є дуже простим в обслуговуванні завдяки застосуванню панелі користувача з розбірливою

клавіатурою і графічним ЖК-дисплеєм. Контролер є інтегральною частиною насосно-керуючого блоку ZPS 18e-01, ZPS 18e-01 ECO або ZPS 28-01. Контролер G422-P07 є вдосконаленою моделлю попередньої версії, з додатковими функціями. Директива Євросоюзу про енергетичну ефективність ErP (Energy related Products), поступово вводить необхідність заміни традиційних циркуляційних насосів високо ефективними насосами з електронним управлінням швидкості обертання. Версія G422-P07 контролера дозволяє взаємодію як зі стандартними насосами з постійною швидкістю обертання, так і з насосами з електронним регулюванням швидкості обертання. Другим істотним розширенням функціональності контролера управління G422-P07 є можливість підключення датчика тиску в сонячні установки. Це дозволяє здійснювати контроль за умовами роботи установки, також в дистанційному режимі, в поєднанні з системою дистанційного моніторингу ECONTROL.

Огляд функцій контролера G422-P07

Інтуїтивне і зручне обслуговування завдяки великому ЖК-дисплею;



Рис. 2.6.- Контролер управління G422-P07

Можливість вибору типу циркуляційного насоса і управління за допомогою спеціального алгоритму роботи, за вибором: стандартний насос WILO ST6, стандартний насос із зменшеною витратою електроенергії WILO ST6ECO, електронний насос управління спеціальним сигналом PWM: WILO ST7PWM2;

Можливість підключення 4 датчиків температури NTC10k;

Можливість підключення 3 циркуляційних насосів і клапанів управління;

Обслуговування різних варіантів сонячних геліоустановок (мінімум 17 варіантів), в тому числі з підтримкою опалення та підігріву води в басейні;

Обмеження роботи основного джерела тепла, наприклад, нагрівального котла, в разі сприятливих умов для роботи сонячної установки;

Вибір пріоритету роботи сонячної установки (побутова вода, підтримка опалення, вода в басейні);

Тимчасові програми для роботи циркуляційних насосів, наприклад, циркуляційного насоса теплої побутової води і ін.

Гігієнічна функція (періодичний бактерицидний підігрів);

Захист колекторів від перегріву;

Функція "відпочинку" для захисту установки від перегріву при тривалому періоді відсутності споживання тепла

Графічне представлення поточних температур і режимів роботи установки;

Графічне представлення виробництва тепла в часі (денний, тижневий, місячний і багаторічний лічильники);

Попередня світлова та акустична сигналізація аварійних станів, наприклад відсутність течії в системі, аварії циркуляційного насоса, наявність повітря в системі, пошкодження датчика температури;

Поточна актуалізація показань нагрівальної продуктивності сонячних колекторів;

Поточна актуалізація показань витрати електроенергії циркуляційним насосом.

Інформація про активну функції бактерицидного прогріву, що здійснюється контролером.

Можливість підключення модуля ECO-GSM або ECO-LAN до дистанційного моніторингу роботи установки ECONTROL;

Доступні мовні версії: польська, англійська, німецька, французька,

португальська, іспанська, голландська, італійська, чеська, словацька, румунська, шведська, норвезька, фінська, датська, естонська, литовська, латиська, словенський, угорський, хорватський, російська.

Гарантія 12 місяців.

При розрахунку системи ГВП однією з істотних характеристик є її ККД, який визначається за формулою:

$$\eta = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot \vartheta (0,5 \cdot (t_1 + t_2) - E_n)}{Q_{\text{кор}} \cdot A} \right)$$

де ϑ - наведений коефіцієнт тепловитрат СК, $\vartheta = 5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$;

t_1 і t_2 - температура теплоносіїв на вході і виході з СК, °С;

$$t_1 = t_{\text{хол}} + 5 = 8 + 5 = 13 \text{ °С};$$

$$t_2 = t_{\text{гар}} + 5 = 55 + 5 = 60 \text{ °С};$$

E_n - середня денна температура зовнішнього повітря, °С;

$Q_{\text{кор}}$ - табл. 2.4, $\text{Вт} \cdot \text{год}$; $A = 4,82 \text{ м}^2$.

Розраховуємо:

$$\eta_1 = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot 5 (0,5 \cdot (13 + 60) + 5,5)}{4,82 \cdot 968} \right) = 0,216$$

$$\eta_2 = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot 5 (0,5 \cdot (13 + 60) + 5,5)}{4,82 \cdot 1618} \right) = 0,337$$

$$\eta_3 = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot 5 (0,5 \cdot (13 + 60) - 0,8)}{4,82 \cdot 2445} \right) = 0,407$$

$$\eta_4 = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot 5 (0,5 \cdot (13 + 60) - 9,4)}{4,82 \cdot 3340} \right) = 0,45$$

$$\eta_5 = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot 5 (0,5 \cdot (13 + 60) - 16)}{4,82 \cdot 4591} \right) = 0,474$$

$$\eta_6 = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot 5 (0,5 \cdot (13 + 60) - 19,6)}{4,82 \cdot 4610} \right) = 0,48$$

$$\eta_7 = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot 5 (0,5 \cdot (13 + 60) - 21,3)}{4,82 \cdot 4719} \right) = 0,483$$

$$\eta_8 = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot 5 (0,5 \cdot (13 + 60) - 20,6)}{4,82 \cdot 4203} \right) = 0,479$$

$$\eta_9 = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot 5 (0,5 \cdot (13 + 60) - 15,4)}{4,82 \cdot 3019} \right) = 0,458$$

$$\eta_{10} = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot 5 (0,5 \cdot (13 + 60) - 8,4)}{4,82 \cdot 1859} \right) = 0,404$$

$$\eta_{11} = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot 5 (0,5 \cdot (13+60) - 2,5)}{4,82 \cdot 965} \right) = 0,27$$

$$\eta_{12} = 0,8 \left(0,63 - \frac{8 \cdot 5 (0,5 \cdot (13+60) + 2,1)}{4,82 \cdot 763} \right) = 0,168$$

Аналізуючи розрахункові дані установки бачимо, що найбільш ефективними місяцями експлуатації є березень, квітень, травень, червень, липень, серпень, вересень, жовтень.

В результаті пропонується впровадити геліоустановку з наступними параметрами:

–Площа СК А = 4,08 м² (в нашому випадку беремо 2 колектори СВК-30 що вибрали раніше і сумарна площа складатиме 4,82 м²);

–Об'єм бака акумулятора – 0,25 м³;

–Витрата теплоносія 0,1 кг/с;

–Теплоносій - антифриз.

Установку слід розташувати на даху будівлі, з південної сторони під кутом 48° до горизонту.

Отже, система гарячого водопостачання буде мати вигляд (рис. 2.4).



Рисунок 2.7.- Система гарячого водопостачання.

Графік вартості 1 кВт * год енергії з різних видів колекторів

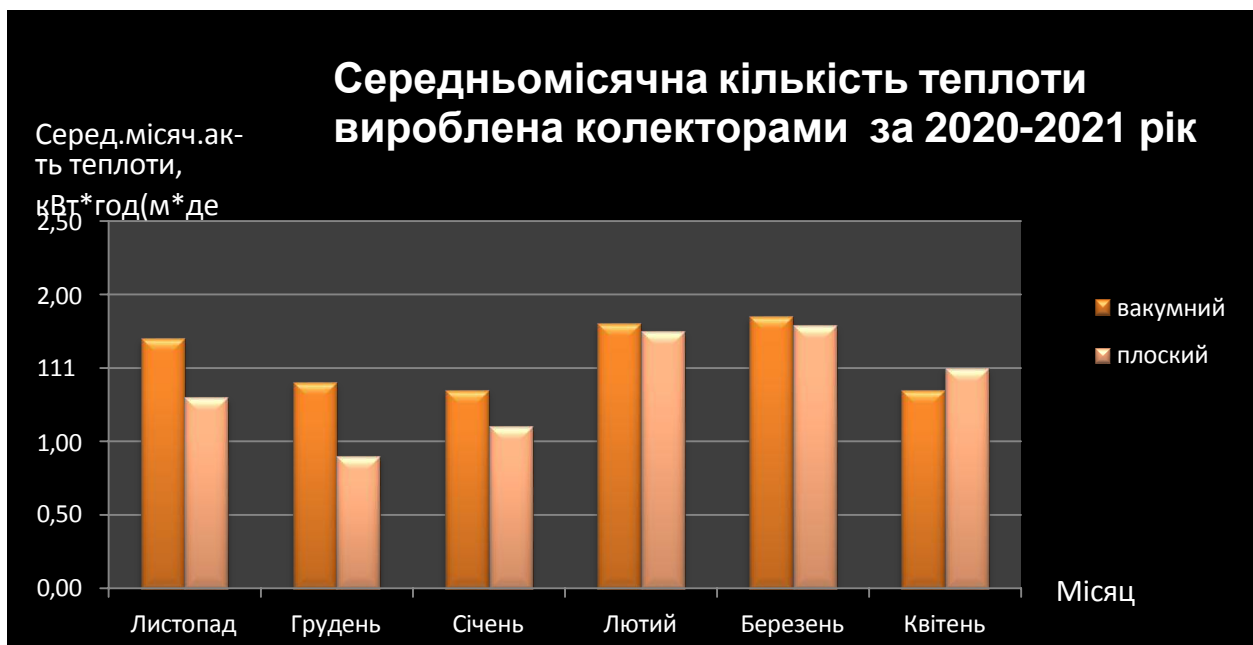


Рисунок 2.8.- Графік середньомісячної кількості теплоти виробленої колекторами за 2020-2021р.р.

2.17 Висновок до розділу

У даному розділі дана характеристика кліматичних умов району будівництва об'єкту, згідно вихідних даних про об'єкт (місцезнаходження та огорожуючі конструкції) виконано: розрахунок тепловтрат огорожуючих конструкцій, які склали 21,49 кВт, змодельований гідравлічний розрахунок системи опалення, що показав сумарні гідравлічні втрати тиску 11,6 кПа і витрату рідини – 1,03 м³/год, підбрано необхідні діаметри трубопроводів (20, 25, 32, 40 та 50 мм), був проведений розрахунок вакуумного сонячного колектора для побутових потреб даного об'єкту. Були вибрані комплектуючі для провадження даної системи згідно проведених розрахунків, підбрані елементи гарячого водопостачання.

Також був проведений розрахунок вакуумного сонячного колектора для побутових потреб даного об'єкту. Були вибрані комплектуючі для провадження даної системи згідно проведених розрахунків.

За результатом виконаних розрахунків розроблено: план системи опалення першого та мансардного поверхів, аксонометричну схему системи опалення, схему обв'язки твердопаливного та газового котлів і сонячного колектора.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту монтажу

В даному розділі розглядається технології монтажу системи опалення, а також системи гарячого водопостачання житлового будинку котеджного типу у місті БУЧА.. Будівля 2-ох поверхова, з цегляними стінами. Загальна площа – 279,54 м².

Джерелом тепlopостачання є газовий, твердопаливний котел і сонячний колектор. Розрахункові тепловитрати – 21,49 кВт, втрати тиску в системі опалення – 11,6 кПа.

Система опалення складається з:

- Індивідуального газового та твердопаливного котла, який містить: циркуляційний насос [24], сітковий фільтр [28], а також арматуру фірми «DANFOSS» [23];
- Нагрівальних приладів – сталеві панельні радіатори фірми «KORADO» тип «RADIKKLASIK – тип 21» [19];
- Мережі трубопроводів із поліпропіленових труб фірми «Kan»[20] D=Ø20, 25, 32, 40 та 50 мм;
- Датчики температури фірми «DANFOSS» [19];
- Датчик температури теплоносія фірми «DANFOSS» [19];
- Регулюючої арматури фірми «Danfoss» [19].

Схема системи – горизонтальна двохтрубна тупикова. Розвідні трубопроводи прокладаються в підлозі приміщень. Трубопроводи системи опалення виконуються зі статичного сополімерпропілена (PP-RStabi).

У якості опалювальних приладів прийняті сталеві панельні радіатори з боковим підключенням та одразу встановленими на них терморегулюючими клапанами фірми «DANFOSS», повітря випускними клапанами та з запірними клапанами. Усі опалювальні прилади розташовуються відкрито без ніш під вікнами та біля зовнішніх стін.

У даному проекті монтується сучасна система опалення з використанням датчиків температури, контролера фірми «DANFOSS». Геліоустановка призначена для приготування гарячої води і підтримки системи опалення.

Установка складається з:

- Колектор Vitosol 200-F, тип 5DI тільки для встановлення в покрівлю;
- Накопичувач Vitosol 100-U об'ємом 300 літрів (див. аркуш 6);
- Насосна станція Solar-Divicon (див. аркуш 6);
- Автоматика управління Vitosolic 200 (див. аркуш 6).

3.2 Технологія виконання монтажних робіт

Монтажні положення трубопроводів [8]:

Вісі трубопроводів повинні бути паралельні площинам будівельних конструкцій. Відстань від вісі неізолюваного трубопроводу до стіни визначають по формулі:

$$n=0,5 \cdot d \text{ мм,}$$

де d - діаметр трубопроводу, мм.

Так як в системі використовуються трубопроводи діаметрами 20, 25, 32, 40, та 50мм, відповідно, відстані від осей трубопроводів до стін будуть становити 10, 12,5, 16, 20 та 25 мм;

Підводи до опалювальних приладів необхідно виконувати з нахилом в напрямку руху теплоносія. Нахил приймають 5-10 мм на всю довжину підводу;

Якщо довжина підводу до 500 мм, то його прокладати без нахилу. Підводи прикріпляти до стін, якщо довжина підводу перевищує 1,5 м. Нагрівальні прилади встановлювати на кронштейнах.

3.3 Перелік основних та допоміжних матеріалів і виробів

Основні матеріали і обладнання зібрані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Відомість потреби в основних матеріалах

№ п.п	Найменування матеріалу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Насосна станція [35]	Solar-Divicon	шт	1	2,3	4,6
2	Бак-аккумулятор 300л [35]	Vitocell 100-U	шт	1	35	35
3	Котел газовий	BERETTA City 24 CSI	шт	1	31	31
	Котел твердопаливний	PROTECH TT-21c D-Luxe		1	89	89
4	Фільтр сітчатий Ø50 [28]	«Watts»	шт	2	0,135	0,27
5	Кран шаровий Ø50, Ø20 [25]	«Danfos»	шт	2	4,5	9
				8	3,9	31,2
Опалювальні прилади						
6	Сталевий панельний радіатор з боковим підключення «RADIKKLASIK» [21]	RK21-3040	шт	1	6,2	6,2
		RK21-4040		4	8,2	32,8
		RK21-6040		3	12,2	36,6
		RK21-6050		3	15,2	45,6
		RK21-6070		4	21,4	85,6
		RK21-6080		3	24,4	73,2
		RK21-6080		1	27,4	27,4
		RK21-6090		1	30,5	30,5
		RK21-6100		2	42,7	85,4
		RK21-6140		1	24,7	24,7
7	Група безпеки котла твердопаливного	Манометр Клапан Повітровідвід	шт	1	1,4	1,4
8	Терморегулюючий вентиль «Danfoss» [25]	RV-15	шт	23	0,220	5,06
Трубопроводи						
9	Труба поліпропіленова «Kan-therm» - Ø50x8.3 мм - Ø40x6.7 мм - Ø32x5.4 мм - Ø25x4.2 мм - Ø20x3.4 мм [22]	PN-20 Stabi Al	м	4	1,159	4,63
				28		21,56
				2		1,04
				12		3,84
				277,1		58,19
Фасонні частини						
10	Трійник «Kan»	20/20/20	шт	18	0,3	5,4
		20/20/20		10	0,330	3,3
		20/25/32		4	0,370	1,48
		20/20/20		2	0,420	0,84
		20/25/20		2	0,350	0,7
		3		5	6	7

11	Хрестовина «Кап»	20/20	шт	2	0,340	0,68
12	Обвід «Кап»	20	шт	2	0,250	0,5
		40		2	0,230	0,46
		32/20		1	0,270	0,27
		20		2	0,220	0,44
13	Відвід «Кап»	Ø20	шт	130	0,210	27,3
		Ø25		8	0,240	1,92
		Ø20		4	0,270	1,08
14	Стик «Кап»	Ø20	шт	85	0,240	20,4
Загальна маса основних матеріалів $\Sigma=825,53$ кг						

Прилади та устаткування для монтажу зібрані в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомість потреби в приладах та устаткуванні для монтажу [30].

№ п.п	Найменування матеріалу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Ножиці для точної різки поліпропіленових труб		шт	3	0,105	0,315
2	Різьбонарізний апарат «Rems»	Amigo 2 Set NPT 1/2"-2"	шт	1	6,5	6,5
3	Гідравлічний прес «Rems»		шт	1	7,8	7,8
4	Електродріль ударний «Bosch»	PSB 750	шт	1	1,9	1,9
5	Набір для монтажника		шт	3	11,88	35,64
6	Манометр радіальний	MDR 80/6 1/2"	шт	2	1,8	3,6
Загальна маса приладів та устаткування $\Sigma=62$ кг						

Допоміжні матеріали зібрані в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Відомість потреби в допоміжних матеріалах

№	Шифр ресурсу	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Одиниці виміру	Кількість	Маса, кг
1	2	3	4	5	6
1	124-0059	Заглушка, кран маєвського [в комплекті з радіаторами]	комплект	23	4,2
2	1425-11681	Розчин готовий кладочний важкий цементний, марка М50	м3	0,014	15,4
3	142-0010-2	Вода	м3	1,03	1030
4	1630-0085	Кронштейни Кр1-РС для радіаторів сталевих спарених	комплект	23	5,3
5	111-1608	Дрантя	кг	0,3	0,3
6	111-136	Кліпса з забивним шурупом CAPRICORN 28мм	шт	4	0,4
Загальна маса приладів та устаткування $\Sigma=1053,6$ кг					

3.4 Визначення складу і об'ємів робіт

3.4.1 Визначення складу робіт

До складу робіт з монтажу системи опалення даного проекту входять наступні роботи:

- Доставка деталей та обладнання до місць монтажу.
- Пробивання гнізд та отворів у бетонних та цегляних конструкціях.
- Прокладання трубопроводів опалення із поліпропіленових труб Ø50 мм.
- Прокладання трубопроводів опалення із поліпропіленових труб Ø40 мм.
- Прокладання трубопроводів опалення із поліпропіленових труб Ø32 мм.
- Прокладання трубопроводів опалення із поліпропіленових труб Ø25 мм.
- Прокладання трубопроводів опалення із поліпропіленових труб Ø20 мм.
- Встановлення фільтра.
- Встановлення регуляторів.
- Встановлення термометрів.
- Встановлення шарових кранів на трубопроводах Ø 50мм та 20мм.
- Монтаж газового та твердопаливного котлів.

- Встановлення циркуляційних насосів.
- Встановлення розширювального баку.
- Встановлення геліоустановки.
- Монтаж радіаторів.
- Встановлення контрольно-вимірювальних приладів..
- Гідравлічне випробування системи.
- Зароблення гнізд та отворів.
- Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу.

3.4.2 Визначення об'ємів робіт

Об'єм робіт з монтажу системи становитиме:

- Доставка деталей на робочий майданчик. Одиниця вимірювання – 1т. Загальна вага усіх деталей 1919,53 кг (2 т). Приймаємо об'єм $V=2$.
- Пробивання гнізд та отворів у бетонних та цегляних конструкціях. Одиниця вимірювання – 100 шт. $V=2$.
- Прокладання трубопроводів $\varnothing 50 \times 8.3$ мм. Одиниця вимірювання– 100 м. $V=0,04$.
- Прокладання трубопроводів $\varnothing 40 \times 6.7$ мм. Одиниця вимірювання– 100 м. $V=0,28$.
- Прокладання трубопроводів $\varnothing 32 \times 5.4$ мм. Одиниця вимірювання– 100 м. $V=0,02$.
- Прокладання трубопроводів $\varnothing 25 \times 4.2$ мм. Одиниця вимірювання– 100 м. $V=0,12$.
- Прокладання трубопроводів $\varnothing 20 \times 3.4$ мм. Одиниця вимірювання– 100 м. $V=2,71$.
- Встановлення фільтрів. Одиниця вимірювання – 10 фільтрів. $V=0,1$
- Встановлення регуляторів. Одиниця вимірювання – шт. $V=2$.
- Встановлення термометрів. Одиниця вимірювання – 1 комплект. $V=6$.
- Встановлення шарових кранів на трубопроводах діаметром до 50 мм. Одиниця вимірювання – шт. $V=10$.
- Монтаж котлів. Одиниця вимірювання – шт. $V=2$.

- Встановлення циркуляційного насосу. Одиниця вимірювання – шт. $V=2$.
- Встановлення розширювального баку. Одиниця вимірювання – шт. $V=1$.
- Встановлення геліоустановки. Одиниця вимірювання – шт. $V=1$.
- Монтаж радіаторів. Одиниця вимірювання – 100 кВт. $V=0,215$.
- Встановлення контрольно-вимірювальних приладів. Одиниця вимірювання – 1 комплект. $V=7$.
- Гідравлічне випробування системи. Одиниця вимірювання – 100 м. $V=3,3$.
- Зароблення отворів та гнізд. Одиниця вимірювання – м³. $V=0,4$.
- Вивезення деталей і обладнання з місць монтажу. Одиниця вимірювання – т. $V=0,12$.

3.5 Підбір необхідного технологічного обладнання та інструментів для виконання монтажних робіт

Труби, деталі та обладнання для системи опалення, загальна вага яких складає 2 т. завозимо централізовано. Довжина труб, які перевозяться - 4000мм, максимальна висота деталей та обладнання - 900 мм, тому використовуємо автомобіль IVECO Euro Cardo ML120E18 [28], технічні характеристики якого наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики автомобіля IVECO EuroCardo ML120E18

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Вантажопідйомність	кг	7600
Кількість осей:		
- всього	шт	4
- ведучих	шт	2
Вантажна висота	мм	1024-1029
Найбільша швидкість	км/год	120
Паливний бак	л	115
Робочий об'єм	см ³	5900
Витрата палива	л/100 км	16
Маса	кг	5990

Для зварювання поліпропіленових трубопроводів використовуємо зварювальний пристрій «Калибр СВА-1600Т» [30], його технічні характеристики наведені у табл.3.5.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики зварювального пристрою «Калибр СВА-1600Т»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Діаметр зварювання	мм	62
Потужність електродвигуна	кВт	1,6
Маса	кг	5,8

Для випробування трубопроводів на міцність та щільність використовуємо гідравлічний прес фірми «Rems» [31]. Його технічні характеристики наведені в табл.3.6.

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики гідравлічного пресу «Rems»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Максимальний тиск	бар	60
Об'єм	л	12
Розміри	мм	500×190×140
Потужність електродвигуна	кВт	0,77
Маса	кг	7,8

Отвори для встановлення дюбелів виконуємо за допомогою ручного ударного електродреля «Bosch PSB 750» [30], його характеристики наведені у табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Технічні характеристики ручного електродреля «BoschPSB 750»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Діаметр свердлення	мм	30
Частота обертів шпинделя	об/хв	3000
Потужність електродвигуна	кВт	0,75
Маса	кг	1,9

Для нарізання різьб використовується пристрій різьбонарізний «RemsAmigo 2 SetNPT 1/2"-2"» [31]. Його технічна характеристика наведена в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Технічні характеристики різьбонарізного пристрою «RemsAmigo 2 SetNPT 1/2"-2"»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Мінімальний діаметр	дюйм	1/2
Максимальний діаметр	дюйм	2
Потужність електродвигуна	кВт	1,7
Маса	кг	6,5

3.6 Визначення витрат енергоносіїв при роботі обладнання та транспортних засобів

Витрати електроенергії на роботу електроприладів визначаються за формулою:

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

- де P – потужність приладу чи механізму, кВт;
- τ – термін роботи приладу, год;
- k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

Витрата електроенергії гідравлічним пресом «Rems»:

$$E = 0,77 \cdot 8 \cdot 0,85 = 5,23 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Витрата електроенергії ударним електродрелем «Bosch PSB 750»:

$$E = 0,75 \cdot 20 \cdot 0,85 = 12,75 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Витрата енергії зварювальним електроприладом «Калибр СВА-1600Т»:

$$E = 1,6 \cdot 47 \cdot 0,8 = 60,6 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Сумарні витрати електроенергії становлять:

$$5,23 + 12,75 + 60,6 = 78,58 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань 25 км, кількість ходок $n = 1$, витрата пального $Q = 16$ л/100км.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою[17]:

$$Q = Q \cdot 2 \cdot n \cdot l = 0,16 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 25 = 8 \text{ (л)}. \quad (3.2)$$

3.7 Розрахунок трудомісткості виконання робіт

Трудомісткість робіт визначається за формулою [12]:

$$Q = V \times N_{\text{ч}} (\text{люд} - \text{дні}), \quad (3.3)$$

- де $N_{\text{ч}}$ – норма часу;
- V – об'єм робіт.

Тривалість виконання робіт визначається за формулою [12]:

$$T = \frac{Q}{8 \times N \times k} (\text{дні}), \quad (3.4)$$

- де N – кількість робітників в бригаді;
- k – поправковий коефіцієнт (1÷1.15).

Показники трудомісткості і тривалості робіт зведені у таблицю 3.9.

Таблиця 3.9 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи опалення [10].

Найменування робіт	Одиниці виміру	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год	Трудо містк. люд/дні	Виконавці		Три валіст ь, дні
					кіль- кість	склад брига- ди	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставлення деталей на робочий майданчик	т	2	2,1	4,2	1 3 р- 1	Водій, Монтаж- ник	0,5
Пробивання гнізд та отворів у бетонних та цегляних конструкціях	100 шт	0,5	83,87	41,93	3 р-2	Монтаж- ники	2
Прокладання поліпропіленових трубопроводів Ø 50x8.3 мм	100 м	0,04	200,08	8	4 р-1 3 р-1	Монтаж- ники	0,5
Прокладання поліпропіленових трубопроводів D 40x6,7 мм.	100 м	0,28	229,6	64,28	4 р-1 3 р-1	Монтаж- ники	3,5
Прокладання поліпропіленових трубопроводів D 32x5,4 мм.	100 м	0,2	172,2	34,44	4 р-1 3 р-1	Монтаж- ники	1,5
Прокладання поліпропіленових трубопроводів D 25x4,2 мм.	100 м	0,12	211,56	25,38	4 р-1 3 р-1	Моніж- ники	1

Прокладання поліпропіленових трубопроводів D 20x3,4 мм.	100 м	2,71	268,96	728,88	4р-3 3 р-3	Монтаж- ники	13
Встановлення фільтрів	10 фільтрів	0,1	26,73	2,67	5р-1 4 р-1 3 р-1	Монтаж- ники	0,25
Встановлення регулятора	шт	2	4,92	9,84	5р-1 4 р-1 3 р-1	Монтаж- ники	0,25
Встановлення термометру	шт	6	0,51	3,06	5р-1 4 р-1	Монтаж- ники	0,5
Встановлення шарових кранів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах діаметром до 50 мм	шт	10	46,86	468,6	6 р-3 4 р-3	Монтаж- ники	8,5
Монтаж котлів	шт	2	61,50	123	5р.-2 4р.-2	Монтаж- ники	3,25
Встановлення циркуляційних насосів	шт	2	21,32	42,64	5 р-1 3 р-1	Монтаж- ники	2,25
Улаштування розширювальних баків	шт	1	5,95	5,95	4 р-1 3 р-1	Монтаж- ники	0,25
Встановлення геліоустановки	шт	1	6,43	6,43	4 р-1 3 р-1	Монтаж- ники	0,25
Монтаж радіаторів	100 кВт	0,215	96,92	20,83	4 р-1 3 р-1	Монтаж- ники	1
Встановлення контрольно-вимірювальних приладів	1 комплект	7	0,2	1,4	4 р-1 3 р-1	Монтаж- ники	0,25
Гідравлічне випробування трубопроводів системи	100 м	3,3	8,22	27,12	5 р-1 4 р-1 3 р-1	Монтаж- ники	1
Зароблення гнізд та отворів	м3	0,4	124,11	49,64	3 р-2	Монтаж- ники	2,75

Вивезення обладнання монтажу	деталей з місць	і т	0,12	2,1	0,252	1 3 р- 1	Водій, Монтаж- ник	0,5
------------------------------------	-----------------------	--------	------	-----	-------	-------------	--------------------------	-----

На приховані роботи (правильність ухилів, правильність встановлення та справна дія арматури, запобіжних пристроїв, автоматики та контрольно-вимірювальних приладів) при монтажі системи опалення [4], складається акт огляду прихованих робіт (див. додаток Ж)

На основі визначеної трудомісткості та тривалості монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт (див. аркуш 4).

3.8 Визначення кількості робітників, підбір необхідного технологічного обладнання та інструментів для виконання монтажних робіт

3.8.1 Визначення кількості робітників

Склад бригад та середній розряд робітників для виконання монтажних робіт визначається згідно нормативних документів : «Єдині норми і розцінки на будівельні, монтажні і ремонтно-будівельні роботи» і «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи» [10].

1. Доставляння деталей на робочий майданчик і повернення монтажного

- обладнання на склад (Q=4,2, T=0.5).
- Склад бригади: водій – 1,
- Монтажник 3 розряд – 1.
- Кількість бригад – 1.

2. Пробивання гнізд та отворів у бетонних та цегляних конструкціях(Q=41,93, T=2).

- Склад бригади: монтажник 3 розряд – 2.
- Кількість бригад – 2.

3. Прокладання поліпропіленових трубопроводів

- Ø 50x8.3 мм (Q=8, T=0,5).
- Склад бригади: монтажники
- 3 розряд – 1.
- 4 розряд – 1.
- Кількість бригад – 1.

4. Прокладання поліпропіленових трубопроводів

- D 40x6,7 мм. (Q=64,28, T=3,5).
- Склад бригади: монтажники
- 3 розряд – 1.
- 4 розряд – 1.
- Кількість бригад – 1.

5. Прокладання поліпропіленових трубопроводів

- D 32x5,4 мм. (Q=34,44, T=1,5).
- Склад бригади: монтажники
- 3 розряд – 1.
- 4 розряд – 1.
- Кількість бригад – 1.

6. Прокладання поліпропіленових трубопроводів

- D 25x4,2 мм. (Q=25,38, T=1).
- Склад бригади: монтажники
- 3 розряд – 1.
- 4 розряд – 1.
- Кількість бригад – 1.

7. Прокладання поліпропіленових трубопроводів

- D 20x3,4 мм. (Q=728,88, T=13).
- Склад бригади: монтажники 4 розряд – 3,
- 3 розряд – 3,
- Кількість бригад – 3.

8. Встановлення фільтрів (Q=8,67, T=0,25).

- Склад бригади: монтажники 5р-1
- 4 р-1
- 3 р-1
- Кількість бригад – 1.

9. Встановлення регулятора (Q=9,84, T=0,25).

- Склад бригади: монтажники 5р-1
- 4 р-1
- 3 р-1
- Кількість бригад – 1.

10. Встановлення термометру (Q=3,06, T=0,5).

Склад бригади: монтажники 5р-1

- 4 р-1
- Кількість бригад – 1.

11. Встановлення шаровихкранів, клапанів зворотних, кранівпрохідних на трубопроводах діаметром до 50 мм (Q=468,6, T=8,5).

Склад бригади

12. Монтаж котлів. (Q=123, T=3,25): монтажники 6 р-3

- 4 р-3.
- Кількість бригад – 3.
- Склад бригади: монтажники 5р.-2
- 4р.-2
- Кількість бригад – 2.

13. Встановлення циркуляційних насосів . (Q=42,64, T=2,25).

Склад бригади: монтажники 5 р-1

- 3 р-1
- Кількість бригад – 1.

14. Улаштування розширювальних баків (Q=5,95, T=0,25).

Склад бригади: монтажники

- 4 р-1
- 3 р-1
- Кількість бригад – 1.

15. Встановлення геліоустановки (Q=6,43 T=0,25).

- Склад бригади: монтажники 4 розряд – 1,
- 3 розряд – 1.
- Кількість бригад – 1.

16. Монтаж радіаторів (Q=20,83 T=1).

Склад бригади: монтажники 4 р-1

- 3 р-1
- Кількість бригад – 1.

17. Встановлення контрольно-вимірювальних приладів (Q=1,4, T=0,25).

Склад бригади: монтажники 4 розряд – 1,

- 3 розряд – 1.
- Кількість бригад – 1.

18. Гідравлічне випробування трубопроводів системи(Q=27,12 T=1).

Склад бригади: монтажники 5 розряд – 1,

- 4 розряд – 1,
- 3 розряд – 1.
- Кількість бригад – 1.

19. Зароблення гнізд та отворів (Q=49,64, T=2,75).

- 3 розряд – 2.

20. Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу ($Q=0,252$, $T=0,5$).

- Склад бригади: водій – 1,
- монтажник 3 розряд – 1.
- Кількість бригад – 1.

3.8.2 Підбір необхідного технологічного обладнання та інструментів для виконання монтажних робіт

Набір інструментів для монтажників системи опалення приведений в табл.10.

Таблиця 3.10 – Набір інструментів для монтажників системи опалення [12]

Найменування	ГОСТ, марка	Одиниця виміру	Кількість	Маса
1	2	3	4	5
Ключ гайковий двухсторонній М12-17-19 мм	ГОСТ2839-80	шт	2	0,88
М16-22-21 мм			2	1,2
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	шт	2	0,6
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	шт	2	1,6
Стрічка вимірювальна, 20 м		шт	2	0,3
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	шт	1	0,8
Висок	ГОСТ 7948-80	шт	1	0,3
Ящик переносний для інструменту		шт	2	4,8

3.9 Технологічний регламент і технічні засоби для проведення випробувань систем при здачі в експлуатацію

Здавання в експлуатацію систем опалення виконувати в три етапи: зовнішній огляд, випробування гідростатичним або манометричними методами, випробування на тепловий ефект.

Під час зовнішнього огляду перевіряти відповідність виконаних монтажних робіт затвердженому проекту, правильність збирання і міцність закріплення труб, нагрівальних пристроїв, встановлення контрольно-

вимірювальних приладів, запірної та регулювальної арматури, розташування спускних і повітряних кранів, дотримання нахилів, відсутність протікання в з'єднаннях, секціях радіаторів, кранах, засувках тощо.

Після зовнішнього огляду до початку малярних, лицювальних робіт систему опалення випробувати на міцність і герметичність.

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

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

Гідравлічне випробування трубопроводів виконати в такій послідовності:

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

Схема проведення випробувань показана на рисунку 3.1.

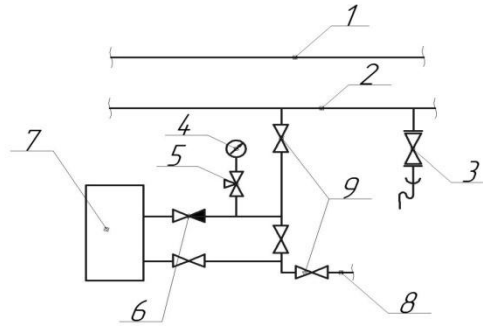


Рисунок 3.1 – Принципова схема випробування системи опалення: 1, 2 – подаючий та зворотній трубопроводи системи опалення; 3 зливний кран; 4 – манометр; 5 – спускний кран; 6 – зворотній клапан; 7 – гідравлічний прес; 8 – від водопроводу; 9 – кран кульовий.[]

Система витримала випробування гідростатичним методом, якщо протягом 5 хв падіння тиску не перевищує 0,02 МПа і якщо немає протікання води в місцях трубних з'єднань, в арматурі, нагрівальних приладах і обладнанні.

При гідравлічному випробуванні використовувати манометри з класом точності 0,4 – МТИф (манометр точних вимірів – діапазон до 600 кПа). Приховані роботи складаються з зароблення гнізд і отворів, які покриваються фарбою або шпалерами. Роботи виконані в повному обсязі.

3.10 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану

1. Загальний строк будівництва:

$$-T_{\text{заг.}} = 29,25 \text{ дн.}$$

2. Загальна трудомісткість:

$$-Q_{\text{заг.}} = 208,41 \text{ люд/дні.}$$

3. Середня чисельність робочих:

$$-R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}} / T_{\text{заг.}} = 208/30 = 7 \text{ робітника.}$$

4. Максимальна чисельність робітників:

$$-R_{\text{мах.}} = 8 \text{ робітників.}$$

5. Надлишкова трудомісткість:

$$-Q_{\text{надл.}} = 11,5 \text{ люд/дні.}$$

6. Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва:

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

$$-\alpha_1 = 7/8 = 0,88.$$

7. Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам:

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

$$-\alpha_2 = 11,5/208 = 0,06.$$

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

$$-\alpha_3 = T_{\text{вст.}} / T_{\text{заг.}},$$

$$-\alpha_3 = 11,5/29,25 = 0,39.$$

3.11 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт

Для уникнення можливості виникнення нещасних випадків на заготівельних роботах та під час монтажу систем опалення необхідно суворо притримуватись правил техніки безпеки.

Роботи з монтажу систем опалення повинні виконуватись відповідно до ПВР і бути погодженими з загально-будівельними та іншими спеціальними роботами.

При нещасному випадку працівник, що знаходиться поряд повинен надати допомогу постраждалому і одночасно повідомити про це майстру.

Для попередження пожежі на місці монтажних робіт необхідно обережно поводитись з вогнем та виконувати всі протипожежні заходи. Вогнебезпечні матеріали слід зберігати в спеціальних приміщеннях. Електромережа повинна бути в справному стані.

У випадку виникнення пожежі до прибуття пожежної команди слід використати всі засоби пожежогасіння.

Людину, вражену електричним струмом необхідно якнайшвидше звільнити від дії струму, для чого слід виключити рубильник, а якщо це неможливо, то відірвати постраждалого від дроту чи предмета, що знаходиться під напругою. При цьому той, що оказує допомогу, не повинен торкатися враженого голими руками : необхідно мати гумові рукавички та діелектричні калоші або стати на суху дошку та обмотати руки сухим одягом.

Після цього постраждалому слід зробити штучне дихання.

Палаючий бензин, гас, нафту, змащувальні матеріали необхідно гасити пінними вогнегасниками та піском.

Під час пожежі всі працівники повинні обов'язково виконувати всі розпорядження керівника та активно приймати участь у гасінні пожежі

3.12 Висновок до розділу

У даному розділі розроблено пропозиції щодо технології монтажу системи опалення, а також системи гарячого водопостачання 2-поверхового індивідуального будинку у м. Буча. Визначено загальну масу матеріалів, яка склала 2т, їх кількість, потребу в допоміжних матеріалах, необхідні інструменти та витрати електроенергії на їх роботу (78,58 кВт·год), визначено склад ланок та розряд робітників.

Виконано розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, яка склала 208 люд/дні і тривалість виконання монтажних робіт систем опалення, яка склала 30 днів.

За результатом виконаних розрахунків розроблено календарний план виконання монтажних робіт і монтажні креслення.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Дотримання вимог безпеки праці – необхідні умови сучасного будівництва. Об'єкт – індивідуальний житловий будинок. Монтажні роботи (влаштування систем опалення) виконуються у теплий період року відповідно до розробленого календарного плану. Монтажні роботи виконуються спеціалізованою організацією у відповідності до діючих норм і правил монтажу.

На будівельно-монтажний персонал, який здійснює опоряджувальні та монтажні роботи за ГОСТ 12.0.003-74 впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

Фізичні:

- рухомі машини і механізми;
- рухомі частини виробничого обладнання;
- вироби, заготовки, матеріали, що пересуваються;
- підвищена та понижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищена та понижена вологість повітря;
- підвищена та понижена рухливість повітря;
- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- недостатність природного освітлення;
- небезпечний рівень напруги електричного кола, замикання якої може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі(підлоги);
- психофізіологічні:
- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово-психічні перевантаження(монотонність роботи, перенапруга).

4.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць будівельно-монтажного персоналу під час монтажу інженерного обладнання

Під час виконання будівельно-монтажних робіт з врахуванням небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зазначених у вступі, безпека праці під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд повинна відповідати вимогам Норм, заходам безпеки, зазначеним у проектно-технологічній документації (ПОБ, ПВР тощо), і зокрема необхідно передбачати:

- огорожу будівельного майданчика – висота огорожі не менше 2м;
- організацію руху пішоходів, яка виключає прохід їх через зонубудівництва (ширина проходу не менше 1м);
- огорожу та обладнання необхідними помостами та драбинами робочих місць;
- забезпечення будівельного майданчика аптечками та засобами для надання першої медичної допомоги;
- влаштування майданчиків для складування матеріалів – ширина проходу не менше 1 м, ширина проїзду – не менше 3м;
- під час виконання робіт на висоті робочі місця повинні бути обладнані вентиляцією, засобами пожежогасіння;
- дотримання спеціальних заходів безпеки під час травлення і знежирення трубопроводів;
- забезпечення водопровідною водою, якість, якої відповідає вимогам нормативних документів; мийні та деззасоби, які використовують дозвалені МОЗУ;

Всі будівельні матеріали і вироби, що використовуються при виконанні робіт згідно проекту, повинні мати сертифікати. Також небезпечними факторами є можливість ураження електричним струмом. Характер впливу електричного струму на організм людини, а відтак і наслідки ураження, залежать від цілої низки чинників, які умовно можна підрозділити на чинники електричного (сила струму, напруга, опір тіла людини, вид та частота струму) та неелектричного характеру (тривалість дії струму, шлях проходження струму через тіло людини, індивідуальні особливості людини, умови навколишнього середовища тощо).

Допустимі значення струму наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Допустимі значення струму

Час протікання струму через тіло людини, с	Допустима сила струму, мА	Опір тіла людини, Ом	Напруга на людину, В
0,2	250	700	175
0,5	100	1000	100
0,7	75	1065	80
1	65	1150	75
30	6	3000	18
Понад 30	1	6000	6

Внутрішні або зовнішні електроустановки, які експлуатуються на відкритому повітрі або під навісом, прирівнюються до електроустановок в особливо небезпечних приміщеннях.

4. 1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць

Перед початком роботи на будівельному майданчику, треба перевірити справність устаткування, пристосувань і інструмента, огорож, захисного заземлення, вентиляції. Перевірити правильність складування заготівель і напівфабрикатів.

Монтаж систем опалення та вентиляції необхідно виконувати у відповідності із ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 та технічними умовами на монтаж обладнання. Передбачено розміщення обладнання з урахуванням створення необхідних проходів при виконанні монтажних та ремонтно-експлуатаційних робіт.

Під час монтажних роботи, необхідно виконувати всі правила використання технологічного устаткування, дотримуватися правил безпечної експлуатації транспортних засобів, тари та вантажо-підіймальних механізмів, дотримуватися вказівок про безпечне утримання робочого місця.

Під час монтажу трубопроводів і обладнання стикування та з'єднання отворів і перевіряння їх збігу в деталях, що монтуються, необхідно виконувати за допомогою спеціального інструменту (конусних оправок, складальних пробок тощо). Перевіряти збіг отворів у деталях, що монтуються, пальцями рук не допускається. Забороняється перебування людей під обладнанням, що встановлюється, монтажними вузлами обладнання і трубопроводів до їх

остаточного закріплення. Монтаж обладнання, трубопроводів і повітропроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтується) виконується при знятій напрузі.

Відповідно ДБН А.3.2-2-2009 п.19.3 під час монтажу обладнання повинні бути вжиті заходи із запобігання самовільному чи випадковому його вмиканню. Під час монтажу обладнання з використанням домкратів необхідно вжиття заходів, що запобігають перекосу чи перекиданню домкратів.

Роботи по монтажу системи опалення відповідно до проекту проводяться використанням електричного інструменту - електродріль BoschPSB 750, різьбонарізний пристрій Rems Amigo. Перед роботою необхідно провести ретельний огляд інструмента на предмет наявності несправностей. Використовувати інструмент в тому режимі, для якого інструмент призначений. В процесі експлуатації забороняється триматися за електричний шнур, знімати стругають з обертових деталей, передавати інструмент не атестованим особам. Використання електродрілі на драбині або стільці допускається на висоті не більше 2,5 м.

Монтаж обладнання, трубопроводів і повітропроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтується) виконується при знятій напрузі.

Електрозварювальні установки, що працюють при постійному і змінному струмі мають бути забезпечені пристроями автоматичного відключення. Захист робочих полягає в забезпеченні засобами індивідуального захисту: спецвзуттям, спецодягом, засобами захисту органів дихання, голови, очей.

В цілях безпеки при монтажних робіт, котрі супроводжуються відлітання осколків, стружки, іскри, пилу важливо користуватися запобіжними засобами. Гострі кромки і краї повинні зачищатися. Обрізки металу необхідно складати в ящики. Прибирати з робочого місця дрібні металеві відходи дозволяється тільки щіткою. Ширина смуги металу, очищеної від фарби, повинна бути не менше 200 мм (по 100 мм на сторону).

4.1.2 Електробезпека

Приміщення в яких виконуються монтажні роботи по умовам небезпеки електротравматизму відносяться до категорії приміщень з підвищеною небезпекою так, як роботи виконуються в теплий період року є ймовірність підвищення температури повітря до 28°C і є можливість одночасного контакту працюючих з корпусом електрообладнання та з металоконструкціями, що мають контакт із землею.

Тип електричної мережі, від якої живиться обладнання будівлі підприємства (припливна вентиляційна установка, електродвигуни вентиляторів, світильники робочого та зовнішнього освітлення), – трифазна, чотирипровідна електрична мережа напругою $380 \times 220 \text{ В}$ (фазна напруга -220 В , а між фазна лінійна – 380 В) з глухозаземленою нейтраллю.

Живлення будівлі здійснюється від двох незалежних джерел. Застосований тип кабелів АВВГ. Кабелі прокладаються на кабельних конструкціях і в електрозварних трубах. Кабельні конструкції являють собою оцинковані, перфоровані сталеві листи, зігнуті за формою швелера, що підвішуються до стіни на кронштейнах.

Технічні рішення щодо запобігання електротравматизму від контакту з нормально струмоведучими елементами обладнання:

1. Ізоляція нормально струмоведучих частин: застосований тип кабелів АВВГ, кабелі прокладаються на кабельних конструкціях і в електрозварних трубах.

2. Забезпечення недоступності неізольованих струмоведучих частин: розташування їх на недоступній висоті та в металевих шафах, прокладання живлення в захисних пластмасових коробах, застосування огорожень.

3. Передбачене використання засобів орієнтації в електроустаткуванні: написи, таблички, попереджувальні знаки, сигналізація, різнобарвна ізоляція провідників окремих елементів електросхем, що попереджає помилкові дії при обслуговуванні й експлуатації електроустаткування.

4. Застосування знижених напруг:

- напруга 42 В – для живлення переносного освітлення;

Оскільки вся мережа трифазна, чотирипровідна з глухозаземленою нейтраллю, то для усунення небезпеки ураження людини струмом у випадку її дотикання до неструмоведучих металевих частин електроустановок, які знаходяться під напругою, проектом передбачене використання занулення металевих корпусів електроустаткування, каркасів, щитів та шаф. В якості занулених проводів використовуються резервні жили кабелів та вільні жили проводів. При зануленні пробій на корпус призводить до короткого замикання фази (контур «нульовий провідник – фаза – фазний провідник – корпус споживача – нульовий провідник»). Спрацьовує захист від короткого замикання (автомат зі струмовим захистом), і ушкоджений провідник відключається від мережі.

При цьому дотримуються вимоги нормативів щодо занулення, а саме: забезпечуються необхідна кратність струму короткого замикання, а також цілісність нульового провідника і достатня його провідність – за рахунок вибору достатнього перерізу провідника та використання повторних заземлювачів нульового провідника.

Захисному зануленні підлягають металеві частини електроустановок доступні для дотику людиною і не маючи інших видів захисту забезпечуючих електробезпеку.

Занулення слід виконувати електричним з'єднанням металевих частин електроустановок з заземленою точкою джерела живлення електроенергією за допомогою захисного провідника (ГОСТ 12.1.030- 81).

Періодична перевірка контуру заземлення, опір контура заземлення не повинно перевищувати 4 Ом.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Монтажні роботи відповідно до календарного плану виконуються у теплий період року. Відповідно до санітарних норм [29] допустимі норми відносної вологості, температури, швидкості руху повітря в робочій зоні при виконанні

монтажних робіт зводяться в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий Холодний	Середньої важкості, Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
		17-23	до 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні оптимальних параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.
2. Якщо температура поверхонь вище або нижче оптимальної температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них.
3. Для забезпечення нормованих значень руху кисню проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Під час виконання монтажних робіт виділяється нетоксичний пил. За величиною ГДК_{рз} (гранично допустима концентрація в робочій зоні) в повітрі робочої зони при виконанні монтажних робіт може утворюватись нетоксичний пил, який відноситься до 4 класу небезпеки (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони в кабіні проектувальника установки

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

Для забезпечення параметрів мікроклімату та складу повітря робочої зони передбачено періодичне провітрювання приміщень та використання засобів індивідуального захисту.

4.2.3 Виробниче освітлення

Рациональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Для умов, що розглядаються в проекті: об'єкт розрізнення становить від 0,5 до 1,0 мм (поділки на шкалі манометра тощо),

тому розряд зорової роботи IV. Контраст об'єкта з фоном середній, характеристика фону – середній (бетонна підлога, оштукатурені стіни) підрозряд “г”. Нормовані значення освітленості приймаються за ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» і наведено в табл. 4.4.

Природне освітлення одностороннє і здійснюється через вікна, які орієнтовані на схід. Виробниче освітлення - джерела світла прийняті світлодіодні лампи ЛПО-02. Ступінь захисту світильників приймається з урахуванням середовища приміщення. Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5метра.

Таблиця 4.4- Нормовані значення освітленості

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта бачення, мм	Розряд зорової роботи	Під розряд зорової роботи	Штучне освітлення			Природне освітлення	Сумісне освітлення
				Освітленість, лк				
				комбіноване		Загальне		
				всього	у т.ч. від заг.			
Середньої точності	0,5-1	IV	г	500	200	200	4	2,4

Для забезпечення параметрів освітлення робочої зони передбачені такі рішення:

- штучне освітлення має здійснюватися системою загального рівномірного освітлення, а в разі необхідності і комбінованого (сумарного загального і місцевого) освітлення;
- віконні прорізи обладнують регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки);
- система загального освітлення має становити суцільні або переривчасті лінії світильників, розташовані з боку робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих.
- при експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

4.2.4 Виробничий шум

Рівень звуку вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

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

де L - рівень шуму, дБ;

P - звуковий тиск, Па;

U₀ –коливальна швидкість, 5·10⁻⁸ м/с;

P₀ - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньо геометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним 2·10⁻⁵ Па. Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц.

Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки».

Таблиця 4.5 – Рівень звукового тиску

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

Джерелами шуму в умовах, що розглядаються в проєкті є електродріль «BoschPSB 750Ю, перфоратори, зварювальний апарат. Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.
- організувати перерви в роботі (15 хвилин), після кожної години роботи з з пристроями що є джерелом шуму Заходи та засоби захисту

від шуму

- раціональне розташування виробничих ділянок, устаткування та робочих місць,
- використовувати засоби захисту (навушники, що забезпечують зниження рівнів звукового тиску).

4.2.5 Виробничі вібрації

Джерелами вібрації є циркуляційні насоси, вентиляційні установки. Від працюючого устаткування, системи вентиляції на працюючих може діяти негативний виробничий фактор – вібрація.

Систематичний вплив вібрації призводить до різноманітних порушень здоров'я і може стати причиною погіршення здоров'я. Вона впливає на нервову систему, серце, вестибулярний апарат, може порушити обмін речовин, сон людини і т.д. Загальна вібрація на виробничій ділянці по джерелу виникнення відноситься до категорії третього типу «а» - технологічна, критерій оцінки – межа зниження продуктивності праці. Ця вібрація діє на операторів стаціонарних машин і обладнання або передається на робочі місця, де немає джерела вібрації.

Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях наведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях

Вид вібрації	Октавні полоси з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація	<u>1,3</u>	<u>0,45</u>	<u>0,22</u>	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>	-	-	-	-
	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	<u>2,8</u>	<u>1,4</u>	<u>1,4</u>	<u>1,4</u>	<u>1,4</u>	<u>1,4</u>	<u>1,4</u>	<u>1,4</u>
	-	-	115	109	109	109	109	109	109	109

* В чисельнику – середньоквадратичне значення вібрації, $\text{м/с} \cdot 10^{-2}$, в знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Для зменшення дії віброакустичних коливань на працюючих, вживають такі методи та заходи:

- технічні - зниження вібрації в джерелі її виникнення, зниження діючої вібрації на шляху розповсюдження від джерела виникнення

- (вібропоглинання, віброгасіння, віброізоляція);
- організаційно-технічні (своєчасний ремонт та обслуговування обладнання затехнологічним регламентом, контроль допустимих рівнів вібрації).

4.2.6 Психофізіологічні фактори

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

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Вільна зручна поза, можливість зміни пози (сидячи, стоячи) за бажанням працівника. Знаходження в позі стоячи до 40% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 250.

Нахили корпусу (вимушені, більше 30), кількість за зміну: до 50.
Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 4

Інтелектуальні навантаження:

Відсутня необхідність прийняття рішення.

Зміст роботи: Сприймання сигналів, але без потреби в корекції дій, Обробка та виконання завдання, Робота за індивідуальним планом

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) до 25.

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи до 75.

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження до 5.

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) до 2.

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 100% до 90%. Навантаження на голосовий апарат (сумарна

кількість годин, що наговорюються протягом тижня) до 16.

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за виконання окремих елементів завдання. Вимагає додаткових зусиль в роботі з боку працівника.

Ступінь ризику для власного життя – Виключений.

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб - Виключений.

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово більше 10.

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (с.) більше 100.

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) менше 75.

Режим праці:

Фактична тривалість робочого дня (год.) 6–7.

Змінність роботи Однозмінна робота (без нічної зміни)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви регламентовані, достатньої тривалості 7% і більше часу зміни.

4.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Розрахунок наслідків вибуху газоповітряної суміші в разі виникнення умовної аварії.

Розрахунок надлишкового тиску вибуху для горючих газів (ГГ), парів легкозаймистих та горючих рідин (ЛЗР і ГР) виконується в такій послідовності[40]. Густина газу або пари при розрахунковій температурі t_p , $\text{кг}\cdot\text{м}^3$, визначається :

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

де M – молярна маса речовини ($M(C_xO_yH_z) = x \cdot M_C + y \cdot M_O + z \cdot M_H$), $\text{кг}\cdot\text{кмоль}^{-1}$;

$$M(CH_4) = 1 \cdot 12 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ кг}\cdot\text{кмоль}^{-1},$$

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

t_p – розрахункова температура, 27°C (максимально можлива температура

повітряв даному приміщенні);

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

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

де $\beta = n_c + \frac{n_n - n_x}{4} - \frac{n_o}{2}$ – стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції згоряння(при розрахунку β атоми азоту не враховуються);

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

n_c, n_n, n_o, n_x – число атомів С, Н, О та галогенів у молекулі ГГ або парів ГР;

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

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

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

$$m = (V_a + V_T) \cdot \rho_{Г},$$

де V_a – об'єм газу, що вийшов з апарата, м³;

V_T – об'єм газу, що вийшов з трубопроводів, м³;

$\rho_{Г,n}$ – густина газу при розрахунковій температурі t_p , кг·м⁻³.

При цьому:

$$V_a = \frac{P_1}{P_0} \cdot V = 0,01 \cdot P_1 \cdot V = 0,01 \cdot 2,5 \cdot 1,2 = 0,03 \text{ м}^3,$$

де P_1 – тиск в апараті, 2,5 кПа;

V – об'єм апарата, 1,2 м³;

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

$$V_T = V_{1Г} + V_{2Г}$$

де $V_{1Г}$ – об'єм газу, що вийшов з трубопроводу до його перекривання, м³;

$V_{2Г}$ – об'єм газу, що вийшов з трубопроводу після його перекривання, м³.

$$V_{1Г} = q \cdot \tau = 0,007 \cdot 120 = 0,84 \text{ м}^3,$$

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

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

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

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

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

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

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

$$V_T = 0,84 + 0,14 = 0,98 \text{ м}^3, \quad m = (3 + 0,98) \cdot 0,66 = 2,63$$

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

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

де P_{max} – максимальний тиск вибуху стехіометричної газопо-вітряної або пароповітряної суміші у замкнутому об'ємі (прийм. 900 кПа);

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

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

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

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

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

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

- для горючих газів (ГГ):

$$R_{нкмт} = 14,5632 \cdot \left(\frac{m_G}{\rho_G \cdot C_{нкмт}} \right)^{0,333} = 14,5632 \cdot \left(\frac{2,63}{0,66 \cdot 14} \right)^{0,333} = 9,6 \text{ м},$$

де

m_G – маса ГГ, що надійшли до відкритого простору під час аварійної ситуації, кг;

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

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

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

4.6 Висновки до розділу 4

В розділі проведено аналіз умов праці при виконанні монтажних робіт. В результаті виявленні основні небезпечні та шкідливі фактори праці та їх вплив на організм працюючих. Визначені заходи з охорони праці та технічні рішення щодо безпечного виконання робіт.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Кошторисна документація до магістерської кваліфікаційної роботи складена у відповідності до 58 ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 - «Правила визначення вартості будівництва». Локальні кошториси складаються в поточному рівні цін на трудові і матеріально-технічні ресурси. В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прямі та загальновиробничі витрати.

Прямі витрати враховують заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів, виробів і конструкцій. Загальновиробничі витрати будівельно-монтажної організації входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Для розрахунку загальновиробничі витрати групуються в три блоки:

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

Склад, об'єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у третьому розділі роботи. Основою для розробки кошторису є креслення та технічні розрахунки (розділ 2,3). Локальний кошторис складений за допомогою програмного комплексу АВК 5 v3.0.0.

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

Прямі витрати враховують заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій. Загально-виробничі витрати будівельно-монтажної організації входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт.

Локальний кошторис складений на монтаж системи опалення, гарячого водопостачання житлової будівлі котеджного типу. Склад, об'єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у частині 3 даного проекту. Основою для розробки кошторису є креслення та специфікації (див. розділ 2).

Техніко-економічні показники проекту визначаються сумарними характеристиками, віднесеними до об'єму теплоносія, що транспортується.

Значення основних техніко-економічних показників наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Техніко-економічні показники

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Значення
1	Потужність системи опалення	кВт	21,49
2	Тривалість будівництва систем	дні	30
3	Середня чисельність робітників $R_{сер}$	чол	7
4	Максимальна кількість робітників	чол	10
5	Кошторисна вартість будівництва теплопостачання	тис.грн	1156091,99
6	Загальна кошторисна вартість будівництва	тис.грн	1500521,93
7	Кошторисна трудомісткість	тис.люд/год.	3,264
8	Середній розряд	розряд	3,8

5.1 Висновки до розділу

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи приведено техніко-економічні показники систем, що проектуються, визначено прямі витрати, вартість експлуатації машин та механізмів, вартість матеріалів.

Складено локальні кошториси на проведення таких робіт:

- влаштування системи опалення і гарячого водопостачання будівлі;

Загальна кошторисна вартість з врахуванням кошторисного прибутку, коштів на покриття адміністративних витрат будівельних організацій, коштів на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами проведення робіт складає 1500521,93грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Магістерська кваліфікаційна робота носить дослідно-конструкторський характер. Робота має 5 основних розділів.

1. В розділі АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ТА ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ В СИСТЕМАХ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ був проведений огляд різних типів сонячних колекторів, їх ефективності. Порівняльна характеристика наведена на плакаті 3, плюси і мінуси того чи іншого сонячного колектора стосовно їхніх експлуатаційних параметрів. А також розглянуті можливості використання різних колекторів у різних сферах плакат 4. На плакаті 5 наведено порівняльну характеристику вартості енергії від залежності конструктивних характеристик.

Для забезпечення надійності, якості та ефективної роботи системи опалення було обрано сталеві панельні радіатори незважаючи на вищу ціну в порівнянні з алюмінієвими.

Також було виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованої системи опалення, здійснено співставлення характеристик різних типів опалювальних приладів, а також порівняно різні системи опалення. Розрахунок показав економічну доцільність опалення будівлі на твердому паливі: приведені витрати системи опалення складають – 64701 грн. Експлуатаційні витрати на опалення за опалювальний період при використанні запропонованого проекту складають – 45909 грн, в порівнянні, експлуатаційні витрати газової системи опалення за опалювальний період складають – 83292,1 грн. Термін окупності системи – 2 роки.

2. В розділі ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДБОРУ ТА РОЗРАХУНКУ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО БУДИНКУ дана характеристика кліматичних умов району будівництва об'єкту, згідно вихідних даних про об'єкт (місцезнаходження та огорожуючі конструкції) виконано: розрахунок тепловтрат огорожуючих конструкцій, які склали 21,49 кВт, змодельований гідравлічний розрахунок системи опалення. В

результаті було розроблено системи опалення першого і мансардного поверхів які наведено на плакаті 7,8 і 12. Сумарні гідравлічні втрати тиску 11,6 кПа і витрату рідини – 1,03 м³/год, підібрано необхідні діаметри трубопроводів (20, 25, 32, 40 та 50 мм), був проведений розрахунок вакуумного сонячного колектора для побутових потреб даного об'єкту. Були вибрані комплектуючі для провадження даної системи згідно проведених розрахунків, підібрані елементи гарячого водопостачання на плакатах 6,9,10,11.

Також був проведений розрахунок вакуумного сонячного колектора для побутових потреб даного об'єкту. Були вибрані комплектуючі для провадження даної системи згідно проведених розрахунків. За результатом виконаних розрахунків розроблено: план системи опалення першого та мансардного поверхів, аксонометричну схему системи опалення, схему обв'язки твердопаливного та газового котлів і сонячного колектора.

3. В розділі ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ розроблено проектні пропозиції щодо організації та технології монтажу системи опалення а також системи гарячого водопостачання індивідуального будинку, монтажні вузли наведені на плакаті 13. Складено відомість потреби у матеріалах, обладнанні і інструментах для монтажу. Визначені витрати електроенергії на роботу механізмів, що використовуються для монтажу системи. Обґрунтовано методи виконання монтажних робіт, порядок виконання робіт, склад ланок та розряд робітників,. За результатом виконаних розрахунків розроблено календарний план виконання монтажних робіт на який наведено на плакаті 15 та графіки руху робітників і машин та механізмів, визначено основні ТЕП календарних планів. Загальна трудомісткість виконання робіт по монтажу системи опалення склала *208 люд/дні* і тривалість виконання монтажних робіт систем опалення, яка склала 30 днів. За результатом виконаних розрахунків розроблено календарний план виконання монтажних робіт і монтажні креслення.

4. В розділі ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ визначені заходи з охорони праці. Представлені технічні рішення щодо безпечної

експлуатації об'єкта. Визначені технічні рішення щодо безпечного виконання робіт.

5. В розділі **ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКИ** складено локальний кошторис на влаштування системи опалення, де розраховані прямі будівельні витрати, прямі витрати монтажних робіт і витрати на заробітну плату робітникам. Локальний кошторис складено з використанням програмного комплексу - АВК-5 версія 3.0.5. форма №4.

Загальна кошторисна вартість з врахуванням кошторисного прибутку, коштів на покриття адміністративних витрат будівельних організацій, коштів на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами проведення робіт складає 1500521,93 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 – [Чинний від 2011-11-01].-К.: Міністерство регіонального розвитку і будівництва України, 2011 р. – 127 с.– (Державні стандарти України).
2. Українська енергетична стратегія до 2035 року. –[Електронний ресурс] – URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk>
3. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT).
4. ДСТУ 4034:2001.Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії. Колектори сонячні плоскі. Методи випробування.
5. ДСТУ ISO9806–2:2005.Колектори сонячні. Методи випробування. Частина2. Кваліфікаційні випробування.
6. ДСТУ–Н Б В.2.5-43:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення.-К.: Мінрегіонбуд України.2010.-32с.
7. Опалення, вентиляція та кондиціювання : ДБН В. 2.5-67:2013. - [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2014. – 113с.
8. Житлові будинки: ДБН В.2.2.-15-2005.- [Чинний від 2005-03-01]. – К.: Держбуд України, 2005. – 105с. – (Державні будівельні норми).
9. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006- [Чинний від 2007-04-01]. - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2007 р. – 72 с.– (Державні будівельні норми).
10. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5-2009 –[Чинний від 2012-01-01]. - К. : Міністерство регіонального розвитку і будівництва України, 2010 р. – 61 с.– (Державні будівельні норми).
11. Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт /

Р.І. Кінаш, С.С. Жуковський – Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999 р. – 448 с.

12. Лемешев М.С. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях: методичні вказівки до опрацювання розділу «Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях» у дипломних проектах та роботах для студентів будівельних спеціальностей/ М.С. Лемешев, О.В. Березюк – Вінниця: ВНТУ, 2012 р. – 64 с.

13. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.: ДБН В.1.1-7:2016. – [Чинний від з 2017-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2016.

14. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28-2006–[Чинний від 2006-10-01]. – К.: Мінбуд України, 2006 р. – 32 с.– (Державні будівельні норми).

15. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99 – [Чинний від 1999-12-01]. – К.: Міністерство охорони здоров'я України, 1999 р. – 12 с.– (Державні санітарні норми).

16. Розміщення продуктивних сил [Електронний ресурс]: Методи економічного обґрунтування розміщення виробництва.: Режим доступу до ресурсу: <http://ukrkniga.org.ua/ukrkniga-text/762/24/>

17. Каталог опалювальних приладів [Електронний ресурс]: радіатори алюмінієві «Esperado». - Режим доступу до ресурсу: <http://e-klimat.ua/product/esperado-intenso-r-500100/>

18. Каталог опалювальних приладів KORADO [Електронний ресурс]: характеристики опалювальних приладів. – Режим доступу до ресурсу.: <http://www.korado.ru/>

19. Каталог труб для системи опалення [Електронний ресурс]: характеристика поліпропіленових труб «Kan therm PN Stabi Al». - Режим доступу до ресурсу.: <http://www.remarm.com.ua/>

20. Сайт компанії Kan [Електронний ресурс]: фасонні частини .- Режим доступу до ресурсу: <http://ua.kan-therm.com/kan/upload/pp2.pdf>

21. Каталог баків-аккумуляторів для системи опалення [Електронний ресурс]: характеристика баку-аккумулятора. - Режим доступу до ресурсу: http://smetall.com.ua/index/truby_vodogazoprovodnye/0-417

22. Сайт компанії «Danfoss» [Електронний ресурс]:Каталог регулюючої арматури. - Режим доступу до ресурсу: <http://www.danfoss.com/>
23. Каталог кліматичного обладнання [Електронний ресурс]: насоси циркуляційні «Grundfos». - Режим доступу до ресурсу: http://www.evro-nasos.ru/ALPHA2_25-60_180
24. Сайт компанії Termojet [Електронний ресурс]: Контроллер для систем опалення, та котелень шламу Spirotrap.- Режим доступу до ресурсу: <http://termojet.com.ua/termojet-mini>
25. Каталог регулюючої арматури [Електронний ресурс]: фільтр сітчастий «Watts».- Режим доступу до ресурсу: <http://www.watts-industries.ru/catalog/>
26. Сайт компанії СВ Альтера [Електронний ресурс]: ультразвуковий витратомір DWYER UFM.- Режим доступу до ресурсу: <http://www.svaltera.lviv.ua/index.php/home/novini/94-ultrazvukovi-vitratomir-dwyer-ufm/>
27. Сайт компанії Iveco[Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://www.gruz-inform.interdalnoboy.com/iveco/>
28. Ратушняк Г. С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навч. посібник / Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула, К. В. Анохіна. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 170 с.
29. Каталог будівельних машин і інструментів [Електронний ресурс]: характеристика пристрою для зварювання «Калибр СВА-1600Т». Режим доступу до ресурсу: <http://www.vseinstrumenti.ru/>
30. Сайт компанії Rems [Електронний ресурс]: характеристика гідравлічного пресу REMS. - Режим доступу до ресурсу: <http://www.rems.ru>
31. Каталог будівельних машин і інструментів [Електронний ресурс]: характеристика ручного дреля «BoschPSB 750». - Режим доступу до ресурсу: <http://www.bosch.ua/>
32. Сайт компанії Rems [Електронний ресурс]: характеристика різьбонарізногоприладу «REMS Amigo». - Режим доступу до ресурсу: <http://www.rems.ru>

33. Сайт компанії Viessmann [Електронний ресурс]: Сонячні системи:

<http://www.viessmann.ua/>

Додаток А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Затверджено :

Завідувач кафедри_ІСБ__

проф., к.т.н. Ратушняк Г.С.

« » _____ 2022 року

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи:
**« ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ІНДИВІДУАЛЬНОГО
ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ В МІСТІ БУЧА »**

Розробив
ст.гр.ТГ-21м _____ Гігієнішвілі К.В.

Керівник
к.т.н., доцент _____ Слободян Н.М.

ДОДАТОК А
Технічне завдання

**ТЕМА: ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ
ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ В МІСТІ БУЧА**

1. Призначення розробки та місце застосування.

Розробити проектне рішення системи опалення та вентиляції які призначені для створення комфортних мікрокліматичних умов у опалювальних приміщеннях будівлі, які максимально забезпечують нормовані параметри мікроклімату у всіх приміщеннях та відповідають критеріям енергоефективності.

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 розробки є створення у приміщеннях житлового будинку сприятливих умов для людей, які перебувають в ньому. Призначення розробки: є розробка проектного рішення, яке забезпечить автоматичне регулювання системи опалення, можливість застосовувати пульт управління, а також дозволить зменшити витрати теплової енергії на опалення будинку.

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

4. Технічні вимоги. Технічні вимоги до системи опалення та вентиляції викладені в наступній нормативній літературі:

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- ДБН В.2.6 – 31:2016 «Теплова ізоляція будівель» ;
- ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди»
- ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT).

5. Вимоги до стандартизації.

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

Санітарно – гігієнічні – забезпечення та підтримка в приміщенні потрібних температур та якості атмосферного повітря.

Економічні – забезпечення мінімуму приведених затрат.

Будівельні - ув'язка з будівельними конструкціями.

Монтажні – забезпечення монтажу систем вентиляції та кондиціонування індустріальними методами.

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

Естетичні – гармонійне співвідношення із внутрішнім архітектурним дизайном приміщення.

6. Вимоги з надійності систем опалення та вентиляції.

7. Обов'язковими є показники:

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

7. 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.

8. 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.

9. Порядок розробки випробування, приймання систем опалення та вентиляції.

Стадії розробки встановлюють згідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» та СР 234-2016 «Санітарний регламент для дошкільних навчальних закладів» і ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди».

Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника .
Порядок приймання розробки здійснюється у відповідності до Держстандарту. Оцінка виконаної розробки виконує приймальна комісія, яку формує розробник.

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

Головою комісії призначається представник замовника.

10. Етапи при виконання МКР.

Етапи виконання робіт наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Етапи виконання робіт МКР.

№ з/п	Назва етапів МКР
1	Аналітичний огляд сонячних колекторів та їх ефективність в системах гарячого водопостачання.
2	Теоретичне обґрунтування підбору та розрахунку комбінованих систем теплопостачання індивідуального будинку.
3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень.
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.
5	Економічне обґрунтування.

105	18												0,00
		вт 3 шт	Вт	3,00	1,70	5,10	1,70	38	1	10	10	5	0,00
106	Санвузол 25	зс	Пд	2,47	3,00	7,41	0,28	47	1	0	10	0	0,00
		вт	Пд	0,90	1,70	1,53	1,70	47	1	0	10	0	0,00
109	Кімната 20	зс	ПдСх	4,55	3,00	13,65	0,28	42	1	0	10	5	0,00
		зс	Пн Сх	4,43	3,00	13,29	0,28	42	1	10	10	5	10,00
		вт	ПдСх	2,10	3,00	6,30	1,70	42	1	0	10	5	0,00
		дв	ПнСх	2,70	2,70	7,29	1,70	42	1	10	10	5	0,00
110	Зимовий сад 16	зс	Пн	9,20	3,00	27,60	0,28	38	1	10	10	5	0,00
		вт	Пн	4,60	2,00	9,20	1,70	38	1	10	10	5	0,00
111	Зала 1 16	зс	ПнЗх	4,55	3,00	13,65	0,28	38	1	10	10	5	0,00
		вт	ПнЗх	2,50	1,70	4,25	1,70	38	1	10	10	5	0,00
112	Зала 2 16	зс	ПнСх	6,29	3,00	18,87	0,28	38	1	10	10	5	0,00
		дв	ПнСх	3,80	2,70	10,26	1,70	38	1	10	10	5	0,00
	Сходова клітка	зс	ПнЗх	5,45	6,00	32,70	0,28	36	1	10	10	0	0,00
		вт	ПнЗх	1,38	4,13	5,69	1,70	36	1	10	10	0	0,00

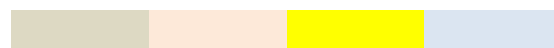
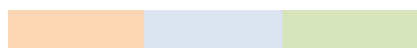
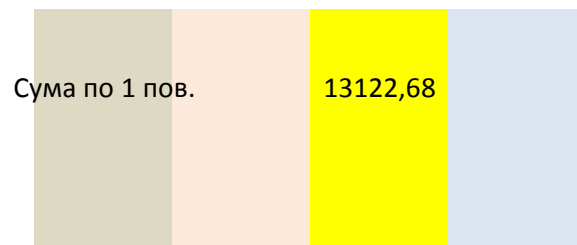
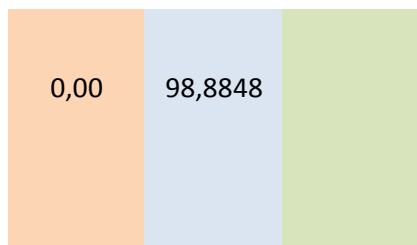
	14	стельове перекрит тя	5,45	3,60	19,62	0,14	36	1	0	0	0	0,00

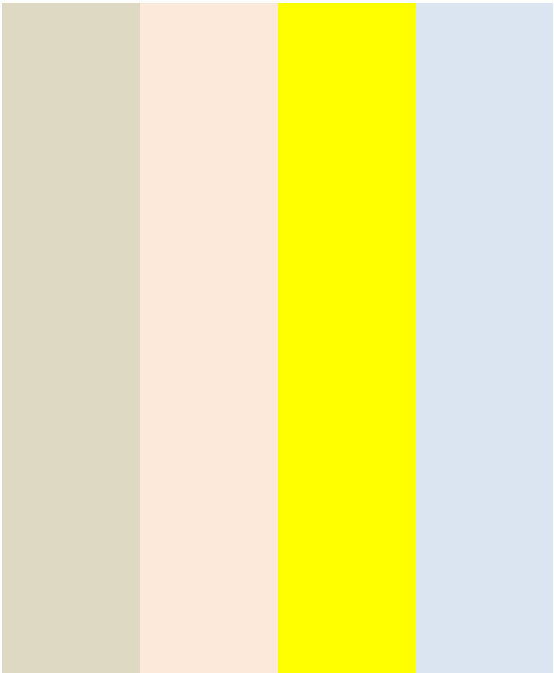
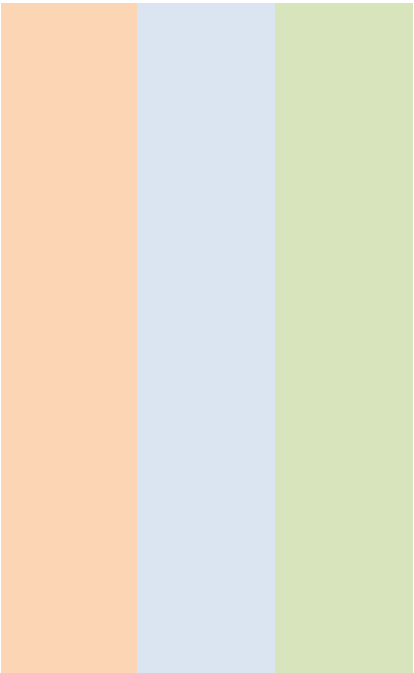


сума додат. Витрат	Тепловтрати констр.	Тепловтрати приміщень	S приміщень	h приміщень	Тепловтрати на вентиляцію	Загальні тепловтрати	
20,00	134,064	595,153	8,42	3	323,4796	918,6325	
20,00	84,34176						
20,00	376,7472						
10,00	40,02768	124,3694	3,41	3	131,0054	255,3748	
20,00	84,34176						
10,00	88,704	343,152	6,73	3	272,1612	615,3132	
15,00	46,368						
20,00	208,08						
15,00	144,842	353,0822	10,32	3	438,2078	791,2901	
25,00	173,754						
15,00	34,4862						
25,00	37,485						
25,00	412,965	824,79	16,13	3	619,6823	1444,472	
0,00	0						

0,00	0					
25,00	411,825					
10,00	107,2672	241,7389	4,13	3	196,2452	437,9841
10,00	134,4717					
15,00	184,6026	1563,52	16,08	3	682,789	2246,309
35,00	210,992					
15,00	517,293					
25,00	650,6325					

25,00	367,08	1109,98	9,59	3	368,4286	1478,409	
25,00	742,9						
25,00	181,545	524,7325	17,53	3	673,4675	1198,2	
25,00	343,1875						
25,00	250,971	1079,466	31,64	3	1215,546	2295,012	
25,00	828,495						
20,00	395,5392	912,4812	7,27	6	529,1978	1441,679	
20,00	418,0572						





$\Delta P, \text{Па}$	Число Рейнольдса	λ
1835,376	6000	0,038708
1816,336	6000	0,038708
1160,78	8000	0,036781
1134,422	8000	0,036781
1637,323	10000	0,035461
1625,693	10000	0,035461
2032,996	6000	0,038708
1995,335	6000	0,038708
162,7058	12000	0,03255
173,3815	12000	0,03255
674,4007	15000	0,030783
669,0159	15000	0,030783
839,622	4000	0,041874
876,9147	4000	0,041874
2703,115	8000	0,036781
2662,46	8000	0,036781
1797,051	12000	0,033881
1851,367	12000	0,033881
100,7117	2000	0,048567
104,4605	2000	0,048567
1086,892	6000	0,038708
1129,923	6000	0,038708
1538,316	8000	0,036781
1550,83	8000	0,036781
1597,742	8000	0,036781
1638,851	8000	0,036781
1150,584	9600	0,035142
1192,236	9600	0,035142
698,1869	9600	0,035142
682,7528	9600	0,035142
375,1911	20000	0,029251
375,1911	20000	0,029251
480,4336	25600	0,0275
467,0714	25600	0,0275

Втари тиску в сист
11669,01

Вид трубо	Номер діл	L, м	d, мм	QВт	G, кг/год	ω , м/с	R, Па/м	ξ
Мансардний поверх								
П	17	2,7	10	1314	56,502	0,3	169,2744	4
З	17а	2,2	10	1314	56,502	0,3	169,2744	5,5
П	18	6	10	821	35,303	0,2	81,38688	4
З	18а	5,55	10	821	35,303	0,2	81,38688	5,5
П	21	5,1	10	821	35,303	0,2	81,38688	3
З	21а	4,75	10	821	35,303	0,2	81,38688	4,5
П	20	5,9	10	1642	70,606	0,3	169,2744	4
З	20а	5,35	10	1642	70,606	0,3	169,2744	5,5
П	19	7,23	12	2299	98,857	0,3	134,7767	5,5
З	19а	6,75	12	2299	98,857	0,3	134,7767	7
П	27	3,66	12	3120	134,16	0,4	227,6725	3,5
З	27а	3,76	12	3120	134,16	0,4	227,6725	3,5
П	22	10,4	10	657	28,251	0,2	81,38688	5,5
З	22а	9,9	10	657	28,251	0,2	81,38688	7
П	23	2,5	10	1130	48,59	0,2	81,38688	3,5
З	23а	2	10	1130	48,59	0,2	81,38688	0,5
П	26	9,6	10	1149	49,407	0,2	81,38688	3
З	26а	9,7	10	1149	49,407	0,2	81,38688	4,5
П	25	7,55	10	2298	98,814	0,4	285,948	7
З	25а	7	10	2298	98,814	0,4	285,948	8,5
П	24	4	12	4527	194,661	0,5	342,9722	3,5
З	24а	3,45	12	4527	194,661	0,5	342,9722	5,5
П	22	11,5	10	657	28,251	0,2	81,38688	4,5
З	22а	11	10	657	28,251	0,2	81,38688	6
П	23	1,53	10	1130	48,59	0,2	81,38688	6
З	23а	1	10	1130	48,59	0,2	81,38688	7

сума Ст1	сума Ст3	Сум L пов	Втрати тиску
4434	5657	152,28	7931,565
d12/m	d10/m		
25,09	121,23		

$\Delta P, \text{ Па}$	Число Рейнольдса	λ
631,9648	6000	0,038708
612,9241	6000	0,038708
566,0653	4000	0,041874
558,5952	4000	0,041874
473,3811	4000	0,041874
474,0497	4000	0,041874
1173,643	6000	0,038708
1146,138	6000	0,038708
1214,956	7200	0,036983
1215,859	7200	0,036983
1105,385	9600	0,035142
1128,152	9600	0,035142
953,3216	4000	0,041874
941,7821	4000	0,041874
271,4932	4000	0,041874
172,4918	4000	0,041874
839,622	4000	0,041874
876,9147	4000	0,041874
2703,115	8000	0,036781
2662,46	8000	0,036781
1797,051	12000	0,033881
1851,367	12000	0,033881
1023,411	4000	0,041874
1011,872	4000	0,041874
241,1379	4000	0,041874
217,4389	4000	0,041874

Вид трубо	Номер діл	L, м	d, мм	QВт	G, кг/год	ω , м/с	R, Па/м	ξ
Стояк №1								
П	29	3	15	4434	190,662	0,4	172,2555	0,5
З	29а	3	15	4434	190,662	0,4	172,2555	0,5

Стояк №2								
П	31	3	15	5657	243,251	0,4	172,2555	0,5
З	31а	3	15	5657	243,251	0,4	172,2555	0,5

Сума Втрат тиску Р
1111,277

Сума G м3
0,433913

Сума Rl
1033,533

$\Delta P, \text{Па}$	Число Рейнольдса	λ
555,6384	12000	0,033235
555,6384	12000	0,033235

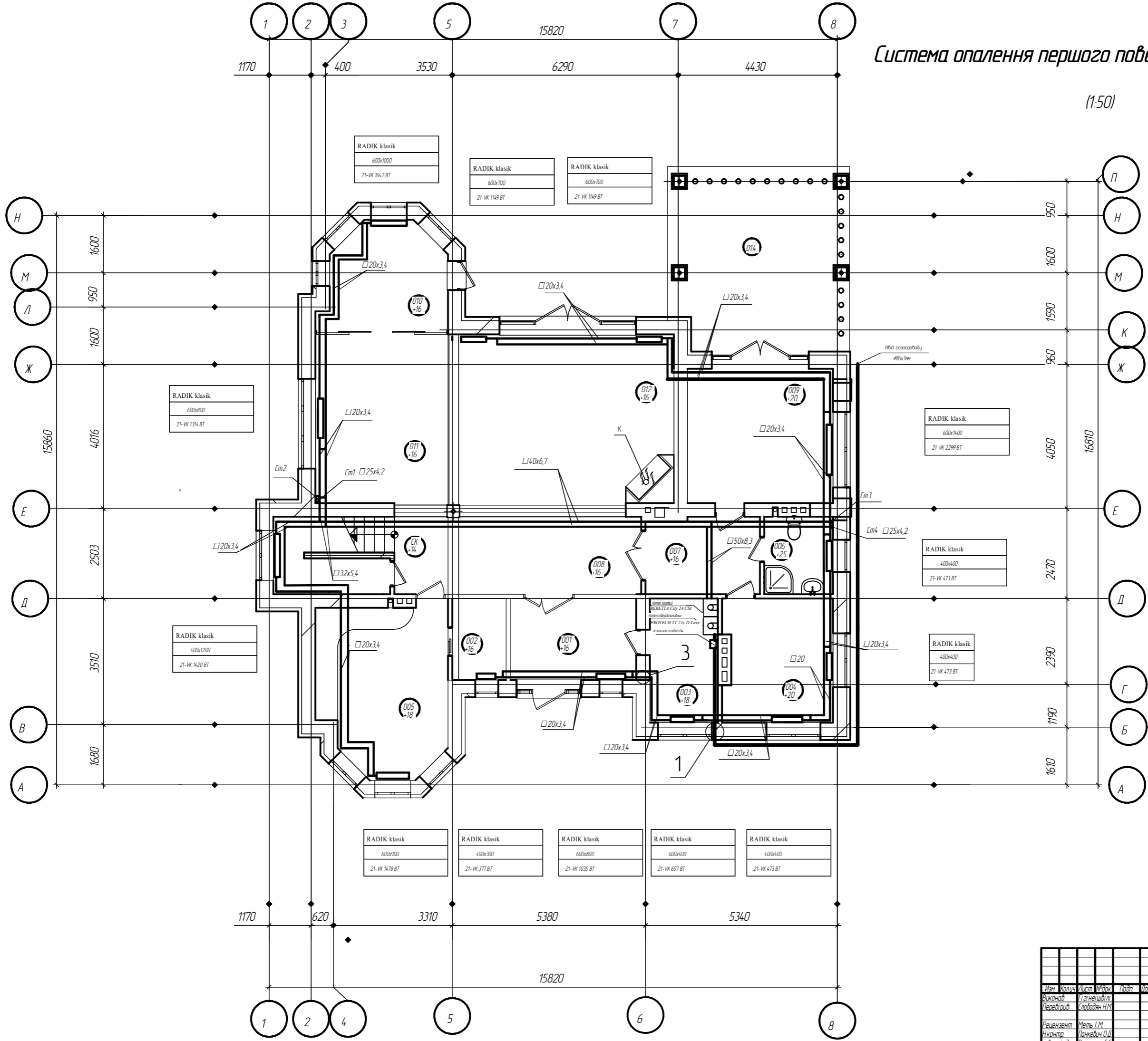
555,6384	12000	0,033235
555,6384	12000	0,033235

Експлікація приміщень

№п/п	Пове..	Найменування	Фактич...	Нормативна
001	перший	тамбур	8,42	8,42
002	перший	кладова	3,41	3,41
003	перший	топочна	6,73	6,73
004	перший	кабінет	10,32	10,32
005	перший	кухня	16,13	16,13
006	перший	Суміщений санвузол	4,13	4,13
007	перший	коридор	6,73	6,73
008	перший	хол	15,57	15,57
009	перший	кімната	16,08	16,08
010	перший	зимовий сад	9,59	9,59
011	перший	зала №1	17,53	17,53
012	перший	зала №2	31,64	31,98
014	перший	тераса	26,04	7,81
201	мансар..	кабінет	14,24	14,24
202	мансар..	балкон №1	4,55	1,20
203	мансар..	балкон №2	6,03	1,43
204	мансар..	кладова	15,95	11,75
205	мансар..	пральна кімната	8,49	7,36
206	мансар..	ванна	16,46	12,77
207	мансар..	кімната	20,97	19,88
208	мансар..	спальня	29,00	29,00
209	мансар..	гардеробна	13,65	12,57
210	мансар..	коридор	14,91	14,91
				279,54 м2

Система опалення першого поверху

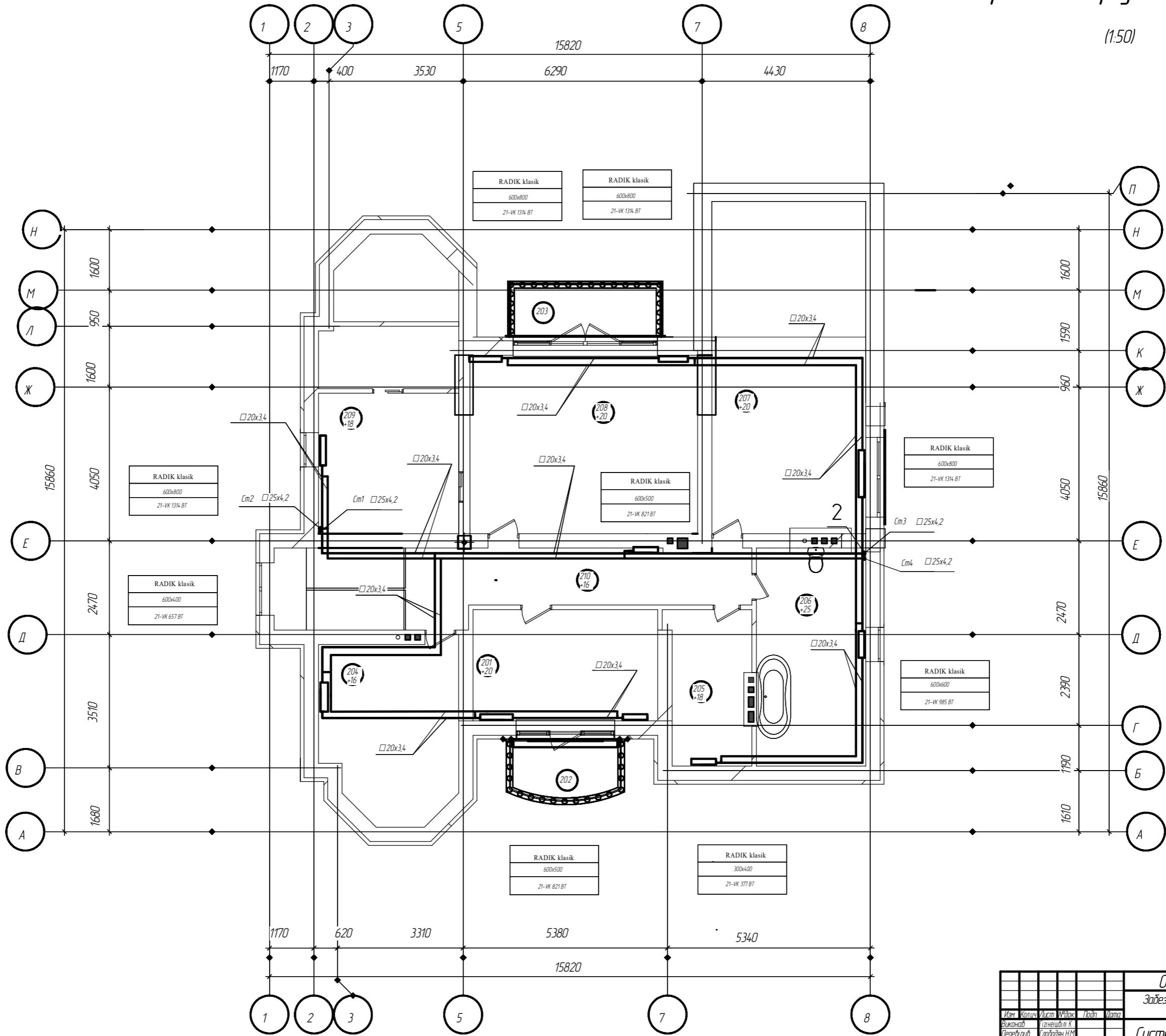
(1:50)



08-12.МКР.002.00.000.00					
Забезпечення мікроклімату і індивідуального житлового будинку в місті Буча					
Ім'я	Кваліфікація	Лист	Вірток	Лист	Лист
Виконав	Лазаренко				
Перевірив	Слободян Н.М.				
Рецензент	Мель І.М.				
Начальник	Панкевич О.Д.				
Інженер	Валішник Г.С.				
Система опалення				Лист	1
Система опалення першого поверху				ВНТУ, зр.ТГ-21м	

Система опалення мансардного поверху

(1:50)

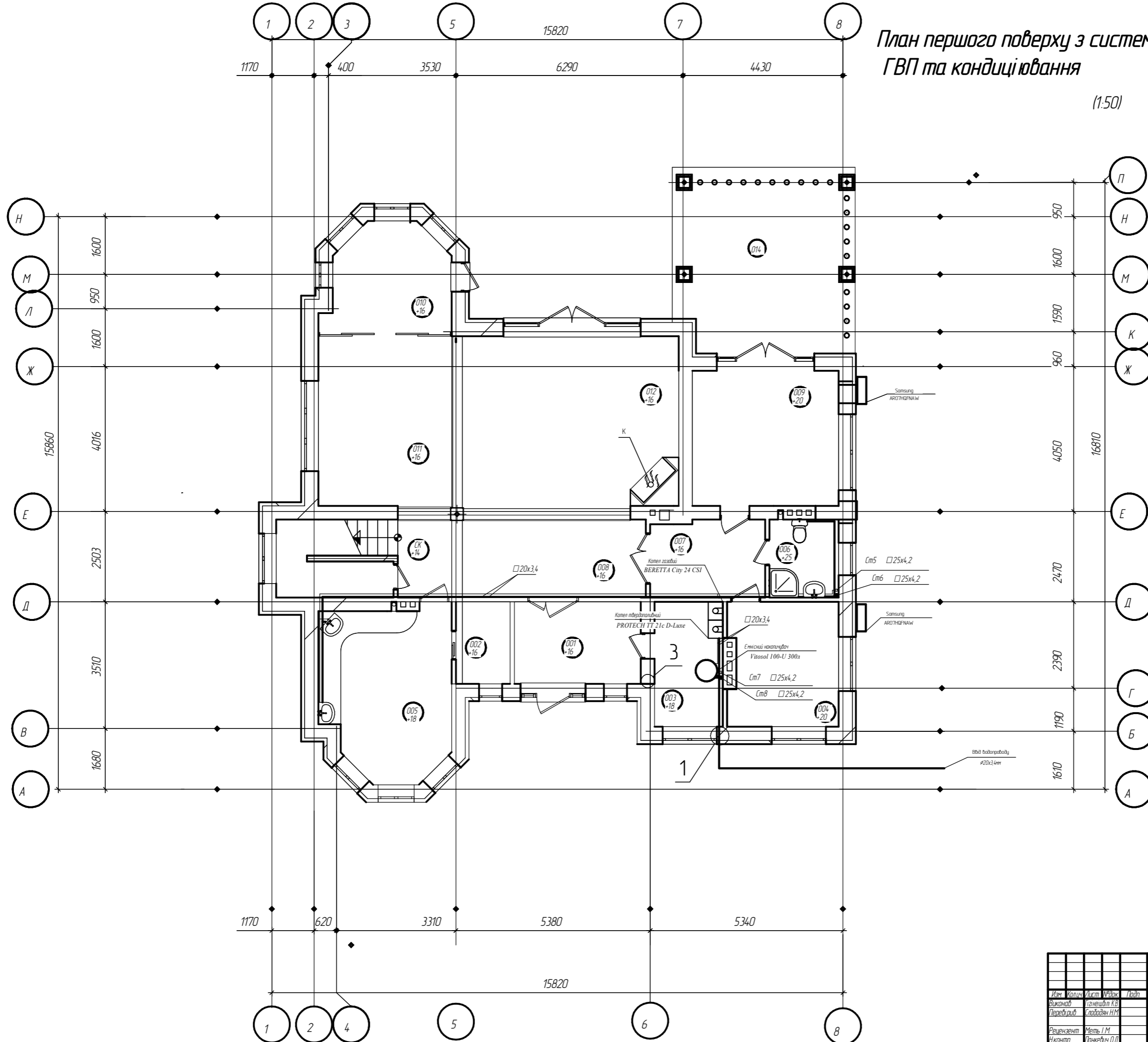


Спроектуючий	
Виконав	
Перевірив	
Рецензент	
Начальник	
Зад. кафедр.	

08-12.МКР.002.00.000.00					
Забезпечення мікроклімату і індивідуального житлового будинку в місті Буча					
Ім'я	Кваліф.	Лист	№ рах.	Підп.	Міста
Виконав	Генешвіл К				
Перевірив	Слободян НМ				
Рецензент	Мель І М				
Начальник	Гончаренко ОД				
Зад. кафедр.	Ватинчик Г С				
Система опалення				Станд.	Лист
Система опалення мансардного поверху					1
				ВНТУ, зр. ТГ-21м	

План першого поверху з системами ГВП та кондиціювання

(1:50)

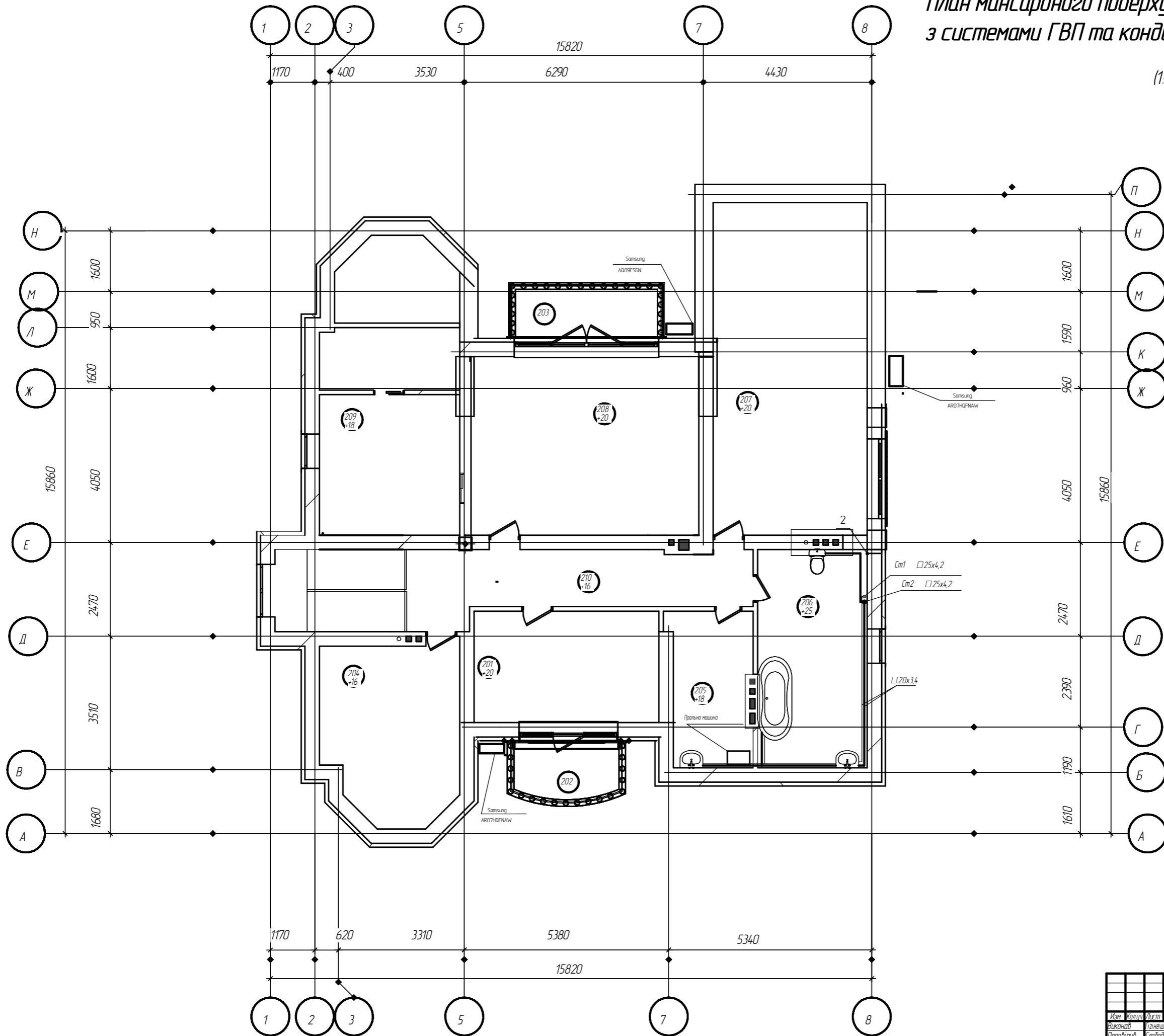


Сторінка
Вказівки
Лист
Лист

08-12.МКР.002.00.000.0В					
Забезпечення мікроклімату і індивідуального житлового будинку в місті Б'юча					
Ім'я	Кваліфікація	Лист	Вірток	Лист	Матриця
Виконав	Ганншіл МВ				
Перевірив	Слободян НМ				
Рецензент	Мель І М				
Начальник	Гончаренко ОД				
Інженер	Ватинник Г С				
План першого поверху з системами ГВП та кондиціювання					ВНТУ, зр. ТГ-21м
					1

План мансардного поверху
з системами ГВП та кондиціонування

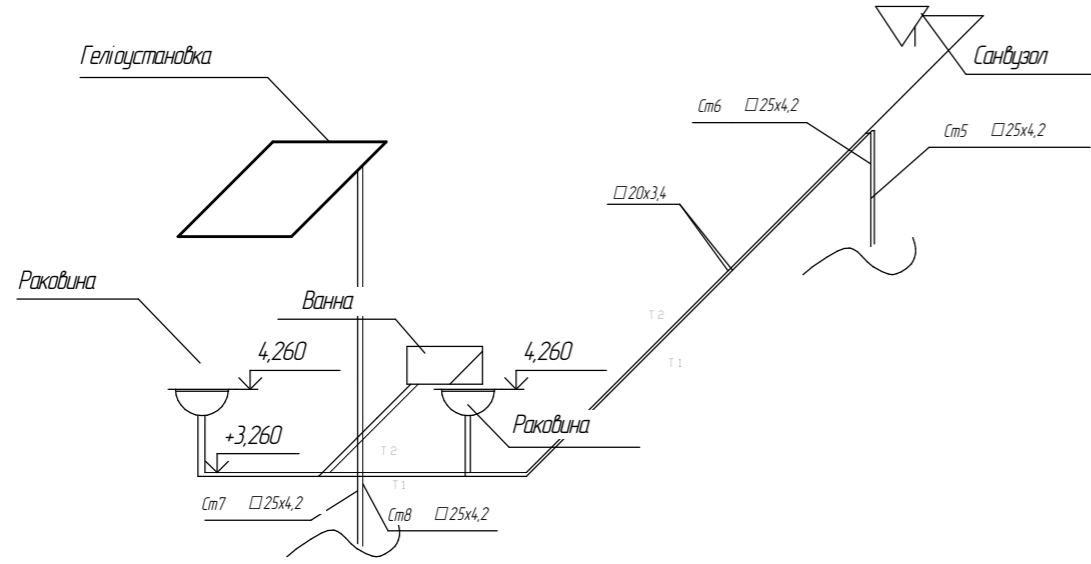
(1:50)



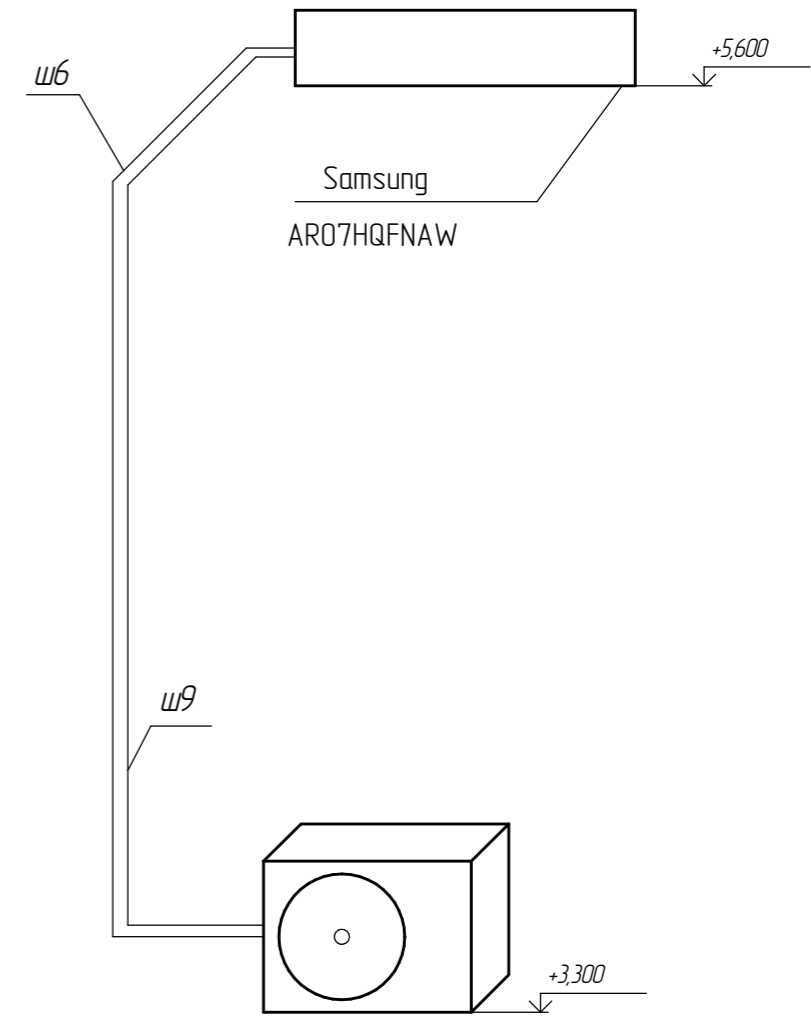
						08-12.МКР.002.00.000.00		
						Забезпечення мікроклімату індивідуального житлового будинку в місті Буча		
Ім'я	Кваліфікація	Лист	№роб	Подп	Місто	Стандія	Лист	Листов
Виконав	Ганущил КВ							1
Перевірив	Глободян НМ							
Рецензент	Мель І М					План мансардного поверху з системами ГВП та кондиціонування		ВНТУ, зр ТГ-21м
Інженер	Лонкевич ОД							
Збр. кафедри	Ватинчик ГС							

АксонOMETрична схема ГВП мансардного поверху

(1:50)

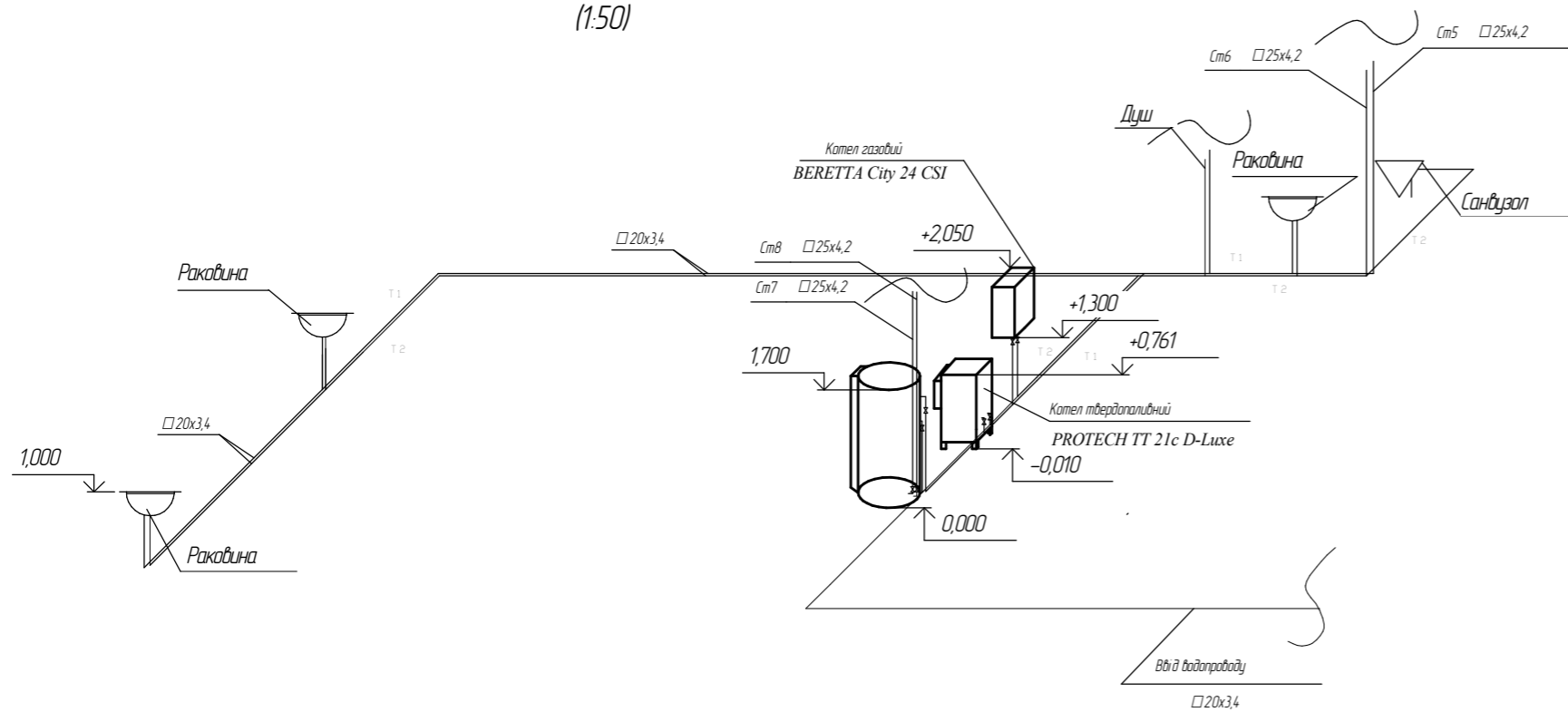


АксонOMETрична схема кондиціонера



АксонOMETрична схема ГВП першого поверху

(1:50)



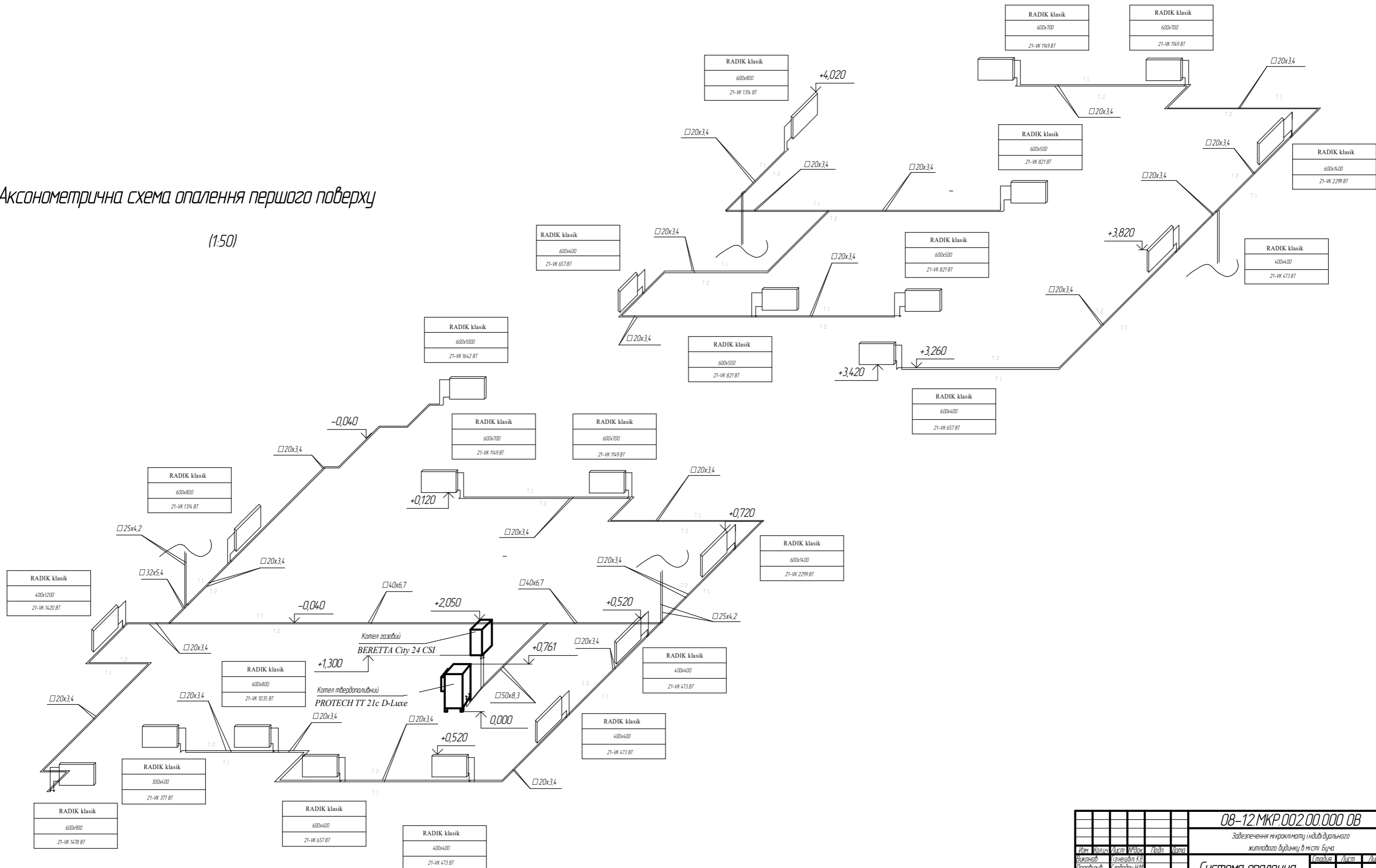
						08-12.МКР.002.00.000.00			
						Забезпечення мікроклімату індивідуального житлового будинку в місті Буца			
Ім'я	Кваліфікація	Місто	Пробок	Підп.	Міста	Система ГВП та кондиціонування	Станд.	Лист	Листов.
Виконав	Ганнєшніл К.В.								
Перевірив	Слободян Н.М.					АксонOMETричні схеми ГВП та кондиціонеру першого та мансардного поверху	ВНЕТУ, зр. ТГ-21м		
Рецензент	Мель Г.М.								
Інженер	Панкевич О.Д.								
Відповідальний	Ватинек Г.С.								

Аксонетрична схема опалення мансардного поверху

(1:50)

Аксонетрична схема опалення першого поверху

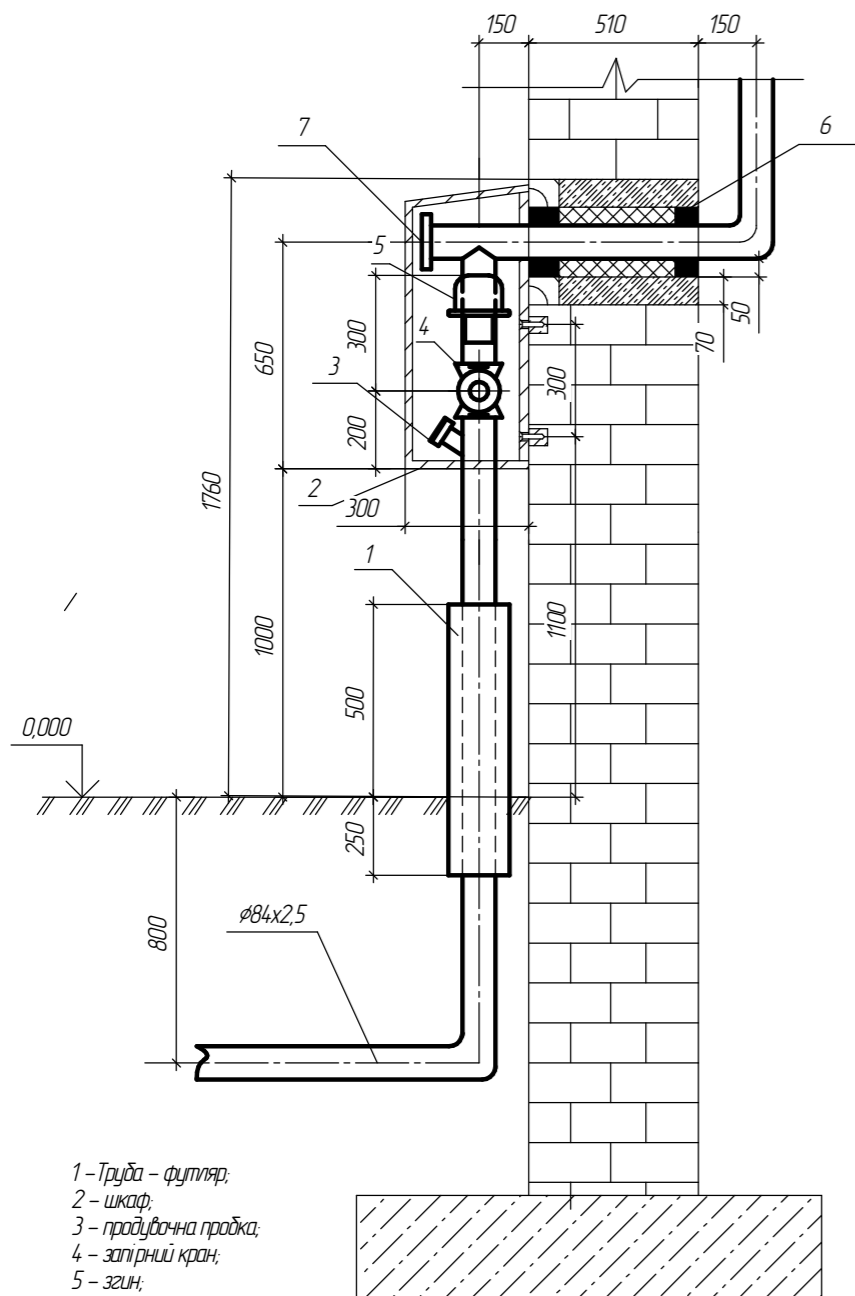
(1:50)



08-12.МКР.002.00.000.00					
Забезпечення мікроклімату і надії дільного житлового будинку в місті Буча					
Ім'я	Увага	Лист	Вірок	Підп	Мета
Виконав	Ганншіл КВ				
Перевірив	Слободян НМ				
Рецензент	Мель І М				
Інженер	Гонкевич ОД				
Від. керівник	Вітницький Т С				
Система опалення				Стандія	Лист
Аксонетрична схема опалення першого та мансардного поверху					1
				ВНУ, зр.ТТ-21м	

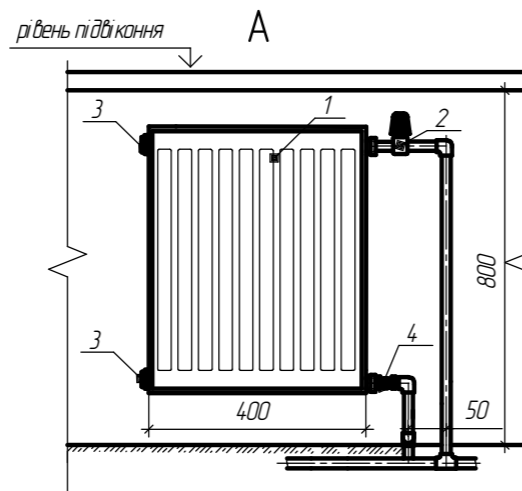
Вузол 1 (аркуш 1)
(1:10)

Ввід газопроводу в будинок



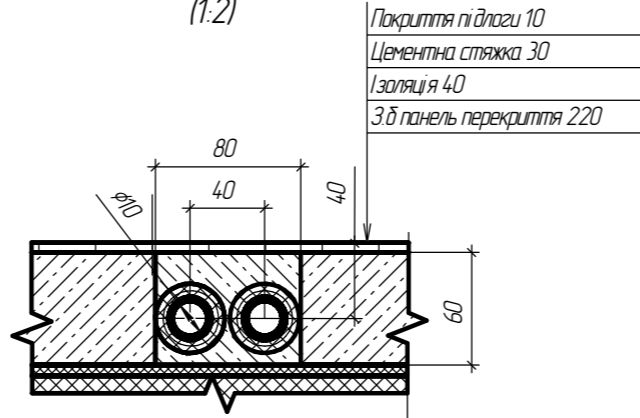
- 1 - Труба - футляр;
- 2 - шкаф;
- 3 - продувочна пробка;
- 4 - запірний кран;
- 5 - згин;
- 6 - футляр;
- 7 - кінцевий фланець.

Схема підключення радіатора
(1:5)



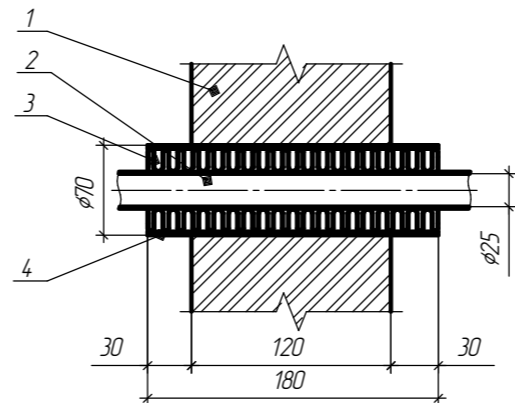
- 1 Панельний радіатор
- 2 Термостатичний клапан
- 3 Заглушка
- 4 Вентиль
- 5 Кронштейн

Вузол 2
(1:2)



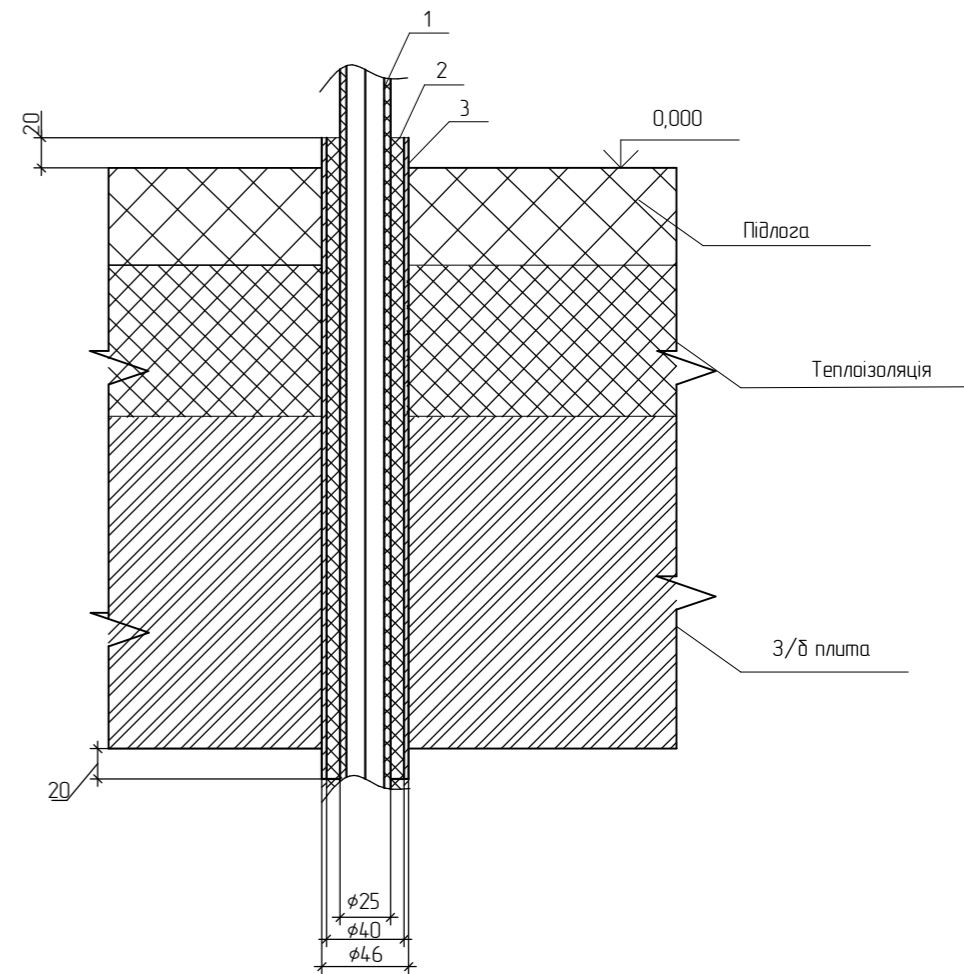
- Покриття підлоги 10
- Цементна стяжка 30
- Ізоляція 40
- З'б панель переkritтя 220

Вузол 3 (аркуш 1)
(1:2)

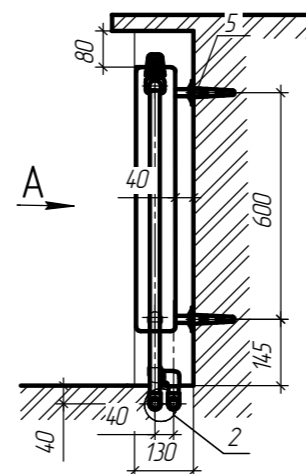


- 1 Цегляна стіна
- 2 Трубопровід опалення
- 3 Гофрований пластиковий кожух
- 4 Сталева гільза

Вузол 4 (аркуш 2)
(1:2)

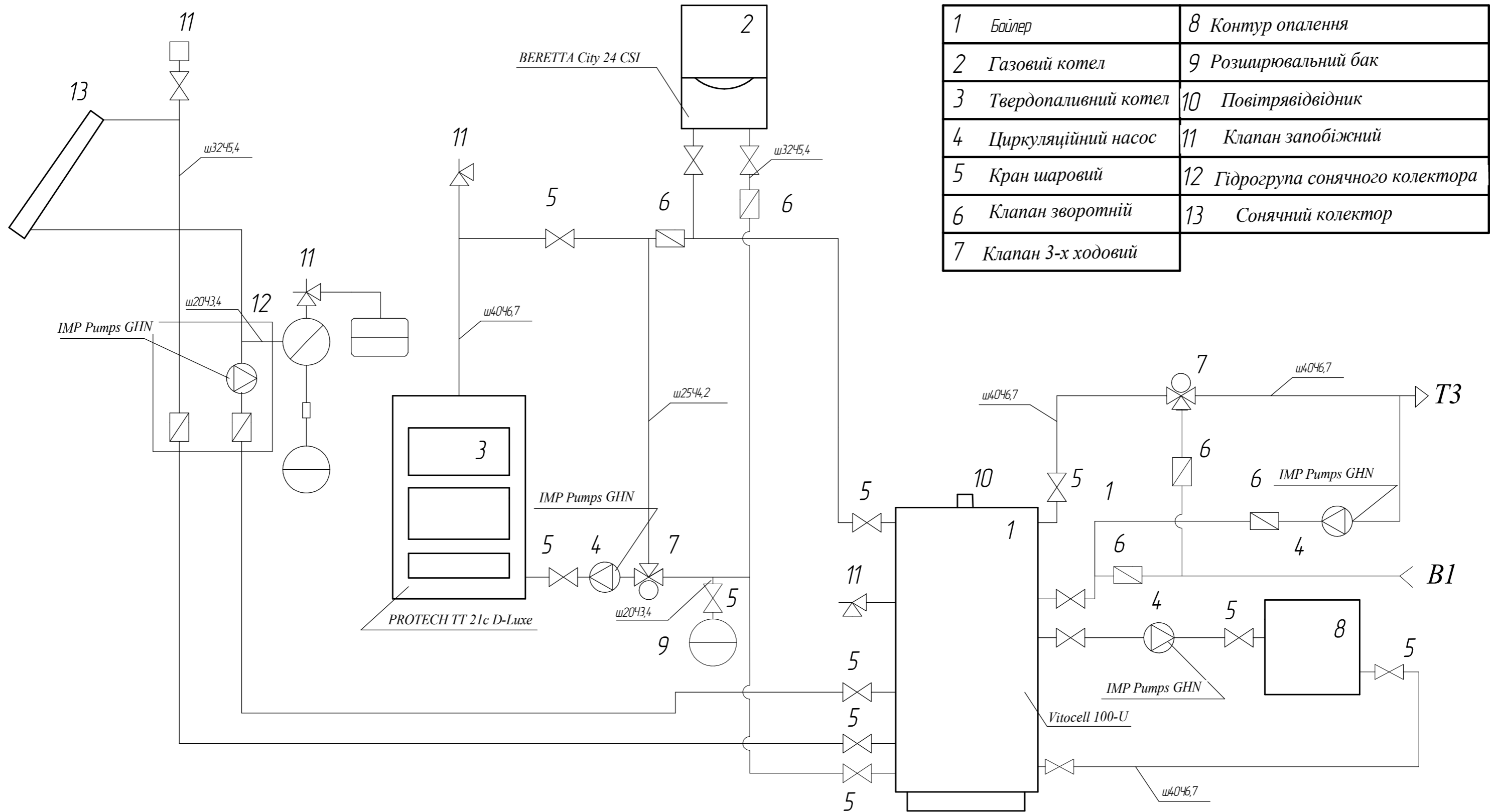


- 1 Труба поліпропіленова 25x4,2;
- 2 Ізоляція-піноплеуретан;
- 3 Футляр сталевий.



08-12.МКР.002.00.000.00				
Забезпечення мікроклімату і індивідуального житлового будинку в місті Буча				
Монтажні креслення			Старий	Лист
Схема підключення радіатора, вузол 1, вузол 2, вузол 3, вузол 4			1	
ТГ-21м				

Схема об'язки твердопаливного та газового котлів і сонячного колектора



1	Бойлер	8	Контур опалення
2	Газовий котел	9	Розширювальний бак
3	Твердопаливний котел	10	Повітрявідвідник
4	Циркуляційний насос	11	Клапан запобіжний
5	Кран шаровий	12	Гідрогрупа сонячного колектора
6	Клапан зворотній	13	Сонячний колектор
7	Клапан 3-х ходовий		

08-12.МКР.002.00.000.0В							
Забезпечення мікроклімату і індивідуального житлового будинку в місті Б'юча							
Ім'я	Кваліфікація	Місто	Пробак	Підп.	Матра		
Виконав	Ганншіл МВ						
Перевірив	Слободян НМ						
Рецензент	Мель І М						
Якітор	Лонкевич ОД						
Зад.холодильник	Ватинек Т С						
Об'язка твердопаливного та газового котлів і сонячного колектора					Станд.	Лист	Листов
Схема об'язки твердопаливного та газового котлів і сонячного колектора							1
ВНТУ, зр. ТГ-21м							

