

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

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ
БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ**

Виконав здобувач 2 курсу, групи ТГ-24м
спеціальності 192 – Будівництво та
цивільна інженерія

Кирилюк О.С.
(прізвище та ініціали)

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

«09» 2025 р.

Опонент к.т.н., доцент кафедри БМГА
Риндюк С.В.
(прізвище та ініціали)

«11» 2025 р.


Допущено до захисту
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
(прізвище та ініціали)
«10» 2025 р.

Вінниця ВНТУ – 2025 рік

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
(підпис)
«25» вересня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА
Кирилюка Олександра Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Енергоефективна система опалення багатоповерхового житлового будинку

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «24» вересня 2025 року № 313

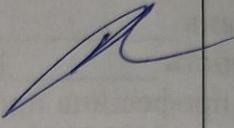
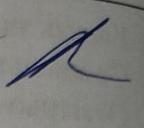
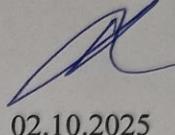
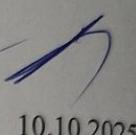
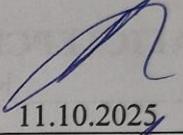
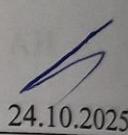
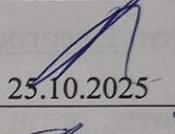
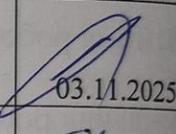
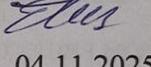
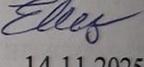
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 02 грудня 2025 р.

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 опалення розробити у відповідності до діючих нормативних вимог. Відомі конструктивні рішення систем забезпечення мікроклімату, наукові дослідження в напрямку енергозберігаючих технологій в системі опалення, наукові публікації.

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

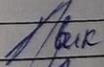
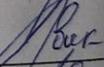
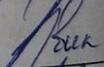
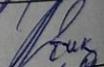
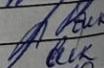
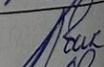
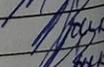
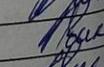
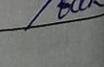
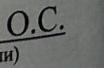
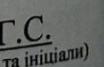
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Плакати з результатами наукової частини роботи – дослідження сучасних енергоефективних технологій влаштування систем опалення для житлових приміщень багатоповерхового будинку. Креслення: схеми розміщення елементів систем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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітичний огляд та техніко-економічне обґрунтування системи опалення житлових будинків	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор	 25.09.2025	 01.10.2025
Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи опалення	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор	 02.10.2025	 10.10.2025
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор	 11.10.2025	 24.10.2025
Заходи з енергозбереження та охорони довкілля	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор	 25.10.2025	 03.11.2025
Техніко-економічні показники проєктних рішень	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент	 04.11.2025	 14.11.2025

7. Дата видачі завдання 25.09.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання завдання та змісту до МКР	25.09.2025	
2	Аналітичний огляд та техніко-економічне обґрунтування системи опалення житлових будинків	01.10.2025	
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи опалення	10.10.2025	
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	24.10.2025	
5	Заходи з енергозбереження та охорони довкілля	03.11.2025	
6	Техніко-економічні показники проєктних рішень	14.11.2025	
7	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	28.11.2025	
8	Попередній захист		
9	Виправлення зауважень	02.12.2025	
10	Рецензування	04.12.2025	
11	Захист МКР	10.12.2025	
		17.12.2025	

Магістрант


(підпис)

Кирилюк О.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Ратушняк Г.С.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 697.1:620.9

Кирилюк О.С. Енергоефективна система опалення багатоповерхового житлового будинку. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма – Теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2025, 89 с.

На укр, мові. Бібліогр.: 41 назв; табл. 22.

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

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

Графічна частина складається з 8 креслень.

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

ABSTRACT

Kyrylyuk O.S. Energy-efficient heating system of 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, 89 p.

In the Ukrainian language. Bibliography: 41 titles; table 22.

The master's qualification work consists of five sections: analytical review and feasibility study of the heating system of residential buildings, theoretical and practical justification of the main parameters and characteristics of the heating 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 the heating system, surface plans with the application of heating system elements, a calendar plan with schedules of worker movement and movement of machines and mechanisms, and nodal drawings.

The graphic part consists of 8 drawings.

Keywords: energy efficiency, heating system, residential building, heat loss, hydraulic mode, individual gas boiler, microclimate, thermal resistance.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ.....	10
1.1 Актуальність енергоефективності в системах теплопостачання житлового фонду України	10
1.2 Класифікація систем теплопостачання житлових будинків	12
1.3 Сучасні технічні рішення систем опалення в багатоповерхових будинках	15
1.4 Індивідуальні поквартирні системи опалення: переваги та недоліки	17
1.5 Нормативно-правова база проєктування систем теплопостачання в Україні	20
1.6 Енергетичні характеристики та ефективність систем опалення від газових котлів	22
1.7 Економічні аспекти функціонування систем опалення різних типів	23
1.8 Екологічні показники та вплив систем теплопостачання на довкілля.....	25
1.9 Порівняльний аналіз централізованих та індивідуальних систем опалення	27
Висновки до розділу 1.....	28
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ	31
2.1 Вихідні дані для проєктування.....	31
2.2 Вибір параметрів зовнішнього повітря.....	31
2.3 Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій будівлі.....	31
2.4 Моделювання процесу визначення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій.....	37
2.5 Тепловий розрахунок опалювальних приладів.....	37
2.6 Моделювання гідравлічного режиму трубопроводів системи опалення.....	42
Висновки до розділу 2.....	44
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	45
3.1 Аналіз конструктивних особливостей об’єкту.....	45

3.2	Визначення складу та об'ємів робіт	49
3.3	Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій.....	52
3.4	Витрати на паливно-енергетичні ресурси.....	55
3.5	Визначення трудомісткості монтажних робіт і складання календарного плану виконання робіт	56
3.6	Визначення складу бригад.....	58
3.7	Техніко-економічні показники календарного плану влаштування системи опалення	58
3.8	Технологічний регламент і технічні засоби для проведення випробувань систем при здачі в експлуатацію	59
3.9	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	61
	Висновки до розділу 3.....	65
4	ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ.....	66
4.1	Загальні положення.....	66
4.2	Розрахунок викидів забруднюючих речовин при спалюванні природного газу.....	67
4.3	Заходи по зменшенню забруднення атмосфери.....	68
4.4	Розрахунок величини плати від забруднення атмосфери.....	69
4.5	Енергетичний паспорт будинку.....	70
	Висновки до розділу 4.....	75
5.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	76
	Висновки до розділу 5	82
	ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК.....	83
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	85
	Додаток А. Технічне завдання (обов'язковий).....	90
	Додаток Б. Висновок про перевірку МКР на плагіат (обов'язковий).....	94
	Додаток В. Теплотехнічний розрахунок приміщень будівлі (довідниковий)..	95
	Додаток Д. Гідравлічний розрахунок (довідниковий).....	108

ВСТУП

Дана магістерська кваліфікаційна робота передбачає розроблення варіанту системи опалення багатоповерхового житлового будинку в м. Вінниця.

Актуальність роботи. Енергоефективність у сучасних умовах розглядається як комплекс інноваційних, технічних, технологічних та організаційних рішень, спрямованих на мінімізацію енергоспоживання будівель і забезпечення раціонального використання енергоресурсів. Рівень ефективності використання енергії є одним із ключових індикаторів економічного розвитку держави, темпів упровадження науково-технічного прогресу та ступеня її екологічної відповідальності. Формування системи раціонального енергоспоживання, яка б забезпечувала необхідні комфортні умови при мінімальному антропогенному впливі на довкілля, є одним із першочергових завдань сучасного суспільства.

Для України питання зниження енергоспоживання та підвищення енергоефективності має особливу актуальність, оскільки житлово-комунальний сектор традиційно характеризується високими втратами тепла та значною залежністю від викопних енергоносіїв. У таких умовах особливого значення набуває впровадження технологій енергоефективного будівництва та модернізації існуючих систем теплопостачання, що дозволяють скоротити витрати енергії та підвищити комфортність експлуатації житлових будівель.

Одним із дієвих шляхів оптимізації енергоспоживання є застосування автономних систем опалення. У багатоповерхових житлових будинках використання індивідуальних газових котлів у кожній квартирі забезпечує можливість створення незалежного температурного режиму та дозволяє повністю усунути залежність від централізованих мереж теплопостачання. Такий підхід значно зменшує втрати тепла під час транспортування теплоносія та сприяє ефективному регулюванню теплової енергії відповідно до реальних потреб споживачів. Крім того, автономне опалення дає змогу оптимізувати витрати на теплову енергію та знизити річне споживання газу завдяки

скороченню тепловтрат і можливості індивідуального керування режимами роботи системи.

Таким чином, дослідження та проектування енергоефективної системи опалення багатоповерхового житлового будинку є надзвичайно актуальним завданням. Воно дозволяє не лише зменшити енергетичні витрати та екологічне навантаження, а й забезпечити підвищення рівня комфорту проживання, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку та політики енергетичної незалежності України.

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

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

- дослідити доцільність використання енергоефективних систем опалення з метою підтримання комфортного мікроклімату у житлових будівлях;
- виконати обґрунтований варіантний вибір матеріалів та обладнання для забезпечення стабільної роботи системи опалення з подальшим технічним обслуговуванням;
- обґрунтувати оптимальний варіант проєктного рішення по влаштуванню системи автономного опалення;
- змодельовати розрахунок тепловтрат в приміщеннях житлового будинку;
- змодельовати гідравлічні режими системи опалення;
- за результатами гідравлічного розрахунку підібрати оптимальні параметри трубопроводів та приладів системи опалення;
- розробити організаційно-технологічні рішення з монтажу системи;
- 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: енергоефективна система опалення 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 теплотаплення; математичне моделювання процесів тепломасообміну відповідно до законів теплофізики та гідравліки.

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

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

Апробація та публікації. Основні положення і результати досліджень доповідалися й обговорювалися на міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України» (2025) [7].

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

1.1. Актуальність енергоефективності в системах теплопостачання житлового фонду України

Сектор житлово-комунального господарства України є одним із найбільших споживачів енергії, на який припадає понад 30 – 40 % загального кінцевого енергоспоживання. Основна частина цієї енергії використовується для забезпечення теплового комфорту в житлових будинках – опалення, гарячого водопостачання та вентиляції. У сучасних умовах зростання вартості енергоресурсів, обмеженості паливних запасів і необхідності зниження антропогенного впливу на довкілля проблема підвищення енергоефективності систем теплопостачання набуває стратегічного значення.

Житловий фонд України характеризується значною зношеністю інженерних систем і низькими показниками енергоефективності. Більшість будинків зведено в період масового житлового будівництва 1960 – 1990-х років, коли вимоги до теплоізоляції огорожувальних конструкцій та ефективності систем опалення були значно нижчими за сучасні стандарти. Внаслідок цього питомі витрати теплоти на опалення 1 м² житлової площі в Україні перевищують середньоєвропейські показники у 2 – 3 рази. Така ситуація зумовлює високі експлуатаційні витрати та надмірне навантаження на енергетичну систему держави.

Особливу увагу привертає необхідність модернізації систем теплопостачання житлових будинків. Значна частина багатоповерхових будинків досі підключена до централізованих систем теплопостачання, які характеризуються великими втратами теплоти під час транспортування, недостатньою гнучкістю регулювання та зношеністю тепломерж. Водночас у багатьох регіонах країни набуло поширення впровадження автономних або

поквартирних систем опалення, що забезпечують більш ефективне використання енергії та підвищують рівень комфорту споживачів [1].

Підвищення енергоефективності систем опалення житлових будинків безпосередньо пов'язане з реалізацією державної енергетичної політики. Україна, як сторона Паризької кліматичної угоди, зобов'язалася скоротити викиди парникових газів і поступово перейти до сталих джерел енергії. У межах цього курсу діють нормативно-правові документи, що регламентують вимоги до енергоефективності будівель, серед яких Закони України «Про енергетичну ефективність», «Про енергетичну ефективність будівель», а також Державні будівельні норми ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель». Їх виконання вимагає проєктування систем опалення з урахуванням мінімальних тепловтрат, оптимального регулювання температурних режимів і використання енергоощадного обладнання.

В умовах зростання тарифів на природний газ та електроенергію дедалі важливішим стає не лише технічне вдосконалення систем теплопостачання, а й підвищення їх економічної доцільності. Для споживачів важливо досягти мінімальних експлуатаційних витрат за одночасного забезпечення нормативного рівня мікроклімату в приміщеннях. Саме тому при проєктуванні систем опалення необхідно враховувати як капітальні витрати на встановлення обладнання, так і подальші експлуатаційні витрати протягом життєвого циклу будівлі.

Окремим аспектом є екологічна складова енергоефективності. Використання нераціональних систем теплопостачання призводить до підвищених викидів парникових газів, що негативно впливає на довкілля та здоров'я населення. Застосування сучасних енергоефективних технологій – конденсаційних газових котлів, систем автоматичного регулювання подачі теплоти, утеплення будівельних огорожувальних конструкцій – дозволяє істотно зменшити витрати палива та обсяги шкідливих викидів у атмосферу.

Важливим напрямом розвитку є впровадження індивідуальних систем опалення в багатоквартирних будинках, що забезпечують більш гнучке регулювання температури в кожній квартирі, незалежність від централізованих

джерел і можливість точного обліку споживання енергії. Такі рішення сприяють усвідомленому енергоспоживанню мешканців, підвищують ефективність використання газу та знижують навантаження на міські тепломережі.

Отже, актуальність підвищення енергоефективності систем теплопостачання житлового фонду України зумовлена поєднанням технічних, економічних і екологічних чинників. Оптимізація теплових систем дозволяє зменшити споживання первинної енергії, скоротити витрати на опалення та підвищити комфорт проживання. Реалізація енергоефективних заходів у сфері житлового будівництва є ключовою передумовою сталого розвитку, енергетичної незалежності держави та досягнення цілей кліматичної політики Європейського Союзу, до якої прагне інтегруватися Україна [2].

1.2 Класифікація систем теплопостачання житлових будинків

Системи теплопостачання житлових будинків класифікують за рядом ознак, що визначають їх технічні, економічні та експлуатаційні характеристики. Основними критеріями поділу є: джерело теплоти, спосіб її передачі, рівень централізації, вид теплоносія, спосіб регулювання теплового потоку та організація теплового обліку. Така класифікація дозволяє системно оцінити можливості застосування різних рішень залежно від типу будівлі, кліматичних умов і наявності енергоресурсів.

За рівнем централізації системи теплопостачання поділяють на централізовані, децентралізовані та автономні. Централізовані системи базуються на постачанні теплоти від одного або декількох великих джерел (теплоелектроцентралей, котелень, когенераційних установок) через розгалужену тепломережу. Їх перевагами є можливість комплексного енергетичного управління та високий рівень технологічного контролю. Водночас такі системи мають суттєві недоліки – значні втрати теплоти під час транспортування, обмежене регулювання температурного режиму окремих

споживачів, залежність від стану теплотрас і диспетчерських графіків постачання [3].

Децентралізовані системи теплопостачання передбачають наявність джерела теплоти у межах окремого будинку, житлового комплексу або кварталу. У таких випадках теплова енергія виробляється локально – у дахових або прибудованих котельнях, блочно-модульних установках. Перевагою цих систем є скорочення довжини тепломереж і, відповідно, зменшення втрат енергії, а також можливість гнучкого регулювання температурних режимів відповідно до реальних потреб мешканців. Недоліками можуть бути складніші умови обслуговування, підвищені вимоги до безпеки експлуатації та необхідність дотримання санітарно-гігієнічних норм у безпосередній близькості до житлових приміщень.

До автономних систем теплопостачання належать індивідуальні поквартирні або поквартирно-секційні рішення, які забезпечують повну незалежність кожного споживача від центрального джерела теплоти. Як правило, у таких системах застосовують газові або електричні котли, іноді – теплові насоси. Основними перевагами автономного опалення є можливість індивідуального регулювання, високий рівень енергоефективності, простота введення в експлуатацію та мінімізація втрат при передачі теплоти. До недоліків можна віднести підвищені вимоги до вентиляції та безпеки газових установок, а також необхідність технічного обслуговування на рівні кожної квартири.

За типом теплоносія системи поділяють на водяні, парові, повітряні та комбіновані. Найпоширенішими в житловому секторі є водяні системи, що працюють при низьких або середніх температурах. Вони забезпечують рівномірне нагрівання приміщень, високу ефективність передачі тепла та зручність регулювання. Парові системи використовуються переважно у промислових будівлях або старих житлових спорудах і нині вважаються малоефективними через великі теплові втрати та складність підтримання комфортної температури. Повітряні системи теплопостачання можуть

виконувати також функції вентиляції, але потребують значних енергетичних витрат на переміщення повітряних мас [4].

За способом регулювання теплової потужності розрізняють системи з центральним, груповим і індивідуальним регулюванням. Центральне регулювання здійснюється на джерелі теплоти або в теплових пунктах будівлі. Індивідуальне – безпосередньо в квартирі чи окремому приміщенні за допомогою терморегуляторів, кімнатних датчиків або погодозалежної автоматики. Саме індивідуальне регулювання є найефективнішим з погляду енергозбереження, адже дозволяє підтримувати комфортний мікроклімат без перевитрат енергії.

Системи теплопостачання також класифікують за джерелом енергії [5]:

- традиційні (на основі спалювання природного газу, мазуту, вугілля);
- електричні (з використанням електродвигунів або теплових насосів);
- альтернативні (на основі сонячних колекторів, біомаси, геотермальної енергії тощо);
- комбіновані (гібридні), що поєднують декілька джерел для підвищення надійності та зниження витрат палива.

Сучасні тенденції у проектуванні житлових будинків передбачають перехід до децентралізованих та індивідуальних систем теплопостачання, які забезпечують мінімальні втрати енергії, можливість автоматичного регулювання, облік споживання та адаптацію до потреб користувачів. Особливої популярності набули поквартирні системи з газовими конденсаційними котлами, що поєднують високу ефективність з доступністю палива та простотою експлуатації.

Таким чином, класифікація систем теплопостачання житлових будинків дозволяє визначити місце індивідуальних поквартирних систем у загальній структурі теплопостачання. Їх розвиток є логічною відповіддю на виклики енергетичної ефективності, надійності та економічності, що стоять перед сучасним житловим будівництвом України [6].

1.3 Сучасні технічні рішення систем опалення в багатоповерхових будинках

Розвиток сучасних систем опалення в багатоповерхових житлових будинках відбувається під впливом вимог енергоефективності, комфорту, надійності та екологічної безпеки. Упродовж останніх десятиліть спостерігається перехід від традиційних централізованих систем тепlopостачання до децентралізованих та автономних рішень, що дозволяють ефективніше регулювати тепловий режим у приміщеннях і зменшувати витрати енергії. Розроблення нових технологій і вдосконалення теплотехнічного обладнання забезпечили можливість гнучкого підходу до вибору системи залежно від характеристик будівлі, кліматичних умов і економічних чинників.

Традиційні централізовані системи опалення досі займають значну частку у житловому фонді України. Їх основними елементами є котельні або теплоелектроцентралі, розподільчі тепломережі, центральні теплові пункти (ЦТП) та внутрішньобудинкові системи подачі теплоносія. Проте ефективність таких систем знижується через застарілі мережі, неузгодженість температурних графіків, недостатню теплоізоляцію трубопроводів і відсутність індивідуального регулювання у квартирах. Втрати теплоти під час транспортування можуть сягати 20–30 %, що суттєво підвищує вартість тепlopостачання для кінцевого споживача [7].

Для підвищення ефективності централізованих систем розроблено модернізовані технічні рішення, зокрема використання індивідуальних теплових пунктів (ІТП), що забезпечують автоматичне регулювання температури теплоносія залежно від погодних умов. ІТП дозволяють зменшити витрати теплової енергії до 15–25 % без суттєвої зміни загальної архітектури системи. Такі заходи особливо ефективні при реконструкції будинків, підключених до централізованого тепlopостачання.

Децентралізовані системи опалення – це проміжний варіант між централізованими та автономними. У таких будівлях джерело теплоти

розташовується безпосередньо в межах житлового комплексу – наприклад, у даховій або прибудованій газовій котельні. Це дає змогу скоротити довжину теплових мереж, зменшити втрати енергії та забезпечити гнучке управління подачею теплоти. Сучасні дахові котельні часто обладнують конденсаційними котлами з автоматичним регулюванням та системами контролю викидів.

Найбільш прогресивним напрямом розвитку є автономні (індивідуальні поквартирні) системи опалення, які дають змогу кожній квартирі мати власне джерело теплоти – найчастіше газовий або електричний котел. Застосування індивідуальних газових котлів забезпечує незалежність від централізованого теплопостачання, можливість точно регулювати температуру, а також суттєво знижує експлуатаційні витрати. Особливе поширення отримали двоконтурні настінні котли, що поєднують функції опалення та гарячого водопостачання. Їх ККД досягає 90 – 98 %, а при використанні конденсаційної технології – понад 100 % (за нижчою теплотою згоряння) [7].

Окрім традиційних газових систем, в Україні активно впроваджуються електричні системи опалення, особливо у новобудовах із підвищеним рівнем теплоізоляції. До таких належать електрокотли, інфрачервоні панелі, теплові кабелі та системи “тепла підлога”. Перевагою електричного опалення є екологічна чистота та простота монтажу, проте недоліком – високі експлуатаційні витрати при діючих тарифах на електроенергію.

Перспективним напрямом є використання теплових насосів, які забезпечують перетворення енергії низькопотенційних джерел (грунту, повітря, води) у теплоту для опалення. Теплові насоси типу “повітря – вода” або “грунт – вода” можуть досягати сезонного коефіцієнта перетворення (SCOP) 3 – 4, тобто на 1 кВт·год електроенергії виробляється 3 – 4 кВт·год тепла. Попри вищі початкові інвестиції, такі системи забезпечують значне зниження експлуатаційних витрат та зменшення викидів CO₂ [11].

Іншою сучасною тенденцією є гібридні системи опалення, які поєднують кілька джерел теплоти: наприклад, тепловий насос і газовий котел або сонячний

колектор і електрокотел. Завдяки такому поєднанню можна оптимізувати роботу системи залежно від сезонних умов і цін на енергоносії.

Важливу роль у підвищенні ефективності сучасних систем відіграють автоматизовані системи управління. Встановлення погодозалежної автоматики, кімнатних термостатів, балансувальних клапанів і систем індивідуального обліку тепла забезпечує раціональне споживання енергії. Розумні (“smart”) технології дозволяють користувачам дистанційно керувати опаленням через мобільні додатки, що ще більше підвищує зручність і ефективність.

Також варто зазначити, що при проектуванні нових багатоповерхових будинків дедалі частіше враховується інтеграція систем опалення з відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячні колектори чи фотоелектричні панелі. Це дає можливість частково компенсувати витрати на опалення та гаряче водопостачання, особливо у міжсезоння [8].

Отже, сучасні технічні рішення в системах опалення багатоповерхових житлових будинків спрямовані на забезпечення максимальної енергоефективності, гнучкості регулювання та екологічної безпеки. Серед різноманіття варіантів найбільш збалансованим для умов України є впровадження індивідуальних поквартирних систем опалення з використанням газових конденсаційних котлів і автоматизованого управління. Саме такі системи поєднують високу ефективність, економічність і надійність, що робить їх доцільними для сучасного житлового будівництва.

1.4 Індивідуальні поквартирні системи опалення: переваги та недоліки

Індивідуальні поквартирні системи опалення є одним із найбільш ефективних напрямів підвищення енергоефективності житлових будинків, особливо в умовах реформування системи тепlopостачання України. Такі системи передбачають встановлення у кожній квартирі окремого джерела теплоти, найчастіше – газового двоконтурного котла, який забезпечує як

опалення, так і гаряче водопостачання. Застосування автономних систем дозволяє споживачу самостійно регулювати подачу теплоти, що суттєво підвищує комфорт проживання та знижує витрати на енергоносії.

Основною перевагою індивідуального поквартирного опалення є висока енергоефективність. Кожен споживач сплачує лише за фактично використану енергію, що стимулює до раціонального енергоспоживання. Втрати теплоти при транспортуванні відсутні, оскільки теплова енергія виробляється безпосередньо в межах квартири. Використання сучасних конденсаційних газових котлів забезпечує коефіцієнт корисної дії понад 100 % за нижчою теплотою згоряння, що дозволяє економити до 20–25 % палива у порівнянні з традиційними системами.

Ще однією суттєвою перевагою є незалежність від централізованого теплопостачання. Мешканці не залежать від графіків подачі тепла, планових ремонтів або аварій на тепломережах. Це особливо актуально у регіонах, де стан централізованих систем незадовільний, а якість послуг не відповідає нормативним вимогам. Користувач може самостійно обирати оптимальний температурний режим у приміщеннях, у тому числі знижувати температуру під час відсутності вдома, що забезпечує додаткову економію енергії.

Важливою характеристикою таких систем є гнучкість регулювання та комфорт експлуатації. Завдяки автоматичним регуляторам, кімнатним термостатам та погодозалежній автоматиці користувачі мають можливість підтримувати стабільну температуру у приміщеннях без необхідності ручного втручання. Більшість сучасних котлів оснащуються електронними системами керування, захисту від замерзання, функціями модуляції потужності та дистанційного контролю. Це підвищує зручність експлуатації та безпеку користування газовими установками [9].

З економічної точки зору, індивідуальні системи опалення характеризуються меншими експлуатаційними витратами у порівнянні з централізованими. Хоча початкові інвестиції на придбання котлів, трубопроводів і монтаж є значними, вони швидко окупаються завдяки зниженню

платежів за теплову енергію. За результатами аналізу типових проєктів, період окупності індивідуального поквартирного опалення становить у середньому 3–5 років.

Крім того, такі системи сприяють справедливому енергоспоживанню – кожен мешканець відповідає лише за своє споживання, що усуває проблеми нерівномірного розподілу теплової енергії, характерні для старих централізованих систем. Встановлення лічильників газу та терморегуляторів забезпечує точний контроль за витратами енергії, стимулюючи до енергозбереження.

Разом із тим, індивідуальні поквартирні системи мають низку недоліків і обмежень, які необхідно враховувати при проєктуванні. Основним є підвищене навантаження на газорозподільні мережі. При одночасному встановленні великої кількості котлів у будинку виникає потреба у модернізації газопостачання, димоходів і систем вентиляції. Недотримання вимог безпеки може призвести до зниження тиску газу або небезпечного накопичення продуктів згоряння.

Іншою проблемою є ускладнення технічного обслуговування та контролю. Кожен котел потребує регулярного технічного огляду, очищення теплообмінників, перевірки системи димовидалення та автоматики. Це вимагає додаткових організаційних заходів і витрат часу. Також існує потреба у координації дій між мешканцями та сервісними службами, особливо у великих житлових комплексах.

З екологічної точки зору, при великій кількості індивідуальних котлів спостерігається підвищення рівня локальних викидів, хоча сумарно вони менші, ніж у застарілих центральних систем. Використання конденсаційних котлів і регулярне технічне обслуговування дає змогу мінімізувати цей вплив, але проблема залишається актуальною для густонаселених районів.

Ще одним недоліком є складність реалізації централізованого обліку та керування, що унеможливорює централізоване балансування теплових потоків у будинку. У разі нерівномірного завантаження систем або порушення режимів експлуатації можуть виникати температурні дисбаланси між квартирами [7].

Попри наявні недоліки, індивідуальні поквартирні системи опалення довели свою ефективність і доцільність у сучасних умовах. Вони забезпечують високий рівень комфорту, енергоощадність та незалежність споживача, що відповідає європейським тенденціям децентралізації тепlopостачання. Для мінімізації ризиків і недоліків доцільним є розроблення комплексних проєктних рішень, які враховують вимоги безпеки, вентиляції, енергетичного балансу та автоматичного керування.

Отже, індивідуальні поквартирні системи опалення є ефективною альтернативою централізованим мережам у багатоповерхових житлових будинках. Їх застосування сприяє підвищенню енергоефективності будівель, зменшенню споживання природного газу та покращенню якості життя мешканців. Раціональне поєднання технічних, економічних і безпекових рішень робить цей тип систем ключовим напрямом розвитку сучасного житлового тепlopостачання в Україні.

1.5 Нормативно-правова база проєктування систем тепlopостачання в Україні

Проєктування систем тепlopостачання в Україні здійснюється з урахуванням чинної нормативно-правової бази, що визначає вимоги до безпеки, енергоефективності, екологічності та надійності інженерних систем будівель. Ці документи регламентують усі етапи – від планування й техніко-економічного обґрунтування до експлуатації та обліку енергоресурсів [8].

Основним законодавчим актом є Закон України “Про енергозбереження”, який встановлює принципи державної політики у сфері раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів. Відповідно до нього, проєктування систем опалення має базуватись на принципах енергоефективності, мінімізації втрат і використанні сучасних технологій керування енергоспоживанням.

Значну роль відіграє також Закон України “Про енергетичну ефективність будівель”, який визначає обов’язковість проведення енергетичної сертифікації нових і реконструйованих будівель. Проектні рішення систем опалення повинні забезпечувати досягнення нормативного класу енергоефективності та відповідати вимогам Державних будівельних норм (ДБН) [9, 10].

До основних нормативних документів належать:

- ДБН В.2.5-67:2013 “Опалення, вентиляція та кондиціонування”, який визначає технічні вимоги до систем тепlopостачання будівель різного призначення, методи розрахунку теплових навантажень, вибір обладнання та регулювання теплових режимів;
- ДБН В.2.6-31:2021 “Теплова ізоляція будівель”, що встановлює норми щодо термічного опору огорожувальних конструкцій і визначає вимоги до зменшення тепловтрат через будівельну оболонку;
- ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2016, який містить рекомендації щодо енергоефективного проєктування інженерних систем;
- ДБН В.1.2-14:2018 “Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд”, де визначено вимоги до безпеки експлуатації теплотехнічного обладнання.

Особливе значення мають ДБН В.2.5-20:2018 “Газопостачання” та Правила безпеки систем газопостачання України, оскільки індивідуальні поквартирні системи опалення переважно використовують газові котли. Вони регламентують умови розміщення газових приладів, вимоги до вентиляції, димовидалення, а також до технічного обслуговування.

Крім того, на рівні ЄС діють директиви, адаптовані в українське законодавство, зокрема Директива 2010/31/ЄС про енергетичну ефективність будівель та Директива 2012/27/ЄС про енергоефективність, що встановлюють цілі щодо зменшення споживання енергії та викидів CO₂. Їх імплементація забезпечує поступовий перехід України до європейських стандартів у сфері будівництва й тепlopостачання.

Таким чином, нормативно-правова база України створює комплексну систему вимог, спрямованих на підвищення енергоефективності, екологічної безпеки та якості проєктних рішень у галузі тепlopостачання. Дотримання цих норм є обов'язковою умовою для розроблення сучасних індивідуальних систем опалення в житлових будинках та запорукою їхньої безпечної та економічної експлуатації [12].

1.6 Енергетичні характеристики та ефективність систем опалення від газових котлів

Газові котли залишаються найбільш поширеним джерелом теплової енергії для індивідуальних систем опалення в багатоповерхових житлових будинках України. Основними чинниками, що визначають ефективність таких систем, є коефіцієнт корисної дії (ККД) котла, температура подачі теплоносія, режим роботи та ступінь автоматизації керування. Сучасні двоконтурні настінні котли забезпечують одночасне опалення та гаряче водopостачання, дозволяючи значно підвищити енергоефективність порівняно з застарілими приладами.

Важливим показником ефективності є ККД котла, який у сучасних моделях досягає 90 – 98 %. Використання конденсаційних технологій дозволяє експлуатувати тепло димових газів, що підвищує коефіцієнт використання палива до понад 100 % за нижчою теплою згоряння. Це дає змогу зменшити споживання природного газу та знизити експлуатаційні витрати, що особливо важливо при високих тарифах на енергоресурси.

Енергетична ефективність системи значною мірою залежить від температурного режиму теплоносія. Застосування погодозалежного регулювання дозволяє автоматично змінювати температуру подачі відповідно до зовнішніх умов, що забезпечує оптимальне споживання енергії і підтримання комфортного мікроклімату. Також важливе значення має система індивідуального обліку тепла, яка дозволяє мешканцям контролювати власні витрати та стимулює раціональне споживання енергії [5].

Сучасні газові котли оснащуються автоматикою модуляції потужності, що забезпечує підтримання стабільної температури при мінімальному споживанні газу. Це дозволяє зменшити цикли включення та вимикання котла, що сприяє більш економічній експлуатації та зниженню зносу обладнання. Крім того, котли обладнуються системами захисту від перегріву, замерзання та витоків газу, що підвищує безпеку користування.

Для багатоповерхових житлових будинків важливим є балансування теплових потоків у межах будинку. Індивідуальні поквартирні системи з газовими котлами дозволяють уникнути нерівномірного нагрівання приміщень і забезпечити гнучке регулювання температури в кожній квартирі. Це забезпечує підвищення комфорту проживання та оптимізацію витрат енергії.

Важливим аспектом є також екологічна ефективність. Використання сучасних конденсаційних котлів знижує викиди оксидів азоту та вуглекислого газу порівняно з традиційними котлами, що відповідає сучасним вимогам екологічної безпеки. Застосування таких систем сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля і забезпечує сталість енергопостачання в житлових будинках.

Таким чином, системи опалення на базі сучасних газових котлів є ефективним і економічно доцільним рішенням для індивідуальних поквартирних систем теплопостачання. Високий ККД, можливість автоматичного регулювання, інтеграція з системами обліку та мінімальний екологічний вплив роблять такі рішення оптимальними для багатоповерхових житлових будинків України, забезпечуючи одночасно енергозбереження, комфорт і безпеку мешканців [7].

1.7 Економічні аспекти функціонування систем опалення різних типів

Економічна ефективність систем опалення є ключовим фактором при виборі оптимального рішення для житлового фонду. Витрати на теплову енергію складаються з капітальних інвестицій у встановлення обладнання та внутрішніх

інженерних мереж, а також з експлуатаційних витрат на споживання енергоресурсів і обслуговування системи протягом життєвого циклу будівлі. Раціональний підхід до оцінки економічних показників дозволяє забезпечити мінімальні витрати при досягненні необхідного рівня комфорту.

Централізовані системи теплопостачання характеризуються високими капітальними витратами на прокладку та модернізацію тепломереж, а також на встановлення теплових пунктів. Однак централізація дозволяє економити на експлуатації окремих котлів у квартирах та здійснювати комплексний контроль над енергоспоживанням. Недоліком таких систем є значні втрати теплоти під час транспортування, що збільшує щомісячні витрати споживачів і знижує загальну економічну ефективність.

Децентралізовані системи опалення, як-от дахові котельні для окремого будинку, забезпечують менші втрати енергії і кращу гнучкість регулювання температури. Хоча капітальні витрати на їх монтаж можуть бути порівнянними з централізованими, експлуатаційні витрати значно менші завдяки скороченню втрат у мережах і можливості використання сучасних конденсаційних котлів.

Найбільш економічно ефективними є індивідуальні поквартирні системи опалення. Встановлення сучасного газового котла дозволяє контролювати власне споживання енергії та здійснювати оплату тільки за фактично використаний ресурс. Це стимулює мешканців до раціонального енергоспоживання та забезпечує окупність початкових вкладень протягом 3 – 5 років залежно від тарифів на газ. Додатковим економічним фактором є зниження витрат на ремонт і обслуговування загальнобудинкових теплових мереж [12].

При аналізі економічної ефективності слід враховувати також сезонні та кліматичні умови. В умовах помірного клімату з м'якими зимами індивідуальні системи опалення дозволяють оптимізувати теплове навантаження, скорочуючи споживання енергії у міжсезоння. Крім того, застосування погодозалежної автоматики та терморегуляторів забезпечує додаткову економію до 10 – 15 % палива.

Вартість експлуатації системи також залежить від типу теплоносія та джерела енергії. Газові котли залишаються найоптимальнішим рішенням з точки зору співвідношення капітальних та експлуатаційних витрат. Електричні системи опалення, хоча й екологічно чистіші, мають високі щомісячні витрати при діючих тарифах на електроенергію, що обмежує їх широке застосування. Теплові насоси і гібридні системи вимагають значних початкових інвестицій, але забезпечують низькі витрати протягом експлуатації та високу енергоефективність у довгостроковій перспективі.

Таким чином, економічний вибір системи опалення залежить від поєднання капітальних витрат, експлуатаційних витрат, рівня енергоефективності та умов експлуатації. Індивідуальні поквартирні системи опалення на базі сучасних газових котлів демонструють оптимальне співвідношення цих показників, забезпечуючи мінімальні витрати на енергію та високий рівень комфорту для мешканців багатоповерхових житлових будинків.

1.8 Екологічні показники та вплив систем теплопостачання на довкілля

Техніко-економічна оцінка індивідуальних поквартирних систем опалення дозволяє визначити доцільність їх впровадження у багатоповерхових житлових будинках з точки зору енергоефективності, комфорту та економічних витрат. Основними параметрами для оцінки є капітальні витрати на обладнання та монтаж, експлуатаційні витрати на паливо та обслуговування, а також рівень енергозбереження порівняно з централізованими системами.

Встановлення сучасного двоконтурного газового котла у квартирі дозволяє значно підвищити ефективність використання теплової енергії. Коефіцієнт корисної дії сучасних конденсаційних котлів перевищує 100 % (за нижчою теплотою згоряння), що забезпечує економію палива до 20 – 25 % у порівнянні з традиційними котлами та централізованими системами теплопостачання. Окрім цього, індивідуальні системи дозволяють мешканцям

оптимізувати споживання теплоти відповідно до реальних потреб, завдяки чому знижується перевитрата енергії у міжсезоння [13].

З економічної точки зору, індивідуальні системи опалення мають переваги перед централізованими у довгостроковій перспективі. Хоча початкові інвестиції на придбання та монтаж котла і внутрішніх трубопроводів значні, період окупності, залежно від тарифів на газ та обсягу споживання, становить у середньому 3 – 5 років. Важливим фактором є також зниження експлуатаційних витрат, пов'язаних із обслуговуванням загальнобудинкових теплових мереж і підтриманням централізованих котелень.

Технічна ефективність індивідуальної системи опалення визначається точним підтриманням температурного режиму в приміщенні, відсутністю втрат при транспортуванні теплоносія, а також можливістю автоматичного регулювання подачі тепла. Використання терморегуляторів та погодозалежної автоматики забезпечує економію енергії до 10 – 15 % і підвищує комфорт мешканців. Системи також оснащуються захисними та контролювальними механізмами, що підвищує надійність і безпеку експлуатації [14].

При порівнянні різних варіантів опалення встановлено, що індивідуальні поквартирні системи на базі газових конденсаційних котлів є оптимальними за співвідношенням капітальних та експлуатаційних витрат. Вони дозволяють зменшити витрати на енергоресурси, підвищити енергоефективність будівлі і забезпечити індивідуальний контроль за споживанням тепла. Крім того, застосування таких систем сприяє зниженню навантаження на централізовані тепломережі та зменшенню втрат енергії у мережах.

Таким чином, техніко-економічна оцінка підтверджує доцільність впровадження індивідуальних поквартирних систем опалення у багатоповерхових житлових будинках. Вони забезпечують високу енергоефективність, економію енергоресурсів, зниження експлуатаційних витрат і підвищення комфорту для мешканців, що робить їх оптимальним рішенням для сучасного житлового будівництва в Україні.

1.9 Порівняльний аналіз централізованих та індивідуальних систем опалення

Порівняльний аналіз централізованих і індивідуальних систем опалення дозволяє оцінити їх переваги та обмеження з точки зору енергоефективності, експлуатаційних витрат, комфорту та технічної надійності. Централізовані системи характеризуються наявністю одного або декількох джерел тепла для обслуговування багатоквартирного будинку або цілого житлового масиву. Основними перевагами є можливість централізованого контролю, забезпечення стабільної подачі теплоти та відсутність необхідності встановлення котлів у кожній квартирі. Проте централізовані системи мають суттєві недоліки: значні втрати тепла в мережах (до 20 – 30 %), обмежене регулювання температури у квартирах, залежність від стану магістральних труб і диспетчерських графіків.

Децентралізовані та автономні індивідуальні системи опалення забезпечують кожній квартирі власне джерело тепла, найчастіше у вигляді газового або електричного котла. Перевагами таких систем є підвищена енергоефективність, мінімальні втрати енергії при передачі, можливість індивідуального регулювання температури, а також економія на щомісячних платежах за теплову енергію. Крім того, автономні системи дозволяють швидко реагувати на аварійні ситуації, оскільки відсутня залежність від централізованих тепломереж [15].

З економічної точки зору, індивідуальні системи мають вищі початкові капітальні витрати на придбання та монтаж котла, внутрішніх трубопроводів і терморегуляторів. Водночас експлуатаційні витрати значно менші, а період окупності зазвичай становить 3 – 5 років. Централізовані системи потребують менших інвестицій на квартиру, але вимагають регулярного обслуговування мереж, котелень і теплових пунктів, що підвищує експлуатаційні витрати і знижує економічну ефективність у довгостроковій перспективі.

Технічна ефективність індивідуальних систем також вища завдяки можливості підтримання оптимальної температури в кожній квартирі. Системи оснащуються автоматикою модуляції потужності котлів, терморегуляторами,

погодозалежними контролерами та засобами індивідуального обліку. Централізовані системи, навіть із застосуванням ІТП, не завжди забезпечують точне регулювання температури на рівні окремих приміщень, що знижує комфорт мешканців і підвищує витрати енергії [16].

З екологічної точки зору, сучасні індивідуальні системи з конденсаційними котлами мають менший вплив на навколишнє середовище, ніж централізовані системи з застарілими джерелами теплоти. Використання сучасних технологій знижує викиди CO₂ та оксидів азоту, що важливо для густонаселених міських територій.

Таким чином, порівняльний аналіз підтверджує, що індивідуальні поквартирні системи опалення є більш ефективними за енергоспоживанням, економічною доцільністю, комфортом і екологічною безпекою. Централізовані системи доцільні у випадках, коли модернізація індивідуальних рішень ускладнена або економічно недоцільна, проте для сучасного житлового будівництва перевага віддається автономним системам.

Висновки до розділу 1

1. Підвищення енергоефективності житлових будинків є стратегічно важливим завданням через високі енергозатрати, зношеність інженерних систем та зростання тарифів на енергоресурси. Впровадження енергоощадних технологій і автономних систем опалення сприяє зниженню споживання енергії, зменшенню витрат, підвищенню комфорту мешканців та зменшенню екологічного навантаження.

2. Системи опалення класифікуються за рівнем централізації, джерелом тепла, типом теплоносія, способом регулювання та джерелом енергії. Індивідуальні поквартирні системи займають провідне місце серед сучасних рішень завдяки високій енергоефективності, точному обліку енергоспоживання та гнучкому регулюванню температури, що робить їх оптимальними для модернізації житлового фонду.

3. Сучасні тенденції передбачають перехід від централізованих систем до децентралізованих і автономних. Найефективнішими є індивідуальні поквартирні системи з газовими конденсаційними котлами та автоматизованим управлінням, що дозволяють скоротити витрати енергії, підвищити комфорт і забезпечити екологічну безпеку.

4. Головними перевагами є висока енергоефективність, відсутність втрат при передачі тепла, автономність, можливість точного регулювання температури і економія на оплаті енергії. Недоліками є підвищене навантаження на газові мережі, складність технічного обслуговування та локальні викиди при великій кількості котлів. Раціональне проектування дозволяє мінімізувати ці ризики.

5. Проектування систем опалення здійснюється згідно із законодавством та ДБН, що визначають вимоги до енергоефективності, безпеки та екологічності. Дотримання нормативів забезпечує надійну, економічно ефективну та безпечну експлуатацію сучасних індивідуальних систем теплопостачання.

6. Сучасні двоконтурні газові котли з конденсаційною технологією дозволяють досягати ККД 90 – 98 % та економити до 20 –25 % палива. Вони забезпечують автоматичне регулювання, індивідуальний облік тепла, балансування потоків у будинку та зменшення викидів, що робить їх оптимальним джерелом тепла для багатоповерхових житлових будинків.

7. Індивідуальні поквартирні системи є економічно найбільш ефективними: зменшують експлуатаційні витрати, стимулюють раціональне енергоспоживання та окупаються протягом 3 – 5 років. Централізовані системи мають високі втрати тепла, а електричні або гібридні системи потребують значних капітальних витрат, що робить газові котли найбільш доцільним рішенням.

8. Використання індивідуальних поквартирних систем опалення на базі конденсаційних котлів знижує споживання палива та викиди парникових газів, сприяє енергозбереженню та зменшує навантаження на централізовані мережі. Це робить їх більш екологічно безпечними порівняно зі старими централізованими системами.

9. Індивідуальні системи перевершують централізовані за енергоефективністю, економічною доцільністю та комфортом. Централізовані системи забезпечують централізований контроль та відсутність котлів у квартирах, але мають високі втрати тепла та обмежене регулювання. Індивідуальні системи забезпечують автономність, точний облік споживання та ефективну витрату енергії, що робить їх пріоритетним вибором для сучасного житлового будівництва.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

2.1 Вихідні дані для проєктування

В якості об'єкта для проєктування вибрано будівлю житлового 9-ти поверхового будинку у м. Вінниця, в якому передбачається радіаторне опалення від двоконтурних індивідуальних котлів із закритою камерою згоранн для кожної квартири окремо. Освітлення в приміщеннях суміщене.

Нормативні опори теплопередачі R_o для огорожуючих 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

Розрахункові параметри зовнішнього повітря приймаються в залежності від положення об'єкту будівництва для холодного періоду року. Вибір розрахункових параметрів зовнішнього повітря проводиться для холодного періоду – температура для 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 огорожуючих конструкцій будівлі

Основною задачею системи опалення є компенсація теплових втрат через огорожуючі конструкції будівлі та втрат на нагрів інфільтраційного повітря, що

поступає в приміщення через нещільності. Втрати тепла через огороження, що розділяють опалювані приміщення від зовнішнього повітря або від неопалюваних приміщень знаходять лише при розрахунковій різниці температури повітря більше ніж 5°C .

Кінцевою метою теплотехнічного розрахунку є визначення коефіцієнта теплопередачі окремих огороджувальних конструкцій будинку.

Термічний опір підбраної огороджувальної 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.

Параметри внутрішнього повітря вибираємо для кожного приміщення і періоду року в залежності від забезпечення оптимальних мікрокліматичних умов.

2.3.1 Теплотехнічний розрахунок теплопередачі зовнішніх стін

Необхідний термічний опір огороження $R_0^n = 4 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$. Виходячи із R_0^n підбирають конструкцію (товщину шарів матеріалів) кожного огороження окремо.

Виконаємо розрахунок опору теплопередачі зовнішніх стін будівлі та підберемо оптимальну товщину утеплювача.

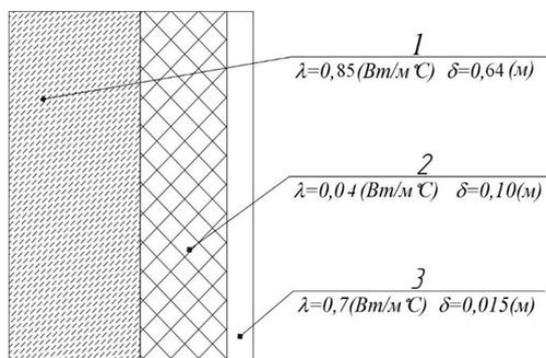


Рисунок 2.1 – Схема для розрахунку коефіцієнта теплопередачі зовнішньої стіни: 1 – цегла глиняна звичайна; 2 – теплоізоляція (мінеральна вата); 3 – штукатурка 15 мм

Перший шар – цегла (глиняна звичайна):

$$\lambda_{\text{цк}} = 0,85 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}; \delta_{\text{цк}} = 0,64 \text{ м.}$$

Другий шар – утеплювач (мінвата):

$$\lambda_2 = 0,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}.$$

Третій шар – штукатурка (цементно – піщана):

$$\lambda_3 = 0,7 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}; \delta_3 = 0,015 \text{ м.}$$

Повний фактичний опір огороження підраховується як сума всіх опорів:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_{\text{ц}}}{\lambda_{\text{ц}}} + \frac{\delta_{\text{ум}}}{\lambda_{\text{ум}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_з} \quad (2.1)$$

де: $1/\alpha_в$ – термічний опір теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

$\alpha_в$ – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

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

$\delta_{\text{ум}}/\lambda_{\text{ум}}$ – термічний опір шару утеплювача, $R_{\text{ум}}$;

$\delta_{\text{шт}}/\lambda_{\text{шт}}$ – термічний опір шару штукатурки, $R_{\text{шт}}$;

$1/\alpha_з$ – термічний опір тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни.

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

$$\begin{aligned} R_{\text{ум}} &= R_0 - \left[\frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_{\text{ц}}}{\lambda_{\text{ц}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_з} \right] = \\ &= 4 - (0,115 + 0,64/0,85 + 0,015/0,7 + 0,043) = \\ &= 3,07 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right). \end{aligned} \quad (2.2)$$

Тоді необхідна товщина утеплювача буде:

$$\delta_{\text{ум}} = R_{\text{ум}} \cdot \lambda_{\text{ум}} = 3,07 \cdot 0,04 = 0,13 \text{ (м)}. \quad (2.3)$$

Приймаємо товщину шару утеплювача 0,15 м. Перерахуємо необхідний термічний опір для стіни із шаром утеплювачу товщиною 0,15 м:

$$R_0^{\text{ф}} = 0,115 + 0,64/0,85 + 0,15/0,04 + 0,015/0,7 + 0,043 = 4,68 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)}.$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої стіни становитиме:

$$K = 1 / 4,68 = 0,21 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}.$$

2.3.2 Підбір вікон та дверей

Через негерметичність вікон та дверей приміщення втрачає до 50% тепла. Щоб запобігти цьому, рекомендовано утеплення та герметизація щілин вікон та дверей по периметру. Найкраще для цього підходить поліуританова піна. В даному проєкті застосовано дерев'яні вікна з потрійним склінням «Terminus», фактичне значення опору теплопередачі яких становить $R_0=1 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$.

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

Коефіцієнт теплопередачі вікна: $k = 1 / R_0 = 1 / 1 = 1 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)}$.

2.3.3 Теплотехнічний розрахунок теплопередачі перекриття над підвалом

Розрахунок на опір теплопровідності перекриття між опалювальним поверхом та неопалювальним цокольним поверхом. Теплотехнічні показники кожного шару перекриття показано на рисунку 2.2.

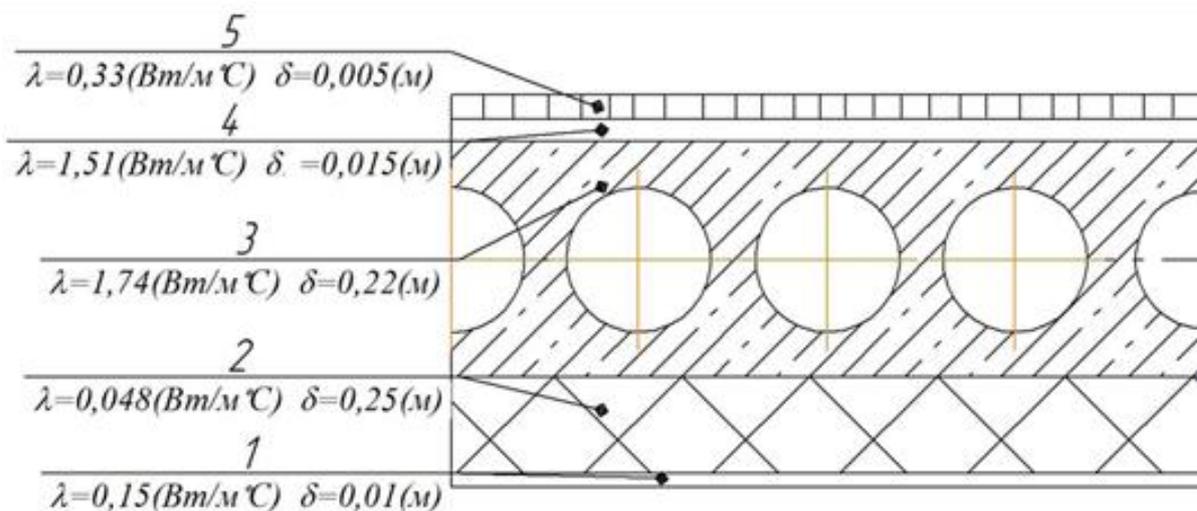


Рисунок 2.2 – Схема для розрахунку коефіцієнта теплопередачі перекриття над підвалом: 1 – лист гіпсокартону, 2 – пластини мінеральної вати, 3 – залізобетонна плита, 4 – бетонне покриття, 5 – лінолеум

Перший шар перекриття – це лист гіпсокартону з такими теплотехнічними показниками: $\lambda_1=0,15 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$; $\delta_1 = 0,02 \text{ м}$.

Другий шар перекриття – це утеплювач з пластин мінеральної вати:
 $\lambda_{yt}=0,048 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$.

Третій шар перекриття – це залізобетонна плита: $\lambda_3=1,74 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$,
 $\delta_3=0,22 \text{ м}$.

Четвертий шар перекриття – бетонне покриття з такими показниками:
 $\lambda_4=1,51 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, $\delta_4=0,015 \text{ м}$.

П'ятий шар – виконуємо з лінолеуму: $\lambda_5=0,33 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, $\delta_5=0,005 \text{ м}$.

Сумарний термічний опір горищного перекриття складає:

$$R_{\text{пер}} = R_1 + R_{yt} + R_3 + R_4 + R_5 \quad (2.4)$$

де R_3 – загальний опір теплопередачі з/б плити з врахуванням опору теплосприймання внутрішньої та опору тепловіддачі зовнішньої поверхонь.

$$R_{\text{пер}} = 0,02/0,15 + 0,22/1,74 + 0,015/1,51 + 0,005/0,33 + R_{yt} = 0,29 + R_{yt}$$

Виходячи з умови $R_0 \leq R_0^{\phi} = 5 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ знаходимо необхідний термічний опір утеплювача:

$$R_{yt} = R_0^{\phi} - 0,29 = 5 - 0,29 = 4,71 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)}$$

Тоді необхідна товщина утеплювача буде:

$$\delta_{yt} = R_{yt} \cdot \lambda_{yt} = 4,71 \cdot 0,048 = 0,23 \text{ (м)} \quad (2.5)$$

Приймаємо товщину шару утеплювача 0,25 м.

Перерахуємо необхідний термічний опір для підлоги із шаром утеплювачу товщиною 0,25 м:

$$R_0 = 0,25/0,048 + 0,29 = 5,5 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)}$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі для підлоги становитиме:

$$K = 1 / 5,5 = 0,18 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}$$

2.3.4 Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття

Перший шар – це ізопласт ХППЗ:

$$\delta_1 = 0,015 \text{ м}; \lambda = 0,03 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$$

Другий шар – вермикулітобетонна стяжка:

$$\delta_1 = 0,06 \text{ м}; \lambda = 0,08 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$$

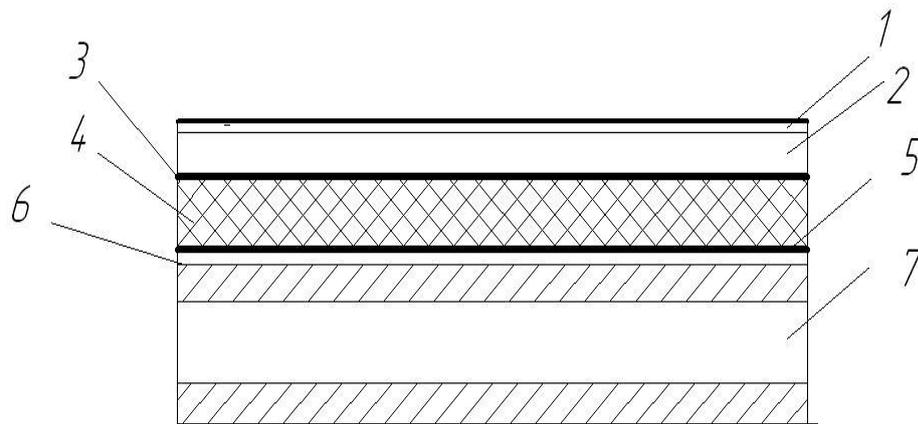


Рисунок 2.3 – Схема для розрахунку коефіцієнта теплопередачі горішнього перекриття: 1 – ізопласт; 2 –стяжка; 3 – гідроізоляція; 4 – утеплювач; 5 – пароізоляція; 6 – вирівнююча стяжка; 7 – плита покриття

Третій шар – гідроізоляція (протиконденсаційна плівка):

$$\delta_1 = 0,3 \text{ мм}, \lambda = 0,17 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C}).$$

Четвертий шар – утеплювач (плита Пеноплекс):

$$\delta_1 = 0,12 \text{ м}; \lambda = 0,028 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C}).$$

П'ятий шар – пароізоляція (плівка ПВХ):

$$\delta_1 = 0,35 \text{ мм}; \lambda = 0,17 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C}).$$

Шостий шар – вирівнюючий шар:

$$\delta_1 = 0,02 \text{ м}; \lambda = 0,08 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C}).$$

Сьомий шар – плита покриття (пустотна):

$$\delta_1 = 0,22 \text{ м}; \lambda = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C}).$$

Опір теплопередачі для покрівлі:

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

Отже, необхідний опір теплопередачі, який становить 6 (м²°C)/Вт, забезпечено. Тоді коефіцієнт теплопередачі для підлоги становитиме:

$$K = 1 / 6,06 = 0,17 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}.$$

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, 21].

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

Загальні тепловтрати Q_3 складаються з головних Q_r та додаткових Q_d

$$Q_3 = Q_r + Q_d. \quad (2.6)$$

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 радіатори фірми «KORADO». У ванних кімнатах передбачається встановлення електричних рушникосушарок Маріо Люкс НР -І 800 x 530 TR К. Параметри підібраних радіаторів і їх кількість занесені в таблицю в таблицях 2.2 – 2.4.

Таблиця 2.2 – Відомість підбору опалювальних приладів для приміщень першого поверху [24]

№ прим.	Назва приміщення	Типорозмір радіаторів KORADO	Кількість
1	2	3	4
101	Спальня	500×500 22VK	2
102	Кухня	500×600 22VK	1
103	Спальня	500×500 22VK	1
104	Спальня	500×800 22VK	1
105	Спальня	500×800 22VK	1
106	Кухня	500×500 22VK	1
107	Кухня	500×600 22VK	1
108	Спальня	500×500 22VK	2
109	Спальня	500×700 22VK	1
110	Санвузол	Рушникосушарка	1
111	Санвузол	-	-
112	Санвузол	Рушникосушарка	1
113	Санвузол	Рушникосушарка	1
114	Санвузол	-	-
115	Санвузол	Рушникосушарка	1
116	Спальня	500×700 22VK	1
117	Спальня	500×700 22VK	1
118	Санвузол	Рушникосушарка	1
119	Санвузол	-	-
120	Санвузол	Рушникосушарка	1
121	Санвузол	-	-
122	Санвузол	Рушникосушарка	1
123	Спальня	500×700 22VK	1
124	Спальня	500×500 22VK	2
125	Кухня	500×600 22VK	1
126	Кухня	500×400 22VK	1
128	Кухня	500×600 22VK	1
129	Спальня	500×500 22VK	2
130	Спальня	500×700 22VK	1
132	Спальня	500×900 22VK	1
133	Санвузол	Рушникосушарка	1
129	Спальня	500×500 22VK	2

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
134	Спальня	500×700 22VK	1
135	Кухня	500×500 22VK	1
136	Санвузол	-	-
137	Спальня	500×900 22VK	1
138	Спальня	500×800 22VK	1
139	Кухня	500×500 22VK	1
140	Санвузол	Рушникосушарка	1
142	Кухня	500×600 22VK	1
143	Санвузол	-	-
144	Санвузол	-	-
145	Кухня	500×500 22VK	1
146	Спальня	500×800 22VK	1
147	Санвузол	Рушникосушарка	1
148	Санвузол	Рушникосушарка	1
149	Спальня	500×700 22VK	1
150	Спальня	500×700 22VK	1
151	Спальня	500×700 22VK	1

Таблиця 2.3 – Відомість підбору опалювальних приладів для приміщень 2 – 8 поверхів [24]

№ прим.	Назва приміщення	Типорозмір радіаторів	Кількість
		KORADO	
1	2	3	4
301	Спальня	500×500 22VK	2
302	Кухня	500×500 22VK	1
303	Спальня	500×500 22VK	1
304	Спальня	500×800 22VK	1
305	Спальня	500×800 22VK	1
306	Кухня	500×500 22VK	1
307	Кухня	500×500 22VK	1
308	Спальня	500×500 22VK	2
309	Спальня	500×700 22VK	1
310	Санвузол	Рушникосушарка	1
311	Санвузол	-	-
312	Санвузол	Рушникосушарка	1

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
313	Санвузол	Рушникосушарка	1
314	Санвузол	-	-
315	Санвузол	Рушникосушарка	1
316	Спальня	500×700 22VK	1
317	Спальня	500×700 22VK	1
318	Санвузол	Рушникосушарка	1
319	Санвузол	-	-
320	Санвузол	Рушникосушарка	1
321	Санвузол	-	-
322	Санвузол	Рушникосушарка	1
323	Спальня	500×700 22VK	1
324	Спальня	500×500 22VK	2
325	Кухня	500×500 22VK	1
326	Кухня	500×400 22VK	1
328	Кухня	500×500 22VK	1
329	Спальня	500×500 22VK	2
330	Спальня	500×700 22VK	1
332	Спальня	500×900 22VK	1
333	Санвузол	Рушникосушарка	1
334	Спальня	500×600 22VK	1
335	Кухня	500×500 22VK	1
336	Санвузол	-	-
337	Спальня	500×900 22VK	1
338	Спальня	500×800 22VK	1
339	Кухня	500×500 22VK	1
340	Санвузол	Рушникосушарка	1
342	Кухня	500×600 22VK	1
343	Санвузол	-	-
344	Санвузол	-	-
345	Кухня	500×500 22VK	1
346	Спальня	500×700 22VK	1
347	Санвузол	Рушникосушарка	1
348	Санвузол	Рушникосушарка	1
349	Спальня	500×700 22VK	1
350	Спальня	500×700 22VK	1
351	Спальня	500×700 22VK	1

Таблиця 2.4 – Відомість підбору опалювальних приладів для приміщень дев'ятого поверху [24]

№ прим.	Назва приміщення	Типорозмір радіаторів	Кількість
		KORADO	
1	2	3	4
901	Спальня	500×500 22VK	2
902	Кухня	500×600 22VK	1
903	Спальня	500×500 22VK	1
904	Спальня	500×800 22VK	1
905	Спальня	500×800 22VK	1
906	Кухня	500×500 22VK	1
907	Кухня	500×500 22VK	1
908	Спальня	500×500 22VK	2
909	Спальня	500×700 22VK	1
910	Санвузол	Рушникосушарка	1
911	Санвузол	-	-
912	Санвузол	Рушникосушарка	1
913	Санвузол	Рушникосушарка	1
914	Санвузол	-	-
915	Санвузол	Рушникосушарка	1
916	Спальня	500×700 22VK	1
917	Спальня	500×700 22VK	1
918	Санвузол	Рушникосушарка	1
919	Санвузол	-	-
920	Санвузол	Рушникосушарка	1
921	Санвузол	-	-
922	Санвузол	Рушникосушарка	1
923	Спальня	500×700 22VK	1
924	Спальня	500×500 22VK	2
925	Кухня	500×500 22VK	1
926	Кухня	500×400 22VK	1
928	Кухня	500×500 22VK	1
929	Спальня	500×500 22VK	2
930	Спальня	500×700 22VK	1
932	Спальня	500×900 22VK	1
933	Санвузол	Рушникосушарка	1
934	Спальня	500×600 22VK	1

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
935	Кухня	500×500 22VK	1
936	Санвузол	-	1
937	Спальня	500×900 22VK	1
938	Спальня	500×800 22VK	1
939	Кухня	500×500 22VK	1
940	Санвузол	Рушникосушарка	1
942	Кухня	500×600 22VK	1
943	Санвузол	-	
944	Санвузол	-	
945	Кухня	500×500 22VK	1
946	Спальня	500×800 22VK	1
947	Санвузол	Рушникосушарка	1
948	Санвузол	Рушникосушарка	1
949	Спальня	500×800 22VK	1
950	Спальня	500×700 22VK	1
951	Спальня	500×700 22VK	1

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 Г. При цьому дійсні втрати тиску від тертя не повинні перевищувати допустимих середніх, а швидкість руху води повинна бути допустимою. Для даної системи приймаємо поліпропіленові трубопроводи марки Valrom F PN 20.

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 В, 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 $\Delta_{\text{зап}}$ 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. $\Delta_{\text{зап}}$ визначається за виразом

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

Гідравлічний розрахунок наведено в додатку Г. Втрати тиску на відгалуженнях розраховуємо аналогічно і порівнюємо із втратами тиску на головному циркуляційному кільці. Збалансовуємо систему вузлами нижнього підключення Giacomini.

В кожному квартиру підбираємо газовий котел Vaillant turboTEC pro VUW 242/5-3. Це двоконтурний котел із закритою камерою згорання потужністю 24 кВт. На кожному радіаторі встановлюємо термостатичний елемент для можливості контролювати температуру в приміщенні, яку забезпечує кожен радіатор.

Висновки до розділу 2

За результатами розрахунків встановлено такі термічні опори для огорожуючих конструкцій: $R_v = 1 \text{ м}^2\text{С/Вт}$, $R_c = 4,68 \text{ м}^2\text{С/Вт}$, $R_{\pi} = 6,06 \text{ м}^2\text{С/Вт}$.

За результатами моделювання теплотехнічного режиму було визначено тепловтрати в приміщеннях, по яким були підібрані двоконтурні котли марки turboTEC фірми Vaillant потужністю 24 кВт та опалювальні прилади фірми Korado з нижнім підключенням. В результаті моделювання гідравлічного режиму поліпропіленових трубопроводів були встановлено діаметри в діапазоні 20...32 мм. Підібране обладнання сприятиме надійній роботі системи опалення.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту

В роботі розглядається система опалення дев'ятиповерхового житлового будинку в місті Вінниця. В кожній квартирі запроєктована індивідуальна двотрубна система опалення. Джерелами теплопостачання є газові двоконтурні котли марки turboTEC фірми Vaillant потужністю 24 кВт, які встановлюються в приміщеннях кухонь кожної квартири.

Для даної системи приймаємо поліпропіленові трубопроводи марки Valrom F PN 20. Трубопроводи прокладаються в конструкції підлоги попередньо укладені в ізоляцію. В якості опалювальних приладів прийнято сталеві панельні радіатори з нижнім підключенням «KORADO 22VK» [24] та одразу встановленими на них терморегулюючими клапанами фірми «VALTEC» [23], повітровипускними клапанами та з запірними клапанами крім того, для опалення у ванних кімнатах та санвузлах прийнято до встановлення електричні рушникосушки. Усі радіатори розташовуються відкрито без ніш під вікнами та біля зовнішніх стін. Відвід повітря із систем здійснюється через крани Маєвського, що встановлені на опалювальних приладах (див. аркуш 7).

Монтажні положення трубопроводів [25, 26]:

- вісі трубопроводів повинні бути паралельні площинам будівельних конструкцій;
- підводи до опалювальних приладів виконують з нахилом в напрямку руху теплоносія, так як довжина підводу до 500 мм, то його прокладено без нахилу;
- підводи прикріплюють до стін, якщо довжина підводу перевищує 1,5 м;
- нагрівальні прилади встановлювати на кронштейнах.

На основі виконаних розрахунків та конструктивних особливостей об'єкту складено відомість потреби матеріалів, що представлено в таблицях 3.1 – 3.2.

Таблиця 3.1 – Відомість потреби в основних матеріалах [33]

№	Найменування матеріалу	Одиниці вимірювання	Кількість	Маса один., кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6
1	Кутник 20x90	шт	2150	0,015	32,25
2	Кутник 20x45	шт	1050	0,015	15,75
3	Кутник 25x90	шт	850	0,03	25,50
4	Кутник 25x45	шт	400	0,03	12,00
5	Кутник 32x90	шт	126	0,045	5,67
6	Трійник із поліпропілену діам. 20 мм	шт	18	0,02	0,36
7	Трійник із поліпропілену діам. 25 мм	шт	36	0,04	1,44
8	Трійник редуційний із поліпропілену діам. 25x20x25 мм	шт	324	0,04	12,96
9	Трійник редуційний із поліпропілену діам. 32x20x32 мм	шт	18	0,057	1,03
10	Трійник редуційний із поліпропілену діам. 32x25x32 мм	шт	18	0,057	1,03
11	Перехід редуційний /редукція/ діам. 25x20 мм	шт	216	0,012	2,59
12	Перехід редуційний /редукція/ діам. 32x20 мм	шт	36	0,025	0,90
13	Муфта діам. 20 мм	шт	40	0,01	0,40
14	Муфта діам. 25 мм	шт	44	0,02	0,88
15	Муфта діам. 32 мм	шт	10	0,03	0,30
16	Муфта із внутрішньою різьбою діам. 20x3/4" мм	шт	612	0,07	42,84
17	Муфта із зовнішньою різьбою діам. 20x1/2" мм	шт	297	0,06	17,82

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
18	Муфта із зовнішньою різьбою діам. 25x3/4" мм	шт	198	0,08	15,84
19	Ізоляція Thermaflex для труб	м	3201	0,15	480,15
20	Котел Vaillant turboTEC pro VUW 242/5-3	шт	99	40	3960,00
21	Радіатор Korado 500x400 22VK	шт	9	12	108,00
22	Радіатор Korado 500x500 22VK	шт	148	14	2072,00
23	Радіатор Korado 500x600 22VK	шт	22	16	352,00
24	Радіатор Korado 500x700 22VK	шт	79	18	1422,00
25	Радіатор Korado 500x800 22VK	шт	30	20	600,00
26	Радіатор Korado 500x900 22VK	шт	18	22	396,00
27	Кран кульовий Valtec з накидною гайкою 3/4"	шт	297	0,32	95,04
28	Кран кульовий Valtec з накидною гайкою 1/2"	шт	396	0,25	99,00
29	Труби поліпропіленові, діаметром 32 мм	м	48	1,8	86,40
30	Труби поліпропіленові, діаметром 25 мм	м	1500	1,4	2100,00
31	Труби поліпропіленові, діаметром 20 мм	м	1656	1,2	1987,20
32	Комплект коаксіальний Vaillant 060/100	комплект	99	5	495,00
33	Фільтр латунний різьбовий діаметром 25 мм	шт	99	0,2	19,80
34	Фільтр латунний різьбовий діаметром 20 мм	шт	99	0,15	14,85

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
35	Вузол нижнього підключення Giacomini кутовий компактний	шт	306	0,55	168,30
36	Термостатичний елемент	шт	306	0,35	107,10
37	Рушникосушарка Маріо Люкс НР -I 800 x 530 TR K	шт	99	6	594,00
Загальна маса основних матеріалів $\Sigma = 15347$ кг					

Таблиця 3.2 – Відомість потреби в допоміжних матеріалах [33]

№	Найменування матеріалу	Одиниці вимірю- вання	Кількість	Маса один., кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6
1	Азбестовий картон загального призначення [КАОН-1],	т	0,2277	227,7	227,7
2	Нитка для герметизації різьбових з'єднань Loctite 55 160 м	шт	4	0,2	0,8
3	Вапно хлорне, марка А	т	0,00032	0,32	0,32
4	Білило густотерте цинкове МА-011-1	т	0,0034005	3,4	3,4
5	Міткаль "Т-2" суровий [суров'є]	10м	0,03246	1,9	
6	Уайт-спірит	т	0,00032	0,32	0,32
7	Шурупи з напівкруглою головкою, діаметр стрижня 6 мм, довжина 40 мм	т	0,032226	32,23	32,23
8	Оліфа натуральна	кг	5,2032	5,203	5,203
9	Кріплення для радіаторів Korado Z-U 320	шт	306	0,15	45,9
10	Сталь листова оцинкована, товщина 1,6 мм	кг	277,2	277,2	277,2
11	Водний розчин нітрата та карбоната натрію	м3	2,38607	2386,1	2386,1

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
12	Очіс льняний	т	0,00253	2,53	2,53
13	Сурик свинцевий	т	0,00693	6,93	6,93
Загальна маса допоміжних матеріалів $\Sigma = 2989$ кг					

Загальна маса усіх матеріалів $\Sigma = 18336$ кг

3.2 Визначення складу і об'ємів робіт

3.2.1 Склад робіт

Монтаж обладнання системи опалення провести в такій послідовності [33]:

1. Доставка деталей та обладнання до місць монтажу.
2. Пробивання отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщиною до 25 см.
3. Пробивання отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщиною до 51 см.
4. Пробивання борозен в цегляних стінах та підлогах площею перерізу до 50 кв.см.
5. Прокладання поліпропіленових труб діаметром 32 мм.
6. Прокладання поліпропіленових труб діаметром 25 мм.
7. Прокладання поліпропіленових труб діаметром 20 мм.
8. Ізоляція трубопроводів зовнішнім діаметром до 32 мм.
9. Встановлення радіаторів сталевих.
10. Встановлення котлів опалювальних.
11. Встановлення запірної арматури.
12. Встановлення вузла нижнього підключення радіатора.
13. Установлення сушарок для рушників.
14. Гідравлічне випробування трубопроводів системи.
15. Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу.

3.2.2 Визначення об'ємів робіт

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

1. Доставка деталей та обладнання до місць монтажу. Одиниця вимірювання – 1 т. Загальна вага усіх деталей 18859 кг (18,9 т). Приймаємо об'єм $V=18,9$.

2. Пробивання отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщиною до 25 см.

Склад робіт: 1. Розмічання місць пробивки. 2. Пробивання гнізд і отворів. Одиниці вимірювання – 100 шт. Кількість отворів – 116 шт. Приймаємо $V=1,16$.

3. Пробивання отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщиною до 51 см.

Склад робіт: 1. Розмічання місць пробивки. 2. Пробивання гнізд і отворів. Одиниці вимірювання – 100 шт. Кількість отворів – 144 шт. Отже, $V=1,44$.

4. Пробивання борозен в цегляних стінах та підлогах площею перерізу до 50 кв.см.

Склад робіт: 1. Розмічання місць пробивки. 2. Пробивання і зачищення борозен.

Одиниці вимірювання – 100 м. Довжина борозен – 3201 м. Отже, $V=32,01$.

5. Прокладання поліпропіленових труб діаметром 32 мм.

Склад робіт: 1. Розмітка деталей і перерізування труб. 2. Складання вузлів трубопроводу з окремих деталей і фасонних частин із підготовленням під опресування. 3. Прокладання трубопроводу з готових вузлів.

Одиниці вимірювання – 100 м. Довжина труб з діаметром 32 мм складає 450 м. Отже, приймаємо $V=0,45$.

6. Прокладання поліпропіленових труб діаметром 25 мм.

Склад робіт: 1. Розмітка деталей і перерізування труб. 2. Складання вузлів трубопроводу з окремих деталей і фасонних частин із підготовленням під опресування. 3. Прокладання трубопроводу з готових вузлів.

Одиниці вимірювання – 100 м. Довжина труб з діаметром 25 мм складає 1500 м. Отже, приймаємо $V=15$.

7. Прокладання поліпропіленових труб діаметром 20 мм.

Склад робіт: 1. Розмітка деталей і перерізування труб. 2. Складання вузлів трубопроводу з окремих деталей і фасонних частин із підготовленням під опресування. 3. Прокладання трубопроводу з готових вузлів.

Одиниці вимірювання – 100 м. Довжина труб з діаметром 20 мм складає 1656 м. Отже, приймаємо $V=16,56$.

8. Ізоляція трубопроводів зовнішнім діаметром до 32 мм.

Склад робіт: 1. Встановлення ізоляції на трубопровід з підгоном за місцем. 2. Кріплення конструкції.

Одиниці вимірювання – 10 м. Довжина ізоляції складає 3201 м. Отже, приймаємо $V=320,1$.

9. Установлення радіаторів сталевих.

Склад робіт: 1. Установлення та зароблення кронштейнів зі свердлінням отворів, а також кріпленням кронштейнів шурупами. 2. Установка радіаторів і конвекторів з приєднанням їх до трубопроводів.

Одиниці вимірювання в 100 кВт. Кількість радіаторів 306 шт. загальною потужністю 356130 Вт. Отже, $V=3,5613$ кВт

10. Установлення котлів опалювальних.

Склад робіт: 1. Установлення приладу. 2. Установлення і зароблення кріплень. 3. Приєднання приладу до трубопроводів. 4. Пробивання отвору для димоходу, установлення патрубку. 5. Установлення витяжки до патрубка.

Одиниці вимірювання – шт. Кількість котлів – 99 шт. Отже, $V=99$.

11. Установлення запірної арматури.

Склад робіт: 1. Установлення запірної арматури.

Одиниці вимірювання – шт. Загальна кількість – 891 шт. Отже, $V=891$.

12. Встановлення вузла нижнього підключення радіатора.

Склад робіт: 1. Установлення вузла нижнього підключення радіатора.

Одиниці вимірювання в шт. Кількість 306 шт. Отже, $V=306$.

13. Установлення сушарок для рушників.

Склад робіт: 1. Установлення сушарок для рушників.

Одиниці вимірювання в 10 шт. Кількість сушарок 90 шт. Отже, $V=9$.

14. Гідравлічне випробування трубопроводів системи.

Склад робіт: 1. Зовнішній огляд трубопроводу. 2. Приєднання водопроводу і гідравлічного преса. 3. Установка заглушок і манометра. 4. Наповнення системи водою до заданого тиску. 5. Огляд трубопроводу та усунення дефектів. 6. Остаточна перевірка і здача системи. 7. Спускання води з системи. 8. Зняття заглушок, манометра і від'єднання преса.

Одиниці вимірювання – 100 метрів. Довжина трубопроводів – 3201 м. Отже, $V=32,01$.

15. Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу. Одиниці вимірювання – тонни. Маса деталей і обладнання 0,7 т. Отже $V=0,7$ т.

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

Отвори в цегляних стінах виконують за допомогою перфоратора DeWalt DC224KA.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики перфоратора DeWalt DC224KA [32]

Найменування	Одиниці	Значення
Потужність	Вт	300
Максимальне число обертів	об/хв	1100
Максимальна к-ть ударів	уд/хв	4200
Макс. діаметр сверд. для бетону	мм	22
Маса	кг	4
Довжина x Висота	мм	310x240

Пробивання борозен в підлозі і стінах виконують відбійним молотком Dnipro-M SH-25H.

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики відбійний молоток Dnipro-M SH-25H [32]

Найменування	Одиниці	Значення
Потужність	Вт	1800
Сила удару	Дж	5-25
Кількість ударів	уд/хв	460-2300
Маса	кг	11,3
Довжина кабелю	м	4

Отвори для встановлення кронштейнів виконують за допомогою електродриля ударного «Bosch».

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики електродриля ударного «Bosch» [32]

Найменування	Одиниці	Значення
Потужність	Вт	570
Частота обертів максимальна	об/хв	3000
Частота ударів	уд/хв	45000
Маса	кг	1,7
Довжина кабелю	м	2,5

Для робіт з паяння поліпропіленових труб використовується паяльний набір KALDE PPR для поліпропілену Ø 20-40 [32], 1,6 кВт. В набір входить: паяльник 1,6 кВт; насадки для паяльника від 20 до 63 мм діаметром; ножиці для різання труб; рулетка, підставка, залізний кейс для зберігання та транспортування. Маса комплекту 10 кг.

Для випробовування трубопроводів на міцність та щільність використовується гідравлічний прес REMS Push [32].

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики гідравлічного пресу REMS Push [32]

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

Відомість потреби в приладах та устаткуванні для монтажу системи опалення наводимо в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Відомість потреби в приладах та устаткуванні для монтажу

№	Найменування матеріалу	Кількість	Маса од., кг	Маса, кг
1	Установки для гідравлічних випробувань трубопроводів прес гідравлічний REMS Push	5	7,8	39,00
2	Відбійний молоток Dnipro-M SH-25H	9	12	108,00
3	Електродріль ударний «Bosch»	4	1,9	13,30
4	Перфоратор DeWalt DC224KA	3	4	12,00
5	Паяльний набір KALDE PPR для поліпропілену Ø 20-40, 1,6 кВт	14	10	140,00
Маса обладнання $\Sigma=313,3$ кг				

Набір інструментів для монтажників системи опалення наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Відомість потреб в інструменті в одному наборі

Найменування	Кількість	Маса од., кг
Ключ гайковий двухсторонній		
M17x19 мм	1	0,88
M19x22 мм	1	1,2
Плоскогубці комбіновані	1	0,8
Викрутки	1	0,7
Молоток слюсарний	1	1,6
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	1	0,7
Рулетка, 20 м	1	0,2
Рівень металевий	1	1,6
Висок	1	0,2
Ящик переносний для інструменту	1	4,8
Будівельно – монтажний пістолет	1	2,4
Маса інструментів в одному наборі $\Sigma= 15$ кг		

Загальна маса усіх інструментів і обладнання $\Sigma = 524$ кг

Загальна маса усіх матеріалів, інструментів і обладнання складає $\Sigma = 18859$ кг.

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано автомашиною IVECO EuroCargo ML120E18.

Таблиця 3.9 – Технічні характеристики автомашини [29]

Найменування	Одиниці виміру	Значення
Вантажопідйомність	кг	7600
Кількість осей:	шт	4
Ведучих:	шт	2
Найбільша швидкість	км/год	120
Паливний бак	л	115
Габаритні розміри:		
- довжина	мм	7800
- ширина	мм	2100
- висота	мм	3000
Витрата палива	л/100 км	16
Маса	кг	5990

3.4 Витрати на паливно-енергетичні ресурси

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються [27, 28]:

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

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

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

Витрата електроенергії паяльником KALDE PPR становить

$$E = 1,6 \times 220 \times 0,5 = 176 \text{ (Вт)}.$$

Витрата електроенергії перфоратором становить

$$E = 0,3 \times 44 \times 0,8 = 10,6 \text{ (Вт)}.$$

Витрата електроенергії електродрилю становить

$$E=0,57 \times 168 \times 0,3=28,7 \text{ (Вт)}.$$

Витрата електроенергії ударним молотком становить

$$E=1,8 \times 44 \times 0,8=63,4 \text{ (Вт)}.$$

Загальна витрата електроенергії становить

$$E = 176 \cdot 14 + 10,6 \cdot 3 + 28,7 \cdot 4 + 63,4 \cdot 9 = 3181 \text{ (Вт)}.$$

Необхідна кількість пального для доставки обладнання та матеріалів визначається за формулою, [27]

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

Відстань до місця монтажу 30 км; кількість ходок $n = 3$; витрата пального $Q = 16 \text{ л/100км}$. Отже необхідна кількість пального становитиме:

$$Q = 0,16 \times 2 \times 3 \times 30 = 28,8 \text{ (л)}.$$

3.5 Визначення трудомісткості монтажних робіт і складання календарного плану виконання робіт

По визначеній послідовності проведення робіт по монтажу системи опалення 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.

Розрахунки до побудови календарного графіку монтажу системи опалення зведені у таблицю 3.10

Таблиця 3.10 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт систем опалення

№	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год	Трудомісткість люд/дні	Кількість в бригаді люд.	Кількість бригад/змін	Тривалість, дні
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Доставка деталей та обладнання до місць монтажу	т	18,9	2,1	4,5	2	1	2,25
2	Пробивання отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщиною до 25 см	100шт	1,16	83,87	11	2	1	5,5
3	Пробивання отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщиною до 51 см	100шт	1,44	160,26	26	2	2	6,5
4	Пробивання борозен в цегляних стінах та підлогах площею перерізу до 50 кв.см	100 м	32,01	32,36	117	2	9	6,5
5	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 32 мм	100 м	0,45	106,1	6	2	4	0,75
6	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 25 мм	100 м	15	92,4	153	2	6	12,75
7	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 20 мм	100 м	16,56	89,9	168	2	6	14
8	Ізоляція трубопроводів зовнішнім діаметром до	10 м	320,1	11,2	440	2	8	27,5
9	Встановлення радіаторів сталевих	100 кВт	3,5613	96,92	38	2	4	4,75
10	Встановлення котлів опалювальних	шт.	99	9,8	106	2	4	13,25
11	Встановлення запірної арматури	шт.	891	2,41	238,5	2	9	13,25
12	Встановлення вузла нижнього підключення радіатора	шт.	306	2,41	85,5	2	9	4,75

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	Установлення сушарок для рушників	10 шт.	9	40,67	42	2	7	3
14	Гідравлічне випробування трубопроводів системи	100м	32,01	8,22	30	2	5	3
15	Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу	т	0,7	2,1	0,5	2	1	0,25

На основі визначеної трудомісткості та тривалості монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт (див. аркуш 8).

3.6 Визначення складу бригад

Для монтажу системи опалення 9-поверхової житлової будівлі потрібно 14 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 3.10.

3.7 Техніко-економічні показники календарного плану влаштування системи опалення

Розрахунок техніко-економічних показників виконується в такій послідовності.

Визначається середня кількість працюючих за формулою

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

де $Q_{заг}$ – загальна трудомісткість, 1466 люд/дні;

$T_{заг}$ – загальна тривалість будівництва, 57,5 дні (див. аркуш 8)

Середня кількість працюючих

$$R_c = \frac{1466}{57,7} \approx 26$$

Коефіцієнт нерівності використання людей визначається за формулою

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

де R_{\max} – максимальна кількість працюючих, 28 люд .

Тоді коефіцієнт нерівності використання людей

$$\alpha_1 = \frac{26}{28} = 0,92$$

Коефіцієнт нерівності по трудовитратах визначається за формулою

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

Тоді коефіцієнт нерівності по трудовитратах

$$\alpha_2 = \frac{53,5}{1466} = 0,04$$

Коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт визначається за формулою

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

де $T_{\text{вст}}$ – тривалість виконання робіт при $R \geq R_c$, 44,75 дні

$$\alpha_3 = \frac{44,75}{57,5} = 0,78$$

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

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

Під час зовнішнього огляду перевіряти відповідність виконаних монтажних робіт затвердженому проєктові, правильність збирання і міцність закріплення труб, нагрівальних пристроїв, встановлення контрольно-вимірювальних приладів, запірної та регулювальної арматури, розташування спускних і повітряних кранів, дотримання нахилів, відсутність протікання в з'єднаннях, радіаторів, кранах, засувках тощо.

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

Ефективність роботи системи опалення визначається після її семигодинної неперервної роботи з теплоносієм в подавальному трубопроводі з температурою, не нижчою за 50 °С і робочим тиском [34].

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

Гідравлічне випробування трубопроводів виконати в такій послідовності:

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

Схема проведення випробувань показано на рисунку 3.1.

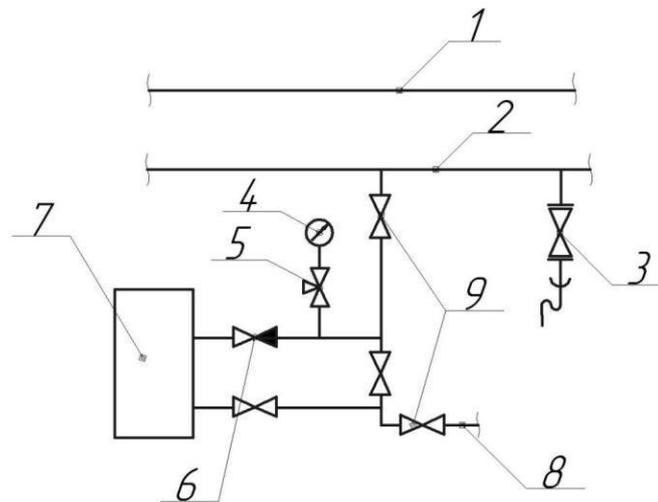


Рисунок 3.1 – Принципова схема випробування системи опалення:

- 1, 2 – подаючий та зворотній трубопроводи системи опалення; 3 - зливний кран;
 4 – манометр; 5 – спускний кран; 6 – зворотній клапан; 7 – гідравлічний прес;
 8 – від водопроводу; 9 – кран кульовий.

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

При гідравлічному випробуванні використовувати манометри з класом точності 0,4 – МТИф (манометр точних вимірів – діапазон до 600 кПа) [34].

3.9 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

При виконанні монтажних робіт системи опалення виконуються наступні роботи [33]:

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

На будівельно-монтажний персонал, що здійснює монтаж системи опалення будівлі, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [35, 36, 37, 38].

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів, Правил улаштування електроустановок (наказ від 21.07.2017 № 476 Міністерство

енергетики та вугільної промисловості України), НПАОП 40.1-1.01-97, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21-98, НПАОП 40.1-1.32.

В будинку використовується трифазна чотири провідна електромережа з глухозаземленим нульовим проводом. Величина напруги 380x220 В (фазна напруга (фаза – "0") – 220 В, а міжфазна лінійна (фаза–фаза) – 380 В).

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

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

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

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

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

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

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

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

Висновки до розділу 3

В даному розділі роботи розглянуто конструктивні особливості об'єкта монтажу, на основі чого складено перелік монтажних робіт. Для кожної роботи окремо визначено об'єм роботи.

Підібрано необхідні інструменти та обладнання, залежно від виду робіт, що виконуються. Складено відомості потреби у витратних матеріалах та виробках, а також пораховано загальну масу матеріалів та виробів, яка становить:

- основні матеріали – 15347 кг;
- інструменти та обладнання – 524 кг;
- допоміжні матеріали – 2989 кг.

Підібрано необхідну машину для доставки матеріалів і обладнання до місця монтажу.

Розраховано окремо для кожної з робіт трудомісткість, тривалість та склад бригад монтажників.

На основі цього розроблено та накреслено календарний план монтажу систем (див. аркуш 8). Запроєктований термін виконання всього монтажного процесу – 57,5 днів. Загальна трудомісткість процесу монтажу системи – 1466 люд-днів.

Побудовано графік руху робітників та графік руху машин і механізмів. Підраховано техніко-економічні показники графіку руху робітників (див. аркуш 8), які знаходять у встановлених межах.

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 теплопостачання є індивідуальні газові опалювальні котли Vaillant turboTEC pro VUW 242/5-3. Кожен з яких працює у діапазоні потужності від 14 до 24 кВт.

В якості палива в даних котлах використовується природній 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, $m^3/\text{рік}$:

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

де n – тривалість опалювального періоду, год;

N – кількість модулів нагріву, шт.;

L – витрата газу одним модулем, $m^3/\text{год}$;

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 [4]:

- підтримувати оптимальний коефіцієнт надлишку повітря на виході з топки шляхом наладки режиму горіння, а у разі потреби здійснювати реконструкцію пального 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:

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

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, $K_{п} = 2$;

$$K_{п} = K_{нас} \cdot K_{ф}, \quad (4.8)$$

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

$K_{ф}$ – коефіцієнт значення міста, $K_{ф}=1$.

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.	Норматив плати, грн./т	Кількість викиду, т/рік	Маса річного викиду, т		K _п	K _{нас}	K _ф	K _т	Платежі, грн./рік
			M _{пл}	M _{ип}					
CO	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
Σ=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 [18].

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 [39].

Клас енергетичної ефективності – це рівень енергетичної ефективності будинку за інтервалом значень питомої витрати теплової енергії на опалення будинку за опалювальний період [18, 40].

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)	25.11.2025
Адреса будинку	м. Вінниця, пр. Юності, 33
Розробник проєкту	Кирилюк О.С.
Адреса і телефон розробника	м. Вінниця, вул. Політехнічна, 7
Шифр проєкту будинку	08-13.МКР.005.00.000 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	$t_{OПЗ}$	°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_{HP} , м ²	—	2368	2368
- вікон і балконних дверей	$F_{СПВ}$, м ²	—	42,24	42,24
- вхідних дверей та воріт	F_D , м ²	—	16,6	16,6
- горищних перекриттів (холодного горища)				
- перекриттів над неопалюваними підвалами і під підлоговими просторами	$F_{ПКХГ}$, м ²	—	775,84	775,84
	$F_{Ц2}$, м ²	—	775,84	775,84
Площа опалюваних приміщень	F_h , м ²	—	6200	6200
Корисна площа (для громадських будинків)	F_{LK} , м ²	—	6200	6200
Площа житлових приміщень і кухонь	$F_{LЖ}$, м ²	—	4650	4650
Опалюваний об'єм	V_h , м ³	—	17360	17360
Показник компактності будинку	$\Lambda_{К буд}$	—	0,35	0,35

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5
Теплотехнічні та енергетичні показники				
Теплотехнічні показники				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень - стін - вікон і балконних дверей - вхідних дверей, воріт - горищних перекриттів (холодних горищ) - перекриттів над неопалюваними підвалами або підпіллями	$R_{\Sigma PR}$, $m^2 \cdot K/W$	4,0	4,01	4,01
	$R_{\Sigma PRHT}$	0,9	1	1
	$R_{\Sigma PRСПВ}$	0,7	0,85	0,85
	$R_{\Sigma PRД}$	6	6,45	6,45
	$R_{\Sigma PRХГ}$			
	$R_{\Sigma PRЦ2}$	5	5,2	5,2
Енергетичні показники				
Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{буд}$, $kW \cdot год/m^2$, [$kW \cdot год/m^3$]	—	0,05	0,05
Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	E_{max} , $kW \cdot год/m^2$, [$kW \cdot год/m^3$]	—	—	—
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 – “B”.

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 машинно-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації, згідно прайс-листів та усередненими даними Держбуду України [41].

Локальний кошторис складено на монтаж системи опалення 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	11503916
Вартість матеріалів, виробів, конструкцій	грн	8832300
Додаткові витрати	грн	2671616
Кошторисна заробітна плата	грн	1871117
Кошторисна трудомісткість	люд.-год.	14617

Багатоповерховий житловий будинок в м. Вінниці

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
на систему опалення
Система опалення**

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 11503,916 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 14,617 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 1871,117 тис. грн.
Середній розряд робіт 4,0 розряд

Складений в поточних цінах станом на "13 листопада" 2024 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	тих, що обслуговують машини	
												на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	КБ1-1-1	Доставлення матеріалів та обладнання до місця монтажу	т	6,8	<u>379,36</u> 207,86	<u>171,50</u> 122,41	2580	1413	<u>1167</u> 832	<u>2,1</u> 1,33	<u>14,28</u> 9,04		
2	КБ46-29-6	Пробивання круглих отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщиною до 25 см	100шт	1,16	<u>9823,69</u> 9823,69	-	11395	11395	-	<u>83,87</u> -	<u>97,29</u> -		
3	КБ46-29-8	Пробивання круглих отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщиною до 51 см	100шт	1,44	<u>18771,25</u> 18771,25	-	27031	27031	-	<u>160,26</u> -	<u>230,77</u> -		
4	КБ46-31-2	Пробивання борозен площею перерізу до 50 см ²	100м	32,01	<u>3836,29</u> 3790,33	<u>45,96</u> 32,83	122800	121328	<u>1472</u> 1051	<u>32,36</u> 0,402	<u>1035,84</u> 12,87		
5	КБ16-14-14	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 32 мм	100м	0,45	<u>13978,59</u> 13214,76	<u>753,28</u> 605,16	6290	5947	<u>339</u> 272	<u>106,1</u> 6,888	<u>47,75</u> 3,1		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	КБ16-14-13	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 25 мм	100м	15	<u>12833,12</u> 11508,42	<u>1318,25</u> 1059,03	192497	172626	<u>19774</u> 15885	<u>92,4</u> 12,054	<u>1386</u> 180,81
7	КБ16-14-12	Прокладання поліпропіленових труб діаметром 20 мм	100м	16,56	<u>13366,88</u> 11197,05	<u>2165,69</u> 1739,84	221356	185423	<u>35864</u> 28812	<u>89,9</u> 19,803	<u>1488,74</u> 327,94
8	КБ26-1-4	Ізоляція трубопроводів діаметром до 32 мм	10м	320,1	<u>1416,58</u> 1416,58	-	453447	453447	-	<u>11,2</u> -	<u>3585,12</u> -
9	КБ18-6-2	Встановлення радіаторів сталевих	100кВт	3,5613	<u>11640,50</u> 11076,99	-	41455	39448	-	<u>96,92</u> -	<u>345,16</u> -
10	КБ19-2-2	Встановлення котлів опалювальних	шт	99	<u>1277,89</u> 1202,66	-	126511	119063	-	<u>9,8</u> -	<u>970,2</u> -
11	КБ16-15-2	Встановлення запірної арматури	шт	891	<u>288,91</u> 288,91	-	257419	257419	-	<u>2,41</u> -	<u>2147,31</u> -
12	КБ16-15-1	Встановлення вузла нижнього підключення радіатора	шт	306	<u>288,91</u> 288,91	-	88406	88406	-	<u>2,41</u> -	<u>737,46</u> -
13	КБ17-2-2	Установлення сушарок для рушників	10шт	9	<u>4772,72</u> 4707,55	-	42954	42368	-	<u>40,67</u> -	<u>366,03</u> -
14	КБ16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів діаметром менше 50 мм	100м	32,01	<u>1235,98</u> 1219,68	<u>5,34</u> 1,31	39564	39042	<u>171</u> 42	<u>8,22</u> 0,015	<u>263,12</u> 0,48
15	КБ1-1-1	Вивезення матеріалів та обладнання	т	0,7	<u>379,36</u> 207,86	<u>171,50</u> 122,41	266	146	<u>120</u> 86	<u>2,1</u> 1,33	<u>1,47</u> 0,93
16	& С130-1190-1	Труби поліпропіленові, діаметром 32 мм	м	48	<u>158,00</u> -	-	7584	-	-	-	-
17	& С130-1190-2	Труби поліпропіленові, діаметром 25 мм	м	1500	<u>94,00</u> -	-	141000	-	-	-	-
18	& С130-1190-3	Труби поліпропіленові, діаметром 20 мм	м	1656	<u>65,00</u> -	-	107640	-	-	-	-
19	& С113-73-1	Кутник 20x90	шт	2150	<u>7,32</u> -	-	15738	-	-	-	-
20	& С113-73-2	Кутник 20x45	шт	1050	<u>7,88</u> -	-	8274	-	-	-	-
21	& С113-73-3	Кутник 25x90	шт	850	<u>12,50</u> -	-	10625	-	-	-	-
22	& С113-73-4	Кутник 25x45	шт	400	<u>13,81</u> -	-	5524	-	-	-	-
23	& С113-73-5	Кутник 32x90	шт	126	<u>21,70</u> -	-	2734	-	-	-	-
24	С113-1794	Муфта діам. 32 мм	шт	10	<u>18,00</u> -	-	180	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25	C113-1793	Муфта діам. 25 мм	шт	44	<u>15,00</u>	-	660	-	-	-	-
26	C113-1792	Муфта діам. 20 мм	шт	40	<u>8,00</u>	-	320	-	-	-	-
27	C113-1737	Трійник із поліпропілену діам. 20 мм	шт	18	<u>17,50</u>	-	315	-	-	-	-
28	C113-1738	Трійник із поліпропілену діам. 25 мм	шт	36	<u>17,50</u>	-	630	-	-	-	-
29	C113-1746	Трійник редукційний із поліпропілену діам. 25x20 мм	шт	324	<u>17,50</u>	-	5670	-	-	-	-
30	C113-1747	Трійник редукційний із поліпропілену діам. 32x20 мм	шт	18	<u>24,80</u>	-	446	-	-	-	-
31	C113-1748	Трійник редукційний із поліпропілену діам. 32x25 мм	шт	18	<u>24,80</u>	-	446	-	-	-	-
32	C113-1776	Перехід редукційний /редукція/ діам. 25x20 мм	шт	216	<u>15,30</u>	-	3305	-	-	-	-
33	C113-1777	Перехід редукційний /редукція/ діам. 32x20 мм	шт	36	<u>17,40</u>	-	626	-	-	-	-
34	C113-1808	Муфта із зовнішньою різьбою діам. 20x1/2" мм	шт	297	<u>107,00</u>	-	31779	-	-	-	-
35	C113-1811	Муфта із зовнішньою різьбою діам. 25x3/4" мм	шт	198	<u>170,00</u>	-	33660	-	-	-	-
36	C113-1800	Муфта із внутрішньою різьбою діам. 20x3/4" мм	шт	612	<u>130,00</u>	-	79560	-	-	-	-
37	& C130-1183-1	Кран кульовий Valtec з накидною гайкою 3/4"	шт	297	<u>450,00</u>	-	133650	-	-	-	-
38	& C130-1183-2	Кран кульовий Valtec з накидною гайкою 1/2"	шт	396	<u>350,00</u>	-	138600	-	-	-	-
39	C1630-103 варіант 2	Фільтр латунний різьбовий діаметром 25 мм	шт	99	<u>250,00</u>	-	24750	-	-	-	-
40	C1630-103 варіант 3	Фільтр латунний різьбовий діаметром 20 мм	шт	99	<u>181,43</u>	-	17962	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
41	& C1630-536-1 варіант 1	Вузол нижнього підключення Giacomini кутовий компактний 1/2"x3/4"	шт	306	<u>780,00</u>	-	238680	-	-	-	-
42	& C111-114-1	Нитка для герметизації різьбових з'єднань Loctite 55 160 м	шт	4	<u>800,00</u>	-	3200	-	-	-	-
43	& C1630-10-1	Комплект коаксіальний Vaillant 060/100	комплект	99	<u>2500,00</u>	-	247500	-	-	-	-
44	C113-2441 варіант 2	Ізоляція Thermaflex для труб	м	3201	<u>80,00</u>	-	256080	-	-	-	-
45	& C130-557-14	Радіатор Korado 500x400 22VK	шт	9	<u>4700,00</u>	-	42300	-	-	-	-
46	& C130-557-15	Радіатор Korado 500x500 22VK	шт	148	<u>5400,00</u>	-	799200	-	-	-	-
47	& C130-557-17	Радіатор Korado 500x600 22VK	шт	22	<u>6600,00</u>	-	145200	-	-	-	-
48	& C130-557-18	Радіатор Korado 500x700 22VK	шт	79	<u>7100,00</u>	-	560900	-	-	-	-
49	& C130-557-19	Радіатор Korado 500x800 22VK	шт	30	<u>7700,00</u>	-	231000	-	-	-	-
50	& C130-485-1	Кріплення для радіаторів Korado Z-U 320	шт	306	<u>250,00</u>	-	76500	-	-	-	-
51	& C1630-536-111	Термостатичний елемент	шт	306	<u>500,00</u>	-	153000	-	-	-	-
52	& C130-557-21	Радіатор Korado 500x900 22VK	шт	18	<u>8600,00</u>	-	154800	-	-	-	-
53	& C130-433-2	Котел Vaillant turboTEC pro VUW 242/5-3	шт	99	<u>46300,00</u>	-	4583700	-	-	-	-
54	& C130-549-1	Рушникосушарка Маріо Люкс НР -І 800 x 530 TR К	шт	90	<u>6200,00</u>	-	558000	-	-	-	-
		Разом прямі витрати по кошторису					10455709	1564502	<u>58907</u> 46980		<u>12716,54</u> 535,17
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					10455709		8832300 1611482 1048207 1365,3 259635 11503916		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

		Всього по кошторису						11503916				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.						14617				
		Кошторисна заробітна плата, грн.						1871117				

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 – 11503916 грн, кошторисна трудомісткість – 14617 люд-год, кошторисна заробітна плата – 1871117 грн.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

1. Проведений аналітичний огляд показав, що підвищення енергоефективності житлових будинків є ключовим напрямом розвитку сфери тепlopостачання в Україні, зумовленим високими енергетичними витратами, застарілою інфраструктурою та зростанням вартості енергоресурсів. Аналіз існуючих систем опалення засвідчив, що індивідуальні поквартирні системи на основі сучасних газових котлів є найбільш ефективним технічним рішенням для багатоповерхового житлового фонду. Вони забезпечують мінімізацію тепловтрат, автономність регулювання, точний облік споживання та високу економічну доцільність, що підтверджується швидкими строками окупності та зниженням експлуатаційних витрат.

2. Сучасні конденсаційні котли, завдяки високому ККД та автоматизованому керуванню, дозволяють значно скоротити споживання газу та зменшити негативний екологічний вплив. Нормативно-правова база України встановлює чіткі вимоги щодо енергоефективності, безпеки та екологічності систем опалення, а дотримання цих вимог забезпечує надійність і ефективність їх роботи. Порівняльний аналіз централізованих та індивідуальних систем підтвердив переваги останніх у контексті модернізації житлового фонду та формування раціональної моделі тепlopостачання, що відповідає сучасним технічним, економічним та екологічним вимогам.

3. Виконано варіантний вибір конструктивних рішень системи опалення 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 проєкту із різними конструктивними складовими.

4. Представлено схеми розміщення елементів системи опалення на планах поверхів (1–3 аркуші), побудовано аксонометричні схеми систем (4–6 аркуші) та виконано розрахунки теплонадходжень в будівлю та змодельовано гідравлічний

режим роботи системи опалення. На основі виконаних гідравлічних розрахунків і визначених теплонадходжень в приміщення було підбрано обладнання систем.

5. Під час виконання організаційно-технологічного забезпечення реалізації проектних рішень було визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи опалення, потребу в допоміжних матеріалах, підбрані 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 57,5 дні (аркуш 8).

6. Запропоновано заходи з енергозбереження та охорони довкілля. Розраховано шкідливі викиди від котлоагрегатів. Складено енергетичний паспорт будинку, в якому порашовані 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 – “В”

7. Виконано розрахунок техніко-економічних показників. Складено локальні кошториси для системи опалення. В результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витрати по кошторису – 11503916 грн, кошторисна трудомісткість – 14617 люд-год, кошторисна заробітна плата – 1871117 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ковальчук В.А., Мацева Т.С. Теплопостачання: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2013. 300 с.
2. Єнін П.М., Швачко Н.А. Теплопостачання (частина 1 «Теплові мережі та споруди»): навч. посіб. Київ: Кондор, 2007. 244 с.
3. Клімов Р.О. Конспект лекцій по дисципліні «Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 144 –Теплоенергетика. Кам'янське: ДДТУ, 2016. 102 с
4. Ратушняк Г.С., Попова Г. С. Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання: навч. посіб. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2004. 136 с.
5. В. Б. Горбань, П. М. Макаренко, О. В. Калініченко, В. І. Аранчій та ін., Енергоефективність та енергозбереження: економічний, технікотехнологічний та екологічний аспекти: монографія. Полтава: ПП «Астроя», 2019, 312 с.
6. ДБН В.2.2-15-2019. Житлові будинки. Основні положення. Чинний від 2019-12-01. Вид. офіц. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2019. 47 с.
7. Ратушняк Г. С., Ободянська О. І., Кирилюк О. С. Енергоефективна стратегія теплопостачання будівель: інтеграція централізованих та автономних систем // Енергоефективність в галузях економіки України: матеріали Міжнар. наук.-техн. конф., Вінниця, 2025. Електронне наук. вид. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2025/paper/view/26276/21665>
8. Енергетична стратегія України на період до 2050 року: офіційний текст станом на 21.04.2023 [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text>. (дата звернення 19.10.2025).
9. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014. 232 с.
10. ДСТУ Б А.2.4–41:2009. Система проектної документації для будівництва. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення. Чинний від 2010-01-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2010. 32 с.

11. А. О. Редько, М. Н. Безродний, М. В. Загорученко, О. Ф. Редько, Г. С. Ратушняк, М. І. Хмельнюк. Низькопотенціальна енергетика. Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2016, 412 с.

12. ДСТУ EN 16798-1:2022. Енергетична ефективність будівель. Вентиляція будівель. Частина 1. Вхідні параметри внутрішнього середовища для проектування та оцінювання енергетичної ефективності будівель, що стосуються якості повітря в приміщенні, теплового середовища, освітлення та акустики. (модуль М1-6) (EN 16798-1:2019, IDT). Чинний від 2022-12-28. Вид неофіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022. 80 с.

13. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. Чинний від 2008-10-01. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2008. 68 с.

14. Панкевич О.Д., Ободяньська О.І., Титко О.В. Теплопостачання: навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2021. 85 с.

15. Є. А. Бобров. Енергетична безпека держави. Київ: Університет економіки та права, ВНЗ «КРОК», 2013, 306 с.

16. ДСТУ 9190:2022. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. Чинний від 2023-03-01. Вид. неофіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022. 152 с.

17. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Чинний від 2011-11-01. Вид. неофіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2010. 123 с.

18. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Чинний від 2022-09-01. Вид. офіц. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 23 с.

19. ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання. Чинний від 2020-06-01. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 109 с.

20. Ратушняк Г. С., Попова Г. С. Будівельна теплофізика: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2004. 119 с.
21. О. Ю. Співак, Н. В. Резидент. Тепломасообмін. Вінниця: ВНТУ, 2021, 113 с.
22. ДСТУ Б А.2.4-8:2009. Умовні графічні зображення та умовні позначки елементів санітарно-технічних систем. Чинний від 2010-01-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 13 с.
23. Регулююча арматура – Інженерна сантехніка VALTEC. URL: <https://valtec.ua/product-category/reguliruyushhaya-armatura-ua> (дата звернення: 15.10.2025).
24. Каталог опалювальних приладів Korado. URL: <https://korado.in.ua/catalog/korado-z-nizhnim-pidklyuchennyam> (дата звернення: 20.10.2025).
25. Слободян Н.М., Панкевич О.Д., Ободянська О.І. Організація та технологія проектування систем теплогазопостачання та вентиляції : навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2016. 110 с.
26. Кінаш Р.І., Жуковський С.С. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт : навч. посіб. Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999. 448 с.
27. Панкевич О.Д. Організація будівництва : навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2007. 86 с.
28. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 46 с.
29. Транспортні засоби. URL: <https://www.machineseker.com.ua/iveco-eurocargo+ml120e18/i-16430701> (дата звернення: 25.10.2025).
30. Лебідка вантажопідйомна URL: <http://budmash.ua> (дата звернення: 25.10.2025).

31. Зварювальний апарат для ручного дугового зварювання URL: <https://nisa-svarka.com.ua/ua/p17285868-svarochnyj-apparat-dlya.html> (дата звернення: 25.10.2025).

32. Механізовані інструменти URL: <https://leg.co.ua/info/instrumenty-i-mehanizmy/elektricheskie-ruchnye-mashiny-i-porohovoy-instrument-dlya-montazha-sistem-avtomatizacii.html> (дата звернення: 30.10.2025).

33. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Опалення - внутрішнє обладнання (Збірник 18) (РЕКНБ). Чинний від 2023-02-22. Вид. офіц. Київ: Міністерства розвитку громад та територій України, 2021. 56 с.

34. Ободянська О. І. Пусконаладжувальні роботи в інженерних системах // ЛІІ науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ: матеріали наук.-техн. конф., Вінниця, 2024. Електронне наук. вид. URL: <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. Чинний від 1999-12-01. Вид. офіц. Київ: Міністерство охорони здоров'я, 1999. 46 с.

36. ДСН 3.3.6.039–99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної. Чинний від 1999-12-01. Вид. офіц. Київ: Міністерство охорони здоров'я, 1999. 54 с.

37. ДБН А.3.2-2–2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Чинний від 2012-04-01. Вид. офіц. Київ: Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ), 2009. 120 с.

38. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Чинний від 2017-04-01. Вид. офіц. Київ: Науково-виробниче підприємство «Укренергоналадкавимірювання», 2016. 107 с.

39. Закон України Про енергетичну ефективність будівель. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text> (дата звернення: 10.10.2025).

40. Директива Європейського парламенту та Ради 2012/27EU Про енергоефективність: URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_017-12#Text (дата звернення: 05.10.2025).

41. Лялюк. О.Г. Економіка будівництва: практикум. Вінниця: ВНТУ, 2004. 68с.

Додаток А – Технічне завдання
Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на розроблення:

«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ
БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ»

Розробив
ст. гр. ТГ-24м

Кирилюк О.С.

Керівник
к.т.н., професор

Ратушняк Г.С.

Вінниця 2025

Технічне завдання

1. Призначення розробки та місце застосування.

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

2. Основа для виконання робіт.

Завдання на МКР затверджено наказом № 313 від «24» вересня 2025 року. Основою для виконання робіт є архітектурно-будівельні креслення виробничої будівлі.

3. Мета та призначення розробки.

Метою розроблення є створення проєктних рішень надійної системи опалення багатоповерхового 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 опалення, а також робочі креслення житлової будівлі і нормативна література.

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до системи опалення викладено в наступній нормативній літературі:

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

ДСТУ 9190:2022 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячому водопостачанні»

6. Вимоги по стандартизації та уніфікації.

При розробленні системи 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 9190:2022 «Енергетична

ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні»

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

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

10.2 Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

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

10.4 Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

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

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

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

Додаток Б Висновок про перевірку МКР на плагіат

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Енергоефективна система опалення багатоповерхового житлового будинку

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота

(БКР, МКР)

Підрозділ кафедра ІСБ, факультет БЦЕІ

(кафедра, факультет)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism (КПІ) 9,15 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийнято до захисту.

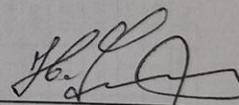
У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.

У роботі виявлено ознаки академічного плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

Коц В.І., к.т.н., професор каф. ІСБ

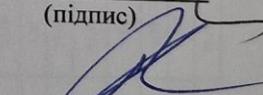
(прізвище, ініціали, посада)



(підпис)

Ратушняк Г.С., к.т.н., професор каф. ІСБ

(прізвище, ініціали, посада)

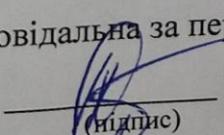


(підпис)

Особа, відповідальна за перевірку:

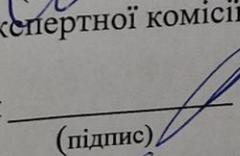
к.т.н., доцент каф. ІСБ Слободян Н.М.

(прізвище, ініціали)


(підпис)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

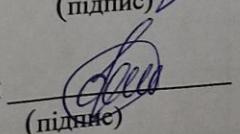
Керівник


(підпис)

Ратушняк Г.С., к.т.н., професор каф. ІСБ

(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач


(підпис)

Кирилюк О.С.

(прізвище, ініціали)

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
325	Кухня	Зовнішня стіна	Північ	4,00	3,00	12,00	0,21	41,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	164,08	295,77	14,00	3,00	580,31	876,09	500x500	1
		Вікно	Північ	1,40	1,50	2,10	1	41,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	131,69							
		Підлога	-	4,00	3,50	14,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
326	Кухня	Підлога	-	4,50	3,50	15,75	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,75	3,00	238,85	253,60	500x400	1
328	Кухня	Зовнішня стіна	Північ	4,00	3,00	12,00	0,21	41,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	164,08	295,77	14,00	3,00	580,31	876,09	500x500	1
		Вікно	Північ	1,40	1,50	2,10	1	41,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	131,69							
		Підлога	-	4,00	3,50	14,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
329	Спальня	Зовнішня стіна	Північ	5,00	3,00	15,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	5,00	95,00	2,15	402,16	782,14	18,00	3,00	782,51	1564,66	500x500	2
		Зовнішня стіна	Захід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	5,00	5,00	5,00	0,00	1,15	129,06							
		Вікно	Північ	1,30	1,50	1,95	1	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	128,25							
		Вікно	Захід	1,30	1,50	1,95	1	43,00	1,00	5,00	5,00	0,00	0,00	1,10	122,67							
		Підлога	-	6,00	3,00	18,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
330	Спальня	Зовнішня стіна	Північ	5,00	3,00	15,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	5,00	0,00	1,20	224,46	487,38	18,00	3,00	782,51	1269,90	500x700	1
		Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	5,00	0,00	1,20	134,68							
		Вікно	Схід	1,30	1,50	1,95	1	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	128,25							
		Підлога	-	6,00	3,00	18,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
332	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	6,00	3,00	18,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	5,00	95,00	2,05	460,14	721,32	18,00	3,00	782,51	1503,83	500x900	1
		Зовнішня стіна	Захід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	5,00	5,00	5,00	0,00	1,15	129,06							
		Вікно	Захід	1,40	1,50	2,10	1	43,00	1,00	5,00	5,00	0,00	0,00	1,10	132,11							
		Підлога	-	3,00	6,00	18,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
333	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	3,00	60,66	60,66	-	-
334	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	4,00	3,00	12,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	5,00	0,00	1,10	164,60	449,01	12,00	3,00	521,68	970,69	500x600	1
		Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	10,00	10,00	5,00	0,00	1,25	140,29							
		Вікно	Схід	1,40	1,50	2,10	1	43,00	1,00	10,00	10,00	0,00	0,00	1,20	144,12							
		Підлога	-	3,00	4,00	12,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
335	Кухня	Зовнішня стіна	Захід	3,00	3,00	9,00	0,21	41,00	1,00	5,00	5,00	0,00	0,00	1,10	117,71	243,68	15,00	3,00	621,77	865,44	500x500	1
		Вікно	Захід	1,40	1,50	2,10	1	41,00	1,00	5,00	5,00	0,00	0,00	1,10	125,96							
		Підлога	-	3,00	5,00	15,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
336	Санвузол	Підлога	-	2,00	1,00	2,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	3,00	30,33	30,33	-	-

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
337	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	6,00	3,00	18,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	5,00	95,00	2,05	460,14	732,93	18,00	3,00	782,51	1515,45	500x900	1
		Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	5,00	0,00	1,20	134,68							
		Вікно	Схід	1,40	1,50	2,10	1	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	138,11							
		Підлога	-	3,00	6,00	18,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
338	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	6,00	3,00	18,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	5,00	0,00	1,10	246,91	531,31	18,00	3,00	782,51	1313,83	500x800	1
		Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	10,00	10,00	5,00	0,00	1,25	140,29							
		Вікно	Схід	1,40	1,50	2,10	1	43,00	1,00	10,00	10,00	0,00	0,00	1,20	144,12							
		Підлога	-	3,00	6,00	18,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
339	Кухня	Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	41,00	1,00	10,00	5,00	0,00	95,00	2,10	224,72	356,41	9,00	3,00	373,06	729,47	500x400	1
		Вікно	Схід	1,40	1,50	2,10	1	41,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	131,69							
		Підлога	-	3,00	3,00	9,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
340	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	3,00	60,66	60,66	-	-
342	Кухня	Зовнішня стіна	Північ	1,50	3,00	4,50	0,21	41,00	1,00	10,00	5,00	5,00	95,00	2,15	115,04	355,06	15,00	3,00	621,77	976,83	500x600	1
		Зовнішня стіна	Захід	3,00	3,00	9,00	0,21	41,00	1,00	5,00	5,00	5,00	0,00	1,15	123,06							
		Вікно	Захід	1,30	1,50	1,95	1	41,00	1,00	5,00	5,00	0,00	0,00	1,10	116,97							
		Підлога	-	5,00	3,00	15,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
343	Санвузол	Підлога	-	2,00	1,00	2,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	3,00	30,33	30,33	-	-
344	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	3,00	60,66	60,66	-	-
345	Кухня	Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	41,00	1,00	10,00	5,00	0,00	95,00	2,10	224,72	356,41	9,00	3,00	373,06	729,47	500x400	1
		Вікно	Схід	1,40	1,50	2,10	1	41,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	131,69							
		Підлога	-	3,00	3,00	9,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
346	Спальня	Зовнішня стіна	Північ	4,00	3,00	12,00	0,21	43,00	1,00	0,00	10,00	5,00	95,00	1,15	155,52	473,74	20,00	3,00	869,46	1343,18	500x800	1
		Зовнішня стіна	Захід	5,00	3,00	15,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	5,00	0,00	1,20	162,54							
		Вікно	Захід	2,10	1,50	3,15	1	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	155,77							
		Підлога	-	5,00	4,00	20,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
347	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	3,00	60,66	60,66	-	-
348	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	3,00	60,66	60,66	-	-

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
349	Спальня	Зовнішня стіна	Північ	4,00	3,00	12,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	5,00	0,00	1,2	134,67	464,40	20,00	3,00	869,46	1333,86	500x800	1
		Зовнішня стіна	Схід	5,00	3,00	15,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	5,00	0,00	1,20	167,34							
		Вікно	Схід	2,10	1,50	3,15	1	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	155,78							
		Підлога	-	5,00	4,00	20,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
350	Спальня	Зовнішня стіна	Північ	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	5,00	95,00	2,15	241,29	384,75	18,00	3,00	782,51	1167,26	500x700	1
		Зовнішня стіна	Захід	1,50	3,00	4,50	0,21	43,00	1,00	5,00	5,00	5,00	0,00	1,15	64,53							
		Вікно	Північ	0,80	1,50	1,20	1	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	78,92							
		Підлога	-	6,00	3,00	18,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
351	Спальня	Зовнішня стіна	Північ	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	5,00	95,00	2,15	241,29	384,75	18,00	3,00	782,51	1167,26	500x700	1
		Зовнішня стіна	Захід	1,50	3,00	4,50	0,21	43,00	1,00	5,00	5,00	5,00	0,00	1,15	64,53							
		Вікно	Північ	0,80	1,50	1,20	1	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	78,92							
		Підлога	-	6,00	3,00	18,00	0,18	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							

Таблиця В.2 – Розрахунок теплових втрат приміщень першого поверху

№	Назва	Позначення конструкції	Орієнтація	Розміри		Площа, м ²	К, Вт/м ² ·°C	Δt, °C	n	Додаткові тепловтрати					Тепловтрати конструкцій, Вт	Тепловтрати приміщення, Вт	Площа, м ²	Висота, м	Тепловтрати на вентиляцію, Вт	Загальні тепловтрати, Вт	Радіатори	
				ширина, м	висота, м					орієнтація	вітер	стіни	двері	загальні							Розмір	Кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
101	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	5,00	3,00	15,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	5,00	95,00	2,05	383,45	798,19	18,00	3,00	782,51	1580,70	500x500	2
		Зовнішня стіна	Захід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	5,00	5,00	5,00	0,00	1,15	129,06							
		Вікно	Південь	1,30	1,50	1,95	1,00	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	117,10							
		Вікно	Захід	1,30	1,50	1,95	1,00	43,00	1,00	5,00	5,00	0,00	0,00	1,10	122,67							
		Підлога	-	6,00	3,00	18,00	0,18	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,90							
102	Кухня	Зовнішня стіна	Південь	4,00	3,00	12,00	0,21	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	95,00	2,00	285,36	424,01	12,00	3,00	497,41	921,42	500x600	1
		Вікно	Південь	1,30	1,50	1,95	1,00	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	111,65							
		Підлога	-	4,00	3,00	12,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,00							
103	Кухня	Зовнішня стіна	Південь	3,00	3,00	9,00	0,21	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	95,00	2,00	214,02	460,95	10,50	3,00	435,24	896,19	500x500	1
		Вікно	Південь	2,60	1,50	3,90	1	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	223,30							
		Підлога	-	3,00	3,50	10,50	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,63							
104	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	4,00	3,00	12,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	113,78	256,25	24,00	3,00	1043,35	1299,60	500x800	1
		Вікно	Південь	1,20	1,50	1,80	1,00	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	81,27							
		Підлога	-	4,00	6,00	24,00	0,18	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,20							
105	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	4,00	3,00	12,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	113,78	256,25	24,00	3,00	1043,35	1299,60	500x800	1
		Вікно	Південь	1,20	1,50	1,80	1,00	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	81,27							
		Підлога	-	4,00	6,00	24,00	0,18	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,20							

Продовження таблиці В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
106	Кухня	Зовнішня стіна	Південь	3,00	3,00	9,00	0,21	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	95,00	2,00	214,02	460,95	10,50	3,00	435,24	896,19	500x500	1
		Вікно	Південь	2,60	1,50	3,90	1	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	223,30							
		Підлога	-	3,00	3,50	10,50	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,63							
107	Кухня	Зовнішня стіна	Південь	4,00	3,00	12,00	0,21	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	95,00	2,00	285,36	424,01	12,00	3,00	497,41	921,42	500x600	1
		Вікно	Південь	1,30	1,50	1,95	1	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	111,65							
		Підлога	-	4,00	3,00	12,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,00							
108	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	5,00	3,00	15,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	5,00	95,00	2,05	383,45	809,37	18,00	3,00	782,51	1591,89	500x500	2
		Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	1	43,00	1,00	10,00	5,00	5,00	0,00	1,20	134,68							
		Вікно	Південь	1,30	1,50	1,95	0,18	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	117,10							
		Вікно	Схід	1,30	1,50	1,95	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	128,25							
		Підлога	-	6,00	3,00	18,00	0,21	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,90							
109	Спальня	Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	95,00	2,10	235,68	419,70	18,00	3,00	782,51	1202,21	500x700	1
		Вікно	Схід	1,40	1,50	2,10	1	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	138,11							
		Підлога	-	3,00	6,00	18,00	0,18	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,90							
110	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	9,00	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-	
111	Санвузол	Підлога	-	2,00	1,00	2,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	4,50	2,00	3,00	30,33	34,38	-	-	
112	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	9,00	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-	
113	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	9,00	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-	
114	Санвузол	Підлога	-	2,00	1,00	2,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	4,50	2,00	3,00	30,33	34,38	-	-	
115	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	9,00	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-	
116	Спальня	Зовнішня стіна	Захід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	5,00	5,00	0,00	95,00	2,05	230,07	408,08	18,00	3,00	782,51	1190,59	500x700	1
		Вікно	Захід	1,40	1,50	2,10	1	43,00	1,00	5,00	5,00	0,00	0,00	1,10	132,11							
		Підлога	-	3,00	6,00	18,00	0,18	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,90							
117	Спальня	Зовнішня стіна	Захід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	5,00	5,00	0,00	95,00	2,05	230,07	408,08	18,00	3,00	782,51	1190,59	500x700	1
		Вікно	Захід	1,40	1,50	2,10	1	43,00	1,00	5,00	5,00	0,00	0,00	1,10	132,11							
		Підлога	-	3,00	6,00	18,00	0,18	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,90							
118	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	9,00	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-	
119	Санвузол	Підлога	-	2,00	1,00	2,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	4,50	2,00	3,00	30,33	34,38	-	-	
120	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	9,00	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-	
121	Санвузол	Підлога	-	2,00	1,00	2,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	4,50	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-	

Продовження таблиці В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
133	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	9,00	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-
134	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	4,00	3,00	12,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	5,00	0,00	1,10	164,60	479,61	12,00	3,00	521,68	1001,29	500x700	1
		Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	10,00	10,00	5,00	0,00	1,25	140,29							
		Вікно	Схід	1,40	1,50	2,10	1	43,00	1,00	10,00	10,00	0,00	0,00	1,20	144,12							
		Підлога	-	3,00	4,00	12,00	0,18	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,60							
135	Кухня	Зовнішня стіна	Захід	3,00	3,00	9,00	0,21	41,00	1,00	5,00	5,00	0,00	0,00	1,10	117,71	277,43	15,00	3,00	621,77	899,20	500x500	1
		Вікно	Захід	1,40	1,50	2,10	1	41,00	1,00	5,00	5,00	0,00	0,00	1,10	125,96							
		Підлога	-	3,00	5,00	15,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,75							
136	Санвузол	Підлога	-	2,00	1,00	2,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	4,50	2,00	3,00	30,33	34,38	-	-
137	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	6,00	3,00	18,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	5,00	95,00	2,05	460,14	778,83	18,00	3,00	782,51	1561,34	500x900	1
		Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	5,00	0,00	1,20	134,68							
		Вікно	Схід	1,40	1,50	2,10	1	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	138,11							
		Підлога	-	3,00	6,00	18,00	0,18	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,90							
138	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	6,00	3,00	18,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	5,00	0,00	1,10	246,91	577,21	18,00	3,00	782,51	1359,72	500x800	1
		Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	10,00	10,00	5,00	0,00	1,25	140,29							
		Вікно	Схід	1,40	1,50	2,10	1	43,00	1,00	10,00	10,00	0,00	0,00	1,20	144,12							
		Підлога	-	3,00	6,00	18,00	0,18	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,90							
139	Кухня	Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	41,00	1,00	10,00	5,00	0,00	95,00	2,10	224,72	376,66	9,00	3,00	373,06	749,72	500x500	1
		Вікно	Схід	1,40	1,50	2,10	1	41,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	131,69							
		Підлога	-	3,00	3,00	9,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,25							
140	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	9,00	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-
142	Кухня	Зовнішня стіна	Північ	1,50	3,00	4,50	0,21	41,00	1,00	10,00	5,00	5,00	95,00	2,15	115,04	388,81	15,00	3,00	621,77	1010,58	500x600	1
		Зовнішня стіна	Захід	3,00	3,00	9,00	0,21	41,00	1,00	5,00	5,00	5,00	0,00	1,15	123,06							
		Вікно	Захід	1,30	1,50	1,95	1	41,00	1,00	5,00	5,00	0,00	0,00	1,10	116,97							
		Підлога	-	5,00	3,00	15,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,75							
143	Санвузол	Підлога	-	2,00	1,00	2,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	4,50	2,00	3,00	30,33	34,38	-	-
144	Санвузол	Підлога	-	2,00	2,00	4,00	0,18	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	9,00	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-

Продовження таблиці В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
902	Кухня	Зовнішня стіна	Південь	4,00	3,00	12,00	0,21	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	95,00	2,00	285,36	421,31	12,00	3,00	497,41	918,72	500x600	1
		Вікно	Південь	1,30	1,50	1,95	1,00	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	111,65							
		Стеля	-	4,00	3,00	12,00	0,17	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,30							
903	Кухня	Зовнішня стіна	Південь	3,00	3,00	9,00	0,21	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	95,00	2,00	214,02	435,38	10,50	3,00	435,24	870,62	500x500	1
		Вікно	Південь	2,30	1,50	1,95	1,00	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	217,10							
		Підлога	-	3,00	3,50	10,50	0,17	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,26							
904	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	4,00	3,00	12,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	95,00	2,00	299,28	462,45	24,00	3,00	1043,35	1505,80	500x800	1
		Вікно	Південь	1,20	1,50	1,80	1,00	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	108,09							
		Стеля	-	4,00	6,00	24,00	0,17	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,08							
905	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	4,00	3,00	12,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	95,00	2,00	299,28	462,45	24,00	3,00	1043,35	1505,80	500x800	1
		Вікно	Південь	1,20	1,50	1,80	1,00	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	108,09							
		Стеля	-	4,00	6,00	24,00	0,17	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,08							
906	Кухня	Зовнішня стіна	Південь	3,00	3,00	9,00	0,21	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	95,00	2,00	214,02	435,38	10,50	3,00	435,24	870,62	500x500	1
		Вікно	Південь	2,30	1,50	1,95	1,00	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	217,10							
		Підлога	-	3,00	3,50	10,50	0,17	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,26							
907	Кухня	Зовнішня стіна	Південь	4,00	3,00	12,00	0,21	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	95,00	2,00	285,36	421,31	12,00	3,00	497,41	918,72	500x500	1
		Вікно	Південь	1,30	1,50	1,95	1,00	41,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	111,65							
		Стеля	-	4,00	3,00	12,00	0,17	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,30							
908	Спальня	Зовнішня стіна	Південь	5,00	3,00	15,00	0,21	43,00	1,00	0,00	5,00	5,00	95,00	2,05	383,45	804,78	18,00	3,00	782,51	1587,30	500x500	2
		Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	5,00	0,00	1,20	134,68							
		Вікно	Південь	1,30	1,50	1,95	1,00	43,00	1,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,05	117,10							
		Вікно	Схід	1,30	1,50	1,95	1,00	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	128,25							
		Стеля	-	6,00	3,00	18,00	0,17	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,31							
909	Спальня	Зовнішня стіна	Схід	3,00	3,00	9,00	0,21	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	95,00	2,10	235,68	415,11	18,00	3,00	782,51	1197,62	500x700	1
		Вікно	Схід	1,40	1,50	2,10	1,00	43,00	1,00	10,00	5,00	0,00	0,00	1,15	138,11							
		Стеля	-	3,00	6,00	18,00	0,17	17,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,31							
910	Санвузол	Стеля	-	2,00	2,00	4,00	0,17	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,10	8,10	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-
911	Санвузол	Стеля	-	2,00	1,00	2,00	0,17	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,05	4,05	2,00	3,00	30,33	34,38	-	-
912	Санвузол	Стеля	-	2,00	2,00	4,00	0,17	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,10	8,10	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-
913	Санвузол	Стеля	-	2,00	2,00	4,00	0,17	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,10	8,10	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-
914	Санвузол	Стеля	-	2,00	1,00	2,00	0,17	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,05	4,05	2,00	3,00	30,33	34,38	-	-
915	Санвузол	Стеля	-	2,00	2,00	4,00	0,17	15,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,10	8,10	4,00	3,00	60,66	68,76	-	-

Додаток Г – Гідравлічний розрахунок

Таблиця Г.1 – Гідравлічний розрахунок трубопроводів першого поверху

№	Q, Вт	G, кг/го д	l, м	d, м	V, м/с	R, Па/м	R ℓ , Па	ξ	Z, Па	p, Па	P, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3-4	4014	172,56	3,80	0,25	0,25	0,053	201,40	8,60	261,23	462,63	1035,20
2-3	2867	123,25	6,90	0,25	0,15	0,023	158,70	4,65	50,85	209,55	572,58
1-2	1338	57,52	10,40	0,20	0,10	0,030	312,00	10,50	51,03	363,03	363,03
1-2	1338	57,52	10,40	0,20	0,10	0,030	312,00	10,50	51,61	363,61	363,61
2-3	2867	123,25	6,90	0,25	0,15	0,023	158,70	4,65	51,42	210,12	573,73
3-4	4014	172,56	3,80	0,25	0,25	0,053	201,40	8,60	264,18	465,58	1039,31
										2074,51	
3-4	3823	164,35	3,80	0,25	0,25	0,053	201,40	8,60	261,23	462,63	1002,40
2-3	2867	123,25	6,90	0,25	0,15	0,023	158,70	1,65	18,04	176,74	539,77
1-2	1338	57,52	10,40	0,20	0,10	0,030	312,00	10,50	51,03	363,03	363,03
1-2	1338	57,52	10,40	0,20	0,10	0,030	312,00	10,50	51,61	363,61	363,61
2-3	2867	123,25	6,90	0,25	0,15	0,023	158,70	1,65	18,25	176,95	540,55
3-4	3823	164,35	3,80	0,25	0,25	0,053	201,40	8,60	264,18	465,58	1006,14
										2008,53	
2-3	2485	106,83	3,50	0,25	0,15	0,023	80,50	8,60	94,04	174,54	404,28
1-2	1529	65,73	6,20	0,20	0,10	0,030	186,00	9,00	43,74	229,74	229,74
1-2	1529	65,73	6,20	0,20	0,10	0,030	186,00	9,00	44,24	230,24	230,24
2-3	2485	106,83	3,50	0,25	0,15	0,023	80,50	8,60	95,11	175,61	405,84
										810,12	
2-3	2102	90,37	3,50	0,25	0,13	0,021	73,50	8,60	70,64	144,14	381,17
1-2	1338	57,52	6,20	0,20	0,10	0,030	186,00	10,50	51,03	237,03	237,03
1-2	1529	57,52	6,20	0,20	0,10	0,030	186,00	10,50	51,61	237,61	237,61
2-3	2102	90,37	3,50	0,25	0,13	0,021	73,50	8,60	71,43	144,93	382,54
										763,71	
4-5	4397	189,03	4,20	0,25	0,26	0,038	159,60	8,60	282,54	442,14	927,55
3-4	3250	139,72	3,50	0,25	0,20	0,035	122,50	1,10	21,38	143,88	485,41
2-3	2294	98,62	5,70	0,25	0,14	0,019	108,30	3,20	30,48	138,78	341,52
1-2	1338	57,52	5,30	0,20	0,10	0,030	159,00	9,00	43,74	202,74	202,74
1-2	1338	57,52	5,30	0,20	0,10	0,030	159,00	9,00	44,24	203,24	203,24
2-3	2294	98,62	5,70	0,25	0,14	0,019	108,30	3,20	30,83	139,13	342,36
3-4	3250	139,72	3,50	0,25	0,20	0,035	122,50	1,10	21,63	144,13	486,49
4-5	4397	189,03	4,20	0,25	0,26	0,038	159,60	8,60	285,74	445,34	931,83
										1859,37	

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4-5	4397	189,03	2,60	0,25	0,26	0,058	150,80	8,60	282,54	433,34	979,15
3-4	3250	139,72	6,00	0,25	0,20	0,035	210,00	1,10	21,38	231,38	545,81
2-3	2294	98,62	3,80	0,25	0,14	0,019	72,20	3,20	30,48	102,68	314,42
1-2	1338	57,52	5,60	0,20	0,10	0,030	168,00	9,00	43,74	211,74	211,74
1-2	1338	57,52	5,60	0,20	0,10	0,030	168,00	9,00	44,24	212,24	212,24
2-3	2294	98,62	3,80	0,25	0,14	0,019	72,20	3,20	30,83	103,03	315,26
3-4	3250	139,72	6,00	0,25	0,20	0,035	210,00	1,10	21,63	231,63	546,89
4-5	4397	189,03	2,60	0,25	0,26	0,058	150,80	8,60	285,74	436,54	983,43
										1962,57	
4-5	4397	189,03	3,00	0,25	0,26	0,058	174,00	8,60	282,54	456,54	953,35
3-4	3250	139,72	3,70	0,25	0,20	0,035	129,50	1,10	21,38	150,88	496,81
2-3	2294	98,62	5,30	0,25	0,14	0,019	100,70	3,20	30,48	131,18	345,92
1-2	1338	57,52	5,70	0,20	0,10	0,030	171,00	9,00	43,74	214,74	214,74
1-2	1338	57,52	5,70	0,20	0,10	0,030	171,00	9,00	44,24	215,24	215,24
2-3	2294	98,62	5,30	0,25	0,14	0,019	100,70	3,20	30,83	131,53	346,76
3-4	3250	139,72	3,70	0,25	0,20	0,035	129,50	1,10	21,63	151,13	497,89
4-5	4397	189,03	3,00	0,25	0,26	0,058	174,00	8,60	285,74	459,74	957,63
										1910,97	
4-5	4397	189,03	3,50	0,25	0,26	0,058	203,00	8,60	282,54	485,54	1027,25
3-4	3250	139,72	6,00	0,25	0,20	0,035	210,00	1,10	21,38	231,38	541,71
2-3	2294	98,62	3,90	0,25	0,14	0,019	74,10	3,20	30,48	104,58	310,32
1-2	1338	57,52	5,40	0,20	0,10	0,030	162,00	9,00	43,74	205,74	205,74
1-2	1338	57,52	5,40	0,20	0,10	0,030	162,00	9,00	44,24	206,24	206,24
2-3	2294	98,62	3,90	0,25	0,14	0,019	74,10	3,20	30,83	104,93	311,16
3-4	3250	139,72	6,00	0,25	0,20	0,035	210,00	1,10	21,63	231,63	542,79
4-5	4397	189,03	3,50	0,25	0,26	0,058	203,00	8,60	285,74	488,74	1031,53
										2058,77	
3-4	5734	246,51	1,20	0,25	0,35	0,095	114,00	6,50	386,98	500,98	916,19
2-3	3058	131,46	22,50	0,32	0,10	0,010	225,00	12,15	59,05	284,05	415,21
1-2	1338	57,52	3,40	0,20	0,10	0,030	102,00	6,00	29,16	131,16	131,16
1-2	1338	57,52	3,40	0,20	0,10	0,030	102,00	6,00	29,49	131,49	131,49
2-3	3058	131,46	22,50	0,32	0,10	0,010	225,00	12,15	59,72	284,72	416,21
3-4	5734	246,51	1,20	0,25	0,35	0,095	114,00	6,50	391,36	505,36	921,56
										1837,75	
6-4	2676	115,04	1,30	0,20	0,22	0,075	97,50	4,65	109,38	206,88	451,62
5-6	1720	73,94	6,70	0,20	0,10	0,030	201,00	9,00	43,74	244,74	244,74
5-6	1720	73,94	6,70	0,20	0,10	0,030	201,00	9,00	44,24	245,24	245,24
6-4	2676	115,04	1,30	0,20	0,22	0,075	97,50	4,65	110,62	208,12	453,35
										904,97	

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2-3	2294	98,62	1,20	0,25	0,14	0,019	22,80	8,05	76,68	99,48	373,23
1-2	1338	57,52	7,10	0,20	0,10	0,030	213,00	12,50	60,75	273,75	273,75
1-2	1338	57,52	7,10	0,20	0,10	0,030	213,00	12,50	61,44	274,44	274,44
2-3	2294	98,62	1,20	0,25	0,14	0,019	22,80	8,05	77,55	100,35	374,79
										748,02	
2-3	2294	98,62	1,20	0,25	0,14	0,019	22,80	8,00	76,20	99,00	402,75
1-2	1338	57,52	8,10	0,20	0,10	0,030	243,00	12,50	60,75	303,75	303,75
1-2	1338	57,52	8,10	0,20	0,10	0,030	243,00	12,50	61,44	304,44	304,44
2-3	2294	98,62	1,20	0,25	0,14	0,019	22,80	8,00	77,07	99,87	404,30
										807,06	

Таблиця Г.2 – Гідравлічний розрахунок трубопроводів типового поверху

№	Q, Вт	G, кг/год	l, м	d, м	V, м/с	R, Па/м	R _ℓ , Па	ξ	Z, Па	p, Па	P, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3-4	3823	164,35	3,80	0,25	0,23	0,053	201,40	8,60	221,10	422,50	995,08
2-3	2676	115,04	6,90	0,25	0,15	0,023	158,70	4,65	50,85	209,55	572,58
1-2	1338	57,52	10,4	0,20	0,10	0,030	312,00	10,50	51,03	363,03	363,03
1-2	1338	57,52	10,4	0,20	0,10	0,030	312,00	10,50	51,61	363,61	363,61
2-3	2676	115,04	6,90	0,25	0,15	0,023	158,70	4,65	51,42	210,12	573,73
3-4	3823	164,35	3,80	0,25	0,23	0,053	201,40	8,60	223,60	425,00	998,73
										1993,81	
3-4	3632	156,14	3,80	0,25	0,23	0,046	174,80	8,60	221,10	395,90	1315,24
2-3	2676	115,04	6,90	0,25	0,22	0,075	517,50	1,65	38,81	556,31	919,34
1-2	1338	57,52	10,4	0,20	0,10	0,030	312,00	10,50	51,03	363,03	363,03
1-2	1338	57,52	10,4	0,20	0,10	0,030	312,00	10,50	51,61	363,61	363,61
2-3	2676	115,04	6,90	0,25	0,22	0,075	517,50	1,65	39,25	556,75	920,36
3-4	3632	156,14	3,80	0,25	0,23	0,046	174,80	8,60	223,60	398,40	1318,76
										2634,00	
2-3	2485	106,83	3,50	0,25	0,15	0,023	80,50	8,60	94,04	174,54	404,28
1-2	1529	65,73	6,20	0,20	0,10	0,030	186,00	9,00	43,74	229,74	229,74
1-2	1529	65,73	6,20	0,20	0,10	0,030	186,00	9,00	44,24	230,24	230,24
2-3	2485	106,83	3,50	0,25	0,15	0,023	80,50	8,60	95,11	175,61	405,84
										810,12	
2-3	2102	90,37	3,50	0,25	0,13	0,021	73,50	8,60	70,64	144,14	381,17
1-2	1338	57,52	6,20	0,20	0,10	0,030	186,00	10,50	51,03	237,03	237,03
1-2	1529	65,73	6,20	0,20	0,10	0,030	186,00	10,50	51,61	237,61	237,61
2-3	2102	90,37	3,50	0,25	0,13	0,021	73,50	8,60	71,43	144,93	382,54
										763,71	

Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4-5	4206	180,82	4,20	0,25	0,25	0,053	222,60	8,60	261,23	483,83	969,23
3-4	3250	139,72	3,50	0,25	0,20	0,035	122,50	1,10	21,38	143,88	485,41
2-3	2294	98,62	5,70	0,25	0,14	0,019	108,30	3,20	30,48	138,78	341,52
1-2	1338	57,52	5,30	0,20	0,10	0,030	159,00	9,00	43,74	202,74	202,74
1-2	1338	57,52	5,30	0,20	0,10	0,030	159,00	9,00	44,24	203,24	203,24
2-3	2294	98,62	5,70	0,25	0,14	0,019	108,30	3,20	30,83	139,13	342,36
3-4	3250	139,72	3,50	0,25	0,20	0,035	122,50	1,10	21,63	144,13	486,49
4-5	4206	180,82	4,20	0,25	0,25	0,053	222,60	8,60	264,18	486,78	973,27
										1942,50	
4-5	4206	180,82	2,60	0,25	0,25	0,053	137,80	8,60	261,23	399,03	944,83
3-4	3250	139,72	6,00	0,25	0,20	0,035	210,00	1,10	21,38	231,38	545,81
2-3	2294	98,62	3,80	0,25	0,14	0,019	72,20	3,20	30,48	102,68	314,42
1-2	1338	57,52	5,60	0,20	0,10	0,030	168,00	9,00	43,74	211,74	211,74
1-2	1338	57,52	5,60	0,20	0,10	0,030	168,00	9,00	44,24	212,24	212,24
2-3	2294	98,62	3,80	0,25	0,14	0,019	72,20	3,20	30,83	103,03	315,26
3-4	3250	139,72	6,00	0,25	0,20	0,035	210,00	1,10	21,63	231,63	546,89
4-5	4206	180,82	2,60	0,25	0,25	0,053	137,80	8,60	264,18	401,98	948,87
										1893,70	
4-5	4206	180,82	3,00	0,25	0,25	0,053	159,00	8,60	261,23	420,23	917,03
3-4	3250	139,72	3,70	0,25	0,20	0,035	129,50	1,10	21,38	150,88	496,81
2-3	2294	98,62	5,30	0,25	0,14	0,019	100,70	3,20	30,48	131,18	345,92
1-2	1338	57,52	5,70	0,20	0,10	0,030	171,00	9,00	43,74	214,74	214,74
1-2	1338	57,52	5,70	0,20	0,10	0,030	171,00	9,00	44,24	215,24	215,24
2-3	2294	98,62	5,30	0,25	0,14	0,019	100,70	3,20	30,83	131,53	346,76
3-4	3250	139,72	3,70	0,25	0,20	0,035	129,50	1,10	21,63	151,13	497,89
4-5	4206	180,82	3,00	0,25	0,25	0,053	159,00	8,60	264,18	423,18	921,07
										1838,10	
4-5	4206	180,82	3,50	0,25	0,25	0,053	185,50	8,60	261,23	446,73	988,43
3-4	3250	139,72	6,00	0,25	0,20	0,035	210,00	1,10	21,38	231,38	541,71
2-3	2294	98,62	3,90	0,25	0,14	0,019	74,10	3,20	30,48	104,58	310,32
1-2	1338	57,52	5,40	0,20	0,10	0,030	162,00	9,00	43,74	205,74	205,74
1-2	1338	57,52	5,40	0,20	0,10	0,030	162,00	9,00	44,24	206,24	206,24
2-3	2294	98,62	3,90	0,25	0,14	0,019	74,10	3,20	30,83	104,93	311,16
3-4	3250	139,72	6,00	0,25	0,20	0,035	210,00	1,10	21,63	231,63	542,79
4-5	4206	180,82	3,50	0,25	0,25	0,053	185,50	8,60	264,18	449,68	992,47
										1980,90	

Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3-4	5543	238,29	1,20	0,25	0,33	0,086	103,20	6,50	344,02	447,22	817,42
2-3	2867	123,25	22,50	0,32	0,10	0,008	180,00	12,15	59,05	239,05	370,21
1-2	1147	49,31	3,40	0,20	0,10	0,030	102,00	6,00	29,16	131,16	131,16
1-2	1147	49,31	3,40	0,20	0,10	0,030	102,00	6,00	29,49	131,49	131,49
2-3	2867	123,25	22,50	0,32	0,10	0,008	180,00	12,15	59,72	239,72	371,21
3-4	5543	238,29	1,20	0,25	0,33	0,086	103,20	6,50	347,91	451,11	822,32
										1639,74	
6-4	2676	115,04	1,30	0,20	0,22	0,075	97,50	4,65	109,38	206,88	451,62
5-6	1720	73,94	6,70	0,20	0,10	0,030	201,00	9,00	43,74	244,74	244,74
5-6	1720	73,94	6,70	0,20	0,10	0,030	201,00	9,00	44,24	245,24	245,24
6-4	2676	115,04	1,30	0,20	0,22	0,075	97,50	4,65	110,62	208,12	453,35
										904,97	
2-3	2485	106,83	1,20	0,25	0,15	0,023	27,60	8,05	88,03	115,63	389,38
1-2	1529	65,73	7,10	0,20	0,10	0,030	213,00	12,50	60,75	273,75	273,75
1-2	1529	65,73	7,10	0,20	0,10	0,030	213,00	12,50	61,44	274,44	274,44
2-3	2485	106,83	1,20	0,25	0,15	0,023	27,60	8,05	89,02	116,62	391,06
										780,44	
2-3	2485	106,83	1,20	0,25	0,15	0,023	27,60	8,00	87,48	115,08	418,83
1-2	1529	65,73	8,10	0,20	0,10	0,030	243,00	12,50	60,75	303,75	303,75
1-2	1529	65,73	8,10	0,20	0,10	0,030	243,00	12,50	61,44	304,44	304,44
2-3	2485	106,83	1,20	0,25	0,15	0,023	27,60	8,00	88,47	116,07	420,51
										839,34	

Таблиця Г.3 – Гідравлічний розрахунок трубопроводів дев'ятого поверху

№	Q, Вт	G, кг/год	l, м	d, м	V, м/с	R, Па/м	R _ℓ , Па	ξ	Z, Па	p, Па	P, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3-4	4014	172,56	3,80	0,25	0,25	0,05	201,40	8,60	261,23	462,63	1035,20
2-3	2867	123,25	6,90	0,25	0,15	0,02	158,70	4,65	50,85	209,55	572,58
1-2	1338	57,52	10,4	0,20	0,10	0,03	312,00	10,50	51,03	363,03	363,03
1-2	1338	57,52	10,4	0,20	0,10	0,03	312,00	10,50	51,61	363,61	363,61
2-3	2867	123,25	6,90	0,25	0,15	0,02	158,70	4,65	51,42	210,12	573,73
3-4	4014	172,56	3,80	0,25	0,25	0,05	201,40	8,60	264,18	465,58	1039,31
										2074,51	
3-4	3823	164,35	3,80	0,25	0,25	0,05	201,40	8,60	261,23	462,63	1002,40
2-3	2867	123,25	6,90	0,25	0,15	0,02	158,70	1,65	18,04	176,74	539,77
1-2	1338	57,52	10,4	0,20	0,10	0,03	312,00	10,50	51,03	363,03	363,03

Продовження таблиці Г.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-2	1338	57,52	10,40	0,20	0,10	0,030	312,00	10,50	51,61	363,61	363,61
2-3	2867	123,25	6,90	0,25	0,15	0,023	158,70	1,65	18,25	176,95	540,55
3-4	3823	164,35	3,80	0,25	0,25	0,053	201,40	8,60	264,18	465,58	1006,14
										2008,53	
2-3	2485	106,83	3,50	0,25	0,15	0,023	80,50	8,60	94,04	174,54	404,28
1-2	1529	65,73	6,20	0,20	0,10	0,030	186,00	9,00	43,74	229,74	229,74
1-2	1529	65,73	6,20	0,20	0,10	0,030	186,00	9,00	44,24	230,24	230,24
2-3	2485	106,83	3,50	0,25	0,15	0,023	80,50	8,60	95,11	175,61	405,84
										810,12	
2-3	2102	90,37	3,50	0,25	0,13	0,021	73,50	8,60	70,64	144,14	381,17
1-2	1338	57,52	6,20	0,20	0,10	0,030	186,00	10,50	51,03	237,03	237,03
1-2	1529	57,52	6,20	0,20	0,10	0,030	186,00	10,50	51,61	237,61	237,61
2-3	2102	90,37	3,50	0,25	0,13	0,021	73,50	8,60	71,43	144,93	382,54
										763,71	
4-5	4206	180,82	4,20	0,25	0,25	0,053	222,60	8,60	261,23	483,83	969,23
3-4	3250	139,72	3,50	0,25	0,20	0,035	122,50	1,10	21,38	143,88	485,41
2-3	2294	98,62	5,70	0,25	0,14	0,019	108,30	3,20	30,48	138,78	341,52
1-2	1338	57,52	5,30	0,20	0,10	0,030	159,00	9,00	43,74	202,74	202,74
1-2	1338	57,52	5,30	0,20	0,10	0,030	159,00	9,00	44,24	203,24	203,24
2-3	2294	98,62	5,70	0,25	0,14	0,019	108,30	3,20	30,83	139,13	342,36
3-4	3250	139,72	3,50	0,25	0,20	0,035	122,50	1,10	21,63	144,13	486,49
4-5	4206	180,82	4,20	0,25	0,25	0,053	222,60	8,60	264,18	486,78	973,27
										1942,50	
4-5	4206	180,82	2,60	0,25	0,25	0,053	137,80	8,60	261,23	399,03	944,83
3-4	3250	139,72	6,00	0,25	0,20	0,035	210,00	1,10	21,38	231,38	545,81
2-3	2294	98,62	3,80	0,25	0,14	0,019	72,20	3,20	30,48	102,68	314,42
1-2	1338	57,52	5,60	0,20	0,10	0,030	168,00	9,00	43,74	211,74	211,74
1-2	1338	57,52	5,60	0,20	0,10	0,030	168,00	9,00	44,24	212,24	212,24
2-3	2294	98,62	3,80	0,25	0,14	0,019	72,20	3,20	30,83	103,03	315,26
3-4	3250	139,72	6,00	0,25	0,20	0,035	210,00	1,10	21,63	231,63	546,89
4-5	4206	180,82	2,60	0,25	0,25	0,053	137,80	8,60	264,18	401,98	948,87
										1893,70	
4-5	4206	180,82	3,00	0,25	0,25	0,05	159,00	8,60	261,23	420,23	917,03
3-4	3250	139,72	3,70	0,25	0,20	0,04	129,50	1,10	21,38	150,88	496,81
2-3	2294	98,62	5,30	0,25	0,14	0,02	100,70	3,20	30,48	131,18	345,92
1-2	1338	57,52	5,70	0,20	0,10	0,03	171,00	9,00	43,74	214,74	214,74
1-2	1338	57,52	5,70	0,20	0,10	0,03	171,00	9,00	44,24	215,24	215,24

Продовження таблиці Г.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2-3	2294	98,62	5,30	0,25	0,14	0,02	100,70	3,20	30,83	131,53	346,76
3-4	3250	139,72	3,70	0,25	0,20	0,04	129,50	1,10	21,63	151,13	497,89
4-5	4206	180,82	3,00	0,25	0,25	0,05	159,00	8,60	264,18	423,18	921,07
										1838,10	
4-5	4397	189,03	3,50	0,25	0,26	0,06	203,00	8,60	282,54	485,54	1027,25
3-4	3250	139,72	6,00	0,25	0,20	0,04	210,00	1,10	21,38	231,38	541,71
2-3	2294	98,62	3,90	0,25	0,14	0,02	74,10	3,20	30,48	104,58	310,32
1-2	1338	57,52	5,40	0,20	0,10	0,03	162,00	9,00	43,74	205,74	205,74
1-2	1338	57,52	5,40	0,20	0,10	0,03	162,00	9,00	44,24	206,24	206,24
2-3	2294	98,62	3,90	0,25	0,14	0,02	74,10	3,20	30,83	104,93	311,16
3-4	3250	139,72	6,00	0,25	0,20	0,04	210,00	1,10	21,63	231,63	542,79
4-5	4397	189,03	3,50	0,25	0,26	0,06	203,00	8,60	285,74	488,74	1031,53
										2058,77	
3-4	5543	238,29	1,20	0,25	0,33	0,09	103,20	6,50	344,02	447,22	817,42
2-3	2867	123,25	22,50	0,32	0,10	0,01	180,00	12,15	59,05	239,05	370,21
1-2	1147	49,31	3,40	0,20	0,10	0,03	102,00	6,00	29,16	131,16	131,16
1-2	1147	49,31	3,40	0,20	0,10	0,03	102,00	6,00	29,49	131,49	131,49
2-3	2867	123,25	22,50	0,32	0,10	0,01	180,00	12,15	59,72	239,72	371,21
3-4	5543	238,29	1,20	0,25	0,33	0,09	103,20	6,50	347,91	451,11	822,32
										1639,74	
6-4	2676	115,04	1,30	0,20	0,22	0,08	97,50	4,65	109,38	206,88	451,62
5-6	1720	73,94	6,70	0,20	0,10	0,03	201,00	9,00	43,74	244,74	244,74
5-6	1720	73,94	6,70	0,20	0,10	0,03	201,00	9,00	44,24	245,24	245,24
6-4	2676	115,04	1,30	0,20	0,22	0,08	97,50	4,65	110,62	208,12	453,35
										904,97	
2-3	2485	106,83	1,20	0,25	0,15	0,02	27,60	8,05	88,03	115,63	389,38
1-2	1529	65,73	7,10	0,20	0,10	0,03	213,00	12,50	60,75	273,75	273,75
1-2	1529	65,73	7,10	0,20	0,10	0,03	213,00	12,50	61,44	274,44	274,44
2-3	2485	106,83	1,20	0,25	0,15	0,02	27,60	8,05	89,02	116,62	391,06
										780,44	
2-3	2485	106,83	1,20	0,25	0,15	0,02	27,60	8,00	87,48	115,08	418,83
1-2	1529	65,73	8,10	0,20	0,10	0,03	243,00	12,50	60,75	303,75	303,75
1-2	1529	65,73	8,10	0,20	0,10	0,03	243,00	12,50	61,44	304,44	304,44
2-3	2485	106,83	1,20	0,25	0,15	0,02	27,60	8,00	88,47	116,07	420,51
										839,34	

ВІДГУК ОПОНЕНТА
на магістерську кваліфікаційну роботу
здобувача Кирилюка Олександра Сергійовича
на тему Енергоефективна система опалення
багатоповерхового житлового будинку

Магістерська робота присвячена комплексному аналізу та проектуванню енергоефективної системи опалення для багатоповерхового житлового будинку, що є надзвичайно актуальним напрямком у сучасних умовах розвитку будівельної галузі. Тема дослідження відображає важливі завдання сьогодення, оскільки підвищення енергоефективності та раціональне використання теплових ресурсів є ключовими пріоритетами як для держави, так і для учасників ринку житлового будівництва. Зростання вартості енергоносіїв та посилення екологічних вимог робить подібні дослідження особливо значущими.

Автор роботи чітко визначив мету та завдання дослідження, які послідовно та логічно реалізовані в межах структури роботи. У дослідженні використано сучасні методики теплотехнічних розрахунків, нормативні документи та підходи до проектування енергоефективних систем опалення. Представлений аналіз існуючих технічних рішень у сфері тепlopостачання багатоповерхових будинків свідчить про глибоке розуміння проблематики та висвітлює перспективні напрямки для практичного застосування.

У першому розділі проведено огляд чинного стану систем опалення в житлових будівлях та оцінено доцільність застосування різних технологій з точки зору енергоефективності. Другий розділ містить розрахункову частину, у якій обґрунтовано вибір необхідного обладнання, параметрів роботи системи та оптимальних інженерних рішень. Третій розділ присвячено організаційно-технологічним аспектам реалізації проекту на будівельному майданчику. Четвертий та п'ятий розділи висвітлюють питання екологічної безпеки, енергоощадних заходів і техніко-економічної доцільності впровадження запропонованої системи.

Представлена робота характеризується високим рівнем опрацювання матеріалу, цілісною структурою та практичною спрямованістю. Автор продемонстрував уміння комплексно аналізувати технічні рішення та обґрунтовувати їх ефективність для сучасного житлового будівництва. Робота може бути рекомендована до захисту, а її результати – до використання в інженерній практиці.

Висновки в роботі є повними та обґрунтованими.

Магістерська кваліфікаційна робота оформлена якісно.

Магістром було дотримано графік виконання роботи.

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

В МКР наявні наступні недоліки:

1. В графічній частині було б доцільно зобразити монтажний вузол прокладання трубопроводів системи опалення через огорожуючу конструкцію.

2. В пояснювальній записці можна було б порівняти вартість реалізації та експлуатації індивідуальної системи з іншими варіантами (централізоване опалення, електричні чи гібридні системи).

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

Магістр Кирилюк Олександр Сергійович заслуговує присвоєння кваліфікації магістр зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія будівництва, ОПІ «Теплогазопостачання і вентиляція».

Опонент

кандидат технічних наук,
доцент кафедри БМГА

М.П.

Печатка установи, організації опонента



Риндюк С.В.

ВІДГУК
керівника магістерської кваліфікаційної роботи
здобувача Кирилюка Олександра Сергійовича
на тему Енергоефективна система опалення
багатоповерхового житлового будинку

У сучасних умовах підвищених вимог до енергоефективності будівель та необхідності зменшення енергоспоживання особливої актуальності набувають технології індивідуального теплопостачання, які поєднують економічність, комфорт та екологічність. Зростання вартості енергоносіїв та орієнтація України на впровадження європейських стандартів енергетичної ефективності підсилюють важливість розробки сучасних рішень у галузі опалення житлових будівель.

У цьому контексті тема магістерської роботи «Енергоефективна система опалення багатоповерхового житлового будинку», де розглядається індивідуальна поквартирна система опалення від газових котлів, є надзвичайно актуальною. Дослідження спрямоване на підвищення енергоефективності житлової інфраструктури, зниження теплових втрат та забезпечення оптимального мікроклімату за мінімальних експлуатаційних витрат.

У роботі здобувачем проведено ґрунтовний аналітичний огляд сучасних індивідуальних систем опалення, наведено обґрунтування вибору настінних газових котлів, визначено їх конструктивні особливості, ефективність роботи та доцільність застосування для багатоповерхових житлових будинків. Автором обґрунтовано проектну теплову потужність будівлі, змодельовано тепловтрати та запропоновано індивідуальну систему опалення, як оптимальний варіант теплопостачання з позицій енергозбереження.

Проектні рішення включають теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій, моделювання тепловтрат квартир, підбір опалювальних приладів, а також гідравлічний розрахунок системи поквартирного теплопостачання. На основі отриманих даних визначено діаметри трубопроводів, підбрано теплогенеруюче обладнання та виконано аксонометричні схеми системи. Значна увага приділена питанням організаційно-технологічного забезпечення монтажу системи, вибору матеріалів та технічних рішень із дотриманням чинних стандартів і норм.

У роботі розглянуто також заходи з енергозбереження та екологічної безпеки, проведено техніко-економічну оцінку запропонованої системи, складено локальні кошториси. Здобувач продемонстрував уміння працювати з нормативними документами, програмними засобами, виконувати інженерні розрахунки та коректно обґрунтовувати прийняті технічні рішення.

Для виконання теоретичних та інженерних задач застосовано сучасні програмні комплекси та САПР, що забезпечило високу точність розрахунків та наочність графічних матеріалів. Графічна частина виконана відповідно до вимог ЄСКД та повністю відображає зміст роботи.

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 Кирилюк Олександр Сергійович заслуговує присвоєння кваліфікації магістра зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, ОПШ «Теплогазопостачання та вентиляція».

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**
кандидат технічних наук,
професор кафедри ІСБ

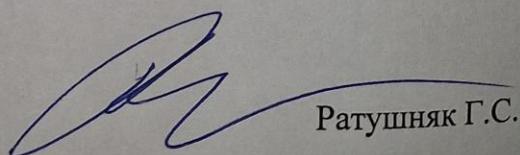
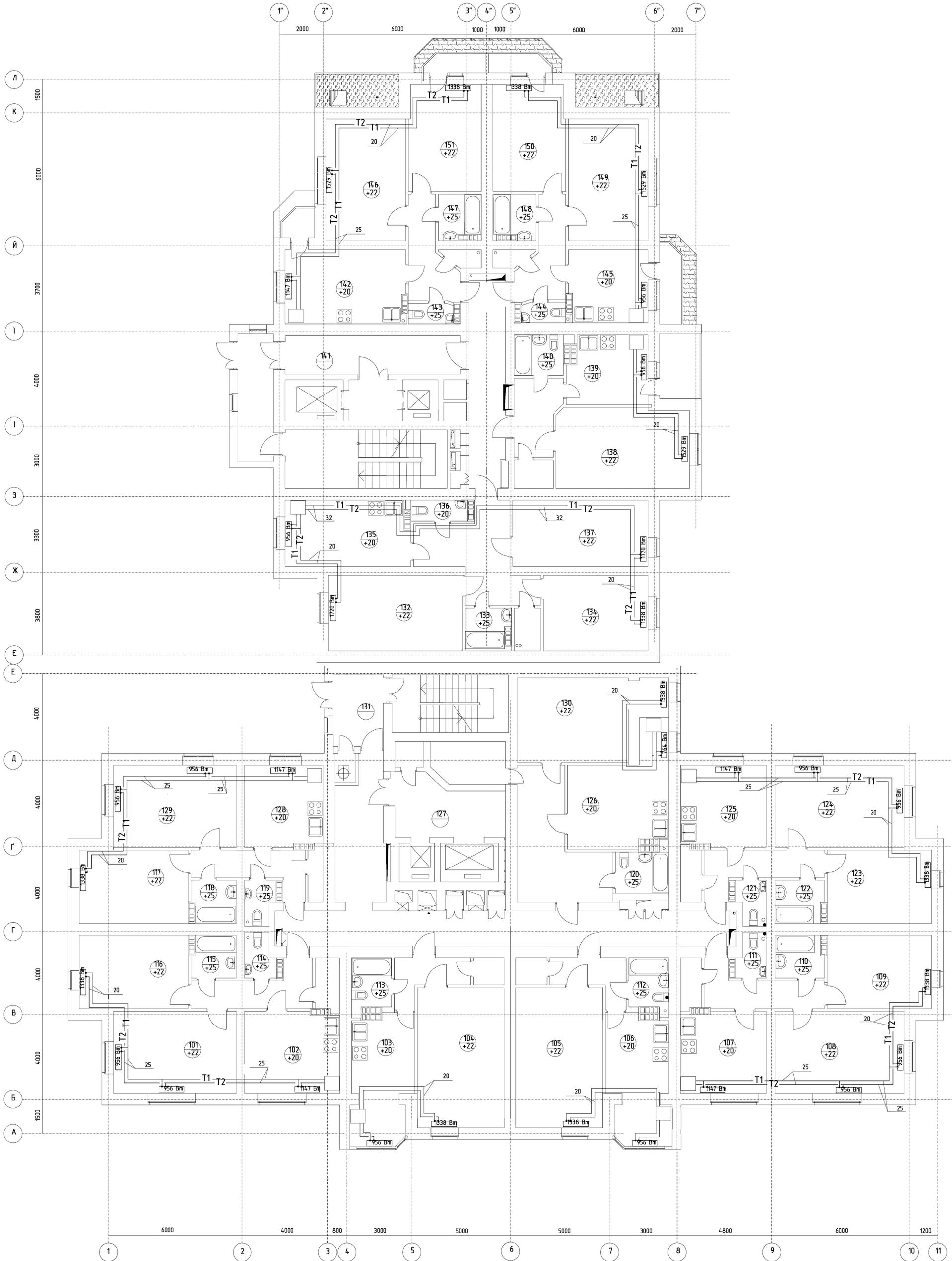
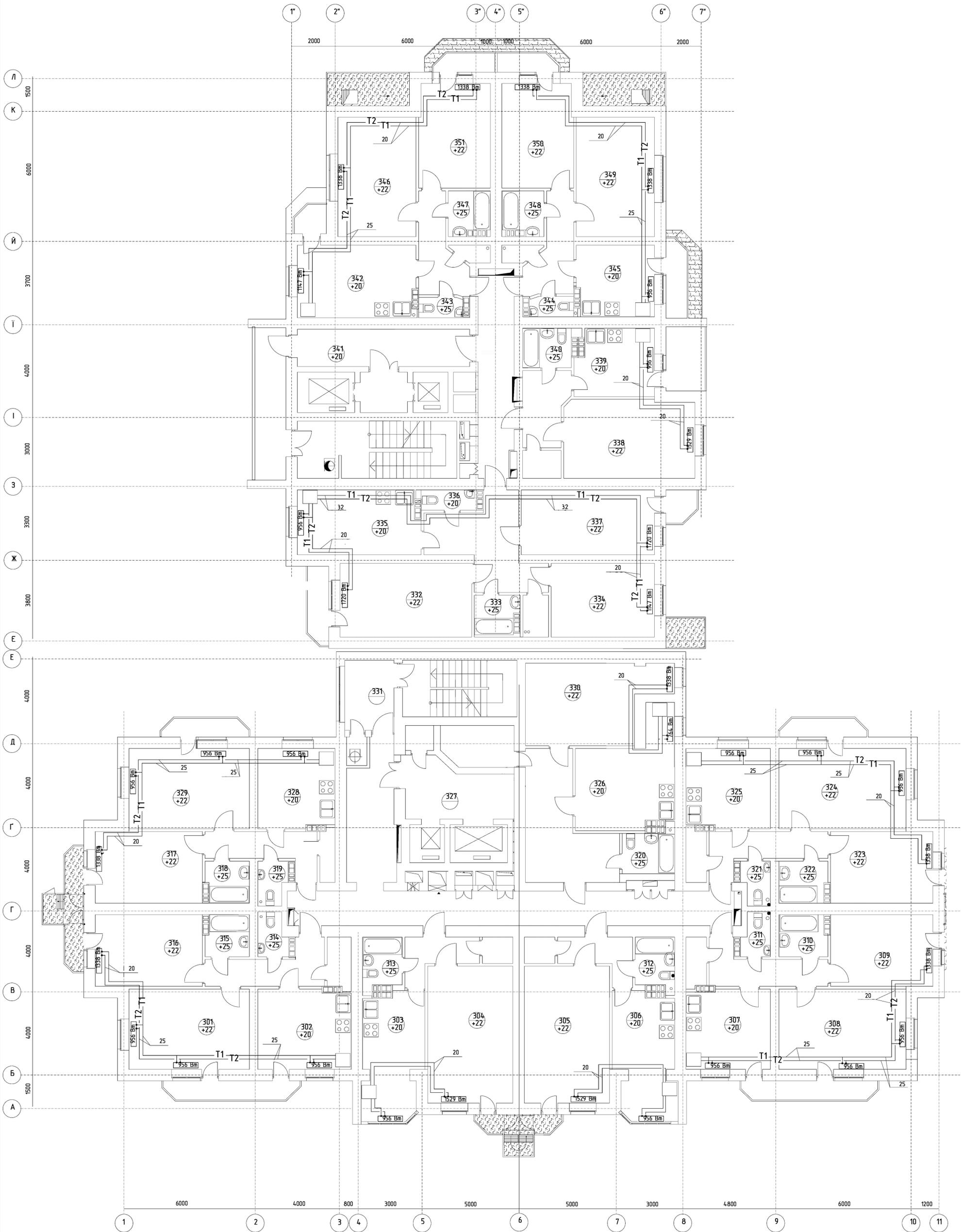

Ратушняк Г.С.

Схема розміщення елементів системи опалення на плані першого поверху



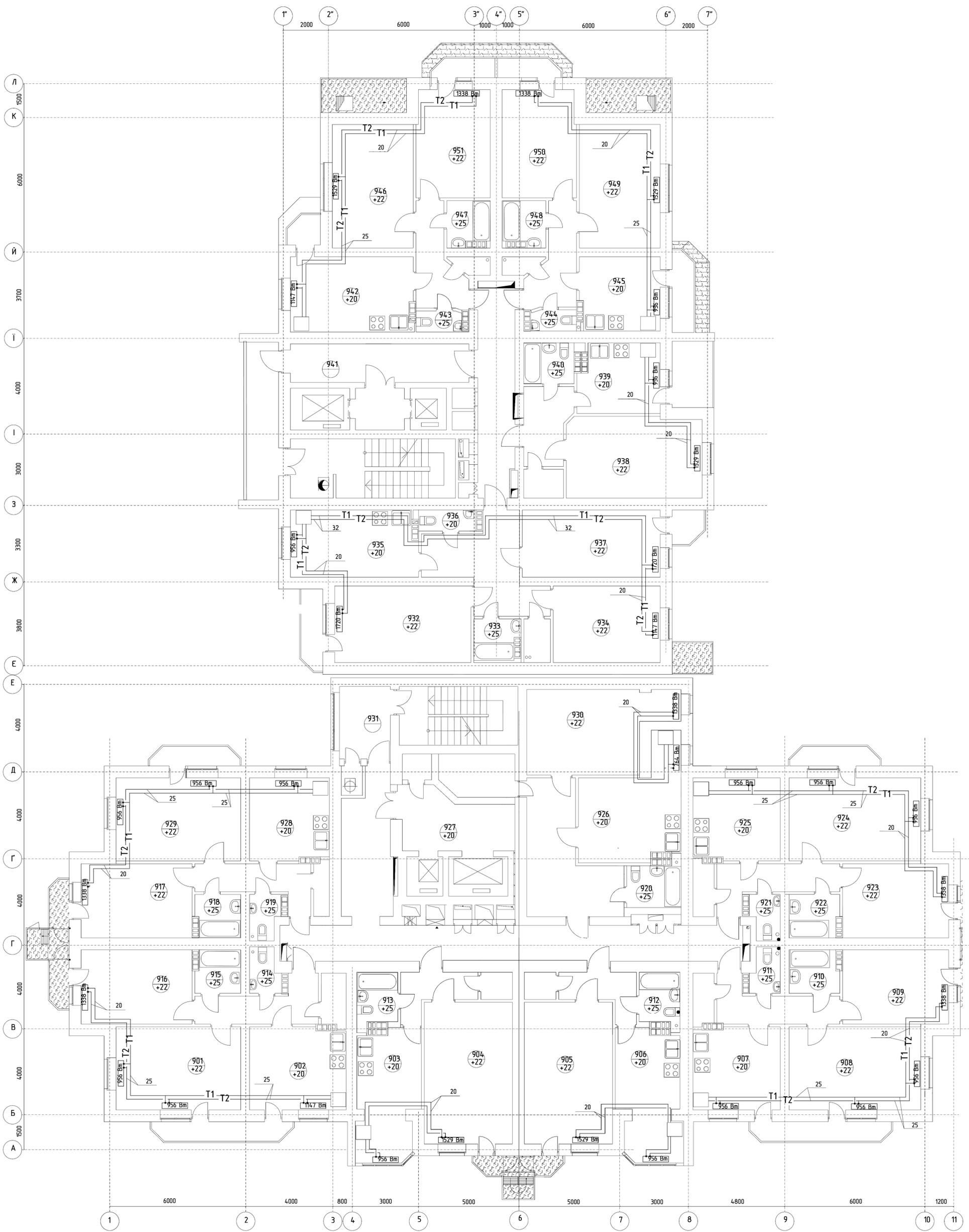
						08-13.МКР.005.01.000 ОВ		
						Енергоефективна система опалення багатопверхового житлового будинку		
Зм.	Килич	Архш	№рек	Лист	Дата	Система опалення		Листів
Розробив	Курілок О.А.	Архш	№рек	Лист	Дата	МКР	1	8
Керівник	Ратичняк Т.С.	Архш	№рек	Лист	Дата	ВНТУ, ТГ-24М		
Н. Контроль	Лангебич Д.Д.	Архш	№рек	Лист	Дата	Схема розміщення елементів системи опалення на плані першого поверху		
Опалення	Риндюк С.В.	Архш	№рек	Лист	Дата			
Затверд.	Ратичняк Т.С.	Архш	№рек	Лист	Дата			

Схема розміщення елементів системи опалення на плані типового поверху



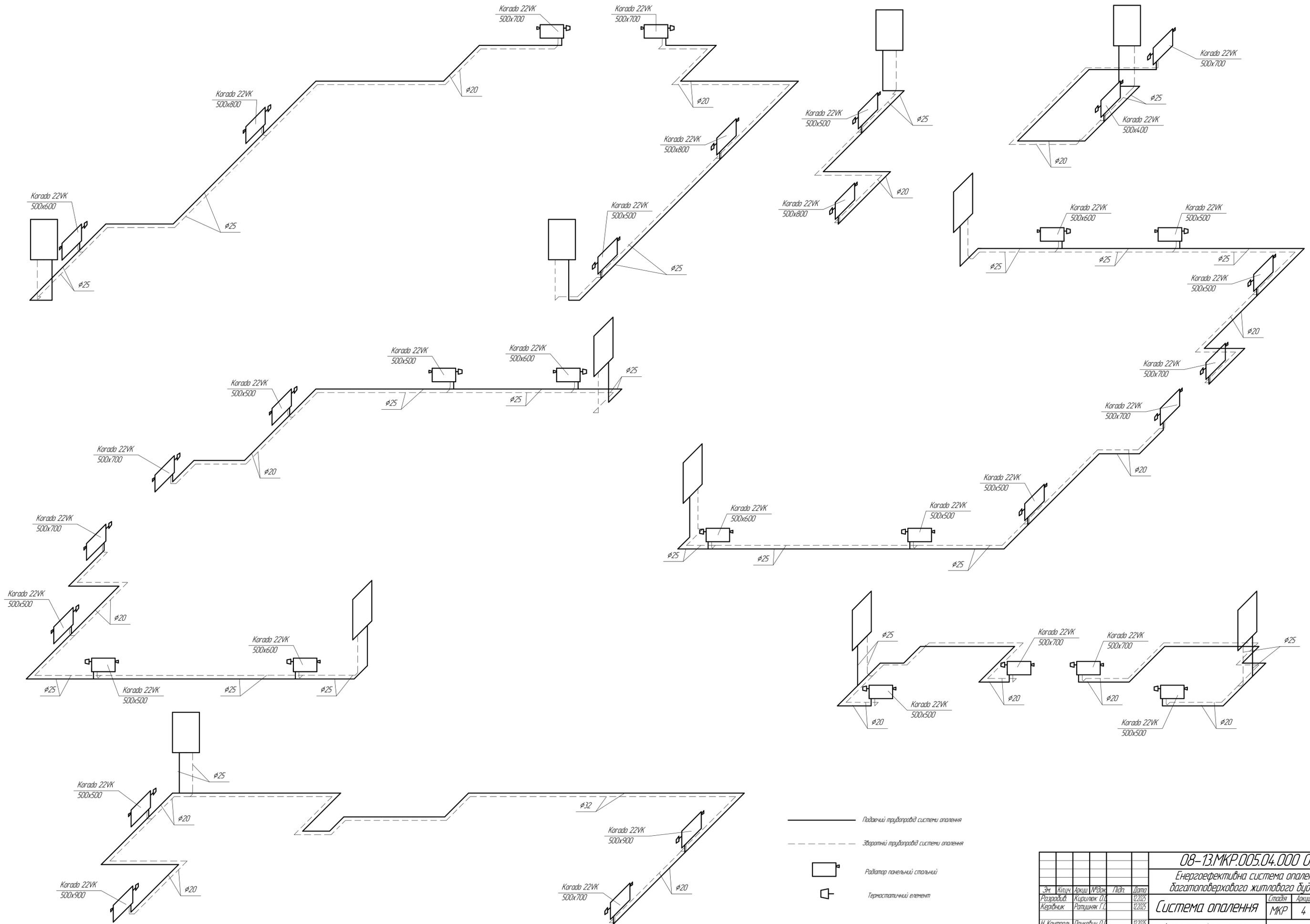
08-13.МКР.005.02.000 ОВ					
Енергоефективна система опалення багатопверхового житлового будинку					
Зм.	Клиш.	Архш.	МРдодж.	Підп.	Дата
Розробив	Курилюк О.А.				12.2015
Керівник	Ратичняк Г.С.				12.2015
Система опалення					
				Стандія	Архш.
				МКР	2
				Архш.	8
Н. Контроль	Панкевич О.Д.				12.2015
Опалення	Риндик С.В.				12.2015
Затверд.	Ратичняк Г.С.				12.2015
Схема розміщення елементів системи опалення на плані типового поверху					
ВНТУ, ТГ-24М					

Схема розміщення елементів системи опалення на плані дев'ятого поверху



08-13.МКР.005.03.000 ОВ					
Енергоефективна система опалення дагатаповерхового житлового будинку					
Зм.	Ключ	Архив	МРДок	Підп.	Дата
Розробка	Куриляк О.А.				12.2015
Керівник	Ратичняк Г.С.				12.2015
Н. Контроль	Панкевич О.Д.				12.2015
Опінент	Риндик С.В.				12.2015
Затверд.	Ратичняк Г.С.				12.2015
Схема розміщення елементів системи опалення на плані дев'ятого поверху					Старший МКР
					Архив 3
					Архив 8
					ВНТУ, ТГ-24М

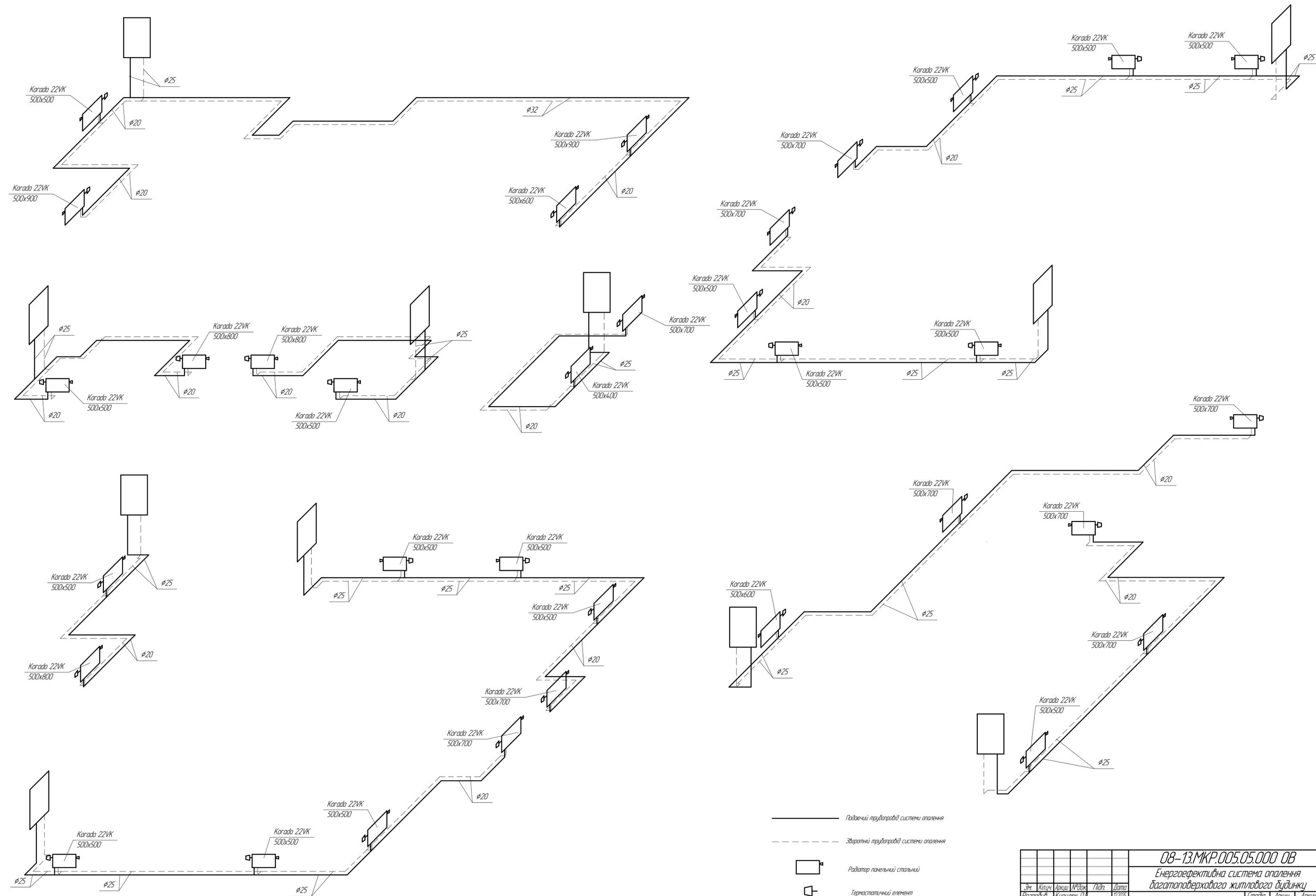
АксонOMETРИЧНІ СХЕМИ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ КВАРТИР ПЕРШОГО ПОВЕРХУ



08-13.МКР.005.04.000 ОВ					
Енергоефективна система опалення багатопверхового житлового будинку					
Зм.	Кільч.	Архив	Проб.	Підп.	Дата
Разраб.	Кирилюк О.А.				02.2025
Керівник	Ратчиняк Г.С.				02.2025
Н.Контроль	Панжевич О.Д.				02.2025
ОпONENT	Риндик С.В.				02.2025
Затверд.	Ратчиняк Г.С.				02.2025

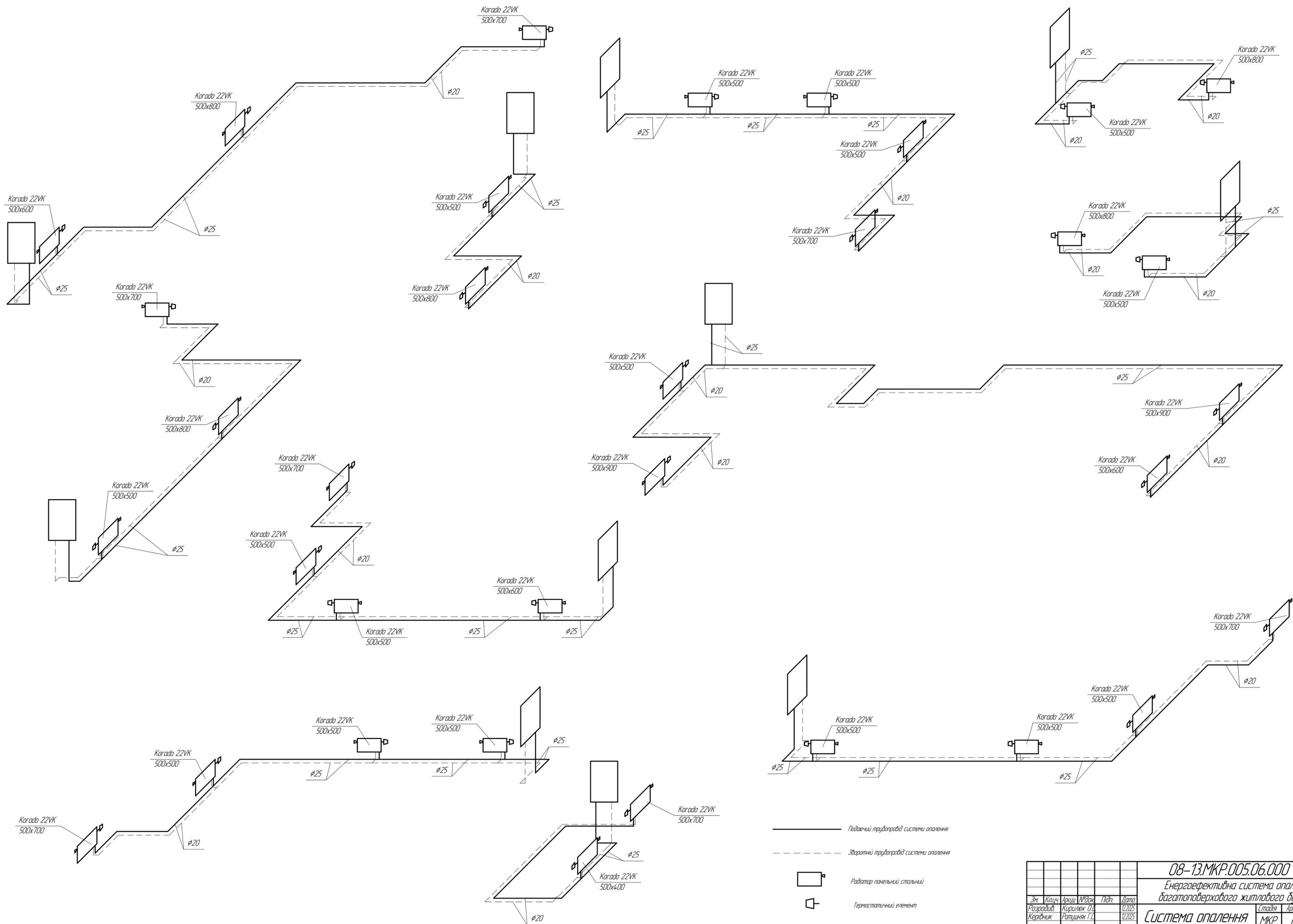
Система опалення			Старший	Архив	Архив
МКР	4	8			
АксонOMETРИЧНІ СХЕМИ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ КВАРТИР ПЕРШОГО ПОВЕРХУ					
ВНТУ, ТГ-24М					

Аксонетричні схеми систем опалення квартир типового поверху



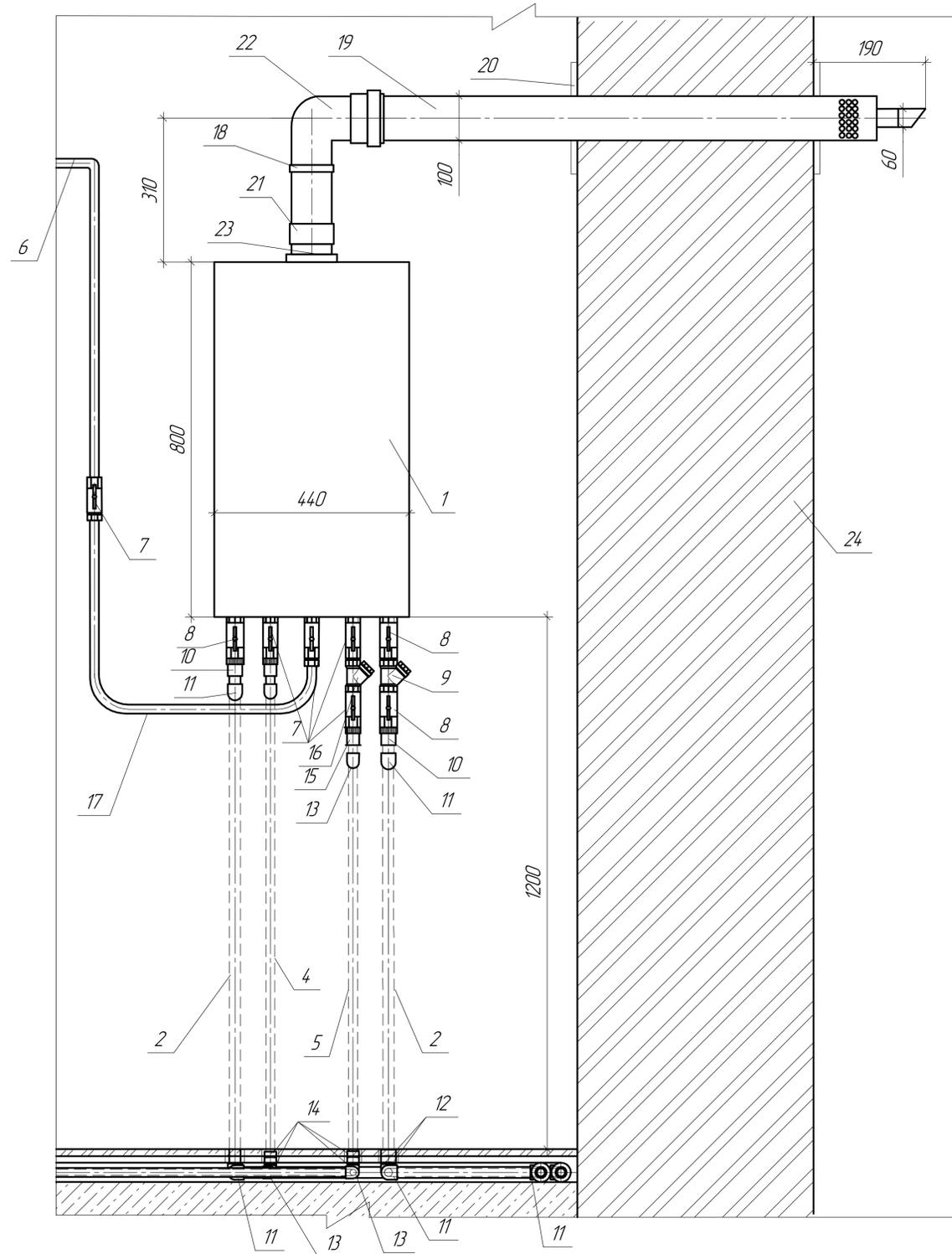
08-13.МКР.005.05.000 ОВ					
Енергоефективна система опалення дагатоверхового житлового будинку					
Зм.	Клиш.	Архив.	Проек.	Підп.	Дата
Розробник	Кирилюк О.В.				02.2025
Керівник	Ратичняк Г.С.				02.2025
Н. Контроль	Панкевич О.Д.				02.2025
Опонамент	Риндик С.В.				02.2025
Затверд.	Ратичняк Г.С.				02.2025
Система опалення			Старший	Архив.	Архив.
			МКР	5	8
Аксонетричні схеми систем опалення квартир типового поверху			ВНТУ, ТГ-24М		

Аксонетричні схеми систем опалення квартир дев'ятого поверху



						08-13.МКР.005.06.000 ОВ			
						Енергоефективна система опалення			
						дагатаповерхового житлового будинку			
Зм.	Килич	Архив	Проб.	Підп.	Дата	Система опалення	Старий	Архив	Архив
Разраб.	Кирилюк О.А.				02.2025		МКР	6	8
Керівник	Ратчиняк Г.С.				02.2025				
Н. Контроль	Панкевич О.Д.				02.2025				
ОпONENT	Риндик С.В.				02.2025				
Затверд.	Ратчиняк Г.С.				02.2025				
						Аксонетричні схеми систем опалення квартир дев'ятого поверху			
						ВНТУ, ТГ-24М			

Монтажна схема підключення індивідуального газового котла



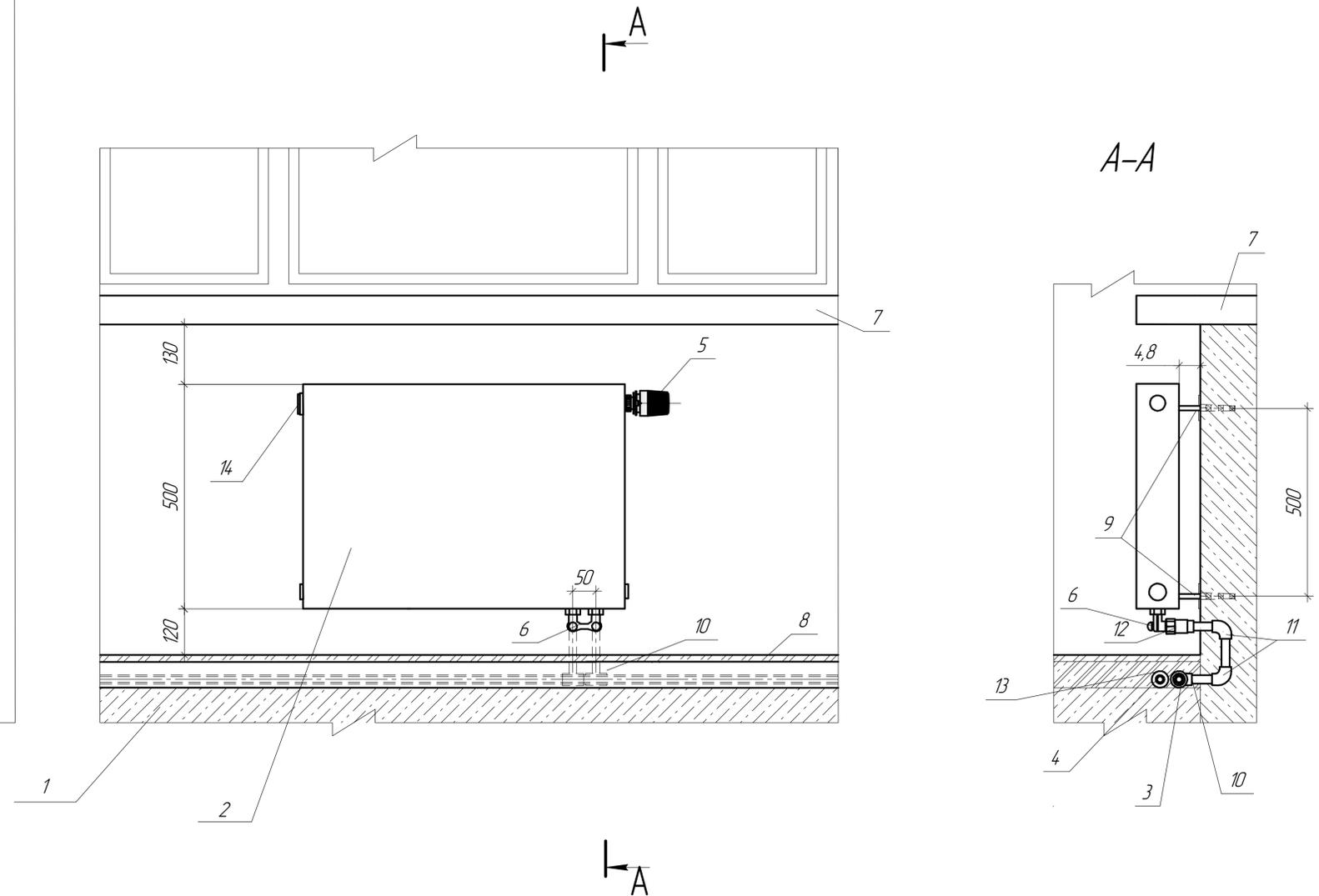
- 7 - кран 1/2"
- 8 - кран 3/4"
- 9 - фільтр 3/4"
- 10 - перехід ППР 25x3/4"
- 11 - коліно ППР 25x90
- 12 - коліно ППР 25x45
- 13 - коліно ППР 20x90
- 14 - коліно ППР 20x45
- 15 - перехід ППР 20x1/2"

- 16 - фільтр 1/2"
- 17 - газовий шланг 1/2" нз
- 18 - хомут
- 19 - конденсаційна труба
- 20 - декоративна вставка приєднання димоходу до стіни
- 21 - подовжувач труби D 60/100
- 22 - коліно коаксіальне D 60/100 - 90
- 23 - адаптер для підєднання коаксіальної труби
- 24 - зовнішня стіна

Монтажна схема підключення опалювального приладу

- 1 - міжповерхове перекриття;
- 2 - сталевий панельний радіатор;
- 3 - подаючий трубопровід;
- 4 - зворотний трубопровід;
- 5 - терморегулюючий елемент;
- 6 - вузол нижнього підключення сталевих панельних радіаторів біасотіпи, кутювий;
- 7 - підвіконня;

- 8 - облицювання підлоги;
- 9 - кронштейни;
- 10 - трійник поліпропіленовий;
- 11 - коліно поліпропіленове;
- 12 - перехідник поліпропіленовий;
- 13 - ізоляція;
- 14 - кран повітряний.



- 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

08-13.МКР.005.07.000 ОВ						
Енергоефективна система опалення багатопверхового житлового будинку						
Зм.	Кільч.	Архш.	Проб.	Підп.	Дата	
Розробий	Кирилюк О.В.				02.2025	
Керівник	Ратичняк Г.С.				02.2025	
Н. Контроль	Лажкевич О.Д.				02.2025	
ОпONENT	Риндик С.В.				02.2025	
Затверд.	Ратичняк Г.С.				02.2025	
Монтажна схема підключення опалювального приладу, розріз А-А, монтажна схема підключення індивідуального опалювального котла					МКР	7
					Старий	Архш.
					МКР	8
					ВНТУ, ТГ-24М	

