

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

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему:
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ
БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Виконав здобувач 4 –курсу, групи СМ-216
Спеціальності 192 – Будівництво та
цивільна інженерія

Семенишин В.Р.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., професор кафедри ІСБ
Ратушняк Г.С.
(прізвище та ініціали)

«09» червня 2025 р.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедри БМГА

Риндюк С.В.
(прізвище та ініціали)
«13» червня 2025 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
(прізвище та ініціали)

«14» червня 2025 р.

Вінниця ВНТУ 2025

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма «Енергоефективні системи створення мікроклімату будівель»



« 21 » березня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Семенишина Валентина Руслановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Енергоефективна система опалення багатоповерхового житлового будинку»

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

затверджена наказом вищого навчального закладу від «20» березня 2025р. № 97

2. Термін подання студентом роботи 03 червня 2025 р.

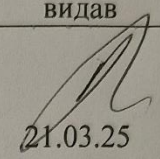
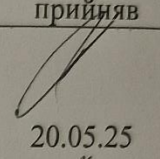
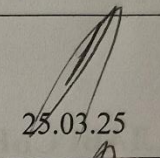
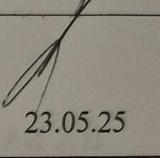
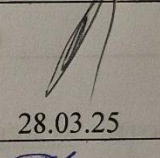
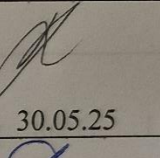
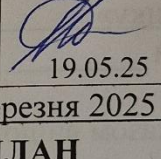
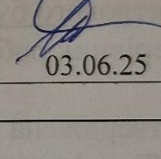
3. Вихідні дані до роботи архітектурно-будівельні креслення – плани поверхів будівлі, розрізи, містобудівні обмеження, кліматичні характеристик району будівництва; параметри внутрішнього повітря; нормативний термічний опір для зовнішніх огорожувальних конструкцій І кліматичної зони (для зовнішніх стін 4,0 м²К/Вт). Систему опалення розробити у відповідності до діючих нормативних вимог.

4. Зміст текстової частини:

Вступ (актуальність, мета і задачі, об'єкт та предмет дослідження). аналіз стану використання та техніко-економічне обґрунтування системи опалення, моделювання та проектні розрахунки параметрів системи опалення, моделювання гідравлічного режиму системи опалення та визначення основних робочих параметрів системи опалення, обґрунтування та вибір обладнання по забезпеченню нормативних характеристик системи опалення, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень, аналіз конструктивних особливостей системи прийнятої до монтажу, визначення кількісних показників основних матеріалів, виробів та витратних матеріалів, будівельних машин і механізмів та енергетичних ресурсів, розрахунок трудомісткості виконуваних робіт, підбір робітників, розроблення календарного плану та графіків виконуваних заготівельних і будівельно-монтажних робіт, розрахунок ТЕП, техніка безпеки та охорона праці, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень схеми розміщення елементів системи опалення на планах поверху. Аксонометричні схеми системи опалення. Монтажні вузли окремих елементів системи. Календарний графік виконання робіт. Графік руху машин механізмів. ТЕП.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Аналіз стану використання та техніко-економічне обґрунтування системи опалення	Ратушняк Г.С., к.т.н., професор	 21.03.25	 20.05.25
2. Теоретичне та проєктне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи опалення	Ратушняк Г.С., к.т.н., професор	 23.03.25	 23.05.25
3. Організаційно – технологічне забезпечення реалізації прийнятих рішень системи опалення	Ратушняк Г.С., к.т.н., професор	 28.03.25	 30.05.25
4. Охорона праці	Кобилянська І.М., к.пед.н., доцент	 19.05.25	 03.06.25

7. Дата видачі завдання 21 березня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1	Аналіз стану використання та техніко-економічне обґрунтування системи опалення	21.03.25	20.05.25	виконано
2.	Теоретичне та проєктне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи опалення	25.03.25	23.05.25	виконано
3	Організаційно – технологічне забезпечення реалізації прийнятих рішень системи опалення	28.03.25	30.05.25	виконано
4	Охорона праці	19.05.25	03.06.25	виконано
6	Оформлення графічної частини	19.05.25	03.06.25	виконано
7	Попередній захист	03.06.25	03.06.25	виконано
8	Виправлення зауважень та остаточне оформлення БКР	04.06.25	13.06.25	виконано
9	Захист БКР	-	18.06.25	виконано

Здобувач

(підпис)

Семенишин В.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ратушняк Г.С.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 697.3:728.2

Семенишин В.Р. Енергоефективна система опалення багатоповерхового житлового будинку. Бакалаврська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма – Енергоефективні системи створення мікроклімату будівель. Вінниця: ВНТУ, 2025, 81 с.

На укр, мові. Бібліогр.: 41 назв; рис., 3; табл. 20.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з чотирьох розділів: аналіз стану використання та техніко-економічне обґрунтування системи опалення, теоретичне та проєктне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи опалення, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень системи опалення, заходи з охорони праці.

Графічна частина містить аксонометричні схеми системи опалення, плани поверхів з нанесенням елементів системи опалення, побудовано календарний план з графіком руху робітників та графіком руху машин і механізмів, вузлові креслення.

Графічна частина складається з 6 креслень.

Ключові слова: енергоефективність, система опалення, житловий будинок, тепловтрати, гідравлічний режим, термічний опір, котел, радіатор.

ABSTRACT

Semenyshyn V.R. Energy-efficient heating system of a multi-storey residential building. Bachelor's qualification work in specialty 192 - Construction and civil engineering, educational and professional program - Energy-efficient systems for creating a microclimate in buildings. Vinnytsia: VNTU, 2025, 81 p.

In Ukrainian, speak. Bibliography: 41 titles; fig., 3; table 20.

The bachelor's qualification work consists of four sections: analysis of the state of use and feasibility study of the heating system, theoretical and design justification of the main parameters and characteristics of the heating system, organizational and technological support for the implementation of design solutions for the heating system, labor protection measures. The graphic part contains axonometric diagrams of the heating system, surface plans with the application of heating system elements, a calendar plan with a schedule of worker movement and a schedule of machine and mechanism movement, and assembly drawings.

The graphic part consists of 6 drawings.

Key words: energy efficiency, heating system, residential building, heat loss, hydraulic mode, thermal resistance, boiler, radiator.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ	10
1.1 Наукова та практична реалізація системи опалення	10
1.2 Обґрунтування проєктної потужності об'єкту	12
1.3 Оцінка впливу індивідуальної системи опалення на організм людини	12
1.4 Оцінка впливу системи індивідуального газового опалення на навколишнє середовище	15
1.5 Обґрунтування проєктної потужності об'єкту	18
1.6 Варіативний вибір трубопроводів системи опалення	19
1.7 Основні положення по організації будівництва і влаштування системи опалення, технологічні та будівельні рішення	20
1.8 Порівняльна характеристика електричної та газової систем опалення	23
Висновки до розділу 1	26
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЄКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ	28
2.1 Вихідні дані для проєктування	28
2.2 Моделювання та проєктні розрахунки теплотехнічних параметрів системи опалення	29
2.2.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	29
2.2.2 Підбір вікон та дверей	31
2.2.3 Теплотехнічний розрахунок міжповерхових перекриттів	31
2.2.4 Теплотехнічний розрахунок покрівлі	32
2.3 Визначення тепловтрат через огорожуючі конструкції	32
2.4 Вибір опалювальних приладів	34
2.5 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення	35

Висновки до розділу 2	37
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ	38
3.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту	38
3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи	39
3.3 Визначення складу і об'єму робіт	40
3.4 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій	44
3.4.1 Вимоги до монтажу опалювальних приладів	44
3.4.2 Вимоги до монтажу трубопроводів	44
3.4.3 Вимоги до монтажу поліпропіленових трубопроводів системи опалення	45
3.4.4 Виконання ізоляційних робіт та фарбування трубопроводів	46
3.4.5 Підбір машин, механізмів, пристосувань	47
3.5 Витрата матеріалів та допоміжного обладнання при монтажі системи опалення	51
3.6 Витрати на паливні та енергетичні ресурси	54
3.7 Визначення трудомісткості робіт	54
3.8 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану	56
3.9 Пуск в дію та випробування системи опалення	58
3.10 Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт	61
Висновки до розділу 3	64
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	65
4.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи в процесі дослідження ефективності процесів та системи	66
4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	66
4.1.2 Електробезпека	68
4.2 Технічні рішення виробничої санітарії	68
4.2.1 Мікроклімат	68
4.2.2 Склад повітря робочої зони	69

4.2.3 Виробниче освітлення	70
4.2.4 Виробничий шум	71
4.2.5 Виробничі вібрації	72
4.2.6 Виробниче випромінювання	73
4.3 Технічні рішення з пожежної безпеки	74
Висновки до розділу 4	76
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	78
Додаток А Технічне завдання (обов'язковий).....	83
Додаток Б Висновок про перевірку БКР на плагіат (обов'язковий).....	87
Додаток В Розрахунок теплових втрат приміщення будівлі та підбір радіаторів (довідниковий).....	88
Додаток Г Гідравлічний розрахунок системи опалення (довідниковий)....	97

ВСТУП

Дана бакалаврська кваліфікаційна робота передбачає розроблення системи опалення багатоповерхового житлового будинку в місті Немирів.

Актуальність даної теми визначається проєктуванням системи опалення житлового будинку з використання в якості палива для комунальних та побутових потреб природного газу, так як це є економічним питанням. Забезпечення сприятливого мікроклімату у житлових приміщеннях є важливою умовою для комфорту, збереження здоров'я та високої якості життя населення. В умовах зростаючих цін на енергоресурси, необхідності підвищення енергоефективності будівель та посилення вимог до екологічності інженерних рішень, дедалі більшої популярності набувають автономні системи опалення.

Сучасні газові котли, що використовуються в індивідуальних системах опалення, дають можливість мешканцям самостійно регулювати температуру в приміщеннях, раціонально використовувати енергоресурси та підвищувати загальну енергоефективність будівлі. Такий підхід дозволяє адаптувати теплопостачання до потреб кожної квартири, мінімізувати втрати тепла в системі та забезпечити надійність і гнучкість її функціонування.

З огляду на реформування житлово-комунальної сфери України та орієнтацію на європейські стандарти енергозбереження, розроблення та впровадження ефективних індивідуальних систем опалення набуває особливої актуальності. Обрана тема повністю відповідає сучасним вимогам галузі, а результати дослідження можуть стати корисними при проєктуванні нових житлових об'єктів або модернізації наявних будівель.

Метою даної роботи є розроблення варіанту проєкту енергоефективної системи, що забезпечує комфортні мікрокліматичні умови в приміщеннях шляхом застосування сучасних опалювальних приладів, а також засобів для обліку та регулювання подачі теплоносія з метою підвищення ефективності використання теплової енергії та досягнення її економії.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні **завдання**:

- здійснити техніко-економічний аналіз проєктного рішення;

- визначити та обґрунтувати найбільш ефективний варіант автономної системи опалення;
- провести моделювання тепловтрат у житлових приміщеннях будівлі;
- виконати моделювання гідравлічного режиму опалювальної системи;
- на основі гідравлічного розрахунку обрати оптимальні характеристики трубопроводів і опалювальних приладів;
- здійснити порівняльний аналіз варіантів матеріалів і обладнання для забезпечення надійності роботи системи опалення та можливості її технічного обслуговування;
- підготувати організаційно-технологічне рішення щодо монтажу системи;
- вивчити заходи з охорони праці при виконанні монтажних робіт.

Об’єкт дослідження: енергоощадна система опалення, спрямована на забезпечення нормативного мікроклімату в приміщеннях житлового будинку.

Предмет дослідження: технічні та енергетичні процеси, пов’язані з обігрівом житлових приміщень.

Методи дослідження. В роботі використовувався аналітичний огляд за обраною темою дослідження, аналіз зібраних даних (перший розділ роботи); моделювання та прогнозування (другий розділ роботи).

Апробація роботи. Основні положення і результати досліджень доповідалися й обговорювалися на міжнародній науково-практичній інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (2025).

1 АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

1.1 Наукова та практична реалізація системи опалення

В даній роботі передбачається проєктування системи опалення житлової будівлі в м. Немирів.

Будівля розміщена з врахуванням оптимальної та допустимої орієнтації по сторонам горизонту і не перевищує нормативних вимог ДБН Б.2.2-12:2019 – Планування і забудова територій.

Метою розроблення системи опалення є [1-3]:

- забезпечення комфортних умов для проживання людей в приміщеннях;
- безпечність та надійність запроєктованої системи;
- зручність експлуатації системи;
- надійне постачання енергетичних ресурсів.

В якості вихідних даних для розроблення системи опалення використано таку документацію:

- проєктна документація на будівництво багатоповерхового житлового будинку;
- технічна документація на технологічне та допоміжне обладнання.

Сучасні вимоги до енергоефективності, автономності та екологічності житлової забудови обумовлюють активний розвиток і впровадження індивідуальних систем опалення. Такі системи дозволяють не лише оптимізувати споживання паливно-енергетичних ресурсів, а й створювати гнучкі умови для регулювання мікроклімату в окремих приміщеннях відповідно до індивідуальних потреб користувачів. У цьому розділі розглядаються наукові засади, технічні особливості та практичні аспекти реалізації систем індивідуального опалення в житлових будівлях [2].

Наукова база проєктування індивідуальних систем опалення ґрунтується на розрахунку теплових втрат будівлі, визначенні необхідної теплової

потужності та виборі ефективного джерела теплової енергії. При цьому враховуються такі чинники, як теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій, кліматичні умови регіону, площа та об'єм приміщень, а також умови експлуатації об'єкта. Застосування математичного моделювання дозволяє з високою точністю спрогнозувати тепловий баланс будівлі, а також проаналізувати ефективність роботи опалювального обладнання [3].

Вагомим елементом наукового підходу є також вибір типу системи опалення. Найбільш поширеними варіантами є водяні системи з газовим або електричним котлом, системи з тепловими насосами, а також низькотемпературне опалення (тепла підлога, панельне опалення). Наукові дослідження останніх років підтверджують, що поєднання теплонасосної технології з низькотемпературним режимом роботи системи дозволяє суттєво знизити питомі витрати енергії без зменшення рівня комфорту в приміщеннях.

З практичної точки зору, впровадження індивідуальної системи опалення передбачає проведення комплексу інженерно-технічних заходів, серед яких: проектування теплогенеруючого обладнання, вибір трубопроводів та опалювальних приладів, розробка гідравлічної схеми, монтаж та пусконаладжувальні роботи. Сучасні технічні рішення передбачають автоматизацію роботи системи, зокрема застосування термостатичних регуляторів, погодозалежного керування, «розумних» контролерів і сенсорів, що сприяє зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню рівня комфорту [4].

Не менш важливою є правильна організація обслуговування системи. Це включає регулярну перевірку технічного стану обладнання, контроль параметрів теплоносія, очищення теплообмінників, профілактичні заходи з виявлення витоків чи засмічень. Високий рівень надійності та довговічності системи можливий лише за умови дотримання технічних регламентів і використання сертифікованих матеріалів.

У контексті сучасної тенденції децентралізації тепlopостачання індивідуальні системи стають все більш привабливими для споживачів. Це обумовлено не лише зростанням тарифів на централізоване опалення, а й

прагненням до енергетичної незалежності. Крім того, держава стимулює впровадження енергоощадних технологій через програми енергомодернізації та часткову компенсацію витрат на встановлення сучасного обладнання [5].

Таким чином, науково обґрунтований підхід до проєктування індивідуальної системи опалення та її практична реалізація дають змогу досягти високої енергоефективності, забезпечити нормативні показники мікроклімату та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Перспективними напрямками розвитку є впровадження відновлюваних джерел енергії, інтеграція систем опалення з вентиляційними та охолоджувальними комплексами, а також використання інтелектуальних систем управління будівлею.

1.2 Обґрунтування проєктної потужності об'єкту

Кліматичні умови району [9, 17]:

- середня температура найбільш холодної п'ятиденки -21°C ;
- снігове та вітрове навантаження прийняті для І кліматичного району.

Планується влаштування в приміщеннях будинку горизонтальної двотрубною системи опалення зі сталевих та металопластикових трубопроводів. Параметри теплоносія повинні складати $80-60^{\circ}\text{C}$, що не перевищує допустимих 115°C ; загальна потужність системи опалення становить 304 кВт.

У вбудованих приміщеннях заплановано горизонтальну двотрубну систему опалення із металопластикових трубопроводів.

1.3 Оцінка впливу індивідуальної системи опалення на організм людини

Забезпечення сприятливих умов мікроклімату в приміщеннях є одним з основних факторів, що впливають на стан здоров'я, самопочуття та працездатність людини. Одним із головних елементів мікроклімату є

температура повітря, яка безпосередньо регулюється системами опалення. У зв'язку з цим виникає потреба в аналізі впливу індивідуальних систем опалення на фізіологічні, гігієнічні та психоемоційні показники людини. Можна виділити основні фактори впливу індивідуальної системи опалення на організм людини [8, 9, 11, 12, 13]:

1. Температурний комфорт

Найбільш очевидним чинником впливу системи опалення на організм є забезпечення оптимального температурного режиму в приміщенні. Згідно з Державними будівельними нормами (ДБН В.2.6-31:2021), температура повітря в житлових кімнатах повинна знаходитись у межах $+18...+22\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для окремих категорій населення (діти, літні люди) – до $+24\text{ }^{\circ}\text{C}$. Індивідуальні системи опалення дозволяють підтримувати задану температуру з високою точністю, що позитивно впливає на терморегуляцію організму, зменшуючи ризики переохолодження або перегріву.

Коливання температури повітря, притаманні деяким централізованим системам опалення, можуть призводити до стресових навантажень на серцево-судинну та імунну систему. Індивідуальне опалення дозволяє уникнути подібних перепадів, забезпечуючи сталий тепловий режим відповідно до потреб користувачів.

2. Вологість та якість повітря

Система опалення, особливо у випадку з традиційними газовими або електричними котлами, здатна впливати на вологість повітря у приміщеннях. Надмірне висушування повітря (нижче 30–40%) може спричинити подразнення слизових оболонок, сухість шкіри, порушення дихання, підвищення вразливості до вірусних інфекцій. Тому при використанні індивідуальних систем опалення доцільно передбачати застосування зволожувачів повітря або вентиляційних установок з функцією регулювання вологості.

Окрему увагу варто приділити якості повітря. При експлуатації деяких типів котлів (особливо твердопаливних або застарілих газових моделей) можливе потрапляння у повітря приміщення оксидів вуглецю або азоту, що

негативно впливають на органи дихання, нервову систему та загальний стан здоров'я. Тому важливою умовою безпечної роботи таких систем є наявність димовидалення, вентиляції та систем контролю за складом повітря.

3. Акустичний комфорт

Сучасні індивідуальні системи опалення, зокрема газові котли з закритою камерою згоряння, теплові насоси або електричні нагрівачі, зазвичай мають низький рівень шуму. Однак неправильно встановлене або застаріле обладнання може створювати шумові навантаження, які при тривалому впливі сприяють дратівливості, порушенню сну та підвищенню рівня стресу. Впровадження шумоізоляційних рішень та використання якісного обладнання дозволяє мінімізувати цей чинник.

4. Психоемоційний вплив

Комфортний температурний режим безпосередньо впливає на емоційний стан людини. При стабільному, керованому опаленні мешканці мають змогу самостійно встановлювати бажану температуру, що формує відчуття контролю над житловим середовищем і підвищує загальну задоволеність життям. Натомість системи з непередбачуваним або жорстко регламентованим режимом обігріву можуть викликати дискомфорт, дратівливість та відчуття безпорадності.

5. Біологічні ризики

Умови мікроклімату, які створюються системою опалення, впливають і на розвиток мікроорганізмів, грибків та пилових кліщів. Занадто висока вологість у поєднанні з недостатнім обігрівом сприяє утворенню цвілі на стінах і стелі, що може викликати алергічні реакції, захворювання дихальних шляхів та загальне зниження імунітету. Система індивідуального опалення, яка підтримує рівномірну температуру та дозволяє швидко реагувати на зміни кліматичних умов, значно знижує такі ризики.

Індивідуальні системи опалення мають значний вплив на фізіологічне та психологічне здоров'я людини. Вони дозволяють забезпечити комфортний температурний режим, стабільну вологість, належну якість повітря та

акустичний комфорт, що сприяє загальному покращенню самопочуття. Водночас неправильне проєктування або експлуатація таких систем може призвести до зворотного ефекту — погіршення умов проживання та негативного впливу на здоров'я. Тому важливо дотримуватись рекомендацій щодо вибору, монтажу та обслуговування обладнання, а також враховувати санітарно-гігієнічні норми при проєктуванні системи.

1.4 Оцінка впливу системи індивідуального газового опалення на навколишнє середовище

Система індивідуального газового опалення є одним із найпоширеніших способів забезпечення теплового комфорту в житлових будинках. Газове паливо вважається відносно чистим і ефективним джерелом енергії порівняно з іншими видами твердого палива. Проте експлуатація таких систем має певний вплив на навколишнє середовище, що потребує всебічного аналізу і оцінки. У цьому розділі розглядаються основні екологічні аспекти використання індивідуального газового опалення, його позитивні та негативні впливи, а також шляхи мінімізації екологічних ризиків [3, 6, 7].

1. Викиди в атмосферу при використанні газового опалення

Основним продуктом згоряння природного газу є вуглекислий газ (CO_2), водяна пара (H_2O), а також незначні кількості оксидів азоту (NO_x), оксиду вуглецю (CO) і незначних домішок сірководню та інших речовин. Викиди CO_2 , як основного парникового газу, сприяють посиленню ефекту глобального потепління, що є важливим фактором негативного впливу газового опалення на клімат планети.

Оксиди азоту утворюються через високі температури горіння та можуть призводити до утворення озону в приземному шарі атмосфери, що погіршує якість повітря і негативно впливає на здоров'я людини. Оксид вуглецю є токсичним газом, і його викиди необхідно суворо контролювати, особливо в приміщеннях із недостатньою вентиляцією.

Для мінімізації шкідливих викидів застосовуються сучасні газові котли з низьким рівнем NO_x , а також використовуються технології оптимізації процесу горіння, що забезпечують повніше спалювання палива і зменшують утворення токсичних речовин.

2. Вплив на локальний повітряний басейн

У міських та передміських зонах з високою концентрацією індивідуальних газових опалювальних систем спостерігається локальне підвищення забруднювальних речовин у повітрі, що може спричиняти деградацію якості повітря. Особливо це стосується районів з недостатнім провітрюванням або великою щільністю забудови.

При цьому важливою перевагою індивідуального газового опалення є можливість уникнути великих централізованих джерел забруднення, таких як теплоелектроцентралі на вугіллі чи мазуті, що значно знижує сумарний рівень забруднення регіонального повітряного басейну.

3. Енергетична ефективність і споживання природного газу

Енергетична ефективність системи безпосередньо впливає на обсяг споживання природного газу та, відповідно, на кількість шкідливих викидів. Сучасні високоефективні конденсаційні газові котли здатні досягати ККД понад 90%, що суттєво знижує витрати палива і негативний вплив на навколишнє середовище.

Оптимальне налаштування роботи системи, автоматизація та погодозалежне регулювання також сприяють зменшенню надмірного споживання газу. Енергозбереження безпосередньо корелює зі зниженням екологічного навантаження.

4. Вплив на ґрунти і водні об'єкти

Хоча індивідуальні газові системи опалення не пов'язані з прямими викидами забруднюючих речовин у ґрунти та воду, існують потенційні екологічні ризики, пов'язані з аварійними ситуаціями, такими як витік газу, витік конденсату або аварії трубопроводів.

Витік природного газу, який у значних концентраціях є вибухонебезпечним і токсичним, може спричинити забруднення ґрунтових шарів і створити небезпеку для навколишнього середовища. Тому важливим є дотримання заходів безпеки, регулярний технічний огляд та модернізація системи.

5. Шумове забруднення

Використання газових котлів може спричиняти незначний рівень шуму під час роботи вентиляторів, насосів або горіння палива. У порівнянні з іншими типами опалення, такими як твердопаливні котли чи генератори, рівень шуму є відносно низьким, однак при неправильно виконаному монтажі або відсутності шумоізоляції можливе створення дискомфорту для мешканців і сусідів.

6. Перспективи зниження екологічного впливу

Для мінімізації негативного впливу індивідуального газового опалення на навколишнє середовище розробляються та впроваджуються технології комбінованого використання газових котлів з відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячні колектори або теплові насоси.

Впровадження систем контролю за викидами та автоматичного регулювання процесу горіння дозволяє зменшити викиди шкідливих газів. Додатково, модернізація існуючих систем шляхом заміни застарілого обладнання на вискоелективне сприяє зниженню споживання палива і покращенню екологічних показників.

Система індивідуального газового опалення є відносно екологічно прийнятним способом забезпечення теплового комфорту в житлових будинках. Водночас її експлуатація пов'язана з певним негативним впливом на атмосферне повітря, який можна суттєво знизити за рахунок застосування сучасних технологій, енергоефективного обладнання та дотримання норм безпеки. Перспективи розвитку систем індивідуального газового опалення лежать у площині інтеграції з відновлюваними джерелами енергії та

впровадження інтелектуальних систем управління, що забезпечить баланс між комфортом, економією та екологічною безпекою.

1.5 Обґрунтування проєктної потужності об'єкту

Запроєктовано систему опалення 9-ти поверхового житлового будинку є поквартирною тупиковою. В кожній квартирі, а також у вбудованих приміщеннях, розміщено газові котли фірми «Ariston».

Поквартирні трубопроводи виготовлено з поліетилену з антидифузійним шаром: діаметром 16-25 мм, що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-143:2007, виробник «KAN». Для дренажних повітровипускних трубопроводів застосовуються оцинковані труби по ДСТУ 8936:2019 «Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови».

Антикоррозійне покриття ізольованих труб виконується покраскою ЕП-140 у 2 шари по ґрунту ХС-010 в 1 шар. Монтаж системи опалення виконано у відповідності з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 «Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем».

В даній системі опалення використано мідно-алюмінієві радіатори «Термія»: моделі з боковим підключенням для квартир та електроконвектори «Термія» для опалення приміщень загального користування та сходових кліток. У вбудованих приміщеннях використано мідно-алюмінієві радіатори «Термія»: моделі з боковим підключенням.

Для гідравлічного регулювання та повного відключення окремих горизонтальних гілок та спуску теплоносія, встановлено автоматичні балансувальні клапани фірми «Tour Andersson», які крім функції підтримання постійного перепаду тиску, для забезпечення гідравлічної стійкості системи виконують функції спускної арматури.

Випуск повітря із системи опалення здійснюється повітровідвідниками, що встановлюються на кожному радіаторі горизонтальних гілок та повітрозбірниками у найвищих точках системи опалення.

На підведеннях до нагрівальних приладів встановлюються клапани з підвищеною пропускною спроможністю, з термостатичним елементом та запірні клапани фірми «Tour Andersson».

Джерелом теплопостачання є індивідуальні для кожної квартири та вбудованого приміщення котли «Ariston» моделі BS II 24 FF потужністю 24 кВт з циркуляційним насосом та розширювальним баком із закритою камерою згорання параметрами теплоносія – вода 80-60 °С.

Для підтримання гідравлічної стійкості систем опалення передбачено встановлення регуляторів перепаду тиску.

Трубопроводи систем опалення і мережної води в межах обв'язки котла прийнято з труб сталевих електрозварних по ДСТУ 8943:2019, трубопроводи дренажу – з труб сталевих водогазопроводних звичайних по ДСТУ 8936:2019. Трубопроводи обв'язки котла, крім трубопроводів дренажу, ізолюються матами із мінеральної вати $\delta=40$ мм з покривним шаром з негорючої тканини з кручених комплексних ниток. Обладнання, арматура і фланцеві з'єднання ізолюються з'ємною ізоляцією [14, 16].

1.6 Варіативний вибір трубопроводів системи опалення

Трубопроводи, які використовуються в системі опалення можна розділити на магістральні та відгалуження. Окремо слід виділити стояки системи опалення – прокладені в міжповерховому та поверховому просторі [8]. Матеріалом магістральних трубопроводів та стояків згідно з вимогами до системи водяного опалення багатоповерхового будинку має бути сталь. Поверхові відгалудження, які прокладені в підлозі поверхів, допускається виконувати з поліпропіленових труб. При цьому виникає питання в ефективному виборі того чи іншого типу трубопроводу для приміщень будинку та вбудованих приміщень та виробника.

Поліпропіленові трубопроводи для системи водяного опалення системи «KAN» (табл. 1.1) .

Таблиця 1.1 – Параметри трубопроводів «KAN» [9]

Тип	Термін гар.екс-ції,	Поліет. марка	Наявність антидифу- зійного шару	Водоємкість, 1м.п. труби діам.18мм (л/м)	Товщина стінки труби, (мм)	Вартість, грн. на (1м.п. д.18мм)
PE-X	50	с	наявний	0,154	2,0	55

Поліпропіленові трубопроводи «REHAU» (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Параметри трубопроводів «REHAU»

Тип	Термін гар.екс-ції,	Поліет. марка	Наявність антидифу- зійного шару	Водоємкість, 1м.п. труби діам.16мм (л/м)	Товщина стінки труби, (мм)	Вартість, грн. на (1м.п. 16мм)
REHAU	50	с	наявний	0,14	2,2	75

Поліпропіленові трубопроводи для системи водяного опалення «KISSAN» (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Параметри трубопроводів «KISSAN»

Тип	Термін гар.екс-ції,	Поліетиле н марка	Наявність антидифу- зійного шару	Водоємкість, 1м.п. труби діам.16мм (л/м)	Товщина стінки труби, (мм)	Вартість, грн. на (100м.п. 16мм)
PE-Xв	10	-	-	0,14	2,0	45

Отже, з врахуванням переваг надійності, довговічності та ціни, для даної системи опалення (для житлових та вбудованих приміщень) обрано трубопроводи виробника «KAN».

1.7 Основні положення по організації будівництва і влаштування системи опалення, технологічні та будівельні рішення

Організація будівництва і влаштування системи опалення в житлових або громадських будівлях є складовою частиною загального процесу

будівництва. Ефективність і якість функціонування інженерної системи опалення значною мірою залежать від дотримання нормативних вимог, раціонального планування, застосування сучасних технологічних рішень та будівельних матеріалів [25-28].

1. Підготовчий етап будівництва системи опалення

На першому етапі реалізації проєкту здійснюється організаційна та технічна підготовка. До ключових заходів цього етапу належать:

- розробка та погодження проєктної документації відповідно до чинних нормативів (ДБН В.2.5-67:2013, ДСТУ Б В.2.6-200:2014 тощо);
- підготовка будівельного майданчика: очищення території, забезпечення тимчасового водо- та енергопостачання;
- доставка і складування матеріалів та обладнання, включаючи котли, труби, теплообмінники, арматуру, ізоляційні матеріали;
- проведення інструктажів з охорони праці та техніки безпеки.

Особливу увагу приділяють етапу розмітки трас для прокладки трубопроводів, визначенню місць встановлення опалювальних приладів, вузлів обліку та регулювання.

2. Технологічні рішення для монтажу системи

Вибір технологічної схеми системи опалення залежить від типу будівлі, її теплотехнічних характеристик, доступних джерел енергії та кліматичних умов регіону. Найчастіше застосовуються водяні системи з примусовою або природною циркуляцією теплоносія.

До типових елементів технологічного рішення входять:

- Джерело тепла: газовий або електричний котел, твердопаливний агрегат, тепловий насос;
- Розподільчий трубопровід: одно- або двотрубна система, використання полімерних труб (PEX, PPR, PE-RT) або сталевих;
- Регулююча і запірна арматура: крани, термостатичні клапани, байпаси;

- Опалювальні прилади: панельні радіатори, конвектори, тепла підлога;
- Системи автоматичного регулювання і обліку: кімнатні термостати, погодозалежна автоматика, теплолічильники.

Монтаж проводиться з урахуванням гідравлічного розрахунку, що дозволяє забезпечити рівномірне постачання тепла до всіх споживачів. Сучасні технології передбачають застосування прес-з'єднань, швидкокомтованих систем, модульних колекторів.

3. Будівельні рішення при влаштуванні опалення

Прокладка трубопроводів і встановлення обладнання здійснюється з урахуванням конструктивних особливостей будівлі. Будівельні рішення передбачають:

- приховану або відкриту прокладку трубопроводів;
- влаштування штроб у стінах та перекриттях;
- герметизацію проходів через конструкції для запобігання втратам тепла та проникненню вологи;
- термоізоляцію трубопроводів у неопалюваних приміщеннях.

Монтаж обладнання виконується в суворій відповідності до інструкцій виробника і вимог ДСТУ. При влаштуванні теплої підлоги передбачається підготовка основи, укладання теплоізоляційного шару, армування та заливка бетонної стяжки.

4. Випробування, пуско-налагоджувальні роботи

Після завершення монтажу система підлягає обов'язковим випробуванням:

- гідравлічне випробування трубопроводів на герметичність;
- теплове випробування для перевірки рівномірності прогріву;
- налагодження автоматичних регуляторів, балансувальних вентилів.

Після успішного випробування система вводиться в експлуатацію з оформленням відповідного акту.

5. Організаційні аспекти

Будівельно-монтажні роботи виконуються відповідно до календарного графіка, з дотриманням правил техніки безпеки (ДСТУ EN 50110-1, ДБН А.3.2-2-2009). Організація будівництва передбачає контроль якості на кожному етапі, взаємодію між фахівцями різного профілю (проектанти, монтажники, електрики, автоматники).

Для зниження витрат та покращення екологічних характеристик рекомендується впроваджувати енергоефективні рішення, зокрема, використання конденсаційних котлів, інтелектуальних систем керування опаленням, теплоаккумуляторів.

Ефективна організація будівництва і технологічне влаштування системи опалення потребує комплексного підходу, що включає як проектно-інженерні рішення, так і дотримання будівельних норм, технологій монтажу та вимог безпеки. Застосування сучасних матеріалів і автоматизованих систем дозволяє досягти високого рівня енергоефективності та комфорту у будівлях.

1.8 Порівняльна характеристика електричної та газової систем опалення

Техніко-економічне порівняння газових і електричних котлів.

Переваги газових котлів:

- просте управління: основний газ подається безперервно (є котли, які можуть працювати на газі в пляшках, але вони дуже дорогі);
- ефективність висоти блоку;
- може обігрівати великі приміщення площею до 1500 м².

Недоліки газових котлів:

- перед установкою газового котла необхідно отримати відповідний дозвіл і оформити певні документи;
- небезпека газового котла, може статися витік газу;
- газовий котел потребує добре провітрюваному приміщенні з димоходом і окремим виходом на вулицю. У той же час котел не повинен

стояти біля стіни або між 2 стінами. Дека не повинна стояти біля стіни або між стінами. Крім того, двері в приміщення повинна відкриватися вільно: гніт горить, і для роботи пальника необхідна подача кисню.

- газовий котел обов'язково повинен бути обладнаний автоматикою для запобігання витoku газу і повинен перекривати газопровід в разі раптової появи такого типу витoku.

Переваги електричних котлів:

- електричний котел вважається найбезпечнішим: в ньому немає відкритого вогню;

- простота установки і використання;

- малий розмір;

- не вимагає особливого догляду-не потрібно очищати його від нагару (наприклад, газові або рідкопаливні котли);

- вони працюють тихо.;

- екологічність-відсутність шкідливих викидів або запахів.

Недоліки електричних котлів:

- якщо потрібна інша проводка і потужність котла перевищує 6 кВт, потрібно трифазна мережа електроживлення (380 В).;

- обмежена потужність (наприклад, для обігріву великого будинку необхідно придбати кілька окремих блоків для кожного поверху окремо);

- електричний котел має велике споживання електроенергії;

- низька ефективність високе енергоспоживання.;

- дискомфорт при відключенні живлення більш ніж на добу.

Тому, якщо порівняти 2 типу котлів, то можна зробити висновок, що газовий котел в даному випадку більш зручний, ніж електричний. Так, проєкт розрахований на обігрів квартири і подачу гарячої води споживачам, номінальна теплова потужність $q=18$ кВт, в кожній квартирі встановлений окремий газовий двоконтурний кораб.

Щоб вибрати найбільш підходящий варіант для харчування опалювального котла, давайте порівняємо 2 можливих варіанти джерела

енергії: електрика і природний газ. Оскільки вартість матеріалів однакова, витрати на встановлення системи опалення з газовим котлом та електричним котлом однакові. Різниця цих систем полягає у вартості енергоресурсів протягом розрахункового періоду [15].

Вихідними даними для порівняльної характеристики є:

- потужність котла, $P_r = P_e = 24$ кВт;
- витрата природного газу котлом $V = 2,9 \text{ м}^3/\text{год.}$;
- розрахунковий період – 1 рік;
- кількість опалювальних днів – 187 днів;
- вартість 1 кВт·год. електроенергії (станом на 05.05.2025р.) – $C_e = 2,64$ грн.;

- вартість 1 м^3 газового палива, що складається з ціни за природний газ та вартості доставки газу операторами ГРМ (станом на 05.05.2025р.) – $C_g = 7,99 + 2,016 = 10,006$ грн.

Розрахунок витрат коштів на електроенергію розраховується за формулою [12]:

$$S_e = E_p \cdot C, \quad (1.1)$$

де C – тариф за 1 кВт·год. електроенергії, грн.;

E_p – витрати електроенергії за рік, кВт·год [12]:

$$E_p = N \cdot n \cdot t \cdot \eta, \quad (1.2)$$

де N – потужність одного котлоагрегату, кВт;

n – кількість встановлених котлоагрегатів, шт.;

t – кількість годин роботи опалювального агрегату, год;

η – коефіцієнт корисної дії котла, $\eta = 0,9$.

$$E_p = 24 \cdot 72 \cdot 24 \cdot 187 \cdot 0,9 = 6979737,6 \text{ (кВт·год)}.$$

$$S_e = 6979737,6 \cdot 2,64 = 18426507,27 \text{ (грн.)}.$$

Розрахунок витрат коштів на природний газ розраховується за формулою [12]:

$$S_u = V_p \cdot C_g, \quad (1.3)$$

де C_g – тариф за 1 м^3 на витрату природного газу, грн.;

V_p – витрати природного газу за рік, m^3 .:

$$V_p = V \cdot n \cdot t \cdot \eta, \quad (1.4)$$

де N – потужність одного котлоагрегату, кВт;

n – кількість встановлених котлоагрегатів, шт.;

t – кількість годин роботи опалювального агрегату, год;

η – коефіцієнт корисної дії котла, $\eta=0,9$.

$$V_p = 2,9 \cdot 72 \cdot 24 \cdot 187 \cdot 0,9 = 843384,96 \text{ (} m^3 \text{)}.$$

$$S_r = 843384,96 \cdot 10,006 = 8438901 \text{ (грн.)}.$$

З наведених вище значень видно, що витрати на електроенергію при встановленні електричних котлів є вищими ніж на витрати придбання газового палива, оскільки

$$S_e > S_r$$

$$13819880,45 > 8438901.$$

Економічний ефект при цьому складає

$$E = S_e - S_r = 18426507,27 - 8438901 = 9987606,27 \text{ (грн.)}.$$

Отже, використання газових котлів дозволяє зекономити за рік 5380979,5 грн. в порівнянні з електричними котлами.

Тому використання в якості джерела енергії природного газу для роботи опалювальних котлів є більш доцільнішим та економічним ніж використання електроенергії.

Висновки до розділу 1

На основі проведеного техніко-економічного аналізу можна зробити висновок, що впровадження автономної системи опалення є доцільним та економічно вигідним рішенням. Основною перевагою є суттєве зниження експлуатаційних витрат, що забезпечує абсолютну економію коштів у порівнянні з централізованими або електричними системами опалення.

Серед додаткових переваг автономного опалення варто відзначити:

- гнучкість в управлінні споживанням енергії — можливість регулювання режиму опалення відповідно до погодних умов, часу доби або індивідуальних потреб споживачів;
- значне зменшення витрат на технічне обслуговування — завдяки впровадженню сучасних автоматизованих систем керування та діагностики;
- підвищена енергонезалежність — споживач не залежить від зовнішніх постачальників тепла;
- гарантоване тепло- і гарячоводопостачання протягом усього року, незалежно від опалювального сезону;
- вища енергоефективність обладнання, що відповідає сучасним екологічним і технічним стандартам.

Згідно з розрахунками, використання газових котлів дозволяє досягти щорічної економії коштів у розмірі близько 9987606,27 грн у порівнянні з аналогічними системами на основі електроенергії. Така різниця пояснюється як нижчою вартістю природного газу, так і вищим коефіцієнтом корисної дії сучасних газових агрегатів.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЄКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

2.1 Вихідні дані для проєктування

Місце розташування об'єкта будівництва: м. Немирів.

1. Кліматологічна характеристика району будівництва [17]:

1) середня температура:

- найбільш холодної п'ятиденки $t_5^{0,92} = -21^{\circ}\text{C}$;

- найбільш холодної доби $t = -26(^{\circ}\text{C})$;

2) середня швидкість вітру $v_{\text{ср}} = 4,5 \text{ м/с}$.

2. Конструкція зовнішніх стін: цегла силікатна, внутрішня та зовнішня цементно-піщана штукатурка, утеплювач (мінеральна вата).

3. Тип будівлі: 9-поверхова житлова будівля із вбудованими приміщеннями.

Схема системи опалення: двотрубна з горизонтальним розведенням.

Джерело теплозабезпечення: індивідуальні котли.

Тип будівлі: житлова із вбудованими приміщеннями.

Схема системи опалення: горизонтальна з по-квартирною розводкою.

Висота поверху: 3,0 м.

Так як м. Немирів знаходиться в I кліматичному районі [18], то для огорожуючих конструкцій (зовнішніх стін, вікон, перекриттів) використовують певні опори теплопередачі R_o , що наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Опори теплопередач захисних конструкцій $\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C/Вт}$

Найменування	Значення опору теплопередачі, $R_o, \text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C/Вт}$
Зовнішня стіна	4,0
Підлога	5,0
Перекриття	6,0
Вікно подвійне металопластикове	0,9
Двері	0,7

2.2 Моделювання та проєктні розрахунки теплотехнічних параметрів системи опалення

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

Виходячи із R_0 підбираємо товщину шарів матеріалів для кожної огорожувальної конструкції. Кожна огорожувальна конструкція, як правило, повинна складатися з несучого шару матеріалу (цегли, залізобетонної плити перекриття) і шару утеплювача.

Термічний опір підбраної огорожувальної конструкції R_0^{Φ} повинен бути не менше від R_0 , тобто повинна виконуватися умова: $R_0^{\Phi} \geq R_0$. Для цього необхідно розрахувати товщину шарів матеріалу і підібрати відповідну товщину шару утеплювачу [20].

2.2.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Повний фактичний термічний опір зовнішньої стіни підраховується з виразу [20]:

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

де α_v – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

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

δ_y/λ_y – термічний опір шару утеплювача, R_y ;

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

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

α_z – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни.

Теплофізичні характеристики матеріалів зовнішньої стіни будівлі:

1. пустотна силікатна цегла: $\delta_1 = 0,12$ м; $\lambda = 0,7$ Вт/(м · °С);
2. плити із мінвати : $\lambda = 0,04$ Вт/(м · °С);
3. керамічна повнотіла цегла: $\delta_1 = 0,38$ м; $\lambda = 0,056$ Вт/(м · °С);

4. штукатурки з вапняно-піщаного розчину: $\delta_1 = 0,015$ м; $\lambda = 0,697$ Вт/(м · °С);

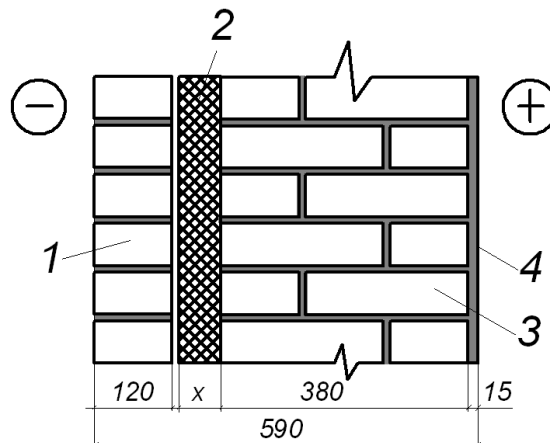


Рисунок. 2.1 – розрахункова схема утеплення зовнішньої стіни будівлі:
1-пустотна силікатна цегла; 2 – теплоізоляція (мінвата); 3 - керамічна повнотіла цегла; 4 - штукатурка.

Виходячи з умови $R_0 \leq R_0^{\Phi} = 4$ м²°С/Вт знаходимо необхідний термічний опір утеплювача [20]:

$$\begin{aligned}
 R_{ym} &= R_0 - \left[\frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_3} \right] = \\
 &= 4 - (0,115 + 0,12/0,7 + 0,38/0,056 + 0,015/0,697 + 0,043) = \\
 &= 2,972 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С}}{\text{Вт}} \right).
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

В якості утеплювача приймаємо плити із мінвати з $\lambda = 0,040$ Вт/м°С, тоді необхідна його товщина:

$$\delta_{ym} = R_{ym} \cdot \lambda_{ym} = 2,972 \cdot 0,04 = 0,119(\text{м}).
 \tag{2.3}$$

Приймаємо товщину шару утеплювача 0,15 м.

Перерахуємо необхідний термічний опір для стіни із шаром утеплювачу товщиною 1,5 м:

$$\begin{aligned}
 R_0^{\Phi} &= 0,115 + 0,38/0,56 + 0,15/0,040 + 0,12/0,70 + 0,015/0,697 + 0,043 = \\
 &= 4,78 (\text{м}^2\text{°С/Вт}).
 \end{aligned}$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої стіни становитиме:

$$K = 1 / 4,21 = 0,21 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}.$$

2.2.2 Підбір вікон та дверей

Для розрахунку приймаємо вікна з потрійним склінням, опір теплопередачі яких $R_B = 1 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$

$$\text{Коефіцієнт теплопередачі вікна } k = 1 / R_B = 1 / 1 = 1 \text{ (Вт / (м}^2\text{°C))}.$$

2.2.3 Теплотехнічний розрахунок міжповерхових перекриттів

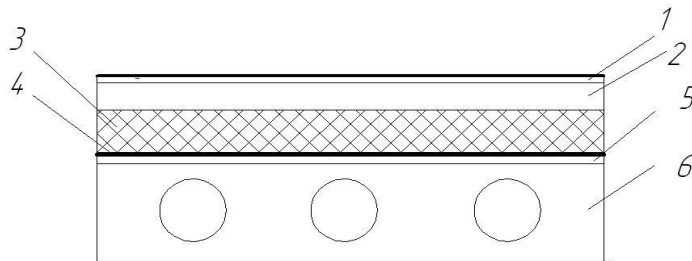


Рисунок 2.2 – Схема міжповерхового перекриття:

1 – керамічна плитка; 2 – бетонна стяжка; 3 – теплоізоляція;
4 – гідроізоляція; 5 – вирівнююча стяжка; 6 – залізобетонна плита.

Теплофізичні характеристики матеріалів міжповерхового перекриття:

1. керамічна плитка: $\delta_1 = 0,01 \text{ м}; \lambda = 1,1 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)};$

2. бетонна стяжка (вермикулітобетон): $\delta_1 = 0,07 \text{ м}; \lambda = 0,08 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)};$

3. теплоізоляція (екструдований пінополістирол): $\delta_1 = 0,12 \text{ м};$

$\lambda = 0,028 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)};$

4. гідроізоляція: $\delta_1 = 0,003 \text{ м}; \lambda = 0,17 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)};$

5. вирівнююча стяжка (вермикулітобетон): $\delta_1 = 0,02 \text{ м}; \lambda = 0,08 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)};$

6. багатопустотна залізобетонна плита: $\delta_1 = 0,22 \text{ м}; \lambda = 2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}.$

Термічний опір підлоги:

$$R = 1/8,7 + 1/12 + 0,01/1,1 + 0,03/0,81 + 0,15/0,039 + 0,22/2,04 = 5,54 \text{ (м} \cdot \text{°C/Вт)}.$$

Отже, необхідний опір теплопередачі ($5 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$) забезпечено.

2.2.4 Теплотехнічний розрахунок покрівлі

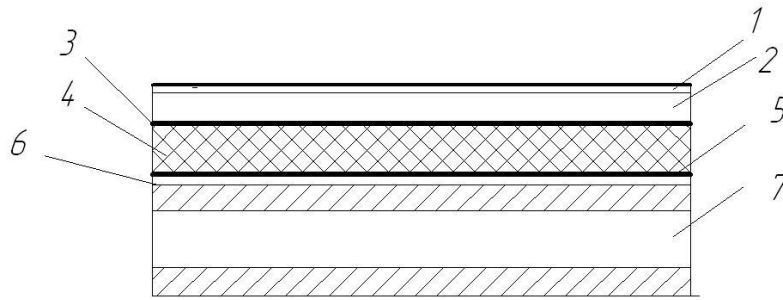


Рисунок 2.3 – Схема покрівлі:

1 – ізопласт; 2 –стяжка; 3 – гідроізоляція; 4 – утеплювач; 5 – пароізоляція; 6 – вирівнююча стяжка; 7 – плита покриття

Теплофізичні характеристики матеріалів покрівлі:

1. шар ізопласта ХППЗ: $\delta_1 = 0,015\text{ м}$; $\lambda = 0,03\text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;
2. вермикулітобетонна стяжка: $\delta_1 = 0,06\text{ м}$; $\lambda = 0,08\text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;
3. гідроізоляція (протиконденсаційна плівка): $\delta_1 = 0,3\text{ мм}$; $\lambda = 0,17\text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;
4. утеплювач (плита Пеноплекс): $\delta_1 = 0,12\text{ м}$; $\lambda = 0,028\text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;
5. пароізоляція (плівка ПВХ): $\delta_1 = 0,35\text{ мм}$; $\lambda = 0,17\text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;
6. вирівнюючий шар: $\delta_1 = 0,02\text{ м}$; $\lambda = 0,08\text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;
7. плита покриття (пустотна): $\delta_1 = 0,22\text{ м}$; $\lambda = 2,04\text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;

Опір теплопередачі для покрівлі:

$$R = 0,015/0,03 + 0,06/0,08 + 0,12/0,028 + 0,0003/0,17 + 0,00035/0,17 + 0,02/0,08 + 0,22/2,01 + 1/23 + 1/8,7 = 6,06\text{ (м}^2\text{°C/Вт)}.$$

Отже, необхідний опір теплопередачі, який становить $6\text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$, забезпечено.

2.3 Визначення тепловтрат через огорожуючі конструкції

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

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

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

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

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

Загальні тепловтрати Q_z складаються з головних Q_r та додаткових Q_d .

Головні тепловтрати Q_r , Вт, визначають за формулою [2]:

$$Q_r = 1/R_0^{\phi} \cdot F \cdot (t_b - t_z) \cdot n, \quad (2.4)$$

де: F – теплопередаюча поверхня огорожувальної конструкції, м²;

R_0^{ϕ} – повний фактичний термічний опір огорожувальної конструкції, м²·°C/Вт;

t_b – розрахункова температура внутрішнього повітря, °C [7].

t_z – розрахункова температура зовнішнього повітря, °C, приймається середня температура найбільш холодної п'ятиденки;

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

Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнта n для різних огорожень

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

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

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

Нормативні питомі тепловтрати складають 80 Вт/м^2 [3].

Розрахункові питомі тепловтрати:

$$q_{\text{пит}} = Q / S, \quad (2.5)$$

де Q - загальні тепловтрати; S – площа будівлі.

$$q_{\text{пит}} = 271779,6 / 4237,92 = 64,13 \text{ Вт/м}^2.$$

Отже, питомі тепловтрати будівлі не перевищують нормативних.

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

2.4 Вибір опалювальних приладів

Для опалення будинку застосовують двотрубну систему опалення із нижньою розводкою, яка підключається до індивідуального котла. Марка обігрівальних приладів мідно-алюмінієві «Термія» з боковим підключенням.

Поверхня нагрівання приладів $F_{\text{пр}}$ визначається за формулою:

$$F_{\text{пр}} = Q_n / q_n, \quad (2.6)$$

де Q_n - розрахункове теплове навантаження приладу [24];

q_n - поверхнева густина теплового потоку приладу.

Для розрахунків теплотехнічні характеристики приймаємо відповідно до каталогу виробника. Потужності опалювальних приладів див. додаток В.

2.5 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення

Метою гідравлічного розрахунку є визначення економічних діаметрів теплопроводів при заданих теплових навантаженнях і розрахунковому циркуляційному тиску, який встановлений для цієї системи.

Розрахунок трубопроводів виконують тоді, коли визначені всі тепловтрати приміщень, вибрані і розміщені опалювальні прилади, складена схема теплопроводів в аксонометрії.

Гідравлічний розрахунок системи опалення складається наступних етапів:

- розбивання системи на ділянки і приймання діаметрів трубопроводів на цих ділянках.

- по таблицям визначають швидкість руху теплоносія на даній ділянці, питомі втрати тиску і втрати тиску на місцевих опорах, визначають сумарні втрати тиску в системі.

- виконуємо перевірку: якщо запас тиску не перевищує 10% то діаметри трубопроводів підібрано правильно, в іншому випадку виконують перерахунок [1-3].

Перший етап проводиться у такій послідовності:

- розбиваємо систему на окремі ділянки і визначають витрату теплоносія по кожній ділянці. Значення витрат теплоносія кожної ділянки наносять на аксонометричну схему (аркуш 3).

Розрахунковий циркуляційний тиск в загальному вигляді визначають за формулою:

$$P_p = P_{ш} + P_{пр}, \quad (\text{Н/м}^2) \quad (2.7)$$

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

$$P_{ш} = (80 \div 100) \Sigma l, \quad (\text{Н/м}^2) \quad (2.8)$$

де Σl – довжини циркуляційного кільця, м.

$P_{\text{пр}}$ - природній тиск, який є в циркуляційному кільці за рахунок охолодження води в елементах системи:

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

$$P_{\text{нп}} = \beta \cdot g \cdot h \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{ох}}), \quad (\text{Н/м}^2) \quad (2.9)$$

де h - відстань за висотою між горизонтальними осями обігрівального приладу і виходу котла, м;

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

$t_{\text{ох}}$ – температура охолодженої води, $^{\circ}\text{C}$;

β – коефіцієнт, що приймається рівним 0,6 [3].

ΔP - природній тиск, який виникає в циркуляційному кільці від охолодження води в трубопроводі.

Розрахунок починаємо із самого найвіддаленішого циркуляційного кільця.

Витрати води визначаються за виразом:

$$G = 0.86 \cdot \frac{Q}{t_{\text{г}} - t_{\text{ох}}}, \quad (2.10)$$

$R_{\text{д}}$ – визначають за виразом:

$$R_{\text{д}} = \frac{0,5 \cdot P}{\sum L} \quad (2.11)$$

Другий етап виконується так:

Орієнтуючись на витрату води визначаємо діаметр трубопроводів, питомі витрати тиску на тертя на 1 м і швидкість руху водив трубопроводі, які заносять до таблиці (див. додаток Г).

Втрати на місцевих опорах визначаємо за формулою [1]:

$$Z = \sum \xi \cdot h. \quad (2.12)$$

Третій етап виконується так:

Просумувавши втрати тиску в системі порівнюємо його з розрахунковим. При розрахунках величиною природного тиску нехтуємо, тоді $P_p = P_{ш} = (80 \div 100) \Sigma l$ [3].

Результати гідравлічного розрахунку системи опалення приведені в додатку А. $\Delta_{зап}$ визначається за виразом:

$$\Delta_{зап} = (P_p - \Sigma(R \cdot l + Z)) / P_p \cdot 100\% \quad (2.13)$$

При гідравлічному розрахунку визначили швидкості течії і діаметри труб, запас тиску склав 5,9 %. Оскільки, запас циркуляційного тиску $\Delta_{зап}$ знаходиться в межах 5-10%, то розрахунок на цьому закінчується. Дані розрахунку наведено в додатку В.

Висновки до розділу 2

В технічній частині проведено основні розрахунки системи опалення житлової будівлі із вбудованими приміщеннями, виконано теплотехнічний розрахунок, розрахунок тепловтрат будинку, які складають 304,31 кВт, а також здійснено вибір і розрахунок обладнання для систем опалення.

Розроблено заходи по створенню комфортних мікрокліматичних умов для працівників та осіб, що проживають в цьому будинку. Під час проєктування систем опалення здійснено моделювання гідравлічних режимів в табличній формі (додаток Г). В результаті гідравлічного розрахунку підібрано діаметри трубопроводів та стояків (аркуш 2). При перевірці отриманих обчислень результати розрахунків збігаються, отже обчислення виконані вірно.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

3.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту

До монтажу прийнята тупикова поквартирна система опалення з горизонтальною розводкою (див. аркуш 3).

Запроектована система опалення 9-ти поверхового житлового будинку є поквартирною тупиковою. В кожній квартирі, а також у вбудованих приміщеннях, розміщено газовий котел «Ariston».

Поквартирні трубопроводи виготовлені з поліетилену з антидифузійним шаром: діаметром 16-25 мм, що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-143-2007, виробник «KAN». Для дренажних повітровипускних трубопроводів застосовуються оцинковані труби.

Антикорозійне покриття ізованих труб виконується фарбуванням ЕП-140 у 2 шари по ґрунту ХС-010 в 1 шар. Монтаж системи опалення виконано у відповідності з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 «Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем».

В даній системі опалення використовують мідно-алюмінієві радіатори «Термія»: моделі з боковим підключенням для квартир та електроконвектори «Термія» для опалення приміщень загального користування та сходових кліток. У вбудованих приміщеннях використовують мідно-алюмінієві радіатори «Термія»: моделі з боковим підключенням.

Для гідравлічного регулювання та повного відключення окремих горизонтальних гілок та спуску теплоносія, встановлено автоматичні балансувальні клапани фірми «Tour Andersson», які крім функції підтримання постійного перепаду тиску, для забезпечення гідравлічної стійкості системи виконують функції спускної арматури [23].

Випуск повітря з системи опалення здійснюється повітровідвідниками, що встановлюються на кожному радіаторі горизонтальних гілок та повітрозбірниками у найвищих точках системи опалення.

На підведеннях до нагрівальних приладів встановлюються клапани з підвищеною пропускною спроможністю, з термостатичним елементом та запірні клапани фірми «Tour Andersson».

Джерелом теплопостачання є для кожної квартири та вбудованого приміщення індивідуальні котли «Ariston» моделі BS II 24 FF потужністю 24 кВт з циркуляційним насосом та розширювальним баком з закритою камерою згорання параметрами теплоносія – вода 80 – 60 °С.

Для підтримання гідравлічної стійкості систем опалення передбачено встановлення регуляторів перепаду тиску.

Трубопроводи систем опалення і мережної води в межах обв'язки котла прийнято з труб сталевих електрозварних, трубопроводи дренажу – з труб сталевих водогазопроводних звичайних у відповідності до Переліку технологічного і інженерного устаткування об'єктів житлово-цивільного будівництва. Розділ 6. Санітарна техніка. 10.6.01-96 Частина 1. Труби і фасонні частини санітарно-технічних мереж і систем. Трубопроводи обв'язки котла, крім трубопроводів дренажу, ізолюються матами із мінеральної вати $\delta=40$ мм з покривним шаром з негорючої тканини з кручених комплексних ниток по ДСТУ Б В.2.7-235:2010 Фасонні елементи з мінеральної вати для ізоляції трубопроводів. Технічні умови. Обладнання, арматура і фланцеві з'єднання ізолюються з'ємною ізоляцією.

3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи

Перед початком монтажних робіт об'єкт приймається згідно акту для виконання будівельно-монтажних робіт. Об'єкт чи його частину потрібно прийняти під монтаж при закінченні будівельних робіт: закінчених перекриттів;

сходових клітин; внутрішніх стін і перегородок. Проходи і проїзди звільняють від будівельного сміття і сторонніх предметів.

Перед прийманням об'єкту під монтажні роботи виконують підготовчі роботи, які фіксуються актом прийомки-передачі [26]:

- пробити отвори в стінах і перекриттях для прокладання трубопроводів;
- виконати отвори із закладними деталями;
- виконати штукатурку стін і перекриттів в місцях прокладання трубопроводів;
- провести лінії енергопостачання для можливості проведення монтажних робіт;
- підготувати монтажні проходи для переміщення габаритного обладнання, що монтується;
- нанести на стінах фарбою відмітки «чистої підлоги».

Перед початком монтажу систем забезпечується [26]:

- приміщення для майстра, побутові приміщення для робітників;
- нормативне освітлення приміщень;
- приміщення для комплектувальної майстерні, майданчики для зберігання заготовок, матеріалів і обладнання в зоні дії транспортних засобів;
- забезпечення електроенергією, водою для виробничих і побутових потреб;
- пожежно-сторожова охорона;
- забезпечити можливість використання приоб'єктного транспорту для переміщення та підйому обладнання системи опалення.

Акт про готовність об'єкту підписує представник генпідрядника (представник замовника) і монтажної організації (головний інженер).

3.3 Визначення складу і об'єму робіт

Склад робіт [33, 34]:

Монтаж обладнання системи опалення проводиться в такій послідовності:

- доставка деталей до місця монтажу та їх складування;
- прокладання трубопроводів опалення виготовлених з поліетилену з антидифузійним шаром: РЕ-Хс труб діаметром 16 мм;
- прокладання трубопроводів опалення виготовлених з поліетилену з антидифузійним шаром: РЕ-Хс труб діаметром 20 мм;
- прокладання трубопроводів опалення виготовлених з поліетилену з антидифузійним шаром: РЕ-Хс труб діаметром 25 мм;
- прокладання трубопроводів опалення із сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 15 мм;
- прокладання трубопроводів опалення із сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 20 мм;
- встановлення радіаторів сталевих Термія;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- встановлення фільтрів для очистки води;
- встановлення повітрозбірників;
- встановлення поквартирних котлів;
- гідравлічне випробування трубопроводів діаметром до 50 мм;
- фарбування металевих трубопроводів;
- транспортування допоміжного обладнання.

Об'єми робіт:

1. Транспортування та складування матеріалів і виробів.

Загальна вага усіх деталей 3990 кг, $V = 4,0\text{т}$.

2. Прокладання трубопроводів опалення із сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб складається з наступних робіт:

- розмітка місць встановлення кріплень;
- прокладання трубопроводів з готових вузлів або окремих деталей на зварюванні з підтриманням при прихватці;

- вивірювання трубопроводів;
- встановлення муфтової арматури;
- встановлення і заробляння гільз в готові отвори в місцях проходів

трубопроводів в стінах і перекриттях:

довжина сталевих трубопроводів D_y 15 мм складає 381 м;

довжина сталевих трубопроводів D_y 20 мм складає 171 м;

довжина сталевих трубопроводів з поліетилену з антидифузійним шаром PE-Xc D_y 16 мм складає 3103 м;

довжина сталевих трубопроводів з поліетилену з антидифузійним шаром PE-Xc D_y 20 мм складає 1350 м;

довжина сталевих трубопроводів з поліетилену з антидифузійним шаром PE-Xc D_y 25 мм складає 320 м.

3. Встановлення радіаторів:

- піднімання і навішування приладів на кронштейн;
- кріплення приладів з вивірюванням по рівню і відвісу.

Кількість радіаторів – 420 шт.

4. Встановлення запірно-регулюючої арматури.

Засувки встановлюють в такій послідовності:

- піднімання і встановлення засувки;
- центрування фланців;
- встановлення готових прокладок і болтів;
- з'єднання фланців з затяжкою болтів за допомогою ручного гайкового

ключа.

Встановлюється вентилів – 368 шт.

5. Встановлення клапанів регулюючих. Кількість клапанів – 420 шт.

6. Встановлення повітрозбірників складається з таких робіт:

- розмітка місць встановлення кріплень;
- встановлення кріплень;
- встановлення повітрозбірника і закріплення його хомутами;
- під'єднання повітрозбірника до трубопроводів.

Встановлюється 9 повітрозбірників.

7. Встановлення клапанів запірних, кутових – 420 шт.

8. Влаштування термостатичних елементів . Кількість елементів – 420 шт.

9. Встановлення газових настінних котлів.

Кількість кранів– 45 шт.

10. Гідравлічне випробовування трубопроводів виконують в такій послідовності:

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

Об'єм робіт при випробовуванні трубопроводів становить 100 м.

11. Масляне фарбування трубопроводів.

Об'єм трубопроводів визначається за формулою: [26]

$$F = \pi \times d \times L, \quad (3.1)$$

де F – площа поверхні трубопроводу, який підлягає фарбуванню, м^2 ;

d – діаметр трубопроводу, м ;

L - довжина ділянки трубопроводу, м .

Площа трубопроводів, які фарбуються складає $V = 187,7 \text{ м}^2 = 200 \text{ м}^2$.

12. Кількість допоміжних матеріалів та сміття, яке потрібно відвести становить 0,5 т.

3.4 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій

3.4.1 Вимоги до монтажу опалювальних приладів

Опалювальні прилади встановлюються після штукатурення місць для їх встановлення, при наявності чистої підлоги або її відмітки. Опалювальні прилади марки «Термія» встановлюються на відстані не менше 100 мм від підлоги та 30 мм від поверхні штукатурки стіни [24].

Монтаж опалювальних приладів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити місця установки кріплень;
- б) висвердлити отвори для кронштейнів;
- в) зібрати радіатори з окремих секцій за допомогою ніпелів;
- г) навісити радіатори;
- д) зібрати різьбові з'єднання з фасонними частинами;
- ж) встановити терморегулюючий вентиль;

На підводках до нагрівальних приладів встановлюються клапани з підвищеною пропускною спроможністю з термостатичним елементом та запірні клапани.

3.4.2 Вимоги до монтажу трубопроводів

В даній системі опалення трубопроводи розташовані в приміщеннях квартир. При їх прокладанні мінімальний уклон становить 0,002 .

Відгалуження від магістральних трубопроводів до стояків виконуються під прямим кутом. На відгалуженнях від трубопроводів до стояків після пробкових кранів встановлюються згони із пробками для випуску повітря та зливі води. Сталеві трубопроводи діаметром до 50 мм монтуються за допомогою зварювання або різьбового з'єднання.

Монтаж трубопроводів виконати в такій послідовності [26]:

- а) розмітити вісі та установити підвіски і кронштейни;
- б) прокласти труби, вузли і заготовки по наміченим осям;
- в) зібрати та приєднати до них монтажні вузли, повітрозбірники;
- г) вивірити та установити задані уклони;
- д) встановити і закріпити гільзи;
- е) закріпити магістралі на опорах та підвісках.

Перед початком монтажу всі труби оглядаються і звільняються від сміття (за необхідності). Стояки прокладаються вертикально і закріплюються на надійних опорах. Монтуються стояки за допомогою зварювання.

Стояки в місцях перетину з внутрішніми стінами та перегородками прокладаються в гільзах.

Монтаж стояків виконати в такій послідовності:

- а) розмітити місця встановлення стояків;
- б) з'єднання стояків між поверхами зварюванням;
- в) установити та вивірити вузли по квартирних підводок з приєднаними до них згонами;
- г) з'єднання підводок герметизуючи ми матеріалами;
- д) вивірити та закріпити стояки хомутами;
- ж) після збирання стояка і підводів перевірити вертикальність стояка, нахили підводів, міцність закріплення труб і радіаторів.

3.4.3 Вимоги до монтажу поліпропіленових трубопроводів системи опалення

Системи опалення квартир та офісів складається з поліетиленових трубопроводів терморегуляторів і опалювальних приладів. Трубопроводи виготовленні з поліетилену з антидифузійним шаром: РЕ-Хс діаметром 16-25 мм, що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-143-2007, виробник «KAN».

Трубопроводи прокладені в захисній гофрі в товщі підлоги. Рівень стяжки над трубопроводом має бути не менше 50 мм. Кріпиться трубопровід при допомозі пластмасових крюків РЕХ.

Монтаж трубопроводів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити місця прокладання трубопроводів і розміщення кронштейнів;
- б) прокласти трубопроводи в захисній гофрі по розміченим місцям;
- в) виконати з'єднання всіх ділянок трубопроводу з необхідними фітингами і відведеннями;
- г) після завершення розкидання трубопроводів по поверху виконати заливання підлоги цементним розчином;
- д) в місцях приєднання до радіаторів залишити випуски;
- е) після виконання монтажних робіт виконати ескізи поквартирних схем фактичного прокладання трубопроводів з прив'язками до будівельних конструкцій (це робота виконується, для випадку необхідності демонтажу трубопроводів).

3.4.4 Виконання ізоляційних робіт та фарбування трубопроводів

Теплоізоляція на даному об'єкті застосовується вертикальних стояках.

Товщина шнурів від 30 до 50 мм. Гранична температура використання в залежності від виду оболонки $t=150-600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ізоляція монтується щільною спіральною навивкою в один, два, або три шари. Зовні теплоізоляція покривається захисним шаром.

Трубопроводи, по яким переміщується умовно чиста вода температурою до 95°C фарбуємо масляною фарбою ззовні за один раз [9]. Зовнішню поверхню трубопроводу фарбуємо після закінчення монтажу системи під колір приміщення.

Процес сушки відбувається протягом 2-3 годин при температурі навколишнього повітря $+15...+20^{\circ}\text{C}$. Покриття наносимо в приміщенні,

температура в якому не повинна бути нижче $+8^{\circ}\text{C}$, а відносна вологість не повинна перевищувати 70 % .

Нанесення антикорозійного покриття на металеві поверхні систем опалення складається з наступних операцій [26]:

1. Підготовка металевої поверхні до нанесення покриття.
2. Ґрунтування очищених поверхонь.
3. Фарбування ґрунтованих поверхонь.

Підготовка поверхні полягає у очищенні металу від бруду, окалини, іржі та жиру до металічного блиску. Після ретельної очистки, знежирювання, та просушки на поверхню наносимо ґрунт. Аби не утворився новий шар корозії на поверхні, ґрунт наносимо не пізніше ніж через 8 годин після просушки.

3.4.5 Підбір машин, механізмів, пристосувань

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано автомашиною Mercedes Bens Sprinter, яку підібрано на основі аналізу потреби в матеріалах та механізмах з врахуванням їх маси та габаритів. Технічні характеристики автомобіля Mercedes Bens Sprinter 340M наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики автомобіля Mercedes Bens Sprinter 324L3H2 [29]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність	кг	3000
Вантажна висота	мм	2800
Тип приводу		задній
Колія колес:		
передні	мм	2000
задні	мм	2100
Витрата палива	л/100 км (змішаний цикл)	13,0
Повна маса	кг	3500

Отвори для встановлення кронштейнів та пробивання отворів цегляних стінах виконують за допомогою перфоратора Makita [32].

Його характеристики:

Напруга – 24 В;

Батарея - NiCd 2.0 Ач;

Потужність – 300 Вт;

Число обертів х.х.: 0-1100 об/хв;

Енергія удару - 2.1 Дж;

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

Патрон -SDS-Plus;

Макс. діаметр свердлення для бетону - 22 мм;

Маса - 4.0 кг;

Довжина - 310 мм;

Висота - 240 мм.

Поршневий компресор високого тиску Makita. Характеристики [32]:

Продуктивність – 230 л/хв.;

Тиск – 8 бар;

Потужність двигуна – 1,5 кВт;

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

Маса – 25кг;

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

Вага всього - 4,4 кг.

Потужність двигуна - 400 Вт.

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

Підбір інструментів та допоміжного обладнання приведений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Набір інструментів та пристосувань для монтажу системи опалення

Найменування	Норматив, марка	Кількість
Ключ гайковий двухсторонній	ДСТУ ISO 272:2000	4
M17x19 мм		4
M19x22 мм		4
Плоскогубці комбіновані	ISO 5746:2004	4
Викрутки	ISO 2380-1:2004	4
Молоток слюсарний	ДСТУ Б В.2.8-23:2009	4
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ISO 272:1982	4
Молоток гумовий		4
Стрічка вимірювальна, 20 м	ДСТУ 4179-2003	4
Рівень металевий	ДСТУ Б В.2.8-18:2009	2
Висок	ДСТУ Б В.2.8-18:2009	2
Пружина згинальна		4
Різак для металопластикових тр-дів		4
Ящик переносний для інструменту		4
Будівельно – монтажний пістолет	ПЦ – 52-1	2
Перфоратор Makita	HR400	2
Шуруповерт Makita	NS2700	2
Компресор для обжиму труб	PEX	1
Компресор Makita	MAC610	1

Набір інструментів та пристосувань для зварювальних робіт наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Набір інструментів та пристосувань для зварювальних робіт

Найменування	Норматив, марка	Один виміру	Кількість
Інверторне зварювання ПАТОН	ВДИ-L-400	шт	1
Газогенератор ацетиленовий	АСП-1,25-6	шт	1
Пальник комбінований	ГС-3	шт	1
Різак ацетиленовий	РЗР –50	шт	1
Редуктор ацетиленовий	ISO 2503	шт	1
Редуктор кисневий	ISO 2503	шт	1
Плоскогубці комбіновані	ISO 5746:2004	шт	2
Ключ гайковий розвідний		шт	1
Молоток слюсарний, 800г	ДСТУ Б В.2.8-23:2009	шт	2
Зубило слюсарне довжиною 200мм	ISO 272:1982	шт	2
Рашпіль круглий	ISO 6052	шт	2
Щітка сталева		шт	2
Ніж мідний		шт	1
Електротримач пружинний	ЕД - 2 (500 А)	шт	1
Дріт для електродугової зварки, переріз 40 мм ²	ISO 544	м	450
Ящик переносний для інструменту		шт	1

Для випробовування трубопроводів на міцність та щільність використовується прес гідравлічний REMS Push.

Для фарбування сталевих трубопроводів використовуємо фарборозпилювач КР-20. Технічні характеристики наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики фарборозпилювача КР-20 [32]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Видатність	м ² /Год	160-218
Витрата фарби	г/хв	18-23
Витрата повітря	м ³ /Год	13,6-18
Маса	кг	0,5

Таблиця 3.5 – Матеріали, необхідні для монтажу котлів

Матеріали	Одиниця виміру	Об'єм
Масло індустрійне И-20А	т	0,00007
Електроди, діаметр 4мм, марка Э42	т	0,00139
Оліфа натуральна	кг	0,06
Прокладки гумові (пластина технічна пресована)	кг	0,25
Болти з гайками та шайбами, діаметр 16мм	т	0,00808

3.5 Витрата матеріалів та допоміжного обладнання при монтажі системи опалення

В зв'язку з тим, що на об'єкт надходять фасонні частини трубопроводів в готовому вигляді, тою є потреба тільки в монтажних інструментах.

Вимірювальні інструменти:

- рулетка (стрічка) вимірювальна, 20м;
- виски;
- рівні (ДСТУ Б В.2.8-18:2009).

Ударні інструменти:

- молотки слюсарні (ДСТУ Б В.2.8-23:2009);
- кувалди;
- зубила слюсарні (ISO 272:1982).

Інструменти для зборки:

- ключі гайкові (ДСТУ ISO 272:2000) одно- та двосторонні;
- викрутки (ISO 2380-1:2004);
- плоскогубці (ISO 5746:2004).
- ковзани для переміщення вантажу до місця монтажу.

Молоток слюсарний тип 2 застосовуємо при зборці трубопроводів для кільцевої зачистки зварних швів від шлаку та насадки фланців.

Кувалда застосовуємо для робіт, які потребують більш значної прикладеної маси, наприклад, для забивання в стіни та стелю кронштейнів для кріплення трубопроводів.

Матеріали, які потрібні для монтажу системи опалення наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Відомість витрат матеріалів

№ п/п	Найменування	Норматив, марка	Одиниці виміру	К-сть	Вага, кг
1	2	3	4	5	6
Трубопроводи сталеві					
1	Труби сталеві водо-газопровідні, d _y 20	ДСТУ 8936:2019	м	171	684
2	Те ж d _y 15		м	381	571,5
Кріплення трубопроводів					
3	Кронштейни металеві		шт	100	135,96
Арматура на трубопроводах					
4	d _y 15, 20		шт	1680	1512
5	Фільтри сітчасті d _y 15, 20		шт	92	9,2
Трубопроводи «KAN» поліетиленові					
6	Трубопроводи, d _y 16	KAN	м	3103	567,3
7	Те ж d _y 20	KAN	м	1350	405
8	Те ж d _y 25	KAN	м	320	160

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6
Прокладочні матеріали					
9	Гума листова $\delta = 0,4\text{мм}$	ДСТУ ISO 1817:2019	кг	6,5	—
10	Азбест шнуровий		кг	3,5	—
11	Стрічка ФУМ шириною 10,15мм	4Д марка 1	м	1058	—
Обладнання системи опалення					
12	Радіатори сталеві	Термія	шт	420	470,88
13	Повітрозбірники		шт	420	
Ізолювальні матеріали					
14	Шнур з мінеральної вати $\delta = 30\text{мм}$ для $d_y 20$		м	17,1	—
Допоміжні матеріали при прокладанні сталевих трубопроводів					
15	Кисень технічний газоподібний		м ³	2	—
16	Дріт зварювальний легований, $d 4\text{мм}$		кг	1,38	—
17	Електроди, $d 4\text{мм}$	Е 42	кг	5,4	—
18	Проволока електродна для зварювання	ISO 544	м	1,9	—
19	Оліфа натуральна		кг	2,59	—
20	Очіс льняний	ДСТУ 5015:2008	кг	0,3	—
21	Сурик свинцевий	ДСТУ 1438-94	кг	0,3	—
22	Болти з шайбами та гайками	M16	кг	1,7	—
Фарбування трубопроводів					
23	Фарба масляна густо терта МА-015		кг	25,9	—
24	Грунт ГФ - 020		кг	25,9	—
25	Розчинник: уайт-спірит		кг	5,2	—
26	Солідол синтетичний		кг	0,22	—
ВСЬОГО			кг	3989,6 (4000)	

3.6 Витрати на паливні та енергетичні ресурси

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

$$E = \Sigma (P \times \tau \times k), \quad (3.2)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

$$E_1 = 16,57 \times 152 \times 0,5 = 1259 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань, км, кількість ходок $n = 1$, витрата пального $Q = 13 \text{ л/100км}$.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою

$$Q = Q \times 2 \times n \times l = 0,13 \times 2 \times 1,5 \times 40 = 15,6 \text{ (л)}.$$

3.7 Визначення трудомісткості робіт

Визначаємо Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт та зводимо в таблицю 3.7.

Таблиця 3.7 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи опалення

Обгр по РЕК Н	Найменування робіт	Од. ви міру	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год.	Трудо-місткість, люд/дні	Виконавці		Тривалість, дні
						кількість	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
11-4-2	Доставка деталей до місця монтажу та їх складування	т	4,0	2,71	1,355	2	Водій -1 робітник и 2р. –1	1
16-6-1	Прокладання трубопроводів опалення із сталевих водогазопровід. неоцинкованих труб діаметром 15 мм	100 м	3,81	48,71	23,198	8	монтажн. 3р.-8,	3

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16-6-2	Прокладання трубопроводів опалення із сталевих водогазопровід. неоцинкованих труб діаметром 20 мм	100 м	1,71	48,71	10,412	8	монтажн. 3р-8	1,5
16-14-13	Прокладання трубопроводів опалення із поліетиленових труб 25 мм	100 м	3,2	92,4	36,96	10	монтажн. 3р-10	3,5
16-14-12	– ” – діаметром до 20 мм	100 м	13,5	89,9	151,7	10	монтажн. 3р-10	15
16-14-11	– ” – діаметром до 16 мм	100 м	31,03	46,5	180,4	10	монтажн. 3р-10	18
18-6-2	Встановлення радіаторів	100 кВт	3,04	96,92	36,83	10	монтажн. 4р.-5, 4р.-5	3,5
18-21-1	Встановлення повітро-збірників	10 шт.	0,9	12,3	1,3	3	монтажн. 4р.-3,	0,5
16-15-2	Встановлення вент., засувок та ін.	шт.	368	2,41	110,86	10	монтажн. 4р.-3	11
26-1-7	Ізоляція трубопроводів	10м.	2,36	11,84	3,5	7	монтажн. 3р.-7	0,5
16-15-3	Встановлення клапанів запірних	шт.	420	1,23	64,57	10	монтажн. 4р.-10	6,5

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16-29-1	Гідравлічне випробовування	100 м	2,0	8,22	2,055	2	монтажн. 3р.-2	1
16-30-1	Зароблення отворів проходження труб	шт.	5	2,95	1,844	2	монтажн. 3р.-2	1
13-16-1 13-26-1	Ґрунтування і фарбування сталевих поверхонь труб.	100м.	5 5	2,53 2,35	1,58 1,47	2	монтажн. 2р.-2	1
П7-60-1	Визначення готовності системи до регулювання	сист.	1	6,6	0,825	2	Інженер 1 кат. -2	0,5
П7-61-1	Регулювання внутрішньої системи опалення	сист.	1	25,8	3,225	2	Інженер 1 кат. -2	1,5
С311-10-Е	Перевезення сміття та обладнання для монтаж	т	0,5	2,73	0,171	2	Водій -1 робітник и 2р. –1	0,5

3.8 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану

Розрахунок техніко-економічних показників виконується в такій послідовності:

Визначається середня кількість працюючих за формулою

$$R_C = \frac{Q_{zag}}{T_{zag}} [\text{люд}], \quad (3.3)$$

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

T_{zag} – загальна тривалість будівництва, дні (див. аркуш 6)

Середня кількість працюючих:

$$R_c = \frac{521,368}{40} \approx 13 \text{ люд.}$$

Коефіцієнт нерівності використання людей визначається за формулою:

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

де $R_{\max}$ – максимальна кількість працюючих, люд (див. аркуш 6)

Тоді коефіцієнт нерівномірності використання людей:

$$\alpha_1 = \frac{13}{40} = 0,65$$

Коефіцієнт нерівномірності по трудовитратах визначається за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{Q_{\text{над}}}{Q_{\text{заг}}}, \quad (3.5)$$

Тоді коефіцієнт нерівномірності по трудовитратах :

$$\alpha_2 = \frac{156,41}{521,368} = 0,3$$

Коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт визначається за формулою:

$$\alpha_3 = \frac{T_{\text{вст}}}{T_{\text{заг}}}, \quad (3.6)$$

де $T_{\text{вст}}$ – тривалість виконання робіт при $R \geq R_{\max}$, (див. аркуш 6)

$$\alpha_3 = \frac{26}{40} = 0,65.$$

Рівень механізації визначається за формулою:

$$\eta = \frac{Q_{\text{мех}}}{Q_{\Sigma}}. \quad (3.7)$$

$$\eta = \frac{265,684}{521,368} = 0,5$$

3.9 Пуск в дію та випробування системи опалення

Після закінчення монтажу системи опалення та іншого обладнання, виконується випробування системи опалення. Розглянемо випробування системи опалення на ділянці.

Система витримала випробування гідростатичним методом, якщо протягом 5 хв падіння тиску не перевищує 0,03 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 – МТИ (манометр точних вимірів – діапазон до 600 кПа).

На всі виявлені при перевірці дефекти на ділянці складають відомість, що передається генпідряднику. Дефекти можуть бути усунені до початку передпускових випробувань.

Пускові експлуатаційні випробування на ділянці виконуються в наступній послідовності [25, 26, 31]:

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

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

- а) правильність прокладання трубопроводів (перевіряють діаметри, нахили та з'єднання);
- б) встановлення потрібної площі нагріву опалювальних приладів;
- в) розміщення водо- та повітроспускних пристроїв, відсутність течії в трубних з'єднаннях, арматурі та фасонних частинах;
- г) міцність кріплення трубопроводів та приладів;

д) правильність встановлення та справність дії запірно-регулюючої арматури, запобіжних пристроїв та контрольно-вимірювальних приладів;

е) рівномірність прогріву всіх приладів в будівлі.

Наступним етапом є промивання системи опалення для видалення бруду. При цьому наповнюється система водою з водопроводу, а потім швидко випускається в каналізацію через спеціальний штуцер у нижній частині системи за допомогою шланга.

Під час наповнення системи водою повітря не менше як два рази випускається через повітрозбірники або повітряні крани до появи з них струменя води. Під час пуску системи опалення основним завданням є запустити в дію якомога більше приладів і прогріти більше приміщень. Тому всі дрібні дефекти (течі, свищі та тріщини в трубах) усуваються за допомогою простих тимчасових заходів: обмотування ізоляційною стрічкою, встановлення хомутів з гумовими прокладками тощо, фіксуєючи при цьому місця, де течі припинені цим способом.

Після зовнішнього огляду до початку малярних робіт або інших облицювальних робіт система опалення випробовується на міцність і герметичність. Для точнішого виявлення дефектів місць кожна система випробовується окремими ланками, а потім вся в цілому.

Щоб виявити дефекти, спричинені температурними подовженнями, перед початком випробувань система заповнюється водою, прогрівається до розрахункової температури протягом доби, потім охолоджується. Після цього відключається система від трубопроводів й заповнюється водопровідною водою через зворотну магістраль системи опалення.

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробовується система водяного опалення таким чином відключається джерело теплоносія гідростатичним методом - тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий тиск, але не менший за 0,2МПа в нижній точці системи.

Гідравлічне випробування системи опалення виконується в такій послідовності: система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа; виявивши дефекти монтажу на слух, знижують тиск до атмосферного і ліквідують їх; потім система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримується протягом 5 хв.

Система опалення витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа при гідравлічному випробуванні і 0,01 МПа при пневматичному, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі.

Гідравлічне випробування частини системи з металопластикових труб виконують випробування для частини системи. Випробування на герметичність при тискові, що перевищує робочий в 1,5 рази, але не менше 0,6 МПа при постійній температурі води. При підготовчих роботах перед гідравлічним випробуванням необхідно:

- тимчасово зняти запобіжні, регулювальні клапани, датчики, якщо допустимий тиск цієї арматури менше величини пробного тиску;
- відключені елементи замінити заглушками або запірними клапанами, допустимий тиск для яких більше величини пробного тиску;
- підключити до системи манометр з точністю вимірювань 0,01 МПа.

Гідравлічне випробування системи проводять в 2 етапи : 1-й етап – на протязі 30 хв двічі піднімати тиск до розрахункової величини через кожні 10 хв. Наступні 30 хв падіння тиску в системі не повинно перевищувати 0,06 МПа. 2-й етап – наступні 2 год падіння тиску (від досягнутого на 1-му етапі) не повинне бути більше, ніж на 0,02 МПа.

У разі виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, система спорожнюється і усуваються дефекти, а потім гідравлічне випробування повторюється. Після гідравлічних випробувань водопровідна вода, що є в системі опалення, зливається в каналізацію.

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

Після гідравлічного випробування складається акт про гідравлічне випробування системи опалення, наведений у додатку Г .

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування. Запущена в роботу система опалення має прогріватись протягом 24 годин, після чого проводиться її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В разі потреби використовуються спеціальні прилади (теплові зори, електронні термощупи тощо). В результаті огляду виявляється і регулюється рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевіряються розрахункові параметри теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; контролюється безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях.

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

3.10 Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт

Всі працівники повинні пройти навчання по техніці безпеки по 8-10 годинній програмі [35, 39].

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

До виконання газозварювальних робіт допускаються особи, не молодші за 18 років [35]. Якщо газозварювальник мав перерву в роботі, більшу від трьох місяців, або перейшов з іншого підприємства, він повинен пройти повторну перевірку знань (комісія спеціальним протоколом дає дозвіл на газозварювальні

роботи). Газозварювальник має право працювати тільки на закріпленому за ним газогенераторі.

Газові балони необхідно зберігати в металевих шафах. Балони потрібно оберігати від механічних пошкоджень і ударів, тому що це може викликати вибух.

Перед початком газового зварювання необхідно перевірити: міцність і герметичність приєднання газових рукавів до пальника і редуктора; наявність води в гідрозатворі до рівня пробки, а також щільність приєднання шланга до затвора, справність пальника і редуктора.

Електрозварювальні апарати повинні бути занулені або заземлені, і в неробочий час знеструмлені. Апарати необхідно регулярно, хоча б один раз в місяць, перевіряти на: відсутність замикання на корпус; цілісність заземлювального проводу; справність ізоляції живильних проводів; відсутність оголених струмопровідних частин; відсутність замикання між обмотками високої і низької напруг [2].

Користуючись трубними і гайковими ключами, не можна одягати обрізки труб на ручки ключів і використовувати металеві підкладки під губки ключів.

Верстати та механізми може підключити до електромережі електрик з дозволу адміністрації цеху у відповідності з монтажною електросхемою, що наявна в паспорті. Перед підключенням до мережі верстат або механізм треба надійно заземлити та занулити, перевірити правильність кріплення огорожень та положення органів керування, які повинні знаходитись у положенні «ввімкнено». Всі струмоведучі частини електроустаткування та дроти повинні бути огорожені та попереджені від випадкового дотику до них. Після підключення до електромережі верстат або механізм треба ввімкнути та мінімальний режим та перевірити на холостому ході роботу всіх органів верстату. До роботи на верстаті чи механізмі допускаються особи, що вивчили його конструкцію, прийоми роботи, правила техніки безпеки та безпечної роботи на цьому верстаті чи механізмі [3].

Оброблювані деталі повинні бути надійно закріплені. Робочий інструмент можна встановлювати та знімати тільки після повної зупинки механізму.

Заборонено гальмувати рухомі частини рукою навіть при вимкненому приводі. Через працюючий верстат або механізм не можна передавати або брати предмети, перегинатись, опиратись на нього. Не слід закладати та подавати рукою оброблювану деталь під час роботи верстату. Забороняється під час роботи чистити, змащувати, або убирати відходи з верстату та механізму. У всіх випадках виявлення несправностей, а також при закінченні роботи чи відході від верстату або механізму обов'язково зупинити верстат.

Для попередження пожежі на місці монтажних робіт або в заготівній майстерні необхідно обережно поводитись з вогнем та виконувати всі протипожежні заходи. Палити можна лише в спеціально відведених місцях. Вогнебезпечні матеріали слід зберігати в спеціальних приміщеннях. Електромережа повинна бути в справному стані. Обтиральний матеріал треба

зберігати в спеціальних металевих ящиках з кришками. Металопластикові труби належать до категорії горючих, важко займистих матеріалів. Засоби для пожежогасіння – розпилена вода, піна, пісок, кошма. При монтажі забороняється проводити електрозварювальні роботи на відстані від металопластикових труб менше 2 м [20].

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

В заготівельних майстернях та на монтажних майданчиках повинні бути необхідні засоби для тушіння пожежі. Пожежні крани повинні бути справними, крани повинні мати пожежний рукав та брандспойт.

Слід мати в необхідній кількості вогнегасники та ящики або кульки з піском.

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

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

Під час заповнення системи опалення теплоносієм і його випускання, під час випробування і налагодження, необхідно користуватись переносними освітлювачами напругою не вище ніж 12 В [391]. Гідравлічне випробування систем з метало пластикових труб слід проводити в присутності майстра або виконроба. Слюсарі, що проводять випробування, повинні знаходитися в безпечних місцях на випадок вибивання заглушок.

Висновки до розділу 3

У ході виконання даної роботи було створено проєкт технології монтажу системи опалення житлового будинку. Визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи опалення, потребу в допоміжних матеріалах, підібрано машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складено календарні плани виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників, а також побудовано графіки руху робітників і графіки використання машин та механізмів (аркуш 6).

Виконано розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, що склала 521,368 люд-дні для газопостачання та тривалість виконання монтажних робіт 40 днів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

В даній бакалаврській роботі запроєктовано внутрішню систему опалення житлового багатоповерхового будинку у м. Немирів.

При виконанні монтажних робіт системи опалення виконуються наступні роботи:

- розмічування місць прокладання трубопроводів;
- прокладання трубопроводів;
- встановлення опалювальних приладів;
- встановлення циркуляційних насосів,
- встановлення запірної та регулюючої арматури;
- ізоляція трубопроводів.

На будівельно-монтажний персонал, що здійснює монтаж системи опалення будівлі, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

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

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

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

4.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи в процесі дослідження ефективності процесів та системи

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Організація робочих місць має бути такою, щоб забезпечувала вимоги до виконання робіт. Під час виконання будівельно-монтажних робіт та при експлуатації електромереж та устаткування повинні виконуватись вимоги пожежної безпеки відповідно до: Закону України «Про пожежну безпеку»; НАПБ А 01.001-2014 «Правил пожежної безпеки в Україні»; ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»; ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)».

Згідно ДБН А.3.2-2-2009 проходи на робочих місцях і до робочих місць повинні відповідати таким вимогам: ширина одиночних проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше ніж 0,6 м, а висота таких проходів у просвіті – не менше ніж 1,8 м. Робочі місця і проходи до них, розташовані на висоті більше ніж 1,3 м і на відстані менше ніж 2,0 м від межі перепаду по висоті, повинні бути огорожені захисними огорожами, конструкції яких визначаються в ПВР [39].

По вимогам ДБН А.3.2-2-2009 місця збирання і монтажу системи, а також робоча зона повинні бути звільнені від сторонніх предметів, очищені від будівельного сміття та мати хороші підходи і освітлення. Не можна допускати до місця виконання робіт сторонніх осіб.

Для прес-з'єднань використовується електричний прес POWER E фірми Rems, дане обладнання повинно бути заземлено або занулено, а в неробочий час знеструмлено. Під час робіт необхідно слідкувати за заземленням електричного пресу. З'єднання в підвішаному стані не допускається. Робоче місце монтажника повинно мати добру вентиляцію, бути захищене від атмосферних опадів і сильного вітру.

В зв'язку з відсутністю постійних робочих місць при виконанні монтажу системи опалення необхідно розробити загальні вимоги щодо організації робочих місць. Інструмент завжди повинен бути в справному стані і відповідати вимогам безпеки. До роботи з пневматичним і електричним інструментом допускаються особи, які пройшли спеціальне навчання і інструктаж по охороні праці.

Приєднувати і від'єднувати шланги пневмо-інструментів потрібно тільки після виключення подачі повітря, а включати подачу повітря необхідно після того, як пневмо-інструмент поставлений в робоче положення.

Ручним пневмо-інструментом необхідно працювати в антивібраційних рукавицях. Для попередження віброзахворювань необхідно систематично приймати гідропроцедури під наглядом медперсоналу і дотримуватись установленого режиму робочого часу. В цілях безпеки важливо користуватися запобіжними засобами (щитками, екранами) при всіх роботах, котрі супроводжуються відлітання осколків, стружки, іскри, пилу.

Гострі кромки і краї повинні зачищатися. Обрізки металу необхідно складати в ящики. Прибирати з робочого місця дрібні металеві відходи дозволяється тільки щіткою.

При зварюванні і різанні важких і громіздких виробів необхідно користуватися грузопід'ємними пристосуваннями. При роботі поблизу струмоведучих частин місця робіт повинні бути огорожені щитами. При зварюванні і різанні частин електроустаткування необхідно попередньо його обесточити і вжити заходів, що запобігають можливість його вмикання під час роботи.

При користуванні газозварювальною апаратурою необхідно застосовувати міри, що виключають можливість зіткнення кисню з мастилами і жирами, тому що в противному випадку може відбутися вибух. Тому неприпустимо використовувати замаслені шланги, редуктори і балони, на штуцерах яких є сліди мастил.

4.1.2 Електробезпека

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів, Правил улаштування електроустановок (наказ від 21.07.2017 № 476 Міністерство енергетики та вугільної промисловості України), НПАОП 40.1-1.01-97, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21-98, НПАОП 40.1-1.32.

В будинку використовується трифазна чотири провідна електромережа з глухозаземленим нульовим проводом. Величина напруги 380х220 В (фазна напруга (фаза – "0") – 220 В, а міжфазна лінійна (фаза–фаза) – 380 В).

Технічні рішення щодо запобігання електротравматизму від контакту з нормально струмоведучими елементами обладнання [40]:

1) огороження струмопровідних частин обладнання, оберігати ізоляцію струмоведучих елементів від механічних та термічних пошкоджень, попереджувальні таблички та знаки в місцях небезпеки, заземлення всіх корпусів електрообладнання;

2) при експлуатації дотримуватися правил технічної безпеки електричної установки споживачем, проводити лише при вимкненому обладнанні, блокування в електрообладнанні;

3) дотримуватись правил техніки безпеки при користуванні електроінструмента, використовувати лише справний електроінструмент, струмоведучі частини повинні бути надійно ізольовані.

4.2 Технічні рішення виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Монтажні роботи відповідно до календарного плану виконуються у теплий період року. Мікроклімат характеризують такі показники: температура повітря; відносна вологість; інтенсивність теплового випромінення; швидкість

руху повітря. Нормалізація параметрів мікроклімату здійснюється за допомогою комплексу засобів та заходів, що включають санітарно-гігієнічні, організаційно-технологічні та інші види захисту працюючих.

При монтажі обладнання виконуються роботи: прокладання трубопроводів та встановлення опалювального обладнання, що відносяться до категорії робіт ІІб та характеризується роботами середньої важкості, з тепловиділенням від однієї людини 170 Вт. Допустимі норми відносної вологості, температури, швидкості руху повітря в робочій зоні при виконанні монтажних робіт зводиться в таблицю 4.1.

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проєктом передбачено: використання природної вентиляції в приміщеннях, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (костюми, пальчатки, засоби захисту голови, захисні окуляри та ін.), забезпечення душовими кабінами.

Таблиця 4.1 – Нормативні допустимі параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні [36]

Період року	Характеристика робіт, категорія	Температура, °С		Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
		допустима		допустима	допустима
		верхня	нижня		
Теплий	Середньої важкості ІІб	27	16	70 для 25 °С	0,2-0,5

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Під час прес-з'єднання трубопроводів та виконанні теплоізоляційних робіт в повітря робочої зони виділяється нетоксичний пил та оксид вуглецю. За величиною ГДК (гранично допустима концентрація) в повітрі робочої зони при виконанні робіт може утворюватись нетоксичний пил що утворюється при роботі перфораторів, під час свердління та оксид вуглецю, які відносяться до 4 класу небезпеки (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Можливі забруднювачі повітря та їх ГДК [36]

Найменування речовини	ГДК, мг/куб.м		Клас небезпечності
	Максимальна разова	Середньодобова	
Оксид вуглецю		20	4
Пил нетоксичний	4	4	4

Для забезпечення параметрів мікроклімату та складу повітря робочої зони проектом передбачені такі рішення:

- застосування засобів вентиляції – витяжні вентиляційні канали у стінах будівлі;
- додаткова подача свіжого повітря та вентиляції всього приміщення, можлива також через відкривання вікон;
- використання засобів індивідуального захисту;
- застосування регулярного безпилового прибирання приміщень і устаткування від пилу, що осів.

4.2.3 Виробниче освітлення

Характеристика робіт, що виконуються на об'єкті – середньої точності, оскільки при монтажі системи опалення необхідно розрізняти об'єкти розміром 0,5-1 мм (різьбові з'єднання). Освітлення за рахунок бокових вікон та ламп розжарювання.

Для освітлення робочих місць монтажника використовують загальне і місцеве освітлення. Для забезпечення нормованих значень виробничого освітлення передбачено: віконні прорізи обладнують регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки); штучне освітлення в приміщенні і на робочих місцях повинно забезпечувати добру видимість; штучне освітлення має здійснюватися системою загального рівномірного освітлення, а в разі необхідності і комбінованого (сумарного загального і

місцевого) освітлення; система загального освітлення має становити суцільні або переривчасті лінії світильників, розташовані з боку робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих.

Нормовані значення освітленості наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Норми освітлення для штучного освітлення та КПО для природного та суміщеного освітлення згідно ДБН В.2.5-28-2018 [37]

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення, лк		Природне освітлення КПО, D _п , %	
						Всього	у т.ч. від загального	Середнє	Мінімальне
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0	IV	в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	400	200	4	1,5

4.2.4 Виробничий шум

Класифікація шумів відбувається за ДСН 3.3.6-037-99:

1) По характеру спектра (широкопasmові, тональні).

В даному приміщенні при виконанні будівельних робіт виникає шум по характеру спектра широкопasmовий, з безперервним спектром шириною більше однієї октави.

2) По часовим характеристикам (постійні, непостійні).

При монтажі системи опалення можна виділити непостійні шуми по часовим характеристикам.

Джерелами шуму є різні технологічні процеси, станки, установки, механізми, машини (електродвигуни, трансформатори, перфатори, кутошліфувальні машини, компресори), і їх робочі органи. Санітарно-гігієнічне нормування та вимірювання шумів здійснюється методом граничних спектрів та методом рівня звуку.

Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях приймаються у відповідності до ДСН 3.3.6-039-99 та наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску [38]

Вид трудової діяльності	Октавні рівні звукового тиску, дБ на середньгеометричних частотах, Гц									Рівні звуку та еквівален тні рівні звуку дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на те- риторії підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Ефективним методом профілактики є розміщення обладнання у звукоізованих приміщеннях або застосування спеціального інструменту та застосування ЗІЗ (антифони з ультратонкою скловатою, захисні рукавиці і т. ін). До роботи допускаються особи, що досягли 18 років. При порівнянні шумових характеристик обладнання, яке використовується для монтажу системи, з допустимими рівнями звукового тиску для даного приміщення видно, що при середньо геометричних частотах 1000 Гц та 2000 Гц рівень звуку обладнання перевищує допустимий рівень. Тому потрібно використовувати такі протишумові заходи:

- використання малошумного інструменту;
- встановлення зварювального трансформатора, який є джерелом шуму в окремих приміщеннях, або зовні, подалі від працюючих;
- використання індивідуальних засобів безпеки – навушників;
- контроль режиму праці та відпочинку працівників.

4.2.5 Виробничі вібрації

Даний об'єкт проектування відноситься до третьої категорії вібрації та типу а – технологічна вібрація, яка діє на людину на робочих місцях стаціонарних машин чи передається на робочі місця, які не мають джерел

вібрації. До джерел технологічної вібрації відносяться: перфоратори, електродрель, компресорна станція, фарборозпилювач. Для забезпечення вібраційної безпеки праці повинен бути організований ефективний контроль дотримання встановлених норм і вимог.

Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5– Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях [38]

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> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	<u>2,8</u> 115	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109

В чисельнику – середньоквадратичне значення вібрації, м/с²·10⁻², 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 за технологічним регламентом, контроль допустимих рівнів вібрації).

4.2.6 Виробниче випромінювання

В процесі монтажу системи опалення 9-поверхового житлового будинку в місті Немирів можуть виникати виробничі випромінювання різного походження. Основними джерелами таких випромінювань можуть бути:

- випромінювання від освітлення: використання штучного освітлення, такого як люмінесцентні лампи або світлодіоди, може створювати електромагнітне випромінювання. Зазвичай рівень випромінювання від освітлення є безпечним, але тривала експозиція на яскраве світло може викликати напругу очей або незручність;

- хімічні випромінювання: у деяких випадках, будівельні матеріали або речовини, використовувані на будівництві, можуть виділяти хімічні речовини або пари, які можуть бути шкідливими для здоров'я людини. Наприклад, розчинники, фарби, клеї, ізоляційні матеріали та інші хімічні речовини можуть виділяти токсичні пари або пил, які потрібно контролювати ізоляцією та вентиляцією робочих приміщень.

Для забезпечення безпеки роботи монтажників необхідно дотримуватись відповідних норм і правил, що стосуються випромінювання та забезпечення безпечних робочих умов. Рекомендується проводити оцінку ризиків і використовувати заходи безпеки, такі як використання засобів індивідуального захисту (спеціальні окуляри або навушники), а також забезпечити належну вентиляцію та повітряні фільтри для контролю хімічних випромінювань.

4.3 Технічні рішення з пожежної безпеки

Приміщення, в яких проводять монтажні роботи системи опалення за пожежною вибухонебезпекою відносяться до категорії Г, об'єкт монтажу за конструктивними характеристиками відноситься до II ступеня вогнестійкості (приміщення з несучими та огорожувальними конструкціями з природних матеріалів або штучного каменю, бетону або залізобетону з застосуванням листових і плиткових негорючих матеріалів; у покритті приміщення дозволяється застосовувати незахищені сталеві конструкції) у відповідності до ДБН В.1.1 – 7:2016.

Причинами пожежі при виконанні монтажних робіт можуть бути: порушення технологічного процесу, пошкодження енергоустаткування, коротке

замикання в електричній мережі, погана підготовка обладнання до роботи, іскри при виконанні електро- та газозварювальних робіт.

Таблиця 4.6 – Категорії приміщень за пожежною і вибухонебезпекою [41]

Категорія приміщення	Характеристика речовин та матеріалів, що знаходяться у приміщенні
Г	Негорючі речовини і матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променевої теплоти, іскор та полум'я, а також горючі гази, рідини і тверді речовини, які спалюються або утилізуються у вигляді палива.

Таблиця 4.7 – Нормативні межі вогнестійкості елементів конструкцій [41]

Ступінь вогнестійкості будівлі	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хв) і максимальні межі розповсюдження полум'я по них (у см)								
	Стіни				Колони	Сходові площадки, балки, косоури, марші сходових кліток	Плити, настили, (з утеплювачем), інші несучі конструкції перекриття	Елементи перекриттів	
	Несучі	Самонесучі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі (перегородки)				Плити, настили, прогони	Балки, ферми, арки, рами
II	<u>REI 120</u> M0	<u>REI 60</u> M0	<u>E 15</u> M0	<u>EI 15</u> M0	<u>R 120</u> M0	<u>R 60</u> M0	<u>REI 45</u> M0	<u>RE 15</u> M0	<u>R 15</u> M0

Для запобігання пожежі передбачаються наступні заходи: конструкції і матеріали прийняті з межами вогнестійкості, що забезпечують II ступінь вогнестійкості будівлі; покриття майданчиків біля зварювальника прийнято неіскроутворююче та вогнестійке; майданчик обладнаний засобами для гасіння пожежі; в будівлі передбачена станція пожежогасіння; до роботи зварювальника можуть бути допущені особи не молодші 18 років, що пройшли інструктаж по техніці безпеки, перевірку знань та робітники, які ознайомлені з безпечними методами робіт; влаштування необхідних шляхів евакуації (коридорів, сходових кліток, зовнішніх пожежних драбин) та раціональне їх розміщення.

На будівництві передбачені такі заходи захисту при виникненні пожеж: передбачається система пожежогасіння (пожежні крани з пожежними рукавами); влаштування пожежних пунктів обладнання первинними засобами гасіння пожежі (пісок, лопати, важкозаймисті простирадла, вогнегасники); встановлення тимчасових протипожежних водопроводів; вибір відповідних засобів колективного та індивідуального захисту; застосування аварійного вимкнення устаткування та комунікацій.

Перелік первинних засобів пожежогасіння наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Первинні засоби пожежогасіння [41]

Об'єкт	Первинні засоби пожежогасіння	Кількість	Норма
Територія буд. майданчика	Вогнегасник ОУ-5	20	На кожні 200 м ²
	Ящик з піском 1м ³	20	На кожні 200 м ²
	Бочка з водою	20	На кожні 200 м ²
	Азбестове простирадло	20	

Висновки до розділу 4

В даному розділі розроблено технічні рішення охорони праці та виробничої санітарії (розглянуто мікроклімат та склад повітря робочої зони, виробниче освітлення, виробничий шум, віброакустичні коливання, психофізіологічні фактори) визначені заходи для поліпшення умов праці. В розділі розглядаються питання гігієни праці та виробничої санітарії, питання пожежної безпеки щодо проєктованого об'єкту.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Бакалаврську кваліфікаційну роботу на тему «Енергоефективна система опалення багатоповерхового житлового будинку» розроблено у відповідності із завданням. Вирішено наступні задачі: виконано техніко-економічне обґрунтування, проведено теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій, підбрано оптимальні діаметри системи опалення та визначено втрати тиску в мережі, підбрано технологічне обладнання.

В результаті виконання теплотехнічного розрахунку підбрано мідно-алюмінієві радіатори «Термія» в житлових приміщеннях та ванних кімнатах. У ванних кімнатах додатково влаштовано рушникосушарки електричні. Всі радіатори в квартирах та вбудованих приміщеннях обладнані терморегуляторами з попереднім налаштуванням для регулювання тепловіддачі опалювальних приладів. Опалювальні прилади встановлюються відкрито, під вікнами. Джерелом теплоти обрано індивідуальні поквартирні газові двухконтурні настиінні котли «Арістон».

В результаті розробки проекту визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи опалення, потребу в допоміжних матеріалах, визначено склад та об'єм робіт, обрано методи виконання робіт, підбрані необхідні машини і механізми для виконання монтажних робіт, визначено трудомісткість монтажних робіт, на основі якої складено календарний графік виконання робіт, загальної тривалості робіт та складу бригад, також виконано техніко-економічні розрахунки, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт – 521,368 люд/дні та тривалість виконання робіт – 40 днів. Запропоновано заходи з експлуатація та налагоджування системи газопостачання та виконано оцінку її технічного стану. Наведено правила пуску в дію та випробування системи із дотриманням відповідних етапів, налагоджування робочих режимів системи, визначено умови експлуатації.

Визначено основні небезпечні та шкідливі фактори при виконання монтажу системи газопостачання. Запропоновано заходи, щодо усунення виявлених факторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковальчук В.А. Теплопостачання: навчальний посібник. / В.А. Ковальчук, Т.С. Мацнева. – Рівне: НУВГП, 2013. – 300 с.
2. Єнін П.М. Теплопостачання (частина 1 «Теплові мережі та споруди»). Навчальний посібник. / П.М. Єнін, Н.А. Швачко. – К.: Кондор, 2007. – 244 с.
3. Конспект лекцій по дисципліні «Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 144 –Теплоенергетика / Укл. Клімов Р.О. – Кам'янське: ДДТУ, 2016. – 102 с
4. Ратушняк Г.С. Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання [Текст] : навч. посіб. для вузів / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. – Вінниця : УНІВЕРСУМ, 2004. - 136 с. - ISBN 966-641-089-3
5. Ратушняк Г.С. Експлуатація систем теплопостачання та вентиляції / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова. – Вінниця: ВДТУ, 2000. – 122 с.
6. Ткаченко В. А. Газопостачання: підручник / В. А. Ткаченко, О. М. Складенко – К. : ІВНВКП «Укреліоткех», 2012. – 588 с.
7. Інженерне обладнання будинків і споруд. Газопостачання: ДБН В.2.5-20-2018 – [Чинний від 2019–07–01]. –К. : Держбуд України, 2019. – 207 с. – (Національний стандарт України).
8. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – Схвал. розпорядженням КМУ від 18.08.2017 р. №605-р.[Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085.
9. ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>.
10. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення. ДСТУ Б А. 2. 4 – 41: 2009. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 32 с.

11. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15-2019 – К.: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2019. – 97 с. – (Державні будівельні норми України). Режим доступу: http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_2_15_2015_zhitlovi_budinki_osnovni_polozhennja/1-1-0-1184.

12. ДСТУ EN 16798-3:2019 Енергоефективність будівель. Вентиляція та опалення в нежитлових будівлях. Експлуатаційні вимоги до систем в приміщенні (модулі М5-1, М5-4) (EN 16798-3:2017, IDT) – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=87406– Назва з екрана.

13. Аналіз впливу вентиляції на мікроклімат житлових приміщень у різні пори року / Г.С. Ратушняк, В.Р. Семенишин // Міжнародна міжнародна науково-практична інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (2025) Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2025 – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/paper/viewFile/25011/21019>.

14. Панкевич О. Д. Теплопостачання: навчальний посібник / О. Д. Панкевич, О. І. Ободянська, О.В. Титко. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 85 с.

15. Настанова з визначення вартості будівництва від 21.03.2025.

16. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. [Чинний з 1.01.2016р.] – К.: Мінрегіон України, 2015. – 145 с.

17. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010–Будівельна кліматологія Київ [Чинний від 01.10.2011] – К.: Київ Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010 р. – 128 с.

18. ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель" [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/DBN-V_2_6-31-2021.pdf – Назва з екрана.

19. ДБН В.2.5-20:2018 "Газопостачання"[Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/04/DBN-V2520-18_Gas.pdf – Назва з екрана.

20. Ратушняк Г. С. Будівельна теплофізика [Текст] : навч. посіб. для вузів / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. - Вінниця : ВНТУ, 2004. - 119 с.

21. Технічний опис Danfoss "Радіаторні терморегулятори RTD" 2008,60с.

22. Умовні позначення елементів санітарно-технічних систем. ДСТУ Б А.2.4 – 8: 2009.– Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 13 с.

23. Каталог терморегулюючих вентилів Tour Andersson [Електронний ресурс]: характеристики терморегулюючих вентилів. – Режим доступу до ресурсу.: [http:// TourAndersson.ua/content/view/14/36/](http://TourAndersson.ua/content/view/14/36/).

24. Каталог опалювальних приладів ТЕРМІЯ [Електронний ресурс]: характеристики опалювальних приладів. – Режим доступу до ресурсу.: <https://shop.termia.com.ua/product-category/radiators-for-heating/>.

25. Слободян Н.М. Організація та технологія проектування систем теплогазопостачання та вентиляції: навч. посіб. / Н. М. Слободян, О. Д. Панкевич, О. І. Ободяньська. – Вінниця, ВНТУ, 2016. – 110 с.

26. Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт/ Р.І. Кінаш, С.С Жуковський. – Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999. – 448 с.

27. О. Д. Панкевич. Організація будівництва: навчальний посібник/ Панкевич О.Д. - Вінниця: ВНТУ, 2007. – 86 с.

28. ДБН А.3.1-5–2016 "Організація будівельного виробництва" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-294>.

29. Бортовой автомобиль [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://www.gruzoviki.com> – Назва з екрана.

30. Лебідка вантажопідйомна [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://budmash.ua> – Назва з екрана.

31. Системи опалення від Ariston [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://myariston.com.ua/material> – Назва з екрана.

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

33. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Опалення - внутрішнє обладнання (Збірник 18):– [Чинний від 2023 – 02 – 22]. [Веб-сайт]. – Режим доступу: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3043786250923279794?doc_type=1 – Назва з екрана.

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

35. Дембіцька С.В. Методичні вказівки до виконання розділу з охорони праці в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього ступеня бакалавра галузі знань 19 – «Архітектура та будівництво» / С.В. Дембіцька, І.М. Кобилянська, О.В. Кобилянський – Вінниця: ВНТУ, 2023 р. – 77 с.

36. ДСН 3.3.6.042–99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99> – Назва з екрана.

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

38. ДСН 3.3.6.039–99 " Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації" [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://arm.te.ua/docs/DSN_3.3.6.039-99.pdf – Назва з екрана.

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

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

41. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 31.10.2016]. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального міністерства України, 2017. 39 с.

Додаток А
Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет



Затверджено:
Зав. кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

2025р

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи:

«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ
БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ»

Розробив
ст. гр. СМ-216

Семенишин В.Р.

Керівник
к.т.н., професор

Ратушняк Г.С.

Вінниця 2025

Технічне завдання

1. Призначення розробки та місце застосування.

Система опалення призначена для створення оптимальних нормативних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях житлової будівлі.

2. Основа для виконання робіт.

Завдання на БКР затверджено наказом № 97 від «20» березня 2025 року. Основою для виконання робіт є архітектурно-будівельні креслення житлового будинку, кліматична характеристика району будівництва, містобудівні рішення.

3. Мета та призначення розробки.

Метою розроблення є створення проєктних рішень надійної системи опалення житлового багатоповерхового будинку із застосуванням енергоефективних технологій, що передбачає врахування сучасних технічних засобів автоматичним контролю і регулювання споживання тепла, а відповідно і витрати на опалення, що разом із зниженням тепловтрат дає змогу зменшити річне споживання газу.

Призначення розроблення: підтримка температури в приміщеннях на рівні 21°C для житлових приміщень і 18°C – для кухонь.

4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є відомі на цей час конструктивні рішення при проєктуванні системи опалення, а також робочі креслення громадської будівлі і нормативна література.

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до системи опалення викладені в наступній нормативній літературі:

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні»

ДБН В.2.5-39:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі»

ДБН В.2.5-20:2018 "Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди".

6. Вимоги по стандартизації та уніфікації. При розробці системи опалення потрібно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та можливість їх ремонту чи заміни.

7. Вимоги з надійності. Вимоги по надійності викладено в ДСТУ 3004-95. Обов'язковими є показники:

7.1. середня наробка обладнання на відмову, яка складає не менше 5 років;

7.2. середній повний строк служби – не менше 20 років;

7.3. оцінку відповідності показників надійності – середню наробку обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом у відповідності ДСТУ 3004-95;

7.4. на вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

8. Ергономічні вимоги:

8.1. Розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу з нагляду протягом доби.

8.2. Номенклатура і величини антропометричних параметрів для пультів управління повинні відповідати вимогам ДСТУ 3004-95.

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

9. Експлуатаційні та ремонтні вимоги. Для виробів в період експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО, строки ТО і ДО повинні по можливості співпадати зі строками обслуговування базового обладнання.

10. Порядок розробки випробування, приймання системи опалення:

10.1. стадію розробки встановлюють відповідно з ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування"

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

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

10.2 Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

10.3 Порядок приймання розробки здійснюється у відповідності із вимогами Держстандарту. Оцінка виконаної розробки і прийняття рішення по виконаній розробці виконує приймальна комісія, яку формує розробник. В склад комісії входять: представник замовника, розробника і виробника. Головою комісії призначається представник замовника.

10.4 Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

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

10.6 Перелік матеріалів і документів, що передається замовнику: комплект технічної і експлуатаційної документації, креслення та інструкції з експлуатації розроблених систем опалення.

10.7 Дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватись в процесі проєктування.

Додаток Б Висновок про перевірку БКР на плагіат

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Енергоефективна система опалення багатоповерхового житлового будинку

Тип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота
Підрозділ кафедра Інженерних систем у будівництві

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism 25,08 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

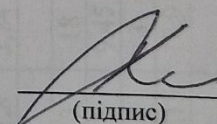
☒ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту

☐ У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.

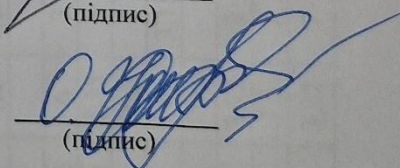
☐ У роботі виявлено ознаки плагіату та/або текстових маніпуляцій як спроб укриття плагіату, фабрикації, фальсифікації, що суперечить вимогам законодавства та нормам академічної доброчесності. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

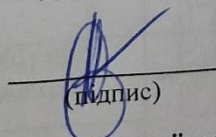
Ратушняк Г.С., к.т.н., професор каф. ІСБ
(прізвище, ініціали, посада)


(підпис)

Ободянська О.І., к.т.н., доцент каф. ІСБ
(прізвище, ініціали, посада)


(підпис)

Особа, відповідальна за перевірку:


(підпис)

к.т.н., доцент каф. ІСБ Слободян Н.М.
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник

(підпис)

Ратушняк Г.С., к.т.н., професор каф. ІСБ
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач

(підпис)

Семенишин В.Р.
(прізвище, ініціали)

ВІДГУК РЕЦЕНЗЕНТА
на бакалаврську кваліфікаційну роботу
здобувача Семенишина Валентина Руслановича
на тему Енергоефективна система опалення багатоповерхового
житлового будинку

Бакалаврська кваліфікаційна робота присвячена вирішенню актуальних питань, пов'язаних із підвищенням енергоефективності систем опалення в житлових будівлях. Обрана тема є надзвичайно важливою в контексті сучасних вимог до раціонального використання енергоресурсів, зниження експлуатаційних витрат і досягнення комфортних умов проживання у багатоповерхових житлових будинках. Особливої актуальності дослідження набуває в умовах постійного зростання вартості енергоносіїв та впровадження жорсткіших екологічних норм.

У межах роботи визначено мету, сформульовано завдання та послідовно реалізовано основні етапи проектування енергоефективної системи опалення. В основі дослідження — використання сучасної нормативної бази, аналіз наявних технологій у сфері теплопостачання та підбір технічно обґрунтованих рішень, які відповідають особливостям багатоповерхового житлового будинку.

Робота містить комплексне дослідження: у першому розділі проаналізовано стан існуючих систем опалення житлових будівель, зокрема автономних систем, які є ключовими для оптимізації споживання теплової енергії. У другому розділі проведено теоретичне обґрунтування вибору обладнання та виконано основні теплотехнічні розрахунки. Третій розділ присвячено організаційно-технологічним аспектам реалізації проєктних рішень системи, а також особливостям її впровадження в умовах міської забудови. Четвертий розділ висвітлює заходи з охорони праці при монтажі та експлуатації системи опалення.

Запропоновані у роботі технічні рішення спрямовані на зниження енергетичних витрат без шкоди для теплового комфорту мешканців і з урахуванням економічної доцільності. Робота має практичне значення для впровадження ефективних теплотехнічних рішень у сучасному житловому будівництві.

Висновки в роботі є повними та обґрунтованими.

Бакалаврська кваліфікаційна робота оформлена якісно.

Здобувачем було дотримано графік виконання роботи.

Усі проєктні рішення достатньо обґрунтовані, креслення оформлені згідно норм та стандартів.

Робота може бути реалізована в практиці з влаштування інженерних систем.

В БКР наявні наступні недоліки:

1. В графічній частині було б доцільно зобразити принципова схему обв'язки індивідуального газового котла.
2. В пояснювальній записці рекомендується розширити аналіз впливу погодного регулювання та автоматизації на зниження енергоспоживання системи.

Бакалаврську кваліфікаційну роботу виконано на високому рівні та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «В».

Здобувач Семенишин Валентин Русланович заслуговує присвоєння кваліфікації бакалавр зі спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія, ОПП «Енергоефективні системи створення мікроклімату будівель».

Рецензент

кандидат технічних наук,
доцент кафедри БМГА

М.П.

Печатка установи, організації опонента



Риндюк С.В.

Відгук
керівника бакалаврської дипломної роботи
здобувача **Семенишина Валентина Руслановича**
на тему: «Енергоефективна система опалення
багатоповерхового житлового будинку»

Нагальною необхідністю по зменшенню витрат енергоносіїв систем опалення багатоповерхових житлових будинків з використанням інноваційних технологій. Тому обґрунтування вибору енергозберігаючих технологій при влаштуванні системи опалення житлових будинків є актуальною задачею. Робота виконана в рамках науково-дослідної роботи кафедри ІСБ та відповідно виданому завданню.

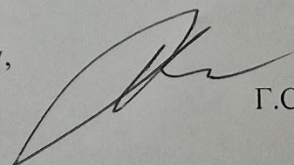
За результатами аналітичного огляду сучасного стану щодо використання енергозберігаючих технологій при влаштуванні систем опалення багатоповерхових житлових будинків визначено мету та задачі проектних рішень для їх реалізації. Підтверджено при виконанні проектного обґрунтування системи опалення необхідність передбачення технічних заходів з підвищення їх енергоефективності. Підбрано технологічне обладнання для реалізації проектних пропозицій з влаштування опалення. Розроблено організаційно-технологічне забезпечення з реалізації проектних рішень з влаштування системи опалення. Обладнання для системи опалення, вироби та матеріали підбрано відповідно державних стандартів і нормативних документів. Розглянуто заходи з охорони праці.

Для вирішення задач з обґрунтування проектних рішень з реалізації пропозиції стосовно влаштування системи опалення використано ЕОМ та САПР. Графічні матеріали відповідають змісту роботи та виконані в основному відповідно вимог ЄСКД.

Матеріали бакалаврської кваліфікаційної роботи пройшли апробацію на семінарі кафедри ІСБ та науково-технічних конференціях ВНТУ. Здобувач своєчасно виконував навчальний план. Бакалаврська кваліфікаційна робота оцінюється на «відмінно» (А – 91 бал).

Рівень теоретичної та практичної підготовки свідчить про набуті Семенишиним В.Р. необхідні компетентності відповідно до спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньо-професійною програмою «Енергоефективні системи створення мікроклімату будівель». Семенишин В.Р. заслуговує присвоєння йому ступеня бакалавра.

Керівник бакалаврської роботи,
завідувач кафедри інженерних систем у будівництві
Вінницького національного технічного університету,
кандидат технічних наук, професор


Г.С. Ратушняк

Таблиця В.1 – Розрахунок теплових втрат приміщення 1-го поверху

№ п/п	Назва	Позначення конструкцій	Орієнтація	Розміри, м		Площа, м ²	К, Вт/м ²	Δt	n	Додаткові тепловтрати					Тепловтрати констр.	Теплоатрати прим..	Площа	Висота	Теловтр. на вент.	Загальні тепловтр.	Радіа- тори	
				Ширина	Висота					Орієнтація	Вітер	Зовн. стіни	Двері	Загальні							тип	кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
101	Житл. кімн. +22	ЗС	Пд	2,7	3	8,1	0,29	43	1	-	5	5	-	1,9	191,9	706,2	5,4	3	234,75	940,98	40/100	1
		ЗС	Сх	2	3	6	0,29	43	1	10	5	5	-	1,2	89,78							
		Підл.	-	2	2,7	5,4	0,4	17	1	-	-	-	-	-	36,72							
		ДВ	Пд	0,5	2,5	1,3	3,7	43	1	-	-	-	95	1,95	387,8							
102	Житл. кімн. +22	ЗС	Пд	3,5	3	10,5	0,29	43	1	-	5	-	-	1,5	194,4	652,1	12,95	3	562,97	1215,1	40/100	1
		Вт	Пд	1,5	2	3	1,9	43	1	-	5	-	-	1,5	367,7							
		Підл.	-	3,5	3,7	12,95	0,4	17	1	-	-	-	-	-	88,06							
103	Санітарн. вузол +25	Підл.	-	1	1,8	1,8	0,4	20	1	-	-	-	-	-	14,4	60,4	1,8	3	27,9	88,3		
		ЗС	Сх	1	3	3	0,29	46	1	10	5	-	-	1,15	46,02							
104	Ванна +25	ЗС	Сх	1,8	3	5,4	0,29	46	1	10	5	-	-	1,15	82,84	108,8	3,24	3	150,7	259,4		
		Підл.	-	1,8	1,8	3,24	0,4	20	1	-	-	-	-	-	25,92							
105	Житл. кімн. +22	ЗС	Сх	6	3	18	0,29	43	1	10	5	5	-	1,2	269,4	821,15	18,9	3	821,64	1642,79	40/140	1
		ЗС	Пн	3,15	3	9,45	0,29	43	1	10	5	5	-	1,2	141,4							
		Вт	Пн	1,5	2	3	1,9	43	1	10	5	-	-	1,15	281,9							
		Підл.	-	6	3,15	18,9	0,4	17	1	-	-	-	-	-	128,52							
106	Житл. кімн. +22	ЗС	Пн	3,22	3	9,66	0,29	43	1	10	5	-	-	1,15	138,53	573,7	22,54	3	979,9	1553,5	40/120	1
		Вт	Пн	1,5	2	3	1,9	43	1	10	5	-	-	1,15	281,87							
		Підл.		3,22	7	22,5	0,4	17	1	-	-	-	-	-	153,27							

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
115	Кухня +22	ЗС	Пн	3,22	3	9,66	0,29	43	1	10	5	-	-	1,15	138,53	490,4	10,3	3	447,9	938,4	40/100	1
		Вт	Пн	1,5	2	3	1,9	43	1	10	5	-	-	1,15	281,87							
		Підл.	-	3,22	3,2	10,3	0,4	17	1	-	-	-	-	-	70,07							
116	Кухня +22	ЗС	Пн	3,22	3	9,66	0,29	43	1	10	5	-	-	1,15	138,53	490,4	10,3	3	447,9	938,4	40/100	1
		Вт	Пн	1,5	2	3	1,9	43	1	10	5	-	-	1,15	281,87							
		Підл.	-	3,22	3,2	10,3	0,4	17	1	-	-	-	-	-	70,07							
117	Житл. кімн. +22	ЗС	Пн	3,22	3	9,66	0,29	43	1	10	5	-	-	1,15	138,53	1038,01	17,71	3	769,91	1807,92	40/140	1
		Вт	Пн	1,5	2	3	1,9	43	1	10	5	-	-	1,15	281,87							
		Підл.	-	3,22	5,5	17,7	0,4	17	1	-	-	-	-	-	120,43							
		Дв	Пн	0,5	2,5	1,25	3,7	43	1	10	-	-	95	2,5	497,2							
118	Саніт. вузол +25	Підл.	-	1,9	1	1,9	0,4	17	1	-	-	-	-	-	12,92	12,9 2	1,9	3	82,6	95,5		
119	Ванна +25	Підл.	-	1,9	1,9	3,61	0,4	17	1	-	-	-	-	-	24,548	24,55	3,61	3	156,9	181,5		
120	Житл. кімн. +22	ЗС	Пд	3,22	3	9,66	0,29	43	1	-	5	-	-	1,05	126,48	449,5	9,66	3	419,9 5	869,5	40/80	1
		Вт	Пд	1,5	2	3	1,9	43	1	-	5	-	-	1,05	257,36							
		Підл.	-	3,22	3	9,66	0,4	17	1	-	-	-	-	-	65,688							
121	Житл. кімн. +22	ЗС	Пд	3,22	3	9,66	0,29	43	1	-	5	-	-	1,05	126,48	449,5 3	9,66	3	420	869,5	40/80	1
		Вт	Пд	1,5	2	3	1,9	43	1	-	5	-	-	1,05	257,35							
		Підл.	-	3,22	3	9,66	0,4	17	1	-	-	-	-	-	65,688							
122	Саніт. вузол +25	Підл.	-	1,9	1	1,9	0,4	17	1	-	-	-	-	-	12,92	12,9 2	1,9	3	82,6	95,5		

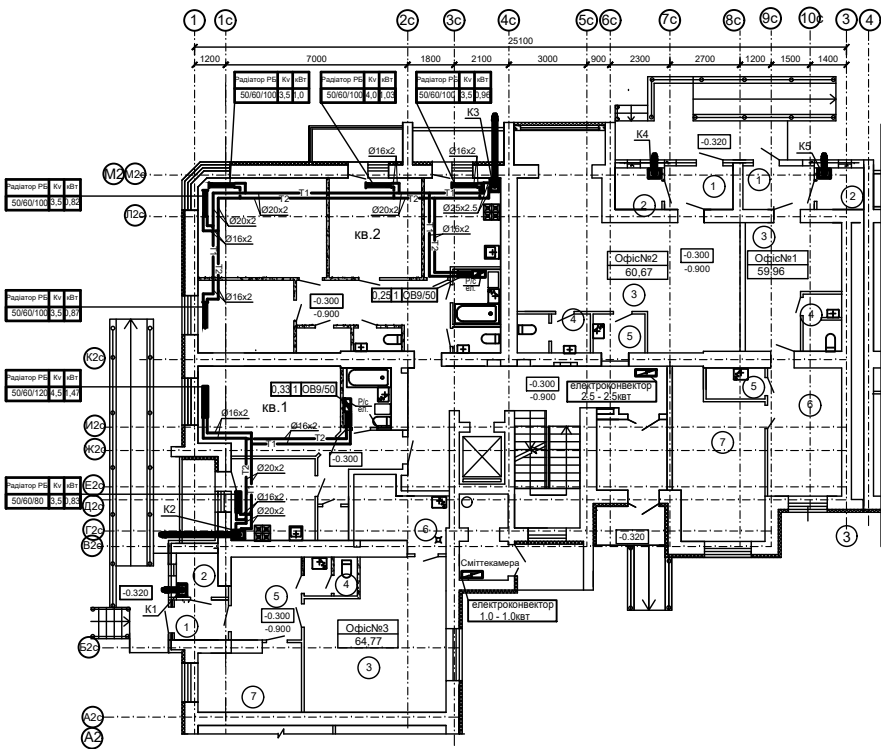
Додаток Г – Гідравлічний розрахунок системи опалення

Таблиця Г.1 – Гідравлічний розрахунок системи опалення

№ Діл.	Теплове наванта ження, Q Вт	Витрата теплоно сія G, кг/год	Довжин а ділянки l, м	Діамет р, d м	Швидкіс ть, V м/с	Re	λ	$\Sigma \xi$	P, Па
1	890	38,27	1,8	0,015	0,02	750	0,0625	1,5	3,5078
2	2400	103,2	9	0,015	0,13	4875	0,0447	2	474,85
3	4500	193,5	11,5	0,015	0,19	7125	0,0428	2	1224,6
4	890	38,27	1,8	0,015	0,02	750	0,0625	1,5	3,5078
5	2100	90,3	4,5	0,015	0,13	4875	0,0447	2	253,9
6	8600	369,8	5,6	0,02	0,27	13500	0,0385	0,5	802
7	2760	118,68	1,8	0,015	0,17	6375	0,0433	1,5	188,63
8	3420	147,06	2,1	0,015	0,19	7125	0,0428	0,5	228,36
9	6180	265,74	7,1	0,02	0,2	10000	0,0396	2	626,18
10	2420	104,06	6,5	0,015	0,15	5625	0,0439	2	461,34
11	1210	52,03	2	0,015	0,05	1875	0,0519	1,5	20,524
1a	890	38,27	1,8	0,015	0,02	750	0,0625	1,5	3,5078
2a	2400	103,2	9	0,015	0,15	5625	0,0439	2	621,9
3a	4500	193,5	11,5	0,015	0,25	9375	0,0417	2	2068,1
4a	890	38,27	1,8	0,015	0,02	750	0,0625	1,2	3,3908
5a	2100	90,3	4,5	0,015	0,13	4875	0,0447	2	253,9
6a	8600	369,8	5,6	0,02	0,27	13500	0,0385	0,5	802
7a	2760	118,68	1,8	0,015	0,17	6375	0,0433	1,5	188,63
8a	3420	147,06	2,1	0,015	0,19	7125	0,0428	0,5	228,36
9a	6180	265,74	7,1	0,02	0,2	10000	0,0396	2	626,18
10a	2420	104,06	6,5	0,015	0,15	5625	0,0439	2	461,34
11a	1210	52,03	2	0,015	0,05	1875	0,0519	1,5	20,524

Примітка: Оскільки планування квартир житлового будинку є типови, гідравлічний розрахунок поквартирної системи опалення є типовим для всіх квартир будинку.

Схема розміщення елементів система опалення на плані 1-го поверху



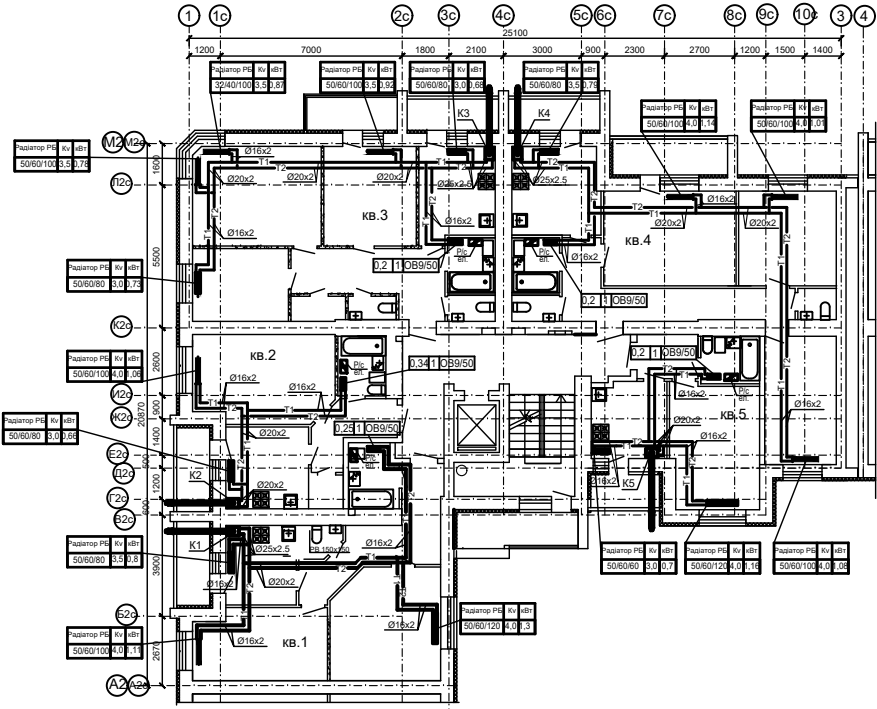
Експлікація приміщень Офіс№1

Номер приміщення	Найменування	Площа, м²	кат. приміщення
1	Тамбур	4,53	
2	Опалювальний пункт	2,90	
3	Приміщення офісу	12,15	
4	Санвузол	3,18	
5	Комора приб. інвентарю	2,65	
6	Приміщення офісу	14,48	
7	Приміщення офісу	19,85	
Корисна		59,96	

Експлікація приміщень Офіс№2

Номер приміщення	Найменування	Площа, м²	кат. приміщення
1	Тамбур	4,53	
2	Опалювальний пункт	2,90	
3	Приміщення офісу	45,68	
4	Санвузол	4,14	
5	Комора приб. інвентарю	3,20	
Корисна		60,67	

Схема розміщення елементів система опалення на плані 2-го поверху



Експлікація приміщень Офіс№3

Номер приміщення	Найменування	Площа, м²	кат. приміщення
1	Тамбур	3,16	
2	Опалювальний пункт	2,90	
3	Приміщення офісу	29,20	
4	Санвузол	2,99	
5	Приміщення офісу	8,60	
6	Комора приб. інвентарю	8,23	
7	Приміщення офісу	9,69	
Корисна		64,77	

08-13.БКР.012.01.000.ОВ					
Енергоефективна система опалення багатоповислового житлового будинку					
См.	БМ	ВМ	ВМ	ВМ	ВМ
Розробив	Сметав	В.І.	08.2023	Система опалення	
Проектирував	Григорук	Г.С.	08.2023		
Рішенням	Рішенням	С.В.	08.2023		
Н. Контр.	Сметав	С.В.	08.2023		
Затвердив	Рішенням	Г.С.	08.2023	Схеми розміщення елементів системи опалення на планах 1-го та 2-го поверхів, експлікація	
				ВНУ, СМ-216	

Схема розміщення елементів системи опалення на плані 9-го поверху

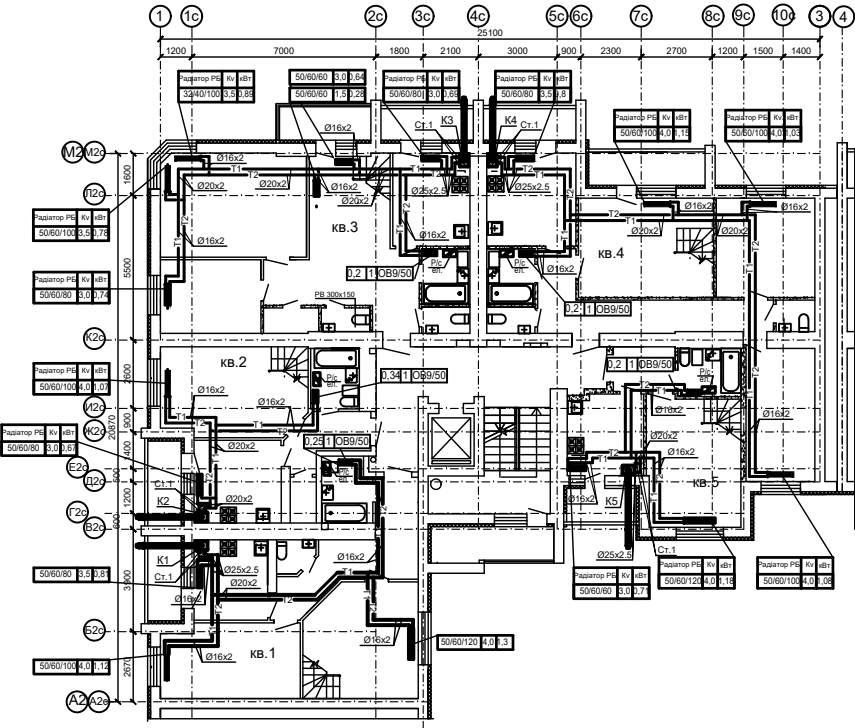
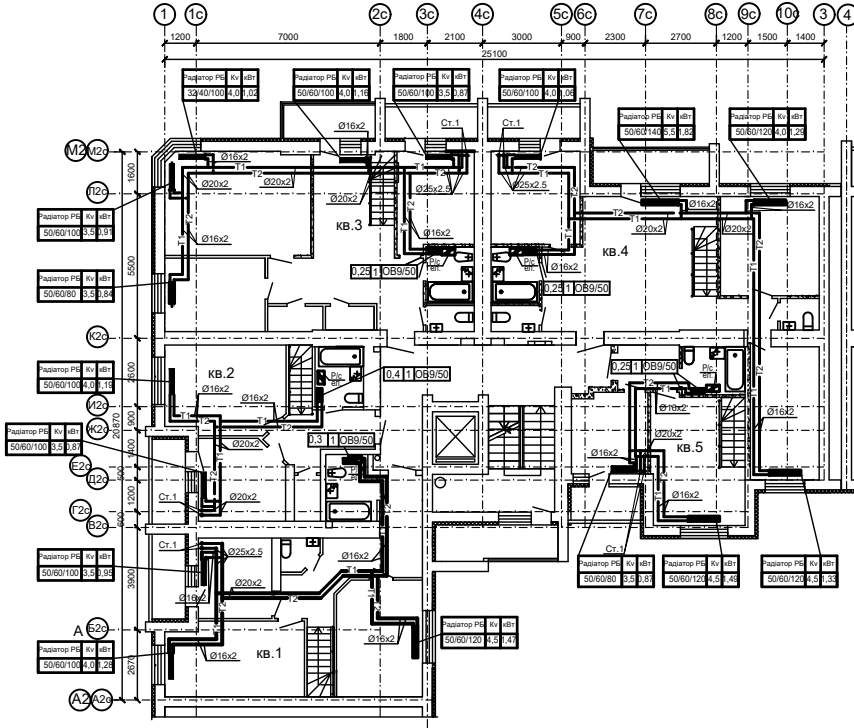
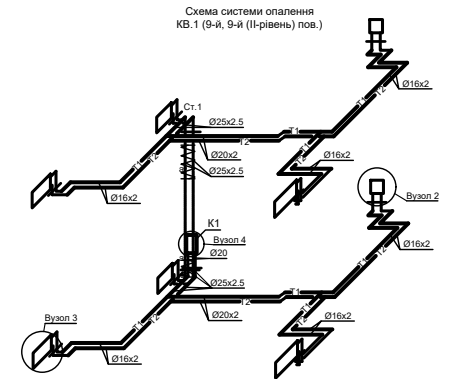
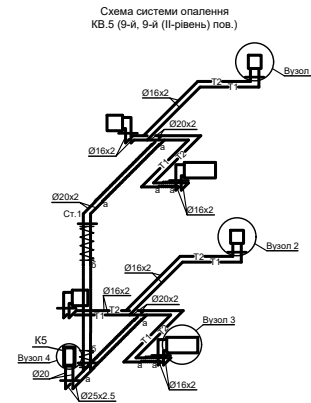
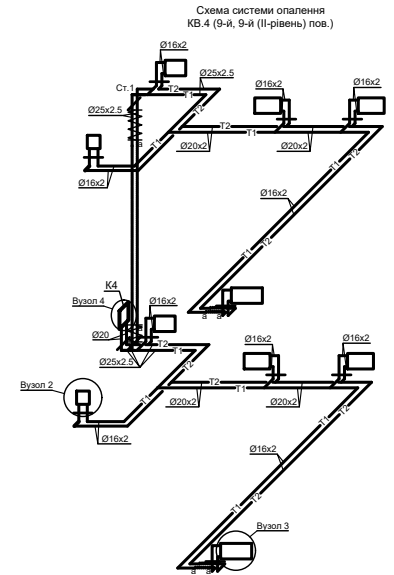
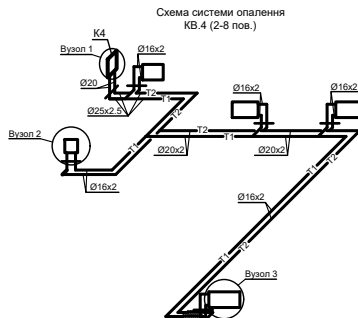
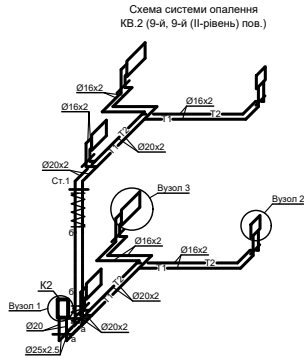
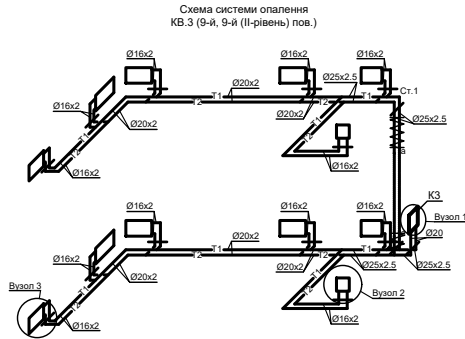
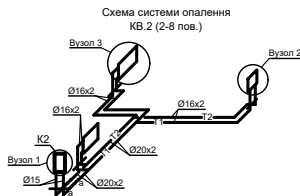
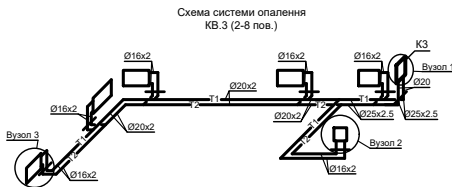
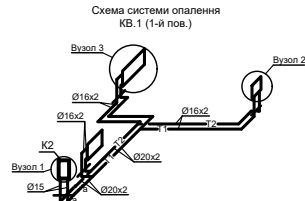
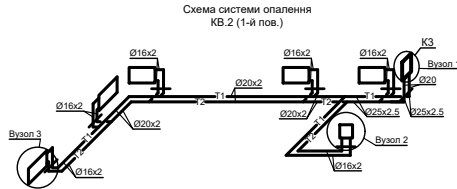


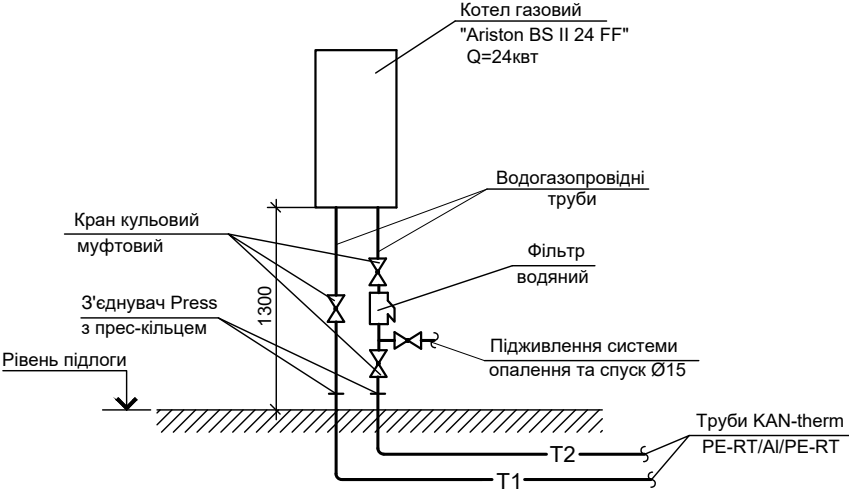
Схема розміщення елементів системи опалення на плані 9-го поверху (II рівень)



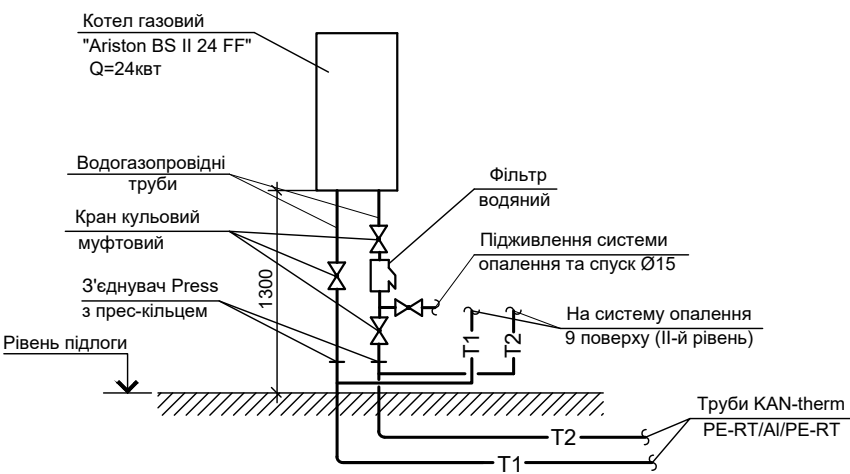


08-13.БКР.012.03.000.ОВ									
Енергоєфективна система опалення багатоповислового житлового будинку									
КМ	КМ	КМ	КМ	КМ	КМ	КМ	КМ	КМ	КМ
Розробник	Семішкін В.І.	02.02	Система опалення				Статус	Архив	Архив
Перевірив	Ратушняк Г.С.	02.02	БКР				3	6	6
Рецензент	Рябенко С.В.	02.02	Аксометричні схеми систем опалення				ВНТУ, СМ-216		
Н. Контр.	Слободян Н.М.	02.02							
Затвердив	Ратушняк Г.С.	02.02							

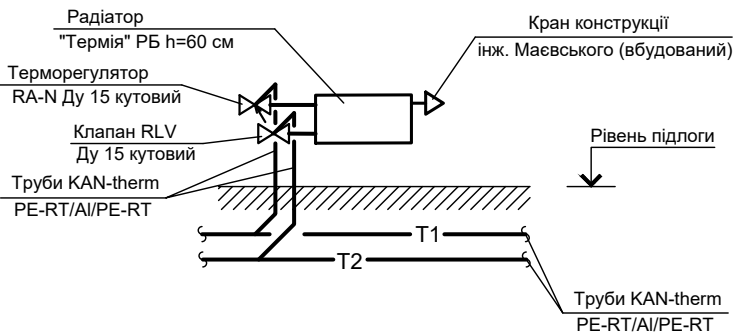
Вузол 1



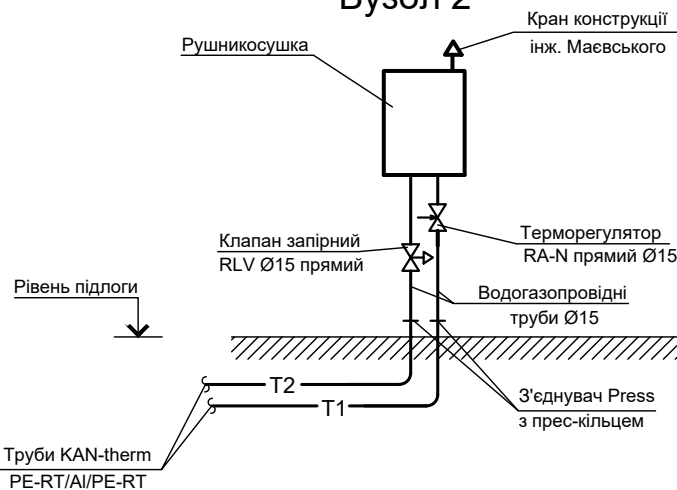
Вузол 4



Вузол 3



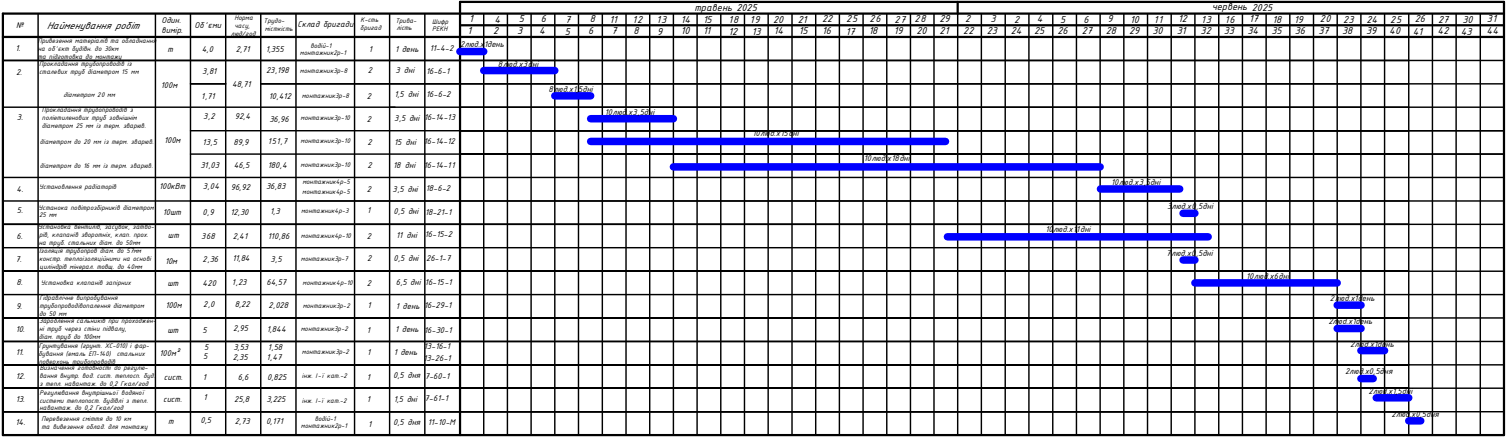
Вузол 2



08-13.БКР.012.04.000.0В									
Енергоефективна система опалення багатоповислового житлового будинку									
СМ	МД	МД	МД	МД	МД	МД	МД	МД	МД
Розробив	Семченко В.В.	8/2023							
Перевірив	Батушкін Г.С.	8/2023							
Рецензент	Рибак С.В.	8/2023							
Н. Контр.	Слободан Н.М.	8/2023							
Затвердив	Батушкін Г.С.	8/2023							
Система опалення								Старий	Алекул
								БКР	4
									6
Схеми вузлів системи опалення								ВНТУ, СМ-216	

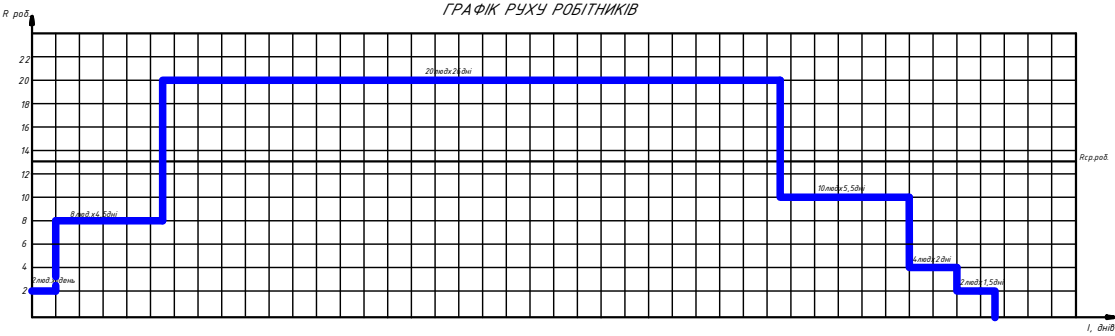
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Замість інв. №

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН МОНТАЖУ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

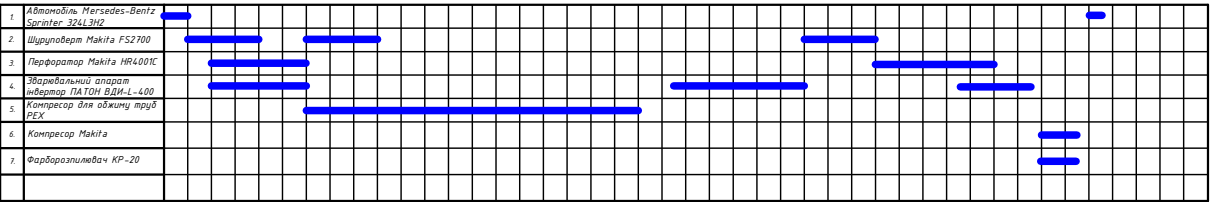


ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ
ГРАФІК РУХУ РОБІТНИКІВ

№	Позначення	Формула	Результат	Одиниці
1	Q _{роз}	$\frac{Q_{роз}}{Q_{роз}}$	521,368	млад-днів
2	T _{роз}	—	40	днів
3	R _{сп.млад}	—	13	млад
4	R _{млад}	—	20	млад
5	T _{вст.}	—	26	днів
6	Q _{млад}	—	63,8	млад-днів
7	α ₁	$\frac{Q_{роз}}{Q_{роз}}$	0,65	—
8	α ₂	$\frac{Q_{роз}}{Q_{роз}}$	0,3	—
9	α ₃	$\frac{Q_{роз}}{Q_{роз}}$	0,65	—



ГРАФІК РУХУ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ



08-13 БКР.012.06.000.0В					
Енергоєфективна система опалення багатоквартирного житлового будинку					
КМ	КМ	КМ	КМ	КМ	КМ
Розробник	Виконавець	Контроль	Відбір	Відбір	Відбір
Виконавець	Виконавець	Виконавець	Виконавець	Виконавець	Виконавець
Система опалення				БКР	6
Календарний план монтажу системи опалення, графік руху робітників, графік руху машин та механізмів, ТЕП				ВНТУ, СМ-216	6