

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

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

**ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ**

Виконав здобувач 2 курсу, групи ТГ-23мз
спеціальності 192 – Будівництво та
цивільна інженерія

Піддубняк В.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент кафедри ІСБ
Ободянська О.І.
(прізвище та ініціали)

«09» червня 2025 р.

Опонент к.т.н., доцент кафедри БМГА
Кучеренко Л.В.
(прізвище та ініціали)

«13» червня 2025р.

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

«15» червня 2025 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві
Рівень вищої освіти II (магістерський)
Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

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



« 20 » березня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА
Піддубняка Віталія Анатолійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Енергозберігаючі системи теплопостачання багатоповерхового житлового будинку

керівник роботи к.т.н., доцент кафедри ІСБ Ободянська О.І.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «20» березня 2025 року № 96

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 26 травня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні креслення будівлі. Проектна документація на будівництво, результати обстеження будівлі, технічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі, термічний опір стін не менше $R_{ст}=4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Систему теплопостачання розробити у відповідності до діючих нормативних вимог. Відомі конструктивні рішення систем забезпечення мікроклімату, наукові дослідження в напрямку енергозберігаючих технологій в системах опалення та гарячого водопостачання, наукові публікації.

4. Зміст текстової частини Вступ, аналітичний огляд та техніко-економічне обґрунтування системи теплопостачання житлових будинків, теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем опалення та гарячого водопостачання, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень, заходи з енергозбереження та охорони довкілля, техніко-економічні показники, загальний висновок, перелік використаних джерел, додатки.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Плакати з результатами наукової частини роботи – дослідження сучасних енергозберігаючих технологій систем опалення та гарячого водопостачання для житлових приміщень багатоповерхового будинку. Креслення: схеми розміщення елементів систем опалення та гарячого водопостачання на планах поверхів будівлі. Аксонометричні схеми системи опалення та гарячого водопостачання. Календарний план влаштування систем опалення та гарячого водопостачання, графіки руху робітників, машин та механізмів, ТЕП. Монтажні креслення та вузли систем опалення та гарячого водопостачання.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітичний огляд та техніко-економічне обґрунтування системи тепlopостачання житлових будинків	Ободянськ О.І. к.т.н., доцент	 21.03.2025	 11.04.2025
Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем опалення та гарячого водopостачання	Ободянськ О.І. к.т.н., доцент	 21.03.2025	 25.04.2025
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	Ободянськ О.І. к.т.н., доцент	 31.03.2025	 09.05.2025
Заходи з енергозбереження та охорони довкілля	Ободянськ О.І. к.т.н., доцент	 07.04.2025	 22.05.2025
Техніко-економічні показники проєктних рішень	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент	 14.04.2025	 26.05.2025

7. Дата видачі завдання 20.03.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання завдання та змісту до МКР	21.03.2025	виконано
2	Аналітичний огляд та техніко-економічне обґрунтування системи тепlopостачання житлових будинків	11.04.2025	виконано
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем опалення та гарячого водopостачання	25.04.2025	виконано
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	09.05.2025	виконано
5	Заходи з енергозбереження та охорони довкілля	22.05.2025	виконано
6	Техніко-економічні показники проєктних рішень	26.05.2025	виконано
7	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	23.05.2025	виконано
8	Попередній захист		виконано
9	Виправлення зауважень	26.05.2025	виконано
10	Рецензування	09.06.2025	виконано
11	Захист МКР	13.06.2025 17.06.2025	виконано

Магістрант

Керівник роботи

(підпис)

Піддубняк В.А.
(прізвище та ініціали)

Ободянська О.І.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 621.311

Піддубняк В.А. Енергозберігаючі системи тепlopостачання багатоповерхового житлового будинку. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма – Теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2025, 83 с.

На укр, мові. Бібліогр.: 41 назв; табл. 16.

Магістерська кваліфікаційна робота складається з п'яти розділів: аналітичний огляд та техніко-економічне обґрунтування системи тепlopостачання житлових будинків, теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи опалення та гарячого, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень, заходи з енергозбереження та охорони довкілля, техніко – економічні показники проєктних рішень.

Графічна частина містить аксонометричні схеми систем опалення та гарячого водопостачання, плани поверхів з нанесенням елементів систем опалення та гарячого водопостачання, побудовано календарні плани з графіками руху робітників та графіками руху машин і механізмів, вузлові креслення.

Графічна частина складається з 9 креслень.

Ключові слова: енергозбереження, система опалення, система гарячого водопостачання, житловий будинок, тепловтрати, гідравлічний режим, індивідуальний газовий котел, мікроклімат, термічний опір.

ABSTRACT

Piddubnyak V.A. Energy-saving heat supply systems for a multi-storey residential building. Master's qualification thesis on specialty 192 – construction and civil engineering, educational and professional program – heat and gas supply and ventilation. Vinnytsia: VNTU, 2025, 83 p.

In the Ukrainian language. Bibliography: 41 titles; table 16.

The master's qualification work consists of five sections: analytical review and feasibility study of the heat supply system of residential buildings, theoretical and practical justification of the main parameters and characteristics of the heating and hot water system, organizational and technological support for the implementation of design solutions, energy saving and environmental protection measures, technical and economic indicators of design solutions.

The graphic part contains axonometric diagrams of heating and hot water supply systems, surface plans with the application of elements of heating and hot water supply systems, calendar plans with worker movement schedules and machine and mechanism movement schedules, and nodal drawings.

The graphic part consists of 9 drawings.

Keywords: energy saving, heating system, hot water supply system, residential building, heat loss, hydraulic mode, individual gas boiler, microclimate, thermal resistance.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ.....	10
1.1 Сучасні тенденції розвитку систем теплопостачання житлових будинків.....	10
1.2 Технічні характеристики та особливості сучасних індивідуальних газових котлів.....	12
1.3 Вибір системи опалення і гарячого водопостачання для багатоповерхового житлового будинку.....	16
1.4 Техніко-економічне обґрунтування застосування індивідуальних систем теплопостачання.....	19
1.5 Оцінка екологічного впливу та енергетичної ефективності індивідуальних систем теплопостачання.....	22
1.6 Порівняння варіантів влаштування електричної та газової систем опалення.....	26
1.7 Економічний ефект від впровадження системи автономного тепловабезпечення.....	27
Висновки до розділу 1.....	28
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	30
2.1 Вихідні дані для проєктування.....	30
2.2 Вибір параметрів зовнішнього повітря.....	30
2.3 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій будівлі.....	30
2.4 Моделювання процесу визначення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій.....	34
2.5 Тепловий розрахунок опалювальних приладів.....	34
2.6 Моделювання гідравлічного режиму трубопроводів системи опалення.....	35
2.7 Моделювання гідравлічного режиму системи гарячого водопостачання.....	37
Висновки до розділу 2.....	38

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	39
3.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту.....	39
3.2 Визначення складу та об'ємів робіт	40
3.3 Комплектування матеріалів та вибір інструментів, типів машин, механізмів.....	43
3.4 Витрати на паливно-енергетичні ресурси.....	48
3.5 Визначення трудомісткості монтажних робіт і складання календарного плану виконання робіт	49
3.6 Визначення складу бригад.....	51
3.7 Техніко-економічні показники календарного плану монтажу систем опалення та гарячого водопостачання.....	51
3.8 Монтаж системи опалення та гарячого водопостачання.....	52
3.9 Пуск в дію та випробування системи.....	55
3.10 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт.....	57
Висновки до розділу 3.....	58
4 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ.....	60
4.1 Загальні положення.....	60
4.2 Розрахунок викидів забруднюючих речовин при спалюванні природного газу.....	61
4.3 Заходи по зменшенню забруднення атмосфери.....	62
4.4 Розрахунок величини плати від забруднення атмосфери.....	63
4.5 Енергетичний паспорт будинку.....	64
Висновки до розділу 4.....	69
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	70
Висновки до розділу 5	76
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79
Додаток А Технічне завдання (обов'язковий).....	84
Додаток Б Висновок про перевірку МКР на плагіат (обов'язковий).....	88
Додаток В. Теплотехнічний розрахунок приміщень будівлі (довідниковий)..	89
Додатку Г – Вибір опалювальних приладів (довідниковий).....	101
Додаток Д – Гідравлічний розрахунок системи теплопостачання (довідниковий).....	103

ВСТУП

Дана магістерська кваліфікаційна робота передбачає розроблення варіанту систем опалення та гарячого водопостачання житлового будинку в м. Вінниця.

Актуальність роботи. У сучасних умовах розвитку будівельної галузі та загострення проблем енергетичної безпеки України питання впровадження енергозберігаючих систем теплопостачання набуває особливої актуальності. Значна частина житлового фонду країни споживає надмірну кількість енергії через застарілі системи опалення та гарячого водопостачання, що призводить до високих експлуатаційних витрат і надмірного навантаження на енергетичні ресурси.

В умовах постійного зростання цін на енергоносії та прагнення до підвищення енергоефективності житлових будинків розробка і впровадження сучасних енергозберігаючих систем теплопостачання є необхідною складовою сталого розвитку. Індивідуальні системи опалення на базі газових котлів забезпечують можливість оптимального регулювання температурного режиму, зниження тепловтрат і раціонального використання енергії відповідно до реальних потреб мешканців. Це, у свою чергу, дозволяє значно скоротити витрати на опалення та гаряче водопостачання, підвищити комфорт проживання і зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу.

Проектні рішення даної роботи, що передбачають використання газових котлів для забезпечення систем індивідуального опалення та гарячого водопостачання багатоповерхового житлового будинку, спрямовані на підвищення енергоефективності будівельної інфраструктури. Врахування сучасних технічних рішень, застосування енергоощадного обладнання та оптимізація системи теплоспоживання дозволяють забезпечити не тільки економічну доцільність впровадження, а й відповідність вимогам сучасних нормативних документів у сфері енергозбереження та екологічної безпеки.

Таким чином, обрана тема є актуальною й відповідає сучасним вимогам до проєктування інженерних систем будівель, сприяючи розвитку енергозберігаючих технологій у житловому будівництві.

Метою роботи є розроблення науково-обґрунтованих енергозберігаючих проєктних варіантів технологій із забезпечення комфортних умов мікроклімату у приміщеннях, що оснащені сучасними приладами системи теплопостачання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **задачі**:

- дослідити доцільність використання енергоефективних систем теплопостачання з метою підтримання комфортного мікроклімату у житлових будівлях;

- виконати обґрунтований варіантний вибір матеріалів та обладнання для забезпечення стабільної роботи системи теплопостачання з подальшим технічним обслуговуванням.;

- обґрунтувати оптимальний варіант проєктного рішення по влаштуванню системи теплопостачання;

- змодельовати розрахунок тепловтрат в приміщеннях житлового будинку;

- змодельовати гідравлічні режими систем опалення та гарячого водопостачання;

- за результатами гідравлічного розрахунку підібрати оптимальні параметри трубопроводів та приладів систем опалення та гарячого водопостачання;

- розробити організаційно-технологічні рішення з монтажу систем;

- дослідити питання техніки безпеки під час виконання монтажних робіт;

- впровадити заходи із енергозбереження та охорони довкілля;

- розрахувати техніко-економічні показники проєктних рішень.

Об'єкт дослідження: енергозберігаюча система теплопостачання для забезпечення нормованого мікроклімату приміщень житлового будинку.

Предмет дослідження: процеси забезпечення тепловою енергією приміщень житлового будинку.

Методи дослідження. Системний підхід до вибору оптимальних рішень для створення мікроклімату, обґрунтування основних і режимних характеристик систем теплозабезпечення; математичне моделювання процесів тепломасообміну відповідно до законів теплофізики та гідравліки.

Новизна одержаних результатів. Теоретичне обґрунтування доцільності використання енергозберігаючої системи теплопостачання для забезпечення нормованих параметрів мікроклімату в житлових приміщеннях.

Практичне значення. Передбачено конструктивні-технологічні рішення систем опалення та гарячого водопостачання, які дають можливість забезпечувати та підтримувати мікроклімат приміщень в межах заданих параметрів.

Апробація та публікації. Основні положення і результати досліджень доповідалися й обговорювалися на LIV всеукраїнській науково-технічній конференції підрозділів ВНТУ (2025) [7].

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

1.1 Сучасні тенденції розвитку систем теплопостачання житлових будинків

У сучасних умовах глобальних змін клімату, енергетичних криз та підвищення цін на енергоресурси питання розвитку ефективних систем теплопостачання набуває особливого значення. Сектор житлового будівництва є одним із найбільших споживачів енергії, тому модернізація систем опалення та гарячого водопостачання стає важливою складовою енергетичної політики багатьох країн. Основними напрямками розвитку є підвищення енергоефективності, екологічності систем, а також тенденція до децентралізації джерел теплопостачання [1].

У світовій практиці дедалі більшого поширення набувають індивідуальні та локальні системи теплопостачання, орієнтовані на конкретні будівлі або невеликі групи об'єктів. Такий підхід дозволяє мінімізувати втрати тепла в мережах, оптимізувати споживання енергоресурсів і забезпечити більшу гнучкість у регулюванні температурного режиму. Особливо популярними стають індивідуальні системи опалення на базі високоефективних газових котлів, у тому числі конденсаційних, здатних досягати коефіцієнта корисної дії понад 100% (з урахуванням теплоти конденсації водяної пари).

Країни Європейського Союзу приділяють велику увагу підвищенню енергоефективності житлових будинків через впровадження директив і стандартів, таких як Директива 2010/31/ЄС про енергетичну ефективність будівель (EPBD). Основна ідея цих документів полягає у створенні будинків з майже нульовим енергоспоживанням (NZEB), що неможливо без застосування енергоефективних систем опалення та гарячого водопостачання. При цьому особливий акцент робиться на використанні технологій із низьким рівнем

викидів вуглецю, застосування відновлюваних джерел енергії та вдосконалення систем обліку і контролю енергоспоживання.

У провідних країнах світу широко застосовуються технології конденсаційного опалення, теплові насоси, гібридні системи з використанням газу і сонячної енергії. Індивідуальні газові котли, що працюють у режимі модуляції потужності, забезпечують максимально точне підтримання комфортної температури, знижуючи споживання палива. Розвиток електроніки дозволяє застосовувати інтелектуальні системи керування опаленням, які автоматично адаптуються до погодних умов і способу життя мешканців [2].

В Україні розвиток систем теплопостачання також зазнає значних змін під впливом європейських інтеграційних процесів та внутрішніх викликів, зумовлених зношеністю тепломреж, підвищенням цін на енергоносії та необхідністю підвищення енергетичної безпеки. Традиційні централізовані системи теплопостачання, які були домінуючими у минулому, сьогодні поступово втрачають популярність через їхню низьку ефективність, значні тепловтрати на транспорт тепла та обмежену можливість індивідуального регулювання температурних режимів.

Одним із ключових трендів в Україні стає перехід на децентралізовані системи теплопостачання. Зокрема, у новобудовах все частіше впроваджуються індивідуальні системи опалення на основі газових котлів. Це дозволяє не лише знизити експлуатаційні витрати, але й підвищити надійність теплопостачання, оскільки мешканці не залежать від централізованих джерел і стану розподільчих мереж. Водночас держава стимулює підвищення енергоефективності через програми термомодернізації будівель, енергетичні сертифікації та фінансову підтримку модернізаційних заходів [3].

Особливу увагу також приділяють екологічним аспектам роботи систем теплопостачання. Використання сучасних газових котлів, зокрема конденсаційних моделей, дозволяє суттєво знизити обсяги викидів парникових газів і шкідливих речовин, таких як оксиди азоту (NO_x) і оксиди вуглецю (CO).

Крім того, правильне проектування індивідуальних систем забезпечує високу ефективність використання газу, зменшуючи негативний вплив на довкілля.

Важливо зазначити, що сучасні системи теплопостачання орієнтовані не тільки на енергозбереження, а й на комфорт мешканців. Індивідуальні котли дозволяють оперативно змінювати параметри опалення і гарячого водопостачання залежно від потреб, що сприяє економії ресурсів і створенню оптимального мікроклімату у приміщеннях.

Ще одним важливим напрямом розвитку є інтеграція систем опалення у загальну концепцію «розумного будинку». Використання цифрових технологій і систем автоматизації дає можливість зменшити витрати енергії шляхом оптимального керування температурними режимами, врахування прогнозу погоди та графіку перебування мешканців у будинку. Такі рішення дозволяють підвищити загальну енергоефективність житла на 15–30% без значних додаткових інвестицій.

Таким чином, сучасні тенденції розвитку систем теплопостачання житлових будинків як у світі, так і в Україні, орієнтовані на підвищення енергоефективності, екологічної безпеки та автономності. Використання індивідуальних газових котлів, впровадження інтелектуальних систем керування, оптимізація теплоспоживання та перехід на децентралізовані моделі є основними напрямками розвитку, що відповідають сучасним вимогам сталого розвитку та енергетичної безпеки [4].

1.2 Технічні характеристики та особливості сучасних індивідуальних газових котлів

Системи індивідуального теплопостачання на базі газових котлів набули широкого поширення завдяки своїй автономності, енергоефективності та здатності забезпечувати комфортний мікроклімат у житлових приміщеннях. При виборі газового котла для багатоповерхового житлового будинку важливими критеріями є його технічні характеристики, тип (традиційний чи

конденсаційний), коефіцієнт корисної дії (ККД), витрати газу, особливості системи керування та регулювання [5].

Традиційні газові котли працюють за принципом прямого спалювання газу із передачею теплоти теплоносію через теплообмінник. В процесі роботи водяна пара, яка утворюється внаслідок згоряння, виводиться разом із димовими газами через димохід без конденсації. ККД таких котлів зазвичай становить 85–90%, що обумовлено втратами теплоти із димовими газами.

Конденсаційні газові котли є більш сучасним рішенням. Їх особливість полягає у використанні теплоти конденсації водяної пари, що міститься в продуктах згоряння. Це дозволяє відбирати додаткову кількість енергії та підвищувати ККД до 105–109% за нижчою теплотворною здатністю газу. У конденсаційних котлах димові газу охолоджуються до температур нижче точки роси ($\sim 55^{\circ}\text{C}$), в результаті чого утворюється конденсат, теплота якого передається теплоносію.

Порівняння традиційних і конденсаційних котлів свідчить, що останні забезпечують вищу ефективність, знижені витрати газу та менші викиди в атмосферу. Однак вони вимагають використання спеціальних матеріалів для димоходів (корозійностійких), а також організації системи відведення конденсату.

Коефіцієнт корисної дії газових котлів

ККД є одним із ключових показників енергоефективності газових котлів. Для традиційних моделей ККД зазвичай не перевищує 90%, що обумовлюється втратами теплоти з гарячими димовими газами. Для конденсаційних котлів ККД може перевищувати 100% (за нижчою теплотворною здатністю палива), що пояснюється врахуванням додаткової теплоти конденсації.

У реальних умовах експлуатації досягнення максимально можливого ККД залежить від правильної організації системи опалення, режиму роботи котла (переважно в низькотемпературному режимі), а також від умов зовнішнього середовища. Конденсаційні котли демонструють особливо високу

ефективність у перехідні сезони, коли температура подачі теплоносія може бути знижена.

Витрати газу сучасними котлами

Витрати газу залежать від типу котла, його потужності, режиму експлуатації та теплоізоляції будівлі. Сучасні конденсаційні котли за рахунок вищого ККД споживають на 10–20% менше газу порівняно з традиційними моделями.

Орієнтовно, витрати газу можна оцінити за формулою [2]:

$$Q = \frac{Q_{\text{потр}}}{\eta} \quad (1.1)$$

де Q – витрата газу;

$Q_{\text{потр}}$ – теплова потреба будинку;

η – ККД котла.

Наприклад, для покриття потреби в теплі на рівні 10 кВт при ККД 90% традиційного котла потрібно близько 11,1 кВт теплоти з газу, тоді як для конденсаційного котла з ККД 105% потрібно близько 9,5 кВт.

Зниження витрат газу не лише економить фінансові ресурси споживачів, а й сприяє зменшенню навантаження на газотранспортну систему та зниженню екологічного навантаження.

Сучасні газові котли обладнані автоматичними системами регулювання та керування, що дозволяє забезпечити оптимальний режим роботи залежно від теплового навантаження і зовнішніх умов. Основні особливості [7]:

Модуляція потужності. Більшість сучасних котлів мають можливість безступеневого регулювання потужності в широкому діапазоні (зазвичай від 20% до 100%), що дозволяє уникати частого вмикання-вимикання і знижує витрати газу.

Погодозалежне керування. Використання зовнішніх температурних датчиків дає змогу автоматично регулювати температуру подачі теплоносія відповідно до температури навколишнього середовища, що підвищує енергоефективність системи.

Тижневе програмування. Багато котлів підтримують функцію програмування графіків роботи на день і тиждень, що дозволяє оптимізувати споживання енергії відповідно до розпорядку дня мешканців.

Системи безпеки. Сучасні котли оснащуються багаторівневими системами захисту, включаючи контроль полум'я, захист від перегріву, обмеження по тиску води, датчики наявності продуктів згоряння.

Дистанційне керування. Частина сучасних моделей підтримує можливість керування через Інтернет або мобільні додатки, що дає змогу змінювати режими роботи на відстані та отримувати повідомлення про аварійні ситуації.

Можна виділити наступні переваги та недоліки сучасних газових котлів.

Переваги:

- Висока енергоефективність, особливо у конденсаційних котлів.
- Невеликі габарити і простота монтажу.
- Можливість точного регулювання параметрів мікроклімату.
- Порівняно невисока вартість обладнання та експлуатації.
- Зменшене екологічне навантаження завдяки високому ККД і

мінімізації викидів.

Недоліки:

- Залежність від безперебійного постачання газу та електроенергії.
- Вимоги до якості монтажу і регулярного технічного обслуговування.
- Необхідність організації системи відведення конденсату для

конденсаційних котлів.

Таким чином, сучасні індивідуальні газові котли, особливо конденсаційного типу, забезпечують високий рівень енергоефективності, надійності та екологічної безпеки. Їх правильний вибір і проектування є запорукою економічного та комфортного тепlopостачання багатопверхових житлових будинків в умовах зростаючих вимог до енергоспоживання і захисту навколишнього середовища.

1.3 Вибір системи опалення і гарячого водопостачання для багатоповерхового житлового будинку

При проектуванні системи опалення та гарячого водопостачання для багатоповерхових житлових будинків важливим є правильний вибір технологічних рішень, що відповідають вимогам енергоефективності, економічності та екологічності. Різноманіття типів систем, доступних на ринку, включаючи індивідуальні газові котли, системи з використанням відновлювальних джерел енергії та комбіновані варіанти, дозволяє створити оптимальне рішення для кожного конкретного об'єкта.

У цьому підрозділі розглянемо основні аспекти вибору системи опалення і гарячого водопостачання для багатоповерхових житлових будинків на прикладі індивідуальних газових котлів, а також аналізуємо їх переваги та недоліки у порівнянні з іншими можливими варіантами.

Для багатоповерхових житлових будинків традиційно застосовуються дві основні категорії систем теплопостачання: централізовані та індивідуальні.

Централізовані системи забезпечують теплом кілька або навіть десятки будинків від одного котельного блоку або ТЕЦ. Переваги централізованих систем — це значна економія на обладнанні та монтажі, однак їхня ефективність знижена через великі тепловтрати в трубопроводах, обмежену можливість регулювання температури в окремих квартирах та залежність від роботи зовнішніх мереж.

Індивідуальні системи опалення забезпечують кожну квартиру чи навіть кожен поверх автономним котлом, що дозволяє значно знизити тепловтрати і підвищити енергоефективність. Вони дозволяють точно регулювати температуру у приміщеннях, що є важливим фактором для комфорту мешканців. Одним із найбільш ефективних рішень для багатоповерхових будинків є використання індивідуальних газових котлів, які мають високу енергоефективність, простоту в експлуатації та обслуговуванні, а також низькі експлуатаційні витрати.

При виборі системи опалення і гарячого водопостачання для багатоповерхового житлового будинку важливо враховувати кілька ключових факторів, серед яких [11]:

1. Енергоефективність. Збільшення енергоефективності системи дозволяє значно знизити витрати на опалення і гаряче водопостачання. Індивідуальні газові котли, зокрема конденсаційні, забезпечують високий коефіцієнт корисної дії та знижують витрати палива.

2. Вартість експлуатації. Індивідуальні котли є більш економічними у довгостроковій експлуатації порівняно з централізованими системами, оскільки споживач оплачує лише фактичне споживання енергії, що значно знижує витрати.

3. Інтеграція з іншими системами. Індивідуальні газові котли можна легко інтегрувати в систему «розумного будинку», що дозволяє автоматизувати процеси управління тепlopостачанням і гарячим водопостачанням, а також знижувати споживання енергії за рахунок ефективного керування.

4. Екологічність. Зниження рівня викидів CO₂ та інших шкідливих речовин є важливим аспектом при виборі котлів, особливо в умовах сучасних екологічних вимог та нормативів [8].

5. Простота обслуговування і ремонту. Індивідуальні газові котли мають довгий термін служби при належному обслуговуванні, що включає регулярне очищення, перевірку датчиків і систем безпеки.

Крім опалення, важливим компонентом є система гарячого водопостачання (ГВП). Для забезпечення гарячою водою багатоповерхових будинків зазвичай використовуються дві основні системи:

1. Бойлери для нагріву води. Вони працюють за принципом накопичення води та її нагріву, після чого гаряча вода подається до споживачів. Бойлери зазвичай мають високу продуктивність, але споживають велику кількість енергії для підтримки температури води.

2. Комбінаційні котли (наприклад, комбіновані котли типу «опалення + ГВП»). Такі котли забезпечують як опалення, так і гаряче водопостачання, і є

ідеальним варіантом для багатоповерхових будинків, оскільки забезпечують одночасно два важливі аспекти комфорту без додаткових витрат на окремі системи. Багато таких котлів оснащуються спеціальними теплообмінниками, що дозволяють отримувати гарячу воду без впливу на систему опалення.

Індивідуальні газові котли мають численні переваги для багатоповерхових житлових будинків [14, 15]:

1. Автономія та контроль. Кожен мешканець або власник квартири має можливість індивідуально регулювати температуру в своїх приміщеннях, що забезпечує комфорт на кожному рівні.

2. Економія енергії. Індивідуальні котли дозволяють забезпечити ефективно використання енергії, оскільки опалення та гаряче водопостачання відбуваються безпосередньо в приміщенні.

3. Зниження тепловтрат. Завдяки розташуванню котлів безпосередньо в квартирах або на поверхах будинку знижуються тепловтрати, які часто виникають при централізованому постачанні тепла через зношені тепломережі.

4. Зниження ризику аварій. Індивідуальні котли значно знижують ризик аварійних ситуацій, таких як прориви тепломереж чи відключення тепла від центральних котелень.

5. Зниження витрат на обслуговування. Оскільки котли використовуються на окремих об'єктах, витрати на обслуговування і технічне обслуговування значно знижуються, а система працює незалежно від зовнішніх чинників.

Проте індивідуальні газові котли мають і певні недоліки [1-4]:

1. Вартість монтажу. Першочергова вартість придбання та встановлення індивідуального котла є вищою в порівнянні з централізованими системами.

2. Залежність від газопостачання. Газові котли не можуть працювати без постачання природного газу, що може бути проблемою в регіонах з нестабільними постачаннями.

3. Потреба в додатковому обслуговуванні. Індивідуальні котли потребують регулярного обслуговування, чистки та перевірки безпеки, що може вимагати додаткових витрат часу та коштів.

1.4 Техніко-економічне обґрунтування застосування індивідуальних систем теплопостачання

Вибір системи опалення та гарячого водопостачання є важливим етапом проєктування житлових будинків, оскільки від цього залежить не тільки комфорт мешканців, а й енергоефективність та економічність експлуатації. Індивідуальні системи теплопостачання, зокрема газові котли, є популярним рішенням для багатоквартирних будинків завдяки своїй автономності, простоті обслуговування та можливості контролювати витрати енергії. Однак для обґрунтування їх доцільності важливо провести техніко-економічний аналіз, який дозволить оцінити витрати на обладнання та монтаж, а також експлуатаційні витрати і термін окупності.

Для визначення енерговитрат необхідно врахувати кілька параметрів, серед яких потужність котла, коефіцієнт корисної дії (ККД), потреба в теплі для опалення та гарячого водопостачання, а також режим роботи системи. Розрахунок енерговитрат для індивідуальної системи теплопостачання зазвичай здійснюється за формулою:

$$Q_{\text{потр}} = \frac{V_{\text{оп}} \cdot \Delta T \cdot C_{\text{вода}}}{\eta} \quad (1.2)$$

де

$Q_{\text{потр}}$ — теплові потреби будинку (Вт),

$V_{\text{оп}}$ — обсяг теплоносія, що циркулює в системі опалення (м³),

ΔT — різниця температур між подачею і обраткою (°С),

$C_{\text{вода}}$ — питома теплоємність теплоносія (для води — 4,18 кДж/кг°С),

η — коефіцієнт корисної дії котла.

Для визначення потреби в теплі для гарячого водопостачання використовується аналогічна формула, де враховується кількість споживачів, середнє споживання гарячої води на людину та температура води, що надходить до системи.

Наприклад, для багатоповерхового будинку з 100 квартирами (по 3 людини на кожному) та середньою потребою у гарячій воді 150 л/добу на одну особу, можна розрахувати загальні потреби в теплі для нагріву води. Точно визначивши ці параметри, можна оцінити загальну кількість енергії, яку необхідно витратити на забезпечення комфортної температури води та опалення.

Проведемо аналіз вартості обладнання та монтажу систем створення мікроклімату житлового багатоповерхового будинку. Вартість індивідуальних систем тепlopостачання залежить від типу котла, його потужності, додаткового обладнання та вартості монтажу. Зазвичай вартість індивідуального газового котла складається з наступних компонентів:

1. Котел. Вартість сучасного газового котла може коливатися від 15 000 до 60 000 грн залежно від типу (традиційний чи конденсаційний), потужності та бренду. Для більшості багатоквартирних будинків зазвичай застосовуються котли потужністю від 10 до 30 кВт.

2. Теплообмінник і насос. Системи теплообміну та насосні установки також необхідні для забезпечення ефективної циркуляції теплоносія. Вартість цих елементів може варіюватися від 5 000 до 15 000 грн в залежності від їхніх характеристик.

3. Система вентиляції і димоходу. Для забезпечення безпеки та ефективності роботи котлів потрібна система вентиляції та відведення димових газів, що потребує додаткових витрат на монтаж. Вартість димоходу складає від 3 000 до 10 000 грн.

4. Монтаж. Вартість монтажних робіт для індивідуальної системи тепlopостачання зазвичай варіюється від 5 000 до 15 000 грн, залежно від складності робіт, необхідності у переплануванні та підключенні до газових мереж.

Таким чином, загальна вартість індивідуальної системи опалення для однієї квартири може становити від 30 000 до 100 000 грн, що включає всі компоненти та монтаж.

Один із основних аспектів, який слід враховувати при виборі індивідуальних систем теплопостачання, — це їхні експлуатаційні витрати. Витрати на газ для опалення та гарячого водопостачання безпосередньо залежать від вартості газу, ефективності котла та обсягу споживання енергії.

Для розрахунку експлуатаційних витрат можна використовувати наступну формулу:

$$C_{\text{газ}} = \frac{Q_{\text{потр}} \cdot C_{\text{газ}}}{\eta} \quad (1.3)$$

де

$C_{\text{газ}}$ — витрати на газ (грн/рік),

$Q_{\text{потр}}$ — теплові потреби (Вт/год),

$C_{\text{газ}}$ — вартість 1 кВт·год газу (грн),

η — коефіцієнт корисної дії котла.

Загальні витрати на газ залежать від теплових потреб конкретного об'єкта, середньої температури опалювального сезону та вартості газу, яка в Україні варіюється від 7 до 9 грн за 1 м³ газу. Таким чином, витрати на енергоносії можуть складати від 8 000 до 20 000 грн на рік для середньої квартири.

Окрім витрат на газ, необхідно враховувати витрати на обслуговування котла (перевірка, чистка, заміна фільтрів, тощо), що також становить певну суму на рік (від 1 000 до 3 000 грн).

Для визначення доцільності застосування індивідуальних систем теплопостачання важливим є розрахунок терміну окупності. Він визначається за формулою:

$$T_{\text{окуп}} = \frac{C_{\text{інвест}}}{C_{\text{експлуатація}}} \quad (1.4)$$

де

$T_{\text{окуп}}$ — термін окупності (роки),

$C_{\text{інвест}}$ — початкові інвестиційні витрати (грн),

$C_{\text{експлуатація}}$ — річні експлуатаційні витрати (грн).

Для індивідуальних газових котлів термін окупності може становити від 6 до 12 років, в залежності від вартості обладнання, монтажу та витрат на експлуатацію. Враховуючи економію на енергозатратах порівняно з централізованими системами опалення, а також підвищення комфорту та автономності, інвестування в індивідуальні котли є доцільним рішенням для багатоповерхових будинків.

Техніко-економічне обґрунтування застосування індивідуальних систем теплопостачання показує, що такі системи є ефективними як з енергетичної, так і з економічної точки зору. Вони дозволяють значно знизити витрати на опалення та гаряче водопостачання, зменшити тепловтрати та підвищити комфорт для мешканців. Термін окупності індивідуальних систем теплопостачання для багатоповерхових будинків складає від 6 до 12 років, що робить їх конкурентоспроможними в порівнянні з централізованими системами.

Таким чином, впровадження індивідуальних газових котлів є перспективним рішенням для багатоквартирних будин

1.5 Оцінка екологічного впливу та енергетичної ефективності індивідуальних систем теплопостачання

Індивідуальні системи теплопостачання мають значний вплив не лише на енергоспоживання будівель, але й на навколишнє середовище. З огляду на сучасні виклики, пов'язані зі зміною клімату, дедалі більшого значення набувають питання скорочення викидів парникових газів та підвищення

енергоефективності. У цьому розділі буде проаналізовано екологічний вплив індивідуальних газових котлів, їхню енергетичну ефективність та можливості оптимізації будівель для зменшення навантаження на довкілля [1, 8].

Основним джерелом викидів парникових газів в індивідуальних системах теплопостачання є процес згоряння природного газу. При згорянні 1 м³ природного газу викидається приблизно 1,9 кг діоксиду вуглецю (CO₂). Обсяги викидів безпосередньо залежать від рівня споживання газу, ефективності обладнання та характеру експлуатації.

Для прикладу, розглянемо квартиру, яка протягом опалювального сезону споживає близько 1200 м³ газу. Викиди CO₂ за цей період становитимуть:

$$1200 \text{ м}^3 \times 1,9 \text{ кг/м}^3 = 2280 \text{ кг CO}_2 \quad (1.5)$$

Тобто одна квартира за опалювальний сезон викидає близько 2,28 тонн діоксиду вуглецю. Для багатоповерхового будинку на 100 квартир цей показник складе приблизно 228 тонн CO₂ на сезон.

Окрім CO₂, згоряння природного газу супроводжується утворенням оксидів азоту (NO_x) та, в незначній кількості, оксидів сірки (SO₂), що також мають негативний вплив на довкілля.

Проте варто зазначити, що за рівнем шкідливих викидів природний газ є екологічно чистішим паливом у порівнянні з вугіллям або мазутом, оскільки при його згорянні утворюється менше шкідливих речовин і парникових газів.

Індивідуальні системи теплопостачання впливають на навколишнє середовище не тільки через викиди парникових газів. Додатковими чинниками впливу є [1-7]:

1. Споживання природних ресурсів. Для виробництва, транспортування та експлуатації обладнання використовуються ресурси, що сприяє збільшенню вуглецевого сліду.

2. Локальні викиди забруднюючих речовин. У районах з великою концентрацією індивідуальних систем можуть спостерігатися локальні підвищення рівнів NO_x, що сприяє утворенню смогу.

3. Шумове навантаження. Деякі типи котлів (особливо старі моделі) можуть створювати шум при роботі, що негативно впливає на комфорт мешканців.

4. Енергетичні втрати. Неefективна робота систем теплопостачання призводить до надмірного споживання енергії та, відповідно, до зростання екологічного навантаження.

Незважаючи на ці фактори, індивідуальні газові системи мають перевагу над централізованими системами з точки зору зменшення втрат тепла під час транспортування теплоносія (через відсутність довгих трубопроводів), що дозволяє знизити загальні енергетичні втрати.

Підвищення енергоефективності будівель є ключовим напрямом зменшення екологічного впливу систем теплопостачання. Основні шляхи підвищення енергоефективності включають:

1. Використання конденсаційних котлів. Такі котли мають ККД до 108% (відносно нижчої теплоти згоряння палива) завдяки використанню прихованої теплоти конденсації водяної пари в продуктах згоряння. Це дозволяє знизити споживання газу на 10–20% у порівнянні зі звичайними котлами.

2. Модернізація будівельних конструкцій. Теплоізоляція стін, дахів, підвалів та встановлення енергоефективних вікон дозволяє зменшити тепловтрати на 30–50%.

3. Інтелектуальні системи управління опаленням. Використання термостатичних клапанів, погодозалежного регулювання та «розумних» систем обігріву дозволяє оптимізувати споживання енергії без зниження рівня комфорту.

4. Відновлювані джерела енергії. Інтеграція сонячних колекторів для попереднього нагріву води або гібридних систем з тепловими насосами може суттєво зменшити споживання природного газу.

У результаті впровадження комплексних заходів енергоефективності загальні потреби в енергії для опалення та гарячого водопостачання можуть бути знижені на 40–70%.

Для повноцінної оцінки слід порівняти індивідуальні газові системи з іншими варіантами теплопостачання (табл. 1.1)

Таблиця 1.1 – Порівняння екологічної ефективності різних типів систем теплопостачання [3]

Система теплопостачання	Рівень викидів CO ₂	Енерго-ефективність	Вартість впровадження	Коментар
Індивідуальні газові котли	Середній	Висока (особливо конденсаційні)	Помірна	Потребує підключення до газових мереж
Централізоване опалення (ТЕЦ на вугіллі)	Високий	Низька–середня	Висока (інфраструктура)	Великі втрати при транспортуванні тепла
Теплові насоси	Низький	Висока–дуже висока	Висока	Потребують електроенергії та джерела тепла (грунт, вода)
Сонячні колектори	Нульовий	Дуже висока (у поєднанні з іншими системами)	Висока	Залежить від кліматичних умов

Таким чином, індивідуальні газові системи є проміжним варіантом між традиційними і сучасними технологіями з точки зору екологічного впливу та енергоефективності.

Оцінка екологічного впливу та енергетичної ефективності індивідуальних систем теплопостачання показує, що вони мають значний потенціал для оптимізації споживання енергії та зменшення викидів парникових газів. Використання конденсаційних котлів, впровадження сучасних систем управління теплопостачанням та комплексна термомодернізація будівель можуть суттєво знизити енергетичне навантаження на навколишнє середовище.

Попри те, що індивідуальні газові системи все ще залишають певний рівень викидів CO₂, у порівнянні з централізованим опаленням на вугіллі чи мазуті їхній екологічний слід є меншим. Подальший розвиток технологій та перехід до комбінованих систем на основі відновлюваних джерел енергії дасть

змогу ще більше підвищити енергоефективність та екологічність тепlopостачання житлового сектору.

1.6 Порівняння варіантів влаштування електричної та газової систем опалення

Величина затрат на влаштування систем опалення, що працюють від газових котлів та електричних котлів є однакою, оскільки затрати на матеріали є рівними. Різниця цих систем полягає у витратах на джерело електроенергії за розрахунковий період.

Вихідними даними для порівняльної характеристики є:

- потужність електричного котла, $P_r = P_e = 24$ кВт;
- витрата природного газу котлом $V = 2,9$ м³/год;
- розрахунковий період – 1 рік;
- кількість опалювальних днів – 187 днів;
- вартість 1 кВт·год електроенергії – $C_e = 4,32$ грн.;
- вартість 1 м³ газового палива – $C_g = 7,96$ грн.

Розрахунок витрат коштів на електроенергію розраховується за формулою:

$$S_e = E_p \cdot C, \quad (1.6)$$

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

E_p – витрати електроенергії за рік, кВт·год:

$$E_p = N \cdot n \cdot t \cdot \eta, \quad (1.7)$$

де N – потужність одного котлоагрегату, кВт;

n – кількість встановлених котлоагрегатів, шт.;

t – кількість годин роботи опалювального агрегату, год;

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

$$E_p = 24 \cdot 90 \cdot 24 \cdot 187 \cdot 0,9 = 363528 \text{ (кВт·год).}$$

$$S_e = 363528 \cdot 4,32 = 1570440,96 \text{ (грн.).}$$

Розрахунок витрат коштів на природний газ розраховується за формулою:

$$S_u = V_p \cdot C_g, \quad (1.8)$$

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

V_p – витрати природного газу за рік, м^3 :

$$V_p = V \cdot n \cdot t \cdot \eta, \quad (1.9)$$

де N – потужність одного котлоагрегату, кВт;

n – кількість встановлених котлоагрегатів, шт.;

t – кількість годин роботи опалювального агрегату, год;

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

$$V_p = 2,9 \cdot 90 \cdot 24 \cdot 187 \cdot 0,9 = 1054231,2 \text{ (м}^3\text{)}.$$

$$S_g = 1054231,2 \cdot 7,96 = 132441,2 \text{ (грн.)}.$$

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

$$1570440,96 > 132441,2.$$

Економічний ефект при цьому складає

$$E = S_e - S_g = 1570440,96 - 132441,2 = 1437999,76 \text{ (грн.)}.$$

Отже, при проектуванні системи опалення, джерелом теплової енергії є газові котли, що дозволяє зекономити за рік 1437999,76 грн. в порівнянні з електричними котлами.

1.7 Економічний ефект від впровадження системи автономного теплозабезпечення

Виконуємо порівняння проекту з використанням індивідуальних опалювальних котлів і проекту з централізованою системою опалення.

За опалювальний період для цього житлового будинку, який би опалювався індивідуальною системою опалення витрата ресурсів складала б: газу на опалення для одного котла – $2,9 \text{ м}^3/\text{год}$; всього газу: $1054231,2 \text{ м}^3/\text{рік}$.

Бюджет витрат на опалення за рік: вартість 1 м^3 газу – 7,96 грн. Тоді річні витрати на опалення складатимуть:

Всього – $1054231,2 \cdot 7,96 = 132441,2$ (грн.).

Амортизаційні витрати на повне відновлення та капітальний ремонт становить 5%: $132441,2 \cdot 0,05 = 6622$ (грн).

Інші витратити становлять 3 %:

$$132441,2 \cdot 0,03 = 3973,2 \text{ (грн.)}$$

Всього: $132441,2 + 6622 + 3973,2 = 143036,4$ (грн).

$$C_1 m^2 = \sum E / S_{\text{опал}} = 143036,4 / 4238 = 33,75 \text{ (грн/м}^2\text{)} .$$

Бюджет витрат при централізованому опаленні по тарифах теплокомуненерго склав би:

Ціна за тарифам теплокомуненерго за 1 м² опалювальної площі житлового будинку складає 42,94 грн/м².

Отже абсолютний ефект на експлуатаційних витратах буде дорівнювати

$$E = (C_1 m^2 - C_1) \times S \times 6 = (42,96 - 33,75) \times 4238 \times 6 = 234192 \text{ (грн)}$$

Отже абсолютний ефект на капітальні вкладення, грн:

$$K_{\text{еф}} = 234192 - 143036,4 = 91155,6 \text{ (грн)}$$

Термін окупності системи, без врахування заощадження грошей, при відмові від центрального гарячого водопостачання:

$$T_{\text{ок}} = K/E \tag{1.10}$$

$$T_{\text{ок}} = 91155,6 / 234192 = 1,2 \text{ (років)}$$

Висновки до розділу 1

1. У сучасних умовах енергетичних викликів розвиток індивідуальних систем теплопостачання на базі високоефективних технологій є ключовим напрямом підвищення енергоефективності будівель. Децентралізація, використання конденсаційних котлів і інтеграція «розумних» систем сприяють зниженню споживання енергії, скороченню викидів та підвищенню комфорту мешканців.

2. Сучасні індивідуальні газові котли забезпечують високу енергоефективність, економічність та екологічність систем теплопостачання.

Конденсаційні моделі демонструють перевагу за ККД і витратами газу. Використання інтелектуальних систем керування дозволяє оптимізувати споживання енергії, підвищити комфорт і безпеку експлуатації, що є важливим у сучасних умовах.

3. Правильний вибір системи опалення та гарячого водопостачання для багатоповерхових будинків є ключовим для забезпечення енергоефективності, економічності та комфорту. Індивідуальні газові котли забезпечують автономність, високу ефективність і зниження тепловтрат, проте потребують ретельного обслуговування та стабільного газопостачання.

4. Техніко-економічний аналіз доводить доцільність використання індивідуальних систем теплопостачання у багатоквартирних будинках. Вони забезпечують автономність, енергоефективність і контроль витрат. Незважаючи на вищі початкові інвестиції, економія на експлуатації та висока надійність дозволяють досягти окупності за 6–12 років, підвищуючи комфорт мешканців.

5. Оцінка екологічного впливу та енергоефективності індивідуальних систем теплопостачання показала їхній потенціал у зниженні енергоспоживання та викидів CO₂. Використання конденсаційних котлів, термомодернізація будівель і впровадження відновлюваних джерел енергії дозволяють суттєво підвищити екологічність. Індивідуальні системи є кращим вибором порівняно з традиційними ТЕЦ.

6. В техніко-економічному обґрунтуванні було порівняно індивідуальну систему та централізовану систему теплопостачання. На підставі цього зроблено висновок, що встановлення індивідуальних опалювальних котлів є більш ефективним, ніж система централізованого теплопостачання. Окупність такої системи становить близько 1,2 роки.

Перевагою індивідуальної системи опалення є повністю автоматична система, і у випадку несправності, ремонту або профілактики, вимикається лише в одній квартирі, а також стабільність забезпечення кожної квартири теплом у будь-який період року.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

2.1 Вихідні дані для проєктування

Об'єктом для проєктування вибрано будівлю житлового багатоповерхового будинку у м. Вінниця, в якій передбачається радіаторне опалення і гаряче водопостачання від двоконтурних котлів для кожної квартири окремо. Освітлення в приміщеннях суміщене.

Нормативні опори теплопередачі R_o для огороджуючих конструкцій визначаються для в І кліматичному районі [18]: для зовнішньої стіни $R_o=4,0 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ \text{C/Вт}$, для вікон $R_o=0,9 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ \text{C/Вт}$, для перекриттів $R_o=6,0 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ \text{C/Вт}$, для підлоги $R_o=5,0 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ \text{C/Вт}$

2.2 Вибір параметрів зовнішнього повітря

В якості розрахункових параметрів зовнішнього повітря для холодного періоду року для системи опалення приймаються параметри для температури найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92. Тривалість опалювального періоду – 187 діб. Всі дані зводимо у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахункові параметри зовнішнього повітря [17]

Період року	$t_z, \text{ } ^\circ \text{C}$	$\varphi, \%$	$v_B, \text{ м/с}$
Холодний	-21	85	3,9

2.3 Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій будівлі

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

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.

2.3.1 Розрахунок зовнішніх стін на термічний опір

Повний фактичний термічний опір зовнішньої стіни підраховується з виразу:

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

де α_B – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

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

δ_y/λ_y – термічний опір шару утеплювача, R_y ;

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

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни.

Теплофізичні характеристики матеріалів зовнішньої стіни будівлі:

1. пустотна силікатна цегла: $\delta_1 = 0,51$ м; $\lambda = 0,872$ Вт/(м · °С);
2. плити із пінополістиролу: $\lambda = 0,047$ Вт/(м · °С);
3. штукатурки з вапняно-піщаного розчину: $\delta_1 = 0,01$ м; $\lambda = 0,814$ Вт/(м · °С).

Виходячи з умови $R_0 = 4 \text{ м}^2\text{°C/Вт} \leq R_0^\phi$ знаходимо необхідний термічний опір утеплювача:

$$\begin{aligned} R_{ym} &= R_0 - \left[\frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_3} \right] = \\ &= 4 - (0,115 + 0,51/0,872 + 0,01/0,814 + 0,043) = \\ &= 3,25 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right). \end{aligned} \quad (2.2)$$

В якості утеплювача приймаємо плити із мінвати з $\lambda = 0,047$ Вт/м°С, тоді необхідна його товщина:

$$\delta_{ym} = R_{ym} \cdot \lambda_{ym} = 3,25 \cdot 0,047 = 0,149(\text{м}). \quad (2.3)$$

Приймаємо товщину шару утеплювача 0,15 м.

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

$$R_0^{\phi} = 0,115 + 0,51/0,872 + 0,01/0,814 + 0,15/0,047 + 0,043 = 4,01 \text{ (м}^2\text{C/Вт)}.$$

Оскільки фактичний термічний опір більший за нормативний, тобто $4,01 > 4$, то вимога вважається виконаною.

2.3.2 Підбір вікон та дверей

Для розрахунку приймаємо вікна з потрійним склінням [18], опір теплопередачі яких $R_0=1 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{C}}{\text{Вт}}$.

Фактичний термічний опір більший за нормативний, тобто $1 > 0,9$, то вимога вважається виконаною.

2.3.3 Теплотехнічний розрахунок теплопередачі перекриття над підвалом

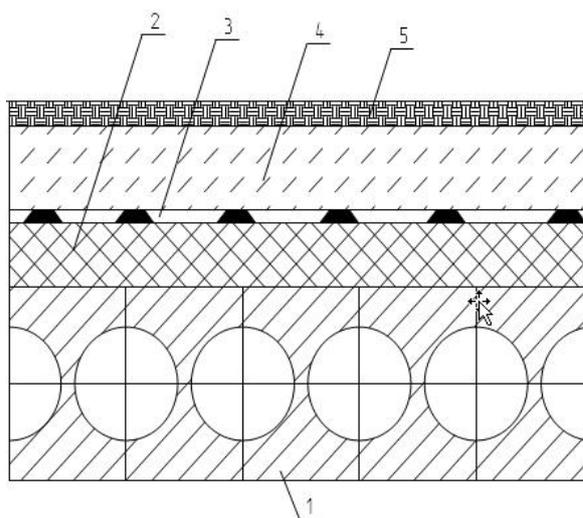


Рисунок 2.1 – Схема для розрахунку коефіцієнта теплопередачі перекриття над підвалом: 1 – багатопустотна залізобетонна плита; 2 – шар теплоізоляції; 3 – шар гідроізоляції (поліетиленова плівка); 4 – бетонна заливка; 5 – паркет дубовий.

Теплофізичні характеристики матеріалів міжповерхового перекриття:

1. багатопустотна залізобетонна плита: $\delta_1 = 0,22 \text{ м}$; $\lambda_1 = 1,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{С}}$;
2. теплоізоляції $\lambda_{\text{ут}} = 0,041 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{С}}$;
3. гідроізоляції $\delta_3 = 0,001 \text{ м}$, $\lambda_3 = 0,128 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{С}}$;
4. бетонна заливка $\delta_4 = 0,065 \text{ м}$, $\lambda_4 = 0,349 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{С}}$;
5. паркет дубовий $\delta_5 = 0,02 \text{ м}$, $\lambda_5 = 0,407 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{С}}$.

Термічний опір підлоги:

$$R = 0,22/1,8 + 0,2/0,041 + 0,001/0,128 + 0,065/0,349 + 0,02/0,407 = 5,24 \text{ (м}^2\text{°С/Вт)}.$$

Отже, необхідний опір теплопередачі (5 м²°С/Вт) забезпечено, якщо шар утеплення буде товщиною 0,2м.

2.3.4 Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття

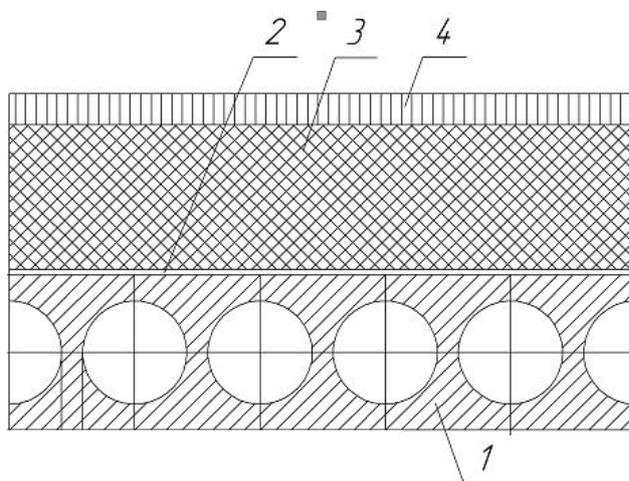


Рисунок 2.2 – Схема для розрахунку коефіцієнта теплопередачі горищного перекриття: 1 – багатопустотна залізобетонна плита; 2 – пароізоляція; 3 – утеплювач; 4 – вирівнюючий шар.

Теплофізичні характеристики матеріалів покрівлі:

1. багатопустотна залізобетонна плита: $\delta_1 = 0,22 \text{ м}$; $\lambda_1 = 1,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{С}}$;

2. пароізоляція із толю: $\delta_1 = 0,003$ мм; $\lambda = 0,18$ Вт/(м · °С);

3. утеплювач $\lambda_{ут} = 0,041 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{С}}$;

4. вирівнюючий шар з цементно-піщаного розчину $\delta_2 = 0,06$ м, $\lambda_4 = 0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{С}}$.

Опір теплопередачі для покрівлі:

$$R = 0,22/1,8 + 0,003/0,18 + 0,25/0,041 + 0,06/0,93 + 1/23 + 1/8,7 = 6,45 \text{ (м}^2\text{°С/Вт)}.$$

Отже, необхідний опір теплопередачі, який становить 6 (м·°С)/Вт, забезпечено, якщо шар утеплення буде товщиною 0,25 м.

2.4 Моделювання процесу визначення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій

Система опалення повинна компенсувати всі тепловтрати будинку – через огорожувальні конструкції та на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке проникає в приміщення через різні нещільності в огорожувальних конструкціях (інфільтрація) [20].

Втрати тепла через огорожувальну конструкцію визначають тільки при різниці температур по різні сторони огороження.

Загальні тепловтрати Q_3 складаються з головних $Q_Г$ та додаткових $Q_д$

$$Q_3 = Q_Г + Q_д. \quad (2.4)$$

Дані по розрахунку втрат тепла через огорожувальні конструкції приведені в додатку В.

2.5 Тепловий розрахунок опалювальних приладів

Тепловий розрахунок опалювальних приладів полягає у визначенні зовнішньої нагрівальної поверхні кожного приладу, що забезпечує необхідний тепловий потік від теплоносія в приміщення. Розрахунок проводиться при температурі теплоносія, що встановлюється для умов вибору теплової потужності приладів.

Для правильного визначення значень тепловіддачі радіаторів, які встановлюються в приміщенні, необхідно проводити розрахунок відповідно до діючих норм. Значення тепловіддачі радіаторів вибирається з довідкових таблиць за значеннями тепловтрат приміщень.

В якості обігрівальних приладів беруться алюмінієві радіатори фірми Nova Florida Libeccio C2. Параметри підібраних радіаторів і їх кількість занесені в таблицю в додатку Г.

На основі виконаного теплотехнічного розрахунку будуються аксонометричні схеми.

2.6 Моделювання гідравлічного режиму трубопроводів системи опалення

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

Гідравлічний розрахунок зводиться до визначення оптимальних діаметрів трубопроводів на кожній ділянці циркуляційних кілець [3].

Вибране циркуляційне кільце ділиться на ділянки. Через кожен ділянку протікає постійна кількість води, а межі ділянок знаходяться в точках зміни потужності потоку.

Для попереднього підбору діаметра труб на ділянках розрахункового циркуляційного кільця, необхідно знати витрати води на ділянці (G , кг/год) і допустиму питому середню витрату тиску на 1м за рахунок тертя (R_d , Па/м).

Витрати води визначаються за виразом [3]

$$G = 0,86 \cdot Q / (t_r - t_x), \quad (2.5)$$

де Q – теплове навантаження ділянки циркуляційного кільця, Вт;

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

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

R_d визначають за виразом

$$R_d = 0,5 \cdot P / \Sigma l, \quad (2.6)$$

де Σl – сумарна довжина розрахункового циркуляційного кільця, м.

Орієнтуючись на витрату та швидкість руху води на ділянці (G , кг/год, V , м/с), визначають діаметр трубопроводу, питомі витрати тиску від тертя на 1 м і динамічний тиск, які заносяться до таблиці в додатку Д. При цьому дійсні втрати тиску від тертя не повинні перевищувати допустимих середніх, а швидкість руху води повинна бути допустимою.

В графу 8 записані добуток R на l , тобто, втрати тиску від тертя на ділянці.

Втрати тиску на місцевих опорах визначаємо за формулою

$$Z = \Sigma \xi \cdot h_w, \quad (2.7)$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору;

h_w – динамічний тиск, з номограми [3].

Суму коефіцієнтів місцевих опорів $\Sigma \xi$ визначають для кожної ділянки. Коефіцієнти місцевих опорів знаходять в таблиці [3].

Коли заповнені всі рядки таблиці в додатку Д, підраховується сумарна довжина циркуляційного кільця (додають дані колонки 4) і суму втрат тиску від тертя (додають дані колонки 8) і суму втрат тиску від місцевих опорів (додають дані колонки 10). Потім визначають дійсні сумарні втрати тиску в циркуляційному кільці і порівнюють з розрахунковим циркуляційним тиском.

Коли запас циркуляційного тиску $\Delta_{зап}$ знаходиться в межах 5-10%, то розрахунок на цьому закінчується, а якщо запас більше, то здійснюють коректування діаметрів труб і проводять перерахунок до одержання відповідного запасу тиску. $\Delta_{зап}$ визначається за виразом

$$\Delta_{зап} = (P_p - \Sigma(R \cdot l + Z) / P_p) \cdot 100\%. \quad (2.8)$$

Гідрравлічний розрахунок наведено в додатку Д.

2.7 Моделювання гідравлічного режиму системи гарячого водопостачання

Якість води, що подається в систему гарячого водопостачання повинна відповідати ДСТУ. Тиск в системі гарячого водопостачання не повинен перевищувати 0,45 МПа. Температура для гарячої води не повинна бути нижче 50 °С. В кожній квартирі знаходиться по два санвузли, встановлено умивальники, душові кабінки, ванни та біде. Завданням розрахунку є підбір діаметрів і визначення тиску, необхідного для нормальної роботи системи.

Максимальна секундна витрата води на розрахунковій ділянці мережі гарячого водопостачання q^h , л/с, при гідравлічному розрахунку трубопроводів визначається за формулою

$$q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha \text{ [л/с]}. \quad (2.9)$$

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 25,91 = 25,91 \text{ (л/с)}.$$

де q_0^h – секундна витрата води, для житлових будинків з гарячим водопостачанням при наявності ванн, умивальників та мийок; приймається 0,2 (л/с);

α – коефіцієнт, що приймається в залежності від добутку загальної кількості приладів N на розрахунковій ділянці, і ймовірності їхньої дії P.

Максимальна годинна витрата гарячої води q_{hr}^h , м³/год, визначається за формулою [1]

$$q_{hr}^h = 0,005 q_{o,hr}^h \alpha_{hr} \text{ [м}^3\text{/год]}. \quad (2.10)$$

де $q_{o,hr}^h$ – годинна витрата води водорозбірним приладом, (л/год), (для житлових будинків, що обладнані ваннами, умивальниками і мийками допускається приймати $q_{o,hr}^h = 200$ (л/год));

α_{hr} – коефіцієнт, що визначається в залежності від загальної кількості приладів N , які обслуговуються системою, що проектується, на ймовірність їх використання P_{hr} , що визначається за формулою

$$P_{hr} = \frac{3600 P q_o^h}{q_{0,hr}^h} \quad (2.11)$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 2,891 = 2,891 \text{ (м}^3/\text{год)}.$$

Ймовірність дії санітарно-технічних приладів P в житлових будинках визначається по формулі

$$P = \frac{q_{hr,u}^h U}{3600 q_o^h N} \quad (2.12)$$

де $q_{hr,u}^h$ – витрата гарячої води одним споживачем л/год, в години найбільшого водоспоживання;(10 л/год);

U – кількість споживачів (мешканців) в будинку($U=230$ чел);

N – кількість водорозбірних приладів($N= 284$ шт).

$$P = \frac{10 \cdot 230}{3600 \cdot 0,2 \cdot 284} = 0,02$$

$$N \cdot P = 284 \cdot 0,02 = 5,68 \text{ приймаємо } \alpha = 2,891.$$

Дані розрахунків по кожній з ділянок наведені в додатку Д.

Висновки до розділу 2

За результатами розрахунків встановлено такі термічні опори для даної конструкції: $R_B = 1 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, $R_c = 4,01 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, $R_H = 6,45 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$.

За результатами моделювання теплотехнічного режиму були визначені тепловтрати в приміщеннях, по яким були підібрані двоконтурні котли марки turboTEC фірми Vaillant потужністю 24 Вт та опалювальні прилади фірми KERMI. В результаті моделювання гідравлічного режиму в металопластикових трубах були встановлені діаметри в діапазоні 16...25 мм. Підібране обладнання сприятиме надійній роботі систем опалення та гарячого водопостачання.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту

В даній роботі запроєктовано системи індивідуального опалення та гарячого водопостачання дев'ятиповерхового житлового будинку в місті Вінниця.

Опис конструкцій житлового будинку: будинок 9-ти поверховий, монолітний із зовнішніми цегляними стінами. Однопід'їздний житловий будинок, на першому поверсі має дві двокімнатні квартири, спортивний зал та службові приміщення, з другого поверху по восьмий – по три двокімнатні та трикімнатні квартири, а також одна чотирьохкімнатна, на дев'ятому поверсі – чотири квартири. Висота поверху 3,0 м.

Система індивідуального опалення житлового будинку (див. аркуш 1, 2, 3) складається з настінного котла марки Vaillant atmoTEC pro VUW 240/5-3, який розташований в приміщенні кухні кожної квартири на висоті 1,5 м від підлоги. Димові гази відводяться через трубу у вентиляційну шахту. До котла приєднані трубопроводи радіаторного опалення, які розміщені в конструкції підлоги. Вони передбачені із поліпропіленових труб фірми Firat діаметром 20 мм, 25 мм, 32 мм. В кожному житловому приміщенні розміщені алюмінієві радіатори фірми Nova Florida Libeccio C2. Система обладнана регуляторами і кранами. Трубопроводи системи радіаторного опалення виконуються в теплоізоляції Thermaflex FRZ товщиною 6 мм.

Систему гарячого водопостачання представлено на аркушах 1, 2 та 3. Від котла прокладають металопластикові трубопроводи діаметром 32мм, 25 мм, 20 мм в конструкції підлоги. З'єднання труб виконані за допомогою паяння. Роз'ємні (різьбові) з'єднання встановлені тільки в місцях установки запірної арматури та іншого обладнання. Установку роз'ємних з'єднань трубопроводів передбачені в місцях, доступних для огляду та ремонту.

3.2 Визначення складу і об'єму робіт

Склад робіт:

- доставлення основного та допоміжного обладнання;
- розмічування місць прокладання трубопроводів;
- встановлення радіаторів;
- встановлення опалювальних котлів;
- прокладання трубопроводів $D_y = 32$ мм;
- прокладання трубопроводів $D_y = 25$ мм;
- прокладання трубопроводів $D_y = 20$ мм;
- встановлення фільтрів;
- встановлення кранів;
- встановлення повітряних;
- встановлення терморегуляторів;
- встановлення мийок;
- встановлення умивальників;
- встановлення душової kabіни;
- встановлення біде;
- встановлення ванної;
- встановлення змішувачів;
- гідравлічне випробування трубопроводів;
- вивезення матеріалів.

Визначення об'ємів робіт:

1. Доставлення деталей на робочий майданчик

Загальна вага всіх деталей 10700 кг, $V = 10,7$ т.

2. Розмічування місць прокладання трубопроводів

Одиниці вимірювання 100 м. $V = 54$ м.

3. Встановлення радіаторів

- прикріпити радіатори за допомогою дюбелів;
- вивірювати по рівню і відвісу.

Загальна кількість радіаторів – 297 шт, загальною потужністю 303,6 кВт.

Одиниці вимірювання 100 кВт, $V=3$ кВт.

4. Встановлення опалювальних котлів

Загальна кількість котлів – 58 шт. Одиниці вимірювання 1 шт., $V=58$ шт.

5. Прокладання поліпропіленових трубопроводів включає

- розмітити трубопроводи;
- зібрати вузли трубопроводу з окремих деталей і фасонних частин;
- прокласти трубопроводи в ізоляції з одночасним вирівнюванням;
- встановити муфтову арматуру;
- встановити кріплення.

Одиниці вимірювання 100 м.

Довжина поліпропіленових трубопроводів D_y 32 мм складає 109 м, $V = 1$.

Довжина поліпропіленових трубопроводів D_y 25 мм складає 2 км, $V = 20$.

Довжина поліпропіленових трубопроводів D_y 20 мм складає 3,3 км, $V = 33$.

6. Встановлення фільтрів

- встановити прилади на лінію трубопроводу;
- з'єднати різьбові з'єднання за допомогою муфт і накидних гайок.

Встановлюється: фільтрів d_y 20 – 58 шт., $V = 58$ шт.

7. Встановлення повітряних та шарових кранів

- встановити прилади на лінію трубопроводу;
- з'єднати різьбові з'єднання за допомогою муфт і накидних гайок.

Встановлюється: шарових кранів – 802 шт., $V = 802$ шт., повітряних кранів – 297 шт. $V = 297$ шт.

8. Встановлення радіаторний терморегулятор

- встановити прилади на вісь радіатора;
- з'єднати за допомогою різьби і накидної гайки.

Встановлюється: терморегулятор – 297 шт., $V = 297$ шт.

9. Встановлення мийок

- встановити санітарні прилади;
- встановити і заробити кронштейни;

- приєднати прилади до трубопроводів;
- встановити сифони.

Одиниці вимірювання 10 ком. $V = 5,5$ ком.

10. Встановлення умивальників

- встановити санітарні прилади;
- встановити і заробити кронштейни;
- приєднати прилади до трубопроводів;
- встановити сифони.

Одиниці вимірювання 10 ком. $V = 11,4$ ком.

11. Встановлення душової kabіни

- встановити санітарні прилади;
- встановити і заробити кронштейни;
- приєднати прилади до трубопроводів;
- встановити сифони.

Одиниці вимірювання 10 ком. $V = 1,2$ ком.

12. Встановлення біде

- встановити санітарні прилади;
- встановити і заробити кронштейни;
- приєднати прилади до трубопроводів;
- встановити сифони.

Одиниці вимірювання 10 ком. $V = 3,3$ ком.

13. Встановлення ванної

- встановити санітарні прилади;
- встановити і заробити кронштейни;
- приєднати прилади до трубопроводів;
- встановити сифони.

Одиниці вимірювання 10 ком. $V = 7,0$ ком.

14. Встановлення змішувачів

- встановити змішувачі;
- приєднати до трубопроводів;

- встановити гарнітуру.

Одиниці вимірювання 10 ком.

Кількість змішувачів для умивальників 114 шт., для душових кабін – 12 шт., для ванної – 70 шт., для біде – 33 шт, для мийок – 55 шт. V = 28,4 ком.

16. Гідравлічне випробовування трубопроводів

- зовнішній огляд трубопроводу;
- встановити заглушки і манометри;
- приєднати водопровід і гідравлічний пресс;
- наповнитися окремі частини системи водою до заданого тиску;
- оглянути трубопровід та відмітити дефектні місця;
- спустити воду з трубопроводу і усунути дефекти;
- повторно наповнити систему в цілому до заданого тиску;
- оглянути і перевірити систему, знизити тиск і усунути дефекти;
- здати систему;
- спустити воду з системи;
- зняти загнушки, манометри та від'єднати пресс.

Довжина трубопроводу, який необхідно гідравлічно випробувати становить 5400 м, V = 54.

3.3 Комплектування матеріалів та вибір інструментів, типів машин, механізмів

Розрахунок основних і допоміжних матеріалів наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Відомість матеріалів

№	Найменування	Марка	Одиниці виміру	Кількість	Маса од., кг
1	2	3	4	5	6
Трубопроводи					
1	Труби поліпропіленові, d _y 32 мм	Firat	м	106	0,446

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
2	Труби поліпропіленові, du 25 мм	Firat	м	2000	0,382
3	Труби поліпропіленові, du 20 мм	Firat	м	3300	0,264
Фасонні частини і фітинги					
4	Кутники	Firat	шт	6762	0,06
5	Трійники	Firat	шт	705	0,08
6	Перехідники	Firat	шт.	631	0,06
7	Перехідники на різьбу	Firat	шт	849	0,09
8	Муфти	Firat	шт	672	0,04
Арматура на трубопроводах					
9	Крани шарові	Valtec	шт	505	0,2
10	Повітряні крани	Valtec	шт	297	0,2
11	Змішувачі	Cersanit	шт	284	1,2
12	Фільтри сітчасті	Valtec	шт	58	0,07
Обладнання системи радіаторного опалення					
13	Радіатори алюмінієві	Nova Florida Libeccio C2	секцій	1895	0,7
14	Котел	Vaillant atmoTEC pro VUW 240/5-3	шт.	58	35
15	Комплект термостатичних кранів радіаторний кутовий	Danfoss Redia RA click	шт	297	0,5

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
Обладнання системи гарячого водопостачання					
16	Умивальники	Cersanit	шт	114	9,3
17	Душові кабінки	RAVAK	шт	12	25
18	Кухонна мийка	RAVAK	шт	55	2,5
19	Ванна	RAVAK	шт	70	30
20	Біде	RAVAK	шт	33	15,3
Ізолювальні матеріали					
21	Трубна ізоляція на трубу d _y 20 мм	ThermafleX FRZ	шт	3300	0,02
22	Трубна ізоляція на трубу d _y 25 мм	ThermafleX FRZ	шт	2000	0,02
23	Трубна ізоляція на трубу d _y 32 мм	ThermafleX FRZ	шт	100	0,02

Сумарна вага матеріалів складає 10473 кг.

Набір інструментів для монтажників системи опалення і гарячого водопостачання наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомість потреб в інструменті [33]

Найменування	Кількість	Маса од., кг
1	2	3
Ключ гайковий двухсторонній		
M17x19 мм	4	0,88
M19x22 мм	4	1,2
Плоскогубці комбіновані	4	0,8

Продовження таблиці 3.2

1	2	3
Викрутки	4	0,7
Молоток слюсарний	4	1,6
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	4	0,7
Рулетка, 20 м	6	0,2
Рівень металевий	10	1,6
Висок	10	0,2
Паяльний набір KALDE PPR для поліпропілену Ø 20-40, 1,6 кВт	11	10
Ящик переносний для інструменту	10	4,8
Будівельно – монтажний пістолет	6	2,4
Дриль ударна	8	2

Для випробовування трубопроводів на міцність та щільність використовується прес гідравлічний REMS Push. Його технічні характеристики наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики гідравлічного пресу REMS Push

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Об'єм	л	12
Максимальний тиск	бар	60
Розміри	мм	500×190×140
Маса	кг	7,8

Пробивання отворів здійснюється за допомогою ударної дрилі Dnipro-M HD-8. Технічні характеристики наведені в таблиці 3.4

Таблиця 3.4– Технічні характеристики ударної дрилі Dnipro-M HD-8

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Напруга	В	220
Частота	Гц	50
Потужність	Вт	650
Макс. діаметр свердління в металі та бетоні	мм	13
Макс. діаметр свердління в дереві	мм	30

Загальна вага інструментів складає 227 кг. Вага інструментів і матеріалів разом складе 10,7 т.

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення та гарячого водопостачання завозяться централізовано автомашиною Mercedes Bens «Vario». Технічні характеристики наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики автомашини Mercedes Bens «Vario»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Вантажопідйомність	кг	5500
Кількість осей:		
всього	шт	2
ведучих	шт	1
Вантажна висота	мм	2200
Найбільша швидкість	км/год	140
Радіус повороту	м	8,5
Колія колес:		
передні	мм	2000
задні	мм	2100

Продовження таблиці 3.5

1	2	3
Витрата палива	л/100 км	14
Габаритні розміри:		
довжина	мм	7800
ширина	мм	2100
висота	мм	3000
Маса	кг	5990

3.4 Витрати на паливно-енергетичні ресурси

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою [26]

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

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання [26]

Витрата електроенергії паяльним апаратом становить

$$E = P \times \tau \times k = 1,6 \times 212 \times 0,5 = 170 \text{ (Вт)}.$$

Витрата електроенергії ударною дриллю становить

$$E = P \times \tau \times k = 0,65 \times 404 \times 0,3 = 79 \text{ (Вт)}.$$

Загальна витрата електроенергії становить

$$E = 170 \cdot 11 + 79 \cdot 8 = 2496 \text{ (Вт)}.$$

Відстань 1 км; кількість ходок $n = 4$; витрата пального $Q = 14$ л/100км.

Необхідна кількість пального для доставки обладнання та матеріалів визначається за формулою, [26]

$$Q = Q \times 2 \times n \times l. \quad (3.2)$$

Відстань до місця монтажу 30 км; кількість ходок $n = 4$; витрата пального $Q = 14$ л/100км. Отже необхідна кількість пального становитиме:

$$Q = 0,14 \times 2 \times 4 \times 30 = 33,6 \text{ (л)}.$$

3.5 Визначення трудомісткості монтажних робіт і складання календарного плану виконання робіт

По визначеній послідовності проведення робіт по монтажу системи опалення та гарячого водопостачання по розрахованим об'ємам визначають трудомісткість робіт, тривалість робіт, а також визначають склад бригади.

Трудомісткість робіт визначається за формулою [27]

$$Q = V \cdot H_q / 8, \quad (3.3)$$

де V – об'єми робіт;

H_q – норма часу на одиницю виміру, люд-год.

Тривалість виконання кожної окремої роботи розраховується [27].

$$T = V \cdot H_q / 8nk, \quad (3.4)$$

де n – кількість працюючих;

k – коефіцієнт перевиконання.

Таблиця 3.6 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт систем опалення і гарячого водопостачання [33]

№	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год	Трудомісткіс люд/дні	Кількість в бригаді люд.	Кількість бригад/змін	Тривалість, дні
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Доставлення матеріалів до місця монтажу	т	10,7	2,1	3	2	1/1	1,5
2	Розмітка місць прокладання трубопроводів	100м	54	4,95	30	2	2/1	7,5
3	Встановлення радіаторів	100 кВт	3	96,92	36	2	3/1	6

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Встановлення котлів опалювальних	шт.	58	9,8	72	2	6/1	6
5	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 32 мм	100 м	1	106	12	2	4/1	1,5
6	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 32 мм	100 м	20	92	200	2	4/1	25
7	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 32 мм	100 м	33	89,7	322	2	7/1	23
8	Встановлення фільтрів	10 шт.	5,8	12,3	8	2	1/1	4
9	Встановлення кранів	шт.	802	2,41	210	2	6/1	17,5
10	Встановлення кранів повітряних	шт.	297	0,2	7	2	2/1	1,75
11	Встановлення терморегуляторів радіаторних	шт.	297	2,41	78	2	6/1	6,5
12	Встановлення мийок	10 ком.	5,5	25,56	16	2	2/1	4
13	Встановлення умивальників	10 ком.	11,4	31,98	40	2	4/1	5
14	Встановлення душової kabіни	10 ком.	1,2	16,24	2,5	2	1/1	1,25
15	Встановлення біде	10 ком.	3,3	45,1	17	2	2/1	4,25

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	Встановлення ванної	10 ком.	7,0	31,98	24	2	2/1	6
17	Встановлення змішувачів	10 ком.	28,4	11,48	36	2	2/1	9
18	Гідравлічне випробування трубопроводів діаметром	100 м	54	8,22	9,5	3	2/1	8,25
19	Вивезення матеріалів та обладнання	т	0,5	2,1	0,5	2	1/1	0,25

На основі визначеної трудомісткості та тривалості монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт (див. аркуш 9).

3.6 Визначення складу бригад

Для монтажу системи опалення 9-поверхової житлової будівлі потрібно 11 бригад монтажників, один водій і один робітник. До складу бригади входять робітники наступних розрядів: 4 розряду – 1 люд, 3 розряду – 1 люд. Кількість бригад для виконання робіт наведено в таблиці 3.6

3.7 Техніко-економічні показники календарного плану монтажу систем опалення та гарячого водопостачання

Розрахунок техніко-економічних показників виконується в такій послідовності.

Визначається середня кількість працюючих за формулою

$$R_C = \frac{Q_{заг}}{T_{заг}} \text{ [люд]}, \quad (3.5)$$

де $Q_{заг}$ – загальна трудомісткість, 1163,5 люд/дні;

$T_{заг}$ – загальна тривалість будівництва, 63 дні (див. аркуш 9)

Середня кількість працюючих

$$R_c = \frac{1163,5}{63} \approx 19$$

Коефіцієнт нерівності використання людей визначається за формулою

$$\alpha_1 = \frac{R_c}{R_{max}}, \quad (3.6)$$

де R_{max} – максимальна кількість працюючих, 22 люд .

Тоді коефіцієнт нерівності використання людей

$$\alpha_1 = \frac{19}{22} = 0,86$$

Коефіцієнт нерівності по трудовитратах визначається за формулою

$$\alpha_2 = \frac{Q_{над}}{Q_{заг}}, \quad (3.7)$$

Тоді коефіцієнт нерівності по трудовитратах

$$\alpha_2 = \frac{118}{1163,5} = 0,10$$

Коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт визначається за формулою

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

де $T_{вст}$ – тривалість виконання робіт при $R \geq R_c$, 50,5 дні

$$\alpha_3 = \frac{50,5}{63} = 0,8 .$$

3.8 Монтаж системи опалення та гарячого водопостачання

Монтаж системи починають із встановлення радіаторів та котлів, потім прокладають трубопроводи та навішують крани.

Перед початком монтажних робіт об'єкт потрібно прийняти згідно акту для виконання будівельно-монтажних робіт, таких як:

а) пробити отвори в стінах, перегородках і перекриттях для прокладання трубопроводів;

б) виконати отвори із закладними деталями;

в) здійснити штукатурку стін і стель в місцях прокладання трубопроводів і встановлення опалювальних приладів;

г) провести лінії енергоживлення для можливості проведення монтажних робіт;

д) підготувати монтажні проходи для переміщення крупно габаритного обладнання, що монтується;

е) нанести на стінах фарбою відмітки "чистої підлоги";

ж) підготувати основи під розширювальний бачок, котли, водопідготовку;

Перед початком монтажу систем потрібно забезпечити:

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

- забезпечення електроенергією, водою для виробничих і побутових потреб;

- пожежно-сторожова охорона;

- забезпечити можливість використання приоб'єктного транспорту для переміщення та підйому обладнання системи опалення.

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

Приймаючи об'єкт для монтажу, звертають увагу на наявність: отворів для прокладання трубопроводів, штукатурки або іншого облицювання в місцях встановлення нагрівальних приладів і прокладання трубопроводів, позначок чистих підлог. Пристосування для кріплення трубопроводів і нагрівальних

приладів встановлюють до штукатурних робіт [26].

Трубопроводи з поліпропіленових труб прокладатися як відкрито так і в будівельних конструкціях. В останньому випадку з'єднання труб повинно виконуватися нероз'ємним з'єднанням. Трубопроводи радіаторного опалення, прокладених в підлозі, рекомендується монтувати в теплоізоляції. Ця умова після замонолічування стяжки забезпечить зменшення температурного напруження, яке спричинене зміною довжини труби.

При прихованому прокладанні трубопроводів в місцях розміщення розбірних з'єднань і арматури передбачають люки або щити які не мають гострих виступів.

Траса трубопроводу обирається таким чином, щоб повороти траси компенсували температурні видовження труб.

В місцях проходження труб через стіни, перегородки, труба повинна бути розміщена в теплоізоляції.

Підводи до опалювальних приладів виконуються з нахилом в напрямку руху теплоносія. Нахил приймаємо 5...10 мм на всю довжину підводу [26]. Якщо підвід має довжину до 500мм, то його прокладаємо без нахилу. Підводи кріпляться до стін, якщо їх довжина перевищує 1,5м [26].

Монтаж радіаторів

1. Секції радіаторів доставляють на об'єкти в зібраному вигляді, або деталями.
2. Розмічають місця встановлення радіаторів і анкерних болтів за допомогою розмічувального шаблону.
3. Роблять отвори для анкерних болтів.
4. Навішують на анкерні болти радіатори і вивіряють їх за допомогою виски і рівня.
5. Радіатори розміщують на відстанях обумовлених в їх технічній документації.
6. Після збирання секцій радіаторів і підводів перевіряють нахили підводів, міцність закріплення труб і радіаторів [3].

При проектуванні, встановленні, експлуатації і технічному обслуговуванні опалювальних систем слід додержуватися діючих норм.

Радіатори повинні встановлюватися так, щоб гарантувати наступні мінімальні відстані:

- від підлоги – 12 см;
- від розміщеної позаду стіни – 2-5 см;
- від підвіконної дошки – 10 см.

Кожний радіатор повинен бути оснащений повітряним клапаном.

Монтаж умивальників

Керамічні умивальники встановлюють на кронштейнах, прикріплених до стіни шурупами. При цьому, щоб верхній виступаючий штифт кронштейна входив в отвір нижньої площини борту умивальника. При установці раковини спочатку розмічають отвори для кріплення, потім свердлять і вставляють дюбелі. Раковину кріплять шурупами, після чого знімають зайву мастику. Якщо спинка раковини окрема, то її кріплять після того, як встановлена чаша раковини. Підведення води до раковини може розташовуватися як зверху, так знизу або боку.

Простір перед умивальником визначається так, щоб перед ним могли вільно встати поряд дві люди. Якщо умивальник не одні, то відстань між ними (по осі змішувача) повинна бути не меншого 90. Якщо два умивальники - насущна необхідність, то краще за них встановити окремо. Здвоєні моделі можуть доставити незручність при одночасному використанні. Для зручності дзеркало, поличку або шафку над раковиною кріплять на висоті 135 см від підлоги.

Згідно антропометричним вимогам, для більшості чоловіків комфортна висота умивальника (вже на п'єдесталі) від підлоги до верху борту складає 94–109,2 см, для жінок – 81,3-91,4 [2].

3.9 Пуск в дію та випробування системи

Після монтажу система опалення повинна бути оглянута і звірена з проектом.

Перед пуском системи необхідно уважно перевірити чи правильно витримані нахили магістральних трубопроводів. Перевіряють чи повністю відкриті всі крани і вентиля на стояках, підводах до нагрівальних приладів, на відводах магістральних трубопроводів, що важливо для нормальної циркуляції води. Пуск системи починається з заповнення системою водою.

Систему починають заповнювати водою після того, як відкрито всю запірнорегулюючу арматуру. Біля вентиля, через який наповнюється система, ставиться черговий слюсар.

Бригада слюсарів слідкує за заповненням системи опалення водою, а при виявленні неполадок вони усувають їх наявним в них інструментом. Невеликі підтікання можна не усувати одразу, але їх необхідно відмічати в трубопроводах, приладах чи стінах. Якщо дефекти суттєві, то їх усувають після пониження рівня води в системі.

Після видалення повітря з системи опалення, повітряні крани закривають і закінчують заповнення системи водою. Ведуть спостереження за ступенем нагріву нагрівальних приладів. При початку циркуляції води знову відкривають повітряні крани і перевіряють наявність повітря в системі.

Після деякого періоду циркуляції води, який потрібний для перевірки стану системи, здійснюється підключення стаціонарних нагрівачів. Вода підігривається з швидкістю не більше 30°C за годину до 95°C . Під час підігрівання ведеться нагляд за станом ущільнень. В процесі прогрівання необхідно усувати дрібні дефекти, а через суттєві неполадки необхідно зупинити систему.

Після усунення дефектів здійснюється 72-годинна експлуатація системи для виявлення порушень в її роботі. Якщо порушень не буде, то задача системи в експлуатацію відбулася, і оформлюється актом.

Випробування системи бувають пускові і експлуатаційні. Експлуатаційними випробуваннями перевіряють зміну характеристик системи опалення.

Зміна характеристик відбувається в результаті накопичення бруду, корозії, руйнування теплоізоляції. Перевірку щільності та механічної міцності

трубопроводів та запірно-регулювальної арматури за допомогою гідравлічного і пневматичного опресування проводять кожного року в кінці опалювального сезону, а також після капітального ремонту.

Пневматичне опресування теплопроводів здійснюється пробним тиском, який дорівнює 1,25 робочого. Падіння тиску не повинно перевищувати 0,01 МПа за 15 хв.

Гідравлічні експлуатаційні випробування для визначення фактичних гідравлічних характеристик трубопроводів проводять не рідше одного разу на два роки. Результати випробувань оформлюють актом.

Гідравлічне випробування системи проводиться в такій послідовності: після відкриття повітряних кранів, заповнюють трубопроводи системи водою через відкриту засувку. Після закінчення випробувань тиск знижують до робочого і система залишається заповненою до проведення промивки. Після пневматичного чи гідравлічного опресування систему випробовують на розрахункову (максимальну) температуру. Це випробування показує надійність монтажу чи ремонту системи опалення та гарячого водопостачання.

Експлуатаційні випробування проводить бригада слюсарів організації, яка експлуатує систему опалення.

3.10 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт

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

Для того щоб уникнути нещасних випадків на заготівельних роботах та під час монтажу систем опалення і гарячого водопостачання, необхідно суворо притримуватись правил техніки безпеки та протипожежної техніки.

Всі працівники повинні пройти навчання по техніці безпеки .

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

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

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

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

Після цього постраждалому слід зробити штучне дихання.

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

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

Працівники повинні забезпечуватися спецодягом, спецвзуттям, індивідуальними засобами захисту та інше, відповідно до діючих норм.

Висновки до розділу 3

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи розроблено технологію монтажу системи індивідуального опалення та гарячого водопостачання дев'ятиповерхового житлового будинку, що розташований в м. Вінниця.

В результаті розроблення проєкту визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи опалення та гарячого водопостачання, потребу в допоміжних матеріалах, визначено склад та об'єм робіт, обрано методи виконання робіт, підібрані 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 – 1163,5 люд/дні та тривалість виконання робіт – 63 днів.

4 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

4.1 Загальні положення

В магістерській роботі запроєктовано індивідуальну систему опалення 9-ти поверхового житлового будинку в м. Вінниця.

Джерелом тепlopостачання є індивідуальні газові опалювальні котли Vaillant atmoTEC pro VUW 240/5-3. Кожен з яких працює у діапазоні потужності від 14 до 28 кВт.

В якості палива в даних котлах використовується природний газ, характеристики якого наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Середній склад і характеристики природного газу

Склад газу, % за об'ємом								
CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	N ₂	H ₂ S	CO ₂	Теплота спалювання Q, КДж/м ³	Густина кг/м ³ при t=0°C
96	0,5	0,2	0,04	3	-	0,2	33500	0,7

Підібрані котли обладнанні запатентованою системою регулювання подачі повітря для оптимальної роботи, електричним запалюванням, системою контролю температури за допомогою датчиків. З кожного котельного агрегату виступає горловина димоходу. В котлах влаштована система контролю тяги димової труби, яка базується на використанні запобіжного термостату спалювання, що забезпечує миттєве відключення модуля нагріву у випадку недостатньої тяги.

Через огорожувальні конструкції в атмосферу надходить значний обсяг тепла, що призводить до теплового забруднення атмосфери. Щоб запобігти тепловому забрудненню використовуються теплоізоляційні матеріали, що дозволяє значно зменшити теплові втрати будівлі.

В якості розрахункових параметрів зовнішнього повітря для холодного періоду року для системи опалення будинків приймають параметри Б.

Відповідно до нормативних норм України використовувати стіни з монолітної цегляної кладки неефективно. Тому раціональним способом утеплення стін повинно стати використання шару з ефективного утеплювача.

При будівництві нових будинків теплоізоляційний шар з мінеральної вати, пористої пластмаси або інших утеплювачів розташовують всередині стінової конструкції. В таких випадках використовують кладку, яка складається з двох повздовжніх стін розташованих на відстані у дві цеглини одна від іншої, які з'єднані конструктивними зв'язками. Для запобігання просіданню утеплювача висота безперервного ізоляційного шару має бути не більше одного метру.

4.2 Розрахунок викидів забруднюючих речовин при спалюванні природного газу

Викиди оксиду вуглецю:

$$M_{CO} = V \cdot f_{CO} \cdot Q_n^P \cdot K_{CO} (1 - g^4) / 1000 \cdot 100, \quad (4.1)$$

де V – витрата палива, $m^3/рік$:

$$V = n \cdot N \cdot L, \quad (4.2)$$

де n – тривалість опалювального періоду, год;

N – кількість модулів нагріву, шт.;

L – витрата газу одним модулем, $m^3/год$;

f_{CO} - коефіцієнт, що враховує долю оксидів вуглецю у виносі, $f_{CO} = 0,001$;

Q_n^P – нижня теплота згоряння газу, МДж/кг;

K_{CO} – вихід оксиду вуглецю при спалюванні 1 т. газу, визначається за формулою, кг/т:

$$K_{CO} = q^3 \cdot R \cdot Q_n^P / \rho; \quad (4.3)$$

де q^3 – втрати теплоти від хімічної неповноти згоряння, $q^3 = 0,5\%$;

R – коефіцієнт, що враховує долю втрати теплоти внаслідок хімічної неповноти згоряння, $R = 0,65$;

ρ – густина природного газу при нормальних умовах, $\rho=0,789$ кг/м³,

$$K_{CO}=0,5 \cdot 0,65 \cdot 34 / 0,789 = 14 \text{ (кг/т)},$$

$$V=4320 \cdot 88 \cdot 2,3 = 874368 \text{ (м}^3\text{/рік)},$$

$$M_{CO}=874368 \cdot 0,001 \cdot 34 \cdot 14 \cdot (1-0) / 1000 \cdot 100 = 4,16 \text{ (т/рік)}.$$

Викид оксиду азоту:

$$M_{NO}=V \cdot f_{NO} \cdot Q_n^P \cdot K_{NO} \cdot (1-\beta) / 1000, \quad (4.4)$$

де K_{NO} – вихід оксиду вуглецю на 1ГДж тепла;

β – втрати теплоти від хімічної неповноти згоряння, $\beta=0,115$;

f_{NO} – коефіцієнт, що враховує долю оксидів вуглецю у виносі, $f_{NO}=0,001$,

$$M_{CO}=874368 \cdot 0,001 \cdot 34 \cdot 14 \cdot (1-0,115) / 1000 \cdot 100 = 3,68 \text{ (т/рік)}.$$

4.3 Заходи по зменшенню забруднення атмосфери

Для зниження вмісту азоту, що викидається в атмосферу продуктами згоряння необхідно пригнічувати утворення їх в топці агрегатів.

Основними методами зменшення кількості оксидів азоту є: рециркуляція продуктів згоряння в топку, двостадійне спалювання палива, застосування спеціальних пальникових пристроїв, подача води і пари в зону горіння, зниження коефіцієнта надлишку повітря в топці.

Застосування спеціальних пальникових пристроїв, що дозволяють отримати розтягнутий по довжині топкової камери факел, можливо тільки на котлах серії ДЕ, призначених для спалювання мазуту і газу, оскільки вони мають достатню по глибині топкову камеру.

Подача води і пари в зону горіння може використовуватися на котлах невеликої потужності. Проте в даний час відсутні надійні дані про ефективність цього способу. Крім того, введення води або пари може погіршити процес горіння, особливо в топкових камерах невеликого об'єму.

Зниження коефіцієнта надлишку повітря в топці є одним з ефективних заходів по зменшенню викидів оксидів азоту, проте вимагає вдосконалення існуючих пальникових пристроїв. В даний час є досвід роботи енергетичних котлів

з коефіцієнтом надлишку повітря в топці 1,02-1,03 при спалюванні природного газу і мазуту.

Розгляд різних способів зниження шкідливих викидів в атмосферу дозволяє рекомендувати наступні заходи при експлуатації промислових і опалювальних котлоагрегатів [3]:

- підтримувати оптимальний коефіцієнт надлишку повітря на виході з топки шляхом наладки режиму горіння, а у разі потреби здійснювати реконструкцію пальникових пристроїв;
- систематично стежити за густиною топкової камери, ліквідовуючи присоси повітря в ній;
- подача води або пари в кількості 5-10% в ядро факела;
- проводити перевірочний розрахунок висоти димової труби відповідно до санітарно-технічних норм;
- визначати вміст оксидів азоту в продуктах згорання при режимноналагоджувальних випробуваннях.

4.4 Розрахунок величини плати від забруднення атмосфери

Величину плати за викиди в атмосферу знаходимо за формулою:

$$N_{ac} = \sum (N_{ил} \cdot M_{ил} + K_{п} N_{ип} M_{ип}) K_{т}, \quad (4.5)$$

де $N_{ил}$ – норматив плати за викиди в атмосферу 1 т забруднюючих речовин в межах ліміту, грн./т; для NO_2 – 8000 грн/т; CO – 3000 грн/т;

$M_{ил}$ – маса річного викиду і-тої забруднюючої речовини у межах встановлених норм, т:

$$M_{ил} = 80\% \cdot M_{ип}; \quad (4.6)$$

де $M_{ип}$ – маса річного викиду і-тої забруднюючої речовини понадлімітна, т;

$$M_{ип} = 20\% \cdot M; \quad (4.7)$$

$K_{п}$ – коефіцієнт кратності плати за понадлімітний викид в атмосферу забруднюючих речовин, який встановлений місцевими організаціями влади, $K_{п} = 2$;

$$K_{\Pi} = K_{\text{нас}} \cdot K_{\Phi}, \quad (4.8)$$

де $K_{\text{нас}}$ – коефіцієнт який залежить від чисельності міста, $K_{\text{нас}}=1$;

K_{Φ} – коефіцієнт значення міста, $K_{\Phi}=1$.

Розрахунок платежів за викиди забруднюючих речовин в атмосферу наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок платежів за викиди забруднюючих речовин в атмосферу

Назва шкідл. Речов.	Норма-Тив плати, грн./т	Кіль-кість викиду, т/рік	Маса річного викиду, т		K_{Π}	$K_{\text{нас}}$	K_{Φ}	K_{Γ}	Платежі, грн./рік
			$M_{\text{ІЛ}}$	$M_{\text{ІП}}$					
СО	3000	4,16	3,32	0,66	1	1	1	1	12480
NO ₂	8000	3,68	2,94	0,58	1	1	1	1	29440
$\Sigma=41920$ грн/рік									

4.5 Енергетичний паспорт будинку

Енергетичний паспорт будинку – це документ, що містить геометричні, енергетичні й теплотехнічні характеристики будинку, що проектується або експлуатується, та встановлює їх відповідність вимогам нормативних документів.

Енергетична ефективність будинку – це властивість теплоізоляційної оболонки будинку та його інженерного обладнання забезпечувати оптимальні мікрокліматичні умови приміщень під час фактичних або розрахункових витрат теплової енергії на опалення будинків.

Питомі витрати теплової енергії – це показник енергетичної ефективності будинку, що визначає витрати теплової енергії на забезпечення оптимальних теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної площі або об'єму будинку.

Клас енергетичної ефективності – це рівень енергетичної ефективності будинку за інтервалом значень питомої витрати теплової енергії на опалення будинку за опалювальний період.

Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період $q_{\text{буд}}$, кВт·год/м² або кВт·год/м³ визначається за формулою:

$$q_{\text{буд}} = \frac{Q_{\text{рік}}}{F_h}, \text{ або } q_{\text{буд}} = \frac{Q_{\text{рік}}}{V_h}, \quad (4.9)$$

де $Q_{\text{рік}}$ - витрати теплової енергії на опалення будинку під час опалювального періоду року, кВт·год, що визначається на підставі результатів енергетичного аудиту будинку або за результатами розрахунку;

F_h V_h - опалювальна площа або об'єм будинку, м² або м³.

Показник компактності будинку, $A_{\text{к.буд}}$, визначається за формулою:

$$A_{\text{к.буд}} = \frac{F_{\Sigma}}{V_h} \quad (4.10)$$

Основні теплотехнічні та енергетичні показники наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць, число)	25.05.2025
Адреса будинку	м. Вінниця, пр. Юності, 33
Розробник проєкту	Піддубняк В.А.,
Адреса і телефон розробника	м. Вінниця, вул. Політехнічна, 7
Шифр проєкту будинку	08-13.МКР.006.00.000 ОВ
Рік будівництва	2025

Таблиця 4.4 – Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця вимірювання	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	t_B	°C	+20
Розрахункова температура зовнішнього повітря	t_3	°C	-21
Розрахункова температура теплого горища	t_{BG}	°C	+10
Розрахункова температура технічного підвалу	$t_{Ц}$	°C	+10
Тривалість опалювального періоду	Z	доба	189
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{опз}$	°C	-1,1
Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	D_d	°C·доба	207
Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку			
Призначення	Житловий будинок		
Розміщення в забудові	основне		
Типовий проєкт, індивідуальний	індивідуальний		
Конструктивне рішення	-		

Таблиця 4.5 - Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Назва показника	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1	2	3	4	5
Геометричні показники				
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	F_{Σ} , м ²	—	3178,72	3178,72
В тому числі:				
- стін	F_{HI} , м ²	—	2368	2368
- вікон і балконних дверей	F_{CIB} , м ²	—	42,24	42,24
- вхідних дверей та воріт	F_D , м ²	—	16,6	16,6
- горизонтальних перекриттів (холодного горища)				
- перекриттів над неопалюваними підвалами і під підлоговими просторами	F_{PKXG} , м ²	—	775,84	775,84
	F_{I2} , м ²	—	775,84	775,84
Площа опалюваних приміщень	F_h , м ²	—	6200	6200
Корисна площа (для громадських будинків)	F_{IK} , м ²	—	6200	6200
Площа житлових приміщень і кухонь	$F_{IЖ}$, м ²	—	4650	4650
Опалюваний об'єм	V_h , м ³	—	17360	17360
Показник компактності будинку	$\Lambda_{K\text{ буд}}$	—	0,35	0,35

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5
Теплотехнічні та енергетичні показники				
Теплотехнічні показники				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень	$R_{\Sigma PR}$, м ² ·К/Вт			
- стін	$R_{\Sigma PRHT}$	4,0	4,01	4,01
- вікон і балконних дверей	$R_{\Sigma PRСПВ}$	0,9	1	1
- вхідних дверей, воріт	$R_{\Sigma PRД}$	0,7	0,85	0,85
- горищних перекриттів (холодних горищ)	$R_{\Sigma PRХГ}$	6	6,45	6,45
- перекриттів над неопалюваними підвалами або підпіллями	$R_{\Sigma PRЦ2}$	5	5,2	5,2
Енергетичні показники				
Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{буд}$, кВт·год/м ² , [кВт·год/м ³]	—	0,05	0,05
Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	E_{max} , кВт·год/м ² , [кВт·год/м ³]	—	—	—
Відповідність проекту будинку нормативним вимогам	Даний будинок відповідає сучасним Нормативним вимогам			
Необхідність доопрацювання проекту будинку	Доопрацювання проект не потребує			

Таблиця 4.6 – Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

Класи енергетичної ефективності	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, $q_{буд}$, від максимально допустимого значення, E_{max}	Рекомендації
A	Мінус 50 та менше	
B	Від мінус 49 до мінус 10	
C	Від мінус 9 до плюс 5	+
D	Від плюс 6 до плюс 25	
E	Від плюс 26 до плюс 75	
F	Від 76 та більше	

Висновки до розділу 4

В даному розділі були прийняті рішення щодо енергозбереження та заходи по охороні довкілля. Розраховано шкідливі викиди від котлоагрегатів. Складено енергетичний паспорт будинку, в якому пораховані загальні тепловтрати, площі та об'єми будинку, його енергозберігаючі якості, встановлено клас будинку за енергетичною ефективністю. За результатами розроблення можна зробити висновок, що клас енергетичної ефективності будинку – “С”.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

Для розрахунку вартості дотримувалися вимог Кошторних норм України «Настанова з визначення вартості будівництва» від 21.03.2024 (редакція із змінами №1, №2, №3, №4) і використовували програму «АВК».

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

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації, згідно прайс-листів та усередненими даними Держбуду України.

Локальний кошторис складено на монтаж систем опалення та гарячого водопостачання багатоповерхового житлового будинку (таблиця 5.2). Склад, об'єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у частині 3 даної магістерської кваліфікаційної роботи. Основою для розробки кошторису є креслення та специфікації (див. розділ 3). Значення основних техніко-економічних показників наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники

Показники	Одиниці вимірювання	Значення
Кошторисна вартість на влаштування систем вентиляції та кондиціонування	грн	6870900
Вартість матеріалів, виробів, конструкцій	грн	4649974
Додаткові витрати	грн	2220926
Кошторисна заробітна плата	грн	1542745
Кошторисна трудомісткість	люд.-год.	12632

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
на систему опалення та систему гарячого водопостачання
Система опалення та система гарячого водопостачання**

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 6870,900 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 12,632 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 1542,745 тис. грн.
Середній розряд робіт 4,1 розряд

Складений в поточних цінах станом на "30 травня" 2025 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ 1-1-1	Доставлення матеріалів до місця монтажу	т	6,8	<u>279,16</u> 207,86	<u>71,30</u> 22,21	1898	1413	<u>485</u> 151	<u>2,1</u> 1,33	<u>14,28</u> 9,04
2	КБ 9-1-1	Розмічування місць прокладання трубопроводів	100м	54	<u>635,13</u> 635,13	-	34297	34297	-	<u>4,95</u> -	<u>267,3</u> -
3	КБ 18-6-2	Установлення радіаторів сталевих	100кВт	3	<u>12056,29</u> 11076,99	-	36169	33231	-	<u>96,92</u> -	<u>290,76</u> -
4	КБ 19-2-2	Встановлення котлів опалювальних	шт	58	<u>1384,36</u> 1202,66	-	80293	69754	-	<u>9,8</u> -	<u>568,4</u> -
5	КБ 16-14-14	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 32 мм	100м	1	<u>13972,68</u> 13214,76	<u>257,94</u> 109,81	13973	13215	<u>258</u> 110	<u>106,1</u> 6,888	<u>106,1</u> 6,89
6	КБ 16-14-13	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 25 мм	100м	20	<u>12353,72</u> 11508,42	<u>451,39</u> 192,18	247074	230168	<u>9028</u> 3844	<u>92,4</u> 12,054	<u>1848</u> 241,08
7	КБ 16-14-12	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 20 мм	100м	33	<u>12512,63</u> 11197,05	<u>741,58</u> 315,72	412917	369503	<u>24472</u> 10419	<u>89,9</u> 19,803	<u>2966,7</u> 653,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	КБ 18-21-1	Встановлення фільтрів	10шт	5,8	<u>1474,52</u> 1474,52	-	8552	8552	-	<u>12,3</u> -	<u>71,34</u> -
9	КБ 16-15-2	Встановлення кранів	шт	802	<u>312,48</u> 288,91	<u>6,92</u> 0,30	250609	231706	<u>5550</u> 241	<u>2,41</u> 0,0178	<u>1932,82</u> 14,28
10	КБ 18-22-5	Встановлення кранів повітряних	шт	297	<u>26,83</u> 26,03	-	7969	7731	-	<u>0,2</u> -	<u>59,4</u> -
11	КБ 16-15-1	Встановлення терморегуляторів радіаторних	шт	297	<u>288,91</u> 288,91	-	85806	85806	-	<u>2,41</u> -	<u>715,77</u> -
12	КБ 17-5-1	Встановлення мийок	10компл.	5,5	<u>3263,52</u> 3136,72	-	17949	17252	-	<u>25,56</u> -	<u>140,58</u> -
13	КБ 17-1-6	Встановлення умивальників	10компл.	11,4	<u>3998,47</u> 3924,59	-	45583	44740	-	<u>31,98</u> -	<u>364,57</u> -
14	КБ 17-1-10	Встановлення душових кабін	10компл.	1,2	<u>1947,77</u> 1879,78	-	2337	2256	-	<u>16,24</u> -	<u>19,49</u> -
15	КБ 17-1-8	Встановлення біде	10компл.	3,3	<u>5611,96</u> 5472,43	-	18519	18059	-	<u>45,1</u> -	<u>148,83</u> -
16	КБ 17-1-2	Встановлення ванної	10компл.	7	<u>3833,24</u> 3745,82	-	26833	26221	-	<u>31,98</u> -	<u>223,86</u> -
17	КБ 17-2-3	Встановлення змішувачів	10компл.	28,4	<u>1449,25</u> 1429,83	-	41159	40607	-	<u>11,48</u> -	<u>326,03</u> -
18	КБ 16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів діаметром менше 50 мм	100м	54	<u>1234,92</u> 1219,68	<u>4,28</u> 0,24	66686	65863	<u>231</u> 13	<u>8,22</u> 0,015	<u>443,88</u> 0,81
19	КБ 1-1-1	Вивезення матеріалів та обладнання	т	0,5	<u>338,55</u> 267,25	<u>71,30</u> 22,21	169	134	<u>35</u> 11	<u>2,7</u> 1,33	<u>1,35</u> 0,67
20	& С130-1190-1	Труби поліпропіленові, діаметром 32 мм	м	108	<u>158,00</u> -	-	17064	-	-	-	-
21	& С130-1190-2	Труби поліпропіленові, діаметром 25 мм	м	2000	<u>94,00</u> -	-	188000	-	-	-	-
22	& С130-1190-3	Труби поліпропіленові, діаметром 20 мм	м	3300	<u>65,00</u> -	-	214500	-	-	-	-
23	& С113-73-1	Кутник 20x90	шт	2680	<u>7,32</u> -	-	19618	-	-	-	-
24	& С113-73-2	Кутник 20x45	шт	2000	<u>9,88</u> -	-	19760	-	-	-	-
25	& С113-73-3	Кутник 25x90	шт	800	<u>11,71</u> -	-	9368	-	-	-	-
26	& С113-73-4	Кутник 25x45	шт	1100	<u>12,81</u> -	-	14091	-	-	-	-
27	& С113-73-5	Кутник 32x90	шт	52	<u>20,13</u> -	-	1047	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28	& C113-73-6	Кутник 32x45	шт	56	<u>23,42</u>	-	1312	-	-	-	-
29	C113-1794	Муфта діам. 32 мм	шт	25	<u>2,23</u>	-	56	-	-	-	-
30	C113-1793	Муфта діам. 25 мм	шт	500	<u>1,36</u>	-	680	-	-	-	-
31	C113-1792	Муфта діам. 20 мм	шт	800	<u>1,02</u>	-	816	-	-	-	-
32	C113-1737	Трійник із поліпропілену діам. 20 мм	шт	226	<u>2,12</u>	-	479	-	-	-	-
33	C113-1738	Трійник із поліпропілену діам. 25 мм	шт	454	<u>3,12</u>	-	1416	-	-	-	-
34	C113-1739	Трійник із поліпропілену діам. 32 мм	шт	26	<u>6,00</u>	-	156	-	-	-	-
35	C113-1776	Перехід редукційний /редукція/ діам. 25x20 мм	шт	591	<u>1,60</u>	-	946	-	-	-	-
36	C113-1777	Перехід редукційний /редукція/ діам. 32x20 мм	шт	24	<u>1,86</u>	-	45	-	-	-	-
37	C113-1778	Перехід редукційний /редукція/ діам. 32x25 мм	шт	16	<u>1,96</u>	-	31	-	-	-	-
38	C113-1808	Муфта із зовнішньою різьбою діам. 20x1/2" мм	шт	594	<u>11,39</u>	-	6766	-	-	-	-
39	C113-1811	Муфта із зовнішньою різьбою діам. 25x3/4" мм	шт	162	<u>16,50</u>	-	2673	-	-	-	-
40	C113-1812	Муфта із зовнішньою різьбою діам. 32x3/4" мм	шт	10	<u>23,27</u>	-	233	-	-	-	-
41	C113-1872	Настінне коліно із внутрішньою різьбою з поліпропілену діам. 20x1/2" мм	шт	82	<u>10,61</u>	-	870	-	-	-	-
42	& C130-1183-1	Кран кульовий Valtec з накидною гайкою 3/4"	шт	230	<u>450,00</u>	-	103500	-	-	-	-
43	& C130-1183-2	Кран кульовий Valtec з накидною гайкою 1/2"	шт	2	<u>350,00</u>	-	700	-	-	-	-
44	& C1630-667-1 варіант 1	Крани для підключення сантехнічних приладів	шт	273	<u>250,00</u>	-	68250	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
45	C130-474 варіант 2	Повітреспускний клапан	шт	297	<u>150,00</u>	-	44550	-	-	-	-
46	C1630-103 варіант 2	Фільтр латунний різьбовий діаметром 25 мм	шт	58	<u>250,00</u>	-	14500	-	-	-	-
47	& C1630- 536-1	Комплект термостатичних кранів радіаторний Danfoss Redia RA click кутовий 1/2	шт	297	<u>1400,00</u>	-	415800	-	-	-	-
48	C113-2441 варіант 2	Ізоляція Thermaflex для труб	м	5433	<u>80,00</u>	-	434640	-	-	-	-
49	& C130-557- 1	Радіатор алюмінієвий Nova Florida Libeccio C2 500/100 4 секції	шт	7	<u>2500,00</u>	-	17500	-	-	-	-
50	& C130-557- 2	Радіатор алюмінієвий Nova Florida Libeccio C2 500/100 5 секції	шт	27	<u>3100,00</u>	-	83700	-	-	-	-
51	& C130-557- 3	Радіатор алюмінієвий Nova Florida Libeccio C2 500/100 6 секції	шт	8	<u>3700,00</u>	-	29600	-	-	-	-
52	& C130-557- 4	Радіатор алюмінієвий Nova Florida Libeccio C2 500/100 7 секції	шт	12	<u>4300,00</u>	-	51600	-	-	-	-
53	& C130-557- 5	Радіатор алюмінієвий Nova Florida Libeccio C2 500/100 8 секції	шт	6	<u>4900,00</u>	-	29400	-	-	-	-
54	& C130-557- 7	Радіатор алюмінієвий Nova Florida Libeccio C2 500/100 9 секції	шт	3	<u>5550,00</u>	-	16650	-	-	-	-
55	& C130-557- 8	Радіатор алюмінієвий Nova Florida Libeccio C2 500/100 11 секції	шт	6	<u>6750,00</u>	-	40500	-	-	-	-
56	& C130-557- 9	Радіатор алюмінієвий Nova Florida Libeccio C2 500/100 12 секції	шт	4	<u>7400,00</u>	-	29600	-	-	-	-
57	& C130-557- 10	Радіатор алюмінієвий Nova Florida Libeccio C2 500/100 14 секції	шт	3	<u>8644,00</u>	-	25932	-	-	-	-
58	& C130-433- 1	Котел Vaillant atmoTEC pro VUW 240/5-3	шт	58	<u>46300,00</u>	-	2685400	-	-	-	-
		Разом прямі витрати по кошторису					5990541	1300508	<u>40059</u>		<u>10509,46</u>
		Разом будівельні роботи, грн.					5990541		14789		926,27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					4649974 1315297 880359 1196,04 227448 6870900				
		----- Всього по кошторису					6870900				
		Кошторисна трудоємність, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					12632 1542745				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Висновки до розділу 5

В даному розділі роботи було визначено основні величини техніко-економічних показників та складено кошторисну документацію у вигляді локальних кошторисів та наведено техніко-економічні показники.

В результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витрати по кошторису – 6870900 грн, кошторисна трудомісткість – 12632 люд-год, кошторисна заробітна плата – 1542745 грн.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

1. Проведено наукове обґрунтування принципів особливостей конструкцій настінних газових котлів, обґрунтовано проектну потужності об'єкту та доцільності впровадження автономної системи опалення, наведено переваги використання індивідуальних газових котлів і актуальність використання газоподібного палива, проаналізовано оптимальне використання настінних газових котлів, зазначено основні положення по організації будівництва і влаштування енергоефективних систем індивідуального опалення.

2. Виконано техніко-економічне обґрунтування, що дає підстави зробити висновки, що використання газових котлів є доцільнішим ніж електричних. Також було виконане порівняння проекту централізованої системи опалення і проекту з використанням індивідуальних котлів та визначені показники економічної ефективності проекту. Було зазначено основні техніко-економічні показники систем. Термін окупності системи склав 1,2 роки. Отже, порівнянні з централізованим теплопостачанням індивідуальна поквартирна система опалення має достатньо переваг. Це дає підстави зробити висновки, що влаштування системи водяного опалення із індивідуальним джерелом тепла в даній роботі є більш доцільним внаслідок економії коштів і енергоресурсів.

3. Виконано варіантний вибір конструктивних рішень системи теплопостачання житлового багатоповерхового будинку, що передбачають наявність сучасного обладнання в залежності від умов створюваного мікроклімату, необхідних компенсація тепловтрат будівель та параметрів зовнішнього повітря та мікроклімату. Проаналізовано умови експлуатації та технічне обслуговування запропонованого проекту із різними конструктивними складовими.

4. Представлено схеми розміщення елементів систем опалення та гарячого водопостачання на планах поверхів (1–3 аркуші), побудовано аксонометричні схеми систем (4–7 аркуші) та виконано розрахунки теплонадходжень в будівлю та змодельовано гідравлічний режим роботи систем опалення та гарячого водопостачання. На основі виконаних гідравлічних розрахунків і визначених теплонадходжень в приміщення було підібрано обладнання систем.

5. Під час виконання організаційно-технологічного забезпечення реалізації проєктних рішень було визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу систем опалення та гарячого водопостачання, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складено календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників. Виконано розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт та тривалість виконання монтажних робіт у 63 дні (аркуш 9).

6. Запропоновано заходи з енергозбереження та охорони довкілля. Розраховано шкідливі викиди від котлоагрегатів. Складено енергетичний паспорт будинку, в якому пораховані загальні тепловтрати, площі та об'єми будинку, його енергозберігаючі якості, встановлено клас будинку за енергетичною ефективністю. За результатами розроблення можна зробити висновок, що клас енергетичної ефективності будинку – “С”

7. Виконано розрахунок техніко-економічних показників. Складено локальні кошториси для системи опалення. В результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витрати по кошторису – 6870900 грн, кошторисна трудомісткість – 12632 люд-год, кошторисна заробітна плата – 1542745 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ковальчук В.А. Теплопостачання: навчальний посібник. / В.А. Ковальчук, Т.С. Мацнєва. – 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. Енергоефективні будинки та споруди / О.І. Ободянська, В.В. Грибик, А.Я. Панченко // Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/view/14058>.
6. 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_po_lozhennja/1-1-0-1184 .
7. Енергозберігаючі системи теплопостачання багатоповерхового житлового будинку / О.І. Ободянська, В.А. Піддубняк // LIV науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2025. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2025/paper/view/23770>.
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. Теоретичні засади та загальна концепція енергоефективного будівництва / О.І. Ободянська, Р.І. Пономаров // І науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11845>.

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. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі: ДБН В.2.5-39:2008 .–[Чинний від 2008–10–1].– К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2008.

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

15. Інноваційні технології утеплення житлового фонду / О.І. Ободянська, Р.І. Пономаров, І.О. Забіяка // Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/view/10849>.

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. Енергоефективність багатоквартирних будівель/ О.І. Ободянська // ІІ науково-технічна конференція ФБЦЕІ ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15243>.

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

23. Каталог терморегулюючих вентилів VALTEC [Електронний ресурс]: характеристики терморегулюючих вентилів. – Режим доступу до ресурсу.: <http://valtec.ua/content/view/14/36/>.

24. Каталог опалювальних приладів Nova Florida Libeccio [Електронний ресурс]: характеристики опалювальних приладів. – Режим доступу до ресурсу.: <http://www.Florida.com.ua>.

25. Слободян Н.М. Організація та технологія проектування систем теплогазопостачання та вентиляції: навч. Посіб. / Н. М. Слободян, О. Д. Панкевич, О. І. Ободянська. – 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. Бортові автомобілі [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. Зварювальний апарат для ручного дугового зварювання [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://nisa-svarka.com.ua/ua/p17285868-svarochnyj-apparat-dlya.html> – 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. Пусконалагоджувальні роботи в інженерних системах / О.І. Ободянська // ІІІ науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2024. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20526/17023>.

35. 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.

36. 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.

37. 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.

38. 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.

39. Про енергетичну ефективність будівель: закон України: станом на 1 січня 2019 року.- 2118-VII. – К.: Відомості Верховної Ради, 2017, №3, с.5, стаття 359.

40. Про енергоефективність: директива Європейського парламенту та Ради 2012/27EU – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://saee.gov.ua/sites/default/files/UKR_Directive_27_2012_2.

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

Додаток А
Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

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



2025р

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на розроблення:

**«ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ»**

Розробив
ст. гр. ТГ-23мз

Піддубняк В.А.

Керівник
к.т.н., доцент

Ободянська О.І.

Вінниця 2025

Технічне завдання

1. Призначення розробки та місце застосування.

Система тепlopостачання призначена для створення оптимальних нормативних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях житлового комплексу із вбудованими приміщеннями.

2. Основа для виконання робіт.

Завдання на МКР затверджено наказом № 96 від «20» березня 2025 року. Основою для виконання робіт є архітектурно-будівельні креслення виробничої будівлі.

3. Мета та призначення розробки.

Метою розробки є створення проєктних рішень надійної системи тепlopостачання багатопверхового житлового 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 розробки: підтримка температури в приміщеннях на рівні 21°C і 19°C – для кухонь.

4. Джерела розробки.

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

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до систем опалення та гарячого водopостачання 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»

6. Вимоги по стандартизації та уніфікації.

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

7. Вимоги з надійності.

Вимоги по надійності викладені 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 систем опалення та гарячого водопостачання:

10.1. стадію розробки встановлюють відповідно з ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» та ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні»

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 проектування.

Додаток Б

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Енергозберігаючі системи теплопостачання багатопверхового житлового будинку

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра ІСБ, факультет БЦЕІ
(кафедра, факультет)

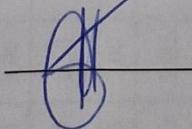
Показники звіту подібності Turnitin

Оригінальність 86% Схожість 14%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку
(підпис)



Слободян Н.М.
(прізвище, ініціали)

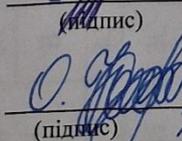
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Turnitin щодо роботи.

Автор роботи



Піддубняк В.А.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи



Ободянська О.І.
(прізвище, ініціали)

ВІДГУК ОПОНЕНТА
на магістерську кваліфікаційну роботу
студента Піддубняка Віталія Анатолійовича
на тему Енергозберігаючі системи теплопостачання багатопверхового
житлового будинку

Магістерська робота є важливим дослідженням в контексті сучасних вимог до енергоефективності в будівництві та експлуатації житлових комплексів. Тема дослідження є актуальною та має практичне значення, оскільки питання енергозбереження та оптимізації використання енергетичних ресурсів є пріоритетними для сучасної будівельної галузі, особливо в умовах зростання цін на енергоносії та посилення вимог до екологічної безпеки.

Автор чітко сформулював мету і завдання дослідження, які були логічно і послідовно розкриті в ході роботи. Використання сучасних теоретичних підходів, а також аналіз існуючих методик проектування енергоефективних систем теплопостачання дозволяють оцінити роботу як цілісне і добре структуроване дослідження. Висвітлені питання проектування систем теплопостачання для житлових комплексів із вбудованими приміщеннями є надзвичайно важливими для практичної реалізації в умовах урбанізації та високих енергетичних витрат. У роботі проведено глибокий аналіз енергоефективних технологій опалення, що є перспективними для реалізації в сучасному житловому будівництві. Обґрунтування вибору технічних рішень для конкретного типу об'єктів, зокрема житлових комплексів із вбудованими приміщеннями, доводить високу практичну значущість роботи. Автор показав, як оптимізувати витрати енергії без шкоди для комфорту мешканців та економічної ефективності.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена питанню енергозберігаючих систем забезпечення мікроклімату житлової будівлі, що забезпечується використанням індивідуальної системи теплозабезпечення. В першому розділі роботи проведено аналіз стану систем теплопостачання із використанням індивідуальних газових котлів. Другий розділ присвячено теоретичному та практичному обґрунтуванню основних параметрів і характеристик системи. Третій розділ передбачає організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень. Четвертий та п'ятий розділи є обґрунтуванням питань з енергозбереження, охорони довкілля та економіки будівництва.

Висновки в роботі є повними та обґрунтованими.

Магістерська кваліфікаційна робота оформлена якісно.

Магістр було дотримано графік виконання роботи.

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

Робота може бути реалізована в практиці з влаштування інженерних систем житлових будинків із вбудованими приміщеннями.

В МКР наявні наступні недоліки:

1. В графічній частині було б доцільно зобразити вузол проходу трубопроводів через деформаційний шов будівлі з урахуванням компенсації температурних деформацій.

2. В пояснювальній записці рекомендується доповнити розділ щодо системи автоматизованого керування системою теплопостачання з урахуванням погодного регулювання та добового графіка споживання.

Магістерську кваліфікаційну роботу виконано на високому рівні та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «А».

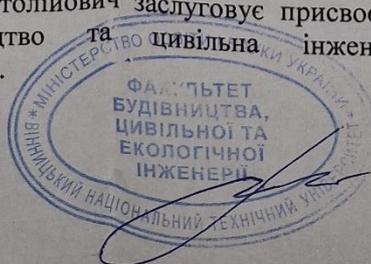
Магістр Піддубняк Віталій Анатолійович заслуговує присвоєння кваліфікації магістр зі спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія будівництва, ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція».

Опонент

кандидат технічних наук,
доцент кафедри БМГА

М.П.

Печатка установи, організації опонента



Кучеренко Л.В.

ВІДГУК
керівника магістерської кваліфікаційної роботи
здобувача Піддубняка Віталія Анатолійовича
на тему Енергозберігаючі системи теплопостачання багатоповерхового
житлового будинку

У сучасних умовах розвитку енергетичних технологій однією з ключових проблем є забезпечення енергоефективності в житлових будівлях, що включає не тільки зменшення енергоспоживання, але й мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище. Зростання вартості енергоносіїв та необхідність дотримання європейських стандартів енергоефективності вимагають впровадження інноваційних систем теплопостачання, що дозволяють значно знизити енергоспоживання без втрати комфорту для мешканців.

Таким чином, дослідження енергоефективних систем теплопостачання для житлових комплексів є надзвичайно актуальним. Це дозволить розробити рекомендації для створення сучасних, екологічних та економічних систем, здатних забезпечити зниження енергоспоживання, зменшення витрат на теплопостачання та підвищення рівня комфорту для користувачів приміщень у таких комплексах. Реалізація таких проєктів сприятиме досягненню цілей з енергетичної ефективності, охорони навколишнього середовища та сталого розвитку житлової інфраструктури.

За результатами аналітичного огляду проведено наукове обґрунтування принципових особливостей конструкцій настінних газових котлів, обґрунтовано проєкту потужності об'єкту та доцільності впровадження автономної системи теплопостачання, наведено переваги використання індивідуальних газових котлів та вибір системи гарячого водопостачання для багатоповерхового житлового будинку, проаналізовано оптимальне використання настінних газових котлів, зазначено основні положення по організації будівництва і влаштування енергоефективних систем автономного теплопостачання. Запропоновані проєктні рішення передбачають проведення розрахунку теплотехнічних параметрів будівлі, моделювання тепловтрат в приміщеннях будівлі та гідравлічний розрахунок системи теплопостачання. На основі отриманих результатів підібрано теплогенеруюче обладнання, яке забезпечує комфортні умови перебування в приміщеннях будівлі, а також було визначено діаметри трубопроводів та побудовано аксонометричні схеми системи теплопостачання. Розроблено заходи із організаційно-технологічного забезпечення реалізації проєктних рішень з влаштування системи теплопостачання. Обладнання для системи, вироби, матеріали підібрано відповідно до державних стандартів і нормативних документів. Було визначено основні величини техніко-економічних показників та складено кошторисну документацію у вигляді локальних кошторисів. Розглянуто заходи із енергозбереження та охорони довкілля.

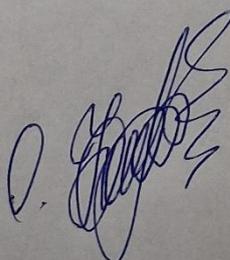
Для вирішення задач з теоретичного обґрунтування проєктних рішень з реалізації пропозиції стосовно влаштування системи створення мікроклімату будівель використано САПР. Графічні матеріали відповідають змісту роботи та виконані у відповідності до вимог ЄСКД.

Матеріали магістерської роботи пройшли апробацію на семінарі кафедри ІСБ та науково-технічній конференції. Здобувач своєчасно виконував навчальний план.

Магістерську кваліфікаційну роботу виконано на високому рівні та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «А».

Магістр Піддубняк Віталій Анатолійович заслуговує присвоєння кваліфікації магістра зі спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія будівництва, ОПП «Теплогазопостачання та вентиляція».

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи
кандидат технічних наук,
доцент кафедри ІСБ



Ободянська О.І.

Додаток В – Теплотехнічний розрахунок приміщень будівлі

Таблиця В.1 - Розрахунок тепловтрат типового поверху

№ кім.	Назва	Позначення	Орієнтація	розмір		Площа, м ²	К, Вт/м ² °С	Δt, °С	n	Додаткові тепловтрати					Тепловтрати приміщення	Тепловтрати конструкції	Тепловтрати на вентиляцію	Загальні тепловтрати
				Ширина, м	Висота, м					Орієнт	Вігер	Зовн. стіни	Двері	Σ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21
202 -802	Жит. кім. +20	ЗС	Пн	1,61	3,00	4,83	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	70,73	84,87	248,71	608,18
		В	Пн	1,60	1,50	2,40	1	41	-	10	10	-	-	1,20	228,84	274,60		
203 - 803	Інд.ван. +25	ЗС	Пн	1,95	3,00	5,85	0,25	46	1	10	10	5	-	1,25	96,11	115,33		115,33
204 - 804	Жит. кім. 20	ЗС	Пн	1,40	3,00	4,20	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	61,50	73,80	160,28	508,68
		В	Пн	1,60	1,50	2,40	1	41	-	10	10	-	-	1,20	228,84	274,60		
205 - 805	Інд.ван. +25	ЗС	Пн	2,05	3,00	6,15	1	46	1	10	10	5	-	1,25	657,91	789,49		1084,74
		ЗС	Зх	0,80	3,00	2,40	1	46	1	5	10	5	-	1,2	256,74	295,26		
206 - 806	Жит. кім. +20	ЗС	Пн	1,92	3,00	5,76	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	84,34	101,21	326,08	1370,06
		В	Пн	1,50	1,50	2,25	1	41	1	10	10	-	-	1,20	214,53	257,44		
		ЗС	Сх	2,14	3,00	6,42	0,25	41	1	10	10	-	-	1,20	94,01	112,81		
		Д	Сх	1,10	2,00	2,20	1,25	41	1	10	10	-	95	2,15	334,07	400,89		
		В	Сх	1,00	1,50	1,50	1	41	-	10	10	-	-	1,20	143,02	171,63		
207 - 807	Жит. кім. +20	ЗС	Пн	3,40	3,00	10,20	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	149,36	179,23	367,53	1561,29
		В	ПнСх	0,90	1,50	1,35	1	41	-	10	10	5	-	1,25	128,72	154,47		
		ЗС	Сх	1,60	3,00	4,80	0,25	41	-	10	10	5	-	1,25	70,29	84,34		
		В	Сх	0,90	1,50	1,35	1	41	-	10	10	-	-	1,20	128,72	154,47		
		В	Сх	0,90	1,50	1,35	1	41	-	10	10	-	-	1,20	128,72	154,47		
		В	Сх	0,90	1,50	1,35	1	41	-	10	10	-	-	1,20	128,72	154,47		
		В	ПдСх	0,90	1,50	1,35	1	41	1	5	10	-	-	1,15	128,72	148,03		
		ЗС	Пд	3,40	3,00	10,20	0,25	41	1		10	5	-	1,15	149,36	164,29		

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21
208 - 808	Кухня +18	ЗС	Сх	2,14	3,00	6,42	0,25	39	-	10	10	5	-	1,25	89,42	107,31	386,40	1598,74
		В	Сх	1,00	1,50	1,50	1	39	-	10	10	-	-	1,20	136,05	163,26		
		Д	Сх	1,10	2,00	2,20	1,25	39	-	10	10	-	95	2,15	317,78	381,33		
		ЗС	Пд	2,10	3,00	6,30	0,25	39	1	-	10	-	-	1,10	87,75	96,53		
		В	Пд	0,90	1,50	1,35	1	39	1	-	10	-	-	1,10	122,44	134,69		
	В	Пд	2,20	1,50	3,30	1	39	1	-	10	-	-	1,10	299,30	329,23			
209 - 809	Жит. кім. 20	ЗС	Пд	2,25	3,00	6,75	0,25	41	1	-	10	-	-	1,10	98,84	108,72	341,28	785,63
		В	Пд	1,60	2,00	3,20	1	41	1	-	10	-	-	1,10	305,12	335,63		
210 - 810	Жит. кім. +20	ЗС	Пд	0,84	3,00	2,52	0,25	41	1	-	10	-	-	1,10	36,90	40,59	179,62	741,13
		Д	Пд	0,90	2,00	1,80	1,25	41	1	-	10	-	95	2,05	273,33	300,67		
		В	Пд	1,40	1,50	2,10	1	41	1	-	10	-	-	1,10	200,23	220,26		
211 - 811	Жит. кім. +20	ЗС	Сх	1,66	3,00	4,98	0,25	39	1	10	10	5	-	1,25	69,36	83,24	596,69	1351,09
		Д	Сх	0,90	2,00	1,80	1,25	39	1	10	10	-	95	2,15	260,00	312,00		
		В	Сх	0,60	1,50	0,90	1	39	1	10	10	-	-	1,20	81,63	97,95		
		В	Сх	1,60	1,50	2,40	1	39	1	10	10	-	-	1,20	217,67	261,21		
212 А	Інд.ван. +25	ЗС	Сх	1,60	3,00	4,80	0,25	46	1	10	10	5	-	1,25	78,86	94,63		94,63
212 - 812	Жит. кім. +20	ЗС	Сх	2,84	3,00	8,51	0,25	41	1	10	10	5	-	1,20	124,54	149,45	359,24	1347,69
		В	Сх	1,20	1,50	1,80	1	41	1	10	10	-	-	1,20	171,63	205,95		
		ЗС	Пд	2,24	3,00	6,72	0,25	41	1	-	10	-	-	1,10	98,40	108,24		
		Д	Пд	1,10	2,00	2,20	1,25	41	1	-	10	-	95	2,05	334,07	367,48		
		В	Пд	1,00	1,50	1,50	1	41	1	-	10	-	-	1,10	143,02	157,33		
	ЗС	Сх	2,14	3,00	6,42	0,25	39	1	10	10	5	-	1,25	89,42	107,31			

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21	
213 - 813	Жит. кім. 20	ЗС	Сх	3,40	3,00	10,20	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	149,36	179,23	367,53	1510,24	
		В	ПдСх	0,90	1,50	1,35	1	41	1	5	10	-	-	1,15	128,72	148,03			
		ЗС	Пд	1,60	3,00	4,80	0,25	41	1	-	10	-	-	1,10	70,29	77,31			
		В	Пд	0,90	1,50	1,35	1	41	1	-	10	-	-	1,10	128,72	141,59			
		В	Пд	0,90	1,50	1,35	1	41	1	-	10	-	-	1,10	128,72	141,59			
		В	Пд	0,90	1,50	1,35	1	41	1	-	10	-	-	1,10	128,72	141,59			
		В	ПдЗх	0,90	1,50	1,35	1	41	1	-	10	-	-	1,10	128,72	141,59			
214 - 814	Кухня +18	ЗС	Пд	2,14	3,00	6,42	0,25	39	1	-	10	-	-	1,10	89,42	98,36	262,86	1246,65	
		В	Пд	1,00	1,50	1,50	1	39	1	-	10	-	-	1,10	136,05	149,65			
		Д	Пд	1,10	2,00	2,20	1,25	39	1	-	10	-	95	2,05	317,78	349,56			
		ЗС	Зх	1,20	3,00	3,60	0,25	39	1	5	10	-	-	1,15	50,14	57,66			
		В	Зх	2,10	1,50	3,15	1	39	1	5	10	-	-	1,15	285,70	328,55			
215 - 815	Жит. кім. +20	ЗС	Пд	0,70	3,00	2,10	0,25	41	1	-	10	-	-	1,10	30,75	33,83	594,13	1703,29	
		В	ПдЗх	0,90	1,50	1,35	1	41	1	-	10	-	-	1,10	128,72	141,59			
		В	Зх	0,90	1,50	1,35	1	41	1	5	10	-	-	1,15	128,72	148,03			
		В	ПнЗх	0,90	1,50	1,35	1	41	1	10	10	-	-	1,20	128,72	154,47			
		ЗС	Зх	0,80	3,00	2,40	0,25	41	1	5	10	-	-	1,15	35,14	40,41			
		ЗС	Пн	0,80	3,00	2,40	0,25	41	1	10	10	5	-	-	1,25	35,14			42,17
		В	Зх	1,00	1,50	1,50	2,33	41	1	5	10	-	-	1,15	143,02	164,48			
Д	Зх	1,10	2,00	2,20	3,70	41	1	5	10	-	95	2,10	334,07	384,19					
216 - 816	Кухня +18	ЗС	Пд	0,70	3,00	2,10	0,25	39	1	-	10	-	-	1,10	29,25	32,18	236,57	881,48	
		В	ПдЗх	1,20	1,50	1,80	2,33	39	1	-	10	-	-	1,10	163,26	179,58			
		ЗС	Зх	1,20	3,00	3,60	0,25	39	1	5	10	-	-	1,15	50,14	57,66			
		В	Зх	1,20	1,50	1,80	2,33	39	1	5	10	-	-	1,15	163,26	187,74			
		В	Зх	1,20	1,50	1,80	2,33	39	1	5	10	-	-	1,15	163,26	187,74			

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21
217 - 817	Кухня +18	ЗС	Зх	1,00	3,00	3,00	0,25	41	1	5	10	-	-	1,15	43,93	50,52	232,13	693,63
		Д	Зх	0,80	2,00	1,60	3,70	41	1	5	10	-	95	2,10	242,96	279,41		
		В	Зх	0,80	1,50	1,20	2,33	41	1	5	10	-	-	1,15	114,42	131,58		
218 - 818	Жит. кім. 20	ЗС	Сх	2,90	3,00	8,70	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	127,39	152,87	375,82	1761,55
		В	ПдСх	0,90	1,50	1,35	2,33	41	1	5	10	-	-	1,15	128,72	148,03		
		ЗС	Пд	3,60	3,00	10,80	0,25	41	1		10	-	-	1,10	158,14	173,96		
		В	Пд	0,90	1,50	1,35	2,33	41	1		10	-	-	1,10	128,72	141,59		
		В	Пд	0,90	1,50	1,35	2,33	41	1		10	-	-	1,10	128,72	141,59		
		В	Пд	0,90	1,50	1,35	2,33	41	1		10	-	-	1,10	128,72	141,59		
		Д	Зх	0,90	2,00	1,80	3,70	41	1	5	10	-	95	2,10	273,33	314,33		
ЗС	Зх	3,40	3,00	10,20	0,25	41	1	5	10	-	-	1,15	149,36	171,76				
219 - 819	Жит. кім. +20	ЗС	Зх	2,10	3,00	6,30	0,25	39	1	5	10	-	-	1,15	87,75	100,91		100,91
220 - 820	Жит. кім. +20	ЗС	Зх	3,83	3,00	11,49	0,25	39	1	5	10	-	-	1,15	160,04	184,05	228,69	1267,54
		В	Зх	1,00	1,50	1,50	2,33	39	1	5	10	-	-	1,15	136,05	156,45		
		Д	Зх	1,10	2,00	2,20	3,70	39	1	5	10	-	95	2,10	317,78	365,44		
		ЗС	Пн	1,43	3,00	4,29	0,25	39	1	10	10	5	-	1,25	59,75	71,70		
В	Пн	1,60	1,50	2,40	2,33	39	1	10	10	-	-	1,20	217,67	261,21				
221 - 821	Інд.ван. +25	ЗС	Пн	1,77	3,00	5,31	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	77,75	93,30	248,71	599,45
		В	Пн	1,50	1,50	2,25	2,33	41	1	10	10	-	-	1,20	214,53	257,44		
222 - 822	Жит. кім. +20	ЗС	Пн	2,00	3,00	6,00	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	87,86	105,43	187,91	550,78
		В	Пн	1,50	1,50	2,25	2,33	41	1	10	10	-	-	1,20	214,53	257,44		

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21
224 - 824	Інд.ван. +25	ЗС	Зх	2,20	3,00	6,60	0,25	46	1	5	10	-	-	1,15	108,43	124,69		124,69
225 - 825	Жит. кім. 20	ЗС	Пд	0,70	3,00	2,10	0,25	41	1		10	-	-	1,10	30,75	33,83	303,97	1007,23
		В	ПдЗх	1,20	1,50	1,80	1	41	1		10	-	-	1,10	171,63	188,79		
		В	Зх	1,20	1,50	1,80	1	41	1	5	10	-	-	1,15	171,63	197,37		
		В	ПнЗх	1,20	1,50	1,80	1	41	1	10	10	-	-	1,20	171,63	205,95		
		ЗС	Зх	0,80	3,00	2,40	0,25	41	1	5	10	-	-	1,15	35,14	40,41		
226 - 826	Жит. кім. +20	ЗС	Зх	0,40	3,00	1,20	0,25	41	1	5	10	-	-	1,15	17,57	20,21	287,39	856,26
		Д	Зх	1,10	2,00	2,20	1,25	41	1	5	10	-	95	2,10	334,07	384,19		
		В	Зх	1,00	1,50	1,50	1	41	1	5	10	-	-	1,15	143,02	164,48		
227 - 827	Кухня +18	ЗС	Пд	0,70	3,00	2,10	0,25	39	1		10	-	-	1,10	29,25	32,18	298,35	1461,02
		В	ПдЗх	1,20	1,50	1,80	1	39	1		10	-	-	1,10	163,26	179,58		
		ЗС	Зх	0,80	3,00	2,40	0,25	39	1	5	10	-	-	1,15	33,43	38,44		
		В	Зх	1,20	1,50	1,80	1	39	1	5	10	-	-	1,15	163,26	187,74		
		В	ПнЗх	1,20	1,50	1,80	1	39	1	10	10	-	-	1,20	163,26	195,91		
		ЗС	Пн	4,50	1,50	6,75	0,25	39	1	10	10	5	-	1,25	94,02	112,82		
228 - 828	Жит. кім. +20	ЗС	Пн	3,30	3,00	9,90	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	144,96	173,96	567,88	2041,80
		В	ПнСх	1,20	1,50	1,80	1	41	1	10	10	-	-	1,20	171,63	205,95		
		ЗС	Сх	1,60	3,00	4,80	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	70,29	84,34		
		В	Сх	1,20	1,50	1,80	1	41	1	10	10	-	-	1,20	171,63	205,95		
		В	ПдСх	1,20	1,50	1,80	1	41	1	5	10	-	-	1,15	171,63	197,37		
		ЗС	Пд	0,70	3,00	2,10	0,25	41	1		10	-	-	1,10	30,75	33,83		
		Д	Сх	1,10	2,00	2,20	1,25	41	1	10	10	-	95	2,15	334,07	400,89		
		В	Сх	1,00	1,50	1,50	1	41	1	10	10	-	-	1,20	143,02	171,63		

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21
229 - 829	Жит. кім. 20	ЗС	Пн	0,70	3,00	2,10	0,25	39	1	10	10	5	-	1,25	29,25	35,10	232,63	919,58
		В	ПнСх	1,20	1,50	1,80	1	39	1	10	10	-	-	1,20	163,26	195,91		
		ЗС	Сх	0,80	3,00	2,40	0,25	39	1	10	10	5	-	1,25	33,43	40,11		
		В	Сх	1,20	1,50	1,80	1	39	1	10	10	-	-	1,20	163,26	195,91		
		В	ПдСх	1,20	1,50	1,80	1	39	1	5	10	-	-	1,15	163,26	187,74		
230 - 830	Жит. кім. +20	ЗС	Сх	1,76	3,00	5,28	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	77,31	92,78	163,04	633,40
		В	Сх	2,20	1,50	3,30	1	41	1	10	10	-	-	1,20	314,65	377,58		
231 - 831	Кухня +18	ЗС	Сх	0,60	3,00	1,80	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	26,36	31,63	215,55	624,76
		В	Сх	2,20	1,50	3,30	1	41	1	10	10	-	-	1,20	314,65	377,58		

Таблиця В.2 – Розрахунок тепловтрат першого поверху

№ кім.	Назва	Позначення	Орієнтація	розмір		Площа, м ²	К, Вт/м ² °С	Δt, °С	n	Додаткові тепловтрати					Тепловтрати приміщення	Тепловтрати конструкції	Тепловтрати на вентиляцію	Загальні тепловтрати
				Ширина, м	Висота, м					Орієнт	Вітер	Зовн.	Двері	Σ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20
101	Коридор +16	Д	Пн	1,30	2,00	2,60	1,25	37	1	10	10		95	2,15	458,10	984,90	1066,10	2634,20
		ЗС	Пн	3,50	3,00	10,50	0,25	37	1	10	10			1,20	167,06	200,47		
		В	Пн	0,60	1,50	0,90	1	37	1	10	10			1,20	79,29	95,14		
		ПД				28,50	0,19	37	0,6					1,00		287,59		
102	Кімната консьержа +20	ЗС	Пн	1,50	3,00	4,50	0,25	41	1	10	10			1,20	65,89	79,07	468,40	714,60
		В	Пн	1,50	1,50	2,25	1	41	1	10	10			1,20	39,67	47,60		
		ПД				11,30	0,19	41	0,6					1,00	119,53	119,53		
103	С/В +20	ПД			5,50	0,19	41	0,6					1,00	58,18	58,18		58,18	
104	Підсобне приміщення +18	ЗС	Зх	0,80	3,00	2,40	0,25	39	1	10	5	5		1,20	33,43	40,11	1521,96	2440,30
		ЗС	Пн	3,50	3,00	10,50	0,25	39	1	10	10	5		1,25	146,25	182,81		
		В	Пн	0,60	1,50	0,90	0,19	39	1	10	10			1,20	15,09	18,11		
		В	Пн	1,50	1,50	2,25	0,19	39	1	10	10			1,20	37,73	45,28		
		ЗС	Сх	4,24	3,00	12,72	0,25	39	1	10	10	5		1,25	177,17	221,46		
	ПД					38,60	0,19	39	0,6					1,00	410,56	410,56		
125	Кабінет +20	ЗС	Зх	3,30	3,00	9,90	0,25	41	1	10	5	5		1,20	137,89	165,47	1040,93	1858,25
		В	ПДЗх	0,90	1,50	1,35	1	41	1	10				1,10	22,64	24,90		
		ЗС	Пд	1,52	3,00	4,56	0,25	41	1	10		5		1,15	63,51	73,04		
		В	Пд	0,90	1,50	1,35	1	41	1	10				1,10	22,64	24,90		
		В	Пд	0,90	1,50	1,35	1	41	1	10				1,10	22,64	24,90		
		В	Пд	0,90	1,50	1,35	1	41	1	10				1,10	22,64	24,90		
		В	ПдСх	0,90	1,50	1,35	1	41	1	10	5			1,15	22,64	26,04		
		ЗС	Сх	3,30	3,00	9,90	0,25	41	1	10	10	5		1,25	137,89	172,37		
	ПД					26,40	0,19	41	0,6				1,00	280,80	280,80			
107	Спорт. зал	ПД			36,70	0,19	39	0,6						1,00	390,35	390,35		390,35

Продовження табл. В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20
110	Кабінет +18	Д	Пн	0,90	2,00	1,80	1,25	39	1	10	10		95	2,15	30,19	64,90	2298,71	3664,13
		ЗС	Пн	6,40	3,00	19,20	0,25	39	1	10	10	5		1,25	267,43	334,29		
		В	Пн	1,50	1,50	2,25	1	39	1	10	10			1,20	37,73	45,28		
		ЗС	Зх	6,00	3,00	18,00	0,25	39	1	10	5	5		1,20	250,71	300,86		
		ПД				58,30	0,19	39	0,6					1,00	620,10	620,10		
111	С/В +20	ПД				16,30	0,19	39	0,6					1,00	173,37	173,37		173,37
112	С/В +25	ЗС	Зх	2,20	3,00	6,60	0,25	46	1	10	5			1,15	108,43	124,69		316,64
		ПД				15,30	0,19	46	0,6					1,00	191,95	191,95		
113	Жит. кім. +20	ЗС	Пд	0,70	3,00	2,10	0,25	41	1	10		5		1,15	30,75	35,36	916,07	1372,82
		В	ПдЗх	1,20	1,50	1,80	1	41	1	10				1,10	31,73	34,91		
		ЗС	Зх	0,50	3,00	1,50	0,25	41	1	10	5	5		1,20	21,96	26,36		
		В	Зх	1,20	1,50	1,80	1	41	1	10	5			1,15	31,73	36,49		
		В	ПнЗх	1,20	1,50	1,80	1	41	1	10	10			1,20	31,73	38,08		
		ЗС	Пн	0,70	3,00	2,10	0,25	41	1	10	10	5		1,25	30,75	38,44		
114	С/В +20	ПД				1,70	0,19	39	0,6					1,00	18,08	18,08		18,08
115	Жит. кім. +20	ЗС	Зх	0,50	3,00	1,50	0,25	41	1	10	5			1,15	21,96	25,26	899,49	1257,42
		Д	Зх	0,90	2,00	1,80	1,25	41	1	10	5		95	2,10	31,73	66,64		
		В	Зх	1,20	1,50	1,80	1	41	1	10	5			1,15	31,73	36,49		
		ПД				21,70	0,19	41	0,6					1,00	229,54	229,54		
116	Кухня +20	ЗС	Пд	0,70	3,00	2,10	0,25	39	1	10		5		1,15	29,25	33,64	954,18	1728,09
		В	ПдЗх	1,20	1,50	1,80	1	39	1	10				1,10	30,19	33,20		
		ЗС	Зх	0,50	3,00	1,50	0,25	39	1	10	5	5		1,20	20,89	25,07		
		В	Зх	1,20	1,50	1,80	1	39	1	10	5			1,15	30,19	34,71		
		В	ПнЗх	1,20	1,50	1,80	1	39	1	10	10			1,20	30,19	36,22		
		ЗС	Пн	4,00	3,00	12,00	0,25	39	1	10	10	5		1,25	167,14	208,93		
		Д	Пн	1,50	2,00	3,00	1,25	39	1	10	10		95	2,15	50,31	108,17		
		ЗС	Пн	0,70	3,00	2,10	0,25	39	1	10	10	5		1,25	29,25	36,56		
117	Коридор +18	ПД				24,20	0,19	39	0,6					1,00	257,40	257,40	926,58	2235,50
ЗС		Пн	1,30	3,00	3,90	0,25	39	1	10	10			1,20	54,32	65,19			
Д		Пн	1,60	2,00	3,20	1,25	39	1	10	10		95	2,15	462,22	993,78			
		ПД				23,50	0,19	39	0,6					1,00	249,95	249,95		

Продовження табл. В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20
119	Жит. кім. +20	ЗС	Пн	0,70	3,00	2,10	0,25	39	1	10	10	5		1,25	35,22	44,02	741,27	1152,05
		В	ПнСх	1,20	1,50	1,80	1	39	1	10	10			1,20	30,19	36,22		
		ЗС	Сх	0,50	3,00	1,50	0,25	39	1	10	10	5		1,25	25,16	31,44		
		В	Сх	1,20	1,50	1,80	1	39	1	10	10			1,20	30,19	36,22		
		В	ПдСх	1,20	1,50	1,80	1	39	1	10				1,10	30,19	33,20		
		ЗС	Пд	0,70	3,00	2,10	0,25	39	1	10			5	1,15	35,22	40,50		
		ПД					18,80	0,19	39	0,6				1,00	189,17	189,17		
120	Корид.+18	ПД				14,10	0,19	39	0,6					1,00	141,87	141,87		141,87
121	Жит. кім. +20	ЗС	Сх	2,10	3,00	6,30	0,25	41	1	10	10,00			1,20	111,07	133,28	526,43	851,17
		В	Сх	0,90	1,50	1,35	1	41	1	10	10,00			1,20	23,80	28,56		
		В	Сх	0,90	1,50	1,35	1	41	1	10	10,00			1,20	23,80	28,56		
		ПД					12,70	0,19	41	0,6			1,00	134,34	134,34			
122	С/В 20	ПД				2,10	0,19	41	0,6					1,00	21,13	21,13		21,13
123	С/В +25	ПД				4,70	0,19	46	0,6					1,00	55,78	55,78		55,78
124	Жит. кім. +20	ЗС	Сх	0,50	3,00	1,50	0,25	41	1	10	10,00			1,20	26,45	31,73	679,80	954,82
		В	Сх	2,20	1,50	3,30	1	41	1	10	10,00			1,20	58,18	69,81		
		ПД					16,40	0,19	41	0,6			1,00	173,48	173,48			
106	Спорт. зал +18	ЗС	Сх	3,00	3,00	9,00	0,25	39	1	10	10,00	5,00		1,25	150,93	188,66	646,64	1521,02
		ЗС	Пд	9,00	3,00	27,00	0,25	39	1	10		5,00		1,15	452,79	520,71		
		ПД					16,40	0,19	39	0,6			1,00	165,02	165,02			
107	Спорт. зал +18	ЗС	Сх	3,50	3,00	10,50	0,25	39	1	10	10,00			1,20	176,09	211,30	646,64	1050,12
		В	Сх	0,90	1,50	1,35	1	39	1	10	10,00			1,20	22,64	27,17		
		ПД					16,40	0,19	39	0,6			1,00	165,02	165,02			
108	Спорт. зал +18	ЗС	Зх	3,50	3,00	10,50	0,25	39	1	10	5	5		1,20	146,25	175,50	352	712
		ЗС	Пд	2,00	3,00	6,00	0,25	39	1	10		5		1,15	83,57	96,11		
		В	Пд	0,90	1,50	1,35	1	39	1	10				1,10	22,64	24,90		
		ПД					14,00	0,19	39	0,6			1,00	140,87	140,87			
128 - 129	Роздягальн +20	ЗС	Зх	2,00	3,00	6,00	0,25	41	1	10	5			1,15	98,57	113,36		213,72
ПД					8,00	0,19	41	0,6					1,00	100,36	100,36			
130	Коридор +18	ЗС	Зх	2,00	3,00	6,00	0,25	39	1	10	10,00			1,20	100,62	120,74	552,01	850,15
		Д	Зх	1,20	2,00	2,40	1,25	39	1	10	10,00		95,0	2,15	40,25	86,53		
		ПД					14,00	0,19	39	0,6				1,00	140,87	140,87		

Таблиця В 3 - Розрахунок тепловтрат пендхауса

№ кім.	Назва	Позначення	Орієнтація	розмір		Площа, м ²	К, Вт/м ² °С	Δt, °С	n	Додаткові тепловтрати					Тепловтрати приміщення	Тепловтрати конструкції	Тепловтрати на вентиляцію	Загальні тепловтрати
				Ширина, м	Висота, м					Орієнт	Вітер	Зовн. стіни	Двері	Σ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21
901	Жит. кім. +20	ЗС	Пн	5,85	3	17,55	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	257	321,2	5337,8	7427,92
		В	Пн	1,2	1,5	1,8	1	41	1	10	10	-	-	1,20	172	206		
		Д	Пн	1,1	2	2,2	1,25	41	1	10	10	-	95	2,15	41	88,15		
		ЗС	Зх	5	3	15	0,25	41	1	5	10	5	-	1,20	220	263,6		
		В	Зх	1,2	1,5	1,8	1	41	1	5	10	-	-	1,15	172	197,4		
		Д	Зх	1,1	2	2,2	1,25	41	1	5	10	-	95	2,10	41	86,1		
		ЗС	Сх	2,7	3	8,1	0,25	41	1	10	10	5	-	1,25	119	148,3		
		В	Сх	1,2	1,5	1,8	1	41	1	10	10	-	-	1,20	172	206		
		В	Сх	1,2	1,5	1,8	1	41	1	10	10	-	-	1,20	172	206		
СТ	-				115,11	0,16	15	0,6		10	-	-	1,10	334	367,6			
902	Кухня +18	ЗС	Пн	2,25	3	6,75	0,25	39	1	10	10	5	-	1,25	94	117,5	1948,7	2936,1
		В	Пн	1,2	1,5	1,8	1	39	1	10	10	-	-	1,20	163	195,9		
		Д	Пн	1,1	2	2,2	1,25	39	1	10	10	-	95	2,15	39	83,85		
		ЗС	Сх	3,6	3	10,8	0,25	39	1	10	10	5	-	1,25	150	188		
		В	Сх	1,2	1,5	1,8	1	39	1	10	10	-	-	1,20	163	195,9		
		Д	Сх	1,1	2	2,2	1,25	39	1	10	10	-	95	2,15	39	83,85		
		СТ	-				44,18	0,16	13	0,6		10	-	-	1,10	111		
903	Інд.ван. +25	ЗС	Зх	2,4	3	7,2	0,25	46	1	5	10	-	-	1,15	118	136	777,79	977,48
		СТ	-				14,95	0,16	20	0,6		10	-	-	1,10	57,9		

Продовження табл. В 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21
904	Жит. кім. +20	ЗС	Пн	3,9	3	11,7	0,25	41	1	10	10	5		1,25	171	214,2	4350,5	7055,7
		В	Пн	1,2	1,5	1,8	1	41	1	10	10			1,20	172	206		
		В	Пн	1,2	1,5	1,8	1	41	1	10	10			1,20	172	206		
		ЗС	Зх	5,85	3	17,55	0,25	41	1	5	10	5		1,20	257	308,4		
		В	Зх	1,2	1,5	1,8	1	41	1	5	10			1,15	172	197,4		
		Д	Зх	1,1	2	2,2	1,25	41	1	5	10		95	2,10	41	86,1		
		ЗС	Пд	4,85	3	14,55	0,25	41	1		10	5		1,15	213	245		
		В	Пд	1,2	1,5	1,8	1	41	1		10			1,10	172	188,8		
		В	Пд	1,2	1,5	1,8	1	41	1		10			1,10	172	188,8		
		В	Пд	1,2	1,5	1,8	1	41	1		10			1,10	172	188,8		
		Д	Пд	1,1	2	2,2	1,25	41	1		10		95	2,05	41	84,05		
		ЗС	Зх	1,8	3	5,4	0,25	41	1	5	10	5		1,20	79,1	94,89		
		В	Зх	1,2	1,5	1,8	1	41	1	5	10			1,15	172	197,4		
		СТ	-				93,82	0,16	15	0,6		10			1,10	272		
905	Кухня +18	ЗС	Зх	1,5	3	4,5	0,25	39	1	5	10			1,15	62,7	72,08	854,83	1067,3
		Д	Зх	1,1	2	2,2	1,25	39	1	5	10		95	2,10	39	81,9		
		СТ	-			19,38	0,16	13	0,6	10	10			1,20	48,8	58,52		
906	Жит. кім. +20	ЗС	Зх	4,2	3	12,6	0,25	41	1	5	10	5		1,20	185	221,4	5381,4	7096,7
		Д	Зх	1,1	2	2,2	1,25	41	1	5	10		95	2,10	41	86,1		
		В	Зх	1,2	1,5	1,8	1	41	1	5	10			1,15	568	652,8		
		ЗС	Пд	4,2	3	12,6	0,25	41	1		10	5		1,15	185	212,2		
		Д	Пд	1,1	2	2,2	1,25	41	1		10		95	2,05	41	84,05		
		Д	Сх	1,1	2	2,2	1,25	41	1	10	10		95	2,15	41	88,15		
		СТ	-			116,05	0,16	15	0,6		10			1,10	337	370,6		

Продовження табл.В 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21
907	Кухня +18	ЗС	Пд	4,7	3	14,1	0,25	39	1		10	5		1,15	196	225,9	1978,3	3140,9
		В	Пд	1,2	1,5	1,8	1	39	1		10			1,10	163	179,6		
		В	Пд	1,2	1,5	1,8	1	39	1		10			1,10	163	179,6		
		Д	Пд	1,1	2	2,2	1,25	39	1		10		95	2,05	39	79,95		
		ЗС	Сх	3,4	3	10,2	0,25	39	1	10	10	5		1,25	142	177,6		
		В	Сх	1,2	1,5	1,8	1	39	1	10	10			1,20	163	195,9		
908	Жит. кім. +20	ЗС	Пд	2,5	3	7,5	0,25	41	1		10	5		1,15	110	126,3	5334,5	7272,1
		В	Пд	1,2	1,5	1,8	1	41	1		10			1,10	172	188,8		
		ЗС	Сх	2,7	3	8,1	0,25	41	1	10	10	5		1,25	119	148,3		
		В	Сх	1,2	1,5	1,8	1	41	1	10	10			1,20	172	206		
		Д	Сх	1,1	2	2,2	1,25	41	1	10	10		95	2,15	41	88,15		
		ЗС	Пн	3,8	3	11,4	0,25	41	1	10	10	5		1,25	167	208,7		
		ЗС	Сх	1,6	3	4,8	0,25	41	1	10	10	5		1,25	70,3	87,86		
		ЗС	Пн	1,9	3	5,7	0,25	41	1	10	10	5		1,25	83,5	104,3		
		В	Пн	1,2	1,5	1,8	1	41	1	10	10			1,20	172	206		
		В	Пн	1,2	1,5	1,8	1	41	1	10	10			1,20	172	206		
СТ	-				115,04	0,16	15	0,6		10			1,10	334	367,4			
909	Жит. кім. +20	ЗС	Пд	4,1	3	12,3	0,25	39	1		10	5		1,15	171	197	1401,8	2302,8
		В	Пд	1,2	1,5	1,8	1	39	1		10			1,10	163	179,6		
		ЗС	Сх	3	3	9	0,25	39	1	10	10	5		1,25	125	156,7		
		В	Сх	1,2	1,5	1,8	1	39	1	10	10			1,20	163	195,9		
		Д	Сх	1,1	2	2,2	1,25	39	1	10	10		95	2,15	39	83,85		
		СТ	-				31,78	0,16	13	0,6		10			1,10	80		
910	Інд.ван. +25	ЗС	Пн	2,2	3	6,6	0,25	46	1	10	10			1,20	108	130,1	459,39	627,1
		СТ	-			8,83	8,83	0,16	20	0,6		10			1,10	34,2		
911	Гардероб +20	ЗС	Пд	1,2	3	3,6	0,25	41	1		10			1,10	52,7	57,99	131,23	198,25
		СТ	-			2,83	2,83	0,16	15	0,6		10			1,10	8,22		

Додаток Г – Вибір опалювальних приладів

Таблиця Г.1 – Визначення параметрів радіаторів

№ приміщення	Загальні тепловтрати приміщення, Вт	Кількість секцій	Висота	Довжина	Ширина	Кількість радіаторів в приміщенні	Тепловіддача, Вт
1	2	3	4	5	6	7	8
102	714,6	6	556	480	97	1	1042
104	2440	8	556	640	97	2	2780
106	1521	5	556	400	97	3	2605
107	1050	5	556	400	97	2	1736
108	712	5	556	400	97	1	868
110	3664	11	556	880	97	2	3821
111	174	4	556	320	97	1	695
125	1858	6	556	480	97	2	2084
128	214	4	556	320	97	1	695
129	214	4	556	320	97	1	695
130	850	5	556	400	97	1	868
202 - 802	608,18	5	556	400	97	1	868
204 - 804	508,68	5	556	400	97	1	868
206 - 806	1370,06	9	556	720	97	1	1563
207 - 807	1561,29	5	556	400	97	2	1736
208 - 808	1598,74	5	556	400	97	2	1736
209 - 809	785,63	5	556	400	97	1	868
210 - 810	741,13	5	556	400	97	1	868
211 - 811	1351,09	8	556	640	97	1	1390
212 - 812	1347,69	8	556	640	97	1	1390

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8
213 - 813	1510,24	5	556	400	97	2	1736
214 - 814	1246,65	8	556	640	97	1	1390
215 - 815	1703,29	5	556	400	97	2	1736
216 - 816	881,48	4	556	320	97	2	1389
217 - 817	693,63	5	556	320	97	1	868
218 - 818	1761,55	6	556	480	97	2	2084
220 - 820	1267,54	8	556	640	97	1	1390
221 - 821	599,45	5	556	400	97	1	868
222 - 822	550,78	5	556	400	97	1	868
113, 225 - 825	1373	5	556	400	97	2	1736
115, 226 - 826	1257	4	556	320	97	2	1390
116, 227 - 827	1728	5	556	400	97	2	1736
118, 228 - 828	2041	6	556	480	97	2	2084
119, 229 - 829	1153	7	556	560	97	1	1215
121, 230 - 830	851	5	556	400	97	1	868
124, 231 - 831	954	6	556	480	97	1	1042
901	7427,92	11	556	880	97	4	7685
902	2936,1	9	556	720	97	2	3126
904	7055,7	7	556	560	97	6	7290
906	7096,7	14	556	1120	97	3	7290
907	3140,9	7	556	560	97	3	3645
908	7272,1	12	556	960	97	4	8336
909	2302,8	7	556	560	97	2	2432

Таблиця Д.2 – Гідравлічний розрахунок першого поверху

№ ділянки	Теплове навантаження Q, Вт	Витрата теплоносія G, кг/год	Довжина ділянки, м	Дані попереднього розрахунку						Δ, %
				d, мм	V, м/с	R, Па/м	Rℓ, Па	Σξ	Z, Па	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2211	95	3,5	25	0,16	33,9	118,65	2,5	31,4	-2
2	1474	63	3,3	25	0,12	19,6	64,68	2	14,12	
3	737	32	2,1	20	0,09	16,8	35,28	0,5	2,01	1
3	737	32	2,1	20	0,09	16,8	35,28	0,5	2,01	
2	1474	63	3,3	25	0,12	19,6	64,68	2	14,12	
1	2211	95	3,5	25	0,16	33,9	118,65	2,5	31,4	
1	8232	354	0,5	25	0,51	256,1	128,05	2	254,4	
2	5529	238	1,9	25	0,41	172,7	328,13	1,5	123,56	
3	4792	206	1,6	25	0,35	131,7	210,72	1	59,82	-4
4	4055	174	0,6	25	0,29	95,7	57,42	1,5	61,785	
5	2211	95	3	25	0,16	33,9	101,7	1,5	18,84	
6	1474	63	2,2	20	0,17	48,9	107,58	1	14,24	
7	737	32	2,2	20	0,09	16,8	36,96	0,5	2,01	
7	737	32	2,2	20	0,09	16,8	36,96	0,5	2,01	
6	1474	63	2,2	20	0,17	48,9	107,58	1	14,24	

Продовження таблиці Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	2211	95	3	25	0,16	33,9	101,7	1,5	18,84	
4	4055	174	0,6	25	0,29	95,7	57,42	1,5	61,785	
3	4792	206	1,6	25	0,35	131,7	210,72	1	59,82	
2	5529	238	1,9	25	0,41	172,7	328,13	1,5	123,56	1
1	8232	354	0,5	25	0,51	256,1	128,05	2	254,4	
1	3844	165	2,8	25	0,28	87,5	245	1,5	57,375	
2	492	21	4,4	20	0,06	7,6	33,44	0,5	0,885	
2	492	21	4,4	20	0,06	7,6	33,44	0,5	0,885	
1	3844	165	2,8	25	0,28	87,5	245	1,5	57,375	

Таблиця Д.3 – Гідравлічний розрахунок пентхауса

№ ділянки	Теплове навантаження Q, Вт	Витрата теплоносія G, кг/год	Довжина ділянки, м	Дані попереднього розрахунку						Δ, %
				d, мм	V, м/с	R, Па/м	R _ℓ , Па	Σξ	Z, Па	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	14366	617,74	0,8	25	0,5	243,3	486,6	1,5	306,53	
2	11014	473,6	2	25	0,48	230,8	553,92	2,5	169,22	-8
3	9338	401,53	2,4	25	0,45	206,6	619,8	1,5	99,08	
4	7662	329,47	3	25	0,4	162	761,4	1	78,45	
5	3831	164,73	4,7	20	0,44	257,2	1208,8	1	95,13	
5	3831	164,73	4,7	20	0,44	257,2	1208,8	1	95,13	
4	7662	329,47	3	25	0,4	162	486	1	78,45	
3	9338	401,53	2,4	25	0,45	206,6	495,84	1,5	99,08	
2	11014	473,6	2	25	0,48	230,8	461,6	2,5	169,22	
1	14366	617,74	0,8	25	0,5	243,3	194,64	1,5	306,53	
1	8619	370,62	2	25	0,5	243,3	486,6	2	245,22	
2	7182	308,83	3,7	25	0,48	230,8	853,96	1,5	169,22	
3	5745	247,04	4,2	25	0,4	162	680,4	1	78,45	-3
4	3830	164,69	5,8	20	0,28	87,5	507,5	2,5	95,625	
5	1915	82,345	2	20	0,23	80,2	160,4	0,5	13,24	

Продовження таблиці Д.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	1915	82,345	2	20	0,23	80,2	160,4	0,5	13,24	
4	3830	164,69	5,8	20	0,28	87,5	507,5	2,5	95,625	
3	5745	247,04	4,2	25	0,4	162	680,4	1	78,45	-2
2	7182	308,83	3,7	25	0,48	230,8	853,96	1,5	169,22	
1	8619	370,62	2	25	0,5	243,3	486,6	2	245,22	
1	10056	432,41	2	25	0,5	243,3	486,6	2,5	306,53	
2	8380	360,34	2,5	25	0,48	230,8	577	1,5	169,22	
3	6704	288,27	4	25	0,47	218,6	874,4	1	108,8	
4	5028	216,2	3,2	25	0,37	141,5	452,8	2,5	169,18	
5	3352	144,14	5,3	20	0,38	202,1	1071,1	1,5	105,92	
6	1676	72,068	1,8	20	0,2	66,9	120,42	0,5	9,805	5
6	1676	72,068	1,8	20	0,2	66,9	120,42	0,5	9,805	
5	3352	144,14	5,3	20	0,38	202,1	1071,1	1,5	105,92	
4	5028	216,2	3,2	25	0,37	141,5	452,8	2,5	169,18	
3	6704	288,27	4	25	0,47	218,6	874,4	1	108,8	
2	8380	360,34	2,5	25	0,48	230,8	577	1,5	169,22	
1	10056	432,41	2	25	0,5	243,3	486,6	2,5	306,53	
1	11973	514,84	6	25	0,51	256,1	1536,6	2	255,04	
2	8142	350,11	3,7	25	0,5	243,3	900,21	1	122,61	

Продовження таблиці Д.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	6705	288,32	4,2	25	0,48	230,8	969,36	1,5	169,22	
4	5268	226,52	1,7	25	0,4	162	275,4	1	78,45	
5	3831	164,73	7,3	20	0,44	257,2	1877,6	3	285,39	-1
5	3831	164,73	7,3	20	0,44	257,2	1877,6	3	285,39	
4	5268	226,52	1,7	25	0,4	162	275,4	1	78,45	
3	6705	288,32	4,2	25	0,48	230,8	969,36	1,5	169,22	
2	8142	350,11	3,7	25	0,5	243,3	900,21	1	122,61	
1	11973	514,84	6	25	0,51	256,1	1536,6	2	255,04	

Схема розміщення елементів систем опалення на плані першого поверху

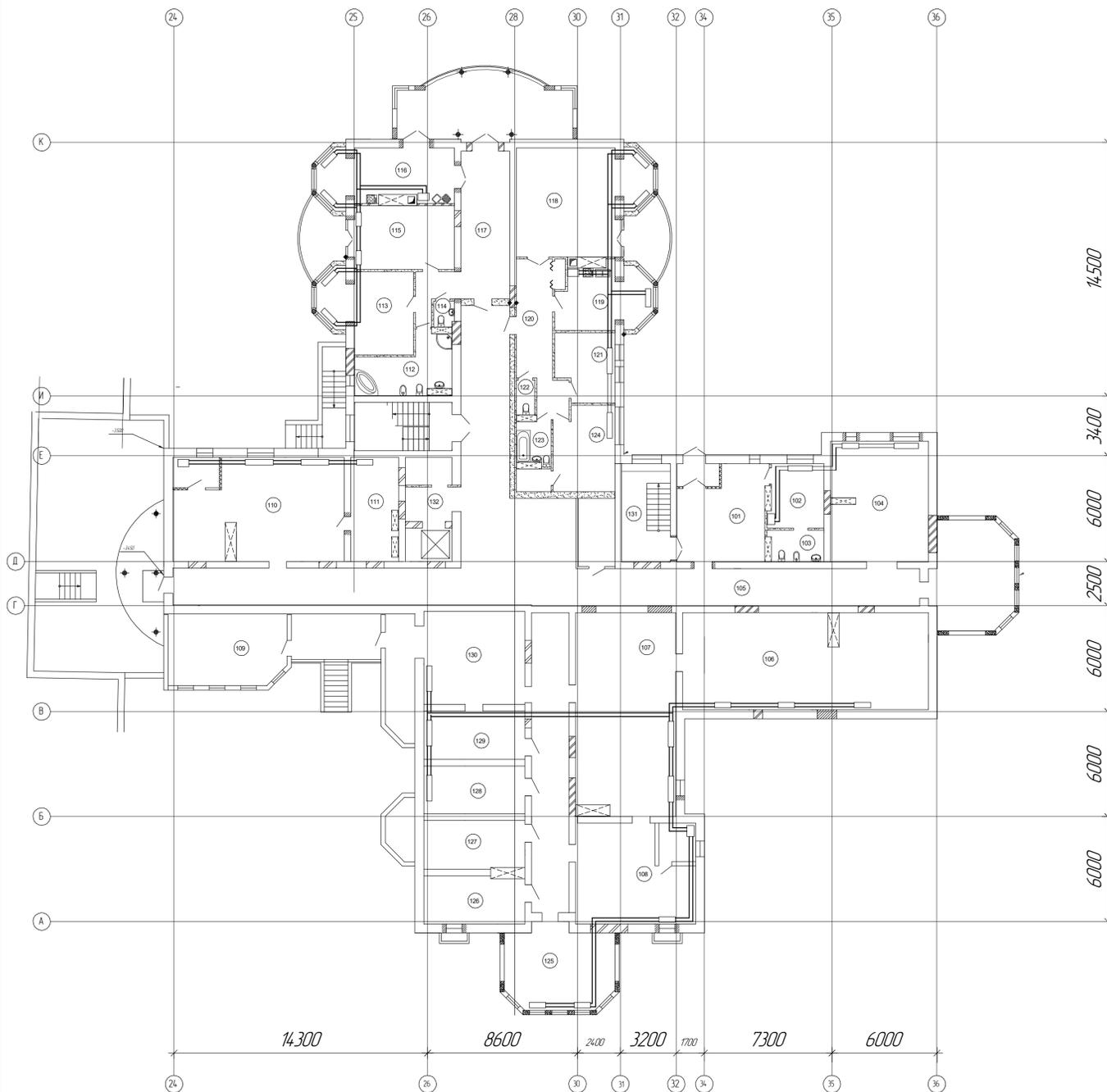
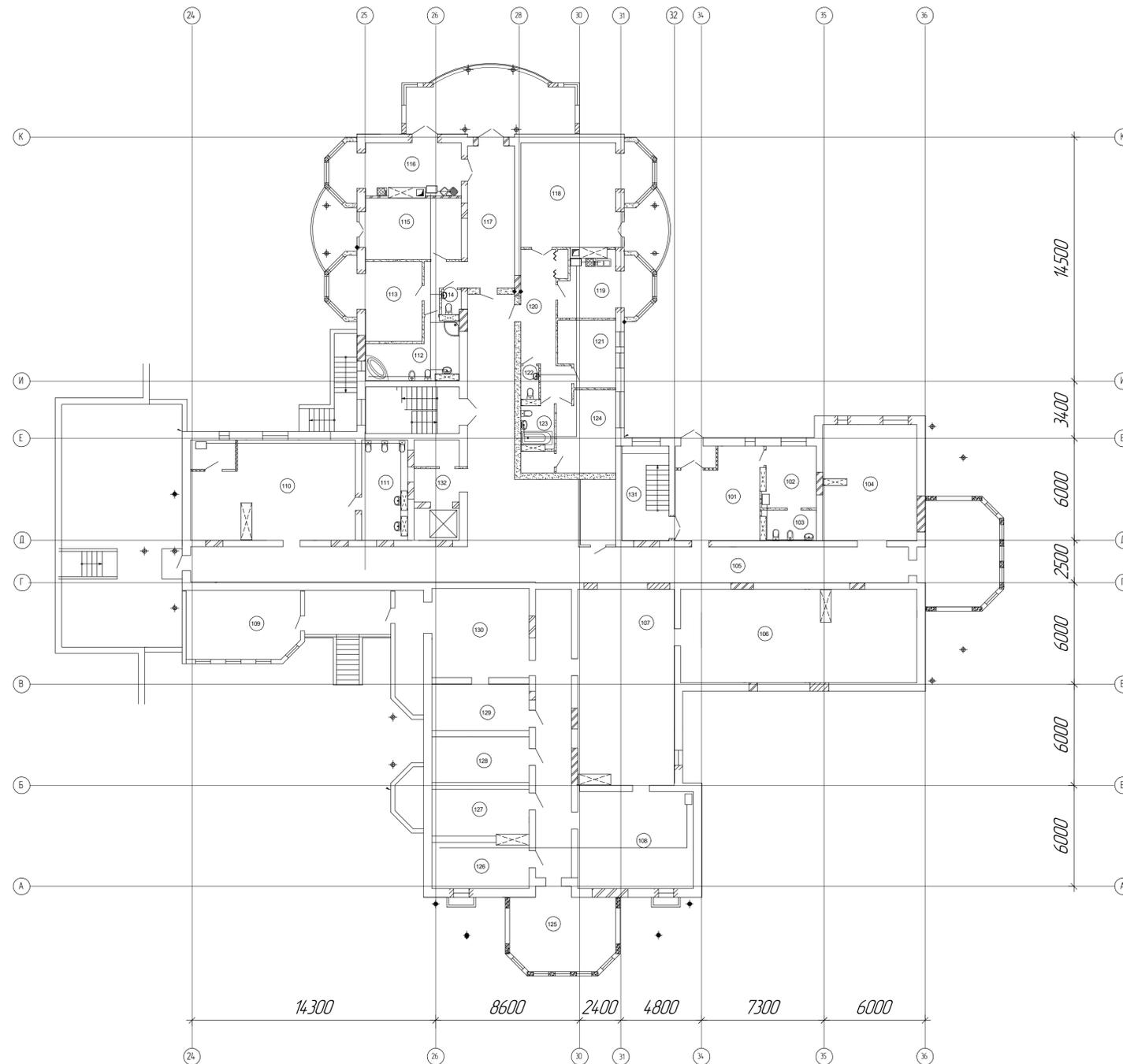


Схема розміщення елементів систем гарячого водопостачання на плані першого поверху



Експлікація приміщень

№ п/п	Найменування приміщень	Площа, м ²
1	2	3
101	Коридор	28,5
102	Кімната консержа	11,3
103	Санвузол	5,5
104	Підсобне приміщення	38,6
105	Коридор	9,62
106	Спортивний зал	16,4
107	Спортивний зал	16,4
108	Кабінет	14,0
109	Підсобне приміщення	24,7
110	Кабінет	13,04
111	Санвузол	16,3

112	Санвузол	15,3
113	Житлова кімната	22,10
114	Санвузол	1,7
115	Житлова кімната	21,7
116	Кухня	24,2
117	Коридор	23,5
118	Житлова кімната	16,7
119	Кухня	27,2
120	Коридор	14,1
121	Житлова кімната	12,7
122	Санвузол	2,1
123	Санвузол	4,7

124	Житлова кімната	16,4
125	Кабінет	26,4
126	Душова	14,0
127	Душова	14,0
128	Роздягальня	8
129	Роздягальня	8
130	Приміальня	14,0
131	Сходава клітина	16,15
132	Ліфтовий хол	10,57
133	Ліфт	5,05

08-13.МКР.006.01.000 ОВ					
Енергозберігаючі системи тепlopостачання багатопверхового житлового будинку					
Системи опалення і гарячого водопостачання					
Зм.	Класиф.	Архив	Проб.	Підп.	Дата
Розробий	Лавіцький В.А.				06.2025
Керівник	Воловська О.				06.2025
Н.Контроль	Лажкевич О.Д.				06.2025
Опонамент	Кучеренко Л.В.				06.2025
Затверд.	Ратичук Т.С.				06.2025
					Старий
					Архив
					Архив
					МКР
					1
					9
					ВНТУ, ТГ-23мз

Схема розміщення елементів систем опалення на плані типового поверху

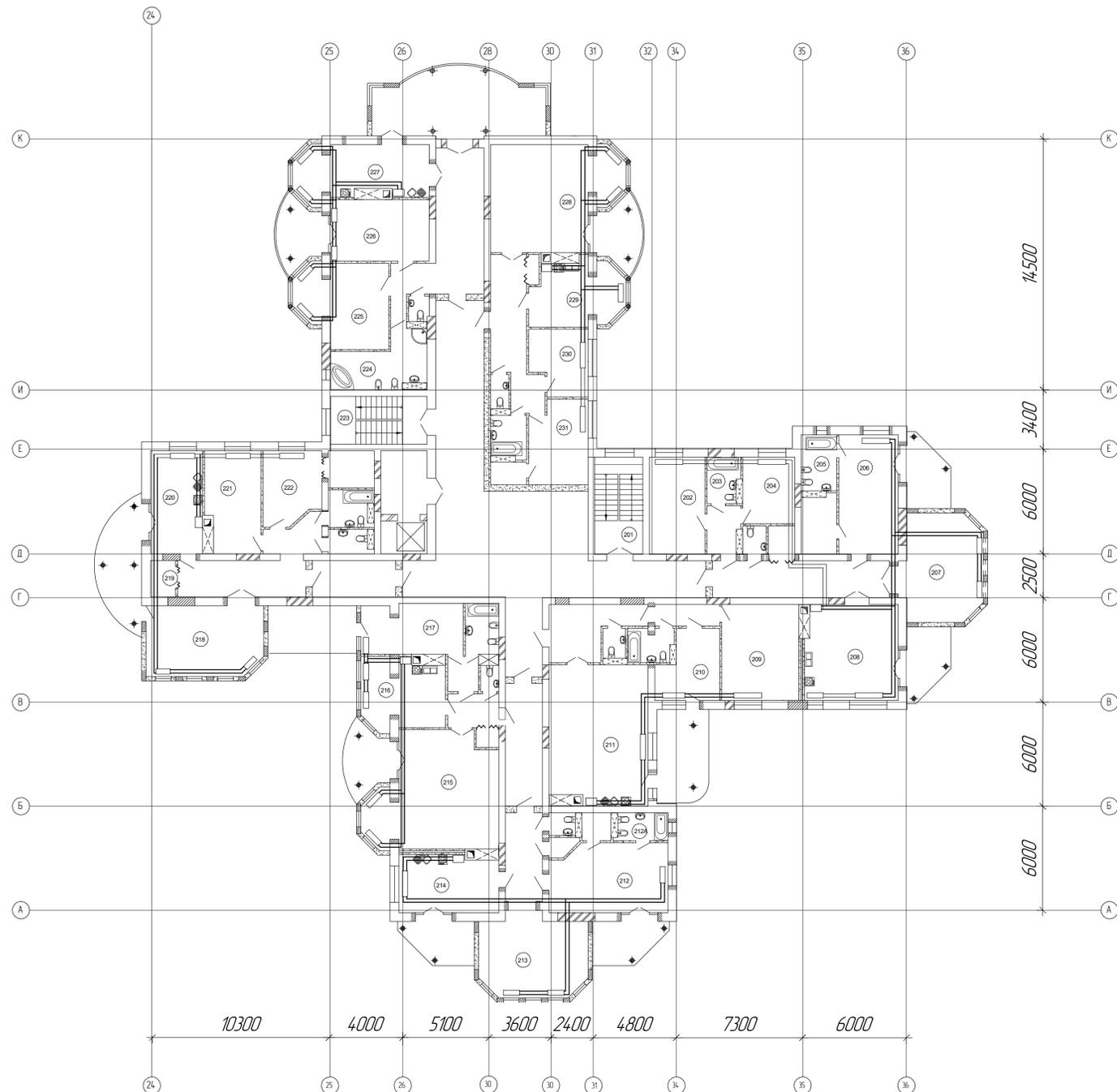
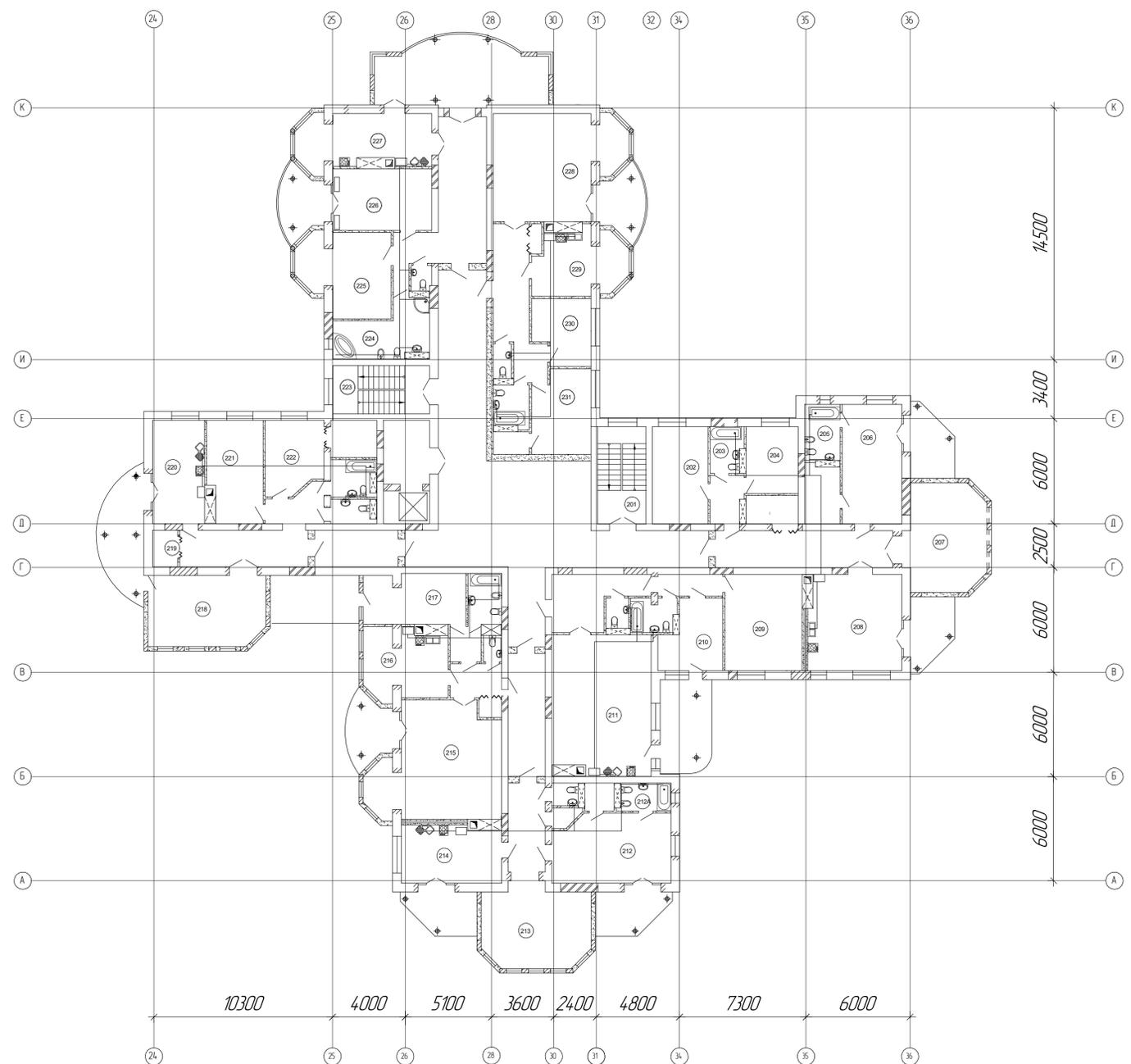


Схема розміщення елементів систем гарячого водопостачання на плані типового поверху



Експлікація приміщень

№ п/п	Найменування приміщень	Площа, м ²
1	2	3
201	Сходава клітина	15,43
202	Житлова кімната	18,04
203	Санвузол	4,94
204	Житлова кімната	11,85
205	Санвузол	6,62
206	Житлова кімната	24,54
207	Житлова кімната	27,72
208	Кухня	30,63
209	Житлова кімната	24,7
210	Житлова кімната	13,04
211	Кухня	45,46

1	2	3
212A	Санвузол	4,73
212	Житлова кімната	27,21
213	Житлова кімната	28,02
214	Кухня	21,14
215	Житлова кімната	43,88
216	Кухня	17,66
217	Житлова кімната	16,7
218	Житлова кімната	27,2
219	Гардероб	3,04
220	Кухня	18,72
221	Житлова кімната	18,24
222	Житлова кімната	13,65

1	2	3
223	Сходава клітина	15,43
224	Санвузол	14,48
225	Житлова кімната	22,07
226	Житлова кімната	21,74
227	Кухня	23,03
228	Житлова кімната	42,06
229	Кухня	18,02
230	Житлова кімната	11,93
231	Житлова кімната	16,4

08-13.МКР.006.02.000 ОВ					
Енергозберігаючі системи теплостачання багатопверхового житлового будинку					
Системи опалення і гарячого водопостачання					
Зм.	Кваліф.	Архив	Проб.	Підп.	Дата
Розробив	Лавриш В.А.				06.2025
Керівник	Воловська О.				06.2025
Н.Контроль	Лажкевич О.Д.				06.2025
Опонамент	Кучеренко Л.В.				06.2025
Затверд.	Ратичук Т.С.				06.2025

Стаття	Аркш.	Аркшів
МКР	2	9

ВНТУ, ТГ-23мз

Схема розміщення елементів систем опалення на плані пентхаусу

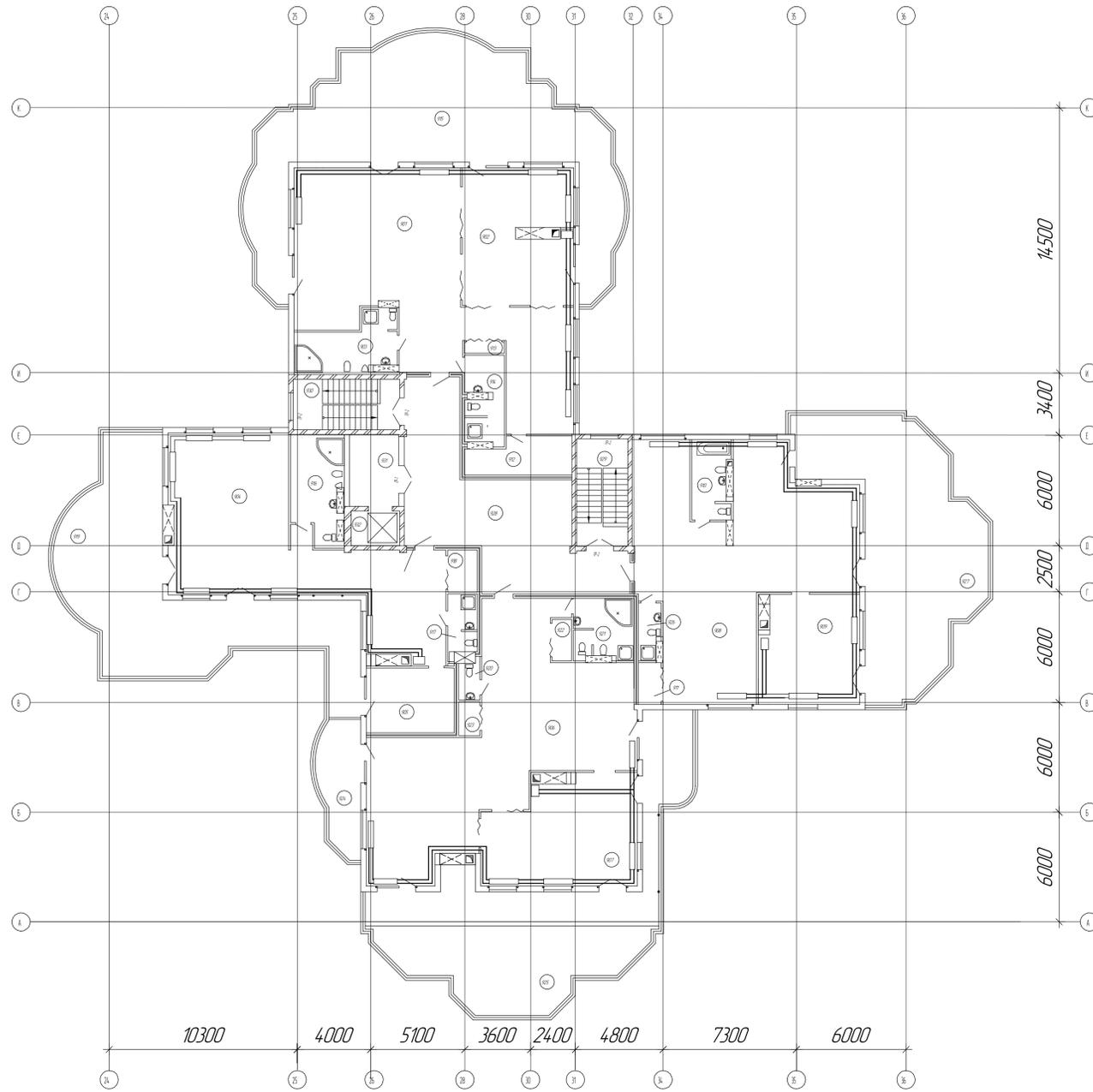
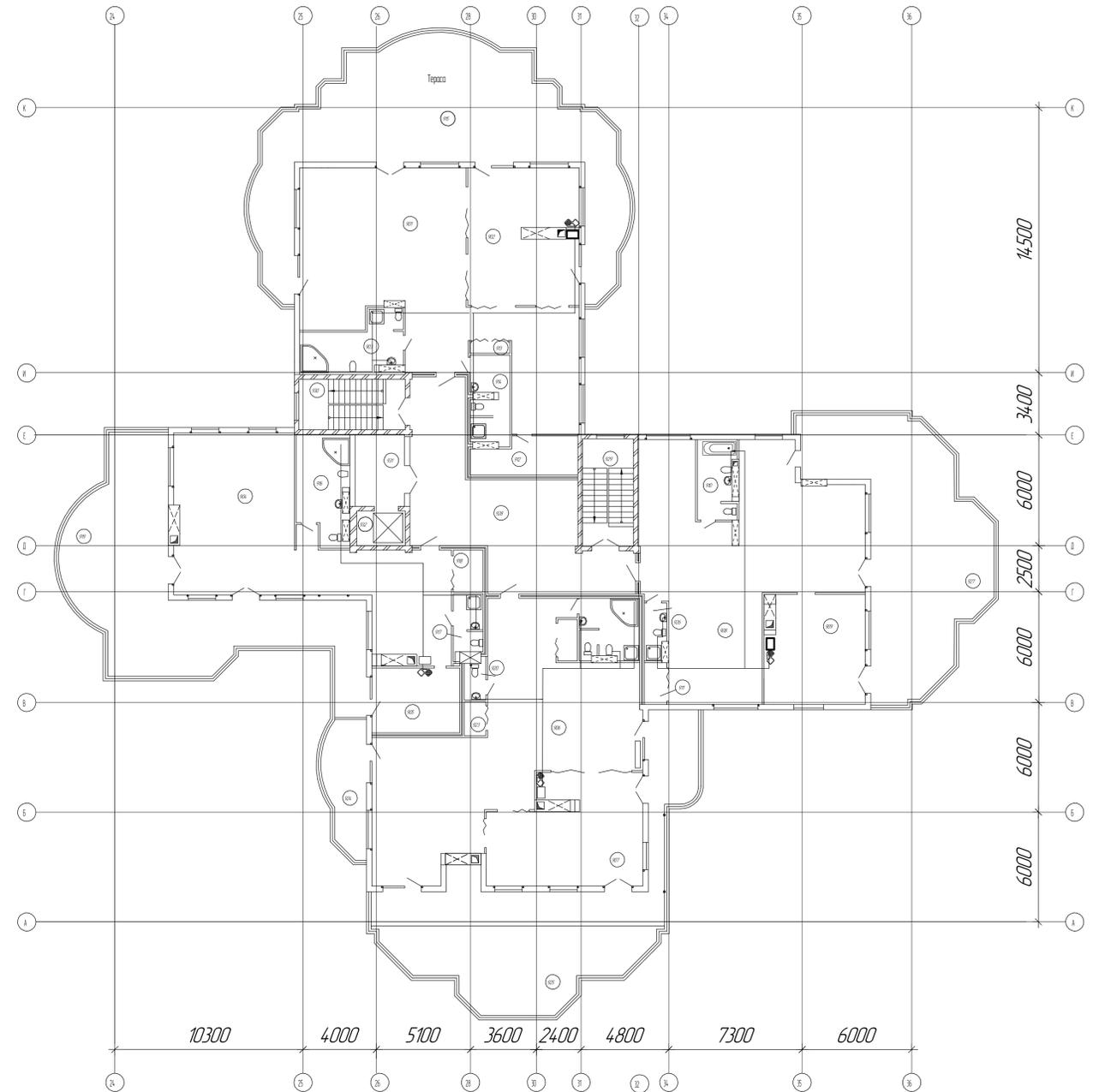


Схема розміщення елементів систем гарячого водопостачання на плані пентхаусу



Експлікація приміщень

№ п/п	Найменування приміщень	Площа, м ²
1	2	3
901	Студія	115,11
902	Кухня-столова	44,18
903	Санвузол	14,95
904	Студія	93,82
905	Кухня-столова	19,38
906	Студія	116,05
907	Кухня-столова	44,85
908	Студія	115,04
909	Кухня-столова	31,78
910	Санвузол	8,83
911	Гардероб	2,83

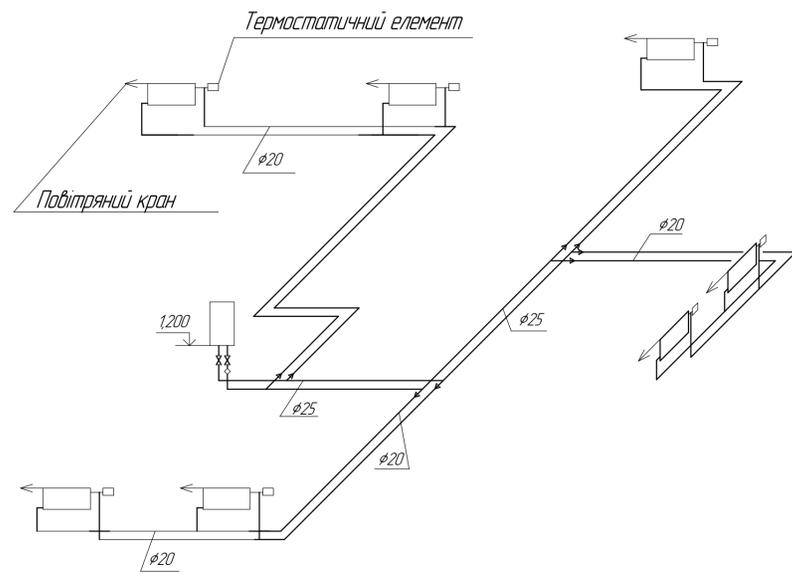
1	2	3
912	Гардероб	11,01
913	Гардероб	1,31
914	Санвузол	9,80
915	Тераса	125,40
916	Санвузол	15,44
917	Санвузол	5,03
918	Гардероб	3,72
919	Тераса	98,58
920	Санвузол	2,44
921	Санвузол	10,71
922	Гардероб	2,42
923	Гардероб	2,17

1	2	3
924	Тераса	15,17
925	Тераса	101,67
926	Санвузол	3,55
927	Тераса	93,50
928	Хол	70,55
929	Сходава клітина	16,41
930	Сходава клітина	16,15
931	Ліфтовий хол	10,57
932	Ліфт	5,05

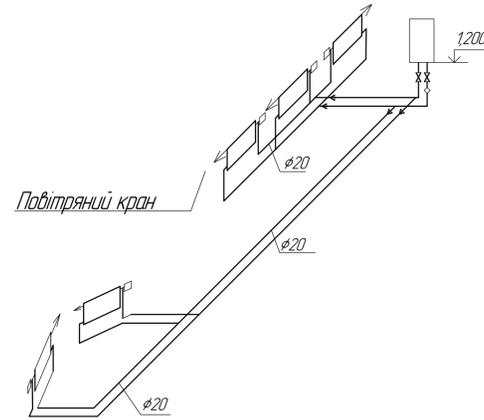
08-13.МКР.006.03.000 ОВ							
Енергозберігаючі системи теплостачання багатопверхового житлового будинку							
Системи опалення і гарячого водопостачання							
Зм.	Квал.	Архш.	Проб.	Підп.	Дата		
Розробив	Лавдійняк В.А.				06.2025		
Керівник	Воловська О.				06.2025		
Н. Контроль	Лажкевич О.Д.				06.2025		
ОпONENT	Кучеренко Л.В.				06.2025		
Затверд.	Рящук Г.С.				06.2025		
					Старший	Архш.	Архш.
					МКР	3	9
					ВНТУ, ТГ-23мз		

АксонOMETричні схеми систем опалення типового поверху

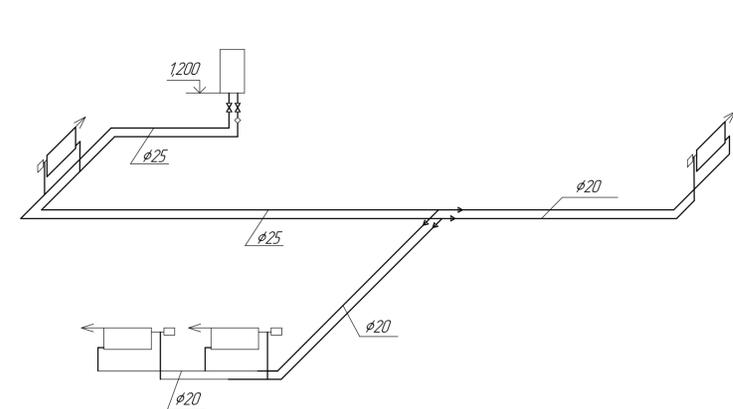
Система опалення 2-8 поверху у вісях 34-36 (В-Е)



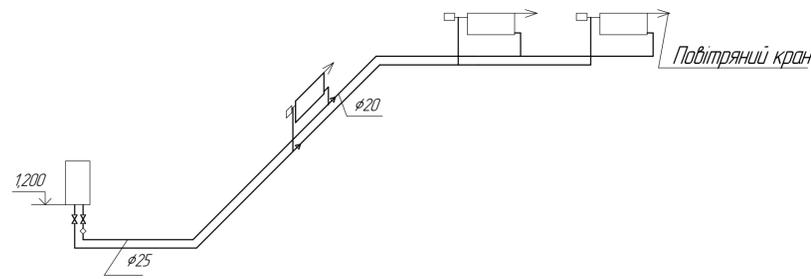
Система опалення 2-8 поверху у вісях 25-26 (А-Г)



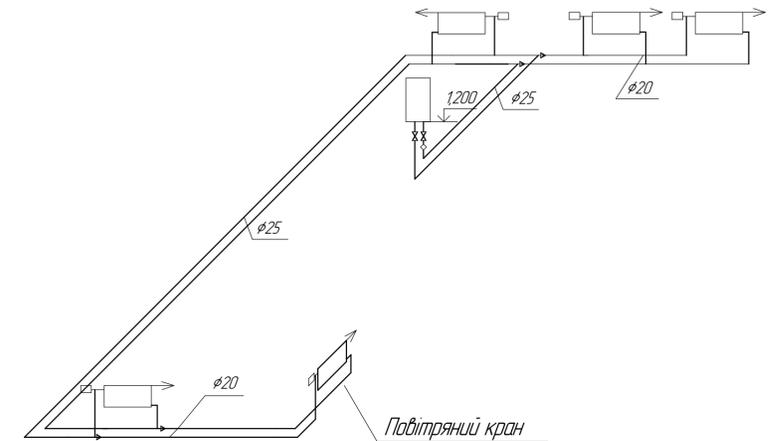
Система опалення 2-8 поверху у вісях 26-34 (А-Б)



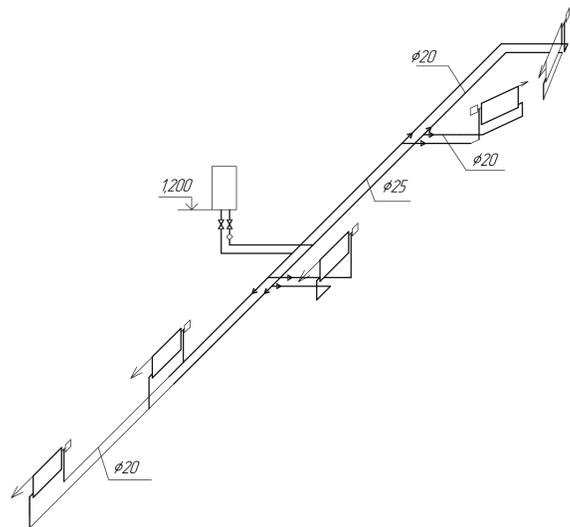
Система опалення 2-8 поверху у вісях 31-35 (Б-В)



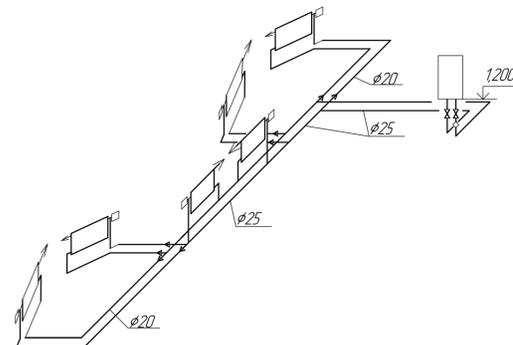
Система опалення 2-8 поверху у вісях 24-25 (В-Е)



Система опалення 2-8 поверху у вісях 30-32 (Е-К)



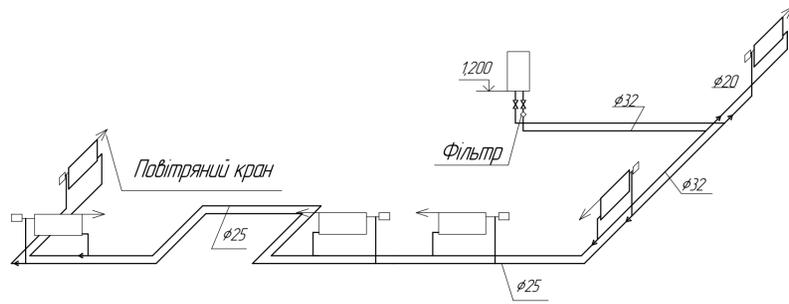
Система опалення 2-8 поверху у вісях 24-26 (А-К)



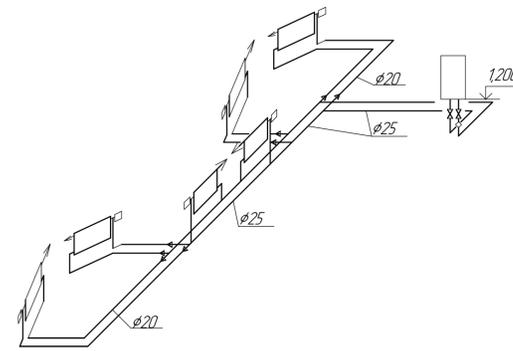
						08-13.МКР.006.04.000 ДВ			
						Енергозберігаючі системи теплостачання багатопверхового житлового будинку			
Зм.	Кільч.	Аркш.	Проб.	Підп.	Дата	Системи опалення	Студія	Аркш.	Аркш.об.
Розробий	Лавдійняк В.А.				06.2025		Системи опалення	МКР	4
Керівник	Вдованська О.				06.2025				
Н. Контроль	Ланкевич О.Д.				06.2025	АксонOMETричні схеми систем опалення типового поверху	ВНТУ, ТГ-23мз		
Опонант	Кучеренко Л.В.			06.2025					
Затверд.	Ратичняк Г.С.			06.2025					

АксонOMETРИЧНІ СХЕМИ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

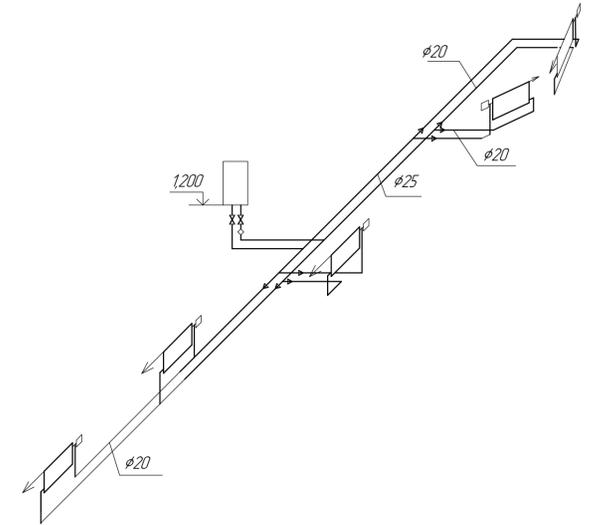
Система опалення пентхаусу у вісях 26-32 (А-В)



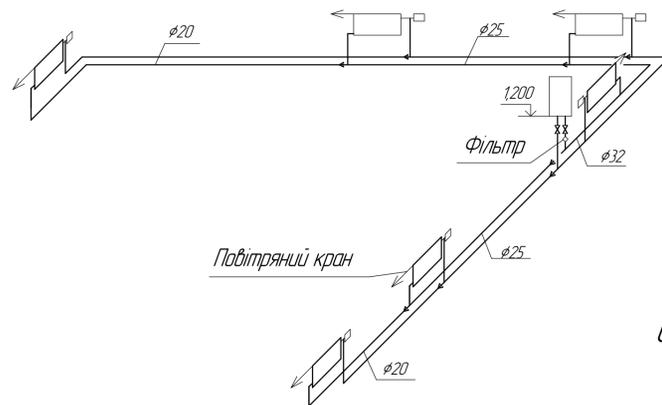
Система опалення 1-го поверху у вісях 25-26 (И-К)



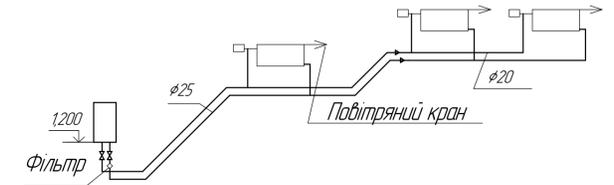
Система опалення 1-го поверху у вісях 30-32 (Е-К)



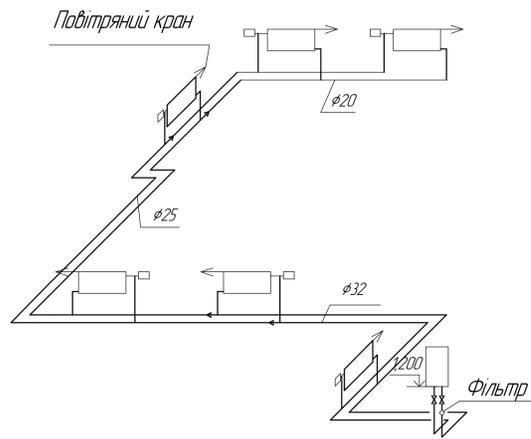
Система опалення пентхаусу у вісях 25-31 (Е-К)



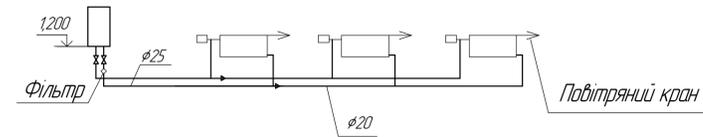
Система опалення 1-го поверху у вісях 25-26 (Д-И)



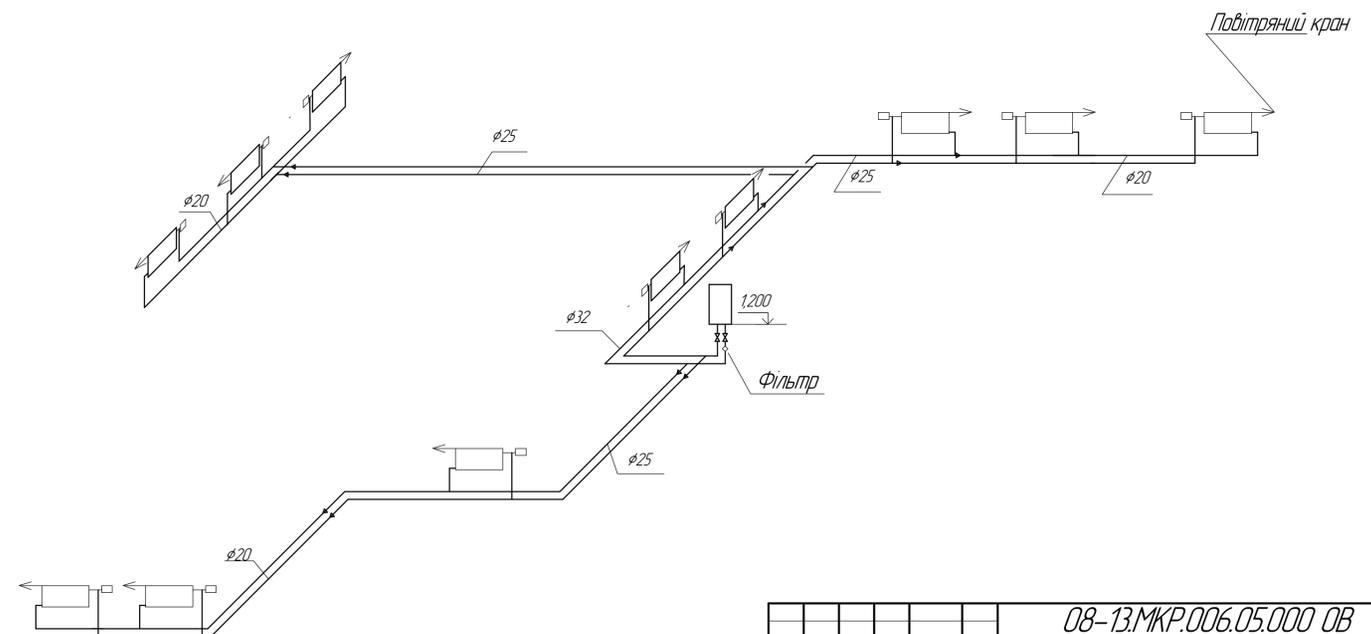
Система опалення пентхаусу у вісях 24-28 (В-Е)



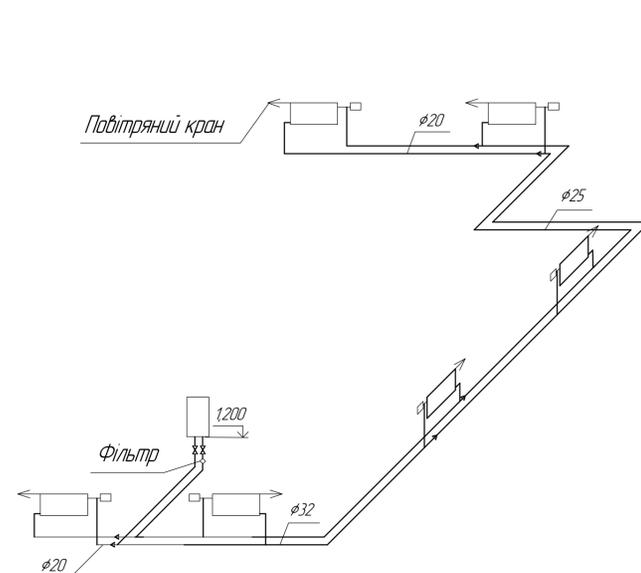
Система опалення 1-го поверху у вісях 24-26 (Д-Е)



Система опалення 1-го поверху у вісях 26-36 (А-В)



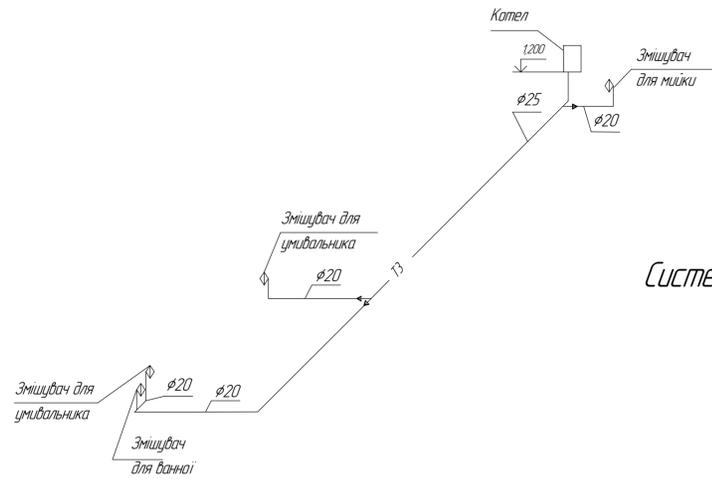
Система опалення пентхаусу у вісях 32-36 (В-Е)



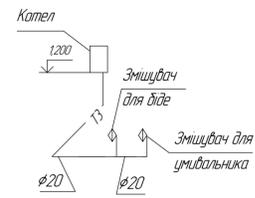
						08-13.МКР.006.05.000 ОВ			
						Енергозберігаючі системи теплопостачання			
						дагатаповерхового житлового будинку			
Зм.	Кільч.	Аркш.	Прок.	Ліст.	Дата	Системи опалення	Старий	Аркш.	Аркш.№
Розробий	Лавдійняк В.А.				06.2025		МКР	5	9
Керівник	Вдованська О.				06.2025	АксонOMETРИЧНІ СХЕМИ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ			ВНТУ, ТГ-23мз
Н. Контроль	Ланкевич О.Д.				06.2025	першого поверху і пентхаусу			
Опонамент	Кучеренко Л.В.				06.2025				
Застверд.	Ратичняк Г.С.				06.2025				

Аксонетричні схеми системи гарячого водопостачання

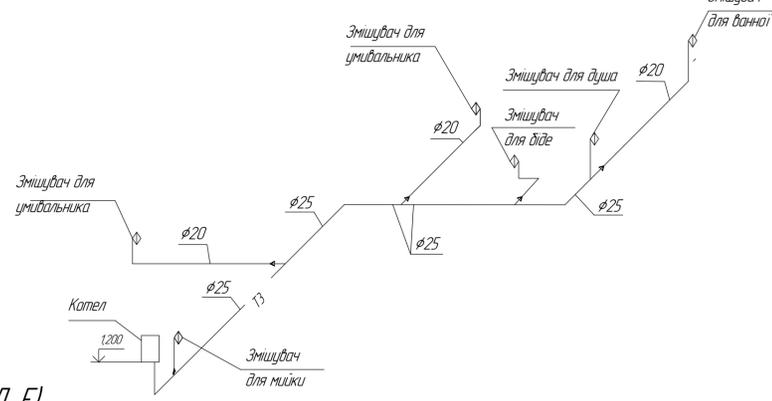
Система гарячого водопостачання у вісях 28-31 (Е-К)



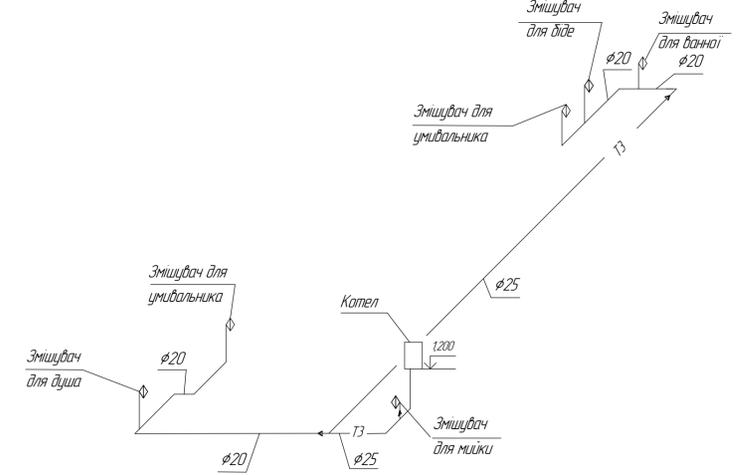
Система гарячого водопостачання у вісях 34-35 (Д-Е)



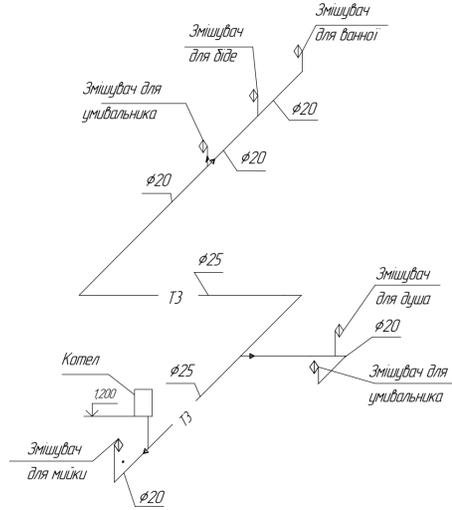
Система гарячого водопостачання у вісях 28-32 (Б-Г)



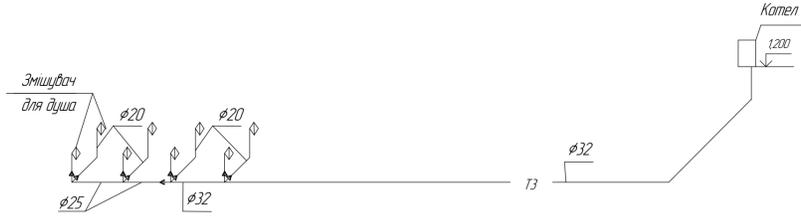
Система гарячого водопостачання у вісях 34-35 (В-Е)



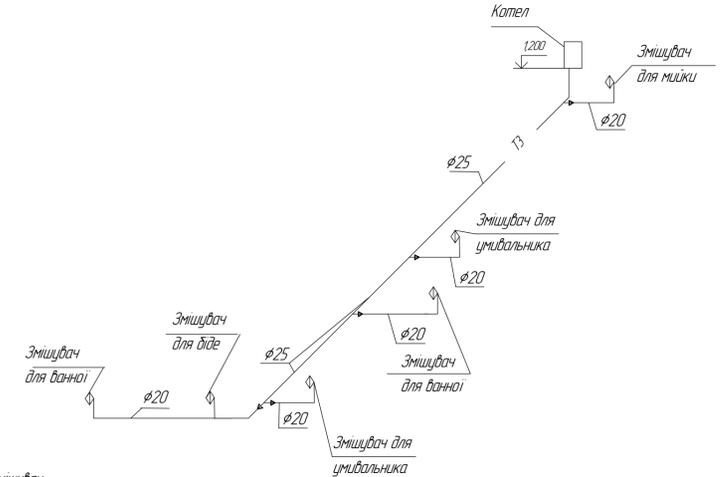
Система гарячого водопостачання у вісях 25-28 (В-Е)



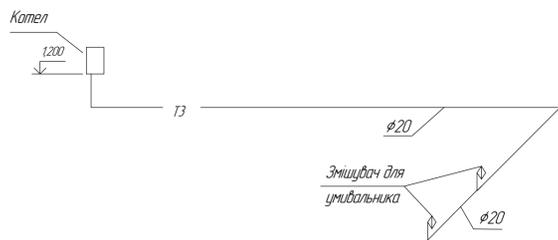
Система гарячого водопостачання у вісях 26-34 (А-Б)



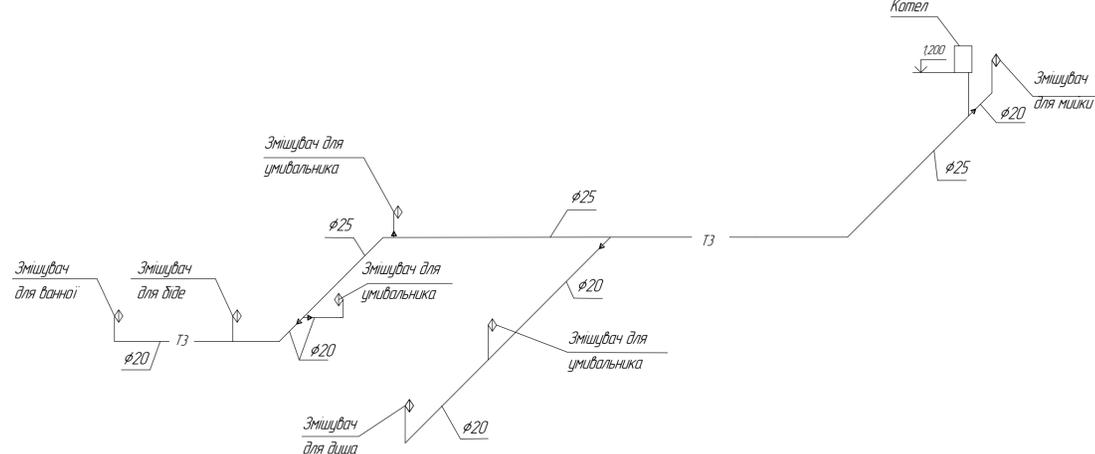
Система гарячого водопостачання у вісях 25-27 (И-К)



Система гарячого водопостачання у вісях 24-26 (Е-Д)



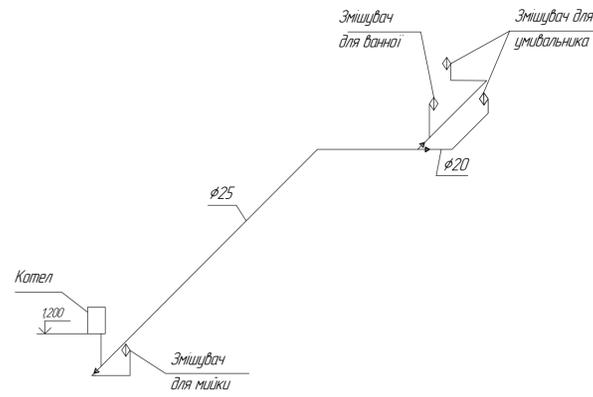
Система гарячого водопостачання у вісях 25-31 (Е-К)



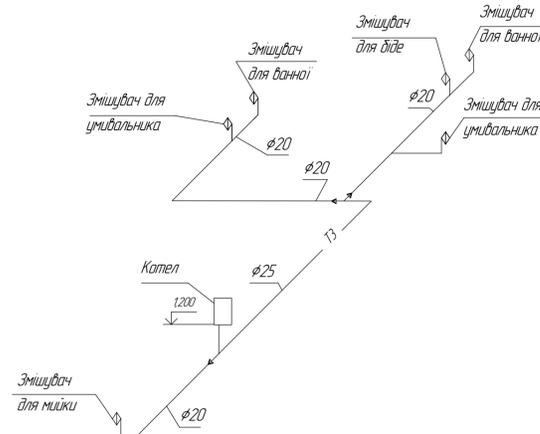
						08-13.МКР.006.06.000 ДВ		
						Енергозберігаючі системи теплопостачання багатопверхового житлового будинку		
Зм.	Кваліф.	Архив	Проб.	Підп.	Дата	Системи гарячого водопостачання		
Розробив	Лавришук В.А.				06.2025	Сталія	Архив	Архив
Керівник	Воловська О.				06.2025	МКР	6	9
Н.Контроль	Лавришук В.А.				06.2025	Аксонетричні схеми системи гарячого водопостачання		
Опонамент	Кучеренко Л.В.				06.2025			
Затверд.	Ратичук Г.С.				06.2025	ВНТУ, ТГ-23мз		

Аксонетричні схеми системи гарячого водопостачання

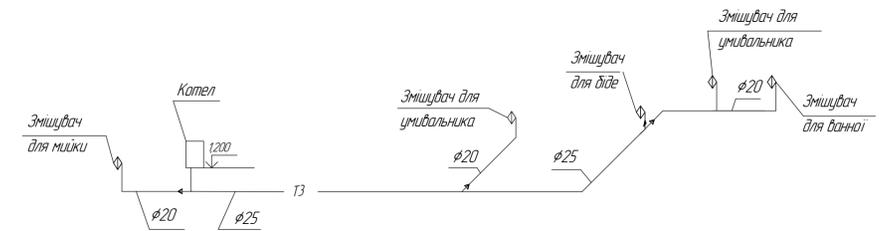
Система гарячого водопостачання у вісях 30-34 (Б-Г)



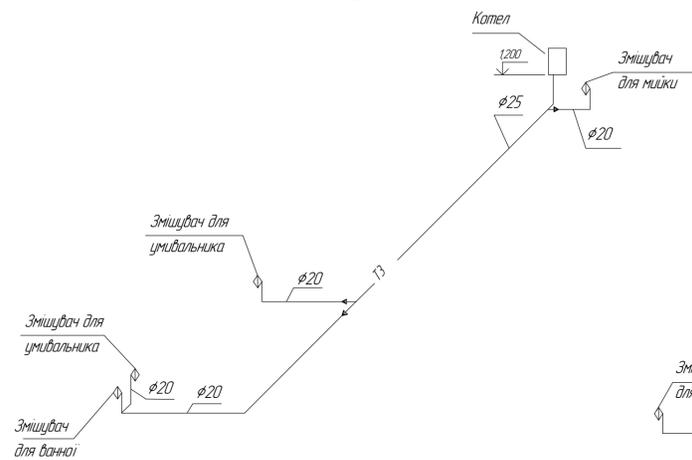
Система гарячого водопостачання у вісях 34-36 (В-Е)



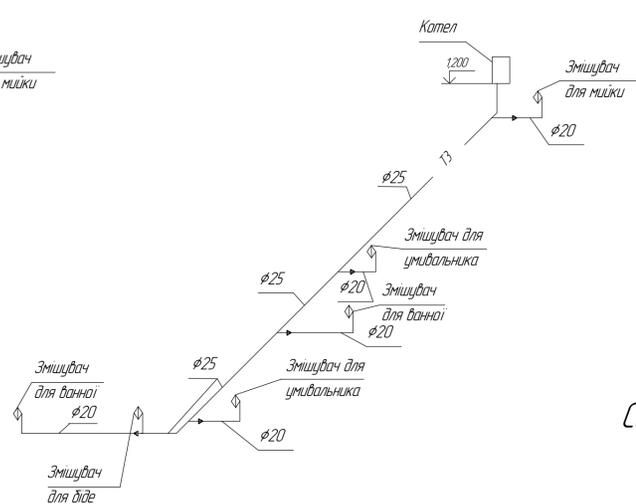
Система гарячого водопостачання у вісях 26-34 (А-Б)



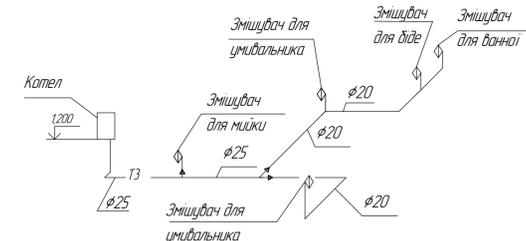
Система гарячого водопостачання у вісях 28-31 (Е-К)



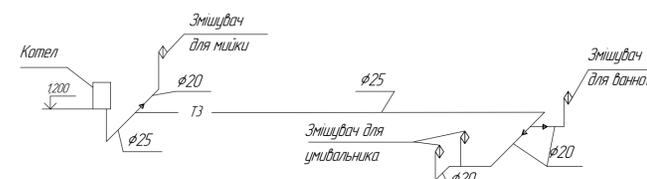
Система гарячого водопостачання у вісях 25-27 (И-К)



Система гарячого водопостачання у вісях 26-30 (В-Г)

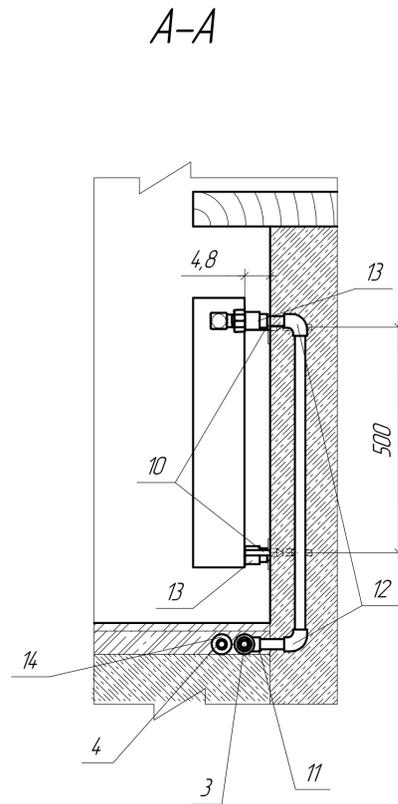
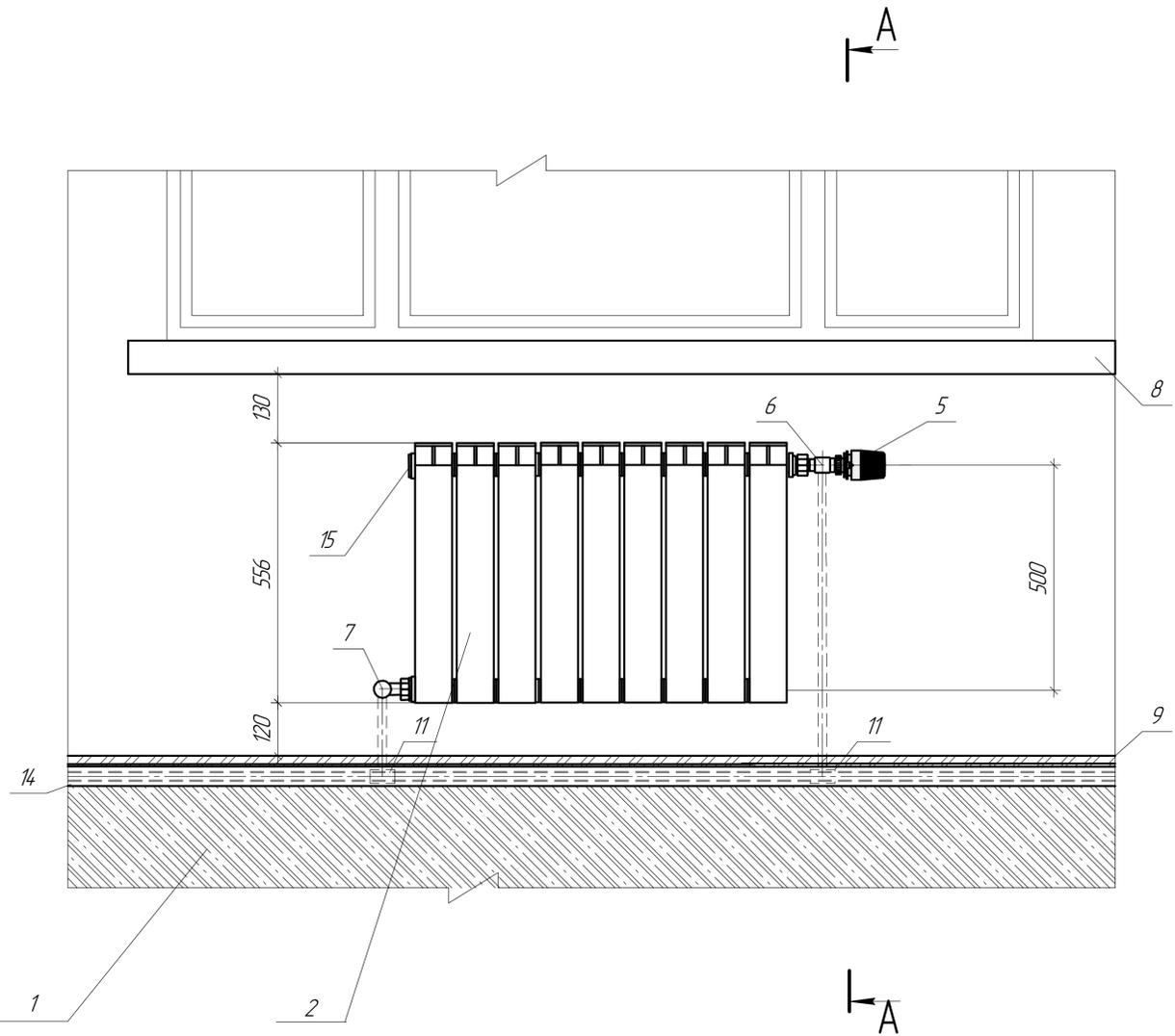


Система гарячого водопостачання у вісях 24-26 (Д-Е)

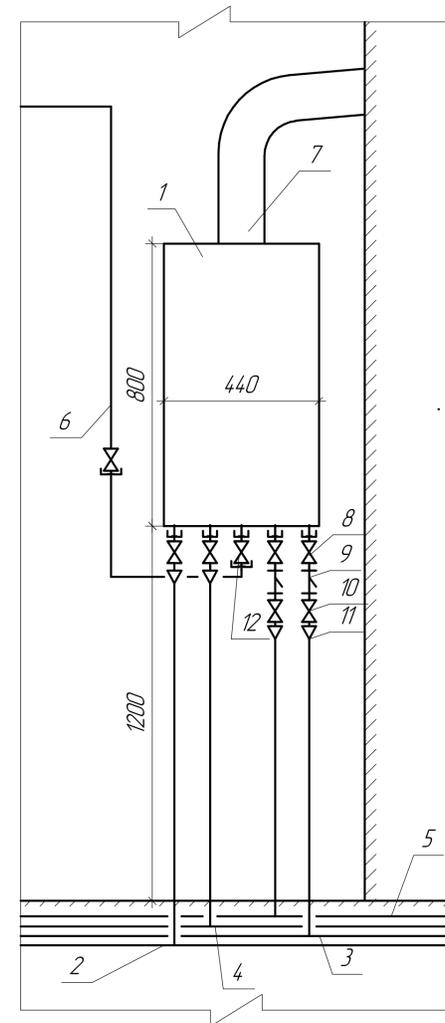


						08-13.МКР.006.07.000 0В			
						Енергозберігаючі системи тепlopостачання багатопверхового житлового будинку			
Зм.	Класиф.	Архив	Прод.	Підп.	Дата	Системи гарячого водопостачання	Станд.	Архив	Архив
Розробив	Лавдійчук В.А.				06.2025		МКР	7	9
Керівник	Воловська О.				06.2025				
Н. Контроль	Ланкевич О.Д.				06.2025	Аксонетричні схеми системи гарячого водопостачання	ВНТУ, ТГ-23Мз		
Опонамент	Кучеренко Л.В.				06.2025				
Затверд.	Ратичук Г.С.				06.2025				

Монтажна схема підключення опалювального приладу

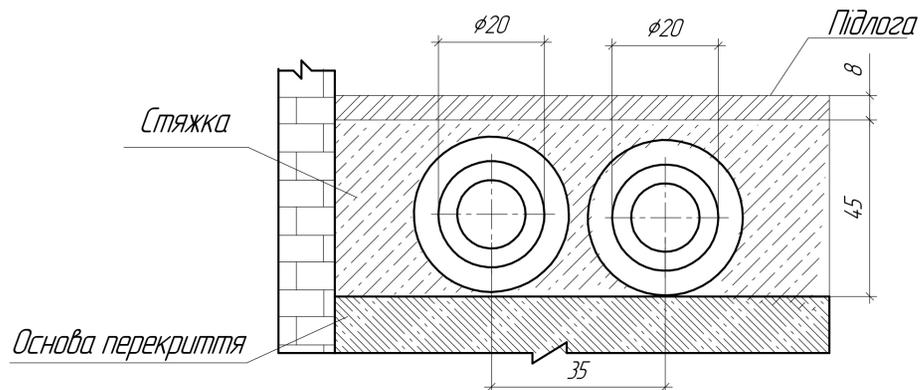


Монтажна схема підключення індивідуального газового котла



- 1 - котел газовий Vaillant
- 2 - подаючий трубопровід системи опалення
- 3 - зворотній трубопровід системи опалення
- 4 - трубопровід системи гарячого водопостачання
- 5 - трубопровід холодного водопостачання
- 6 - газопровід
- 7 - димохід ϕ 130
- 8 - кран 3/4" р х 3/4" нз кутовий
- 9 - фільтр 3/4" вр
- 10 - кран 3/4" зр х 3/4" вр кутовий
- 11 - перехід ППР 25х3/4 зр
- 12 - кран 1/2" зр х 1/2" нз кутовий
- 13 - стіна димохідної шахти

Монтажна схема прокладання трубопроводів в конструкції підлоги



- 1 - міжповерхове перекриття;
- 2 - алюмінієвий радіатор;
- 3 - подаючий трубопровід;
- 4 - зворотній трубопровід;
- 5 - терморегулюючий елемент;
- 6 - терморегулюючий радіаторний клапан;
- 7 - радіаторний кран для під'єднання до зворотнього трубопроводу;
- 8 - підвіконня;
- 9 - облицювання підлоги;
- 10 - кранштейни;
- 11 - трітник поліпропіленовий;
- 12 - коліно поліпропіленове;
- 13 - перехідник поліпропіленовий 20х1/2" зр
- 14 - ізоляція;
- 15 - кран повітряний.

08-13.МКР.006.08.000 0В							
Енергозберігаючі системи теплостачання багатопверхового житлового будинку							
Системи опалення і гарячого водопостачання							
Зм.	Клишч.	Архив.	Проек.	Підп.	Дата		
Розробив	Лаврицький В.А.				06.2025		
Керівник	Воловська О.				06.2025		
Н.Контроль	Ланкевич О.Д.				06.2025		
Опалення	Кучеренко Л.В.				06.2025		
Затверд.	Ратичук Г.С.				06.2025		
Монтажна схема підключення індивідуального газового котла, схема прокладання трубопроводів в конструкції підлоги, схема підключення опалювального приладу					Старший	Архив.	Архив.
					МКР	8	9
					ВНТУ, ТГ-23мз		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВЛАШТУВАННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ І СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Шифр ресурсу	Найменування робіт	Одиниці вимірювання	Об'єми	Норма часу год	Трудо-місткість год-дні	К-ть в орг. люд	К-ть орг. люд	К-ть эмін	Трив. дні	ЛПЕНЬ 2025 року – ВЕРЕСЕНЬ 2025 року																																																																	
										1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30	31	1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30
										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18
1-1-1	Доставлення матеріалів до місця монтажу	т	10,7	2,1	3	2	1	1	15	$\frac{2 \times 1}{15}$																																																																	
9-1-1	Размічування місць прокладання трубопроводів	100 м	54	4,95	30	2	2	1	7,5	$\frac{2 \times 2}{7,5}$																																																																	
18-6-2	Встановлення радіаторів	100 кВт	3	96,92	36	2	3	1	6	$\frac{2 \times 3}{6}$																																																																	
19-2-1	Встановлення котлів опалювальних	шт	58	9,8	72	2	6	1	6	$\frac{2 \times 6}{6}$																																																																	
16-14-14	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 32 мм	100 м	1	106	12	2	4	1	15	$\frac{2 \times 4}{15}$																																																																	
16-14-13	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 25 мм	100 м	20	92	200	2	4	1	25	$\frac{2 \times 4}{25}$																																																																	
16-14-12	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 20 мм	100 м	33	89,7	322	2	7	1	23	$\frac{2 \times 7}{23}$																																																																	
18-21-1	Встановлення фільтрів	10 шт	5,8	12,3	8	2	1	1	4	$\frac{2 \times 1}{4}$																																																																	
16-15-2	Встановлення кранів	шт	802	2,41	210	2	6	1	17,5	$\frac{2 \times 6}{17,5}$																																																																	
18-22-5	Встановлення кранів повітряних	шт	297	0,2	7	2	2	1	1,75	$\frac{2 \times 2}{1,75}$																																																																	
16-15-1	Встановлення терморегуляторів радіаторних	шт	297	2,41	78	2	6	1	6,5	$\frac{2 \times 6}{6,5}$																																																																	
17-5-1	Встановлення мийок	10 ком.	5,5	25,56	16	2	2	1	4	$\frac{2 \times 2}{4}$																																																																	
17-1-6	Встановлення умивальників	10 ком.	11,4	31,98	40	2	4	1	5	$\frac{2 \times 4}{5}$																																																																	
17-1-10	Встановлення душової кабіни	10 ком.	1,2	16,24	2,5	2	1	1	1,25	$\frac{2 \times 1}{1,25}$																																																																	
17-1-8	Встановлення біде	10 ком.	3,3	45,1	17	2	2	1	4,25	$\frac{2 \times 2}{4,25}$																																																																	
17-1-2	Встановлення ванної	10 ком.	7,0	31,98	24	2	2	1	6	$\frac{2 \times 2}{6}$																																																																	
17-2-3	Встановлення змішувачів	10 ком.	28,4	11,48	36	2	2	1	9	$\frac{2 \times 2}{9}$																																																																	
16-29-1	Гідравлічне випробування труб діаметром менше 50 мм	100 м	54	8,22	49,5	3	2	1	8,25	$\frac{3 \times 2}{8,25}$																																																																	
1-1-1	Вивезення матеріалів та обладнання	т	0,5	2,1	0,5	2	1	1	0,25	$\frac{2 \times 1}{0,25}$																																																																	

Техніко-економічні показники

Tзаг = 63 дні;

Qзаг = 1163,5 люд-дні;

Rсер = 19 люд;

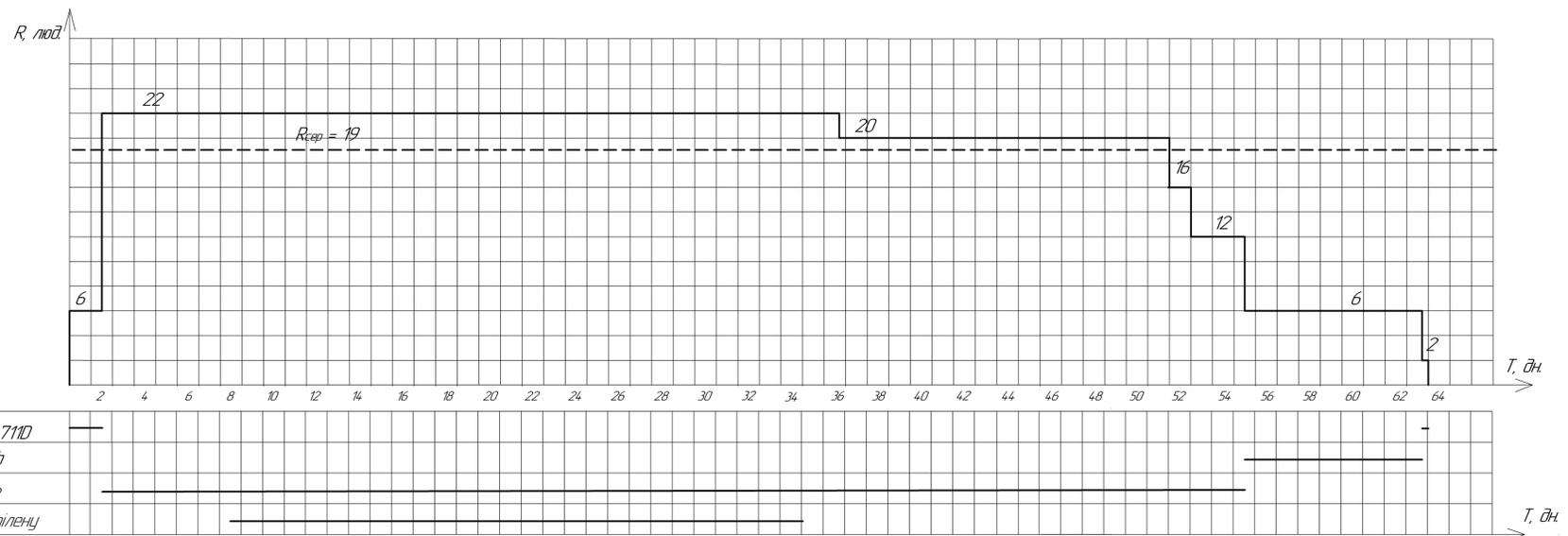
Rmax = 22 люд;

Qнадл = 118 люд-дні;

$\alpha_1 = 0,86$

$\alpha_2 = 0,10$

$\alpha_3 = 0,80$



Автомобілі Mercedes Vario – 711D	—
Гідравлічний прес REMS Push	—
Ударна дріль Dnipro-M HD-8	—
Поясний KALDE PPR для поліпропілену	—

08-13.МКР.006.09.000 ОВ					
Енергозберігаючі системи теплостачання багатопверхового житлового будинку					
Системи опалення і гарячого водопостачання					
Зм. Килич. Аркш. ПРобж. Підр. Дата	Стор. Аркш. Аркш.Ш				
Разраб. Ладішняк В.А. 06.2025	МКР 9 9				
Керівник. Овдованська О. 06.2025					
Календарний план влаштування системи опалення і системи гарячого водопостачання					
Н. Контроль. Ланкевич О. 06.2025	ВНТУ, ТГ-23мз				
ОпONENT. Кучеренко Л.В. 06.2025					
Затверд. Ратичняк Г.С. 06.2025					