

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

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему:
СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ
ПРИМІЩЕНЬ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

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

М.О. Коломієць
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент кафедри ІСБ
О.Д. Панкевич
(прізвище та ініціали)

«10» червня 2025 р.

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

«13» червня 2025 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ІСБ
Г.С. Ратушняк
(прізвище та ініціали)
«14» червня 2025 р.

Вінниця ВНТУ 2025

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

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

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Коломійця Максима Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Система забезпечення мікроклімату приміщень житлового будинку»

Керівник роботи Панкевич О.Д., к.т.н., доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом роботи 03 червня 2025 р.

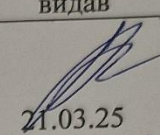
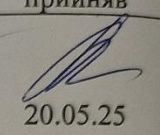
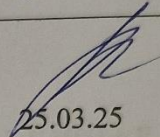
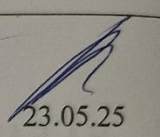
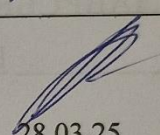
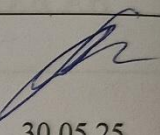
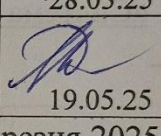
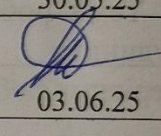
3. Вихідні дані до роботи архітектурно-будівельні креслення – плани поверхів будівлі, розрізи, містобудівні обмеження, кліматичні характеристик району будівництва; параметри внутрішнього повітря; нормативний термічний опір для зовнішніх огорожувальних конструкцій І кліматичної зони (для зовнішніх стін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

4. Зміст текстової частини:

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

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

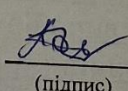
6. Консультанти розділів роботи

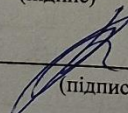
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Аналіз стану використання та техніко-економічне обґрунтування системи опалення	Панкевич О.Д., к.т.н., доцент	 21.03.25	 20.05.25
2. Теоретичне та проєктне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи опалення	Панкевич О.Д., к.т.н., доцент	 25.03.25	 23.05.25
3. Організаційно – технологічне забезпечення реалізації прийнятих рішень системи опалення	Панкевич О.Д., к.т.н., доцент	 28.03.25	 30.05.25
4. Охорона праці	Кобилянська І.М., к.пед.н., доцент	 19.05.25	 03.06.25

7. Дата видачі завдання 21 березня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач  Коломієць М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  Панкевич О.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 697.3:728.2

Коломієць М.О. Система забезпечення мікроклімату приміщень житлового будинку. Бакалаврська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма – Енергоефективні системи створення мікроклімату будівель. Вінниця: ВНТУ, 2025, 81 с.

На укр, мові. Бібліогр.: 38 назв; рис., 4; табл. 15.

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

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

Графічна частина складається з 5 креслень.

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

ABSTRACT

Kolomiets M.O. System for ensuring the microclimate of premises in a residential building. Bachelor's qualification work in specialty 192 - Construction and civil engineering, educational and professional program – Energy-efficient systems for creating a microclimate in buildings. Vinnytsia: VNTU, 2025, 81 p.

In Ukrainian, speak. Bibliography: 38 titles; fig., 4; table 15.

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

The graphic part consists of 5 drawings.

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

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ	10
1.1 Наукова та практична реалізація системи індивідуального опалення.....	10
1.2 Оцінка впливу індивідуальної системи опалення на організм людини.....	12
1.3 Оцінка впливу системи індивідуального газового опалення на навколишнє середовище.....	13
1.4 Актуальність використання газоподібного палива.....	15
1.5 Обґрунтування проектної потужності об'єкту.....	17
1.6 Підбір нагрівальних приладів.....	18
1.7 Розміщення котлоагрегату.....	19
1.8 Основні положення по організації будівництва і влаштування системи опалення, технологічні та будівельні рішення.....	21
1.9 Порівняльна характеристика електричної та газової систем опалення.....	22
Висновки до розділу 1.....	25
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЄКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ.....	26
2.1 Вихідні дані для проєктування.....	26
2.2 Вибір параметрів зовнішнього повітря.....	26
2.3 Моделювання та проєктні розрахунки теплотехнічних параметрів системи опалення.....	27
2.3.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	27
2.3.2 Підбір вікон та дверей.....	29
2.3.3 Теплотехнічний розрахунок міжповерхових перекриттів.....	29
2.3.4 Теплотехнічний розрахунок покрівлі.....	30

2.4 Визначення тепловтрат через огорожуючі конструкції.....	31
2.5 Вибір опалювальних приладів.....	32
2.5 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення.....	33
Висновки до розділу 2.....	35
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ.....	36
3.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту.....	36
3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи.....	37
3.3 Визначення складу і об'єму робіт.....	38
3.3.1 Склад робіт.....	39
3.3.2 Визначення об'єму робіт.....	40
3.4 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій.....	42
3.4.1 Вимоги до монтажу трубопроводів.....	42
3.4.2 Вимоги до монтажу розвідних трубопроводів.....	44
3.4.3 Вимоги до монтажу опалювальних приладів.....	45
3.4.4 Вибір типу машин та механізмів.....	45
3.5 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад.....	47
3.6 Витрата матеріалів та допоміжного обладнання при монтажі системи опалення	51
3.6.1 Витрата матеріалів та механізмів.....	51
3.6.2 Витрата електроенергії та пального.....	56
3.7 Пуск в дію та випробування системи опалення	57
3.8 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт.....	60
3.9 Розрахунок техніко – економічних показників календарного плану...	61
Висновки до розділу 3.....	62
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	63
4.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи в процесі дослідження ефективності системи.....	64

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	64
4.1.2 Електробезпека.....	66
4.2 Технічні рішення з виробничої санітарії.....	67
4.2.1 Мікроклімат.....	67
4.2.2 Склад повітря робочої зони.....	69
4.2.3 Виробниче освітлення.....	70
4.2.4 Виробничий шум.....	71
4.2.5 Виробничі вібрації.....	72
4.2.6 Виробниче випромінювання.....	74
4.3 Технічні рішення з пожежної безпеки.....	74
Висновки до розділу 4.....	76
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	78
Додаток А Технічне завдання (обов'язковий).....	82
Додаток Б Висновок про перевірку БДР на плагіат (обов'язковий).....	86
Додаток В Розрахунок тепловтрат в приміщенні (довідниковий).....	87
Додаток Г Розрахунок і підбір опалювальних приладів (довідниковий)...	99
Додаток Д Гідравлічний розрахунок (довідниковий).....	109

ВСТУП

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

Актуальність даної теми полягає у проектуванні системи опалення житлового будинку з використанням природного газу, як палива для комунальних і побутових потреб. Забезпечення належного мікроклімату в житлових приміщеннях є одним з ключових чинників, що впливають на комфорт, здоров'я та якість життя населення. В умовах зростання цін на енергоносії, необхідності підвищення енергоефективності будівель та посилення вимог до екологічності інженерних систем, дедалі більшої актуальності набуває впровадження автономних систем опалення.

Індивідуальне опалення на базі сучасних газових котлів дає змогу мешканцям самостійно регулювати тепловий режим, оптимізувати витрати на енергоресурси та підвищити енергоефективність будівлі в цілому. Такий підхід дозволяє враховувати індивідуальні потреби кожної квартири, зменшити теплові втрати в мережах і забезпечити більшу гнучкість та надійність у роботі системи.

У зв'язку з реформуванням житлово-комунального господарства України та прагненням до європейських стандартів у сфері енергозбереження, дослідження та впровадження ефективних індивідуальних систем опалення стає вкрай актуальним. Тема цієї роботи відповідає сучасним викликам та потребам галузі, а її результати можуть бути корисними при проектуванні та модернізації житлових будівель.

Метою даної роботи є розроблення варіанту проєкту енергоефективної системи, що забезпечує комфортні мікрокліматичні умови в приміщеннях шляхом використання сучасних опалювальних приладів і засобів обліку та регулювання подачі теплоносія, що сприяє підвищенню ефективності використання теплової енергії

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести техніко-економічне обґрунтування;

- обґрунтувати оптимальний варіант проєктного рішення по влаштуванню автономної системи опалення;
- змодельовати розрахунок тепловтрат в житлових приміщеннях будинку;
- змодельовати гідравлічний режим системи опалення;
- за результатами гідравлічного розрахунку підібрати оптимальні параметри трубопроводів та опалювальних приладів;
- виконати варіантний вибір матеріалів та обладнання для надійної роботи системи опалення із передбаченням її технічного обслуговування;
- розробити організаційно-технологічне рішення з монтажу системи;
- дослідити питання техніки безпеки під час виконання монтажних робіт.

Об'єкт дослідження: енергоефективна системи опалення для забезпечення нормованого мікроклімату приміщень житлового будинку.

Предмет дослідження: процеси забезпечення тепловою енергією приміщень житлового будинку.

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

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

1 АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

1.1 Наукова та практична реалізація системи індивідуального опалення

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

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

Метою розроблення системи опалення є [1-3]:

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

В якості вихідних даних для розробки системи опалення було використано таку документацію:

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

Наукове обґрунтування впровадження індивідуального опалення у багатоповерхових житлових будинках базується на принципах підвищення енергоефективності, надійності теплопостачання та адаптації інженерних рішень до сучасних вимог комфорту. Забезпечення стабільного мікроклімату у приміщеннях потребує точного розрахунку теплових навантажень, оптимального підбору обладнання та ефективної системи керування.

Проєктування автономних систем теплопостачання із впровадженням сучасного котлоагрегату в кожній квартирі є ефективним рішенням для

створення незалежної та стабільної системи забезпечення теплового комфорту. Це особливо актуально з урахуванням проблем, притаманних традиційним централізованим тепловим мережам.

Сучасні теплові мережі часто експлуатуються із зношеною ізоляцією та трубами, що призводить до значних втрат тепла. Як наслідок, температура теплоносія на вході в будівлю може не відповідати нормативам, що знижує ефективність роботи системи опалення. Крім того, при виникненні аварії на теплотрасі необхідно відключати від теплопостачання всі будинки, підключені до неї, що створює додаткові незручності та ризики.

Альтернативою централізованим мережам є індивідуальне опалення, яке має суттєві переваги, серед яких:

- економія на прокладанні теплотрас, ізоляційних та будівельних матеріалів;
- зменшення капітальних витрат на спорудження центральних котелень і теплових пунктів;
- підвищення надійності системи, оскільки кожна квартира працює автономно;
- економічна ефективність за рахунок можливості індивідуального регулювання споживання тепла.

З технічної точки зору, індивідуальні газові котли забезпечують високий коефіцієнт корисної дії (до 95–98 %) і можуть працювати в автоматичному режимі з урахуванням температури зовнішнього повітря та заданих параметрів мікроклімату в приміщенні. Така система значно підвищує комфорт проживання, дозволяє користувачам ефективно управляти витратами енергії та зменшити залежність від централізованих постачальників тепла.

Таким чином, наукові підходи до моделювання, розрахунку та оптимізації автономних систем опалення ефективно реалізуються на практиці в умовах сучасного багатоквартирного житлового будівництва, відповідаючи поточним вимогам до енергоефективності, екологічності та комфорту.

1.2 Оцінка впливу індивідуальної системи опалення на організм людини

Стан мікроклімату у житлових приміщеннях суттєво впливає на самопочуття, працездатність та загальний стан здоров'я людини. Основними параметрами мікроклімату, які забезпечує система опалення, є температура повітря, його відносна вологість, швидкість руху повітря та рівень теплового випромінювання. Невідповідність цих показників санітарно-гігієнічним нормам може викликати дискомфорт, розвиток захворювань або загострення хронічних патологій.

Відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», у житлових приміщеннях повинна підтримуватись температура повітря на рівні:

- у житлових кімнатах — $+18...+22\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- у санітарних вузлах — $+18...+24\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- на кухні — $+18...+26\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Відповідна відносна вологість повітря згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 має становити 30–60 %, а швидкість руху повітря — не більше 0,2 м/с у холодний період року.

У разі недостатнього або нерівномірного обігріву приміщень можливі такі негативні наслідки:

- Переохолодження організму, що призводить до зниження імунітету та підвищення ризику респіраторних захворювань;
- Низька температура поверхонь, зокрема підлоги, негативно впливає на терморегуляцію та комфорт, особливо у дітей;
- Знижена вологість повітря, типова для приміщень з радіаторним опаленням, викликає пересихання слизових оболонок, подразнення очей, сухість шкіри, підвищену втомлюваність.

Водночас надмірне підвищення температури повітря або перегрів приміщень у разі неправильного регулювання котлів може спричинити

порушення теплообміну організму, головний біль, гіпотонію та загальну млявість.

Індивідуальна система опалення, за умови її належного проєктування, монтажу та експлуатації, дозволяє досягти оптимальних параметрів мікроклімату, адаптованих до потреб користувачів. Вона забезпечує:

- терморегуляційний комфорт;
- стабільний температурний режим;
- економію енергоресурсів без шкоди для здоров'я;
- позитивний вплив на сон, працездатність та емоційний стан.

Сучасні газові котли з погодозалежним регулюванням, таймерами і зоною керування дозволяють підтримувати комфортні умови автоматично, враховуючи погодні умови та добові коливання потреб у теплі.

Таким чином, грамотно реалізована система опалення – це не лише інженерна необхідність, а й елемент охорони здоров'я та підвищення якості життя мешканців.

1.3 Оцінка впливу системи індивідуального газового опалення на навколишнє середовище

Індивідуальні системи газового опалення в житлових будинках широко застосовуються завдяки високій енергоефективності, гнучкому управлінню та зниженим експлуатаційним витратам. Водночас експлуатація таких систем має певний вплив на навколишнє середовище, який необхідно враховувати при оцінці їхньої доцільності з позицій сталого розвитку.

Основні екологічні аспекти:

1. Викиди в атмосферу. При згорянні природного газу основними продуктами є діоксид вуглецю (CO_2), водяна пара (H_2O), незначні кількості оксидів азоту (NO_x), а у випадках неповного згорання — чадний газ (CO).

Діоксид вуглецю (CO_2) є основним парниковим газом. Хоча рівень викидів від одного котла невеликий, масове використання індивідуальних систем опалення вносить свій вклад у глобальні кліматичні зміни.

Оксиди азоту (NO_x) сприяють утворенню кислотних дощів та смогу, негативно впливають на дихальну систему.

Чадний газ (CO) є токсичним, але сучасні котли мають системи контролю горіння, що запобігають його значному утворенню.

Сучасні газові котли відповідають вимогам директиви Енергоспоживчі продукти (ErP) ЄС щодо екологічного дизайну, яка встановлює гранично допустимі рівні NO_x (менше 56 мг/кВт·год для котлів з відкритою камерою та 40 мг/кВт·год для конденсаційних).

2. Споживання природних ресурсів. Природний газ — це викопне паливо, запаси якого є обмеженими. Його спалювання супроводжується незворотними втратами природних ресурсів, хоча ефективність сучасних котлів дозволяє зменшити обсяги споживання.

3. Інфраструктурний вплив. Прокладання мереж газопостачання супроводжується порушенням ґрунтів, озеленення, можливим втручанням у гідрологічний режим території. Водночас використання вже існуючої міської інфраструктури мінімізує цей вплив.

4. Ризик витоків та вибухонебезпечність. Витоки природного газу мають потенціал до вибуху і можуть забруднювати повітря. Встановлення сучасних систем контролю, газових детекторів, автоматичних запірних клапанів значно знижує ці ризики. Відповідно до ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання», при проєктуванні повинні враховуватись вимоги безпеки і захисту навколишнього середовища.

У порівнянні з централізованими системами на вугіллі або мазуті, індивідуальне газове опалення має кращі екологічні характеристики:

- менші втрати тепла, оскільки тепло виробляється безпосередньо в місці споживання;
- вищий ККД (до 98 % у сучасних конденсаційних котлів);

- зменшення навантаження на міські котельні та пов'язану з ними концентрацію шкідливих викидів.

1.4 Актуальність використання газоподібного палива

Актуальність використання природного газу як палива для індивідуальних котлів систем опалення багатоквартирних будинків є важливою темою в контексті енергетичної безпеки та енергоефективності в Україні та інших країнах. Це питання охоплює як економічні, так і екологічні аспекти. Нижче наведено кілька ключових аспектів, які підкреслюють важливість використання природного газу.

Енергетична ефективність та економія. Природний газ є одним з найбільш ефективних і економічно вигідних видів палива для індивідуальних котлів. Він має високу теплотворну здатність, що дозволяє забезпечити достатній рівень опалення при помірних витратах. За рахунок цього природний газ залишається одним із найбільш доступних джерел енергії для опалення в багатоквартирних будинках [1].

Згідно з дослідженнями, індивідуальні котли на природному газі здатні забезпечити значну економію порівняно з іншими джерелами енергії, такими як електричні або рідкопаливні котли, завдяки низьким витратам на газ і високій ефективності спалювання.

Наявність та доступність природного газу. В Україні природний газ залишався основним джерелом енергії для опалення будівель протягом кількох десятиліть [8]. Станом на 2024 рік, Україна все ще залежить від імпортованого природного газу, хоча активно працює над диверсифікацією постачань та розвитком відновлюваних джерел енергії. Проте газ залишається доступним ресурсом, особливо для багатоквартирних будинків, де централізовані мережі газопостачання часто забезпечують простоту підключення індивідуальних котлів.

Технологічні інновації та зниження витрат. З розвитком технологій ефективність використання природного газу в опаленні продовжує зростати. Сучасні котли мають високий ККД, часто перевищуючи 90%, що знижує витрати на енергію та сприяє зменшенню викидів в атмосферу. Технології, як-от конденсаційні котли, здатні використовувати теплоту водяної пари, що утворюється під час горіння, і забезпечувати максимальну економічність споживання газу [16].

Екологічний аспект. Хоча природний газ вважається відносно чистим паливом порівняно з вугіллям чи нафтою, він все ж таки сприяє викидам парникових газів. У порівнянні з іншими видами палива, природний газ має менший вуглецевий слід, що робить його привабливим у короткостроковій перспективі. Проте для досягнення довгострокових екологічних цілей у багатьох країнах розглядаються альтернативи, такі як відновлювані джерела енергії [5].

Зміни на енергетичному ринку. В останні роки, на фоні глобальних змін на енергетичних ринках, питання забезпечення енергією стає все більш актуальним. Підвищення вартості газу та зростання залежності від міжнародних постачальників створюють додаткові ризики для споживачів природного газу. Це, в свою чергу, стимулює пошук альтернативних варіантів енергії для опалення, зокрема електричних котлів, теплових насосів, сонячних панелей і біомаси [3].

Енергетична незалежність та диверсифікація. Зважаючи на геополітичну ситуацію, важливим є питання енергетичної безпеки та диверсифікації джерел енергії. Використання природного газу, особливо в умовах нестабільної ситуації з імпортом енергоресурсів, вимагає розробки нових стратегій для підвищення енергонезалежності. Однак, паралельно з використанням газу, варто розвивати альтернативні джерела енергії, що дозволить зменшити залежність від одного виду палива.

Природний газ залишається важливим компонентом енергетичного ландшафту для індивідуальних котлів у багатоквартирних будинках. Висока

ефективність, доступність та технологічні інновації роблять його привабливим вибором для забезпечення опалення, хоча необхідно враховувати екологічні та економічні виклики, що можуть виникнути в майбутньому.

1.5 Обґрунтування проєктної потужності об'єкту

Система опалення повинна компенсувати втрати тепла через огорожуючі конструкції і втрати на інфільтрацію. Визначення теплозахисних властивостей зовнішніх огорожень дозволяє вибрати потрібну опалювальну установку. Дана система тепlopостачання доцільна з економічної точки зору, що показують розрахунки, а також із екологічної точки зору, адже захист атмосфери від забруднень є основною з проблем охорони довкілля.

Отже, необхідно знайти шляхи зниження витрат теплоенергії, які будуть ефективними в теплотехнічному відношенні і водночас їх реалізація потребуватиме мінімальних коштів.

Кліматичні умови району [4]:

- сейсмічність – менше 6 балів;
- середня температура найбільш холодної п'ятиденки - 21°C ;
- температура найбільш холодної доби – 26°C ;
- середня швидкість вітру – 7,1 м/с;
- вітрове навантаження приймається для І району.

Планується влаштування горизонтальної двохтрубної системи опалення з металопластикових трубопроводів. Джерелом опалення є індивідуальні котли, які забезпечують температуру теплоносія $70\text{-}90^{\circ}\text{C}$.

Трубопроводи системи опалення монтуються із металопластикових труб фірми KISAN [9] Алюмінієва труба покрита з обох сторін структурним поліетиленом високої щільності PEX. Конструктивні переваги яких:

- стійкість до корозії та відкладання каменю;
- газонепроникність;
- низький коефіцієнт лінійного розширення;

- стійкість до гідравлічних ударів;
- відсутність пам'яті форми;
- коротка тривалість монтажу завдяки простим та надійним накидним з'єднанням;

- мала абсолютна шорсткість, відповідно низький опір течії;
- стійкість до агресивних хімічних середовищ.

Клейова адгезія в однаковій мірі утримує і шар матеріалу PEX і алюмінію. Це гарантує відсутність розшарування труби при багатократних температурних перепадах.

Максимальний робочий тиск – 0,6 МПа.

Максимальна робоча температура - 95°C.

Основними перевагами системи з металопластикових труб фірми KISAN є: термін служби не менше 50 років, висока гнучкість, відсутність корозії, висока хімічна стійкість до речовин, легкість транспортування і монтажу.

1.6 Підбір нагрівальних приладів

Основним елементом даної системи опалення є опалювальні прилади.

Вимоги до опалювальних приладів :

- ліквідація неприємних холодних потоків, що надходять від холодних поверхонь огороджуючи конструкцій;
- створювати комфортні умови для тривалого перебування людей в приміщенні;
- відповідати естетичним вимогам;
- економічна вигідність;
- довгий термін служби;
- висока теплопровідність;
- механічна міцність;
- корозійна стійкість.

Нагрівальні прилади краще встановлювати безпосередньо біля зовнішніх огорожень, під вікнами опалювальних приміщень. При такому розміщенні конвекційні потоки нагрітого повітря перешкоджають руху холодних потоків від зовнішніх огорожень.

В даній системі опалення вибрані опалювальні прилади які є панельними сталевими радіаторами з профільованими нагрівальними панелями і конвекційними елементами. Обладнані боковими щитками та верхньою решіткою. Чотири штуцери для приєднання з внутрішньою різьбою G 1/2" для бокового підключення як з лівого, так і з правого боку.

Технічні характеристики [8]:

- Матеріал: високоякісна вискоеластична низьковуглецева холодновальцьована сталь FePO;
- Номінальна товщина бляхи : нагрівальна панель - 1,25 мм, конвектори - 0,50 мм;
- Відстань між вертикальними водяними каналами : 33,3 мм;
- Приєднання : 4xG 1/2" бокові;
- Робочий тиск : 10 бар;
- Максимальна температура: 110°C;
- Тиск випробування : 13 бар;

Після монтажу всі радіатори проходять випробування на герметичність під високим тиском 37,5 бар для виявлення дефектів, які могли виникнути на різних етапах виробництва, що забезпечує стовідсоткову якість продукції.

Дані радіатори мають високу зносостійкість та ударостійкість, здатні витримувати високий тиск .

1.7 Розміщення котлоагрегату

У житловому будинку передбачається монтаж опалювального обладнання. Установка котлів запланована у кухонних приміщеннях, що допускається за умови дотримання чинних норм і правил безпеки. Обране

обладнання — настінні газові котли моделі “Анна-нова 243К” із герметичною камерою згоряння, виготовлені ТОВ «СП “Укрінтерм”». Вони виконують функції обігріву житла та забезпечення гарячим водопостачанням. Котел є двоконтурним відповідно до технічних умов ТУ У 29.7-20016760-012-2003.

Основні технічні характеристики обладнання [11, 14, 18]:

- газовий настінний котел з інтегрованим водонагрівачем;
- габарити: 650×400×260 мм;
- маса – 43 кг;
- наявність модуляційного пальника з регулюванням потужності;
- можливість встановлення бажаної температури гарячої води;
- автоматичне перемикання в режим ГВП при витраті понад 1,5 л/хв;
- виведення продуктів згоряння через коаксіальний димохід;
- середній ККД за опалювальний сезон – 90%;
- функція швидкого нагріву води — “гарячий старт”;
- стабільна температура на виході гарячої води;
- робочий тиск газу – 1960 МПа;
- максимальний тиск води — 0,3 МПа;
- теплова потужність — 24,3 кВт;
- теплообмінник з нержавіючої сталі, що мінімізує утворення накипу;
- система захисту від заклинювання циркуляційного насоса і трьохходового клапана при довгій зупинці;
- електронна система запуску і управління;
- вбудована діагностика несправностей (DIA);
- датчик тиску води в системі;
- розширювальний бак об’ємом 7 л;
- запобіжний клапан з налаштуванням на тиск 3 бар.

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

Початок робіт по влаштуванню системи опалення і початок влаштування котлоагрегатів розпочинаються після узгодження робочого проєкту з органами державного нагляду, внесення у випадку необхідності змін і доповнень у робочу документацію та розробку проєкту виконання робіт у відповідності з актами. Монтаж котлів здійснюється спеціалізованою монтажною організацією, яка має досвід монтажу таких установок. Монтажні роботи повинні виконуватись у відповідності з робочим проєктом [4].

Роботи по влаштуванню системи опалення розпочинають після узгодження з органами державного нагляду. Всі роботи з монтажу обладнання і пусконаладжувальні роботи здійснюються спеціалістами підприємства-постачальника. Монтаж здійснює організація, яка має досвід монтажу таких установок. Монтажні роботи повинні виконуватись у відповідності з робочим проєктом. Організація монтажних робіт може проводитись послідовним, паралельним та поточним методами. Організація, що виконує будівельно-монтажні роботи повинна забезпечити: виконання робіт у визначені строки; якість роботи; здачу закінченого об'єкту в експлуатацію. Монтаж здійснюється підрядним способом, доставка елементів системи здійснюється підрядником. Оплата за виконанні монтажні роботи між замовником та підрядником проводиться у формі безготівкового розрахунку [6].

Будівельні рішення диктуються робочою документацією та вимогами нормативно-технічних документів з пожежної безпеки та охорони праці. Система опалення житлових приміщень прийнята згідно ДБН В.2.5-67:2013 “Опалення, вентиляція та кондиціювання” [10]. Технологічні рішення диктуються такими умовами: набором вітчизняного та імпортного технологічного обладнання, вимогами нормативно-технологічної документації з пожежної безпеки та охорони праці. Передбачено також використання

допоміжного обладнання та організаційного оснащення: засувки, вентиля, ізоляція.

1.9 Порівняльна характеристика електричної та газової систем опалення

Техніко-економічне порівняння газових і електричних котлів.

Переваги газових котлів:

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

Недоліки газових котлів:

- перед установкою газового котла необхідно отримати відповідний дозвіл і оформити певні документи;
- небезпека газового котла, може статися витік газу;
- газовий котел потребує добре провітрюваному приміщенні з димоходом і окремим виходом на вулицю. У той же час котел не повинен стояти біля стіни або між 2 стінами. Дека не повинна стояти біля стіни або між стінами. Крім того, двері в приміщення повинна відкриватися вільно: гніт горить, і для роботи пальника необхідна подача кисню.
- газовий котел обов'язково повинен бути обладнаний автоматикою для запобігання витoku газу і повинен перекривати газопровід в разі раптової появи такого типу витoku.

Переваги електричних котлів:

- електричний котел вважається найбезпечнішим: в ньому немає відкритого вогню;
- простота установки і використання;
- малий розмір;

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

- вони працюють тихо.;

- екологічність-відсутність шкідливих викидів або запахів.

Недоліки електричних котлів:

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

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

- електричний котел має велике споживання електроенергії;

- низька ефективність високе енергоспоживання.;

- дискомфорт при відключенні живлення більш ніж на добу.

Тому, якщо порівняти 2 типу котлів, то можна зробити висновок, що газовий котел в даному випадку більш зручний, ніж електричний. Так, проєкт розрахований на обігрів квартири і подачу гарячої води споживачам, номінальна теплова потужність $q=24$ кВт, в кожній квартирі встановлений окремий газовий двоконтурний короб.

Щоб вибрати найбільш підходящий варіант для харчування опалювального котла, давайте порівняємо 2 можливих варіанти джерела енергії: електрика і природний газ. Оскільки вартість матеріалів однакова, витрати на встановлення системи опалення з газовим котлом та електричним котлом однакові. Різниця цих систем полягає у вартості енергоресурсів протягом розрахункового періоду [12].

Вихідними даними для порівняльної характеристики є:

- потужність котла, $P_r=P_e=24$ кВт;

- витрата природного газу котлом $V=2,9$ м³/год.;

- розрахунковий період – 1 рік;

- кількість опалювальних днів – 187 днів;

- вартість 1 кВт·год. електроенергії (станом на 05.05.2025р.) – $C_e=2,64$ грн.;

- вартість 1 м³ газового палива, що складається з ціни за природний газ та вартості доставки газу операторами ГРМ (станом на 05.05.2025р.) – $C_r = 7,99 + 2,016 = 10,006$ грн.

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

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

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

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

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

де N – потужність одного котлоагрегату, кВт;

n – кількість встановлених котлоагрегатів, шт.;

t – кількість годин роботи опалювального агрегату, год;

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

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

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

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

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

де C_r – тариф за 1 м³ на витрату природного газу, грн.;

V_p – витрати природного газу за рік, м³.:

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

де N – потужність одного котлоагрегату, кВт;

n – кількість встановлених котлоагрегатів, шт.;

t – кількість годин роботи опалювального агрегату, год;

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

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

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

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

$$S_e > S_r$$

$$13819880,45 > 8438901.$$

Економічний ефект при цьому складає

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

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

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

Висновки до розділу 1

За аналізом техніко-економічного обґрунтування можна зробити висновки, що впровадження в експлуатацію автономної системи опалення є ефективним внаслідок абсолютної економії коштів. А також можна відмітити ще ряд переваг, а саме: можливість скорочення енергоспоживання за рахунок індивідуального графіку опалення в залежності від температури зовнішнього повітря, значне скорочення витрат на обслуговування за рахунок повної автоматизації роботи системи, стабільність забезпечення споживачів теплом та гарячою водою в будь-який період року. Використання газових котлів дозволяє зекономити за рік 9987606,27 грн. в порівнянні з електричними котлами.

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

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЄКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

2.1 Вихідні дані для проєктування

В якості об'єкта для проєктування вибрана будівля багатоквартирного житлового будинку у м. Вінниця. Схема системи опалення: з горизонтальною двотрубною розводкою.

Джерело теплозабезпечення: поквартирне опалення від двохконтурних газових котлів, теплоносій – вода.

Кількість поверхів: 9 поверхів з неопалюваним підвальним приміщенням.

Висота поверхів: 1-9 поверхів – 2,5 м; підвального приміщення – 1,9 м.

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

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

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

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 [17].

Всі дані зводимо у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахункові параметри зовнішнього повітря

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

2.3 Моделювання та проєктні розрахунки теплотехнічних параметрів системи опалення

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

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

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

2.3.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

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

$$R_0^\Phi = 1/\alpha_B + \delta_{ш}/\lambda_{ш} + \delta_{ц}/\lambda_{ц} + \delta_{у}/\lambda_{у} + \delta_{озд}/\lambda_{озд} + 1/\alpha_3, \quad (2.1)$$

де α_B – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

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

δ_y/λ_y – термічний опір шару утеплювача, R_y ;

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

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

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни.

Теплофізичні характеристики матеріалів зовнішньої стіни будівлі:

1. пустотна силікатна цегла: $\delta_1 = 0,12$ м; $\lambda = 0,7$ Вт/(м · °С);
2. плити із мінвати : $\lambda = 0,04$ Вт/(м · °С);
3. керамічна повнотіла цегла: $\delta_1 = 0,38$ м; $\lambda = 0,056$ Вт/(м · °С);
4. штукатурки з вапняно-піщаного розчину: $\delta_1 = 0,015$ м; $\lambda = 0,697$ Вт/(м · °С);

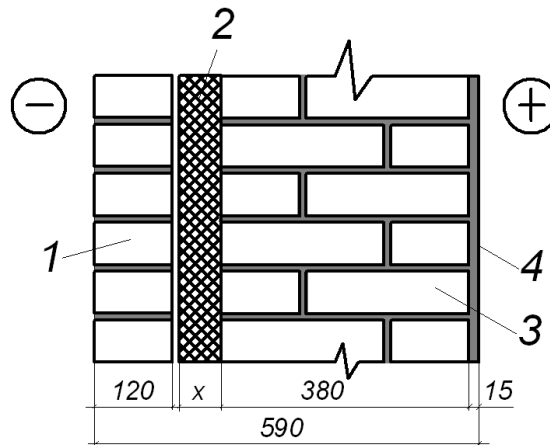


Рисунок. 2.1 – розрахункова схема утеплення зовнішньої стіни будівлі:

1-пустотна силікатна цегла; 2 – теплоізоляція (мінвата); 3 – керамічна повнотіла цегла; 4 – штукатурка.

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

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

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

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

Приймаємо товщину шару утеплювача 0,15 м.

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

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

Тоді коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої стіни становитиме:

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

2.3.2 Підбір вікон та дверей

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

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

2.3.3 Теплотехнічний розрахунок міжповерхових перекриттів

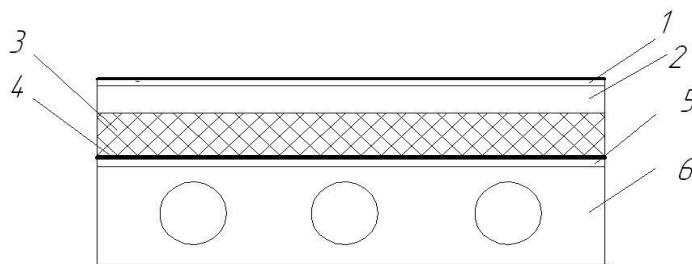


Рисунок 2.2 – Схема міжповерхового перекриття:

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

Теплофізичні характеристики матеріалів міжповерхового перекриття:

1. керамічна плитка: $\delta_1 = 0,01\text{м}$; $\lambda = 1,1 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$;
2. бетонна стяжка (вермикулітобетон): $\delta_1 = 0,07 \text{ м}$; $\lambda = 0,08 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$;

3. теплоізоляція (екструдований пінополістирол): $\delta_1 = 0,12 \text{ м}$;
 $\lambda = 0,028 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

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

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

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

Термічний опір підлоги:

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

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

2.3.4 Теплотехнічний розрахунок покрівлі

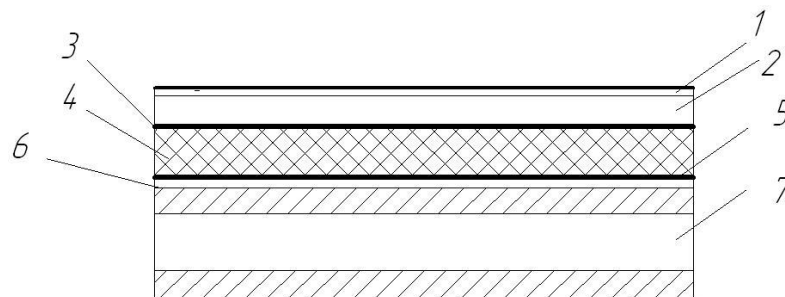


Рисунок 2.3 – Схема покрівлі:

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

Теплофізичні характеристики матеріалів покрівлі:

1. шар ізопласта ХППЗ: $\delta_1 = 0,015 \text{ м}$; $\lambda = 0,03 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

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

3. гідроізоляція (протиконденсаційна плівка): $\delta_1 = 0,3 \text{ мм}$; $\lambda = 0,17 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

4. утеплювач (плита Пеноплекс): $\delta_1 = 0,12 \text{ м}$; $\lambda = 0,028 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

5. пароізоляція (плівка ПВХ): $\delta_1 = 0,35 \text{ мм}$; $\lambda = 0,17 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

6. вирівнюючий шар: $\delta_1 = 0,02 \text{ м}$; $\lambda = 0,08 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

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

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.

2.4 Визначення тепловтрат через огорожуючі конструкції

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

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

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

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

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

Загальні тепловтрати Q_z складаються з головних Q_r та додаткових Q_d .

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

$$Q_r = 1/R_0^{\Phi} \cdot F \cdot (t_b - t_3) \cdot n, \quad (2.4)$$

де: F – теплопередаюча поверхня огорожувальної конструкції, м²;

R_0^{Φ} – повний фактичний термічний опір огорожувальної конструкції,

$\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^\circ\text{C}$ [7].

$t_{\text{з}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$, приймається середня температура найбільш холодної п'ятиденки;

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

Таблиця 2.3 – Значення коефіцієнта n для різних огорожень

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

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

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

Нормативні питомі тепловтрати складають $80 \text{ Вт}/\text{м}^2$ [1].

Розрахункові питомі тепловтрати:

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

де Q - загальні тепловтрати; S – площа будівлі.

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

Отже, питомі тепловтрати будівлі не перевищують нормативних.

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

2.5 Вибір опалювальних приладів

Опалювальні прилади є основними елементами системи опалення і повинні відповідати певним технологічним, санітарно-гігієнічними, техніко-економічним, архітектурно – будівельним вимогам.

В даному проєкті пропонується встановити сталеві панельні радіатори марки PURMO Compact. Радіатори PURMO мають гарантію 5 років з врахуванням експлуатації по призначенню. Було використано радіатори 22 та 11 типів. Радіатори обладнанні термостатичними клапанами і термостатичними елементами марки Oventrop для регулювання температури опалювального приладу. Для спуску повітря на радіаторах встановленні крани “Маєвського”. В ванних кімнатах були встановлені рушikosушарки марки PURMO. Довжину радіатора приймаємо задаючись тепловою потужністю радіатора.

Дані розрахунку і підбір опалювальних приладів наведено в додатку Г.

2.5 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення

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

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

Гідравлічний розрахунок системи опалення складається з трьох етапів[2]:

1) Розбивання системи на ділянки і приймання діаметрів трубопроводів на цих ділянках.

2) За таблицями визначають швидкість руху теплоносія на даній ділянці, питомі втрати тиску і втрати тиску на місцевих опорах, визначають сумарні втрати тиску в системі.

3) Виконуємо перевірку: якщо запас тиску не перевищує 10% то діаметри трубопроводів підібрано правильно, в іншому випадку виконують перерахунок.

Розрахунок починається із самого не вигідного циркуляційного кільця, яке проходить через найбільш віддалений опалювальний прилад.

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

$$G = \frac{3.6 \cdot Q}{4.187(t_r - t_o)}, \quad (2.6)$$

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

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

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

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

Витрати на місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$Z = \sum \xi p_d. \quad (2.7)$$

де: ξ – коефіцієнт місцевого опору, визначається з каталогів виробників фасонних частин;

p_d – динамічний тиск [11] .

Після цього підраховуємо суму втрат тиску від тертя і суму втрат тиску від місцевих опорів. Потім визначають дійсні сумарні втрати тиску в циркуляційному кільці і порівнюють з розрахунковим циркуляційним тиском. Дані розрахунку наведено в додатку Д.

Порівнюємо втрати тиску в головному циркуляційному кільці та у відгалуженнях. У випадку, коли різниця тисків сягає більше 10% для збалансування системи встановлюється клапан, який забезпечує регулювання при перепаді тиску на трубопроводі нижче вказаного.

Висновки до розділу 2

В даному розділі була запроєктована система опалення дев'ятиповерхового житлового будинку в м. Вінниця.

Виконанні наступні розрахунки:

- розрахунок теплового режиму будівлі;
- моделювання гідравлічного режиму системи опалення.

Всі розрахунки виконані відповідно до чинних нормативних актів. Для даної системи опалення встановлюються сталеві панельні радіатори марки PURMO Compact, металопластикові трубопроводи фірми KISAN універсального призначення і підібрано необхідні діаметри трубопроводів, терморегулятори та котли опалювальні газові настінні “Анна-нова 243К”, із закритою камерою згорання та вбудованим насосом UP15-60, виробник ТОВ “Спільне підприємство “Укрінтерм” призначені для опалення квартири і для забезпечення споживачів гарячою водою.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

3.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту

В даній роботі запроєктовано систему опалення дев'ятиповерхового житлового будинку в м. Вінниця. Система опалення передбачається для забезпечення нормованих метеорологічних умов в приміщеннях квартир.

Система опалення індивідуальна. Джерелом теплопостачання служить індивідуальний котлоагрегат, який розміщений в приміщеннях кухонь. В результаті гідравлічного розрахунку було підібрано діаметри труб для системи опалення квартир. Було встановлено, що підібраний котлоагрегат повністю задовольняє вимоги системи опалення, тому влаштування додаткових насосів та компенсаторів об'єму не є доцільним [10].

Для всіх приміщень застосована горизонтальна двотрубна система опалення із металопластикових труб фірми Kisan [9]. Це алюмінієві труби покриті з обох сторін структурним поліетиленом високої щільності PEX. Основними перевагами системи з металопластикових труб фірми KISAN є: термін служби не менше 50 років, висока гнучкість, відсутність корозії, висока хімічна стійкість до речовин, легкість транспортування і монтажу.

В даній системі опалення використовуються опалювальні прилади марки PURMO Compact [8], які були підібрані на основі теплотехнічного розрахунку. Вони є панельними сталевими радіаторами з профільованими нагрівальними панелями і конвекційними елементами. Обладнані боковими щитками та верхньою решіткою. Чотири штуцери для приєднання з внутрішньою різьбою G 1/2" для бокового підключення як з лівого, так і з правого боку.

На кожному нагрівальному приладі встановлюється приєднувальний елемент Кран д/рад Valtec 1/2" кут П/ключ для двотрубною системи опалення для регулювання напору та встановлюємо термостатичний вентиль серії А фірми OVENTROP [12].

3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи

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

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

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

- 1) Оштукатурені ділянки стін в місцях встановлення опалювальних приладів і прокладання трубопроводів.
- 2) Підготовлені монтажні пройми для переміщення крупногабаритного обладнання, що підлягає монтажу.
- 3) Нанесені на стінах фарбою, що важко змивається, відмітки чистої підлоги;
- 4) Встановленні віконні коробки і підвіконні дошки.
- 5) Підведені електросилові лінії для підключення механізмів та електроінструменту.
- 6) Забезпечена освітленість робочих місць, доступ до них робітників та можливість доставки матеріалів і обладнання, що підлягають монтажу.

7) Підготовлене риштування на підмостки для виконання робіт.

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

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

Монтажні положення трубопроводів:

1) вісі трубопроводів повинні бути паралельні площинам будівельних конструкцій;

2) відстань від вісі неізолюваного трубопроводу до стіни визначають по формулі [13] :

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

де d - діаметр трубопроводу, мм;

3) підводи до опалювальних приладів виконують з нахилом в напрямку руху теплоносія. Нахил приймають 5-10 мм на всю довжину підводу [13];

4) якщо довжина підводу до 500 мм, то його прокладають без нахилу;

5) підводи прикріплюють до стін, якщо довжина підводу перевищує 1,5 м;

6) нагрівальні прилади встановлюють на кронштейнах.

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

3.3 Визначення складу і об'єму робіт

Після прийняття об'єкту під монтаж, доставити такі матеріали і механізми:

а) монтажні пристосування і механізми;

б) допоміжні матеріали;

в) заготовки опалювальних систем в комплекті з прокладочними та закріплюючими деталями;

г) обладнання системи опалення в комплекті з допоміжним обладнанням.

3.3.1 Склад робіт

1. Доставляння деталей і обладнання на місце 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. Пробивання борозен в цегляних стінах площею перерізу до 20 кв.см.
6. Прокладання металопластикових трубопроводів діаметром 16мм.
7. Прокладання металопластикових трубопроводів діаметром 20мм.
8. Прокладання металопластикових трубопроводів діаметром 25мм.
9. Ізоляція трубопроводів.
10. Встановлення запірно-регулювальної арматури.
11. Встановлення котла.
12. Встановлення радіаторів сталевих.
13. Встановлення сушарок для рушників.
14. Встановлення фільтрів.
15. Гідравлічне випробування трубопроводів системи.
16. Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу.
17. Вивезення сміття

3.3.2 Визначення об'ємів робіт

1. Доставляння основного та допоміжного обладнання до місця монтажу та їх складування. Одиниці вимірювання – 1 т. Загальна вага усіх обладнання та інструменту 10222 кг (10,222 т). Приймаємо об'єм $V=10,222$.

2. Пробивання отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщиною до 25 см. Склад робіт: Розмічання місць пробивки. Пробивання гнізд і отворів. Одиниці вимірювання – 100 шт. Кількість отворів – 288 шт. Приймаємо $V=2,88$.

3. Пробивання отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщ. до 51 см. Склад робіт: Розмічання місць пробивки. Пробивання гнізд і отворів. Одиниці вимірювання – 100 шт. Кількість отворів – 36 шт. Приймаємо $V=0,36$.

4. Пробивання борозен в цегляних стінах та підлогах площею перерізу до 50 кв.см. Склад робіт: Розмічання місць пробивки. Пробивання і зачищення борозен. Одиниці вимірювання – 100 м. Довжина борозен – 3000 м. Приймаємо $V=30$.

5. Пробивання борозен в цегляних стінах площею перерізу до 20 кв.см. Склад робіт: Розмічання місць пробивки. Пробивання і зачищення борозен. Одиниці вимірювання – 100 м. Довжина борозен – 220 м. Приймаємо $V=2,2$.

6. Прокладання трубопроводів діаметром 16 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 16 мм складає 2000 м. Отже, приймаємо $V=20$.

7. Прокладання трубопроводів 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 1300 м. Отже, приймаємо $V=13$.

8. Прокладання трубопроводів 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 300 м. Отже, приймаємо $V = 3$.

9. Ізоляція трубопроводів зовнішнім діаметром до 25 мм. Склад робіт: 1. Встановлення ізоляції на трубопровід з підгоном за місцем. 2. Кріплення конструкції. Одиниці вимірювання – 10 м. Довжина ізоляції складає 2900 м. Отже, приймаємо $V = 290$.

10. Установка вентилів, засувок, клапанів зворотних, кранів на трубопроводах. Склад робіт: 1. Установлення арматури. Одиниці вимірювання – шт. Загальна кількість вентилів, кранів радіаторних, кранів кульових, клапанів зворотних складає 1080 шт. Приймаємо $V = 1080$.

11. Установлення водонагрівників проточних. 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 – 72 шт. Отже, $V = 72$.

12. Установлення радіаторів сталених. Склад робіт: 1. Установлення та зароблення кронштейнів зі свердлінням отворів або пристрілюванням пістолетом, а також кріпленням кронштейнів шурупами. 2. Установка радіаторів і конвекторів з приєднанням їх до трубопроводів. 3. Гідравліческое випробування сталевих радіаторів. Одиниці вимірювання в 100 кВт. Кількість радіаторів 252 шт загальною потужністю 253395 Вт. Отже, $V = 2,53395$ кВт.

13. Установлення сушарок для рушників. Склад робіт: 1. Установлення сушарок для рушників, змішувачів і приєднання їх до трубопроводу. 2. Установлення туалетної гарнітури. Одиниці вимірювання в 10 шт. Кількість сушарок для рушників 72 шт. Отже, $V = 7,2$.

14. Установлення фільтрів для очищення води у трубопроводах. Склад робіт: 1. Установка фільтра на готову основу. 2. З'єднання фільтра з

трубопроводом. Одиниці вимірювання – 10шт. Кількість фільтрів – 216 шт. Отже, $V=21,6$.

15. 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 – 3600 м. Отже, $V=36$.

16. Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу. Одиниці вимірювання – тонни. Маса сміття 0,2т. Отже $V=0,2т$.

17. Вивезення сміття з місця монтажу. Одиниці вимірювання – тонни. Маса сміття 0,2т. Отже $V=0,2т$.

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

3.4.1 Вимоги до монтажу трубопроводів

До монтажу трубопроводів висувають наступні вимоги [13]:

1) надійне кріплення до будівельних конструкцій споруди, спирання трубопроводів на опалювані прилади не дозволяється;

2) внутрішні поверхні повинні бути гладкими;

3) роз'ємні з'єднання трубопроводів повинні бути розміщені в доступних місцях;

4) вертикальні трубопроводи не повинні відхилятися від прямої лінії більш ніж на 2мм на 1м довжини трубопроводу;

5) підводи до опалювальних приладів виконують з нахилом 5-10мм на всю довжину трубопроводу ;

6) радіатори слід встановлювати на відстані не меншій за 25мм від поверхні штукатурки, 60мм від підлоги, 50мм від підвіконної дошки ;

7) радіатори доставляють на об'єкт після приймання його під монтаж.

До початку монтажу необхідно :

1) на аксонометричній схемі чи монтажному кресленні системи опалення зробити розбивку на вузли у відповідності з місцевими умовами монтажу;

2) визначити послідовність монтажу вузлів;

Монтаж прес-з'єднань для металопластикових труб Kisan виконується за допомогою електричного пресу [9]. Запресування з'єднань виконується в наступній послідовності:

1. Тримавши прес однією рукою за корпус, іншою рукою натиснути на задні кромки тисків так, щоб тиски, що відкрилися, дозволили увійти під їх робочу поверхню втулці з'єднання зі вставленою у неї трубою.

2. Прес необхідно тримати під прямим кутом до повздовжньої осі труби.

3. Послабити тиски, які охоплюють трубу.

4. Взяти за ручку пристрій.

5. Встановити перемикач напрямлення обертання в праве положення.

6. Увімкнути прес

7. Утримувати кнопку вимикача в натиснутому положенні до моменту самостійного вимикання пресу або до спрацювання протиперенавантаженого механізму щеплення.

8. Перемикач напрямлення обертання перевести вліво і увімкнути прес вимикачем.

9. Рукою натиснути позаду на тиски і зняти їх із запресованої втулки.

3.4.2 Вимоги до монтажу розвідних трубопроводів

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

В місцях проходу через стіни і перегородки трубопроводи прокладають в пластмасових втулках (із зазором 15...20 мм, який заповнюється еластичним ущільненням), що забезпечує вільне видовження труб під час зміни температурних умов. В даному проєкті труби укладаються в підлозі в гофрованій трубці, що дає можливість термічної зміни довжини труби.

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

За індустріальною технологією монтажу нагрівальні прилади встановлюємо одночасно з монтажем підводів.

Радіатори встановлюємо на відстані 30мм від поверхні штукатурки 100мм – від підлоги, 200мм – від підвіконної дошки

Всі панельні опалювальні радіатори зі зворотнього боку мають дві пари захватів. Кожен радіатор в процесі виробництва оснащений заглушкою і пробкою (кран типу Маєвського).

Радіатори монтуємо в такій послідовності: розмічуємо місця встановлення кронштейнів за допомогою розмічувального шаблону, висвердлюють або пробивають отвори, встановлюють кронштейни і заробляють їх цементним розчином. Навішують на кронштейни радіатори і вивіряють їх за допомогою рівня і виска.

Мінімальні нахили розвідних трубопроводів для систем водяного опалення -0,002. Нахил теплопроводу розмічуємо за допомогою рейки, рівня і

шнурка. Підвальні розвідні трубопроводи прикріплюємо за допомогою дюбелів і кронштейнів.

3.4.3 Вимоги до монтажу опалювальних приладів

1. Радіатори доставляють на об'єкти в зібраному вигляді.
2. Розмічають місця встановлення кронштейнів за допомогою розмічувального шаблону.
3. Висвердлюють або пробивають отвори.
4. Встановлюють кронштейни і заробляють їх цементним розчином.
5. Навішують на кронштейни радіатори і вивіряють їх за допомогою виска і рівня.
6. Радіатори розміщують на відстанях обумовлених в їх технічній документації.

3.4.4 Вибір типу машин та механізмів

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано двома автомашиною Mercedes Benz «Vario». Технічні характеристики автомашини Mercedes Benz «Vario» [15]:

Вантажопідйомність – 6000 кг;

Кількість осей:

- всього – 2шт;

- ведучих – 1 шт;

Вантажна висота – 2200 мм;

Найбільша швидкість – 140 км/год;

Радіус повороту – 8,5 м;

Колія колес:

- передні – 2000 мм;

- задні – 2100 мм;

Витрата палива – 14 л/100 км;

Габаритні розміри:

- довжина – 7800 мм;

- ширина – 2100мм;

- висота – 3000мм;

Маса – 5990 кг.

Отвори для встановлення кронштейнів та пробивання отворів цегляних стінах виконують за допомогою перфоратора DeWalt DC224KA [16].

Його характеристики:

Напруга – 24 В;

Батарея – NiCd 2.0 Ач;

Потужність – 300 Вт;

Число обертів х.х.: 0–1100 об/хв;

Енергія удару – 2.1 Дж;

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

Патрон – SDS–Plus;

Макс. діаметр свердлення для бетону – 22 мм;

Маса – 4.0 кг;

Довжина – 310 мм;

Висота – 240 мм.

Поршневий компресор високого тиску Fudag FC2/24CM2.

Характеристики [18]:

Продуктивність – 230 л/хв.;

Тиск – 8 бар;

Потужність двигуна – 1,5 кВт;

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

Маса – 25кг;

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

Вага всього – 4,4 кг.

Потужність двигуна – 400 Вт.

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

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

Трудомісткість:

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

Тривалість робочих днів :

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

де n – кількість працівників;

k – коефіцієнт перевиконання;

$H_{\text{ч}}$ – норма часу;

V – об'єм робіт.

1. Доставлення деталей і обладнання на місце монтажу.

Норма часу: $H_{\text{ч}} = 2,1$ люд.-год. [1–1–1].

Трудомісткість $Q = (2,1 \times 9,295) / 1,15 = 18,27$ (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,2.

Склад ланки: 2 водія категорії С і 2 монтажника 3 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 18,27 / (8 \times 4) = 0,50$ (днів).

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

Норма часу: $H_{\text{ч}} = 58,54$ люд.- год. [46-32-2].

Трудомісткість $Q = (58,54 \times 30) / 1,15 = 1527,13$ (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,8.

Склад ланки: 14 монтажник 4 розряду, 4 монтажника 3 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 1527,13 / (8 \times 18) = 10,80$ (днів).

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

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 83,87$ люд.-год. [46-29-6].

Трудовісткість $Q = (83,87 \times 2,88) / 1,15 = 241,56$ (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,6.

Склад ланки: 3 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 241,56 / (8 \times 3) = 10,2$ (днів).

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

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 160,26$ люд.-год. [46-29-8].

Трудовісткість $Q = (160,26 \times 0,36) / 1,15 = 50,17$ (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,6.

Склад ланки: 1 монтажник 3 розряду, 1 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 50,17 / (8 \times 2) = 3,2$ (днів).

5. Пробивання борозен в цегляних стінах площею перерізу до 20 кв.см.

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 22,24$ люд.-год. [46-31-1].

Трудовісткість $Q = (22,24 \times 2,2) / 1,15 = 42,55$ (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,6.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, : 1 монтажник 3 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 42,55 / (8 \times 2) = 2,66$ (днів).

6. Прокладання трубопроводів діаметром 16 мм.

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 268,96$ люд.-год. [16-14-1].

Трудовісткість $Q = (268,96 \times 20) / 1,15 = 4677,57$ (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,1.

Склад ланки: 12 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 4677,57 / (8 \times 12) = 48,72$ (днів).

7. Прокладання трубопроводів діаметром 20 мм.

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 268,96 \text{ люд.-год. [16-14-1]}$.

Трудовісткість $Q = (268,96 \times 13) / 1,15 = 3040,42 \text{ (люд.-год.)}$.

Середній розряд робіт: 4,1.

Склад ланки: 10 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 3040,42 / (8 \times 10) = 38 \text{ (днів)}$.

8. Прокладання трубопроводів діаметром 25 мм.

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 211,56 \text{ люд.-год. [16-14-2]}$.

Трудовісткість $Q = (211,56 \times 3) / 1,15 = 551,9 \text{ (люд.-год.)}$.

Середній розряд робіт: 4,1.

Склад ланки: 3 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 551,9 / (8 \times 3) = 23 \text{ (днів)}$.

9. Ізоляція трубопроводів зовнішнім діаметром до 25 мм.

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 9,12 \text{ люд.-год. [26-1-1]}$.

Трудовісткість $Q = (9,12 \times 290) / 1,15 = 2299,83 \text{ (люд.-год.)}$.

Середній розряд робіт: 4,2.

Склад ланки: 4 монтажники 4 розряду, 3 монтажники 5 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 2299,83 / (8 \times 7) = 41 \text{ (днів)}$.

10. Установка вентилів, засувок, клапанів зворотних, кранів на трубопроводах.

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 1,48 \text{ люд.-год. [16-16-1]}$.

Трудовісткість $Q = (1,48 \times 1080) / 1,15 = 1389,91 \text{ (люд.-год.)}$.

Середній розряд робіт: 3,5.

Склад ланки: 4 монтажники 3 розряду, 4 монтажники 4 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 1389,91 / (8 \times 8) = 21,68 \text{ (днів)}$.

11. Установлення водонагрівників проточних.

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 6,8 \text{ люд.-год. [19-2-1]}$.

Трудовісткість $Q = (6,8 \times 72) / 1,15 = 425,74 \text{ (люд.-год.)}$.

Середній розряд робіт: 3,3.

Склад ланки: 2 монтажники 3 розряду, 2 монтажники 4 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 425,74 / (8 \times 4) = 12,2 \text{ (днів)}$.

12. Установлення радіаторів сталених.

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 96,92$ люд.-год. [19-2-1].

Трудовіткість $Q = (96,92 \times 2,53395) / 1,15 = 213,56$ (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,4.

Склад ланки: 2 монтажники 3 розряду, 2 монтажники 4 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 213,56 / (8 \times 4) = 6,68$ (днів).

13. Установлення сушарок для рушників.

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 40,67$ люд.-год. [17-2-2].

Трудовіткість $Q = (40,67 \times 7,2) / 1,15 = 254,63$ (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,5.

Склад ланки: 2 монтажники 3 розряду, 2 монтажники 4 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 254,63 / (8 \times 4) = 7,96$ (днів).

14. Установлення фільтрів для очищення води у трубопроводах.

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 12,3$ люд.-год. [18-21-1].

Трудовіткість $Q = (12,3 \times 21,6) / 1,15 = 231,03$ (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,8.

Склад ланки: 2 монтажники 3 розряду, 2 монтажники 4 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 231,03 / (8 \times 4) = 7,21$ (днів).

15. Гідравлічне випробування трубопроводів системи.

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 8,22$ люд.-год. [16-29-1].

Трудовіткість $Q = (8,22 \times 36) / 1,15 = 257,32$ (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 5,3.

Склад ланки: 2 монтажники 4 розряду, 2 монтажники 5 розряду, 2 монтажники 6 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 257,32 / (8 \times 6) = 5,35$ (днів).

16. Вивезення будівельного сміття.

Норма часу: $N_{\text{ч}} = 0,41$ люд.-год. [С311-30 М].

Трудовіткість $Q = (0,41 \times 7) / 1,15 = 2,5$ (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,2.

Склад ланки: 1 водій категорії С і 1 монтажник 3 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 2,5 / (8 \times 2) = 0,18$ (днів).

17. Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу.

Норма часу: $H_{\text{ч}} = 2,1$ люд.-год. [1–1–1].

Трудовісткість $Q = (2,1 \times 0,2) / 1,15 = 0,36$ (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,2.

Склад ланки: 1 водій категорії С і 1 монтажник 3 розряду.

Тривалість роб. днів: $T = 0,36 / (8 \times 2) = 0,02$ (днів).

Кваліфікаційні вимоги до монтажників [13]:

3-й розряд: повна або базова загальна середня освіта. Професійно-технічна освіта без вимог до стажу роботи або одержання професії безпосередньо на виробництві, підвищення кваліфікації і стаж роботи монтажником трубопроводів 2 розряду не менше 1 року.

4-й розряд: повна або базова загальна середня освіта. Професійно-технічна освіта. Підвищення кваліфікації. Стаж роботи монтажником технологічних трубопроводів 3 розряду не менше 1 року.

5-й розряд: повна або базова загальна середня освіта. Професійно-технічна освіта. Підвищення кваліфікації. Стаж роботи монтажником технологічних трубопроводів 4 розряду не менше 1 року.

6-й розряд: повна або базова загальна середня освіта. Професійно-технічна освіта. Підвищення кваліфікації. Стаж роботи монтажником технологічних трубопроводів 5 розряду не менше 1 року. Виконує особливо складні роботи з монтажу.

3.6 Витрата матеріалів та допоміжного обладнання при монтажі системи опалення

3.6.1 Витрата матеріалів та механізмів

Витрати допоміжних матеріалів для системи опалення наведено у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Відомість потреби в допоміжних матеріалах

№ п. п.	Шифр ресурсу	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Од. вим.	К-ть
1	2	3	4	5
1	C111-136	Дюбеля з каліброваною головкою (в обоймах) 2,5х48,5 мм	т	0,01512
2	C111-384	Білило густо терте цинкове МА-011-1	т	0,00324
3	C111-1483	Шурупи з напівкруглою головкою, діаметр стрижня 6 мм, довжиною 40 мм	т	0,09636
4	C111-1668	Оліфа натуральна	кг	3,168
5	C1545-159	Очіс льняний	т	0,00288
6	C142-10-2	Вода	куб. м	96,97
7	C1113-266	Водний розчин нітрата та карбоната натрію	куб. м	1,7
8	C1630-115	Кронштейни Кр1-РС для радіаторів сталевих	к-кт	112
9	C1546-82	Сурик свинцевий	т	0,0036
10	C113-2005	З'єднання до запресування 3-3, Ду 16х16 мм	шт	100
11	C113-2006	З'єднання до запресування 3-3, Ду 20х20мм	шт	50
12	C113-2007	З'єднання до запресування 3-3, Ду 25х25мм	шт	10
13	C113-1999	З'єднання до запресування 3-3, Ду 16х1/2" мм	шт	648
14	C113-2010	Кутник до запресування 3-3, Ду 16х16 мм	шт	576
15	C113-2011	Кутник до запресування 3-3, Ду 20х20мм	шт	360
16	C112-2012	Кутник до запресування 3-3, Ду 25х25мм	шт	72
17	C113-2015	Трійник до запресування 3-3-3, Ду 16х16х16 мм	шт	72
18	C113-2022	Трійник ред. до запресування 3-3-3, Ду 20х16х16 мм	шт	144
19	C113-2023	Трійник ред. до запресування 3-3-3, Ду 20х16х20 мм	шт	72
20	C113-2025	Трійник ред. до запресування 3-3-3, Ду 25х16х20 мм	шт	72
21	C113-2016	Трійник до запресування 3-3-3, Ду 20х20х20мм	шт	72
22	C113-2008	З'єднання ред. до запресування 3-3, Ду 20х16 мм	шт	144
23	C113-2017	Трійник до запресування 3-3-3, Ду 25х25х25 мм	шт	72
24	C113-2009	З'єднання ред. до запресування 3-3, Ду 25х20 мм	шт	72

Продовження таблиці 3.2				
1	2	3	4	5
25	C113-2000	З'єднання до запресування 3-3, Ду 20x3/4" мм	шт	216
26	C113-2074	Перехідник ред. В-В, Ду 1/2"x3/4" мм	шт	216
27	C113-2004	З'єднання до запресування 3-В, Ду 25x1" мм	шт	144
28	C113-2067	Ніпель редуційний В-В, Ду 3/4"x 1" мм	шт	144
29	C1630-142-1	Кран шар. 3/4" Valtec нв	шт	288
30	C1630-142-2	Кран шар. 3/4" Valtec нв н/г амер.	шт	144
31	C1630-103-1	Фільтр 3/4"	шт	144
32	C1630-1972-1	Клапан зворотній	шт	72
33	C1545-19-1	Втулка	100шт т	3,24

Таблиця 3.3 – Відомість потреби в основних матеріалах

№ п.п.	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Одиниці виміру	Кількість	Маса,т
1	2	3	4	5
1	Труба металопластиковая, РЕХ-AL-РЕХ, Ду 16x2 мм	м	1900	0,3800
2	Труба металопластиковая, РЕХ-AL-РЕХ, Ду 20x2,25 мм	м	1300	0,3250
3	Труба металопластиковая, РЕХ-AL-РЕХ, Ду 25x2,5 мм	м	300	0,090
4	Захисна трубка /гофрована/ 16x2 мм	м	1700	0,17
5	Захисна трубка /гофрована/ 20x2,25 мм	м	1000	0,1
6	Захисна трубка /гофрована/ 25x2,5 мм	м	200	0,02
7	Котел «Анна-нова 24 ЗК»	шт	72	2,38
8	Термостат "Uni LH" Oventrop	шт	252	0,05
9	Термостат. вентиль Ду15, R 1/2", співвісний, Oventrop	шт	252	0,126
10	Кран д/рад Valtec 1/2" кут П/ключ н/г	шт	396	0,132
11	Висушувачі для рушників Purmo SAC0705	шт	66	0,396
12	Висушувачі для рушників Purmo SAC0706	шт	6	0,048

Продовження таблиці 3.3				
1	2	3	4	5
13	Радіатори сталеві панельні Purmo C11/500/600	шт	14	0,134
14	Радіатори сталеві панельні Purmo C11/500/800	шт	6	0,078
15	Радіатори сталеві панельні Purmo C11/500/1000	шт	10	0,094
16	Радіатори сталеві панельні Purmo C22/500/400	шт	28	0,272
17	Радіатори сталеві панельні Purmo C22/500/500	шт	8	0,096
18	Радіатори сталеві панельні Purmo C22/500/700	шт	42	0,714
19	Радіатори сталеві панельні Purmo C22/500/800	шт	42	0,819
20	Радіатори сталеві панельні Purmo C22/500/900	шт	34	0,748
21	Радіатори сталеві панельні Purmo C22/500/1000	шт	47	1,128
22	Радіатори сталеві панельні Purmo C22/500/1100	шт	11	0,294
23	Радіатори сталеві панельні Purmo C22/500/1200	шт	9	0,262
24	Радіатори сталеві панельні Purmo C22/500/1400	шт	1	0,032
25	Фільтр MAG 1 MF 1/2"	шт	72	0,036

Загальна маса основних матеріалів складає: 8,924 т.
Витрата інструментів на гідравлічне випробування системи опалення наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Набір інструментів для монтажників системи опалення

Найменування	ГОСТ, марка	Кількість
1	2	3
Ключ гайковий двосторонній M12-17-19 мм	ДСТУ ISO 272:2000	4
M16-22-21 мм		4
Плоскогубці комбіновані	ISO 5746:2004	4
Молоток слюсарний	ДСТУ Б В.2.8-23:2009	4

Продовження таблиці 3.4		
1	2	3
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ISO 272:1982	4
Стрічка вимірювальна, 20 м	ДСТУ 4179-2003	4
Рівень металевий	ДСТУ Б В.2.8-18:2009	2
Висок	ДСТУ Б В.2.8-18:2009	2
Ящик переносний для інструменту		4
Будівельно-монтажний пістолет ПЦ-52-1	ПЦ – 52-1	2
Фаскознімач KAN, розмір 15-54 мм		2
Прес електричний 230В-power press E		2
Прес-клещі для преса power		2
Роликовий труборіз		4
Арматурний ключ		1
Набір відкруток		1
Комплект паяльного інструменту		1
Напильник		1
Щітка і мочалка		2

Маса інструментів:

1. Ключ гайковий двохсторонній, маса 1 шт. – 0,0009 т, 4 шт. – 0,0036 т.
2. Плоскогубці комбіновані, маса 1шт. – 0,00024 т, 2 шт. – 0,00048 т.
3. Молоток слюсарний, маса 1 шт. – 0,0008 т, 4 шт. – 0,0032 т.
4. Зубило слюсарне довж. 200 мм, 1 шт. – 0,00045 т, 4 шт. – 0,0018 т.
5. Стрічка вимірювальна, 20 м – 0,0008 т, 4 шт. – 0,0032 т.
6. Рівень металевий, маса 2 шт. – 0,0048 т.
7. Висок, 2 шт. – 0,0014 т.
8. Ящик переносний для інструментів, маса 1 шт.–0,004т, 4 шт.–0,016т.
9. Будівельно-монтажний пістолет, маса 1 шт. – 0,00450 т, 2 шт. – 0,0033т.
10. Фаскознімач KAN , маса 1 шт. – 0,0005т, 2 шт.- 0,001т.

11. Прес електричний, маса 1 шт. – 0,00335 т, 2 шт.- 0,0067 т.
12. Прес-клещі для преса power, 1шт. – 0,0009 т, 2 шт. – 0,0018 т.
13. Арматурний ключ, 1шт. – 0,00086 т.
14. Набір викруток, 1шт. – 0,001 т.
15. Напильник, 1шт. – 0,00017т.

3.6.2 Витрата електроенергії та пального

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

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

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання[14].

Витрата електроенергії на роботу перфоратора:

$$E = 0,3 \cdot 796 \cdot 0,6 = 143,28 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

Витрата електроенергії компресором :

$$E = 1,5 \cdot 62 \cdot 0,7 = 65,1 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

Витрата електроенергії електричним пресом :

$$E = 0,4 \cdot 657 \cdot 0,7 = 183,96 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

Сумарні витрати електроенергії становлять:

$$143,28 + 65,1 + 183,96 = 392,34 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань 30 км, кількість ходок $n=2$, витрата пального $Q = 14 \text{ л/100км}$.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою

$$Q = Q_2 n l = 0,14 \times 2 \times 2 \times 30 = 16,8 \text{ (л)}. \quad (3.5)$$

3.7 Пуск в дію та випробування системи опалення

Після закінчення монтажу системи опалення та іншого обладнання, виконати випробування системи опалення.

На всі виявлені при перевірці дефекти скласти відомість, що передається генпідряднику. Дефекти усунути до початку передпускових випробувань.

Пускові експлуатаційні випробування виконати в наступній послідовності:

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

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

- а) правильність прокладання трубопроводів (перевіряють діаметри, нахили та з'єднання);
- б) встановлення потрібної площі нагріву опалювальних приладів;
- в) розміщення водо- та повітропускних пристроїв, відсутність течії в трубних з'єднаннях, арматурі та фасонних частинах;
- г) міцність кріплення трубопроводів та приладів;
- д) правильність встановлення та справність дії запірно-регулюючої арматури, запобіжних пристроїв та контрольно-вимірювальних приладів;
- е) рівномірність прогріву всіх приладів в будівлі.

Наступним етапом є промивання системи опалення, щоб видалити бруд і шлам. Систему наповнити водою з водопроводу, а потім швидко випустити в каналізацію через спеціальний штуцер у нижній частині системи за допомогою шланга [13].

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

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

Після зовнішнього огляду до початку малярних робіт або інших облицювальних робіт систему опалення випробувати на міцність і герметичність. Для точнішого виявлення дефектів місць кожну систему випробувати окремими ланками, а потім всю в цілому.

Щоб виявити дефекти, спричинені температурними подовженнями, перед початком випробувань систему заповнити водою, прогріти до розрахункової температури протягом доби, потім охолодити. Після цього відключити систему від трубопроводів й заповнити водопровідною водою через зворотну магістраль системи опалення. Випробувальний тиск в системі створити за рахунок тиску в місцевому водопроводі.

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробувати систему водяного опалення таким чином: відключити джерело теплоносія гідростатичним методом - тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий тиск, але не менший за 0,2 МПа в нижній точці системи. Значення випробувального тиску для обладнання індивідуального теплового пункту – 1,2 МПа [13].

Гідравлічне випробування системи опалення виконати в такій послідовності:

1. систему заповнити повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа;
2. виявити дефекти монтажу на слух і знизити тиск до атмосферного, після цього ліквідувати дефекти;
3. систему заповнити повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримати протягом 5 хв [13].

Система опалення витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі [13].

У разі виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, систему спорожнити і усунути дефекти, а потім гідравлічне випробування

повторити. Після гідравлічних випробувань водопровідну воду, що є в системі опалення, злити в каналізацію.

Ефективність роботи системи опалення визначити після її семигодинної неперервної роботи з теплоносієм в підвідному трубопроводі з температурою, не нижчою за 50°C і робочим тиском.

Після гідравлічного випробування скласти акт про гідравлічне випробування системи опалення.

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування.

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

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

Схема проведення випробувань зображена на рисунку 3.1.

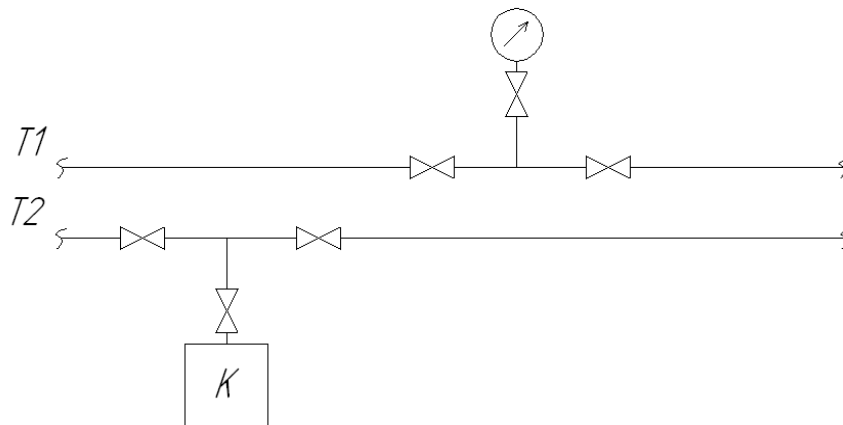


Рисунок 3.1 – Принципова схема випробування системи опалення

3.8 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт

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

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

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

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

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

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

Зокрема передбачено:

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

- занулення обладнання, аварійне освітлення.

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

3.9 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану

1. Загальний строк будівництва:

$$T_{\text{заг.}} = 65,25 \text{ днів.}$$

2. Загальна трудомісткість:

$$Q_{\text{заг.}} = 1904,25 \text{ люд-дні.}$$

3. Середня чисельність робочих:

$$R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}} / T_{\text{заг.}} = 1904,25 / 65,25 = 29 \text{ робітників.}$$

4. Максимальна чисельність робітників:

$$R_{\text{мах.}} = 44 \text{ робітника.}$$

5. Надлишкова трудомісткість:

$$Q_{\text{надл.}} = 226,25 \text{ люд-дні.}$$

6. Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва:

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

$$\alpha_1 = 29 / 44 = 0,7.$$

7. Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам:

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

$$\alpha_2 = 226,25 / 1904,25 = 0,12.$$

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

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

$$\alpha_3 = 47,75 / 65,25 = 0,72.$$

Висновки до розділу 3

У ході виконання даної роботи було створено проєкт технології монтажу системи опалення торгово-офісного центру в м. Вінниця. Визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи опалення, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників а також побудовано графік руху робітників і графік використання машин та механізмів (аркуш 5).

Виконаний розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, що склала 1904,25 люд-дні та тривалість виконання монтажних робіт 65,25 днів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

В даній бакалаврській роботі запроєктовано індивідуальну систему опалення житлового багатоповерхового будинку у м. Вінниця.

При виконанні монтажних робіт системи опалення виконуються наступні роботи:

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

На будівельно-монтажний персонал, що здійснює монтаж системи опалення будівлі, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [32].

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

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

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

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

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

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

Монтаж системи опалення необхідно виконувати у відповідності із вимогами ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 «Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем» та технічними умовами на монтаж обладнання. Передбачено розміщення обладнання з урахуванням створення необхідних проходів при виконанні монтажних та ремонтно-експлуатаційних робіт.

Під час монтажних роботи, необхідно виконувати всі правила використання технологічного устаткування, дотримуватися правил безпечної експлуатації транспортних засобів, тари та вантажо-підіймальних механізмів, дотримуватися вказівок про безпечне утримання робочого місця. Під час монтажу трубопроводів і обладнання стикування та з'єднання отворів і перевіряння їх збігу в деталях, що монтуються, необхідно виконувати за допомогою спеціального інструменту (конусних оправок, складальних пробок тощо). Перевіряти збіг отворів у деталях, що монтуються, пальцями рук не допускається. Забороняється перебування людей під обладнанням, що встановлюється, монтажними вузлами обладнання і трубопроводів до їх остаточного закріплення. Монтаж обладнання та трубопроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтуюється) виконується при знятій напрузі.

Відповідно ДБН А.3.2-2-2009 п.19.3 під час монтажу обладнання повинні бути вжиті заходи із запобігання самовільному чи випадковому його

вимиканню. Під час монтажу обладнання з використанням домкратів необхідно вжиття заходів, що запобігають перекосу чи перекиданню домкратів.

Для пресування трубопроводів із металопластику застосовують електропрес Viega Pressgun 6 Plus. Обладнання слід обов'язково заземлювати або занулювати, а в неробочому стані — вимикати з мережі. Під час роботи потрібно контролювати стан заземлення. Виконання з'єднань у підвісному положенні заборонено. Робоча зона монтажника повинна бути провітрюваною та захищеною від опадів і вітру.

Оскільки постійні робочі місця відсутні, необхідно визначити загальні вимоги до організації робочого процесу. Інструмент повинен бути технічно справним і відповідати нормам безпеки. Роботу з електро- та пневмоінструментом дозволено лише після проходження інструктажу й навчання.

Шланги пневмоінструменту можна з'єднувати або роз'єднувати тільки при вимкненій подачі повітря. Увімкнення повітря дозволено лише після встановлення інструмента в робоче положення.

Роботи з ручним пневмоінструментом слід виконувати в спеціальних рукавицях із антивібраційним ефектом. Для профілактики вібраційних розладів рекомендовано гідропроцедури та дотримання нормованого робочого часу під медичним наглядом. При виконанні операцій, пов'язаних із появою стружки, іскор або пилу, слід використовувати щитки, екрани та інші захисні засоби.

Усі гострі деталі мають бути оброблені, а металеві обрізки — складені в спеціальні контейнери. Робоче місце прибирають щіткою, не руками.

Установки для електрозварювання, що працюють на змінному чи постійному струмі, мають бути обладнані системами автоматичного вимкнення. На стаціонарних зварювальних постах обов'язково встановлюються захисні бар'єри та відповідні знаки безпеки. Мінімальна ширина проходів з обох боків робочих столів або стелажів повинна становити не менше одного метра.

Якщо роботи виконуються на висоті від 1,3 м і при цьому до краю падіння менше 2 м, робочі місця та проходи до них слід тимчасово огорожувати згідно з вимогами ДБН А.3.2-2-2009. Якщо встановлення огорож неможливе, потрібно використовувати страхувальні пояси та канати.

При різанні металоконструкцій необхідно вжити заходів, щоб запобігти раптовому падінню відрізаних частин. Робочі зони зварювальників, особливо при зварюванні відкритою дугою в приміщеннях, повинні бути відокремлені від сусідніх зон та проходів світлонепроникними, вогнетривкими ширмами висотою не менше 1,8 метра. Крім того, місця виконання зварювальних робіт мають бути обладнані системами пожежогасіння та витяжною вентиляцією.

4.1.2 Електробезпека

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

Тип електричної мережі, від якої живиться обладнання будівлі – трифазна, чотирипровідна електрична мережа напругою 380 х 220 В (фазна напруга – 220 В, а між фазна лінійна – 380 В) з глухозаземленою нейтраллю.

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

Технічні рішення щодо запобігання електротравматизму від контакту з нормально струмоведучими елементами обладнання [37]:

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

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

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

4. Застосування знижених напруг:

- напруга 42 В – для живлення переносного освітлення;

Оскільки вся мережа трифазна, чотирипровідна з глухозаземленою нейтраллю, то для усунення небезпеки ураження людини струмом у випадку її дотикання до неструмоведучих металевих частин електроустановок, які знаходяться під напругою передбачене використання занулення металевих корпусів електроустаткування, каркасів, щитів та шаф.

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

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

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Монтажні роботи відповідно до календарного плану виконуються у теплий період року. Мікроклімат характеризують такі показники: температура

повітря; відносна вологість; інтенсивність теплового випромінення; швидкість руху повітря.

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

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

Таблиця 4.1 – Нормативні допустимі параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні [33]

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

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

- використання природної вентиляції в приміщеннях;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (костюми, пальчатки, засоби захисту голови, захисні окуляри та ін.);
- забезпечення душовими кабінами;
- температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні допустимих параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°С за діапазон норм.

Якщо температура поверхонь вище або нижче допустимої температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

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

Таблиця 4.2 – Можливі забруднювачі повітря та їх ГДК [33]

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

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

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

4.2.3 Виробниче освітлення

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

Освітлення має відповідати встановленим нормативам та характеру зорової виробничої діяльності: забезпечувати достатню рівнозмісність та постійність освітлення відсутність умов переадаптації органів зору; не створювати сліпучої дії від джерела світла і предметів, що знаходяться в полі зору; не створювати на робочих поверхнях різких та глибоких тіней, бути рівномірним на площині, що освітлюється.

Для освітлення робочих місць монтажника використовують загальне і місцеве освітлення. Для забезпечення нормованих значень виробничого освітлення передбачено: віконні прорізи обладнують регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки); штучне освітлення в приміщенні і на робочих місцях повинно забезпечувати добру видимість; штучне освітлення має здійснюватися системою загального рівномірного освітлення, а в разі необхідності і комбінованого (сумарного загального і місцевого) освітлення; система загального освітлення має становити суцільні або переривчасті лінії світильників, розташовані з боку робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих.

Таблиця 4.3 – Норми освітлення для штучного освітлення та КПО для природного та суміщеного освітлення згідно ДБН В.2.5-28-2018 [34]

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

4.2.4 Виробничий шум

Зона простору, у якій поширюються звукові хвилі, зветься звуковим полем. У кожній точці звукового поля тиск та швидкість руху змінюються у часі. При контакті рук та інших частин тіла людини з робочими органами, що генерують ультразвук, рівень його не повинен перевищувати 110 дБ. Тривалість часу дії ультразвуку має обумовлюватися відповідним розрахунком. Основним джерелом шуму під час монтажу системи опалення є механічні інструменти: електродвигуни, трансформатори, перфоратори, кутошліфувальні машини, компресори. Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях приймаються у відповідності до ДСН 3.3.6-039-99 та наведено в табл. 4.4.

Один із дієвих способів профілактики впливу шуму — розміщення обладнання у приміщеннях із шумоізоляцією або використання спеціалізованого інструменту та засобів індивідуального захисту, таких як антифони з ультратонким звукопоглинаючим наповнювачем. До монтажних робіт допускаються лише особи, які досягли 18 років. Аналіз рівнів шуму показує, що при середньо геометричних частотах 1000–2000 Гц рівень

звукового тиску перевищує гранично допустимі значення, що вимагає вжиття таких заходів:

- застосування інструменту з пониженим рівнем шуму;
- винесення джерел шуму, наприклад зварювального трансформатора, у спеціальні приміщення або за межі робочої зони;
- постійне використання індивідуальних засобів захисту органів слуху (навушники або вкладиші);
- дотримання режиму праці та відпочинку для мінімізації впливу шумового навантаження.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску [35]

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

4.2.5 Виробнича вібрація

При монтажі системи використовуються такі інструменти, що створюють шум як: випробувальні машини Rems, штроборіз BOSH та перфоратор марки BOSH.

Очікувані рівні звукового тиску і рівень звуку відповідно до шумових характеристик цих джерел (ШХ) дорівнюють: 93-114 дБ, що може призвести до порушень слуху. У безпосередній близькості від джерела шуму рівень звукового тиску падає на 6 дБ з кожним подвоєнням відстані.

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

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

Таблиця 4.5– Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях [35]

Вид вібрації	Октавні полоси з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація	<u>1.3</u> 108	<u>0.45</u> 99	<u>0.22</u> 93	<u>0.2</u> 92	<u>0.2</u> 92	<u>0.2</u> 92	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	<u>2.8</u> 115	<u>1.4</u> 109	<u>1.4</u> 109	<u>1.4</u> 109	<u>1.4</u> 109	<u>1.4</u> 109	<u>1.4</u> 109	<u>1.4</u> 109

В чисельнику – середньоквадратичне значення вібрації, м/с·10⁻², в знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

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

- технічні - зниження вібрації в джерелі її виникнення, зниження діючої вібрації на шляху розповсюдження від джерела виникнення (вібропоглинання, віброгасіння, віброізоляція);

- організаційно-технічні (своєчасний ремонт та обслуговування обладнання за технологічним регламентом, контроль допустимих рівнів вібрації).

4.2.6 Виробниче випромінювання

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

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

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

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

4.3 Технічні рішення з пожежної безпеки

Приміщення, в яких проводять монтажні роботи системи опалення за пожежною вибухонебезпекою відносяться до категорії Г, об'єкт монтажу за конструктивними характеристиками відноситься до II ступеня вогнестійкості (приміщення з несучими та огорожувальними конструкціями з природних матеріалів або штучного каменю, бетону або залізобетону з застосуванням

листових і плиткових негорючих матеріалів; у покритті приміщення дозволяється застосовувати незахищені сталі конструкції) у відповідності до ДБН В.1.1 – 7:2016.

Причинами пожежі при виконанні монтажних робіт можуть бути: порушення технологічного процесу, пошкодження енергоустаткування, коротке замикання в електричній мережі, погана підготовка обладнання до роботи, іскри при виконанні електро- та газозварювальних робіт.

Таблиця 4.6 – Категорії приміщень за пожежною і вибухонебезпекою [38]

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

Таблиця 4.7 – Нормативні межі вогнестійкості елементів конструкцій [38]

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

Для запобігання виникненню пожеж передбачено комплекс технічних і організаційних заходів. Будівельні конструкції та матеріали обрані з урахуванням їх межі вогнестійкості, що відповідає II ступеню вогнестійкості

споруди. Робоча зона зварювальника має покриття, яке не спричиняє іскор і є вогнетривким, а також оснащена первинними засобами пожежогасіння. У будівлі передбачено пожежогасильну станцію. До зварювальних робіт допускаються особи віком від 18 років, які пройшли відповідний інструктаж, перевірку знань та ознайомлені з безпечними методами виконання робіт.

З метою безпечної евакуації у разі надзвичайної ситуації передбачено евакуаційні маршрути (коридори, сходові клітки, зовнішні пожежні драбини) з оптимальним розташуванням. Також на будівництві заплановано:

- наявність пожежних кранів з рукавами;
- пожежні пункти з первинними засобами гасіння (вогнегасники, пісок, лопати, негорючі покривала);
- встановлення тимчасового пожежного водопроводу;
- використання засобів колективного та індивідуального захисту;
- аварійне відключення обладнання й інженерних мереж у разі пожежі.

Перелік первинних засобів пожежогасіння наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Первинні засоби пожежогасіння [38]

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

Висновки до розділу 4

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

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

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

В результаті виконання теплотехнічного розрахунку підібрано сталеві панельні радіатори марки PURMO Comrast для житлових приміщеннях та ванних кімнатах. У ванних кімнатах додатково влаштовано рушникосушарки електричні. Всі радіатори в квартирах обладнані терморегуляторами з попереднім налаштуванням для регулювання тепловіддачі опалювальних приладів. Опалювальні прилади встановлюються відкрито, під вікнами. Джерелом теплоти обрано індивідуальні поквартирні газові двухконтурні настінні котли “Анна-нова 243К”, із закритою камерою згорання та вбудованим насосом UP15-60, виробник ТОВ “Спільне підприємство “Укрінтерм”.

В результаті розробки проєкту визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи опалення, потребу в допоміжних матеріалах, визначено склад та об’єм робіт, обрано методи виконання робіт, підібрані необхідні машини і механізми для виконання монтажних робіт, визначено трудомісткість монтажних робіт, на основі якої складено календарний графік виконання робіт, загальної тривалості робіт та складу бригад, також виконано техніко-економічні розрахунки, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт – 1904,25 люд/дні та тривалість виконання робіт – 65,25 днів. Запропоновано заходи з експлуатація та налагоджування системи опалення та виконано оцінку її технічного стану. Наведено правила пуску в дію та випробування системи із дотриманням відповідних етапів, налагоджування робочих режимів системи, визначено умови експлуатації.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковальчук В.А. Теплопостачання: навчальний посібник. / В.А. Ковальчук, Т.С. Мацнева. – Рівне: НУВГП, 2013. – 300 с.
2. Єнін П.М. Теплопостачання (частина 1 «Теплові мережі та споруди»). Навчальний посібник. / П.М. Єнін, Н.А. Швачко. – К.: Кондор, 2007. – 244 с.
3. Конспект лекцій по дисципліні «Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 144 –Теплоенергетика / Укл. Клімов Р.О. – Кам'янське: ДДТУ, 2016. – 102 с
4. Ратушняк Г.С. Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання [Текст] : навч. посіб. для вузів / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. – Вінниця : УНІВЕРСУМ, 2004. - 136 с. - ISBN 966-641-089-3
5. Про енергетичну ефективність будівель: закон України: станом на 1 січня 2019 року.- 2118-VII. – К.: Відомості Верховної Ради, 2017, №3, с.5, стаття 359.
6. Впровадження цифрових моделей для аналізу енергоспоживання в будівлях / О.І. Панкевич, М.О. Коломієць // Міжнародна міжнародна науково-практична інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (2025) Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2025 – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/paper/view/25544>.
7. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – Схвал. розпорядженням КМУ від 18.08.2017 р. №605-р.[Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085.
8. ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>.
9. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення. ДСТУ Б А.2.4 – 41:2009. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 32 с.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

19. Енергоефективність багатоквартирних будівель/ О. І. Ободянська // Лі науково-технічна конференція ФБЦЕІ ВНТУ (Електронне наукове видання

матеріалів конференції, м. Вінниця, 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15243>.

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

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

22. Каталог опалювальних приладів Purmo [Електронний ресурс]: характеристики опалювальних приладів. – Режим доступу до ресурсу.: <http://www.purmo.com.ua>.

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

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

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

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

27. Бортові автомобілі [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://www.gruzoviki.com> – Назва з екрана.

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

29. Зварювальний апарат для ручного дугового зварювання [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://nisa-svarka.com.ua/ua/p17285868-svarochnyj-apparat-dlya.html> – Назва з екрана.

30. Механізовані інструменти [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://leg.co.ua/info/instrumenty-i-mehanizmy/elektricheskie>

ruchnye-mashiny-i-porohovoy-instrument-dlya-montazha-sistem-avtomatizacii.html

– Назва з екрана.

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

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

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

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

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

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

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

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

Додаток А
Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

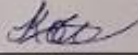
Затверджено:
Зав. кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи:

«СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ
ПРИМІЩЕНЬ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ»

Розробив
ст. гр. СМ-216  Коломієць М.О.

Керівник
к.т.н., доцент  Панкевич О.Д.

Вінниця 2025

Технічне завдання

1. Призначення розробки та місце застосування.

Система опалення призначена для створення оптимальних мікрокліматичних умов і підтримання температурного балансу в приміщеннях житлового будинку.

2. Основа для виконання робіт.

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

3. Мета та призначення розробки.

Метою розроблення є створення проєктних рішень надійної системи опалення житлового будинку із застосуванням енергоефективних технологій, що передбачає врахування сучасних технічних засобів автоматичного контролю і регулювання споживання тепла.

Призначення розроблення: підтримка температури в приміщеннях на рівні 21⁰С для громадських приміщень.

4. Джерела розробки.

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

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до системи опалення викладені в наступній нормативній літературі:

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

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

6. Вимоги по стандартизації та уніфікації. При розробці системи опалення потрібно застосовувати максимально можливу кількість стандартних

виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та можливість їх ремонту чи заміни.

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

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

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

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

7.4. на вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

8. Ергономічні вимоги:

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

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

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

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

10. Порядок розробки випробування, приймання системи вентиляції:

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

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

- розроблення та затвердження з замовником функціональних та 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 БКР на плагіат

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Система забезпечення мікроклімату приміщень житлового будинку

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

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism 35,25 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

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

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

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

Експертна комісія:

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

(підпис)

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

(підпис)

Особа, відповідальна за перевірку:

(підпис)

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

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник

(підпис)

Панкевич О.Д., к.т.н., доцент каф. ІСБ
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач

(підпис)

Коломієць М.О.
(прізвище, ініціали)

ВІДГУК

керівника бакалаврської кваліфікаційної роботи
здобувача Коломійця Максима Олександровича
на тему Система забезпечення мікроклімату приміщень житлового будинку

Бакалаврська кваліфікаційна робота присвячена актуальному на сьогодні питанню — проєктуванню енергоефективної системи опалення житлового будинку з використанням природного газу як палива для комунальних і побутових потреб. Актуальність теми зумовлена потребою забезпечення належного мікроклімату у житлових приміщеннях, що є важливим чинником комфорту, збереження здоров'я населення та підвищення якості життя.

В умовах зростання цін на енергоносії, посилення вимог до енергоефективності будівель і екологічної безпеки, особливої значущості набуває впровадження автономних систем опалення. Робота розкриває технічні й функціональні переваги індивідуального опалення на основі сучасних газових котлів, зокрема можливість самостійного регулювання теплового режиму, зменшення втрат тепла в мережах, підвищення енергетичної автономії та адаптації до індивідуальних потреб мешканців.

У роботі охоплено теоретичні засади побудови опалювальної системи, проведено необхідні розрахунки теплового навантаження, підібрано відповідне обладнання, проаналізовано варіанти обв'язки котла та наведено техніко-економічні показники. Зміст роботи відповідає заявленій темі, структура логічна, матеріал викладено грамотно та обґрунтовано.

Тематика дослідження відповідає актуальним викликам, що постають перед будівельною галуззю України в умовах реформування житлово-комунального господарства та впровадження європейських стандартів енергоефективності.

Бакалавр показав себе, як достатньо підготовлена особистість за темою дослідження. Добросовісно та вчасно виконував усі поставлені задачі та дотримувався графіку виконання роботи. Загалом робота виконана якісно та на високому рівні, з достатньо обґрунтованими та проробленими проєктними рішеннями, усі графічні креслення виконані та оформлені згідно норм та стандартів.

В БКР наявні наступні недоліки:

1. В графічній частині було б доречно на схемах розміщення елементів системи опалення на планах поверхів нанести потужності опалювальних приладів.
2. В пояснювальній записці бажано було б детальніше обґрунтувати вибір опалювальних приладів, зокрема зазначити, за якими техніко-експлуатаційними показниками саме ці прилади було прийнято до застосування у проєкті.

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

Здобувач Коломійець Максим Олександрович заслуговує присвоєння кваліфікації бакалавр зі спеціальності 192 — Будівництво та цивільна інженерія, ОПП «Енергоефективні системи створення мікроклімату будівель».

Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи
кандидат технічних наук,
доцент кафедри ІСБ



Панкевич О.Д.

ВІДГУК РЕЦЕНЗЕНТА
на бакалаврську кваліфікаційну роботу
здобувача Коломійця Максима Олександровича
на тему Система забезпечення мікроклімату приміщень житлового
будинку

Бакалаврська кваліфікаційна робота є вагомим дослідженням у контексті сучасних вимог до енергоефективності у проєктуванні та експлуатації житлових будівель. Обрана тема є актуальною та має прикладне значення, оскільки питання енергозбереження, зниження споживання енергоресурсів і забезпечення комфортного мікроклімату в приміщеннях залишаються пріоритетними завданнями для будівельної галузі. Це особливо важливо в умовах підвищення вартості енергоносіїв та зростання вимог до екологічної безпеки житлового середовища.

У роботі чітко сформульовано мету й завдання дослідження, які були послідовно реалізовані на всіх етапах проєктування. Здобувач грамотно використав сучасні теоретичні підходи до формування інженерних систем мікроклімату та провів аналіз існуючих методик у сфері теплозабезпечення житлових об'єктів. Дослідження охоплює важливі питання проєктування індивідуальних систем тепlopостачання на базі газових котлів, що відповідають сучасним вимогам енергоефективності та екологічності.

У першому розділі здійснено аналіз стану інженерних систем теплозабезпечення житлових будівель із використанням індивідуальних теплогенераторів. У другому розділі подано обґрунтування вибору основних технічних параметрів системи з урахуванням потреб мікроклімату. Третій розділ присвячений питанням технологічного забезпечення впровадження запропонованих рішень. Четвертий розділ висвітлює питання з охорони праці.

Результати дослідження свідчать про високий рівень підготовки здобувача та здатність до комплексного вирішення інженерних задач у сфері теплотехнічного забезпечення житла. Робота є логічно структурованою, технічно обґрунтованою та має практичну цінність для застосування в умовах сучасного житлового будівництва.

Висновки в роботі є повними та обґрунтованими.

Бакалаврська кваліфікаційна робота оформлена якісно.

Здобувачем було дотримано графік виконання роботи.

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

Робота може бути реалізована в практиці з влаштування інженерних систем.

В БКР наявні наступні недоліки:

1. В графічній частині було б доцільно зобразити принципову схему підключення газового котла до елементів системи опалення, гарячого водопостачання, автоматики та безпеки.

2. У пояснювальній записці доцільно детальніше розглянути вплив систем погодного регулювання та автоматизованого управління на підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів опалювальною системою.

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

Здобувач Коломійець Максим Олександрович заслуговує присвоєння кваліфікації бакалавр зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, ОПП «Енергоефективні системи створення мікроклімату будівель».

Рецензент

кандидат технічних наук,
доцент кафедри БМГА

М.П.

Печатка установи, організації опонента



Риндюк С.В.

Додаток В – Розрахунок тепловтрат в приміщенні

Таблиця В.1 – Тепловтрати в приміщеннях будівлі

№ при-мі-щенн-я	Призна-ч.	t	най мен. огор од.	орі ент ац	R	розра х. зовн. t	поп р.ко еф.	Δt	h	a	площа огор.	k	основ ні тепл.	Додаткові тепловтрати			заг. мн.	тепло-втрати на венти-л-яц.	теплов трати	Сумарні тепло-втрати
					м² °C/Вт									ор.	віт ер	ін ші				
101	Кухня	19	ЗС	СХ	4,78	-21	1	40	3,2	1,2	3,84	0,29	44,0	10	5	0	1,15	821,8	50,6	1423,6
		19	ЗС	ПН	4,78	-21	1	40	3,2	3,85	10,07	0,29	115,4	10	5	0	1,15	132,7		
		19	ВК	ПН	1	-21	1	40	1,5	1,5	2,25	1,89	169,8	10	5	0	1,15	195,3		
		19	ЗС	ЗХ	4,78	-21	1	40	3,2	1,2	3,84	0,29	44,0	5	5	0	1,1	48,4		
		19	ПД	-	5,54	-21	0,6	40	-	-	19,05	0,24	108,9	0	0	0	1	108,9		
		19	ВС	-	1,88	-3	1	22	3,2	1,76	5,63	0,53	65,9	0	0	0	1	65,9		
102	Ванна кімната	25	ПД	-	5,54	-21	0,6	46	-	-	3,57	0,24	23,4	0	0	0	1	176,9	23,4	376,6
		25	ВС	-	1,88	-3	1	28	3,2	3,7	11,84	0,53	176,3	0	0	0	1	176,3		
103	Житлова кімната	24	ЗС	ПН	4,78	-21	1	45	3,2	4,57	12,37	0,29	159,6	10	5	0	1,15	912,8	183,5	1623,7
		24	ВК	ПН	1	-21	1	45	1,5	1,5	2,25	1,89	191,0	10	5	0	1,15	219,7		
		24	ЗС	ЗХ	4,78	-21	1	45	3,2	4,12	13,17	0,29	169,8	5	5	0	1,1	186,8		
		24	ПД	-	5,54	-21	0,6	45	-	-	18,81	0,24	120,9	0	0	0	1	120,9		
104	Санвузол	20	ЗС	ЗХ	4,78	-21	1	41	3,2	1,47	4,70	0,29	55,3	5	5	0	1,1	95,5	60,8	169,0
		20	ПД	-	5,54	-21	0,6	41	-	-	2,16	0,24	12,7	0	0	0	1	12,7		
105	Коиридор	20	ПД	-	5,54	-21	0,6	41	-	-	8,84	0,24	51,8	0	0	0	1	390,8	51,8	507,9
		20	ВС	-	1,88	-3	1	23	3,2	1,67	5,34	0,53	65,4	0	0	0	1	65,4		
106	Житлова кімната	24	ЗС	ПД	4,78	-21	1	45	3,2	3,55	9,12	0,29	117,5	0	5	0	1,05	1023,0	123,4	1511,4
		24	ВК	ПД	1	-21	1	45	1,5	1,5	2,25	1,89	191,0	0	5	0	1,05	200,6		
		24	ПД	-	5,54	-21	0,6	45	-	-	25,57	0,24	164,4	0	0	0	1	164,4		
Загальні тепловтрати (квартира №4, 1-ий підїзд)																				5612,3

Продовження таблиці В.1				
223	Кухня	19	Розрахунок аналогічно 201	1201,3
224	Ванна кімната	25	Розрахунок аналогічно 202	309,3
225	Житлова кімната	24	Розрахунок аналогічно 203	1338,2
226	Санвузол	20	Розрахунок аналогічно 204	136,8
227	Коиридор	20	Розрахунок аналогічно 205	440,9
228	Житлова кімната	24	Розрахунок аналогічно 206	1390,5
Загальні тепловтрати (квартира №4, 2-ий підїзд)				4817,0
229	Житлова кімната	24	Розрахунок аналогічно 207	1368,8
230	Кухня	19	Розрахунок аналогічно 208	598,3
231	Ванна кімната	25	Розрахунок аналогічно 209	123,7
232	Санвузол	20	Розрахунок аналогічно 210	135,4
233	Коиридор	20	Розрахунок аналогічно 211	463,8
Загальні тепловтрати (квартира №3, 2-ий підїзд)				2690,0
234	Кухня	19	Розрахунок аналогічно 212	598,3
235	Ванна кімната	25	Розрахунок аналогічно 213	123,7
236	Санвузол	20	Розрахунок аналогічно 214	135,4
237	Коиридор	20	Розрахунок аналогічно 215	472,4
238	Житлова кімната	24	Розрахунок аналогічно 216	1105,4
Загальні тепловтрати (квартира №2, 2-ий підїзд)				2435,2

Продовження таблиці В.1

239	Житлова кімната	24	Розрахунок аналогічно 217																	1187,4
240	Санвузол	20	3С	СХ	4,78	-21	1	41	3,2	1,70	5,44	0,29	63,9	10	5	0	1,15	83,6	73,5	157,1
242	Житлова кімната	24	3С	ПН	4,78	-21	1	45	2,8	4,57	10,55	0,29	136,0	10	5	0	1,15	798,7	156,4	1436,2
		24	ВК	ПН	0,53	-21	1	45	1,5	1,5	2,25	1,89	191,0	10	5	0	1,15	219,7		
		24	3С	СХ	4,78	-21	1	45	3,2	5,51	17,63	0,29	227,3	10	5	0	1,15	261,4		
243	Кухня	19	Розрахунок аналогічно 221																	1207,1
244	Ванна кімната	25	Розрахунок аналогічно 222																	309,3
Загальні тепловтрати (квартира №1, 2-ий підїзд)																			4297,1	
901	Кухня	19	3С	СХ	4,78	-21	1	40	2,8	1,2	3,36	0,29	38,5	10	5	0	1,15	719,0	44,3	1377,7
		19	3С	ПН	4,78	-21	1	40	2,8	3,85	8,04	0,29	92,1	10	5	0	1,15	106,0		
		19	ВК	ПН	0,53	-21	1	40	1,5	0,8	1,20	1,89	90,6	10	5	0	1,15	104,2		
		19	Д	ПН	0,53	-21	1	40	2,2	0,7	1,54	1,89	116,2	5	5	0	1,1	127,8		
		19	3С	3Х	4,78	-21	1	40	2,8	1,2	3,36	0,29	38,5	5	5	0	1,1	42,4		
		19	СТ	-	6,06	-21	1	40	-	-	19,05	0,23	176,4	0	0	0	1	176,4		
		19	ВС	-	1,88	-3	1	22	2,8	1,76	4,93	0,53	57,7	0	0	0	1	57,7		
902	Ванна кімната	25	СТ	-	6,06	-21	1	46	-	-	3,57	0,23	38,0	0	0	0	1	155,0	38,0	309,3
		25	ВС	-	1,88	-3	1	28	2,8	3,7	10,36	0,53	154,3	0	0	0	1	154,3		
903	Житлова кімната	24	3С	ПН	4,78	-21	1	45	2,8	4,57	10,55	0,29	136,0	10	5	0	1,15	798,7	156,4	1534,2
		24	ВК	ПН	0,53	-21	1	45	1,5	1,5	2,25	1,89	191,0	10	5	0	1,15	219,7		
		24	3С	3Х	4,78	-21	1	45	2,8	4,12	11,52	0,29	148,6	5	5	0	1,1	163,5		
		24	СТ	-	6,06	-21	1	45	-	-	18,81	0,23	195,9	0	0	0	1	195,9		
904	Санвузол	20	3С	3Х	4,78	-21	1	41	2,8	1,47	4,12	0,29	48,4	5	5	0	1,1	95,5	53,2	169,2
		20	СТ	-	6,06	-21	1	41	-	-	2,16	0,23	20,5	0	0	0	1	20,5		
905	Кооридор	20	СТ	-	6,06	-21	1	41	-	-	8,84	0,23	83,9	0	0	0	1	342,0	83,9	483,1
		20	ВС	-	1,88	-3	1	23	2,8	1,67	4,68	0,53	57,2	0	0	0	1	57,2		

Продовження таблиці В.1

906	Житлова кімната	24	ЗС	ПД	4,78	-21	1	45	2,8	3,55	7,70	0,29	99,2	0	5	0	1,05	1085,8	104,2	1656,9
		24	ВК	ПД	0,53	-21	1	45	1,5	1,5	2,25	1,89	191,0	0	5	0	1,05	200,6		
		24	СТ	-	6,06	-21	1	45	-	-	25,57	0,23	266,4	0	0	0	1	266,4		
Загальні тепловтрати (квартира №4, 1-ий підїзд)																				5530,4
907	Житлова кімната	24	ЗС	ПД	4,78	-21	1	45	2,8	4,14	9,35	0,29	120,6	0	5	0	1,05	1041,6	126,6	1624,4
		24	ВК	ПД	0,53	-21	1	45	1,5	1,5	2,25	1,89	191,0	0	5	0	1,05	200,6		
		24	СТ	-	6,06	-21	1	45	-	-	24,53	0,23	255,5	0	0	0	1	255,5		
908	Кухня	19	ЗС	ПД	4,78	-21	1	40	2,8	3,7	7,62	0,29	87,3	0	5	0	1,05	289,5	91,7	669,3
		19	ВК	ПД	0,53	-21	1	40	1,5	0,8	1,20	1,89	90,6	0	5	0	1,05	95,1		
		19	Д	ПД	0,53	-21	1	40	2,2	0,7	1,54	1,89	116,2	0	5	0	1,05	122,0		
		19	СТ	-	6,06	-21	1	40	-	-	7,67	0,23	71,0	0	0	0	1	71,0		
909	Ванна кімната	25	СТ	-	6,06	-21	1	46	-	-	2,85	0,23	30,3	0	0	0	1	123,7	30,3	154,0
910	Санвузо л	20	СТ	-	6,06	-21	1	41	-	-	2,19	0,23	20,8	0	0	0	1	84,7	20,8	156,2
		20	ВС	-	1,88	-3	1	23	2,8	1,48	4,14	0,53	50,7	0	0	0	1	50,7		
		20	ВС	-	1,88	-3	1	23	2,8	1,67	4,68	0,53	57,2	0	0	0	1	57,2		
Загальні тепловтрати (квартира №3, 1-ий підїзд)																				2603,9
912	Кухня	19	ЗС	ПД	4,78	-21	1	40	2,8	3,7	7,62	0,29	87,3	0	5	0	1,05	289,5	91,7	669,3
		19	ВК	ПД	0,53	-21	1	40	1,5	0,8	1,20	1,89	90,6	0	5	0	1,05	95,1		
		19	Д	ПД	0,53	-21	1	40	2,2	0,7	1,54	1,89	116,2	0	5	0	1,05	122,0		
		19	СТ	-	6,06	-21	1	40	-	-	7,67	0,23	71,0	0	0	0	1	71,0		
913	Ванна кімната	25	СТ	-	6,06	-21	1	46	-	-	2,85	0,23	30,3	0	0	0	1	123,7	30,3	154,0
914	Санвузо л	20	СТ	-	6,06	-21	1	41	-	-	2,19	0,23	20,8	0	0	0	1	96,8	20,8	168,3
		20	ВС	-	1,88	-3	1	23	2,8	1,48	4,14	0,53	50,7	0	0	0	1	50,7		
915	Коиридо р	20	СТ	-	6,06	-21	1	41	-	-	10,51	0,23	99,8	10	5	0	1,15	464,9	114,8	645,4
		20	ВС	-	1,88	-3	1	23	2,8	1,67	4,68	0,53	57,2	10	5	0	1,15	65,8		
916	Житлова кімната	24	ЗС	ПД	4,78	-21	1	45	2,8	1,92	3,14	0,29	40,5	0	5	0	1,05	861,0	42,5	1397,5
		24		ПД																
				-		-21														
			ЗС	СХ	4,78		1	45	2,8	2,96	6,04	0,29	77,9	10	5	0	1,15		89,5	

Додаток Г – Розрахунок і підбір опалювальних приладів

Таблиця Г.1 – Розрахунок і підбір опалювальних приладів

№ приміщення	Признач.	Темп. напір С	К-ть опалювальних приладів шт.	Висота опалювального приладу мм	Довжина опалювального приладу мм	Глибина опалювального приладу мм	Потужність опалювального приладу Вт	Потужність на приміщення Вт	Назва опалювального приладу
101	Кухня	51	1	500	1000	102	1484	1484	Purmo C 22/500/1000
102	Ванна кімната	45	1	700	600		392	392	Purmo SAC0706
103	Житлова кімната	46	1	500	1200	102	1623	1623	Purmo C 22/500/1200
104	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-
105	Коиридор	50	1	500	800	60	694	694	Purmo C 11/500/800
106	Житлова кімната	46	1	500	1100	102	1504	1504	Purmo C 22/500/1100
107	Житлова кімната	46	1	500	1200	102	1623	1623	Purmo C 22/500/1200
108	Кухня	51	1	500	500	102	750	750	Purmo C 22/500/500
109	Ванна кімната	45	1	700	500		333	333	Purmo SAC0705
110	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-
111	Коиридор	50	1	500	1000	60	868	868	Purmo C 11/500/1000
								3574	
112	Кухня	51	1	500	500	102	750	750	Purmo C 22/500/500

Продовження таблиці Г.1									
127	Коиридор	50	1	500	800	60	694	694	Purmo C 11/500/800
128	Житлова кімната	46	1	500	1100	102	1504	1504	Purmo C 22/500/1100
								5701	
129	Житлова кімната	46	1	500	1200	102	1623	1623	Purmo C 22/500/1200
130	Кухня	51	1	500	500	102	750	750	Purmo C 22/500/500
131	Ванна кімната	45	1	700	500		333	333	Purmo SAC0705
132	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-
133	Коиридор	50	1	500	1000	60	868	868	Purmo C 11/500/1000
								3574	
134	Кухня	51	1	500	500	102	750	750	Purmo C 22/500/500
135	Ванна кімната	45	1	700	500		333	333	Purmo SAC0705
136	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-
137	Коиридор	50	1	500	1000	60	868	868	Purmo C 11/500/1000
138	Житлова кімната	46	1	500	1000	102	1353	1353	Purmo C 22/500/1000
								3304	
139	Житлова кімната	46	1	500	1000	102	1488	1488	Purmo C 22/500/1100

Продовження таблиці Г.1									
140	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-
141	Коиридор	50	1	500	800	60	694	694	Purmo C 11/500/800
142	Житлова кімната	46	1	500	1200	102	1623	1623	Purmo C 22/500/1200
143	Кухня	51	1	500	900	102	1350	1350	Purmo C 22/500/900
144	Ванна кімната	45	1	700	600		392	392	Purmo SAC0706
								5547	
201	Кухня	51	1	500	800	102	1200	1200	Purmo C 22/500/800
202	Ванна кімната	45	1	700	500		333	333	Purmo SAC0705
203	Житлова кімната	46	1	500	1000	102	1353	1353	Purmo C 22/500/1000
204	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-
205	Коиридор	50	1	500	700	60	608	608	Purmo C 11/500/700
206	Житлова кімната	46	1	500	1000	102	1353	1353	Purmo C 22/500/1000
								4847	
207	Житлова кімната	46	1	500	1000	102	1353	1353	Purmo C 22/500/1000
208	Кухня	51	1	500	400	102	600	600	Purmo C 22/500/400
209	Ванна кімната	45	1	700	500		333	333	Purmo SAC0705
210	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Г.1									
211	Коиридор	50	1	500	700	60	608	608	Purmo C 11/500/700
2894									
212	Кухня	51	1	500	400	102	600	600	Purmo C 22/500/400
213	Ванна кімната	45	1	700	500		333	333	Purmo SAC0705
214	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-
215	Коиридор	50	1	500	700	60	608	608	Purmo C 11/500/700
216	Житлова кімната	46	1	500	800	102	1082	1082	Purmo C 22/500/800
2623									
217	Житлова кімната	46	1	500	900	102	1217	1217	Purmo C 22/500/900
218	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-
219	Коиридор	50	1	500	600	60	521	521	Purmo C 11/500/600
220	Житлова кімната	46	1	500	900	102	1217	1217	Purmo C 22/500/900
221	Кухня	51	1	500	800	102	1200	1200	Purmo C 22/500/800
222	Ванна кімната	45	1	700	500		333	333	Purmo SAC0705
4488									
223	Кухня	51	1	500	800	102	1200	1200	Purmo C 22/500/800

Продовження таблиці Г.1									
239	Житлова кімната	46	1	500	900	102	1217	1217	Purmo C 22/500/900
240	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-
241	Коиридор	50	1	500	600	60	521	521	Purmo C 11/500/600
242	Житлова кімната	46	1	500	900	102	1217	1217	Purmo C 22/500/900
243	Кухня	51	1	500	800	102	1200	1200	Purmo C 22/500/800
244	Ванна кімната	45	1	700	500		333	333	Purmo SAC0705
								4488	
901	Кухня	51	1	500	900	102	1350	1350	Purmo C 22/500/900
902	Ванна кімната	45	1	700	500		333	333	Purmo SAC0705
903	Житлова кімната	46	1	500	1100	102	1504	1504	Purmo C 22/500/1100
904	Санвузол	50		-	-	-	-	-	-
905	Коиридор	50	1	500	800	60	694	694	Purmo C 11/500/800
906	Житлова кімната	46	1	500	1200	102	1623	1623	Purmo C 22/500/1200
								5504	
907	Житлова кімната	46	1	500	1200	102	1623	1623	Purmo C 22/500/1200
908	Кухня	51	1	500	500	102	750	750	Purmo C 22/500/500

Продовження таблиці Г.1									
909	Ванна кімната	45	1	700	500		333	333	Purmo SAC0705
910	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-
911	Коиридор	50	1	500	1000	60	868	868	Purmo C 11/500/1000
								3574	
912	Кухня	51	1	500	500	102	750	750	Purmo C 22/500/500
913	Ванна кімната	45	1	700	500		333	333	Purmo SAC0705
914	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-
915	Коиридор	50	1	500	1000	60	868	868	Purmo C 11/500/1000
916	Житлова кімната	46	1	500	1000	102	1353	1353	Purmo C 22/500/1000
								3304	
917	Житлова кімната	46	1	500	1100	102	1504	1504	Purmo C 22/500/1100
918	Санвузол	50	-	-	-	-	-	-	-
919	Коиридор	50	1	500	1000	60	868	868	Purmo C 11/500/1000
920	Житлова кімната	46	1	500	1100	102	1504	1504	Purmo C 22/500/1100
921	Кухня	51	1	500	900	102	1350	1350	Purmo C 22/500/900
922	Ванна кімната	45	1	700	600		392	392	Purmo SAC0706
								5618	
923	Кухня	51	1	500	900	102	1350	1350	Purmo C 22/500/900

Додаток Д – Гідравлічний розрахунок

Таблиця Д.1 – Результати гідравлічного розрахунку

1-й поверх												
Квартира №4 (під їзд 1, 2)												
ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	Σζ	Δр місц., Па	l, м	Δр, Па	сумарні Δр ділянки, Па	сумарні Δh ділянки, м
0-1	5697	244,2	0,249	25	36,2	0,210	0,15	3,21	1,3	50,3	3418,2	0,36
1-2	5305	227,4	0,232	25	32,2	0,198	3,5	66,67	1,7	121,4		
2-3	3821	163,8	0,167	20	65,8	0,241	4,8	135,46	5,4	490,8		
3-4	2198	94,2	0,096	20	26,1	0,142	2,3	22,53	6,5	192,2		
4-5	1504	64,5	0,066	16	44,1	0,160	27,8	345,81	10,6	813,3		
5-6	1504	64,5	0,066	16	44,1	0,160	17,65	219,55	11,2	713,5		
6-7	2198	94,2	0,096	20	26,1	0,142	3,9	38,21	5,2	173,9		
7-8	3821	163,8	0,167	20	65,8	0,241	4,9	138,29	5,6	506,8		
8-9	5305	227,4	0,232	25	32,2	0,198	3,9	74,29	3	170,9		
9-0	5697	244,2	0,249	25	36,2	0,210	6,45	138,21	1,3	185,3		
1-10-9	392	16,8	0,017	16	4,5	0,041	41,5	33,90	12,3	89,2		
Квартира №3 (під їзд 1, 2)												
ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	Σζ	Δр місц., Па	l, м	Δр, Па	сумарні Δр ділянки, Па	сумарні Δh ділянки, м
0-1	3574	153,2	0,156	20	59	0,220	0,15	3,53	1,3	80,2		
1-2	2373	101,7	0,104	20	30	0,154	3,5	40,33	1,5	85,3		

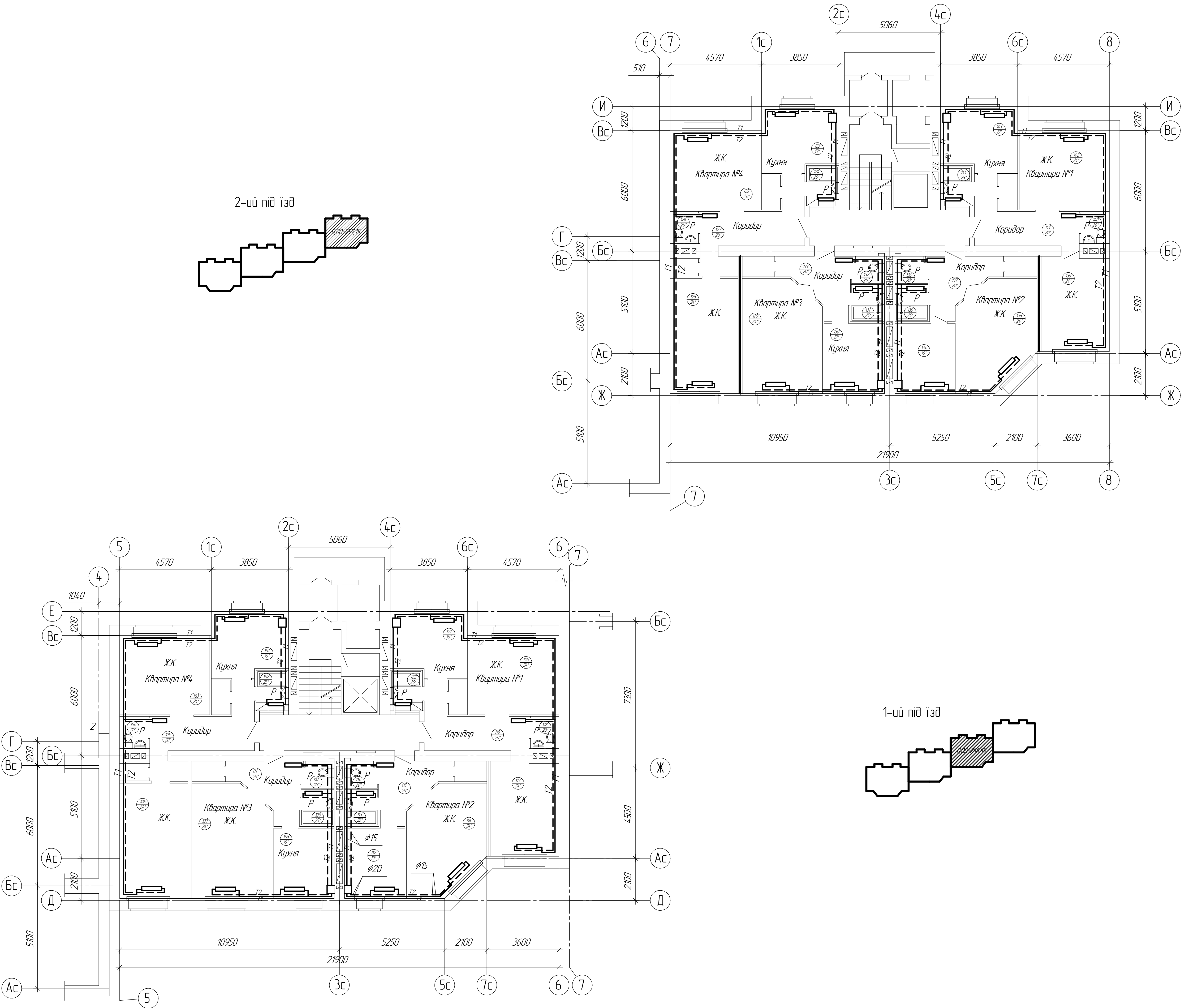
Квартира №1 (під їзд 1)												
ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	Σζ	Δр місц., Па	l, м	Δр, Па	сумарні Δр ділянки, Па	сумарні Δh ділянки, м
0-1	5444	233,3	0,238	25	32,6	0,196	0,15	2,80	1,3	45,2	3311,6	0,35
1-2	5052	216,5	0,221	25	28,5	0,182	3,5	56,33	1,7	104,8		
2-3	3702	158,7	0,162	20	62,8	0,238	4,8	132,11	5,4	471,2		
3-4	2198	94,2	0,096	20	26,1	0,142	2,3	22,53	6,5	192,2		
4-5	1504	64,5	0,066	16	44,1	0,160	27,8	345,81	10,6	813,3		
5-6	1504	64,5	0,066	16	44,1	0,160	17,65	219,55	11,2	713,5		
6-7	2198	94,2	0,096	20	26,1	0,142	3,9	38,21	5,2	173,9		
7-8	3702	158,7	0,162	20	62,8	0,238	4,9	134,86	5,6	486,5		
8-9	5052	216,5	0,221	25	28,5	0,182	3,9	62,77	3	148,3		
9-0	5444	233,3	0,238	25	32,6	0,196	6,45	120,40	1,3	162,8		
1-10-9	392	16,8	0,017	16	4,5	0,041	41,5	33,90	12,3	89,2		
Квартира №1 (під їзд 2)												
ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	Σζ	Δр місц., Па	l, м	Δр, Па	сумарні Δр ділянки, Па	сумарні Δh ділянки, м
0-1	5563	238,4	0,243	25	33,3	0,202	0,15	2,97	1,3	46,3		
1-2	5171	221,6	0,226	25	30,8	0,191	3,5	62,04	1,7	114,4		
2-3	3821	163,8	0,167	20	65,8	0,241	4,8	135,46	5,4	490,8		
3-4	2198	94,2	0,096	20	26,1	0,142	2,3	22,53	6,5	192,2		
4-5	1504	64,5	0,066	16	44,1	0,160	27,8	345,81	10,6	813,3		
5-6	1504	64,5	0,066	16	44,1	0,160	17,65	219,55	11,2	713,5		

1-6	941	40,3	0,041	16	12,7	0,097	2	9,14	5,5	79,0		
6-7	608	26,1	0,027	16	6,1	0,063	27,3	52,65	3,7	75,2		
7-8	608	26,1	0,027	16	6,1	0,063	15,5	29,89	3,7	52,5		
8-5	941	40,3	0,041	16	12,7	0,097	0,9	4,11	5,5	74,0		
											280,6	0,03
Квартира №1 (під їзд 1, 2)												
ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	Σζ	Δр міст., Па	l, м	Δр, Па	сумарні Δр ділянки, Па	сумарні Δh ділянки, м
0-1	4488	192,3	0,196	25	24,1	0,169	0,15	2,08	1,3	33,4		
1-2	4155	178,1	0,182	25	20,3	0,152	3,5	39,29	1,7	73,8		
2-3	2955	126,6	0,129	20	46,5	0,195	4,8	88,69	5,4	339,8		
3-4	1738	74,5	0,076	20	17,8	0,112	2,3	14,02	6,5	129,7		
4-5	1217	52,2	0,053	16	28,7	0,126	27,8	214,45	10,6	518,7		
5-6	1217	52,2	0,053	16	28,7	0,126	17,65	136,15	11,2	457,6		
6-7	1738	74,5	0,076	20	17,8	0,112	3,9	23,77	5,2	116,3		
7-8	2955	126,6	0,129	20	46,5	0,195	4,9	90,53	5,6	350,9		
8-9	4155	178,1	0,182	25	20,3	0,152	3,9	43,78	3	104,7		
9-0	4488	192,3	0,196	25	24,1	0,169	6,45	89,51	1,3	120,8		
1-10-9	333	14,3	0,015	16	3,5	0,047	41,5	44,54	12,3	87,6	2245,8	0,24
9-й поверх												
Квартира №4 (під їзд 1, 2)												
ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	Σζ	Δр міст., Па	l, м	Δр, Па	сумарні Δр ділянки, Па	сумарні Δh ділянки, м

0-1	5504	235,9	0,241	25	34,1	0,203	0,15	3,00	1,3	47,3		
1-2	5171	221,6	0,226	25	30,8	0,192	3,5	62,69	1,7	115,1		
2-3	3821	163,8	0,167	20	68,7	0,248	4,8	143,45	5,4	514,4		
3-4	2317	99,3	0,101	20	27	0,150	2,3	25,15	6,5	200,6		
4-5	1623	69,6	0,071	16	48,8	0,170	27,8	390,38	10,6	907,7		
5-6	1623	69,6	0,071	16	48,8	0,170	17,65	247,85	11,2	794,4		
6-7	2317	99,3	0,101	20	27	0,150	3,9	42,64	5,2	183,0		
7-8	3821	163,8	0,167	20	68,7	0,248	4,9	146,44	5,6	531,2		
8-9	5171	221,6	0,226	25	30,8	0,192	3,9	69,86	3	162,3		
9-0	5504	235,9	0,241	25	34,1	0,203	6,45	129,15	1,3	173,5		
											3629,5	0,38
1-10-9	333	14,3	0,015	16	3,5	0,047	41,5	44,54	12,3	87,6		
Квартира №3 (під їзд 1, 2)												
ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	$\Sigma\zeta$	Δp міст., Па	l, м	Δp , Па	сумарні Δp ділянки, Па	сумарні Δh ділянки, м
0-1	3574	153,2	0,156	20	59	0,220	0,15	3,53	1,3	80,2	1446,9	0,15
1-2	2373	101,7	0,104	20	30	0,154	3,5	40,33	1,5	85,3		
2-3	1623	69,6	0,071	16	48,8	0,170	25,8	362,30	4,1	562,4		
3-4	1623	69,6	0,071	16	48,8	0,170	13,5	189,57	4,5	409,2		
4-5	2373	101,7	0,104	20	30	0,154	3,9	44,94	2	104,9		
5-6	3574	153,2	0,156	20	59	0,220	5,45	128,17	1,3	204,9		
1-6	1201	51,5	0,053	16	28,7	0,126	2	15,43	5,5	173,3		
6-7	868	37,2	0,038	16	10,1	0,090	27,3	107,45	3,7	144,8		

Схема розміщення елементів системи опалення на плані 1-го поверху

Експлікація приміщень

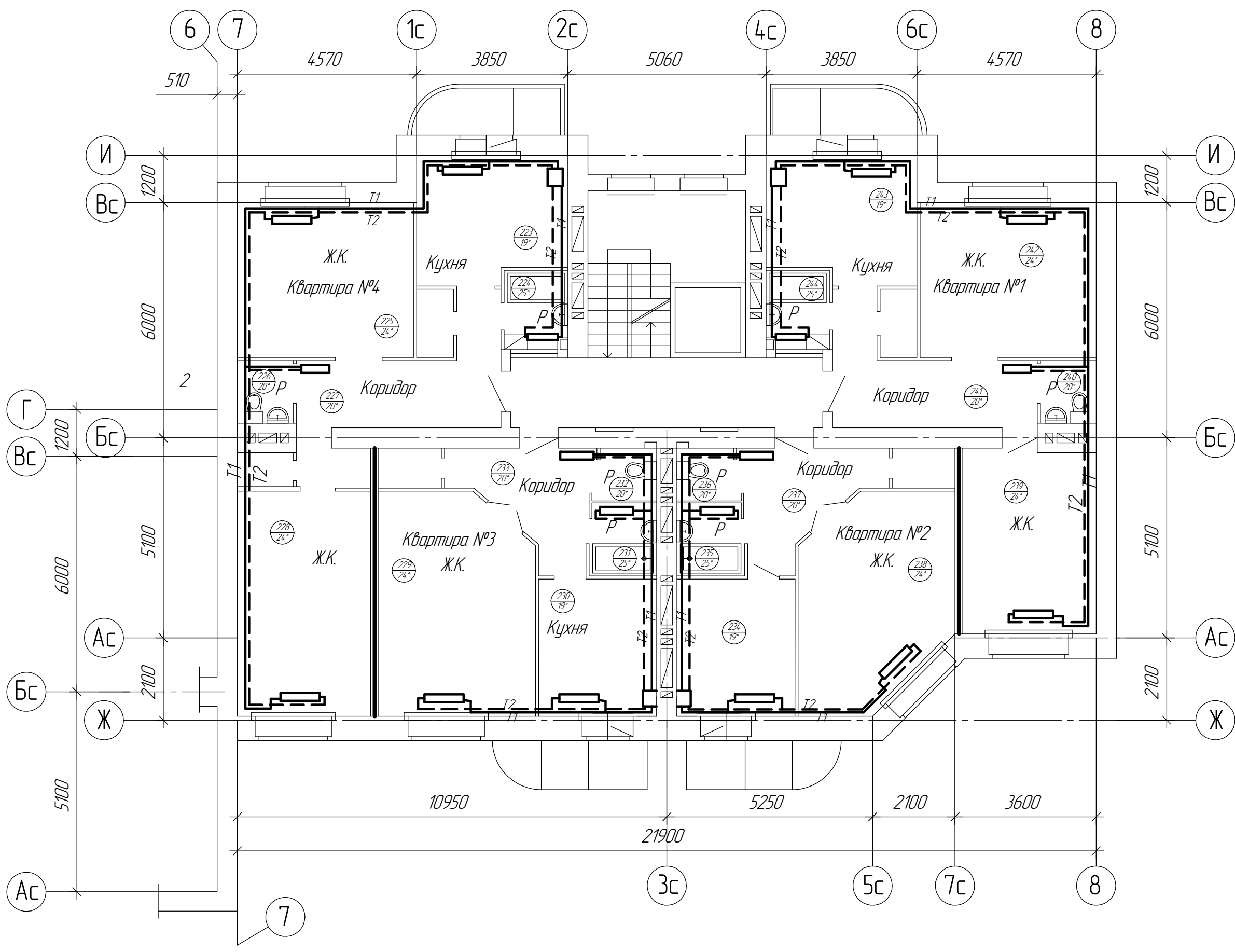
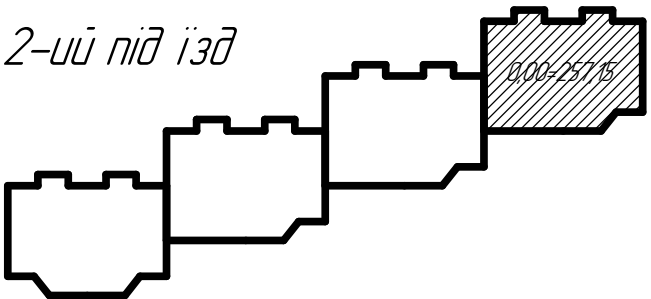
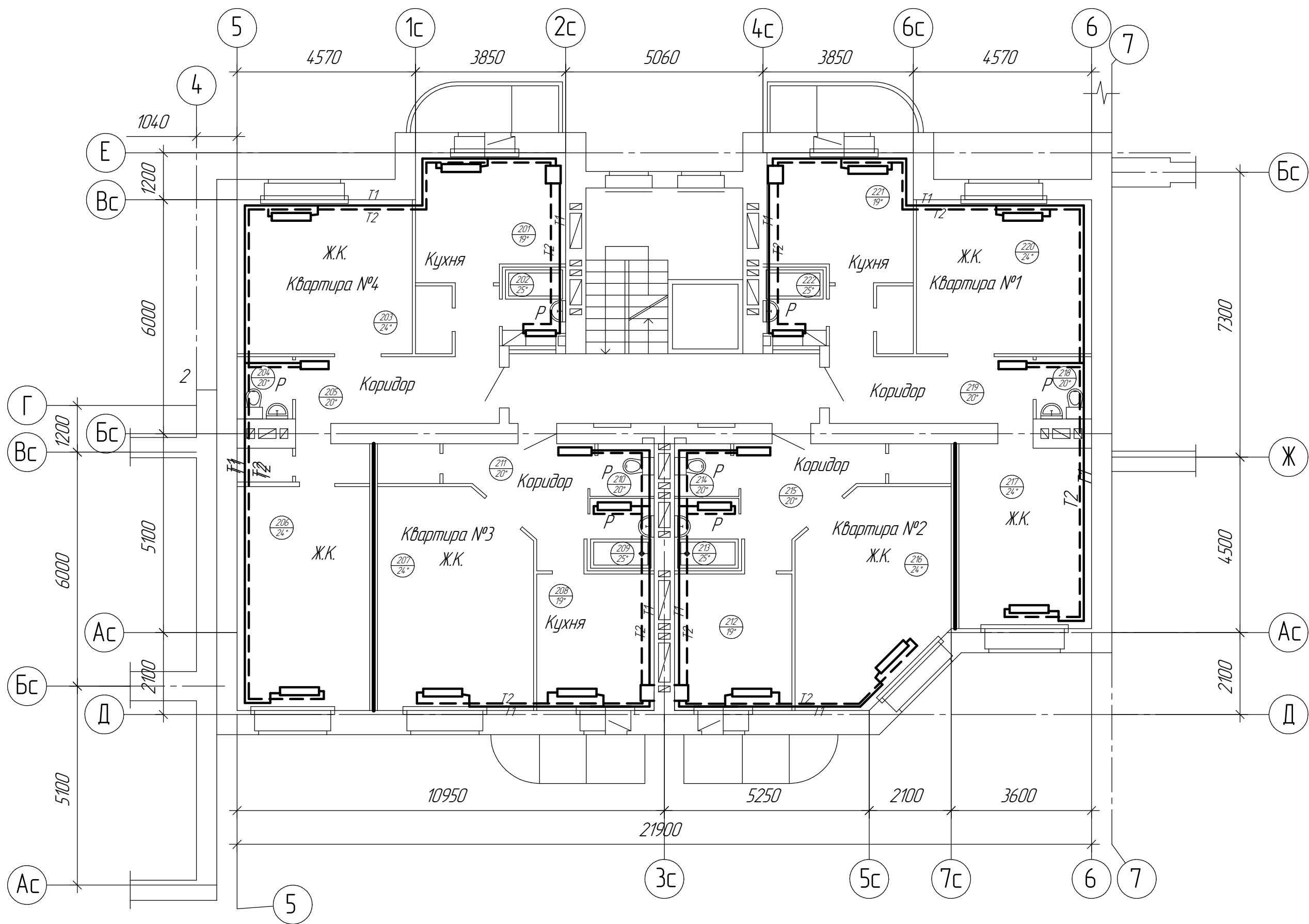
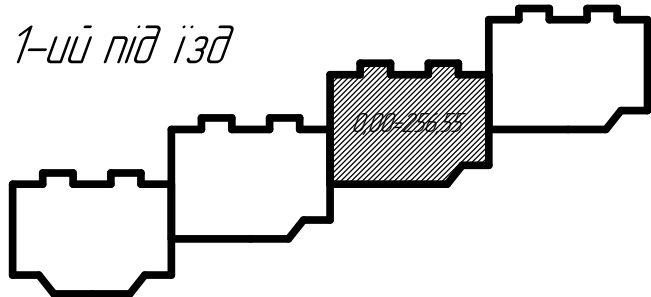


№ п/п	Найменування приміщення	Площа, м²
101	Кухня	19,05
102	Ванна кімната	3,57
103	Житлова кімната	18,81
104	Санвузол	2,16
105	Коридор	8,84
106	Житлова кімната	25,57
107	Житлова кімната	24,53
108	Кухня	7,67
109	Ванна кімната	2,85
110	Санвузол	2,19
111	Коридор	10,51
112	Кухня	7,67
113	Ванна кімната	2,85
114	Санвузол	2,19
115	Коридор	10,51
116	Житлова кімната	17,74
117	Житлова кімната	16,3
118	Санвузол	2,16
119	Коридор	8,84
120	Житлова кімната	18,81
121	Кухня	19,05
122	Ванна кімната	3,57
123	Кухня	19,05
124	Ванна кімната	3,57
125	Житлова кімната	18,81
126	Санвузол	2,16
127	Коридор	8,84
128	Житлова кімната	25,57
129	Житлова кімната	24,53
130	Кухня	7,67
131	Ванна кімната	2,85
132	Санвузол	2,19
133	Коридор	10,51
134	Кухня	7,67
135	Ванна кімната	2,85
136	Санвузол	2,19
137	Коридор	10,51
138	Житлова кімната	17,74
139	Житлова кімната	16,3
140	Санвузол	2,16
141	Коридор	8,84
142	Житлова кімната	18,81
143	Кухня	19,05
144	Ванна кімната	3,57

08-13.БКР.007.01.000.007						
Система забезпечення мікроклімату приміщень житлового будинку						
Система опалення				Стадія	Аркуш	Аркушів
				БКР	1	5
Схема розміщення елементів системи опалення на плані першого поверху експлікація приміщень 1-ого, 2-ого під'їздів						
ВНТУ, СМ-21б						

Схема розміщення елементів системи опалення на плані типового поверху

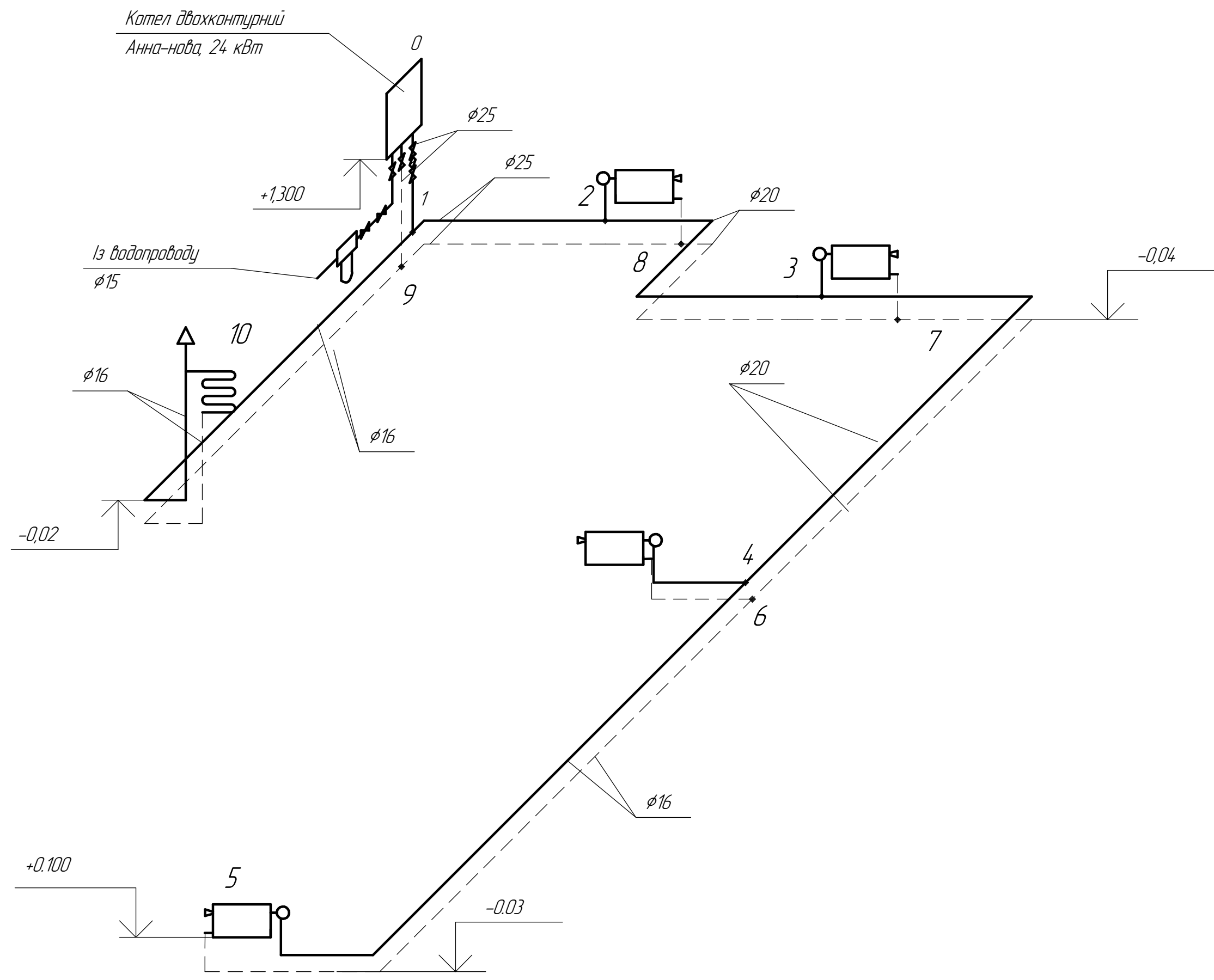
Експлікація приміщень



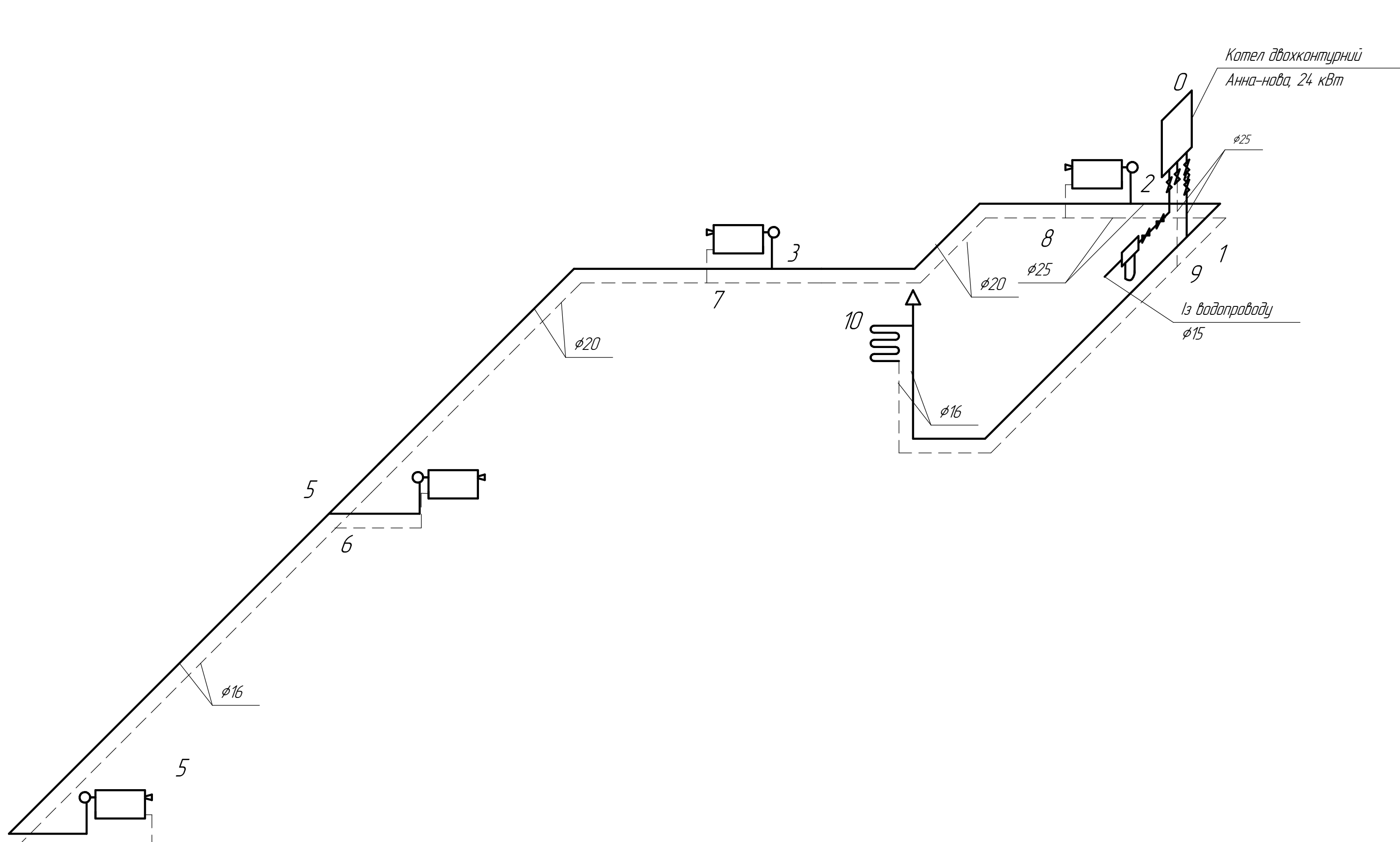
№ п/п	Найменування приміщення	Площа, м ²
201	Кухня	19,05
202	Ванна кімната	3,57
203	Житлова кімната	18,81
204	Санвузол	2,16
205	Коридор	8,84
206	Житлова кімната	25,57
207	Житлова кімната	24,53
208	Кухня	7,67
209	Ванна кімната	2,85
210	Санвузол	2,19
211	Коридор	10,51
212	Кухня	7,67
213	Ванна кімната	2,85
214	Санвузол	2,19
215	Коридор	10,51
216	Житлова кімната	17,74
217	Житлова кімната	16,3
218	Санвузол	2,16
219	Коридор	8,84
220	Житлова кімната	18,81
221	Кухня	19,05
222	Ванна кімната	3,57
223	Кухня	19,05
224	Ванна кімната	3,57
225	Житлова кімната	18,81
226	Санвузол	2,16
227	Коридор	8,84
228	Житлова кімната	25,57
229	Житлова кімната	24,53
230	Кухня	7,67
231	Ванна кімната	2,85
232	Санвузол	2,19
233	Коридор	10,51
234	Кухня	7,67
235	Ванна кімната	2,85
236	Санвузол	2,19
237	Коридор	10,51
238	Житлова кімната	17,74
239	Житлова кімната	16,3
240	Санвузол	2,16
241	Коридор	8,84
242	Житлова кімната	18,81
243	Кухня	19,05
244	Ванна кімната	3,57

08-13.БКР.007.02.000.0П					
Система забезпечення мікроклімату приміщень житлового будинку					
Система опалення				Сталія	Архив
				БКР	2
Схема розміщення елементів системи опалення на плані типового поверху, експлікація приміщень 1-ого, 2-ого під'їздів				ВНТУ, СМ-21Б	

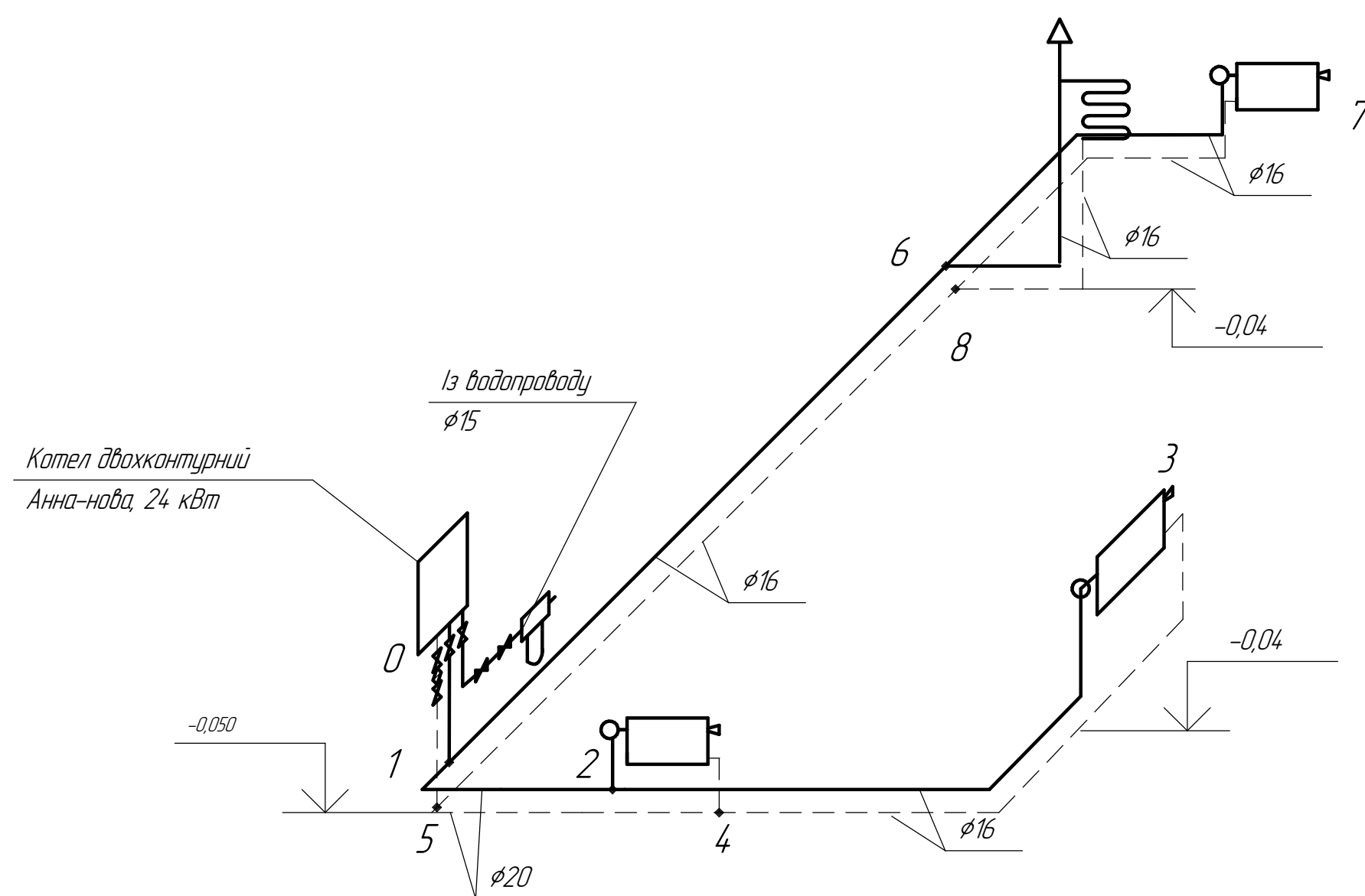
АксонOMETрична схема системи опалення квартири №1
1-ий, 2-ий під'їзд



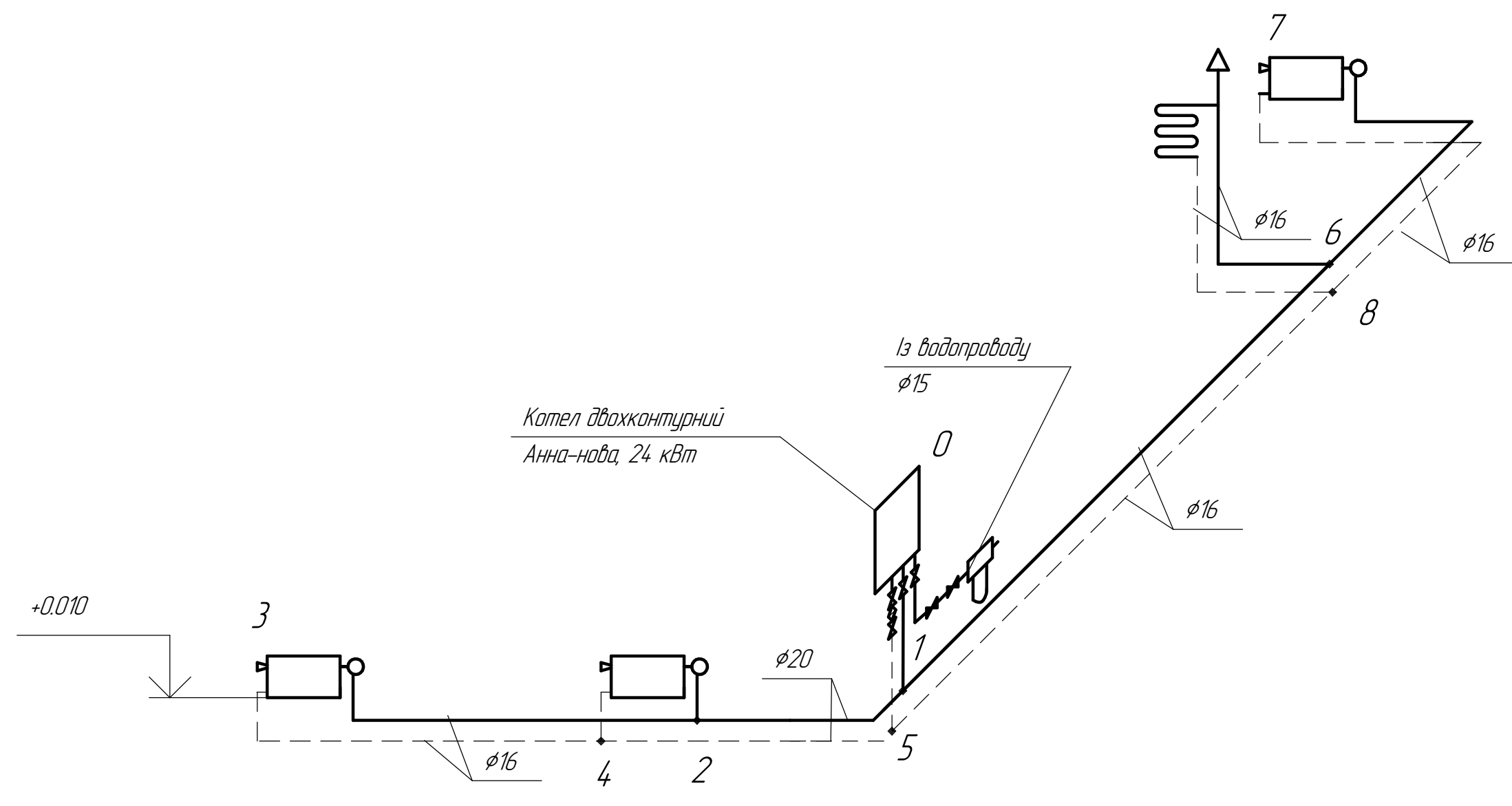
АксонOMETрична схема системи опалення квартири №2
1-ий, 2-ий під'їзд



АксонOMETрична схема системи опалення квартири №4
1-ий, 2-ий під'їзд



АксонOMETрична схема системи опалення квартири №3
1-ий, 2-ий під'їзд

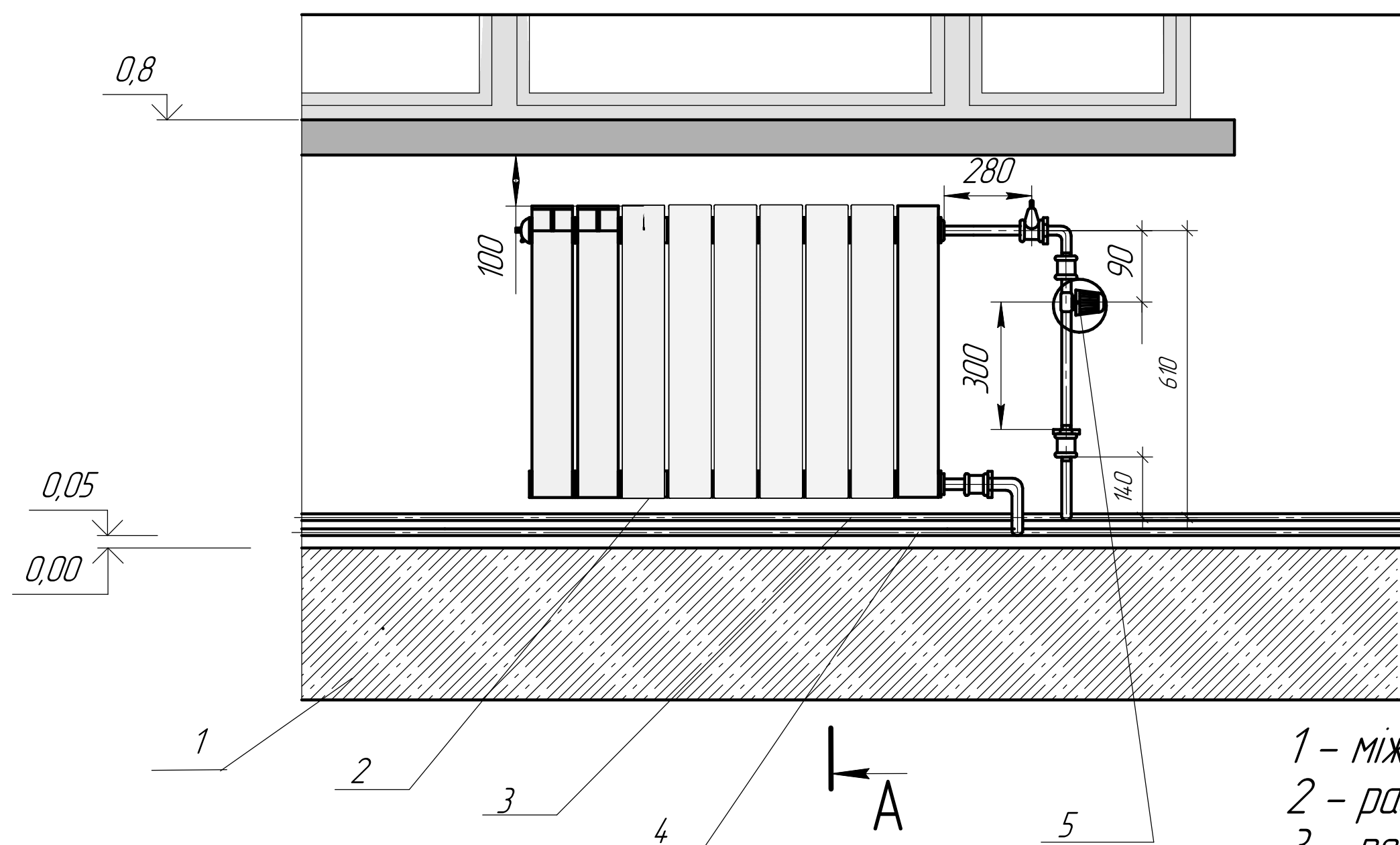


- Подальший трубопровід системи опалення t=90°C
- - - - - Зворотний трубопровід системи опалення t=70°C
- Кран кульбовий
- Зворотний клапан
- Радіатор панельний сталевий
- Вентиль термостатичний з термостатом
- Фільтр сітчастий

						08-13.БКР.007.03.000.017				
						Система забезпечення мікроклімату приміщень житлового будинку				
Зм.	Уч.	Арх	М'як	Підп.	Дата			Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб			Колеснік М.О.		06.25	Система опалення		БКР	3	5
Перевірив			Панкевич О.Д.		06.25					
Рецензент			Риндик С.В.		06.25					
						АксонOMETричні схеми системи опалення		ВНТУ, СМ-216		
Н. контр			Слободян Н.М.		06.25					
Затвердив			Ратичук Г.С.		06.25					

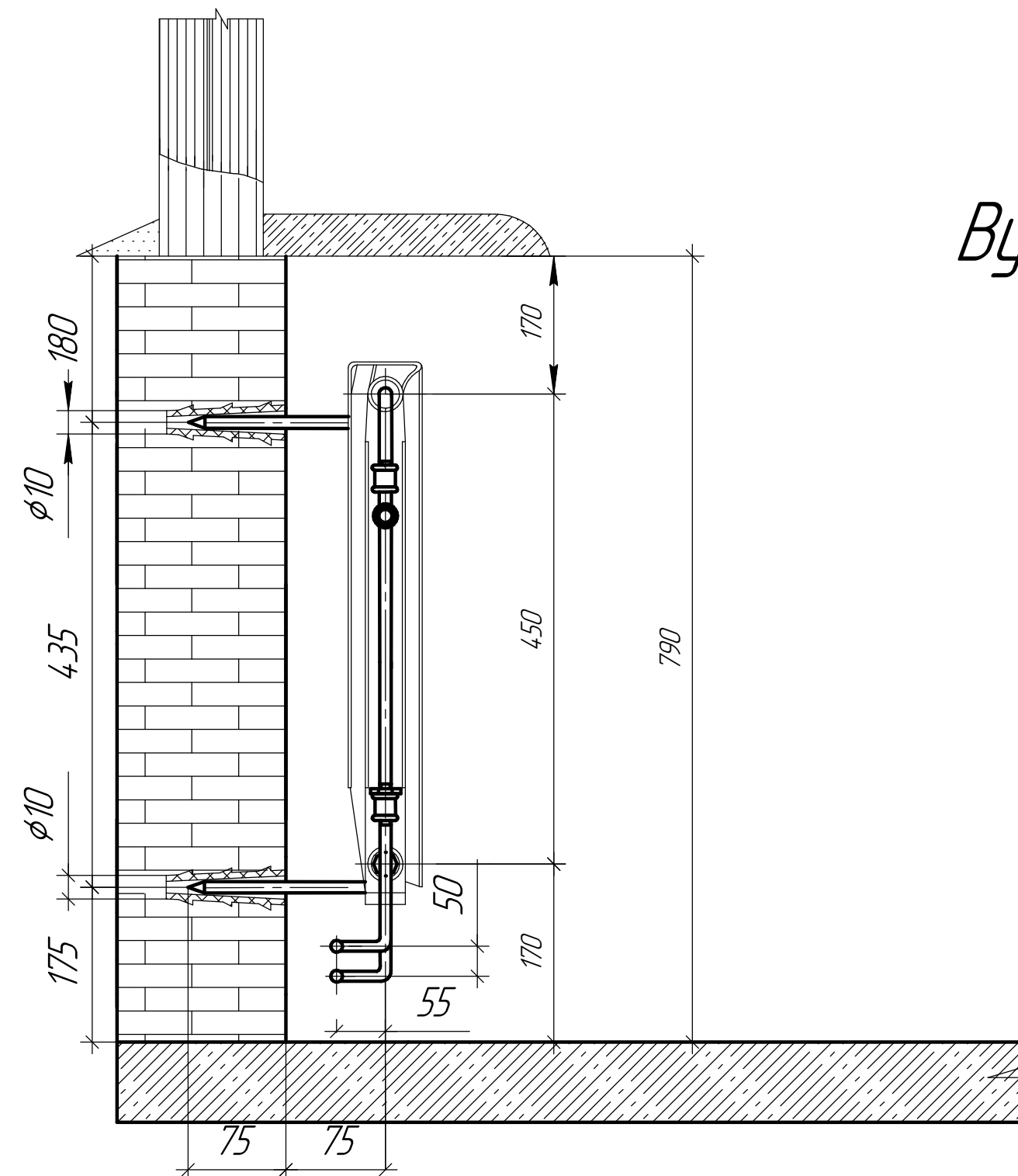
Кріплення радіатора до стіни

A

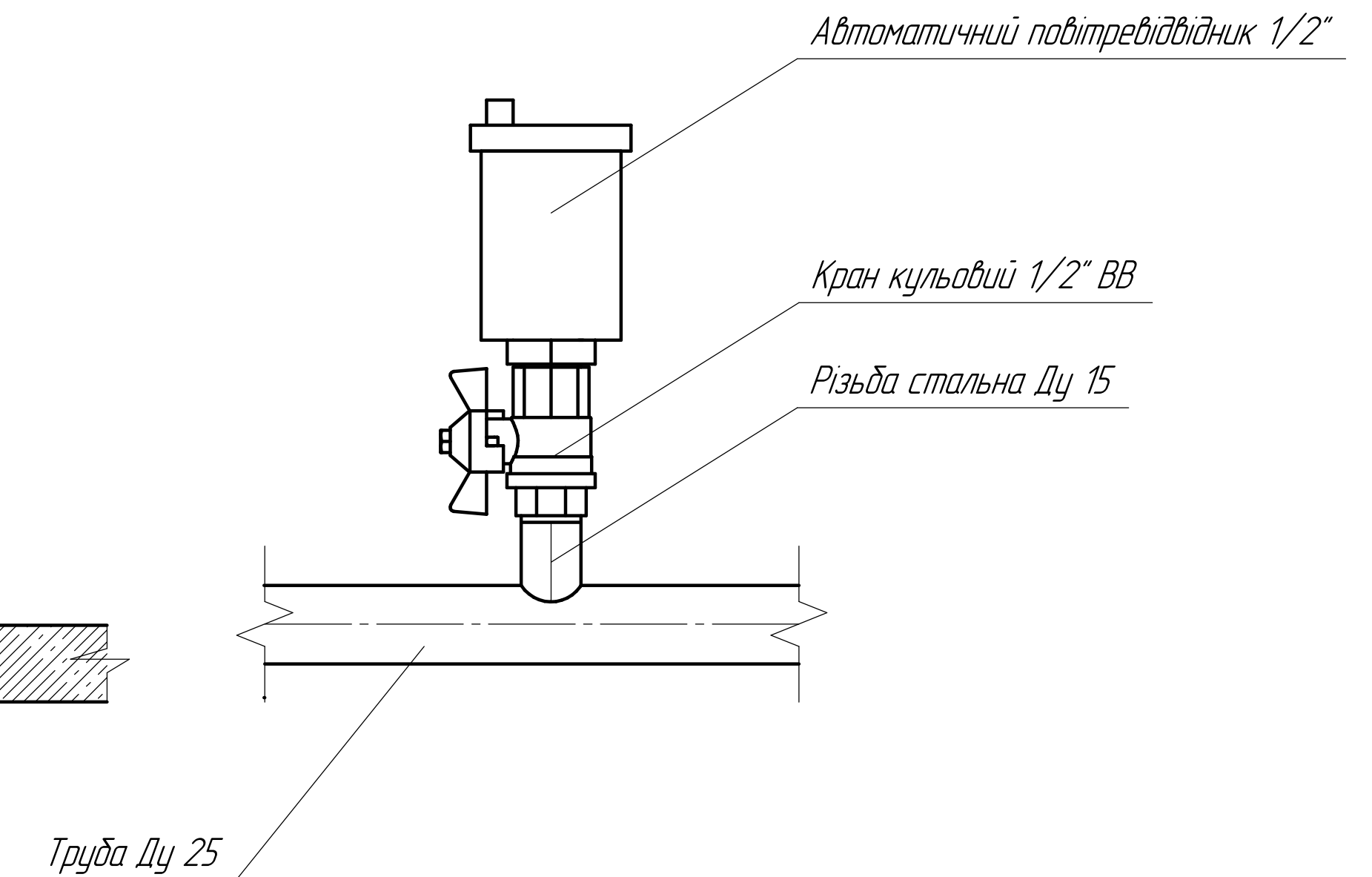


- 1 - міжповерхове перекриття;
2 - радіатор;
3 - подаючий трубопровід;
4 - зворотній трубопровід;
5 - терморегулюючий вентиль "Danfoss" RTD-N;

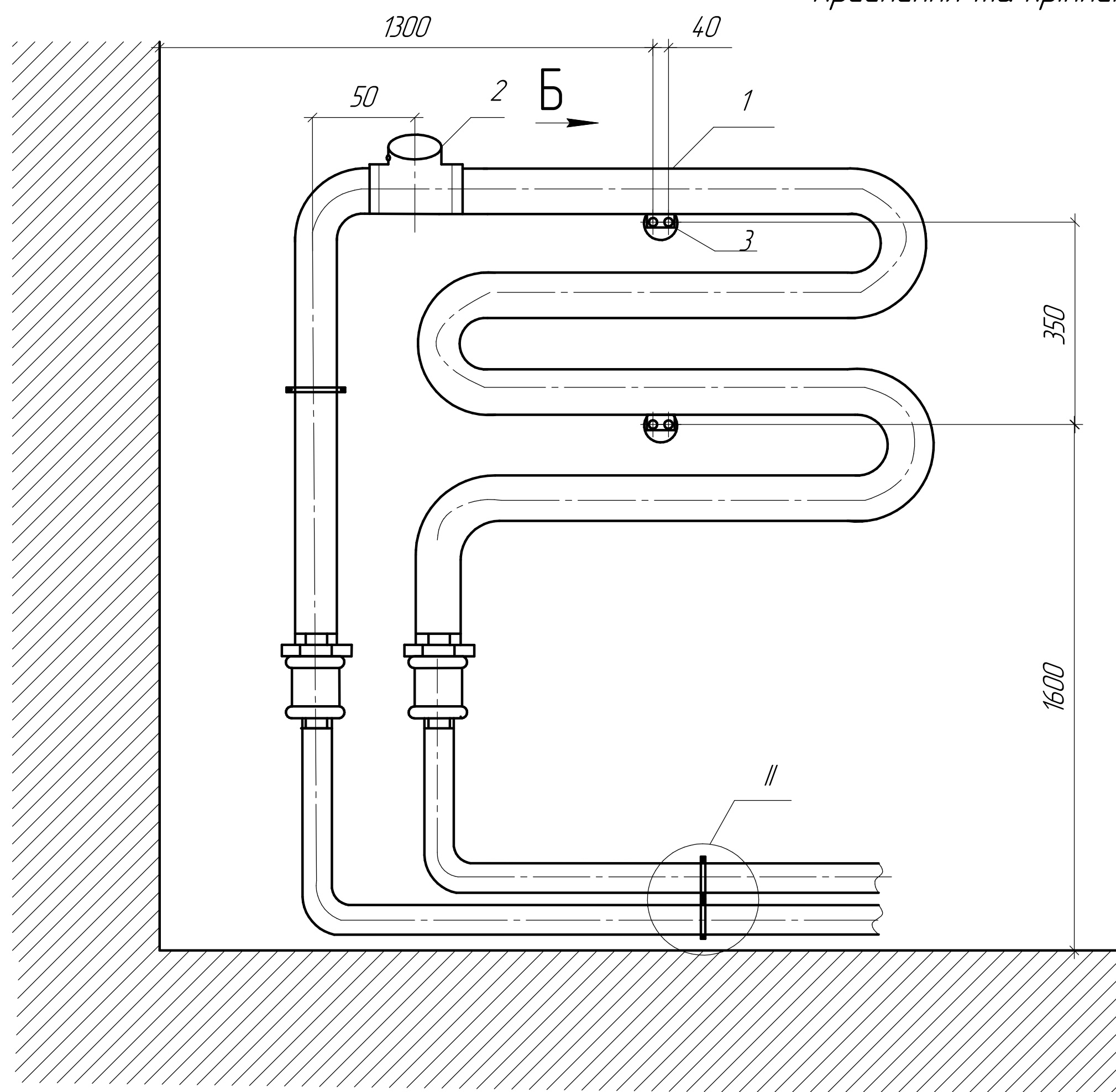
A-A (1:10)



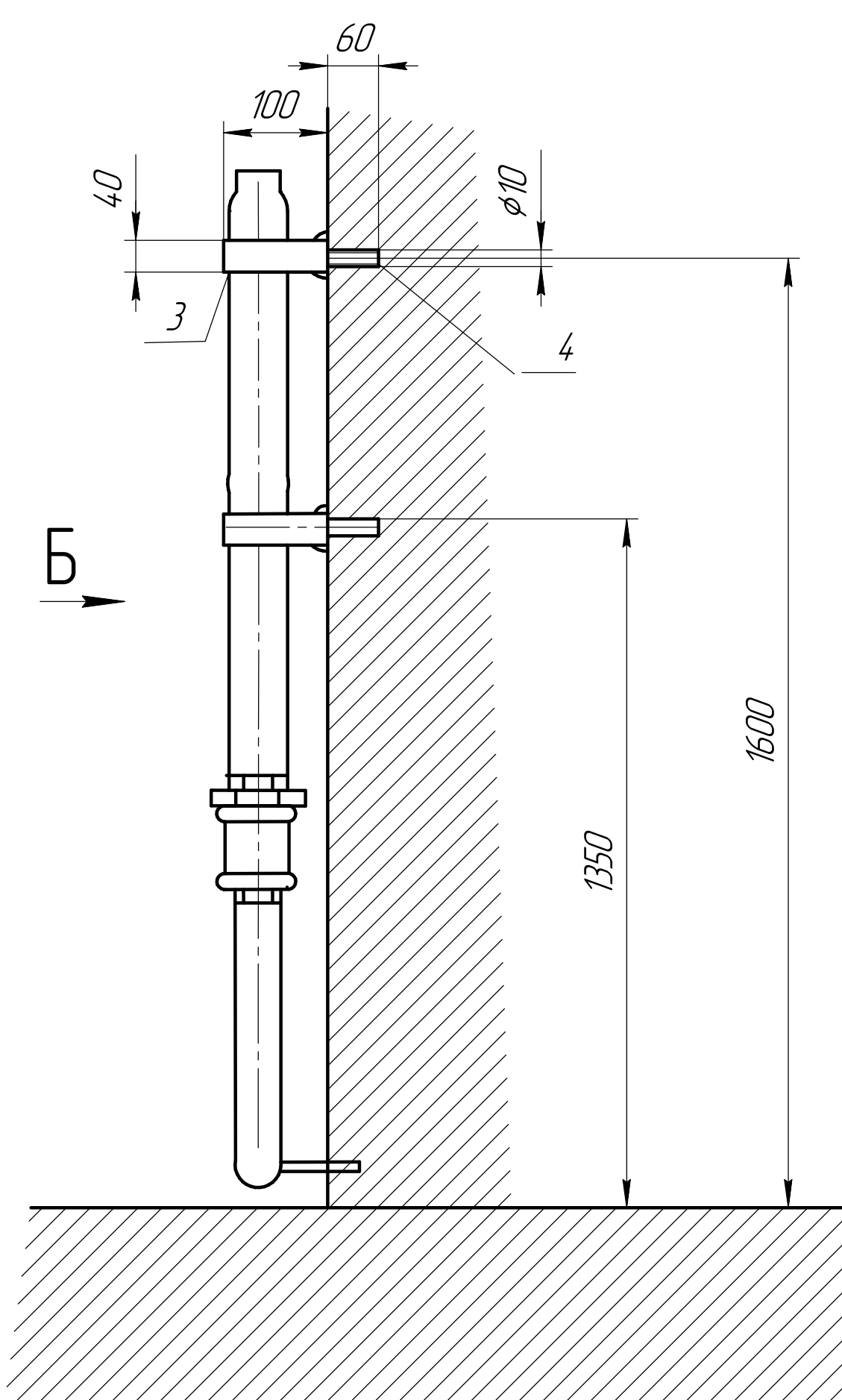
Вузол 2 відводу повітря з системи (1:2)



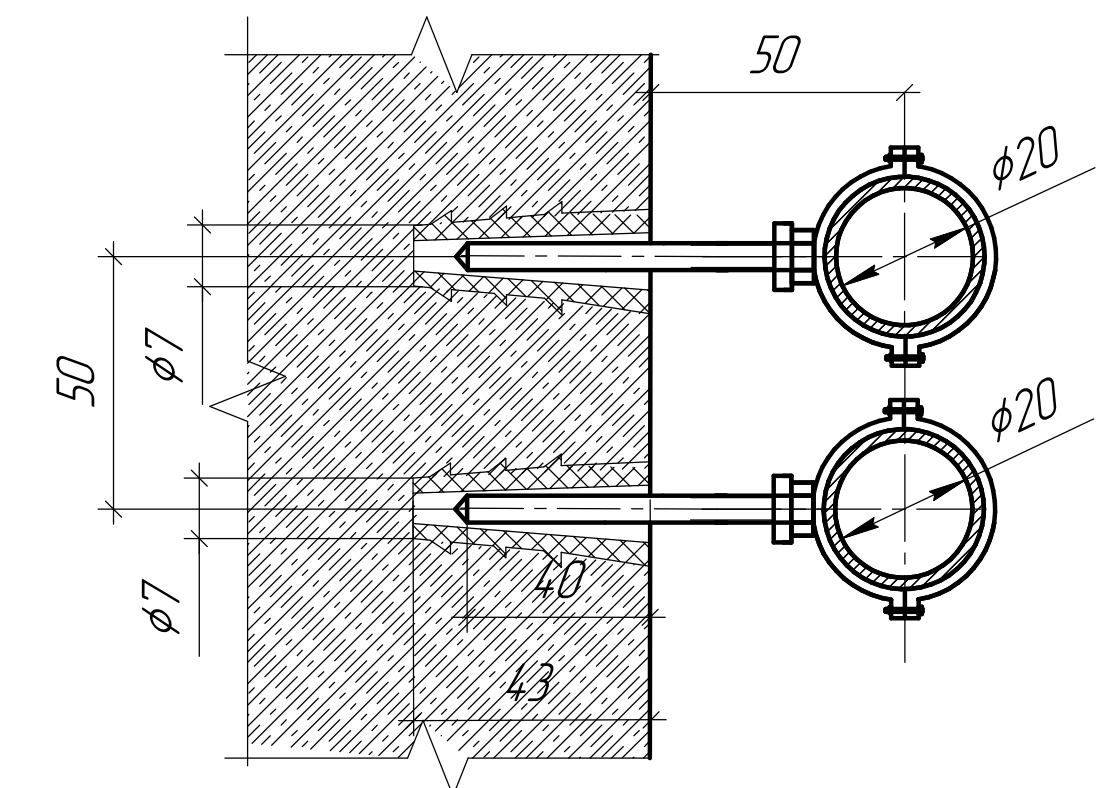
Креслення та кріплення рушникосушки



B-B



II (1:2)



- 1 - рушникосушка
2 - спускний клапан СК 316
3 - пластина кріплення
4 - шурупове кріплення

						08-13.БКР.007.04.000.0П			
						Система забезпечення мікроклімату приміщень житлового будинку			
						Система опалення			
Зм.	Уч.	Арх	Літ	Підп.	Дата	Сталія	Аркуш	Аркушів	
Розроб	Коломєць М.О.				06.25	БКР	4	5	
Перевірив	Панкевич О.Д.				06.25				
Рецензент	Риндик С.В.				06.25				
						Креслення та кріплення рушникосушки, кріплення радіатора до стіни, вузол відводу повітря з системи, схема кріплення трубопроводу до стіни			
Н. контр.	Слободян Н.М.				06.25	ВНТУ, СМ-21Б			
Затвердив	Ратичук Г.С.				06.25				

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН МОНТАЖУ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

[illegible]

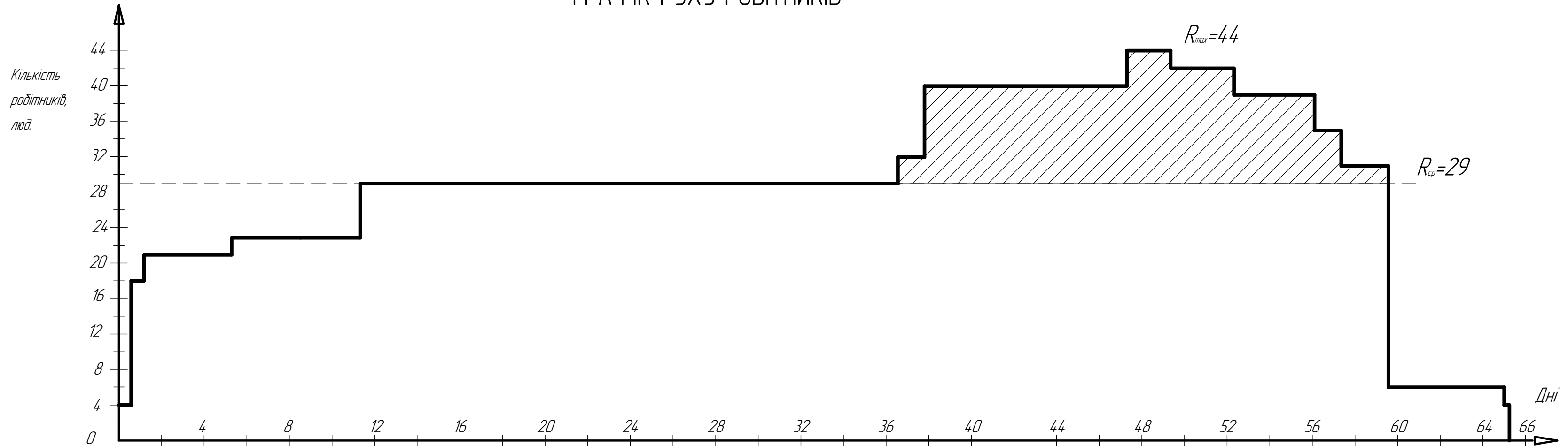
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУ

N° n/n	Полученный	Формула	Результат	Объём
1	Q_{302}	$\sum Q_i$	1904,25	1000-дн
2	T_{302}	_____	65,25	дн
3	R_{max}	_____	44	1000
4	$R_{ср}$	Q_{302} / T_{302}	29	1000
5	$T_{вст}$	_____	47,5	дн
6	$Q_{набл}$	_____	226,25	1000-дн
7	a_1	$R_{ср} / R_{max}$	0,7	_____
8	a_2	$Q_{наб} / Q_{302}$	0,12	_____
9	a_3	$T_{вст} / T_{302}$	0,72	_____

ГРАФІК РУХУ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

Автомобіль Mercedes Benz "Viano"	-
Електричний прес "Rems"	
Перфоратор DeWalt DC224KA	
Компресор Fubag FC2/24CM2	

ГРАФІК РУХУ РОБІТНИКІВ



						08-13.БКР.007.05.000.ОП		
						Система забезпечення мікроклімату приміщень житлового будинку		
Зм.	Уч.	Арк	№зак.	Підп.	Дата			
Розроб	Колісничук М.В.				06.25	Система опалення		Стадія
Перевірив	Ліпкевич О.В.				06.25			БКР
Рецензент	Ринюк С.В.				06.25			5
Н. контр.	Слободян Н.М.				06.25	Календарний план монтажу системи опалення, графік руху робітників та механізмів, ТЕП		
Затвердив	Ратичак Г.С.				06.25	ВНУ, СМ-215		