

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНО ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

на тему:

Комплексна система теплохолодопостачання житлового будинку в с.

Троєщина

Михайлишин Володимир Анатолійович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 20__ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНО ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

Комплексна система теплохолодопостачання житлового будинку в с.

Троєщина

(назва)

Виконав: Михайлишин Володимир

Анатолійович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Теплогазопостачання та вентиляція

(спеціальність)

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(освітня програма)

Група ТВ-20

Керівник Погосов О.Г.

(прізвище та ініціали)

Кандидат технічних наук, доцент

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: Бакалавр

Спеціальність: Теплогазопостачання та вентиляція

Освітня програма: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету Приймак О.В.

„___” _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я Д О В И К О Н А Н Н Я А Т Е С Т А Ц І Й Н О
В И П У С К Н О Ї Р О Б И Т И Н А З Д О Б У Т Т Я О С В І Т Н Ь О Г О С Т У П Е Н Я
Б А К А Л А В Р А**

Михайлишиному Володимирі Анатолійовичу

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи: Комплексна система теплохолодопостачання житлового будинку в с.Троєщина

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «___» _____ року

2. Керівник роботи к.т.н., доц. Погосов О.Г.

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

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Вихідні дані

Р. 2. Теплотехнічний розрахунок та підбір огороджувальних конструкцій

Р. 3. Опалення житлового будинку

Р. 4. Вентиляція житлового будинку

Р. 5. Технології та організація монтажу інженерних систем

Р. 6. Охорона праці та навколишнього середовища

Р. 7. Техніко-економічне обґрунтування

5. Графічний матеріал за розділами

Р. 2, Р. 3, Р. 4. Принципова схема тепlopостачання будинку, Топкова. План. Вид 1-1, 2-2, 3-3, План цокольного поверху, План 1-го поверху, план 2-го поверху, Аксонометрична схема радіаторної та підлогової системи опалення

Р. 5. 4.1 Монтажна схема підключення системи «тепла підлога» до розподільчих труб, вузол Б. Перетин трубопроводів з перекриттям, а-а. монтажна схема розподільчого колектора системи тепла підлога, календарний план-графік (послідовний метод), календарний план графік (потоківий метод), графік циклограма потокового будівництва

Р. 7. Графіки щомісячних витрат палива, діаграма затрат на 1 Гкал палива
Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вихідні дані	
Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок та підбір огороджувальних конструкцій	
Розділ 3. Опалення житлового будинку	
Розділ 4. Вентиляція житлового будинку	
Розділ 5. Технології та організація монтажу інженерних систем	
Розділ 6. Охорона праці та навколишнього середовища	
Розділ 7. Техніко-економічне обґрунтування	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи для перевірки на плагіат	
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	
Направлення роботи на рецензування	

Консультанти розділів атестаційно випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.	Провідний інженер проектувальник Кучер Віталій Миколайович		
Розділ 3.	Директор ТОВ «Парк Таун» Дєдов Денис В'ячеславович		
Розділ 5	Сенчук Михайло Петрович		
Розділ 6	Директор ПП «ІТС» Нігован Євген Олександрович.		

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

Здобувач _____

Зміст

Вступ.....	4
Розділ 1. Вихідні дані.....	6
1.1. Об'єкт проектування.....	7
1.2. Кліматологічні дані.....	7
Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок та підбір огороджувальних конструкцій.....	8
Розділ 3. Опалення житлового будинку.....	19
3.1. Теплова потужність системи опалення приміщення.....	20
3.2. Трансмісійні тепловтрати приміщення.....	22
3.3. Втрати тепла на нагрів інфільтраційного повітря.....	23
3.4. Надбавка теплової потужності.....	26
3.5. Теплова потужність за спрощеною методикою.....	29
3.6. Визначення теплової потужності.....	30
3.7. Гідравлічний розрахунок.....	39
3.8. Підбір опалювальних приладів.....	39
Розділ 4. Вентиляція житлового будинку.....	41
4.1. Природня вентиляція.....	42
4.2. Холодопостачання.....	43
Розділ 5. Технології та організація монтажу інженерних систем.....	47
5.1. Технології монтажу систем опалення.....	48
5.1.1. Підготовка до монтажу системи «тепла підлога».....	48
5.1.2. Вимоги до виконання монтажу системи «тепла підлога».....	50

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		1

5.1.3. Монтажене креслення підключення до стояка розподільчого колектора системи «тепла підлога».....	55
5.2. Організація монтажу системи опалення.....	57
5.2.1. Календарне планування виконання робіт.....	57
5.2.2. Організація монтажних робіт послідовним та потоковим методом...	59
5.2.3. Організація будівельної готовності об'єкту до початку монтажних робіт.....	61
Розділ 6. Охорона праці та навколишнього середовища.....	62
6.1. Охорона праці.....	63
6.1.1. Основні положення.....	66
6.1.2. Управління охороною праці.....	67
6.1.3. Організація будівельних майданчиків.....	68
6.2. Промислова безпека.....	68
6.2.1. Вимоги до засобів виробництва.....	68
6.2.2. Пожежна безпека.....	69
6.3. Охорона навколишнього середовища.....	69
6.3.1. Загальні положення.....	69
6.3.2. Управління відходами.....	69
6.3.3. Контроль за викидами.....	70
6.4. Навчання та інструктаж.....	70
6.4.1. Види навчання.....	70
6.4.2. Проведення інструктажів.....	70
6.5. Документація та звітність.....	71
6.5.1. Види документації.....	71
6.5.2. Вимоги до ведення документації.....	72
6.6. Впровадження новітніх технологій.....	72
6.6.1. Використання сучасних технологій.....	72

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		2

6.6.2. Інноваційні підходи.....	72
Розділ 7. Техніко-економічне обґрунтування.....	74
7.1. Вихідні дані.....	75
7.2. Кліматологічні дані.....	75
7.3. Температурний графік.....	76
7.4. Відносне навантаження системи опалення.....	78
7.5. Порівняльний аналіз різних систем опалення.....	79
Список літератури.....	87

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		3

Вступ

В сучасному світі, де ефективне використання енергії та збереження ресурсів стають все більш важливими завданнями, системи опалення відіграють ключову роль у забезпеченні комфортних умов проживання та роботи. Однак, зі зростанням вимог до економічності та енергоефективності, традиційні методи опалення нерідко виявляються недостатньо ефективними.

У зв'язку з цим, з'являється потреба у нових, більш передових та інтелектуальних системах опалення, здатних забезпечити оптимальний рівень тепла в будинках, офісах та інших приміщеннях з мінімальними витратами енергії.

Одним із найперспективніших напрямків в цьому відношенні є комплексні системи опалення. Комплексна система опалення - це інтегрований підхід до забезпечення тепла, який використовує різні джерела енергії та технології з метою оптимізації ефективності та зниження витрат. Ця система базується на поєднанні різних теплогенеруючих пристроїв, таких як котли, теплові насоси, сонячні колектори, та інші, для створення оптимального середовища опалення. Однією з основних переваг комплексних систем опалення є їх гнучкість та адаптивність до різних умов. Вони дозволяють автоматично переключатися між джерелами енергії в залежності від зовнішніх умов, цін на енергоресурси та інших факторів, що впливають на опалювальний процес. Це дозволяє забезпечити ефективне використання різних джерел енергії та знизити залежність від одного конкретного джерела.

«Ефективне використання геліосистем теплопостачання в Україні обмежено рядом факторів: кліматична неоднорідність території; відсутність сучасних науково-інженерних напрацювань; технологічна відсталість провідних галузей промисловості; багаторічна недолугість державної енергетичної політики. Для

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		4

підвищення доцільності використання сонячної енергії для систем теплопостачання необхідним є збільшити частку теплового навантаження споживача, що заміщується нетрадиційними безкоштовними джерелами енергії. Одним з шляхів для збільшення частки заміщення—є поєднання потенціалів сонячної та вітрової енергії для систем теплопостачання»[1].

Крім того, комплексні системи опалення можуть значно зменшити викиди CO₂ та інших шкідливих речовин в атмосферу, що робить їх екологічно стійкими та сприяє збереженню природних ресурсів. Враховуючи зростання середньої температури на планеті та загрози зміни клімату, це стає особливо актуальним і важливим аспектом сучасних опалювальних систем. Застосування комплексних систем опалення може бути корисним як для приватних власників житла, так і для великих комерційних та індустріальних об'єктів. Вони дозволяють ефективно

використовувати різні джерела енергії в залежності від потреб і можливостей кожного конкретного випадку. Однак, впровадження комбінаційних систем опалення також потребує деяких витрат і технічних знань. Інтеграція різних технологій та компонентів в єдину систему вимагає уважного планування, проектування та налагодження. Крім того, необхідно враховувати індивідуальні особливості кожного об'єкта та його потреби у теплі.

Отже, комплексні системи опалення відкривають нові можливості для ефективного використання енергії та забезпечення комфортних умов проживання та роботи. Їхнє впровадження може сприяти зниженню витрат на енергію, зменшенню викидів шкідливих речовин та створенню більш стійких до зміни клімату умов. Однак успішна реалізація таких систем вимагає уважного підходу та комплексного аналізу всіх аспектів їхнього функціонування.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		5

РОЗДІЛ 1

ВИХІДНІ ДАНІ

Студент

Михайлишин В.А.

Керівник

Погосов О.Г.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		6

1.1 Об'єкт проектування

Комплексна система опалення для житлового будинку котеджного типу в с.

Троєщина розроблено на підставі:

- завдання на проектування;
- архітектурно-будівельних креслень;
- дійсних будівельних норм та правил.

Топкова передбачається як основне джерело теплопостачання.

Топкова призначена для теплопостачання систем опалення, та ГВП житлового будинку.

2.1. Кліматологічні дані

Будівельно-кліматична зона – I

Середня температура за рік – 8 °С

Температура найхолоднішої доби – -26 °С

Температура найхолоднішої п'ятиденки – -22 °С

Середня температура опалювального періоду – -1,1 °С

Тривалість опалювального періоду – 176 діб

Кількість градусо-діб опалювального періоду – 3538 гр.-діб

Розрахункова швидкість вітру:

- в теплий період року: 1,0 м/с;
- в холодний період року: 4,2 м/с.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		7

РОЗДІЛ 2

ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Студент

Михайлишин В.А.

Керівник

Погосов О.Г.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		8

Покращення теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій передбачає збільшення їхнього опору до теплопередачі відповідно до чинних норм. Це здійснюється утепленням стін за допомогою теплоізоляційних матеріалів, які необхідно оберігати від зовнішніх факторів за допомогою захисно-декоративного покриття, здатного зберегти або навіть покращити зовнішній вигляд будівлі або приміщення.

На практиці використовуються два основні способи додаткового утеплення стін: із зовнішньої або внутрішньої сторони. Іноді застосовуються конструктивно-технологічні рішення, при яких утеплювач розміщується одночасно з обох сторін стіни – як зовнішньої, так і внутрішньої.

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель і споруд, а також для внутрішніх міжквартирних перегородок, що розділяють приміщення з різницею температур повітря 3°C і більше, слід обов'язково виконувати відповідні вимоги [2]:

$$R\Sigma_{\text{пр}} \geq Rq_{\text{min}} \quad (2.1)$$

$$\Delta t_{\text{пр}} \leq \Delta t_{\text{сг}} \quad (2.2)$$

$$t_{\text{вmin}} > t_{\text{min}} \quad (2.3)$$

де: $R\Sigma_{\text{пр}}$ - приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій дорівнює опору теплопередачі), $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; Rq_{min} - мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Значення для житлових та громадських будинків залежно від кліматичної зони; $\Delta t_{\text{пр}}$ - температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °C; $\Delta t_{\text{сг}}$ - допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °C;

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		9

$t_{\text{вмін}}$ - мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, °С; $t_{\text{мін}}$ - мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, °С.

Вологісний режим приміщень у холодну пору року визначається на основі інформації про відносну вологість і температуру внутрішнього повітря, представлених у таблиці 2 [3]. Якщо температура в приміщенні менше 12°С, а відносна вологість становить від 60% до 75%, то режим експлуатації вважається нормальним. Огороджувальні конструкції повинні відповідати умовам експлуатації, які залежать від вологісного режиму приміщень та зони вологості.

Відповідно до вимог [2], опір теплопередачі огорожувальних конструкцій $R_{\text{заг}}$ повинен бути не менше нормативного значення $R_{q\text{мін}}$.

Згідно з [3], необхідний опір теплопередачі внутрішніх конструкцій між приміщеннями з нормованою температурою повітря визначається при різниці розрахункових температур повітря в цих приміщеннях більше 4°С.

Житлова будівля має цокольний поверх. Отже частина стін, та підлога що контактує з ґрунтом, тому потрібно провести розрахунок теплопередачі до ґрунту.

Проводимо подальші розрахунки відповідно до [4]:

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		10

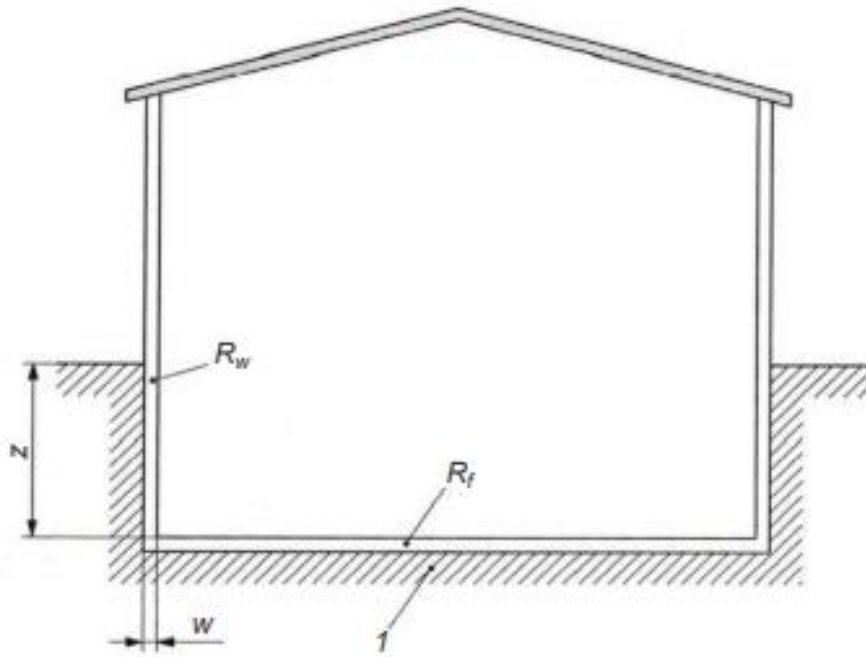


Рис 2.1. Приклад цокольного поверху:

1–Грунт; R_f – тепловий опір підлоги; R_w – тепловий опір стін, що контактують із ґрунтом; w – товщина зовнішніх стін підвалу; z – висота стін, що контактують із ґрунтом.

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі підлоги до ґрунту у цокольному поверсі за формулами:

При $dt < B'$:

$$Ubf = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t + 0,5z} \ln\left(\frac{\pi B'}{d_t + 0,5z} + 1\right) \quad (2.4)$$

При $dt \geq B'$:

$$Ubf = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t + 0,5z} \quad (2.5)$$

де z – висота контактуючих стін із ґрунтом, м;

B' – розмір підлоги, розраховують за формулою:

$$B' = \frac{A}{0,5 * P} \quad (2.6)$$

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		11

dt- еквівалентна товщина підлоги, яку розраховуємо за формулою:

$$dt = w + l (R_{si} + R_f + R_{se}) \quad (2.7)$$

де, A — площа підлоги, м²; P — зовнішній периметр підлоги, м; w — загальна товщина зовнішньої стіни, включаючи всі шари, м; R_f — термічний опір підлоги, включаючи всі шари, м² · К/Вт; λ — теплопровідність ґрунту, приймають згідно з таблицею 2.1, Вт/(м·К); R_{si} — тепловий опір внутрішнього середовища, приймають згідно з таблицею 2.2, м² · К/Вт; R_{se} — тепловий опір зовнішнього середовища, приймають згідно з таблицею 2.2, м² · К/Вт.

Теплопровідність ґрунту

Таблиця 2.1

Категорія	Опис	λ, Вт/(м·К)	Теплоємність одиниці об'єму, ρс, Дж/(м ³ ·К)
1	Глина або мул	1,5	3,0·10 ⁶
2	Пісок або гравій	2,0	2,0·10 ⁶
3	Скельний або напівскельний	3,5	2,0·10 ⁶

Примітка. У разі, якщо тип ґрунту невідомий або невизначений, обирають категорію 2.

Тепловий опір навколишнього середовища

Таблиця 2.2

Тип середовища й огорожувальної конструкції	Тепловий опір
Внутрішнє, для вертикальних огорожувальних конструкцій	R _{si} = 0,115 м ² ·К/Вт
Внутрішнє, для горизонтальних огорожувальних конструкцій (тепловий потік зверху вниз)	R _{si} = 0,17 м ² ·К/Вт
Внутрішнє, для горизонтальних огорожувальних конструкцій (тепловий потік знизу вверх)	R _{si} = 0,10 м ² ·К/Вт
Усі зовнішні середовища	R _{se} = 0,043 м ² ·К/Вт

Щоб розрахувати коефіцієнт теплопередачі стін котрі контактують з ґрунтом, розраховуємо за формулою:

$$U_{bw} = \frac{2\lambda}{\pi z} \left(1 + \frac{0,5d_t}{d_t + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right), \quad (2.8)$$

де dt - еквівалентна товщина підлоги, м; λ — теплопровідність ґрунту, Вт/(м·К); z – висота стін котрі контактують з ґрунтом, м, dw — еквівалентна сумарна товщина стін, що контактують із ґрунтом.

Еквівалентна сумарну товщину стін, розраховуємо за формулою:

$$dw = \lambda \cdot (R_{si} + R_w + R_{se}) \quad (2.9)$$

де R_w — сумарний термічний опір стін, що контактують із ґрунтом, включаючи всі шари, визначають згідно з чинним нормативним документом, м² ·К/Вт; λ — теплопровідність ґрунту, Вт/(м·К); R_{si} — тепловий опір внутрішнього середовища, приймають згідно з таблицею 2.2, м² ·К/Вт; R_{se} — тепловий опір зовнішнього середовища, приймають згідно з таблицею 2.2, м² ·К/Вт.

Але потрібно звернути увагу, що формула (2.8) містить обидва значення dw та dt та є дійсною для випадку $dw \geq dt$. Якщо $dw < dt$, тоді dt у формулі (2.8) замінюють на dw .

Розрахунок приведенного опору теплопередачі підлоги проводимо за формулою:

$$R_{\Sigma пр, g} = A / (A \cdot U_{bf} + 0,5P \cdot \Psi_g) \quad (2.10)$$

де A — площа підлоги, м²; U_{bf} - коефіцієнт теплопередачі підлоги до ґрунту Вт/(м² ·К); P — зовнішній периметр підлоги, м; Ψ_g — лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла сполучення стін, що контактують із ґрунтом, та підлогою на ґрунті, Вт/(м·К);

Також проводимо розрахунок приведенного опору теплопередачі стін, що контактують з ґрунтом за формулою:

$$R_{\Sigma пр, w, g} = z / (z \cdot U_{bw} + 0,5\Psi_g) \quad (2.11)$$

де z – висота стін котрі контактують з ґрунтом, м; U_{bw} - коефіцієнт теплопередачі стін котрі контактують з ґрунтом Вт/(м² ·К); Ψ_g — лінійний

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		13

коефіцієнт теплопередачі вузла сполучення стін, що контактують із ґрунтом, та підлогою на ґрунті, Вт/(м·К).

$$\lambda := 0.1 \frac{W}{m \cdot K}, 0.3 \frac{W}{m \cdot K} \dots 3.5 \frac{W}{m \cdot K} =$$

$$P := 400 \text{ m} \quad w := 0.5 \text{ m}$$

$$A := 120 \text{ m}^2$$

$$d_t := w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se})$$

$$z := 0.2 \text{ m}, 0.4 \text{ m} \dots 3.6 \text{ m} =$$

$$B' := \frac{A}{0.5 \cdot P}$$

$$U_{bf} := \frac{\lambda}{0.457 B' + d_t + 0.5 z}$$

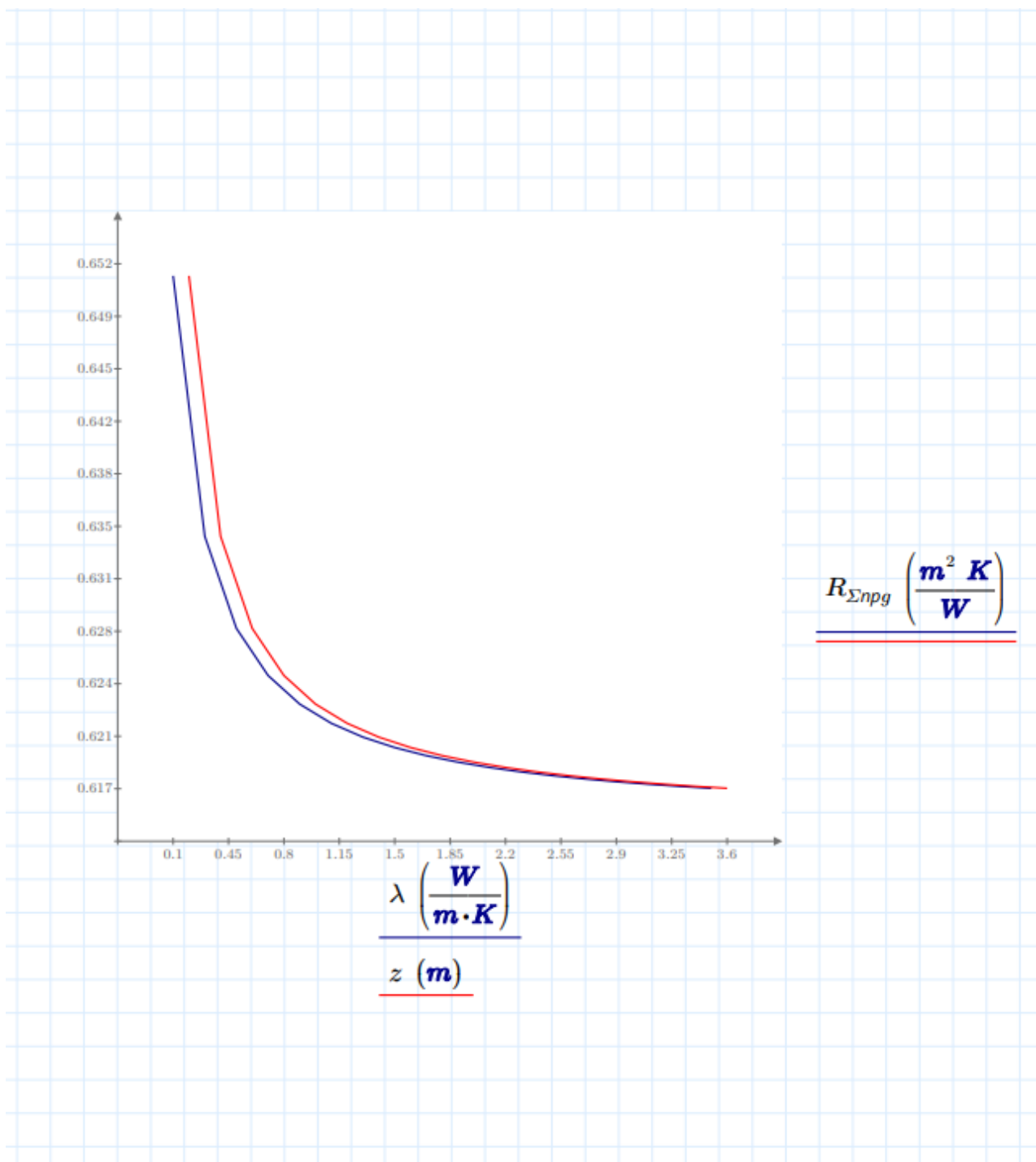
$$R_{\Sigma nppg} := \frac{A}{A \cdot U_{bf} + 0.5 P \cdot \Psi_g}$$

$$R_f := 5.6 \frac{m^2 K}{W}$$

$$R_{si} := 0.115 \frac{m^2 K}{W}$$

$$R_{se} := 0.043 \frac{m^2 K}{W}$$

$$\Psi_g := 0.88 \frac{W}{m \cdot K}$$



Графік 2.1. Графік залежності приведенного опору стіни від висоти стіни що контактує з ґрунтом, та від теплопровідності ґрунту.

Опір теплопередачі термічно однорідної конструкції визначається за формулою[5]:

$$R_e = \frac{1}{h_i} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_e} = \frac{1}{h_i} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_e}, \quad (2.12)$$

де h_i, h_e — коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К); R_i — тепловий опір і-го шару конструкції, м² · К/Вт; d_i — товщина і-го шару конструкції, м; λ_i — теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м · К).

Потрібна товщина утеплювача визначається за формулою:

$$\delta_{ут, min} = \lambda_{ут} \cdot \left(R_{qmin} - \frac{1}{\alpha_{вн}} - \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} - \frac{1}{\alpha_{з}} \right) \quad (2.13)$$

«Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій є однією з базових вимог при новому будівництві, реконструкції та капітальному ремонті будівель широкого спектру призначення. Приведений опір теплопередачі залежить від термічного опору однорідної частини огорожувальної конструкції та теплопровідних включень. Фактично приведенний опір теплопередачі визначає товщину ізоляційного шару і як наслідок формує інвестиційну складову теплоізоляційної оболонки будівлі»[6].

За умовою $R_{\Sigma пр} \geq R_{qmin}$, приведенний опір теплопередачі огорожувальної конструкції знаходять за формулою:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \sum_m (l_m \cdot \Psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)}, \quad (2.14)$$

де A_{Σ} — загальна площа огорожувальної конструкції, обчислена за внутрішнім виміром із додаванням площ внутрішніх укосів прорізів та відніманням площ прорізів, м²; Ψ_m — лінійний коефіцієнт теплопередачі m-го

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		16

лінійного теплопровідного включення $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; l_m — лінійний розмір (проекція) m -го лінійного теплопровідного включення, м; χ_j — точковий коефіцієнт теплопередачі j -го точкового теплопровідного включення, $\text{Вт}/\text{К}$; N_j — загальна кількість j -их точкових теплопровідних включень, шт.

- Зовнішні стіни

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції визначається відповідно до діючих нормативів: $R_{q\min} = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Зовнішні стіни складається з чотирьох шарів:

1. Розчин цементно-піщаний $\delta = 0,015 \text{ м}$;
2. кладка з керамічної звичайної на цементно-піщаному розчині цегли $\delta = 0,4 \text{ м}$;
3. Мінеральні вати на основі базальтового волокна $\lambda = 0,05 \text{ Вт}/\text{м}^\circ\text{С}$, $\delta = 0,27 \text{ м}$;
4. Розчин вапняно-піщаний $\delta = 0,01 \text{ м}$.

- Горищне перекриття

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції визначається відповідно до діючих нормативів: $R_{q\min} = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Горищне перекриття складається:

1. Залізобетон $\delta = 0,13 \text{ м}$;
2. Мінеральні вати на основі базальтового волокна $\lambda = 0,048 \text{ Вт}/\text{м}^\circ\text{С}$, $\delta_{\text{ут}} = 0,27 \text{ м}$;
3. Розчин цементно-піщаний $\delta = 0,03 \text{ м}$

- Підлога підвалу

Підлога підвалу складається:

1. Дуб поперечн. волокн. - $\delta = 0,012 \text{ м}$;
2. Розчин цементно-піщаний $\delta = 0,08 \text{ м}$;

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		17

3. Жорсткий пінополіуретан $\lambda = 0,06 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ - $\delta_{\text{ут}} = 0,28 \text{ м}$;

4. Залізобетон $\delta = 0,14 \text{ м}$.

- Вікна та балконні двері

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції визначається відповідно до діючих нормативів: $R_{q\text{min}} = 0,9 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$.

Вікна з двокамерними склопакетами.

- Зовнішні двері

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції визначається відповідно до діючих нормативів: $R_{q\text{min}} = 0,7 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$.

Двері одинарна металеві.

- Внутрішні стіни

Внутрішні стіни складаються з кладки керамічної цегли $\lambda = 0,52 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ - 1ц.

Результати розрахунків та підбору огорожувальних констркцій Таблиця 2.3

Найменування огорожувальної конструкції			Коефіцієнт теплопередачі $k, \text{ Вт/м}^2\cdot^\circ\text{С}$	Опис конструкцій	$\delta_{\text{заг}}$
	$R_{\text{мін}}$	$R_{\text{заг}}$			
<u>Зовнішня стіна</u>	4,00	4,33	0,231	Розчин цементно-піщаний $\delta = 0,015 \text{ м}$ + кладка з керамічної звичайної на цементно-піщаному розчині цегли $\delta = 0,4 \text{ м}$ + Мінеральні вати на основі базальтового волокна $\lambda = 0,05 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$, $\delta = 0,27 \text{ м}$ + Розчин вапняно-піщаний $\delta = 0,01 \text{ м}$	0,695
<u>Стіна що контактує з ґрунтом</u>	-	2,42	0,414	Розчин цементно-піщаний $\delta = 0,015 \text{ м}$ + кладка з керамічної звичайної на цементно-піщаному розчині цегли $\delta = 0,4 \text{ м}$ + Мінеральні вати на основі базальтового волокна $\lambda = 0,05 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$, $\delta = 0,27 \text{ м}$ + Розчин вапняно-піщаний $\delta = 0,01 \text{ м}$	0,695
<u>Горишне перекриття</u>	6,00	6,00	0,167	Залізобетон $\delta = 0,13 \text{ м}$ + Мінеральні вати на основі базальтового волокна $\lambda = 0,048 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ - $\delta_{\text{т}} = 0,27 \text{ м}$ + Розчин цементно-піщаний $\delta = 0,03 \text{ м}$	0,430
<u>Підлога підвалу</u>	-	0,30	3,284	Дуб поперечн. волокн. - $\delta = 0,012 \text{ м}$ + Розчин цементно-піщаний $\delta = 0,08 \text{ м}$ + Жорсткий пінополіуретан $\lambda = 0,06 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ - $\delta_{\text{ут}} = 0,28 \text{ м}$ + Залізобетон $\delta = 0,14 \text{ м}$	0,512
<u>Вікна та балконні двері</u>	0,90	0,72	1,389	Вікна з двокамерними склопакетами 4М1-16-4М1-16-4i	-
<u>Зовнішні двері</u>	0,70	0,78	1,282	Одинарні металеві двері	0,040
<u>Внутрішні стіни</u>	-	0,71	1,408	Кладка з керамічної цегли $\lambda = 0,52 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ - 1ц.	0,295

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		18

РОЗДІЛ 3
ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Студент

Михайлишин В.А.

Керівник

Погосов О.Г.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		19

3.1. Теплова потужність системи опалення приміщення

Під час розрахунку проектних теплових навантажень системи опалення для окремого приміщення та будівлі в цілому, згідно з нормативними вимогами [7], слід враховувати всі фактори, що можуть виникати через архітектурно-планувальні рішення приміщень і будівель:

1. Тепловтрати через теплопередачу зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних приміщень, що мають контакт із зовнішнім повітрям.;
2. Тепловтрати в опалюваних приміщеннях через конструкцію підлоги до ґрунту;
3. Тепловтрати в опалювальних приміщеннях до приміщень з нижчою розрахунковою температурою;
4. Втрати тепла на вентиляцію для опалювальних приміщень будівлі через нагрівання інфільтраційного повітря, включаючи всі втрати, крім тепла, що передається повітрям всередині будівлі;
5. Компенсаційну теплову потужність в опалювальних приміщеннях будівлі при періодичному режимі роботи системи опалення.

Етапи розрахунку теплової потужності системи опалення приміщень:

1. Визначення розрахункових значень температури зовнішнього повітря θ_{me} та середньої річної температури зовнішнього повітря θ_{me} ;
2. Визначення типу приміщення та встановлення значень внутрішньої температури для кожного опалюваного приміщення $\theta_{int,i}$;
3. Визначення просторових і теплових характеристик ψ_l для всіх будівельних матеріалів, які використовуються в опалюваних та неопалюваних приміщеннях;
4. Обчислити характеристику теплових втрат через передачу тепла HT_i та помножити на різницю між внутрішньою та зовнішньою температурами

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		20

($\theta_{int,i} - \theta_e$), щоб отримати значення трансмісійних тепловтрат для даного опалюваного приміщення $\Phi T, i$;

5. Обчислити характеристику вентиляційних теплових втрат NV, i та помножити на різницю між внутрішньою та зовнішньою температурою ($\theta_{int,i} - \theta_e$), щоб визначити величину теплових втрат через вентиляцію для даного опалюваного приміщення $\Phi V, i$;
6. Визначити загальні тепловтрати опалюваного приміщення Φi , додаючи трансмісійні $\Phi T, i$ та вентиляційні тепловтрати $\Phi V, i$;
7. Проаналізувати та визначити інші можливі джерела тепла (або тепловтрати) в опалюваному приміщенні $\Phi Q, i$, наприклад, наявність додаткових джерел енергії для збалансування опалення або теплонадходження від людей, освітлення тощо;
8. Обчислити загальне теплове навантаження опалення приміщення $\Phi HL, i$ як суму загальних тепловтрат приміщення Φi і значень інших можливих теплонадходжень (тепловтрат) $\Phi Q, i$.

Послідовність розрахунку теплової потужності системи опалення будівлі:

1. Підрахувати загальні трансмісійні втрати будівлі, обчисливши суму теплових втрат у всіх опалюваних приміщеннях, не враховуючи теплові надходження всередині будівлі;
2. Розрахувати загальні втрати через вентиляцію будівлі, підсумовавши втрати від вентиляції у всіх опалюваних приміщеннях, не враховуючи теплові надходження всередині будівлі;
3. Знайти загальні теплові втрати будівлі або будівельного комплексу шляхом додавання загальних трансмісійних та вентиляційних теплових втрат;
4. Виявити додаткові потенційні джерела теплових надходжень або (тепловтрат) у всіх опалюваних приміщеннях для обчислення загальної кількості теплових надходжень, необхідних для збалансування теплового режиму будівлі або будівельного комплексу;

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		21

5. Визначити загальне теплове навантаження будівлі або будівельного комплексу шляхом сумування загальних теплових втрат і додаткових теплонадходжень (або тепловтрат).

Розрахункові втрати теплоти, які покриваються системою опалення Q_{op} Вт, визначаються шляхом урахування теплового балансу приміщення. Це включає суму втрат теплоти через огорожуючі конструкції $\Phi_{T,i}$, витрат теплоти на підігрів вентиляційного повітря $\Phi_{V,i}$, які зменшуються на величину сумарних тепловиділень $\Phi_{RH,i}$. До тепловиділень відносяться тепловиділення від електропобутових і освітлювальних приладів, приладів для приготування їжі, гарячого водопостачання і від людей, які перебувають у квартирі [8]:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad (3.1)$$

де $\Phi_{T,i}$ – трансмісійні тепловтрати через огорожувальні конструкції приміщення, Вт;

$\Phi_{V,i}$ – вентиляційні тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря, що надходить до приміщення, Вт;

$\Phi_{RH,i}$ – додаткова компенсаційна теплова потужність для системи періодичного опалення, яка враховує ефект тимчасовості обігріву приміщення, Вт.

3.2. Трансмісійні тепловтрати приміщення

Тепло втрати приміщення через теплопередачу будівельних огорожень, що враховують основні можливі варіанти влаштування приміщення, розраховуємо за формулою [9]:

$$\Phi_{T,i} = (N_{T,ie} + N_{T,iue} + N_{T,ig} + N_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (3.2)$$

де $N_{T,ie}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення назовні, Вт/°С;

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		22

$H_{T,ie}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалюваного приміщення через неопалюване приміщення назовні, Вт/°С;

$H_{T,ig}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції до ґрунту, Вт/°С;

$H_{T,ij}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалюваного приміщення через огорожувальну конструкцію до суміжного опалюваного приміщення із іншою розрахунковою температурою, Вт/°С.

При теплопередачі з опалювального приміщення назовні через будівельні огороження значення тепловтрат приміщення розраховуємо за формулою [9]:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l \cdot e_l \quad (3.3)$$

де A_k – площа теплопередачі k -ї будівельної конструкції огорожень приміщення, м² ;

U_k – коефіцієнт передачі теплоти від внутрішнього повітря через k -ту будівельну конструкцію огороження приміщення до зовнішнього середовища, Вт/м²·°С;

ψ_l – лінійний коефіцієнт теплопередачі l -го елемента лінійного теплового мосту в конструкції будівельного огороження, Вт/м·°С; l – довжина лінійного теплового мосту в конструкції будівельного огороження, м; e_k , e_l – поправочні коефіцієнти, на додаткові тепловтрати, що враховують випромінюючі властивості поверхні огороження, з урахуванням впливу мікрокліматичних умов, типу ізоляційних матеріалів, їх вологості, швидкості вітру і температури зовнішнього повітря.

3.3. Втрати тепла на нагрів інфільтраційного повітря

Обчислюються витрати тепла на нагрів вентиляційного повітря, котре інфільтрується в будинок в межах мінімального повітрообміну відповідно до санітарно-гігієнічних вимог. Розраховують по формулі відповідно до [9]:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (3.4)$$

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		23

де $H_{V,i}$ – коефіцієнт вентиляційних тепловтрат приміщення, Вт/°С;

θ_e – зовнішня температура повітря, °С;

$\theta_{int,i}$ – внутрішня температура повітря, °С;

Коефіцієнт вентиляційних тепловтрат приміщення знаходимо наступним чином [9]:

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i \quad (3.5)$$

де V_i – витрата повітря, що надходить за годину до опалювального приміщення, м³/год, яка визначається залежно від організації повітрообміну в приміщенні.

Якщо подача припливного повітря відсутня, за рахунок інфільтрації у приміщення потрапляє свіже повітря.

У формулі (3.5) за [9] для V_i приймають між інфільтраційним та санітарно-гігієнічними повітрообмінами більше значення:

$$V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i}) \quad (3.6)$$

Витрата інфільтраційного повітря визначається за формулою:

$$V_{inf,i} = 2 \cdot v_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad (3.7)$$

де v_i – внутрішній об'єм опалювального приміщення, м³;

n_{50} – коефіцієнт кратності повітрообміну приміщення при різниці тисків 50 Па на зовнішній та внутрішній поверхнях зовнішніх огорожень, 1/год (табл. 3.1);

e_i – коефіцієнт екранування зовнішніх огорожень (табл 3.2);

ε_i – поправочний коефіцієнт що враховує збільшення швидкості вітру з висотою розсташування опалювального простору над рівнем землі (табл 3.3).

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		24

Конструкція	n_{50} , год ⁻¹		
	Ступінь щільності оболонки будівлі (якість ущільнення вікон)		
	високий (висока якість ущіль- нення вікон і дверей)	середній (вікна з подвійним склін- ням, ущільнення стандартне)	низький (вікна з одинарним склін- ням, без ущіль- нення)
Будинки індивідуальні	< 4	4 – 10	> 10
Інші будинки або квартири	< 2	2 – 5	> 5

Ступінь екранування	Кількість відкритих отворів в опалю- ваному просторі (вікон та дверей)		
	0	1	> 1
Відсутність екранування (будинки на відкритій місцевості, високі будинки в центрі міста)	0	0,03	0,05
Середнє екранування (будинки в сільській місцевості та у передмісті з деревами або іншими будинками навколо них)	0	0,02	0,03
Добре екранування (будинки середньої висоти в центрі міста, будинки в лісі)	0	0,01	0,02

Поправочний коефіцієнт, що враховує висотурозсташування опалювального простору

Висота розташування опалюваного простору над рівнем землі (висота середини приміщення над рівнем ґрунту)	ϵ
0 – 10 м	1,0
>10 – 30 м	1,2
>30 м	1,5

3.4. Надбавка теплової потужності

У разі можливого відключення світла та зниження температури в приміщенні, для швидкого досягнення необхідної внутрішньої температури повітря може знадобитися додаткова тепла потужність.

Додаткова тепла потужність залежатиме від:

- Теплоємності будівельних матеріалів;
- Рівня зниження температури в приміщенні під час відключення опалення;
- Характеристики системи управління.

Якщо система управління може уникнути відключення опалення у найхолодніші дні або під час періоду, коли відключене опалення, вентиляційні тепловтрати можуть бути зменшені, тоді не буде потреби в додатковій тепловій потужності.

Обчислити надбавку теплової потужності можна за таким виразом [9]:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad (3.8)$$

де: f_{RH} – питома додаткова компенсаційна тепла потужність для системи періодичного опалення, Вт/м²;

A_i – внутрішня площа пілоги, м².

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		26

Період зниження температури повітря (не-використання приміщення), год	Тривалість зниження температури, год	Тривалість розігріву, год	Кратність повітрообміну під час зниження температури повітря приміщення, год ⁻¹			
			0,1		0,5	
			Ефективна здатність до акумуляції теплової енергії приміщенням			
			мала	середня або велика	мала	середня або велика
питома надбавка f_{RH} , Вт/м ²						
8 год (наприклад, нічне зниження у квартирі)	7,5	0,5	63	16	74	26
	7	1	34	10	43	16
	6	2	14	3	21	8
	5	3	5	0	10	2
	4	4	0	0	3	0
	2	6	0	0	0	0
14 год (наприклад, нічне зниження в офісі тощо)	13,5	0,5	88	38	91	56
	13	1	50	29	50	43
	12	2	28	18	28	29
	11	3	17	12	18	21
	10	4	11	7	12	15
	8	6	3	1	5	5
	2	12	0	0	0	0
62 год (наприклад, зниження у вихідні)	61,5	0,5	92	≥100	92	≥100
	61	1	55	100	55	≥100
	60	2	32	86	32	≥100
	59	3	23	73	22	94
	58	4	17	64	17	84
	56	6	10	52	10	70
	50	12	2	31	2	45
168 год (наприклад, зниження впродовж тижневої відпустки)	167,5	0,5		92		≥100
	167	1		55		≥100
	166	2		32		≥100
	165	3		23		≥100
	164	4		17		95

У розрахунках тепловтрат відповідно до [8] для розрахункових зовнішніх огорожень, використовують зовнішні розміри огорожень, тобто ті що вимірювані по зовнішній частині конструкції.

Між верхніми рівнями підлога знаходиться висота стін.

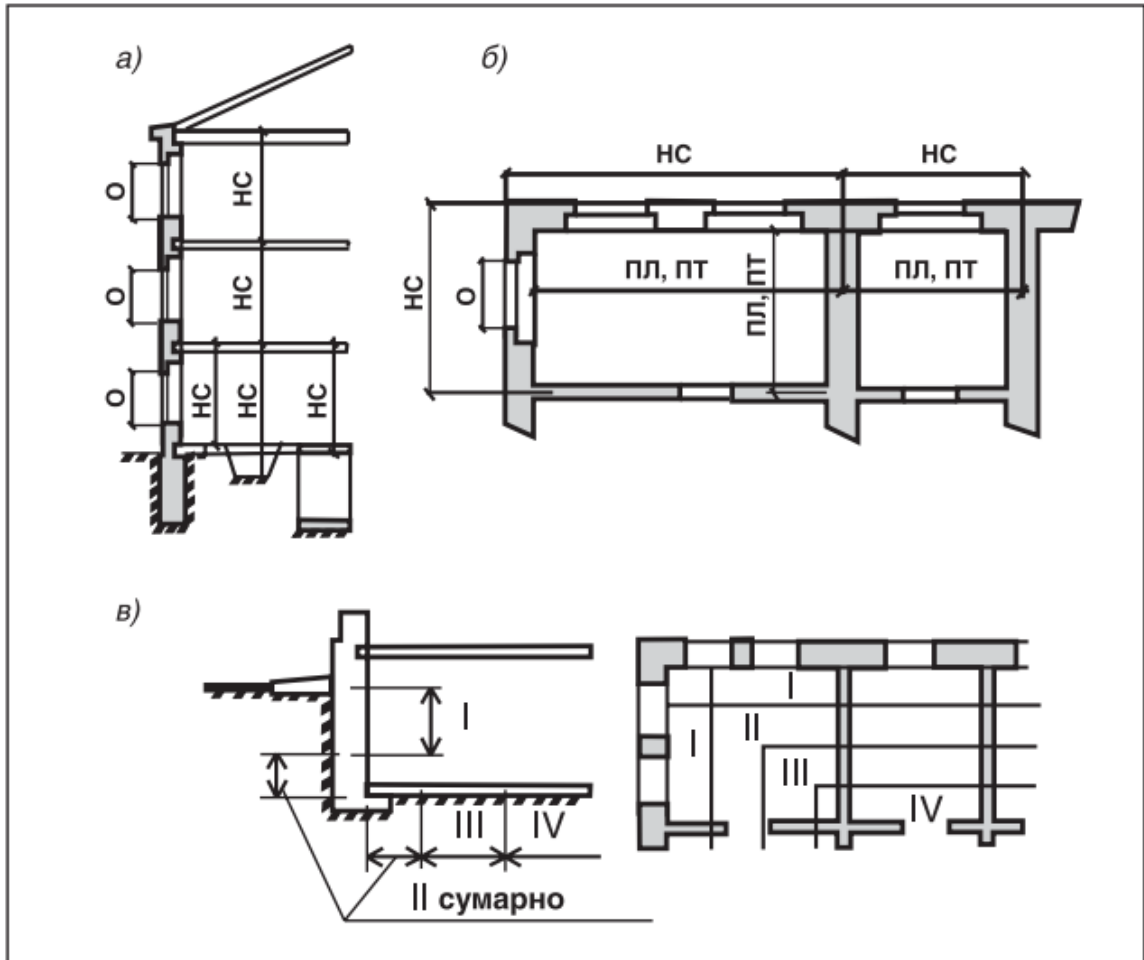


Рис.3.1. Визначення розмірів огорожуючих кнструкцій:

НС – зовнішня стіна; ПТ – стеля; О – вікно; ПЛ – підлога.

Зм.	Кільк.	Аркуш	№док.	Підпис	Дата

3.5.Теплова потужність за спрощеною методикою.

Розрахунок тепловтрат у приміщенні визначається за формулою [9]:

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i} \quad (3.9)$$

де $f_{\Delta\theta,i}$ – поправочний температурний коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати в опалювальному приміщенні при розрахунковій температурі в ньому більше ніж в сусідніх приміщеннях(табл. 3.5).

Поправочний температурний коефіцієнт $f_{\Delta\theta,i}$

Таблиця 3.5

Розрахункова температура опалювального приміщення	$f_{\Delta\theta,i}$
на рівні температури сусідніх приміщень	1,0
вища більше ніж 3°C (п.6.3.4 [1])	1,6

Розрахунок трансмісійних тепловтрат виконуємо за формулою:

$$\Phi_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (3.10)$$

Вентиляційні тепловтрати розраховуються:

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \cdot V_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (3.11)$$

де $V_{min,i}$ – мінімальна подача повітря до опалювального приміщення за гігієнічними вимогами, м³ /год.

При відсутності нормативних вимог, мінімальну подачу повітря визначають:

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot v_i \quad (3.12)$$

де n_{min} – мінімальна кратність повітрообміну за санітарно-гігієнічними вимогами (табл. 3.6)

Таблиця 3.6

Мінімальна кратність повітрообміну за санітарно-гігієнічними вимогами

Тип приміщення	n_{min} 1/год
Житлова кімната (за замовчуванням)	0,5
Кухня або ванна, кімната з вікном	1,5
Кабінет	1,0
Коференц. зала, класна кімната	2,0

Теплову потужність системи опалення будівлі знаходимо за формулою:

$$\Phi_{HL} = \Sigma\Phi_{T,i} + \Sigma\Phi_{V,i} + \Sigma\Phi_{RH,i} + \Sigma\Phi_{Q,i} \quad (3.13)$$

3.6.Визначення теплової потужності

Таблиця 3.7

Таблиця додаткових тепловтрат β_v через зовнішні огороження
за напрямками та повторюваністю вітру в с. Троєщина

	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність вітру, %	11,2	4,6	5,8	11,9	14,1	14,0	23,5	14,9
Швидкість вітру V , м/с	3,2	2,0	1,7	2,0	2,7	3,0	3,0	2,9
Коефіцієнт β_v	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05

Примітка: Таблиця складена на підставі ДСТУ -Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія"

Таблиця 3.8

Таблиця визначення додаткових тепловтрат $\Sigma\beta$ через огороження.

	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
1 поверх	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15
2 поверх	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№док.	Підпис	Дата		30

Тепловтрати цокольного поверху

Таблиця 3.9

№ Приміщення/Найменування	Площа приміщення, A_i , m^2	Температура, $\Theta_{int,i}$, $^{\circ}C$	Позначення	Орієнтація	Довжина, а, м	Ширина (висота), b(h), м	Площа, A_k , m^2	Коефіцієнт теплопередачі, U_k , $Вт/м^2\cdot^{\circ}C$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Коридор	23,90	20	ЗС	ПнЗх	2,12	1,10	2,0	0,231
			В	ПнЗх	0,50	0,75	0,4	1,389
			ЗСГ	ПнЗх	2,12	1,90	4,0	0,414
			ПЛ		2,12	11,30	24,0	3,284
2 Кабінет	25,24	22	ЗС	ПнЗх	3,80	1,10	3,8	0,231
			В	ПнЗх	0,50	0,75	0,4	1,389
			ЗС	ПнСх	6,70	1,10	7,4	0,231
			ЗСГ	ПнЗх	3,80	1,90	7,2	0,414
			ЗСГ	ПнСх	6,70	1,90	12,7	0,414
			ПЛ		3,80	6,70	25,5	3,284
3 Пральня	16,83	20	ЗС	ПнСх	4,50	1,10	5,0	0,231
			ЗСГ	ПнСх	4,50	1,90	8,6	0,414
			ПЛ	-	4,50	3,80	17,1	3,284
7 Кімната відпочинку	41,19	22	ЗС	ПнЗх	5,60	1,10	5,4	0,231
			В	ПнЗх	0,50	0,75	0,4	1,389
			В	ПнЗх	0,50	0,75	0,4	1,389
			ЗСГ	ПнЗх	5,60	1,90	10,6	0,414
			ЗС	ПдЗх	2,70	1,10	2,6	0,231
			ЗСГ	ПдЗх	2,70	1,90	5,1	0,414
			В	ПдЗх	0,50	0,75	0,4	1,389
			ЗС	Зх	2,10	1,10	1,9	0,231
			ЗСГ	Зх	2,10	1,90	4,0	0,414
			ЗС	Пд	2,10	1,10	1,9	0,231
			ЗСГ	Пд	2,10	1,90	4,0	0,414
			В	Зх	0,50	0,75	0,4	1,389
			В	Пд	0,50	0,75	0,4	1,389
ПЛ					41,2	3,284		

Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна Випускна Робота

Аркуш

31

Продовження таблиці 3.9

8 Спа зона	22,72	22	ЗС	ПдЗх	2,30	1,10	2,2	0,231
			ЗСГ	ПдЗх	2,30	1,90	4,4	0,414
			В	ПдЗх	0,50	0,75	0,4	1,389
			В	Зх	0,50	0,75	0,4	1,389
			В	Пд	0,50	0,75	0,4	1,389
			ЗС	Зх	2,10	1,10	1,9	0,231
			ЗСГ	Зх	2,10	1,90	4,0	0,414
			ЗС	Пд	2,10	1,10	1,9	0,231
			ЗСГ	Пд	2,10	1,90	4,0	0,414
								22,7
5 Погріб	36,9	22	ЗС	ПнСх	6,30	1,10	6,9	0,231
			ЗСГ	ПнСх	6,30	1,90	12,0	0,414
			ЗС	ПдСх	5,80	1,10	6,4	0,231
			ЗСГ	ПдСх	5,80	1,90	11,0	0,414
			ПЛ				36,9	3,284
6 Топкова	11,1	22	ЗС	ПдСх	2,10	1,10	2,3	0,231
			ЗСГ	ПдСх	2,10	1,90	4,0	0,414
			ПЛ		2,10	5,03	10,6	3,284

№ Приміщення/Найменування	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, ϵ_k	Характеристика трансмсійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення	Характеристика трансмсійних тепловтрат опал. прим. через ОК до суміжного опалювального приміщення із іншою	Трансмсійні тепловтрати приміщення, $Q_{T,i}$, Вт	Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції), $Q_{V,i}$, Вт	Теплова потужність системи опалення приміщення, $Q_{H,i}$, Вт
1	10	16	17	18	21	24
1 коридор	0,15	0,07		3380	169	3550
	0,15	0,08				
		1,67				
			78,67			
2 кабінет	0,15	0,13		3873	187	4061
	0,10	0,05				
	0,10	0,17				
		2,99				
		5,27				
			83,61			
3 пральня	0,1	0,11		2512	119	2631
		3,54				
			56,16			

Кінець таблиці 3.9

7 кімната відпочинку	0,15	0,19		6412,99	305	6718
	0,15	0,08				
	0,15	0,08				
		4,40				
	0,10	0,06				
		2,12				
	0,10	0,05				
	0,10	0,04				
		1,65				
	0,10	0,04				
		1,65				
	0,10	0,05				
	0,10	0,05				
		135,3				
8 спа зона	0,1	0,05		3521	168	3689
		1,81				
	0,1	0,05				
	0,1	0,05				
	0,1	0,05				
	0,1	0,04				
		1,65				
	0,1	0,04				
		1,65				
			74,61			
5 погріб	0,1	0,16		5393	274	5667
	0,1	0,50				
	0,1	0,15				
	0,1	0,46				
			121,3			
6 топкова	0,1	0,05		1536	63	1599
	0,1	0,17				
			34,69			

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		33

Тепловтрати першого поверху

Таблиця 3.10

№ Приміщення/Найменування	Площа приміщення, A_i , m^2	Температура, $\Theta_{int,i}$, $^{\circ}C$	Позначення	Орієнтація	Довжина, а, м	Ширина (висота), b(h), м	Площа, A_k , m^2	Коефіцієнт теплопередачі, U_k , $Вт/m^2\cdot^{\circ}C$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1 тамбур	2,89	20	ЗС	ПнСх	1,70	3,50	4,0	0,231	
				ДВ	ПнСх	0,97	2,05	2,0	1,282
4 жк	15,47	20	ЗС	ПнСх	4,30	3,50	12,8	0,231	
				В	ПнСх	1,50	1,50	2,3	1,389
6 кухня	35,46	22	ЗС	ПдЗх	2,00	3,50	4,8	0,231	
				ЗС	Зх	2,10	3,50	5,1	0,231
				ЗС	Пд	2,10	3,50	5,1	0,231
				В	ПдЗх	1,50	1,50	2,3	1,389
				В	Зх	1,50	1,50	2,3	1,389
				В	Пд	1,50	1,50	2,3	1,389
8 вітальня	39,29	22	ЗС	ПнЗх	5,80	3,50	20,3	0,231	
				ЗС	Зх	2,10	3,50	5,1	0,231
				ЗС	Пд	2,10	3,50	5,1	0,231
				ЗС	ПдЗх	2,80	3,50	7,6	0,231
				В	ПдЗх	1,50	1,50	2,3	1,389
				В	Зх	1,50	1,50	2,3	1,389
9 жк	13,84	22	ЗС	ПнЗх	3,60	3,50	12,6	0,231	
				ЗС	ПнСх	4,20	3,50	12,5	0,231
				В	ПнСх	1,50	1,50	2,3	1,389
10 сходи	2,88	20	ЗС	ПнЗх	2,10	3,50	5,1	0,231	
				В	ПнЗх	1,50	1,50	2,3	1,389
11 гараж	36,47	22	ЗС	ПдСх	6,10	3,50	18,0	0,231	
				ЗС	ПнСх	5,60	3,50	11,6	0,231
				ДВ	ПнСх	4,00	2,00	8,0	1,282
				В	ПдСх	0,75	1,50	1,1	1,389
				В	ПдСх	0,75	1,50	1,1	1,389
				В	ПдСх	0,75	1,50	1,1	1,389

№ Приміщення/Найменування	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтраг, ϵ_k	Характеристика трансмійсінних тепловтраг через огорожджувальні конструкції приміщення назовні, $\text{Н}_{\text{Т},i}$, $\text{Вт}/^\circ\text{C}$	Трансмійсінні тепловтраги приміщення, $\text{Ф}_{\text{Т},i}$, Вт	Вентиляційні тепловтраги приміщення (без механічної вентиляції), $\text{Ф}_{\text{V},i}$, Вт	Теплова потужність системи опалення приміщення, $\text{Ф}_{\text{НЛ},i}$, Вт
1	10	16	18	21	24
1 тамбур	0,1	0,09	15	20	35
	0,1	0,25			
4 жк	0,1	0,30	26	57	83
	0,1	0,31			
6 кухня	0,1	0,11	56	263	319
	0,1	0,12			
	0,1	0,12			
	0,1	0,31			
	0,1	0,31			
	0,1	0,31			
8 вітальня	0,15	0,70	90	291	382
	0,1	0,12			
	0,1	0,12			
	0,1	0,17			
	0,1	0,31			
	0,1	0,31			
	0,1	0,31			
9 жк	0,15	0,44	46	103	148
	0,1	0,29			
	0,1	0,31			
10 сходи	0,15	0,18	27	20	47
	0,15	0,47			
11 гараж	0,1	0,42	96	270	366
	0,1	0,27			
	0,1	1,03			
	0,1	0,16			
	0,1	0,16			
	0,1	0,16			

Тепловтрати другого поверху

Таблиця 3.11

№ Приміщення/Найменування	Площа приміщення, A_i , m^2	Температура, $\Theta_{int,i}$, $^{\circ}C$	Позначення	Орієнтація	Довжина, а, м	Ширина (висота), b(h), м	Площа, A_k , m^2	Коефіцієнт теплопередачі, U_k , $Вт/m^2\cdot^{\circ}C$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 ХОЛ	5,64	22	ЗС	ПнЗх	2,10	3,50	2,1	0,231
			В	ПнЗх	1,50	3,50	5,3	1,389
			ПГ		2,10	6,30	13,2	0,167
2 ЖК	17,40	22	ЗС	ПнСх	4,60	3,50	13,9	0,231
			ЗС	ПнЗх	3,70	3,50	13,0	0,231
			В	ПнСх	1,50	1,50	2,3	1,389
			ПГ		4,60	3,70	17,4	0,167
3 ЖК	25,16	22	ЗС	ПнСх	6,50	3,50	18,1	0,231
			ЗС	ПдСх	3,70	3,50	13,0	0,231
			ДВ	ПнСх	0,97	2,50	2,4	1,282
			В	ПнСх	1,50	1,50	2,3	1,389
			ПГ		6,50	3,70	25,2	0,167
5 санвузол	6,00	20	ЗС	ПдСх	2,10	3,50	6,2	0,231
			В	ПдСх	0,75	1,50	1,1	1,389
			ПГ		2,10	2,80	6,0	0,167
7 ЖК	22,38	22	ЗС	ПдСх	3,40	3,50	11,9	0,231
			ЗС	ПдЗх	2,00	3,50	4,8	0,231
			ЗС	Пд	2,10	3,50	5,1	0,231
			ЗС	Зх	2,10	3,50	5,1	0,231
			В	Пд	1,50	1,50	2,3	1,389
			В	Зх	1,50	1,50	2,3	1,389
			В	ПдЗх	1,50	1,50	2,3	1,389
			ПГ				22,4	0,167
8 санвузол	6,40	20	ЗС	ПдСх	2,30	3,50	6,9	0,231
			В	ПдСх	0,75	1,50	1,1	1,389
			ПГ				6,4	0,167
10 ЖК	25,63	22	ЗС	ПдЗх	2,80	3,50	7,6	0,231
			ЗС	Пд	2,10	3,50	5,1	0,231
			ЗС	Зх	2,10	3,50	5,1	0,231
			ЗС	ПнЗх	3,50	3,50	12,3	0,231
			В	ПдЗх	1,50	1,50	2,3	1,389
			В	Пд	1,50	1,50	2,3	1,389
			В	Зх	1,50	1,50	2,3	1,389
			ПГ				25,6	0,167

Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна Випускна Робота

Аркуш

36

Продовження таблиці 3.11								
11 санвузол	7,52	22	ЗС	ПнЗх	2,30	3,50	8,1	0,231
			В	ПнЗх	1,50	1,50	2,3	1,389
			ПГ				7,5	0,167
12 Технічне приміщення	14,6	22	ЗС	ПдСх	4,00	3,50	14	0,231
			ЗС	ПнСх	3,65	3,50	12,775	0,231
			ПГ				14,6	0,167
№ Приміщення/Найменування	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, ϵ_k	Характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення назовні, $N_{T,i}$, Вт/°С	Трансмісійні тепловтрати приміщення, $F_{T,i}$, Вт	Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції), $F_{V,i}$, Вт	Теплова потужність системи опалення приміщення, $F_{H,i}$, Вт			
1	10	16	18	21	24			
1 хол	0,15	0,07	149	270	419			
	0,15	1,09						
		2,21						
2 жк	0,1	0,32	175	129	304			
	0,15	0,45						
	0,1	0,31						
		2,91						
3 жк	0,1	0,42	244	187	430			
	0,1	0,30						
	0,1	0,31						
	0,1	0,31						
	0,1	4,20						
5 санвузол	0,1	0,14	55	42	97			
	0,1	0,16						
		1,00						
7 жк	0,1	0,27	233	166	399			
	0,1	0,11						
	0,1	0,12						
	0,1	0,12						
	0,1	0,31						
	0,1	0,31						
	0,1	0,31						
		3,74						
8 санвузол	0,1	0,16	58	45	103			
	0,1	0,16						
		1,07						

Кінець таблиці 3.11

10 жк	0,1	0,17	266	190	456
	0,1	0,12			
	0,1	0,12			
	0,15	0,42			
	0,1	0,31			
	0,1	0,31			
		4,28			
11 санвузол	0,15	0,28	88	56	144
	0,15	0,47			
		1,26			
12 Технічне приміщення	0,1	0,32	134	56	190
	0,1	0,30			
		2,44			

Розрахункові тепловтрати будинку

Таблиця 3.12

№ поверху	Номер приміщення							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Цокольний поверх								
	3550	4061	2631			6718	3689	
	10241				10413			
1	10	9	1	4	11	6	8	
	47	148	35	83	366	319	382	
	314				366	701		
2	1	2	3		12	8	7	10
	419	304	430		190	103	399	456
	1154				190	1103		
Всього	11709				556	12216		

Розрахункові тепловтрати будинку -

$Q_1 = 30$ кВт

Річне теплоспоживання будинку розраховуємо за формулою:

$$W = \frac{3,6 * Q_{c.o.} * 24 * Z_{o.c.} * (t_{вн} - t_{o.c.}) * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн5}} = \frac{3,6 * Q_{c.o.} * 24 * S_{j.c.} * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн5}} \quad 3.14$$

де $Q_{c.o.}$ – розрахункова теплова потужність;

$S_{c.o.}$ - кількість градусо - діб опалювального сезону;

$t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього приміщення;

$t_{зовн5}$ - середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки;

$b = 0,9$ – коефіцієнт, який враховується коли більше 75% опалювальних приладів обладнані автоматичними регуляторами.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		38

$$W = 38497 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік};$$

Питоме річне споживання опаленням:

$w = W / A_{з.н.} =$	0,5		ГДж/рік·м ²
$E_{max} =$	0,5		ГДж/м ² ·рік

3.7. Гідравлічний розрахунок

Будинок має 2 поверхи та цокольний поверх, висота поверху з перекриттям становить 3,3 м; $t_g = 80 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_o = 60 \text{ }^\circ\text{C}$.

Природний тиск у циркуляційних кільцях розраховуємо:

$$\Delta P_{pri} = g * h_i * (\rho_o - \rho_r) \quad 3.15$$

де, $g = 9,81 \text{ м}/\text{с}^2$ прискорення вільного падіння;

h_i - вертикальна відстань між центром нагрівання води і центром охолодженням води в опалювальних приладах горизонтальної приладової вітки і-поверху, м;

$\rho_o - \rho_r$ - відповідно густина охолодженої і гарячої води в системі опалення, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Розрахункові гравітаційні тиски в циркуляційних кільцях

Коефіцієнт врахування максимально природного тиску слід приймати **0,7**

Параметр	Поверх		
	Цоколь	1	2
Висота $h_i, \text{м}$	0,20	3,50	6,80
Тиск $\Delta P_{pi}, \text{Па}$	31	546	1060
Тиск з урахуванням коеф. P_{pi}	22	382	742

Гідравлічний розрахунок

Таблиця 3.13

РК-6	10269	339,7576	442	3,3	20	1,77072	1235,42	0,00031861	0,357	46,85	52,693	0,016789	3273	3273
РК"-6"	10269	339,7576	442	3,3	20	1,77072	1235,42	0,00031861	0,357	0	5,8434	0,001862	363	3636
6-5	8534	282,3538	367	10,5	15	2,57749	677,55	0,0010593	0,542	1,5	28,564	0,030256	4074	7711
6"-5"	8534	282,3538	367	10,5	15	2,57749	677,55	0,0010593	0,542	1,5	28,564	0,030256	4074	11785
5-4	6799	224,9500	292	1,4	15	2,57749	677,55	0,0010593	0,431	1,5	5,1085	0,005411	463	12248
5"-4"	6799	224,9500	292	1,4	15	2,57749	677,55	0,0010593	0,431	1,5	5,1085	0,005411	463	12710
4-3	5064	167,5462	218	1,4	15	2,57749	677,55	0,0010593	0,321	1,5	5,1085	0,005411	257	12967
4"-3"	5064	167,5462	218	1,4	15	2,57749	677,55	0,0010593	0,321	1,5	5,1085	0,005411	257	13223
3-2	3329	110,1425	143	3,1	15	2,57749	677,55	0,0010593	0,211	1,5	9,4902	0,010053	206	13429
3"-2"	3329	110,1425	143	3,1	15	2,57749	677,55	0,0010593	0,211	1,5	9,4902	0,010053	206	13635
2-on1	1735	57,4038	75	2,3	15	2,57749	677,55	0,0010593	0,110	1,5	7,4282	0,007868	44	13679
2"-on1"	1735	57,4038	75	2,3	15	2,57749	677,55	0,0010593	0,110	22,6	28,528	0,030219	168	13847
Втрати тиску на приладовій ділянці, Па													13679	

3.8. Підбір опалювальних приладів

Вибір радіаторів є складним процесом, який вимагає урахування багатьох аспектів, від розміру приміщення до теплових втрат і особливостей системи

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		39

опалення. Під час вибору радіаторів важливо звертати увагу на їх тип, матеріал, потужність і зовнішній вигляд. Це дозволяє забезпечити ефективне і економічне опалення, створюючи комфортні умови в будинку або офісі.

До основних типів радіаторів належать: чавунні, алюмінієві, сталеві.

Чавунні радіатори відрізняються високою тепловою інерцією, що означає довге нагрівання і тривале віддача тепла. Вони мають довгий термін експлуатації, менше схильні до корозії і дуже міцні. Однак їхня вага ускладнює монтаж, а повільне нагрівання може бути не вигідним при різкій зміні температури.

Алюмінієві радіатори швидко нагріваються завдяки високій теплопровідності, але також швидше охолоджуються. Вони легкі, що спрощує процес монтажу, але менш стійкі до корозії при поганій якості теплоносія.

Сталеві радіатори вважаються оптимальним вибором: вони швидко нагріваються, забезпечують рівномірне розподілення тепла і мають доступну ціну.

Чавунні радіатори ідеально підходять для приміщень з великими тепловими втратами, де важлива довготривала експлуатація. Алюмінієві та сталеві радіатори частіше використовуються в сучасних інтер'єрах і забезпечують швидке нагрівання.

У нашому проекті ми вибрали сталеві радіатори від компанії "KERMI". Це надійні пристрої від німецького виробника, які сумісні з різними типами труб: мідними, сталевими, пластиковими. Вони виготовлені з високоякісних матеріалів, що відповідають європейським стандартам якості.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		40

РОЗДІЛ 4

ВЕНТИЛЯЦІ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Студент

Михайлишин В.А.

Керівник

Погосов О.Г.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		41

4.1. Природня вентиляція

Для створення здорового мікроклімату в житловому будинку обрано природню вентиляцію. Щоб забезпечити повітрообмін було запроектовано встановлення віконних припливних клапанів марки «AERECO». Витяжка із санвузлів - механічна, організована за допомогою стінових вентиляторів фірми "Вентс".

Припливні клапани, встановлюються у верхній частині рами вікна і дозволяють забезпечити постійний повітрообмін в приміщенні при закритих вікнах. Таким чином, знижується відносна вологість повітря, зникає конденсат на склопакетах і затхлість.

В клапан вбудована гідрорегулювальна система, яка контролює витрату повітря в залежності від рівня відносної вологості всередині приміщення. Всередині корпусу встановлена заслінка, її положення залежить від вологості в приміщенні. Коли вологість збільшується – поліамідний вологочутливий датчик відкриває затвор, запускаючи більше повітря у кімнату.

При зниженні відносної вологості заслінка автоматично закривається. Оснащений ручним перемикачем режимів роботи: направляє потік повітря вертикально або похило, дозволяє скоротити до мінімуму приплив в разі сильного вітру або холодної погоди.

Має легке технічне обслуговування: досить очищати від пилу один раз на рік. До установки припливних клапанів бренду AERECO (Франція) рекомендується серія ЕММ.



Рис.4.1. Припливний клапан «AERECO»

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		42

Монтаж провітрювачів виконується згідно з інструкцією фірми-виробника, окремою організацією, яка виготовляє і монтує вікна, та включає в себе наступні етапи:

1. Розмітка місця встановлення вентиляційного клапана, звернувши увагу на місця установки іншої віконної фурнітури, яка не повинна перешкоджати встановленню;
2. Прикручування на саморізи для пластикових вікон планки припливного клапана;
3. Розміщення технологічних пазів на притворі рами/стулки за розмірами, вказаними в інструкції;
4. Зняття планки і пропилювання отворів, використовуючи дріль і електролобзик, спочатку в стулці, а потім у рамі;
5. Повторний монтаж планки;
6. Прикріплення віконного клапану AERECO на засувки.

В санвузлах для видалення шкідливостей запроєктовано встановлення витяжних осьових вентиляторів бренду «Вентс» серії Квайт 125.



Рис 4.1. «Вентс Квай 125»

Мають низький рівень шуму та високий рівень продуктивності роботи. На відстанні 3 м, створюють рівень звукового тиску 32 дБ(А), максимальна витрата повітря 185 м³/год.

4.2. Холодопостачання

За завданням, для холодопостачання приміщень ми обираємо спліт-систему.

Кондиціонер призначений для підтримки комфортного мікроклімату, охолодження або нагрівом повітря.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		43

Спліт-система складається:

- Зовнішнього блоку – цей вузол складається з компресора де холодоносій конденсується, блок розміщується на фасаді;
- Трубопроводи – забезпечують циркуляцію між внутрішнім та зовнішнім блоком;
- Внутрішнього блоку – вузол складається із випарника.

У спліт-системах холодоагентом зазвичай використовують фреон, його цикл руху від випарника до конденсатора наступний:

1. Фреон потрапляючи у випарник відбирає тепло кімнатного повітря, та переходить у газоподібний стан;
2. З випарника холоагент у газоподібному стані потрапляє у компресор, де стискається і значно нагрівається, далі потрапляє у конденсатор;
3. У конденсаторі, фреон, температура якого вища ніж зовнішнього повітря, віддає тепло навколишньому середовищі та переходить у рідкий стан;
4. Після конденсатора рідкий та теплий холодоносій проходить через TRV де знижується його тиск та температура;

Компресори в залежності від компресора бувають:

- Інвенторні – встановлюючи необхідний температурний режим, компресор продовжує працювати підтримуючи задану температуру;
- Не інвенторні – компресор працює постійно, і при досягненні необхідної температури відключається, і включається після зниження температури на котрий реагує датчик.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		44

В спліт-системах використовуються наступні холодоагенти:



Рис.4.1. Фреон

- R407C складається з кількох компонентів з різною летючістю, тому при розгерметизації холодильного контуру компоненти випаровуються з різною швидкістю. Це призводить до порушення однорідності холодоагенту і, відповідно, його властивостей. Тому, у випадку розгерметизації спліт-системи, що працює на R407C, потрібно повністю злити залишки холодоагенту і заправити контур заново. Це забезпечить відновлення необхідних властивостей фреону та ефективну роботу системи;
- R410A також є багатокомпонентним фреоном, але його компоненти випаровуються з приблизно однаковою швидкістю. Це означає, що при розгерметизації кондиціонера, який використовує R410A, холодильний контур можна просто дозаправити. Ризик втрати однорідності холодоагенту значно менший, ніж у R407C, тому дозаправка є прийнятною процедурою;
- R32 є новим стандартом для спліт-систем. Цей холодоагент вважається найбільш екологічно безпечним серед перелічених варіантів. Він має меншу в'язкість і щільність, що покращує показники теплопередачі та підвищує ефективність роботи пристрою як у режимі охолодження, так і при нагріванні. Крім того, R32 є простою речовиною, що не втрачає однорідність при розгерметизації контуру. Це означає, що при розгерметизації не виникає проблем з дозаправкою, незалежно від кількості залишкового холодоагенту в системі.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		45

Отже, R407C Потрібно повністю зливати та заправляти заново після розгерметизації, R410A можна просто дозаправити після розгерметизації, R32 можна дозаправити без втрати однорідності, найбільш екологічний та ефективний.

Для нашого проекту обираємо спліт-системи бренду COOPER&HUNTER модель CH-S18FTXAM2S-BL, що забезпечить нас охолодженням на потужність 5,7 кВт.



Рис.4.2. Спліт-система «COOPER&HUNTER»

Дана модель має високий клас енергоспоживання, та використовує фреон типу R32.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№док.	Підпис	Дата		46

РОЗДІЛ 5
ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ
МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ

Студент **Михайлишин В.А.**
Консультант **Сенчук М.П.**

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		47

5.1. Технології монтажу систем опалення

5.1.1. Підготовка до монтажу системи «тепла підлога»

Водяна тепла підлога передбачає укладання декількох шарів, кожен з яких виконує свою певну функцію. Основна структура виглядає наступним чином:

- Основа підлоги
- Гідроізоляція – це шар, який захищає підлогу від проникнення вологи. Гідроізоляційне покриття укладається безпосередньо на основу підлоги.
- Утеплювач – його головна функція є збереження тепла, зазвичай виготовляється з екструдованого полістиролу.
- Система трубопроводів – складається з труб із зшитого поліетилену, по яким циркулює вода. Їхній діаметр становить 16 мм. Труби укладаються на ізоляційний шар за допомогою спеціальних кріплень. Відстань між трубами вибирається залежно від необхідної потужності теплового навантаження.
- Поверх трубопроводів заливається бетон із додаванням пластифікатора. Товщина цього шару повинна бути не менше 6 см.
- Оздоблення – це останній шар, котрий визначає зовнішній вигляд підлоги, і навіть його характеристики. Під час підбору покриття необхідно враховувати показники теплопровідності. Шар може мати товщину в діапазоні від 2 до 6 см залежно від підбраного матеріалу.

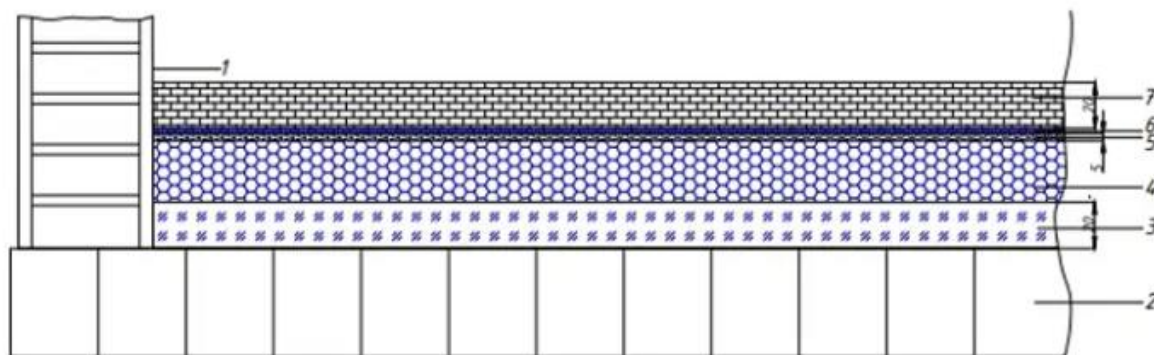


Рис. 4.1. Структура теплої підлоги:

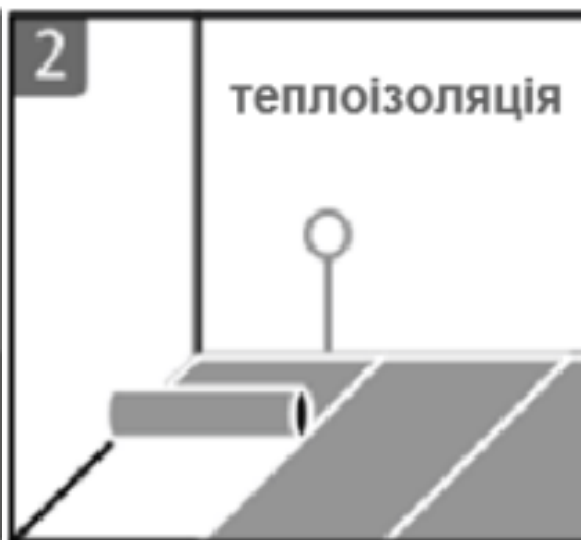
1. Внутрішня штукатурка; 2. Бетонне перекриття; 3. Утеплювач; 4. Стяжка; 5. Шар теплої підлоги; 6. Нівелірна стяжка; 7. Плитка.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		48

Послідовність монтажу системи «тепла підлога»:



1. Етап



2. Етап



3. Етап



4.Етап



5. Етап



6.Етап

Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата

Підготовка до монтажу системи «тепла підлога»[10]:

- На попередньому етапі необхідно, щоб поверхня підлоги була рівною; Горизонтальність можна перевірити за допомогою будівельного рівня;
- Малі нерівності можуть бути допустимі, якщо вони не призводять до серйозного нахилу в одну сторону;
- З плит перекриття необхідно прибрати бруд, залишки будівельних матеріалів та інші забруднення, що можуть перешкоджати під час укладання трубопроводу;
- У випадку потреби може бути здійснено вирівнювання за допомогою чорнової стяжки, щоб уникнути проблем з подальшим обслуговуванням системи;
- Бокові поверхні можна позначити рівнем фінішного покриття, наприклад, кахлем, щоб мати зручну орієнтацію;
- Також потрібно підготувати нішу для колекторної шафи, яка буде вбудована в стіну на певну глибину.

5.1.2. Вимоги до виконання монтажу системи «тепла підлога»

Щоб уникнути витоку тепла та вбирання вологи утеплювачем, необхідно правильно виконати укладання ізоляційних матеріалів. Від якості цього процесу багато в чому буде залежати ефективність теплої підлоги з системою водяного опалення.

Монтаж демпферної стрічки [10]:

1. На нижню поверхню розкладається водонепроникна мембрана, наприклад, поліетиленова плівка, але можуть застосовуватися й інші матеріали. При укладанні необхідно забезпечити надлишок матеріалу на стінах. Гідроізоляція поліетиленової плівки необхідна для захисту утеплювача від вологості;
2. Проводиться монтаж демпферної стрічки, при цьому ширина шару залежить від висоти всієї підлоги. Фіксація країв демпферної стрічки здійснюється за допомогою пластикових дюбелів або саморізів;

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		50

3. Після герметизації укладаються плити утеплювача. Принцип монтажу може відрізнятися залежно від типу утеплювача, але важливо, щоб між окремими компонентами не було просторів. Плити теплоізоляції призначені для направлення потоку тепла безпосередньо вгору, що мінімізує втрати через підлогу;
4. На верхній шар теплоізоляції розкладається паронепроникна мембрана, яка часто постачається в рулонах. При укладанні слід залишати надлишок матеріалу завдовжки від 10 до 15 сантиметрів для забезпечення ефективного бар'єру;
5. На встановлену бар'єрну плівку монтується металева сітка з отворами розміром 10 × 10 см. Розмір отворів вибирається з урахуванням зручності кріплення труб. Арматурна конструкція повинна охоплювати всю площу підлоги. Використання металевої арматури дозволяє створити зміцнюючу сітку, що запобігає надмірному навантаженню на обігрівальні вироби. Цементно-піщаний розчин необхідний для стяжки підлоги, що забезпечить рівну поверхню. Комплектуючі деталі та інші дрібні елементи дозволяють фіксувати та з'єднувати окремі частини системи.

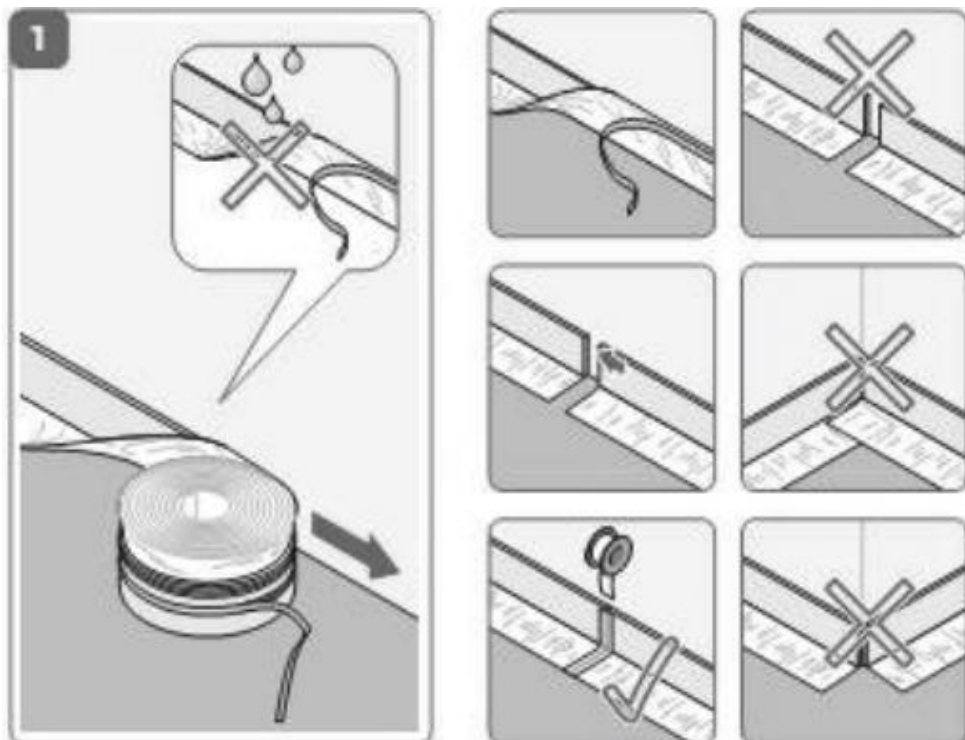


Рис.4.2. Монтаж сітки демпферної

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		51

Під час установки системи монтується колекторна шафа, де трубопроводи підключатимуться до центрального опалення будинку. Там також розташовуються певні регульовальні елементи. Таким чином, при потребі ізолювати приміщення від загальної системи теплопостачання будівлі, це можна зробити без відключення всього опалення.

Існують різні схеми для укладання теплої підлоги, які використовуються в залежності від розмірів кроку між трубами та матеріалу самої труби. Відповідно до [10] труби мають бути розташовані без стиків, а з'єднання повинні проводитися лише біля колектора.

Додаткове розширення петель дозволяється за умови використання спеціальних з'єднувальних деталей.

1. Початковим кроком є вибір розміру та способу розташування елементів. Зазвичай відстань між трубами становить від 10 до 30 см, оскільки у інших варіантах може бути складно забезпечити якісне обігрівання;
2. Після цього труба для обігріву підключається до виходу подавального розподільника і прокладається по одному з контурів. Зафіксувати її можна за допомогою спеціальних скоб, дроту та інших кріпильних елементів;
3. На кінцевому відрізку труби робиться загин та кріпиться таким же чином, як і попередній відрізок. Подальші контури укладаються аналогічно, незалежно від вибраної схеми монтажу.

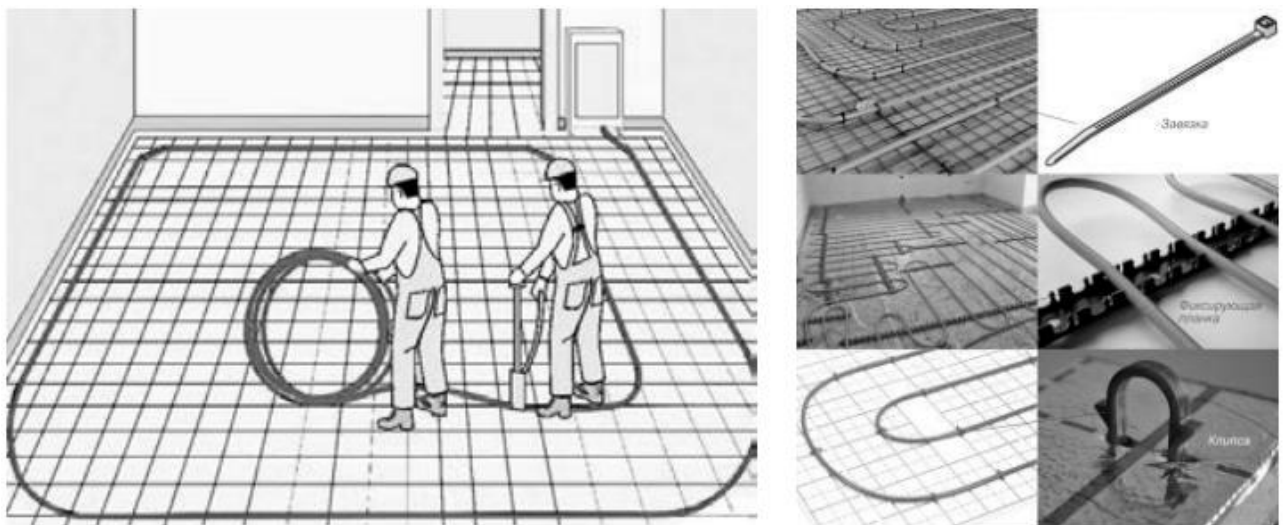
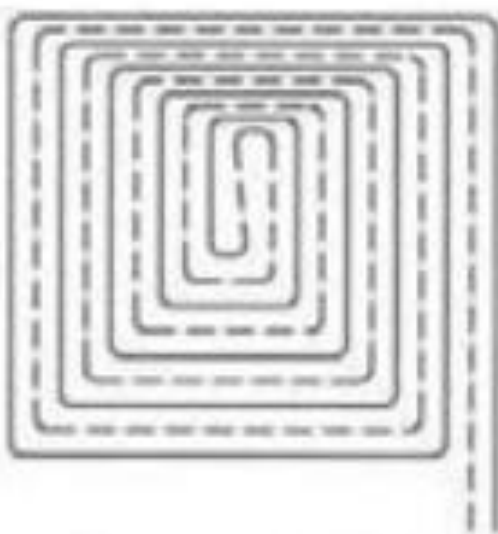


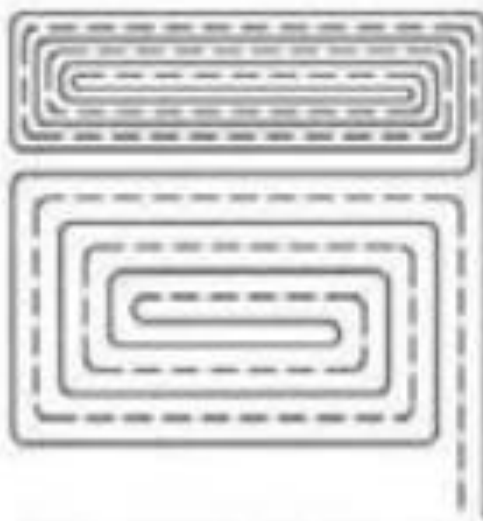
Рис.4.3. Монтаж трубопроводів

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		52

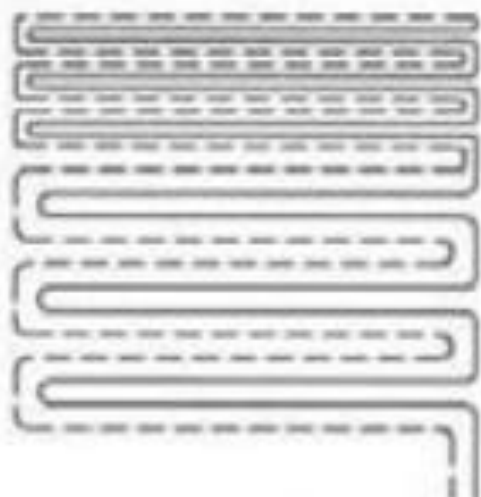
Варіанти монтажу трубопроводів:



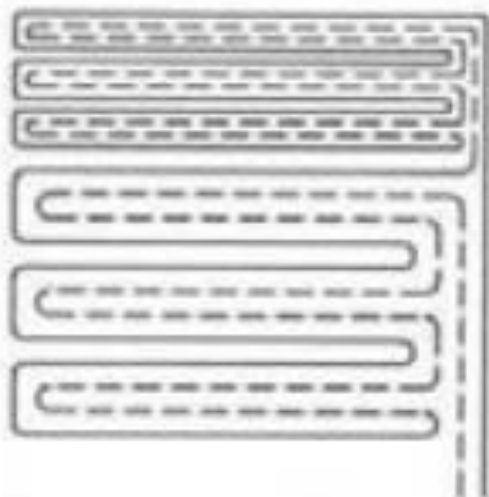
a



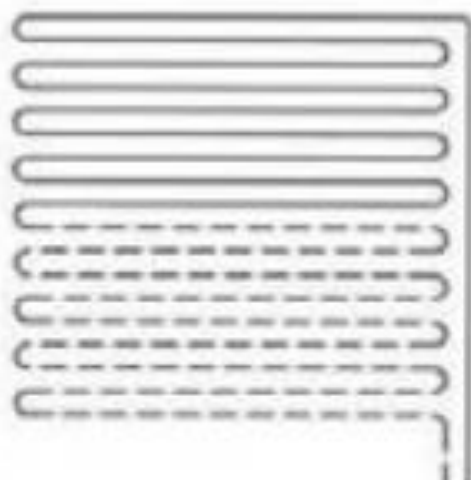
б



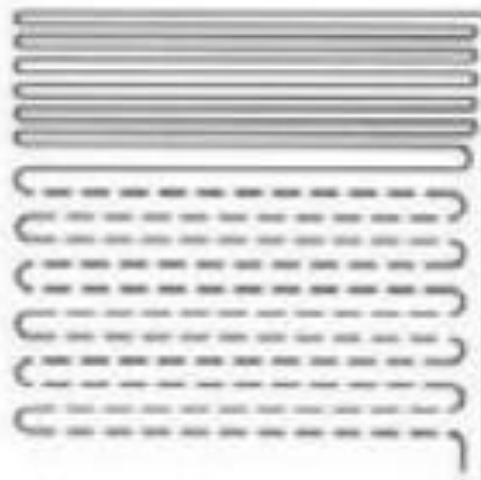
в



г

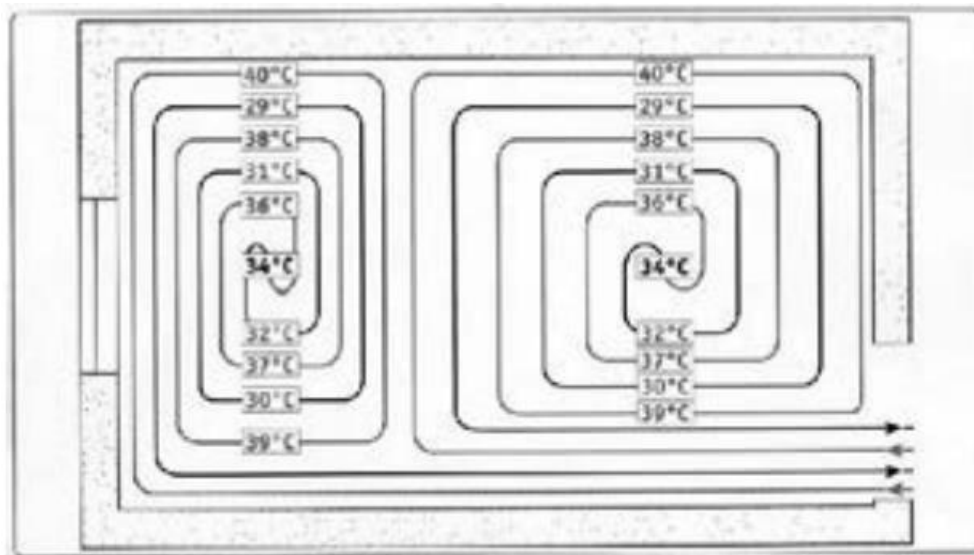


д



е

Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата



є

Рис 4.4. Схеми монтажу «теплої підлоги»:

- а – спіраль (щільна укладка в граничній зоні); б - спіраль (послідовно приєднаний контур робочої зони); в – подвійна змійка (щільна укладка в граничній зоні); г – подвійна змійка (послідовно приєднаний контур робочої зони); д - змійка; е – змійка (щільна укладка в граничній зоні); є – двоконтурний метод монтажу труб.

Після завершення монтажу системи теплої водяної підлоги необхідно обов'язково перевірити її герметичність перед заливкою стяжки. Для цього рекомендується провести опресовування під тиском 0,3-0,4 МПа протягом мінімум однієї доби. У зимовий період для випробування краще використовувати повітря під тиском.

Після успішної перевірки герметичності наступним кроком буде укладання бетонної стяжки або настилу. Підігрів системи можна включати не раніше, ніж через 28 днів після заливки стяжки. Тільки в цей момент бетон набере необхідну міцність. Під час влаштування стяжки система повинна залишатися під тиском.

Останнім етапом буде укладання фінішного покриття, такого як плитка, лінолеум, ламінат, паркет, ковролін.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		54

5.1.3 Монтажне креслення підключення до стояка розподільчого колектора системи тепла підлога

На аркуші 6 зображено монтажну схему підключення системи «тепла підлога» до розподільчих труб системи опалення будівлі.

Трубопроводи від розподільчого колектора приєднуються до розподільчих труб через трійник методом зварювання(дивитися Аркуш 6 «Монтажна схема підключення системи «тепла підлога» до розподільчих труб системи опалення).

Розподільчі труби з'єднуються зварюванням через розтруби.











При перетині з перекриттям розподільчі трубопроводи ущільнюються відповідно до вимог пожежної безпеки (дивитися Аркуш 6 «Вузол Б. Перетин труб з перекриттям»).

На підставі монтажної схеми розроблено комплектувальні відомості на вироби та деталі (дивитися табл. 4.1; табл. 4.2)

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
							55
Зм.	Кільк.	Аркуш	№док.	Підпис	Дата		


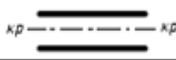



Комплектувальна відомість на виробі

Таблиця 4.1

№ за схемою	Найменування вузла, деталі	Ескіз деталі	Кількість, шт	Характеристика, індекс замовлення тощо	Виробник тощо	Примітки
1	2	3	4	6	7	8
1	Кран кульодий пригвиндальні різі (внутрішня-зовнішня)		2	Монт.довжина=68мм м $d_y=15$ мм	Honeywell	Resideo VB550
2	Циркуляційний насос		1	Монт.довжина=130мм $d_y=15$ мм; Арт. 3E53100	WIL0	Yonos PARA RS
3	Термостатична головка з накладним датчиком		1	Арт. 1742006	HERZ	
4	Термостатичний клапан TS-90		1	Арт. 1772392	HERZ	
5	Термостатична б'юкса на розподільнику		1	Арт. 1640331	HERZ	
6	Повітровивідник		1	Арт. 1402059	HERZ	
7	Спускний клапан		1	Арт. 1853555	HERZ	
8	Витратомір		1	Арт. 3F 90001	HERZ	
9	Термостатичний кран-б'юкса TS-90		1	Арт. 1639092	HERZ	
10	Датчик температури		1	Арт. 1583544	HERZ	

Комплектувальна відомість на деталі

таблиця 4.2

№ за схемою	Найменування вузла, деталі	Ескіз деталі	К-ть	Діаметр деталі, d_y , мм	Довжина		Матеріал, технічні умови, ДСТУ тощо	Примітки
					l_1 , м	$l_{заг}$, м		
1	2	3	4	5	6	7	10	11
1	Труба стальна		3	15	1,0000	1,0000	ГОСТ 10705-80	
2	Згон G_2 сталевий		2	15	0,8000	0,8000	Сталь	
3	Куттик під кутом 90°		7	15			Сталь	
4	Трійник		2	15			Сталь	
5	Труба стальна		2	15	2,2800	2,2800	ГОСТ 10705-80	

Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна Випускна Робота

Аркуш

56

5.2. Організація монтажу систем опалення

5.2.1. Календарне планування виконання робіт

Відповідно до [11] тривалість будівництва залежить від вихідних даних та завдань котрі стоять перед нами. Вихідними даними для складання календарних планів є:

1. Проектна документація – включає відомості про об'єкт будівництва, його технічні характеристики, обсяги робіт, технологічні процеси та їхню послідовність. Ця документація слугує основою для створення календарного плану, оскільки вона визначає всі необхідні етапи будівництва;
2. Обсяги будівельно-монтажних робіт – визначаються на основі проектної документації та охоплюють кількість і обсяг робіт, необхідних для завершення проекту. Сюди входять земляні роботи, монтаж конструкцій, оздоблювальні роботи та інші види діяльності;
3. Початкові та завершальні терміни будівництва – визначаються на основі договірних зобов'язань та проектної документації. Ці терміни фіксують дату початку і завершення будівництва об'єкта, що є критично важливим для ефективного планування та організації будівельного процесу. Вони забезпечують основу для складання календарного плану, який допомагає розподілити всі етапи робіт у часі та гарантує своєчасне виконання кожного етапу будівництва. Дотримання цих термінів є ключовим фактором для успішного завершення проекту в заданий строк, запобігання затримкам та додатковим витратам, а також для координації діяльності всіх учасників будівельного процесу;
4. Технологічні процеси та їх послідовність – описують методи та технології, що застосовуватимуться під час будівництва, включаючи всі необхідні процедури та операції. Це забезпечує якісне й ефективне виконання робіт. Послідовність виконання робіт визначає, які етапи будівництва мають бути завершені перед початком наступних. Це допомагає уникнути накладок, оптимізувати використання ресурсів та дотримуватися термінів виконання проекту. Наприклад, земляні та фундаментні роботи повинні бути завершені

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		57

перед монтажем конструкцій, а монтаж конструкцій - перед оздоблювальними роботами. Правильне планування послідовності робіт також сприяє координації між різними підрядниками та субпідрядниками, забезпечуючи їхню синхронізовану роботу.

Існують такі методи складання календарних планів:

- Сітковий графік – використовуються для відображення взаємозв'язків між окремими роботами та етапами будівництва. Вони допомагають визначити критичний шлях, який є найкоротшим часом, необхідним для завершення проекту. Виявлення критичного шляху дозволяє ефективніше керувати часом і ресурсами;
- Календарний графік – є інструментом планування, який відображає послідовність виконання завдань у календарному часі. Цей графік не лише координує діяльність різних підрозділів та виконавців, але й дозволяє слідкувати за дотриманням встановлених термінів;
- Лінійний графік – відображає послідовність та тривалість виконання робіт у вигляді ліній, що допомагає зрозуміти накладки та перетини різних робіт, а також оцінювати їх взаємодію в часі.

Процес складання календарних планів включає [11]:

- Визначення обсягів робіт – початковим етапом є визначення всіх обсягів робіт, які необхідно виконати. Це передбачає детальне розкриття кожного етапу та ідентифікацію потрібних ресурсів;
- Розподіл робіт у часі – далі важливим етапом є розподіл робіт у часі з урахуванням взаємозв'язків і послідовності. Це сприяє створенню логічної структури виконання робіт і допомагає уникнути накладок;
- Розрахунок тривалості – для кожного етапу будівництва встановлюється тривалість його виконання, що включає розрахунок часу, необхідного для завершення окремих завдань і етапів;

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		58

- Оптимізація розподілу ресурсів – важливим аспектом є оптимізація використання ресурсів для забезпечення безперервності процесу будівництва. Це передбачає ретельне планування використання робочої сили, матеріалів та обладнання.

Обов'язковою частиною є аналіз та коригування календарних планів:

- Моніторинг виконання робіт – постійний моніторинг виконання робіт дозволяє контролювати відповідність фактичного прогресу виконання планам і вчасно виявляти будь-які відхилення;
- Внесення змін у плани – при виникненні відхилень або змін умов будівництва в календарні плани вносяться відповідні корективи. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни і зменшує їх вплив на загальний термін будівництва;
- Використання резервів часу – включення резервів часу у планування допомагає зменшити вплив можливих затримок на загальний термін будівництва. Це забезпечує гнучкість і стійкість календарного плану до непередбачених обставин.

5.2.2. Організація монтажних робіт послідовним та потоковим методом

Послідовний метод проведення будівельних робіт передбачає виконання робіт одне за одним, по черзі. Зазвичай цей підхід застосовується для зведення невеликих об'єктів, а також для проектів, які можуть підлягати змінам у процесі будівництва.

Потоковий метод організації будівництва базується на безперервному та ритмічному виконанні робіт, що сприяє швидкому завершенню об'єкта. Цей підхід вимагає точної координації дій різних бригад, використання спеціалізованої техніки та обладнання, а також впровадження сучасних технологій.

Кінцеві результати календарного планування відповідно до [12],[13],[14],[15],[16], що включає у себе побудовані лінійні графіки та графік-циклограму, зображено на аркуші 6.

Графік-циклограма потокового будівництва (рис.4.3) є ефективним інструментом управління будівельним процесом. Він дозволяє візуалізувати

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		59

послідовність робіт, їх тривалість та залежності між ними. Основна мета графіка-циклограми полягає в оптимізації виробничих процесів, скороченні часу будівництва та підвищенні продуктивності робочої сили.

Графік-циклограма потокового будівництва дозволяє керувати будівельним процесом ефективно, забезпечуючи оптимальне використання ресурсів та зменшення часу виконання проекту.

Основні кроки при побудові графіка-циклограми потокового будівництва включають:

- Визначення завдань та ресурсів – включає визначення всіх робіт, які необхідно виконати для завершення проекту, а також ресурсів, таких як працівники, матеріали, обладнання;
- Аналіз послідовності робіт – визначення послідовності виконання різних робіт, враховуючи залежності між ними. Наприклад, деякі роботи можуть бути виконані паралельно, а інші – послідовно;
- Оцінка тривалості кожної роботи – визнає очікувану тривалість кожної роботи. Це дозволяє розрахувати загальний час виконання проекту.
- Побудова графіка-циклограми – на основі аналізу вищезазначених даних будується графік, де на осі X буде відображено час, а на осі Y - захват. Кожна робота представлена у вигляді відрізка на графіку, де довжина відповідає тривалості роботи;
- Врахування ресурсів та обмежень – під час побудови графіка слід враховувати доступні ресурси та можливі обмеження, які можуть вплинути на реалізацію проекту;
- Моніторинг та оновлення – після побудови графіка слід регулярно моніторити виконання робіт та оновлювати графік у випадку змін у планах або умовах.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		60

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Студент

Михайлишин В.А.

Керівник

Погосов О.Г.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		62

6.1. Охорона праці

Охорона праці та захист довкілля є вельми важливими аспектами в будівельній сфері, оскільки вони безпосередньо впливають на здоров'я та безпеку працівників і стан навколишнього середовища. В Україні ці питання регулюються різноманітними нормативними документами, зокрема Державними будівельними нормами (ДБН) та Законом України "Про охорону праці".

В цьому розділі ретельно розглядаються основні положення та вимоги щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища, які визначені чинними нормативними актами. Забезпечення охорони праці та захисту навколишнього середовища в будівництві є необхідною складовою сталого розвитку галузі. Дотримання вимог [17] та інших нормативних актів сприяє зменшенню ризиків для працівників та довкілля, створюючи безпечні та екологічно чисті умови праці. Ефективна реалізація заходів з охорони праці та захисту довкілля сприяє підвищенню продуктивності праці, зменшенню виробничих травм та професійних захворювань, а також сприяє збереженню природних ресурсів.

Таблиця 6.1

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Види робіт	Кількісна оцінка	Нормативні документи
Обвалення ґрунту	Земляні роботи	Ґрунт – супіс. 1 Н= -3,5 м РГВ= -10,0 м	ДБН А.3.2-2-2009 р.10 НПАОП 45.2-7.0212

Продовження таблиці 6.1

Падіння з висоти людей	Перелік виду робіт при розташуванні Робочих місць поблизу перепаду по висоті 1,3 м і більш		ДБН А.3.2-2-2009 ДБН В.2.2-41:2019
	Земляні роботи	3,5 м	р. 10
	Монтажні	18,0 м	р. 14
	Покрівельні	18,0 м	р. 17
	Опоряджувальні:		р.15
	а) Зовнішні	18,0 м	
	б) Внутрішні	4 м	
Падіння з висоти матеріалів, конструкцій, тощо	Перелік виду робіт при розташуванні робочих місць поблизу перепаду по висоті 1,3 м і більше		ДБН А.3.2-2-2009
	Земляні роботи	3,5 м	р. 10
	Монтажні	18,0 м	р. 14
	Покрівельні	18,0 м	р. 17
	Опоряджувальні		р.15
	а) Зовнішні	18,0 м	
	б) Внутрішні	3,2 м	

Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна Випускна Робота

Аркуш

64

Продовження таблиці 6.1

Транспортні машини та їх робочі органи	Транспортні роботи	Швидкість руху на прямих ділянках-10 км/год на поворотах 5км/год	ДБН А.3.2-2-2009 р. 8 ДБН А.3.1-5-2016
Шкідливі фактори	Електрозварювальні роботи:	ГДК 300 мг/м ³	НПАОП 0.00-5.23-16
	Ацетилен		
	Опоряджувальні роботи:	ГДК 200 мг/м ³	
	Ацетон		
Недостатня освітленість	Монтаж конструкцій, монтажні, опоряджувальні: внутрішні	30 лк	ДБН В.2.5- 28-2018 ДСТУ Б.А. 3.2.-15:2011
		30 лк	
		30 лк	
		50 лк	
Шум	Роботи з інструментом	<80 дБ	ДСН 3.3.6.037-99
Вібрація	Експлуатація насосних станцій, систем вентиляції	(по видам робіт)	ДСН 3.3.6.039-99

Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна Випускна Робота

Аркуш

65

Кінець таблиці 6.1			
Мікроклімат	Монтаж, експлуатація систем	$t=20-22^{\circ}\text{C}$ $f=60-46\%$ $v=0,3\text{ м/с}$	ДСН 3.3.6.042-99
Електрострум	електрозварювальні	6000 / 380 В	ПУЕ -2017 НПАОП 40.1-1.21-98
	машини, механізми	380 В	
	електромонтажні	220, 380 В	
	освітлення	220 В	ДБН В. 2.5- 28-2018
	<25 В		
Атмосферна електрика	Захист від блискавки	II категорія	ДСТУ EN 62305-3:2012
Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступінь вогнестійкості категорія. Пожежної безпеки В	ДБН В.1.1-7-2016 ДБН В.1.2-7-2008 ДСТУ Б В.1.1.-36:2016

6.1.1. Основні положення в охороні праці

Охорона праці у будівництві включає різноманітні заходи, спрямовані на забезпечення безпеки працівників, уникнення виробничих травм та професійних захворювань. Згідно з [17], основні елементи охорони праці включають:

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		66

- Організацію робочих місць відповідно до вимог безпеки, що охоплює належне розміщення та облаштування майданчиків для забезпечення безпечного виконання робіт;
- Забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту, що включає в себе надання необхідних засобів захисту, які забезпечують безпеку працівників у разі потенційних небезпек;
- Проведення інструктажів та навчання з питань охорони праці, спрямованих на надання працівникам необхідних знань та навичок для безпечного виконання робіт та уникнення ризиків;
- Контроль за дотриманням вимог безпеки на робочих місцях, що передбачає регулярну перевірку та оцінку умов працівників з метою забезпечення їх безпеки.

6.1.2. Управління охороною праці

Управління охороною праці охоплює розробку та впровадження політики з охорони праці, створення системи управління охороною праці (СУОП), призначення відповідальних за охорону праці осіб, а також регулярне проведення аудитів і оцінку ризиків. Основні функції СУОП включають:

- Планування заходів з безпеки праці, що включає в себе розробку стратегій та планів дій для забезпечення безпечних умов праці;
- Організацію виконання заходів з охорони праці, яка охоплює управління ресурсами, логістикою та іншими аспектами для забезпечення ефективного виконання безпеки на робочому місці;
- Контроль за дотриманням вимог охорони праці, що включає в себе перевірку виконання правил та стандартів безпеки праці з метою запобігання небезпекам та виявлення порушень;
- Оцінку стану безпеки та охорони праці, що включає в себе аналіз даних та інформації для визначення ефективності заходів з охорони праці та виявлення можливих покращень.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		67

6.1.3. Організація будівельних майданчиків

Будівельні майданчики повинні бути організовані так, щоб мінімізувати ризики для працівників і оточуючих. Це передбачає:

- Безпечне розташування тимчасових споруд включає їх установку на безпечній відстані від потенційних небезпек і зон підвищеної небезпеки;
- Розміщення захисних огорож і знаків безпеки, які відзначають небезпечні зони і матеріали, а також підкреслюють важливість дотримання правил безпеки;
- Організація безпечних шляхів руху для транспорту і працівників, що включає правильне розташування доріг, пішохідних доріжок та майданчиків для забезпечення безпеки і зручності пересування.

6.2. Промислова безпека

6.2.1. Вимоги до засобів виробництва

Засоби виробництва, такі як будівельна техніка та обладнання, повинні відповідати вимогам безпеки:

- Виконання регулярної технічної перевірки та обслуговування обладнання є необхідним для забезпечення його надійності та безпеки під час експлуатації;
- Використання обладнання виключно за призначенням, має на меті запобігти небезпечним ситуаціям та забезпечити безпеку працівників;
- Використання захисних пристроїв і блокувань забезпечує додатковий рівень захисту в разі можливих небезпек і аварійних ситуацій.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		68

6.2.2. Пожежна безпека

Пожежна безпека на будівельних об'єктах регулюється [18],[19] які встановлюють основні вимоги щодо запобігання пожежам та дій у разі їх виникнення. Основні заходи включають:

- Організація системи протипожежного захисту передбачає розробку та впровадження системи пожежної сигналізації, автоматичного пожежогасіння та інших заходів для запобігання виникненню та поширенню пожеж;
- Забезпечення наявності засобів пожежогасіння включає наявність необхідного обладнання та матеріалів для швидкого та ефективного загасання пожеж у разі їх виникнення;
- Проведення інструктажів та навчання персоналу щодо дій у разі пожежі включає навчання з використання пожежних засобів, процедур евакуації та забезпечення безпеки під час пожежі.

6.3. Охорона навколишнього середовища

6.3.1. Загальні положення

Будівельні процеси повинні виконувати вимоги щодо охорони навколишнього середовища. Це включає ефективне управління відходами будівництва, контроль за викидами в атмосферу, збереження та відновлення природних ресурсів.

6.3.2. Управління відходами

Відходи будівельної діяльності мають бути зібрані, збережені та утилізовані відповідно до екологічних стандартів. Основні заходи включають:

- Сортування відходів на будівельному майданчику, відокремлення матеріалів з метою їх подальшої переробки або видалення;
- Використання спеціальних контейнерів для зберігання відходів забезпечує безпечне і ефективне їх зберігання протягом будівельних робіт;

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		69

- Транспортування відходів на ліцензовані полігони або переробні підприємства, забезпечить їхню відповідну обробку або утилізацію відповідно до вимог стандартів та правил екологічної безпеки.

6.3.3. Контроль за викидами

Для зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу потрібно:

- Використання екологічно безпечних будівельних матеріалів та технологій сприятиме зниженню викидів токсичних речовин під час будівництва та експлуатації об'єктів;
- Здійснювати систематичний моніторинг рівнів забруднення, щоб своєчасно виявляти та контролювати викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище;
- Впровадження заходів з очищення викидів передбачає використання спеціалізованих технологій та систем для зменшення впливу викидів на довкілля шляхом їх очищення або зменшення концентрації шкідливих речовин.

6.4. Навчання та інструктажі

6.4.1. Види навчання

Ефективна охорона праці та захист навколишнього середовища неможлива без належного навчання та інструктажу персоналу. Навчання з охорони праці включає:

- Вступний інструктаж для нових працівників;
- Первинний інструктаж на робочому місці;
- Повторний інструктаж;
- Цільовий інструктаж при зміні умов праці.

6.4.2. Проведення інструктажів

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		70

Інструктажі, що проводяться відповідно до затверджених програм та журналів обліку, є важливою складовою системи охорони праці та безпеки на робочому місці. Всі ці аспекти інструктажів спрямовані на забезпечення безпеки та запобігання небажаним подіям на робочому місці, а також на готовність працівників реагувати на них в разі потреби. Основні аспекти інструктажів включають:

- Ознайомлення працівників з потенційними небезпеками, які можуть виникнути під час виконання робіт, а також зі засобами та правилами безпеки, необхідними для їх запобігання.
- Навчання працівників діям у надзвичайних ситуаціях, таких як пожежа, аварія, травма тощо, включає навчання правильному використанню засобів індивідуального захисту, евакуаційним процедурам та наданню першої медичної допомоги.
- Контроль за знаннями працівників щодо правил безпеки та їх вмінням застосовувати ці знання на практиці, може включати перевірку знань через тестування або практичні демонстрації навичок.

6.5. Документація та звітність

6.5.1. Види документації

До основних документів за [20], що вимагаються, входять:

1. Проекти організації будівництва (ПОБ), які визначають порядок виконання робіт на будівельному майданчику та розміщення обладнання;
2. Проекти виконання робіт (ПВР), які містять детальні плани і вказівки для робітників щодо виконання конкретних завдань;
3. Журнали інструктажів з охорони праці, де реєструються всі навчальні заходи та інструктажі з безпеки для персоналу;
4. Акти-допуски на виконання робіт, що підтверджують дозвіл на проведення певних видів робіт та відповідність умовам та вимогам.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		71

6.5.2. Вимоги до ведення документації

Документація має бути оновлювана своєчасно та доступна для перевірок. Основними вимогами є ведення документації у відповідності з усіма чинними нормативними актами, забезпечення зберігання документів протягом установленого терміну, з урахуванням вимог щодо зберігання, забезпечення готовності надати документи на вимогу контролюючих органів для перевірки відповідності нормам та вимогам.

6.6. Впровадження новітніх технологій

6.6.1. Використання сучасних технологій

Застосування передових технологій у будівництві сприяє підвищенню рівня безпеки праці та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище, тобто це:

- Впровадження автоматизованих систем контролю за станом безпеки, дозволяє оперативно реагувати на потенційні загрози та уникати нещасних випадків;
- Використання екологічно чистих матеріалів, які мають менший вплив на довкілля під час виробництва, використання та утилізації;
- Застосування енергоефективних технологій спрямоване на зменшення споживання енергії та викидів шкідливих речовин під час експлуатації будівель та споруд.

6.6.2. Інноваційні підходи

Інноваційні підходи до охорони праці та захисту довкілля включають:

- Розробку нових методів управління ризиками, спрямованих на ідентифікацію та зменшення потенційних небезпек на робочому місці;

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		72

- Впровадження систем моніторингу здоров'я працівників, які дозволяють вчасно виявляти можливі проблеми зі здоров'ям та вжити необхідні заходи для їх запобігання;
- Використання передових технологій для зменшення викидів шкідливих речовин у довкілля, ефективніші методи очищення відходів та розробка екологічно чистих виробничих процесів.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		73

РОЗДІЛ 7

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Студент

Михайлишин В.А.

Керівник

Погосов О.Г.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		74

7.1. Вихідні дані

Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) комплексної системи опалення житлового будинку є важливим етапом для визначення доцільності впровадження та ефективності роботи системи. Цей розділ охоплює аналіз технічних та економічних аспектів, які дозволяють обрати оптимальне рішення для забезпечення комфортних умов проживання в будинку при мінімальних витратах на енергоносії та експлуатацію.

Для проведення техніко-економічного обґрунтування необхідно врахувати наступні вихідні дані:

Навантаження системи опалення+вентиляція:	30	кВт
Навантаження системи охолодження:	0	кВт
Навантаження системи ГВП розр. серед.:	6,00	кВт
Потреба в гарячій воді:	180	л/люд.хдоб
Кількість мешканців:	3	люд.
Витрата енергії для потреб ГВП:	21,98	кВт*год/доб
Розрахунковий температурний графік СО:	80	°С
	60	
Розрахункова температура на зовн. пов.	-22	°С
Відбір зондового теплового насосу при $\tau=1800$	60	Вт/м.п.
Відбір зондового теплового насосу при $\tau=2400$	50	Вт/м.п.
Відбір зондового теплового насосу при $\tau=4500$ (рев)	26,67	Вт/м.п.

7.2. Кліматологічні дані

Відповідно до розсташування об'єкту:

Кліматологічні дані

Таблиця 7.1

Місяць	1	2	3
Середня температура, °С:	-4,7	-3,6	1
Температури НС, °С:	-25..-30	-20..-25	-15..-20
Період стояння температур, °С:	5,5	5,7	6,6

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		75

Кінчення таблиці 7.1

Місяць	4	5	6
Середня температура, °С:	9	15,2	18,3
Температури НС, °С:	-10..-15	-	-
Період стояння температур, °С:	8,8	9,8	9,6
Місяць	7	8	9
Середня температура, оС:	19,8	19	13,9
Температури НС, оС:	-	-	-
Період стояння температур, оС:	9,4	9,6	9,1
Місяць	10	11	12
Середня температура, оС:	8,1	1,9	-2,5
Температури НС, оС:	-5..-10	0..-5	+8..0
Період стояння температур, оС:	7,5	4,7	4,7
Місяць	Всього за сезон		
Середня температура, °С:	-0,1		
Температури НС, °С:	-		
Період стояння температур, °С:	91		

7.3. Температурний графік системи опалення

Температурний графік системи опалення розробляється за спрощеним методом, що базується на балансовому припущенні, що теплообмін відсутній при однакових температурах навколишнього середовища і внутрішнього повітря. При цьому, температури в подавальному та зворотному трубопроводах системи опалення також вважаються однаковими.

Залежність температури теплоносія від температури навколишнього середовища визначається за допомогою лінійної функції, що проходить через дві точки на площині:

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} \rightarrow y = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \cdot (y_2 - y_1) + y_1 \quad (7.1)$$

де y – температура теплоносія, що розраховується і відповідає температурі навколишнього середовища x , °С;

x – температура навколишнього середовища (в рамках даної лабораторної роботи середньомісячні температури), для якої розраховується температура теплоносія y , °С;

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		76

x_1 – температура зовнішнього середовища, °С;

x_2 – температура зовнішнього середовища °С;

y_1 – максимальна температура теплоносія за графіком, відповідає розрахунковій температурі зовнішнього середовища, °С;

y_2 – мінімальна умовна температура теплоносія, °С.

Температура теплоносія в подавальному трубопроводі:

$$t_{\text{под}}^i = \frac{(t_{out}^i - t_{out})}{(t_{in} - t_{out})} \cdot (t_{in} - t_{\text{под}}) + t_{\text{под}} \quad (7.2)$$

де $t_{\text{под}}^i$ – температура в подавальній магістралі при температурі зовнішнього повітря t_{out}^i , °С;

t_{out}^i – середня температура зовнішнього повітря помісячно, °С;

t_{out} – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

t_{in} – температура внутрішнього повітря, °С;

$t_{\text{под}}$ – розрахункова температура теплоносія в подавальній магістралі, °С.

Температура теплоносія в зворотньому трубопроводі:

$$t_{\text{зв}}^i = \frac{(t_{out}^i - t_{out})}{(t_{in} - t_{out})} \cdot (t_{in} - t_{\text{зв}}) + t_{\text{зв}} \quad (7.3)$$

де $t_{\text{зв}}^i$ – температура теплоносія в зворотній магістралі при температурі зовнішнього повітря t_{out}^i , °С;

t_{out}^i – середня температура зовнішнього повітря помісячно, °С;

t_{out} – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

t_{in} – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

$t_{\text{зв}}$ – розрахункова температура теплоносія в зворотній магістралі, °С.

Розрахунок наведено в табл.7.2.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		77

Температурний графік

таблиця 7.2

Місяць	1	2	3
Температурний графік CO, °C:	55,3	53,7	47,1
	43,5	42,5	38,1
Місяць	4	5	6
Температурний графік CO, °C:	35,7	45,0	45,0
	30,5	24,6	21,6
Місяць	7	8	9
Температурний графік CO, °C:	45,0	45,0	45,0
	20,2	21,0	25,8
Місяць	10	11	12
Температурний графік CO, °C:	37,0	45,9	52,1
	31,3	37,2	41,4
Місяць	Всього за сезон		
Температурний графік CO, °C:	48,7		
	39,1		

7.4. Відносне навантаження системи опалення

Відносно температури зовнішнього середовища, навантаження системи опалення визначається наступним чином:

$$Q_i = Q \cdot \frac{t_{in} - t_i}{t_{in} - t_{out}} \quad (7.4)$$

де Q_i – навантаження системи опалення при температурі зовнішнього повітря t_i , кВт;

Q – розрахункове навантаження системи опалення при температурі зовнішнього повітря t_{out} , кВт;

t_{in} – температура внутрішнього повітря, °C;

t_{out} , – розрахункова температура зовнішнього повітря, °C;

t_i – температура зовнішнього повітря, для якої ведеться розрахунок навантаження системи, °C

Знайшовши навантаження системи переходимо до розрахунку енергоспоживання. Енергоспоживання рівне:

$$E_{CO} = Q_i \cdot 24 \cdot n \quad (7.5)$$

де E_{CO} – енергоспоживання системи опалення, кВт*год;

Q_i - навантаження системи опалення при температурі зовнішнього повітря t_i , кВт;

n - кількість днів опалювального періоду (місяця, що розраховується), днів.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
							78
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		

Розрахунок наведено в табл.7.3

Навантаження та енергоспоживання системи опалення таблиця 7.3

Місяць	1	2	3
Температурний графік CO, °C:	55,3	53,7	47,1
Навантаження CO, кВт:	17,64	16,86	13,57
Сумарне споживання кВт*год:	10742,00	10456,00	9260,00
Місяць	4	5	6
Температурний графік CO, °C:	35,7	45,0	45,0
Навантаження CO, кВт:	7,86	0,00	0,00
Сумарне споживання кВт*год:	7180,00	4320,00	4320,00
Місяць	7	8	9
Температурний графік CO, °C:	45,0	45,0	45,0
Навантаження CO, кВт:	0,00	0,00	0,00
Сумарне споживання кВт*год:	4320,00	4320,00	4320,00
Місяць	10	11	12
Температурний графік CO, °C:	37,0	45,9	52,1
Навантаження CO, кВт:	8,50	12,93	16,07
Сумарне споживання кВт*год:	7414,00	9026,00	10170,00
Місяць	Всього за сезон		
Температурний графік CO, °C:	48,7		
Навантаження CO, кВт:	14,36		
Сумарне споживання кВт*год:	85848,00		

7.5. Порівняльний аналіз різних систем опалення

Для вибору оптимальної системи опалення проводиться порівняльний аналіз різних варіантів:

- Газовий котел;
- Газовий конденсаційний котел;
- Електричний котел;
- Твердопаливний котел;
- Тепловий насос.

Розрахунок витрат палива є важливим етапом при виборі системи опалення для житлового будинку. Він включає в себе оцінку споживання енергії та вартість використання різних типів опалювальних котлів, таких як газові (неконденсаційні та конденсаційні), електричні, твердопаливні котли та тепловий насос. В цьому розділі розглянемо розрахунки витрат палива для кожної з цих систем.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		79

Споживання природного газу у газовому (конденсаційному) котлі визначається відношенням E'_{CO} (кДж) енергоспоживання системи опалення до добутку Q_p^H (кДж/м³) питомої нижчої теплоти згорання та $\eta_{(конд)}$ коефіцієнту використання палива газового (конденсаційного) котла:

$$B_{(конд)} = \frac{E'_{CO}}{Q_p^H \cdot \eta_{(конд)}} \quad (7.6)$$

Для електрокотла споживання електроенергії приймаємо рівним енергоспоживанню системою опалення, тобто:

$$B_{ел} = E_{CO} \quad (7.7)$$

Для твердопаливного котла споживання розраховуємо наступним чином:

$$B_{ТВ} = \frac{E'_{CO}}{Q_p^H \cdot \eta_{ТВ} \cdot 1000} \quad (7.8)$$

де, $B_{ТВ}$ – споживання твердопаливним котлом, т;

E'_{CO} – енергоспоживання системи опалення, кДж;

Q_p^H – питома нижча теплота згорання палива, кДж/кг;

$\eta_{конд}$ – ККД твердопаливного котла.

Розрахунки наведені в табл.7.4

Витрата енергоресурсів

Таблиця 7.4

Місяць	1	2	3
Витрата прир. газу, м ³	1263,76	1230,12	1089,41
Витрата прир. газу (конд), м ³	1142,77	1112,34	985,11
Витрата дизельного палива, л	899,33	875,39	775,26
Витрата зрідженого газу, л	1502,38	1462,38	1295,10
Витрата вугілля, т	1,47	1,43	1,27
Витрата дров сухих, т	3,22	3,13	2,77
Досягне вироблення теплової енергії повітряним тепловим насосом, кВт*год:	7602,03	7399,63	6553,23
Додаткова витрата енергії при роботі ТН повітря-вода. кВт*год:	3139,97	3056,37	2706,77
Витрата е/е ТН, кВт*год	3968,78	3708,83	2698,66

Продовження таблиці 7.4

Місяць	4	5	6
Витрата прир. газу, м ³	844,71	508,24	508,24
Витрата прир. газу (конд), м ³	763,83	459,57	459,57
Витрата дизельного палива, л	601,12	361,67	361,67
Витрата зрідженого газу, л	1004,20	604,20	604,20
Витрата вугілля, т	0,99	0,59	0,59
Витрата дров сухих, т	2,15	1,29	1,29
Досяжне вироблення теплової енергії повітряним тепловим насосом, кВт*год:	5081,23	4320,00	4320,00
Додаткова витрата енергії при роботі ТН повітря-вода. кВт*год:	2098,77	0,00	0,00
Витрата е/е ТН, кВт*год	1256,28	1156,66	1036,33
Місяць	7	8	9
Витрата прир. газу, м ³	508,24	508,24	508,24
Витрата прир. газу (конд), м ³	459,57	459,57	459,57
Витрата дизельного палива, л	361,67	361,67	361,67
Витрата зрідженого газу, л	604,20	604,20	604,20
Витрата вугілля, т	0,59	0,59	0,59
Витрата дров сухих, т	1,29	1,29	1,29
Досяжне вироблення теплової енергії повітряним тепловим насосом, кВт*год:	4320,00	4320,00	4320,00
Додаткова витрата енергії при роботі ТН повітря-вода. кВт*год:	0,00	0,00	0,00
Витрата е/е ТН, кВт*год	978,11	1009,16	1207,12
Місяць	10	11	12
Витрата прир. газу, м ³	872,24	1061,88	1196,47
Витрата прир. газу (конд), м ³	788,72	960,21	1081,91
Витрата дизельного палива, л	620,71	755,67	851,44
Витрата зрідженого газу, л	1036,92	1262,38	1422,38
Витрата вугілля, т	1,02	1,24	1,40
Витрата дров сухих, т	2,22	2,70	3,05
Досяжне вироблення теплової енергії повітряним тепловим насосом, кВт*год:	5246,83	6387,63	7197,23
Додаткова витрата енергії при роботі ТН повітря-вода. кВт*год:	2167,17	2638,37	2972,77
Витрата е/е ТН, кВт*год	1397,54	2515,97	3455,86

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		81

Місяць	Всього за сезон
Витрата прир. газу, м ³	10 100
Витрата прир. газу (конд), м ³	9 133
Витрата дизельного палива, л	7 187
Витрата зрідженого газу, л	12 007
Витрата вугілля, т	12
Витрата дров сухих, т	26
Досягне вироблення теплової енергії повітряним тепловим насосом, кВт*год:	67 068
Додаткова витрата енергії при роботі ТН повітря-вода. кВт*год:	18 780
Витрата є/є ТН, кВт*год	24 389

Для визначення вартості спожитого палива використовується окрема формула для кожного типу котла.

Ці формули дозволять розрахувати витрати палива для кожного типу системи опалення, що допоможе визначити найбільш економічно вигідний варіант для конкретних умов експлуатації. Окрім економічних факторів, також слід враховувати екологічні аспекти та зручність використання різних типів котлів, що впливає на загальну ефективність і комфорт опалення житлового будинку.

Вартість спожитого енергоресурсу рівний добутку споживання на вартість енергоресурсу, звідси:

- Природний газ спожитий газовим (конденсаційного) котлоагрегатом:

$$V_{(\text{конд})}^{\text{ПГ}} = V_{(\text{конд})} \cdot V_{\text{ПГ}} \quad (7.9)$$

де $V_{(\text{конд})}^{\text{ПГ}}$ – вартість спожитого природного газу, газовим (конденсаційним) котлом, грн;

$V_{(\text{конд})}$ – споживання природного газу, газовим (конденсаційним) котлом, м³;

$V_{\text{ПГ}}$ – вартість природного газу для населення, грн/м³.

- Електроенергія спожита електродотлом:

$$V_{\text{ел}}^{e/e} = V_{\text{ел}} \cdot V_{\text{ел}} \quad (7.10)$$

де $V_{\text{ел}}^{e/e}$ – вартість спожитої електроенергії електродотлом, грн;

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		82

$V_{ел}$ – споживання електроенергії електрокотлом, кВт·год;

$V_{ел}$ – вартість електроенергії для населення, грн/кВт·год.

- Паливо спожите твердопаливним котлом:

$$V_{ТВ}^{дрів} = V_{ТВ} \cdot V_{дров} \quad (7.11)$$

де $V_{ТВ}^{дрів}$ – вартість спожитого палива твердопаливним котлом, грн;

$V_{ТВ}$ – споживання твердопаливним котлом, т;

$V_{дрів}$ – вартість дров, грн/т.

Розрахунки зображені в табл.7.4

Фінансові затрати на енергоресурси

Таблиця 7.4

Місяць	1	2	3
Витрата прир. газу, м ³	1263,76	1230,12	1089,41
Затрати на прир. газ, грн	12637,65	12301,18	10894,12
Затрати на прир. газ (конд), грн	11427,66	11123,40	9851,06
Затрати на дизельне паливо, грн	47664,50	46395,46	41088,56
Затрати на зріджений газ, грн	46573,71	45333,71	40148,25
Затрати на електроенергію, грн	28358,88	27603,84	24446,40
Затрати на вугілля, грн	20632,50	20083,17	17785,98
Затрати на дрова сухі, грн	8666,25	8435,52	7470,63
Повітряний тепловий насос, грн	18767,11	17860,12	14270,33
Місяць	4	5	6
Витрата прир. газу, м ³	844,71	508,24	508,24
Затрати на прир. газ, грн	8447,06	5082,35	5082,35
Затрати на прир. газ (конд), грн	7638,30	4595,74	4595,74
Затрати на дизельне паливо, грн	31859,16	19168,74	19168,74
Затрати на зріджений газ, грн	31130,07	18730,07	18730,07
Затрати на електроенергію, грн	18955,20	11404,80	11404,80
Затрати на вугілля, грн	13790,85	8297,56	8297,56
Затрати на дрова сухі, грн	5792,56	3485,22	3485,22
Повітряний тепловий насос, грн	8857,34	3053,58	2735,92
Місяць	7	8	9
Витрата прир. газу, м ³	508,24	508,24	508,24
Затрати на прир. газ, грн	5082,35	5082,35	5082,35
Затрати на прир. газ (конд), грн	4595,74	4595,74	4595,74
Затрати на дизельне паливо, грн	19168,74	19168,74	19168,74
Затрати на зріджений газ, грн	18730,07	18730,07	18730,07
Затрати на електроенергію, грн	11404,80	11404,80	11404,80
Затрати на вугілля, грн	8297,56	8297,56	8297,56
Затрати на дрова сухі, грн	3485,22	3485,22	3485,22
Повітряний тепловий насос, грн	2582,22	2664,19	3186,79

Кінець таблиці 7.4

Місяць	10	11	12
Витрата прир. газу, м ³	872,24	1061,88	1196,47
Затрати на прир. газ, грн	8722,35	10618,82	11964,71
Затрати на прир. газ (конд), грн	7887,23	9602,13	10819,15
Затрати на дизельне паливо, грн	32897,47	40050,25	45126,42
Затрати на зріджений газ, грн	32144,62	39133,71	44093,71
Затрати на електроенергію, грн	19572,96	23828,64	26848,80
Затрати на вугілля, грн	14240,30	17336,52	19533,84
Затрати на дрова сухі, грн	5981,34	7281,84	8204,78
Повітряний тепловий насос, грн	9410,84	13607,45	16971,59

Сезонні затрати

Таблиця 7.5

	Всього за сезон	
		на 1 гкал
Затрати на прир. газ, грн	100 998	1368,0
Затрати на прир. газ (конд), грн	91 328	1237,0
Затрати на дизельне паливо, грн	380 926	5159,5
Затрати на зріджений газ, грн	372 208	5041,4
Затрати на електроенергію, грн	226 639	3069,7
Затрати на вугілля, грн	206 891	2802,3
Затрати на дрова сухі, грн	111 259	1507,0
Повітряний тепловий насос, грн	113 967	1543,6
Зондовий тепловий насос, $\tau=2400$, грн	74 372	1007,3
Зондовий тепловий насос, (рев) грн	62 544	847,1

Характеристика енергоресурсів

Таблиця 7.6

Вид палива	Тариф за од.	ККД тепло-генератора, %	Теплотворна спроможність палива	Питома енергоємність
Природний газ	10	90	34000	30600
м ³	10		кДж/м ³	кДж/м ³
Природний газ (конд.)	10	94	36000	33840
м ³	10		кДж/м ³	кДж/м ³
Дизельне паливо	53	86	50000	43000
Л (840 кг/м ³)			кДж/л	кДж/л
Зріджений газ	31	90	28600	25740
Л (550 кг/м ³)			кДж/л	кДж/л

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		84

Кінець таблиці 7.6				
Електроенергія	2,64	99	-	-
КВт*год	2,64		-	-
Тепловий насос	2,64	COP (середній), 1:X	-	-
КВт*год	2,64	3,0	-	-
Вугілля (антрацит)	14000	82	32000	26240
т			кДж/кг	кДж/кг
Дрова сухі, 650 кг/м ³ (менше 30% вологості)	2692,31	82	14651	12014
т			кДж/кг	кДж/кг

Використання комплексної опалювальної системи, що включає газовий конденсаційний котел, електрокотел і твердопаливний камін, є ефективним завдяки їхній взаємодоповнюваності та економічній вигоді. Газовий конденсаційний котел вирізняється високою ефективністю, особливо при низьких температурах, це знижує споживання газу та витрати на опалення. Такі котли можуть забезпечувати основне опалення будинку, підтримуючи стабільну температуру завдяки конденсації водяної пари з продуктів згоряння, що збільшує їх коефіцієнт корисної дії.

Електрокотел виконує функцію резервного або додаткового джерела тепла, особливо під час пікових навантажень або в періоди технічного обслуговування газового котла. Він забезпечує гнучкість системи та здатність швидко реагувати на зміни в потребах опалення. Однак слід враховувати високі тарифи на електроенергію, що робить його використання менш економічно вигідним у порівнянні з іншими джерелами тепла.

Твердопаливний камін, особливо на дровах, є економічно вигідним варіантом, особливо в регіонах з легким доступом до деревини. Він може служити додатковим джерелом тепла, створюючи затишок та знижуючи навантаження на основні котли. Вартість теплової енергії, отриманої з твердопаливного каміна,

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		85

значно нижча порівняно з електрокотлом але вища ніж у газового конденсаційного котлоагрегату, що підтверджується розрахунками.

Отже, поєднане використання газового конденсаційного котла, електрокотла та твердопаливного каміна дозволяє максимально оптимізувати витрати на опалення, значно підвищити надійність і гнучкість системи, а також забезпечити комфортні умови в будинку за будь-яких погодних умов. Така система ефективно реагує на зміну потреб в опаленні, забезпечує безперебійну роботу і створює затишну атмосферу в оселі протягом усього року.

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		86

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		87

1. Приймак, О. В., Пасічник, П. О., Білан, Р. В., & Нагорний, С. О. (2016). Визначення частки теплового навантаження, що заміщується енергією сонця та вітру для системи тепlopостачання з комбінованим сонячно-електричним повітропідігрівачем. *Енергоефективність в будівництві та архітектурі*, (8), 292-296.
2. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2021. – 26 с.
3. ДБН, В. (2013). 2.5-67: 2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. «Мінрегіон України», К.
4. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. - К.: ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2022. – 152 с.
5. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. - К.: ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2022. – 60 с.
6. Дорошенко, А., & Погосов, О. (2024). АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТОЧКОВИХ ТЕПЛОПРОВІДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ НА ЗНАЧЕННЯ ПРИВЕДЕНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ. *Матеріали конференцій МЦНД*, (19.01. 2024; Кривий Ріг, Україна), 300-304.
7. ДСТУ EN 12831-1:2017 Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження. Частина 1. Теплове навантаження, Модуль МЗ-3 (EN 12831-1:2017, IDT). ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості»
8. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення: посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗів. – Відень-Київ-Симферополь: ГЕРЦ Арматурен Г.м.б.Х, 2010.
9. Любарець О.П., Верещинський П. , Сеньковський К. , Куно Г.В. Теплова потужність систем опалення. Довідник з методики розрахунку у програмі

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		88

Auditor-OZC 6.9.(Представництво фірми КАН в Україні – ТОВ КАН – Київ. – 31с).

10. Опалення. Автор-упорядник Глушко Ю.Ю. Навчальний посібник. – К.: Ресурсний центр «Гурт», 2018. – 133 с.

11. ДСТУ, Б. (2014). 3.1-22: 2013 Визначення тривалості будівництва об'єктів. «Мінрегіон України».

12. Лубенець В.Г. Основи організації і планування будівельного виробництва в запитаннях та відповідях. — К.: 2000. - 156 с.

13. Майданов В.М., Шейко Ю.П., Тригер Г.М. та ін. Організація і планування будівництва: навчальний посібник. – К.: Урожай, 1993. - 432 с.

14. ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва.- К: Мінрегіон України. 2016-51с.

15. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи:

- РЕКН. Збірник 24. Теплопостачання та газопроводи зовнішньої мережі.-К: Міністерство розвитку громад та територій України. 2021-142 с.

-РЕКН. Збірник 1. Земляні роботи.-К: Міністерство розвитку громад та територій України. 2021-356 с.

- РЕКН. Збірник 26. Теплоізоляційні роботи.-К: Міністерство розвитку громад та територій України. 2021-86 с.

- РЕКН. Збірник 20. Вентиляція та кондиціонування повітря.-К: Міністерство розвитку громад та територій України. 2021-150 с.

- РЕКН. Збірник 7. Бетонні та залізобетонні конструкції збірні.-К: Міністерство розвитку громад та територій України. 2021-216 с.

16. Степанов М.В., Вакалюк А.С. Організація будівельно-монтажних робіт: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2011. – 88 с.

17. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. – чинний з 01.04.2012.

18. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		89

19. ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту» з редакцією від 01.11.2019 року

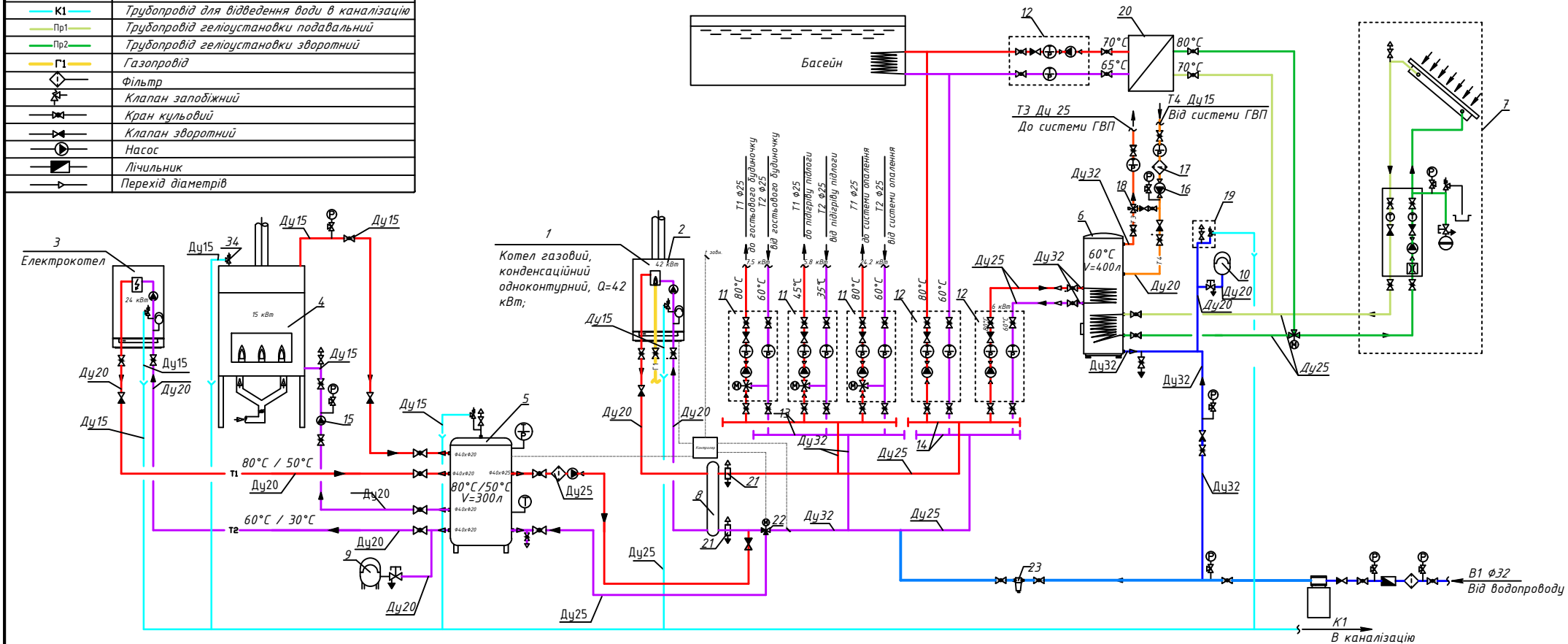
20. ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво. Зі Змінами № 1 та № 2. «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ)»

						Атестаційна Випускна Робота	Аркуш
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата		90

Умовні позначення

	T1	Трубопровід мережної води подавальний
	T2	Трубопровід мережної води зворотний
	T3	Трубопровід гарячого водопостачання
	T4	Трубопровід циркуляційний системи ГВП
	T94	Трубопровід підживлюючий
	B1	Трубопровід госп.-питної води
	K1	Трубопровід для відведення води в каналізацію
	Пр1	Трубопровід теплоустановки подавальний
	Пр2	Трубопровід теплоустановки зворотний
	Г1	Газопровід
		Фільтр
		Клапан запобіжний
		Кран кульовий
		Клапан зворотний
		Насос
		Лічильник
		Перехід діаметрів

Принципова схема теплопостачання будинку



Експлікація обладнання

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Вага, кг	Примітка	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Вага, кг	Примітка
1	GB 172i-42 Logamax plus	Котел газівий, конденсаційний, одноконтурний, Q=42 кВт	1	4,6	BUEDERUS	16	UPS 25-60	Циркуляційний насос, G=0,25 м³/год, H=3м, -1, 230В, N=0,045 кВт, I=0,38А	1	2,3	Grundfos
2	GA-K 80/125	Комплект дискондиціонування для підключення до фільтрації шпарту	1		BUEDERUS	17	Valtec FT192	Фільтр муфтовий, Ду15	1		
3	Скат 24-К	Котел електричний, настінний, Q=24 кВт	1	34	pratherm	18	Esbe VTA 322 3/4" 35-60°C	Змшувальний клапан для гарячої води Ду15	1		
4	Ротор HEAT W 2G 70.50.01	Котел з водним котлом, Q=14,5 кВт; в комплекті з автоматикою, N=0,120-0,153 кВт	1	245	Чехія	19	Honeywell SG 160S 1"	Група безпеки	2		
5	SPSX 300	Буферний бак-накопичувач V=300л, SPSX 300 фізюліції	1	70	BUEDERUS	20	ВІТМТх50/1P-SC-S (4x1 1/4" & 28U)	Теплообмінник для нагріву басейну	1		
6	SMH400.5 EW-C	Бак непрямого нагріву ГВП V=400л, SMH500.5 EW-C	1	211	BUEDERUS	21	Комбінований сепаратор повітря і шпарту, Ду 25	Комбінований сепаратор повітря і шпарту, Ду 25	2		
7	Комплект (в одному розділі не розробляється)	Сонячний модуль	1		BUEDERUS	22	3-ход перемикаючий клапан тип ZRS234 DN25 G1" kvv5,7 230В 2 точки	3-ход перемикаючий клапан тип ZRS234 DN25 G1" kvv5,7 230В 2 точки	1		
8	WNY 80/60	Стрижка гідравлічна, макс. 2500 л/год	1		BUEDERUS	23	Фільтр проточний, Ду 15 FK06-AAM	Фільтр проточний, Ду 15 FK06-AAM	1		
9	MAG 35	Розширвальний бак, мембранний для системи опалення	1			24					
10	HSN 25/6 Комплект швидкого монтажу контури опалення	Насосна група опалювального контуру із змшувачем	3		Reflex	25					
11	HS 25/6 Комплект швидкого монтажу контури приготування ГВП	Насосна група опалювального контуру без змшувача	3			26					
12	HKV 3/25/40	Коллектор опалювальних контурів				27					
13	HKV 2/25/25	Коллектор опалювальних контурів				28					
14	UPS 15-50	Циркуляційний насос, G=0,67 м³/год, H=15м, -1, 230В, N=0,05 кВт	1	2,3	Grundfos	29					
15						30					
						31					

Атестаційна Випускна Робота					
Комплексна система теплохолодопостачання житлового будинку в с.Троєщина					
Зн.	Клас.	Арх.	Кон.	Підв.	Проф.
Розробив	Михайлишин				
Корисик	Гласкош О.Г.				
Заб.кваліфік.	Кориченко Н.А.				
Теплопостачання				Спеціал.	Арх.
Принципова схема теплопостачання будинку				АВР	1 7
				КНУБА ТВ-20	

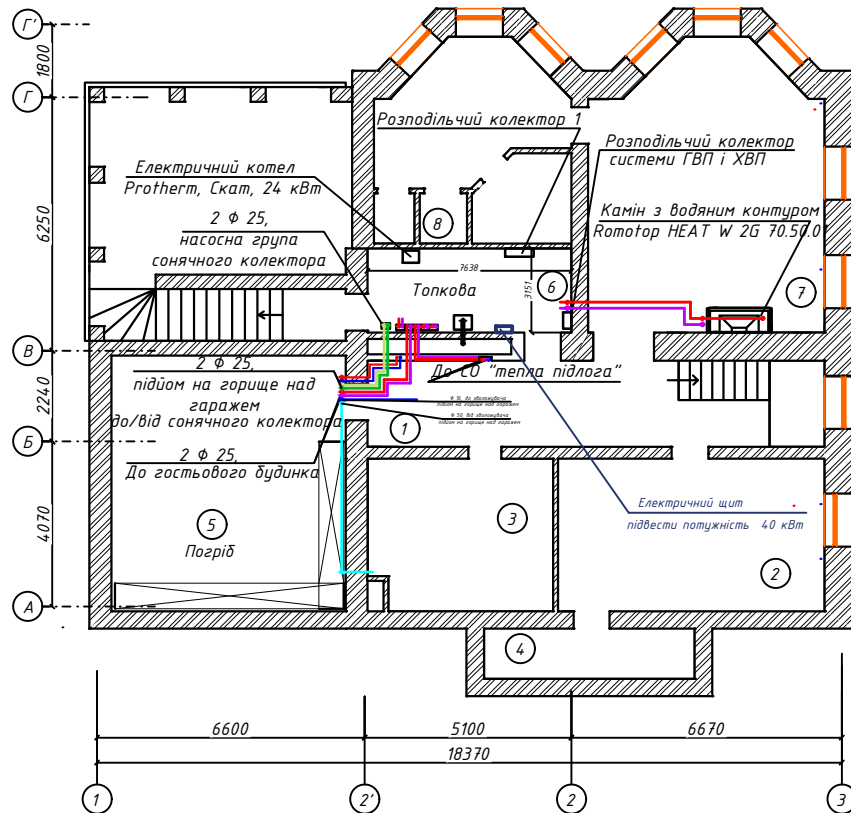
Умовні позначення:

- опалювальні прилади існуючі
- трубопроводи системи опалення
- трубопроводи системи опалення "тепла підлога"

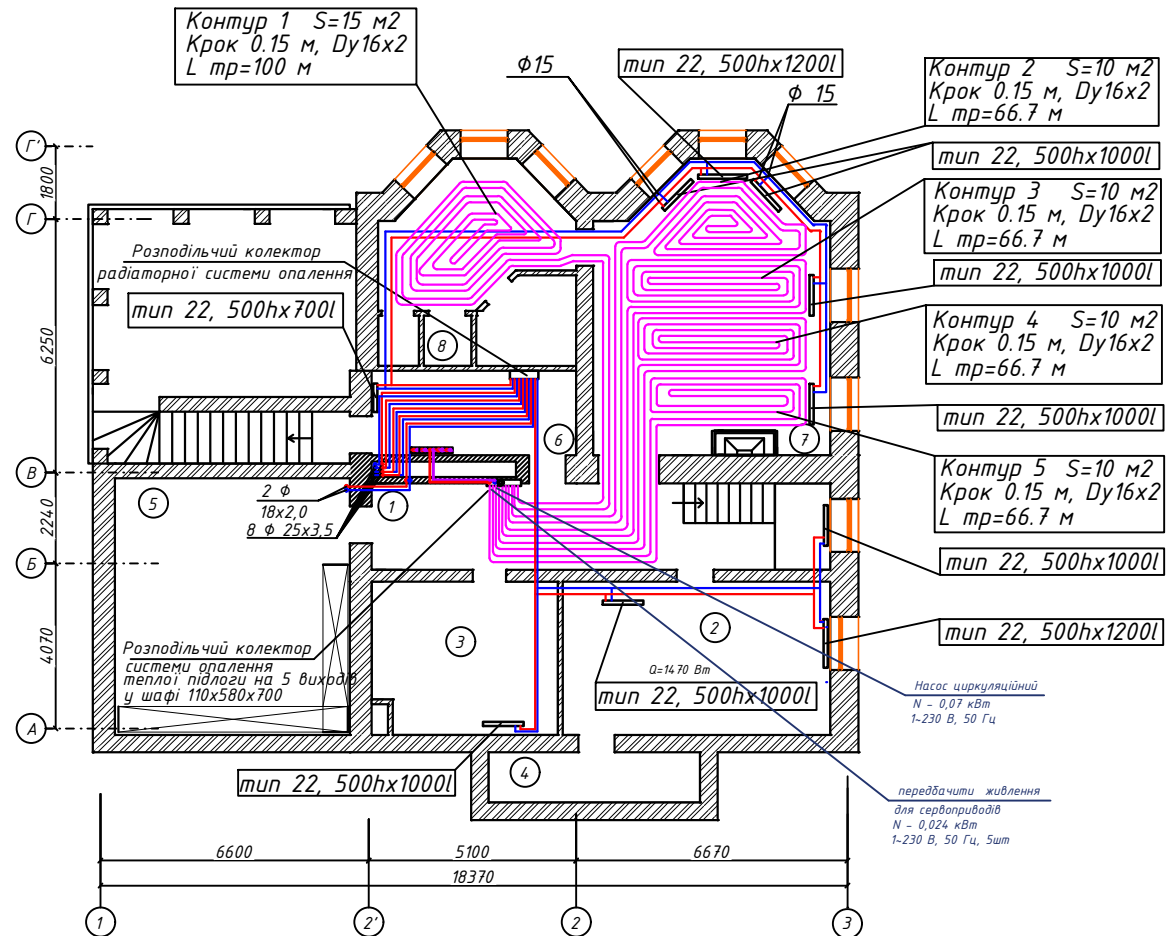
Експлікація приміщень

№п/п	Назва	Площа
1	Коридор	23,90 м ²
2	Кабінет	25,24 м ²
3	Пральня	16,83 м ²
4	Сховище	6,8 м ²
5	Погріб	36,94 м ²
6	Котельня	11,09 м ²
7	Кімната відпочинку	41,19 м ²
8	Спа зона	22,72 м ²
		184,51 м ²

План цокольного поверху



План цокольного поверху

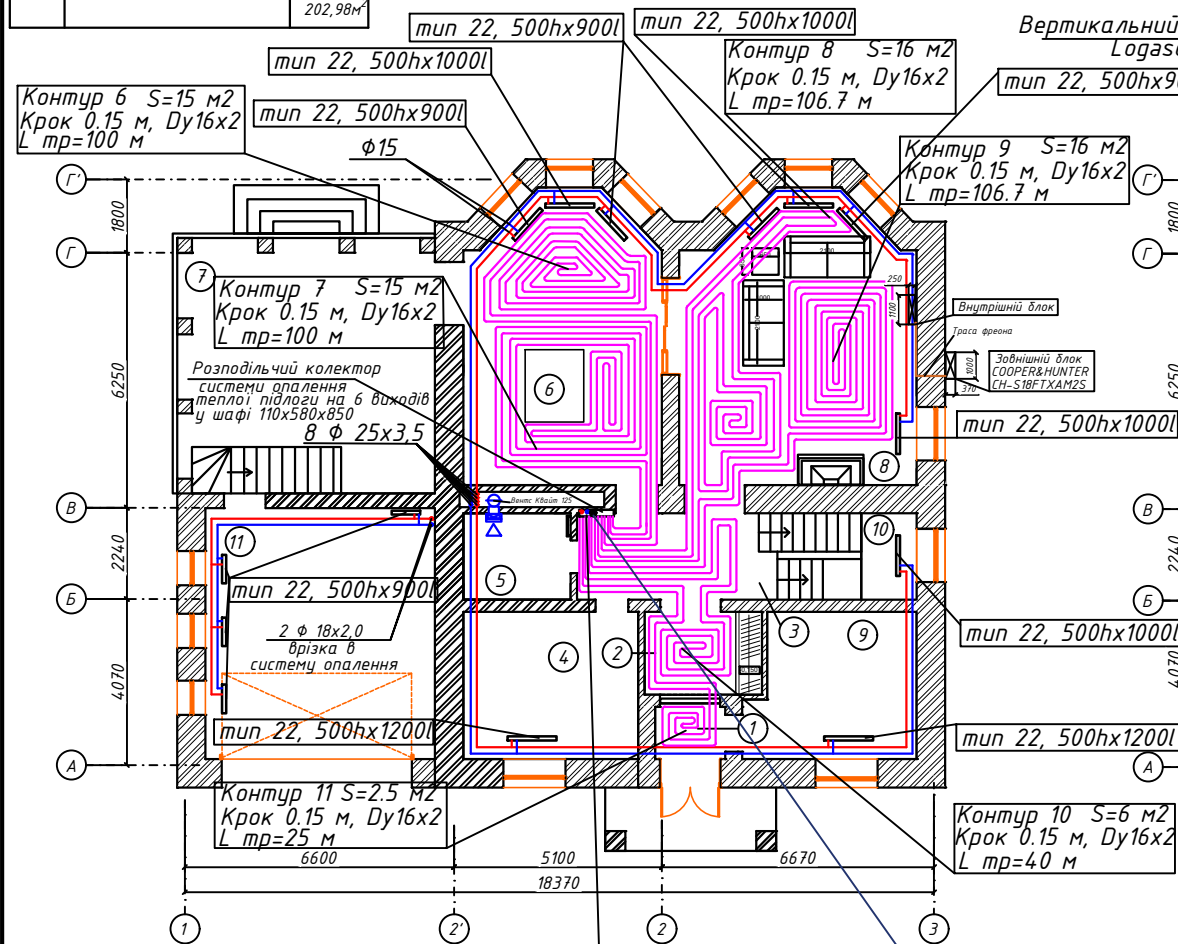


Атестаційна Випускна Робота										
Комплексна система теплохолодопостачання житлового будинку в с.Троєщина										
Зн	Кіляк	Архив	Архив	Підпис	Дата					
Розробник	Михайлишин	Стефан	Архив	Архив						
Корисник	Гавриш О.Г.									
Опалення житлового будинку						Сторінка	3	7		
План цокольного поверху						КНУБА ТВ-20				

Експлікація приміщень 1 поверху

№п/п	Назва	Площа
1	Тамбур	2,89 м ²
2	Прихожа	6,72 м ²
3	Хол	10,21 м ²
4	Житлова кімната 1	15,47 м ²
5	Гостьовий санвузол	5,58 м ²
6	Кухня - столова	35,46 м ²
7	Веранда	34,17 м ²
8	Вітальня	39,29 м ²
9	Житлова кімната 2	13,84 м ²
10	Сходи	2,88 м ²
11	Гараж	36,47 м ²
		202,98 м ²

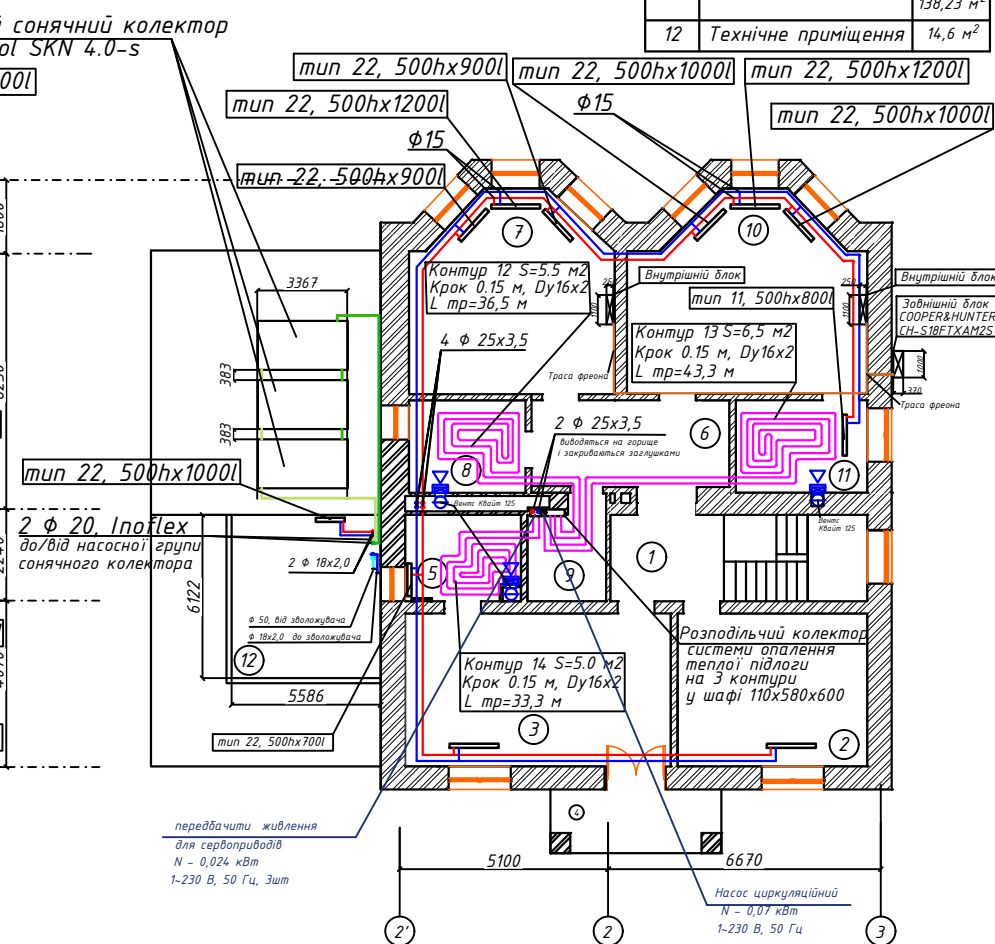
План 1-го поверху



Експлікація приміщень 2 поверху

№п/п	Назва	Площа
1	Хол	5,64 м ²
2	Житлова кімната 3	17,40 м ²
3	Житлова кімната 4	25,16 м ²
4	Балкон	6,06 м ²
5	Санвузол 1	6 м ²
6	Хол 2	11,53 м ²
7	Житлова кімната 5	22,38 м ²
8	Санвузол 2	6,40 м ²
9	Гардероб	4,51 м ²
10	Житлова кімната 6	25,63 м ²
11	Санвузол 3	7,52 м ²
		138,23 м ²
12	Технічне приміщення	14,6 м ²

План 2-го поверху



Умовні позначення:

- опалювальні прилади існуючі
- трубопроводи системи опалення
- трубопроводи системи опалення "тепла підлога"

передбачити живлення для сервоприводів
N - 0,024 кВт
1-230 В, 50 Гц, 6шт

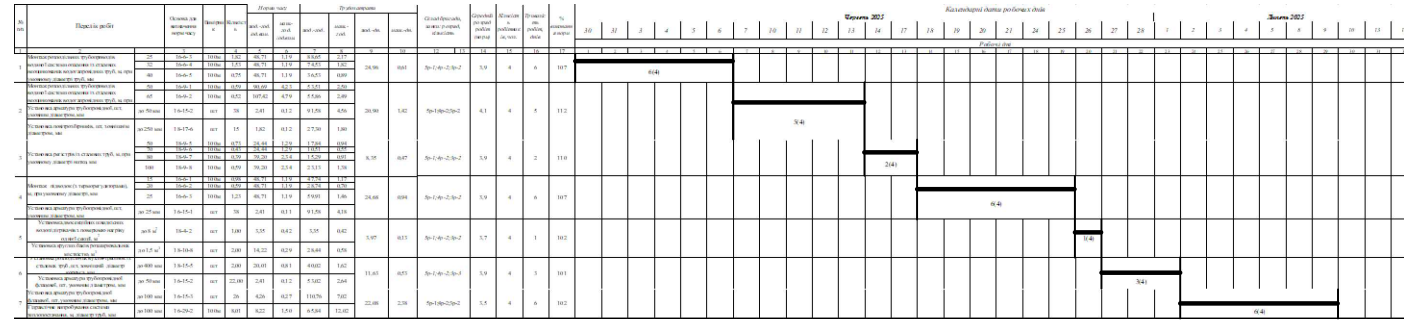
Насос циркуляційний
N - 0,07 кВт
1-230 В, 50 Гц

передбачити живлення для сервоприводів
N - 0,024 кВт
1-230 В, 50 Гц, 3шт

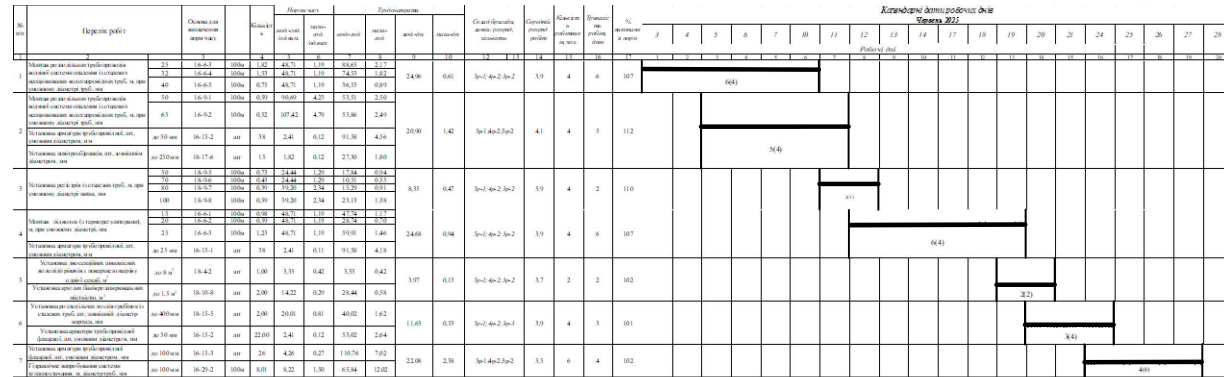
Атестаційна Випускна Робота

Комплексна система теплопостачання житлового будинку в с.Траєщина					Спеція Архіт Архіт		
Зн	Клас	Архіт	Проект	Дата			
Розробит	Миколайчук						
Керівник	Гольцов О.Г.						
Зав кафедр					КНУБА ТВ-20		

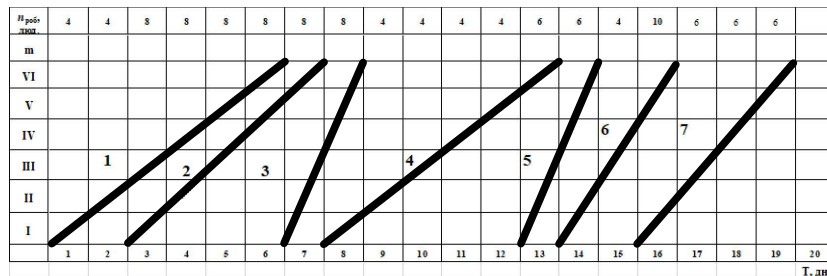
Календарний план-графік (послідовний метод будівництва)



Календарний план-графік (потоківий метод будівництва)



Графік-циклограма потоків будівництва
(За умовної захватки $t=1$ день)



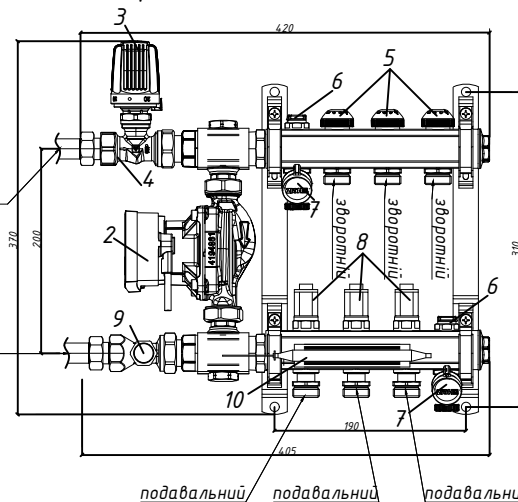
Примітки:

1. Вертикальні розподільні труби з'єднуються зварюванням через розтруби.
2. Перетин труб через перекриття ущільнюється (див. Вузол Б).
3. Трійник та кутник приєднуються до труб зварюванням.

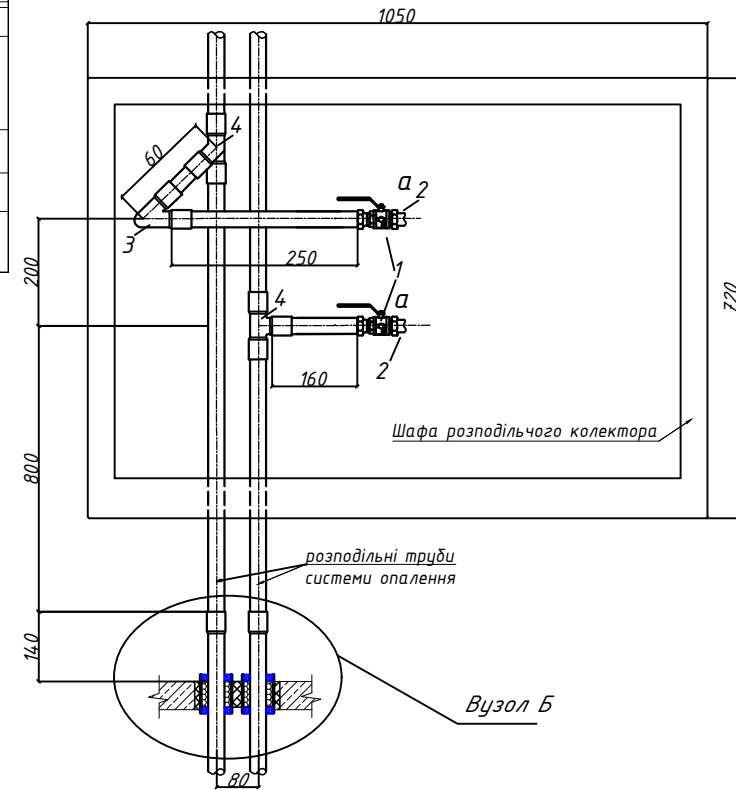
Подавальний трубопровід

Зворотній трубопровід

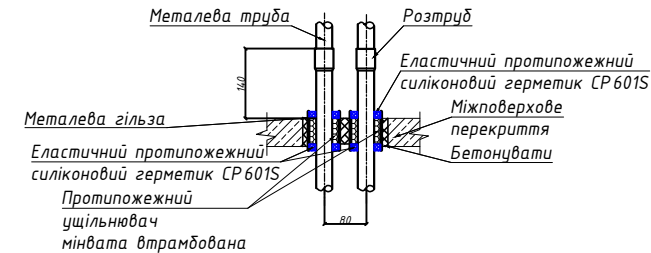
а-а. монтажна схема розподільчого колектора системи "тепла підлога"



Монтажна схема підключення системи "тепла підлога" до розподільних труб системи опалення будівлі



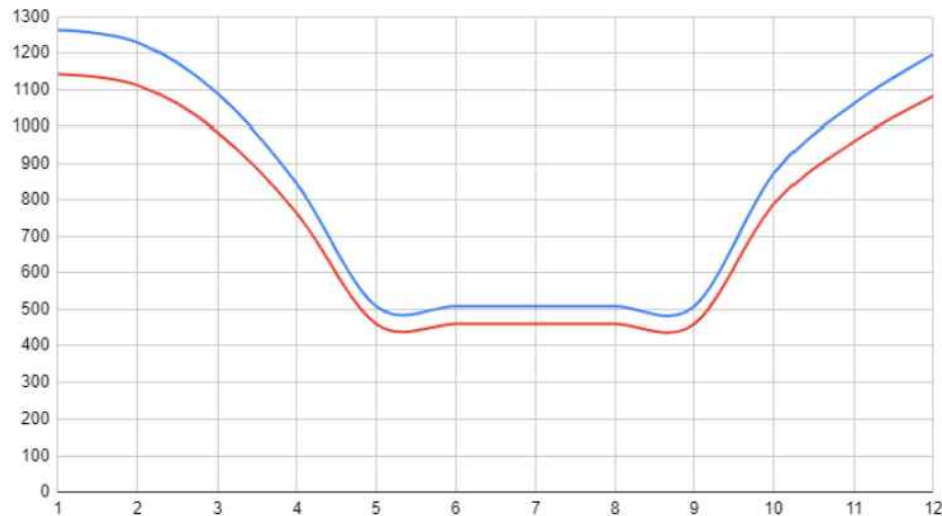
Вузол Б. Перетин труб з перекриттям



Атестаційна Випускна Робота				
Комплексна система тепловодопостачання житлового будинку в с.Трацюща				
№	Ім'я	Архив	Підпис	Повна
Розробка	Лихачів	Архив	Підпис	Повна
Керівник	Григор'єв О.Г.	Архив	Підпис	Повна
Консультант	Степан М.П.	Архив	Підпис	Повна
Заб.матеріалів	Корчак М.М.	Архив	Підпис	Повна
Технологія та організація монтажу інженерних систем і мереж				Архив
АВР				6
КНУБА ТВ-20				7

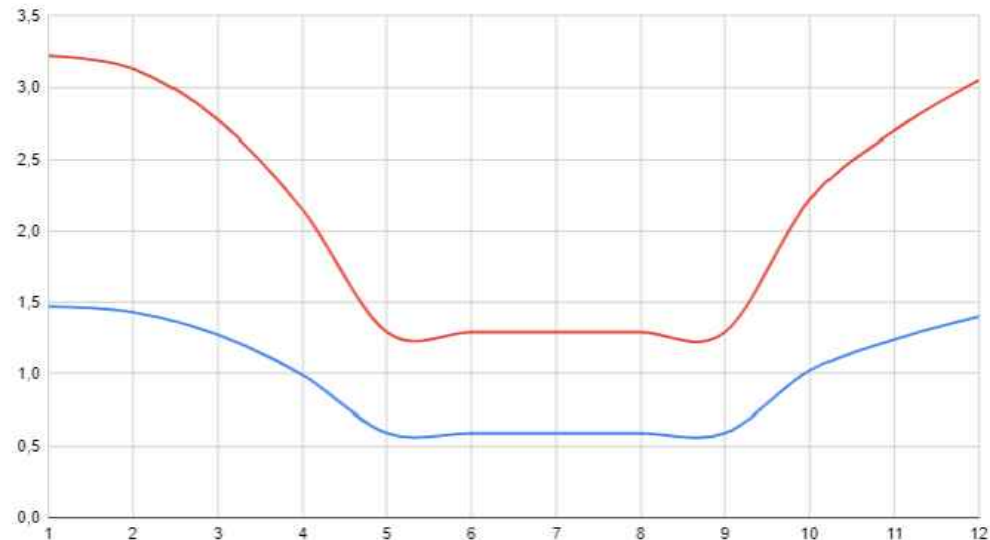
Щомісячні витрати палива

- Витрата природнього газу, м³
- Витрата природнього газу(конд), м³



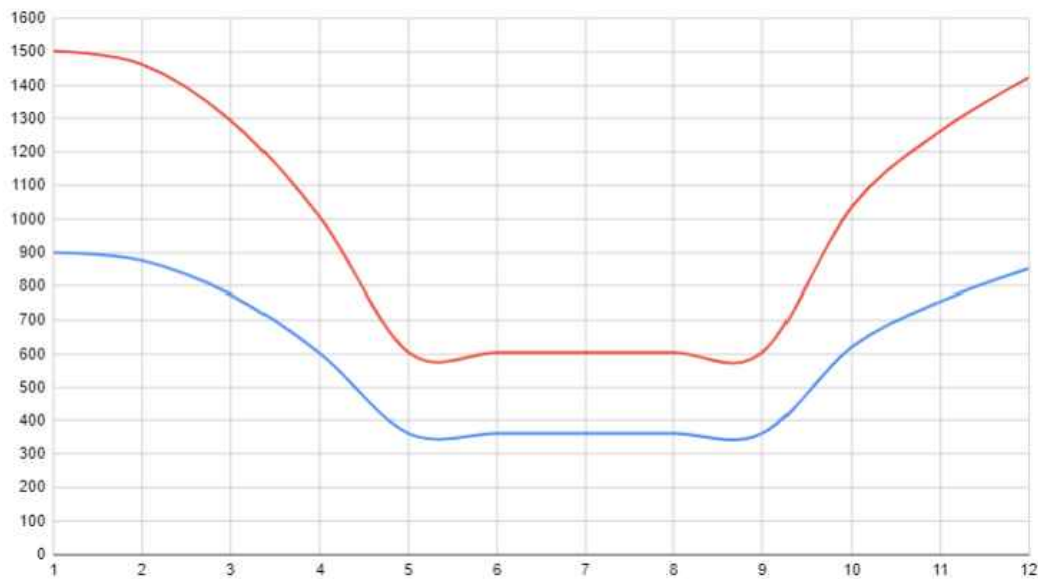
Щомісячних витрати палива

- Витрата вугілля, т
- Витрата сухих дров, т

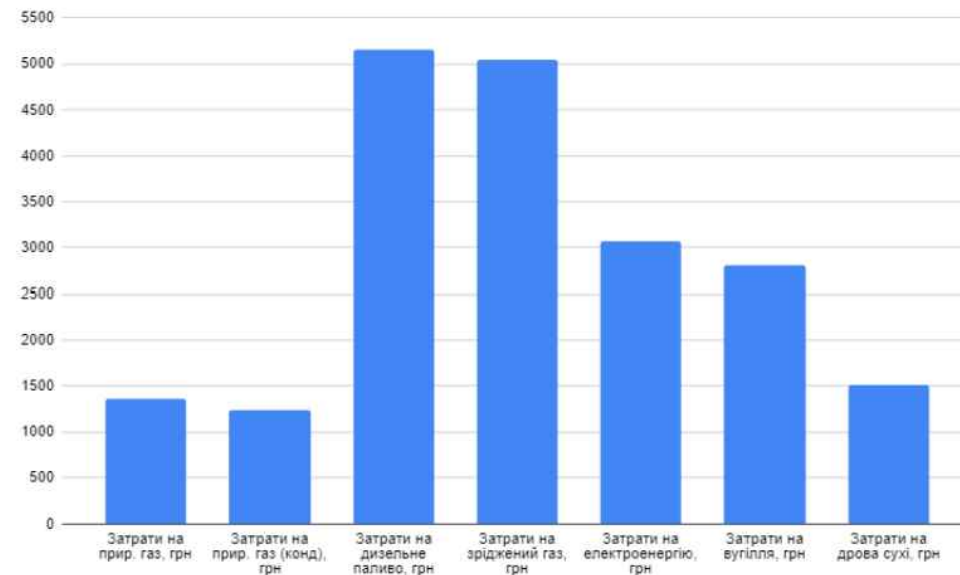


Щомісячні витрати палива

- Витрата дизельного палива, л
- Витрата зрідженого газу, л



Затрати на 1 Гкал палива



						Атестаційна Випускна Робота		
						Комплексна система теплозабезпечення житлового будинку в с. Троящина		
Зн.	Кілець	Арх.	Фіз.	Підпис	Дата			
Розробити	Михайлишин					Спеціаліст	Арх.	Арх.
Керівник	Лавросько О.Г.					Техніко-економічне обґрунтування		
						Триває щомісячних витрат палива, базисні витрати на 1 Гкал палива		
Зб. керувати	Кориченко Н.А.					АВР	7	7