

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра теплотехніки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Спеціальність: 144 «Теплоенергетика»

Освітня програма: Енергетичний менеджмент; енергоефективні
муніципальні та промислові теплові технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

к.т.н., доцент Михайло КИРИЧЕНКО

„___” _____ 2025 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ БАКАЛАВР**

Шевченко Катерина Костянтинівна

1. Тема роботи: «Проект системи теплопостачання житлового комплексу в місті Тернопіль» затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «__» ____ 20__ року
2. Керівник роботи Гламаздін Павло Михайлович, доцент
3. Термін подання здобувачем роботи до захисту 26 червня 2025 рік
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
 - Р. 1. Опис об'єкта
 - Р. 2. Перевірка теплової оболонки будинка
 - Р. 3. Визначення навантаження на системи опалення і ГВП
 - Р. 4 Вибір джерела теплоти
 - Р. 5. Опис котельні
 - Р. 6. Вимоги до монтажу та експлуатації модуля нагріву МН ЕКО
 - Р. 7. Рішення з охорони праці
5. Графічний матеріал за розділами
 - Р. 1. «Генплан»

Р. 3. Інженерні системи будівлі. 3.1. «План цокольного поверху», 3.2. «План типового поверху», 3.3. «Вузол розведення по опалювальним приладам», 3.4. «План типового поверху»

Р. 5. Котельня. 5.1. «Теплова схема котельні», 5.2. «План розташування обладнання в котельні», 5.3. «Газопостачання котельні»

6. Консультанти розділів кваліфікаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1, Розділ 2.	12.05.2025
Розділ 3.	15.05.2025
Розділ 4.	25.05.2025
Розділ 5.	02.06.2025
Розділ 6, Розділ 7	13.06.2025
Остаточне оформлення роботи	16.06.2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	19.06.2025
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	20.06.2025
Направлення роботи на рецензування	20.06.2025

8. Дата видачі завдання 01.03.2025

Керівник _____

Гламаздін П.М.

Здобувач _____

Шевченко К.К.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра теплотехніки

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

на тему:

«Проект системи теплопостачання житлового комплексу в місті Тернопіль»

Шевченко Катерина Костянтинівна

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра теплотехніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
к.т.н., доцент Михайло КИРИЧЕНКО
„___” _____ 2025 року

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ БАКАЛАВР**

«Проект системи теплопостачання житлового комплексу в місті Тернопіль»

Я, як здобувач вищої освіти КНУБА, розумію і підтримую політику закладу з академічної доброчесності.

Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незгоду до допомоги під час підготовки цієї роботи.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач Шевченко Катерина
Костянтинівна

144 «Теплоенергетика»

Енергетичний менеджмент;
енергоєфективні муніципальні та промислові теплові технології

Група ТЕ-21

Керівник Гламаздін П.М., доцент

Рецензент

Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ОПИС ОБ'ЄКТА	8
2. ПЕРЕВІРКА ТЕПЛОВОЇ ОБОЛОНКИ БУДИНКА	11
2.1. Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри	11
2.2. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій	12
2.3. Розрахункове визначення температурного перепаду конструкцій	15
2.4. Перевірка виконання нормативних вимог щодо суміщеного перекриття	16
2.5. Перевірка виконання нормативних вимог щодо перекриття над паркінгом	18
2.6. Розрахунок приведенного опору теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій	19
2.7. Розрахунок показника теплосасвоєння поверхнею підлоги	20
2.8. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій	22
2.9. Суміщене покриття	29
2.10. Перекриття над паркінгом	32
2.11. Визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій	34
2.12. Оцінка повітропроникності віконного блока	37
2.13. Визначення показників теплостійкості зовнішньої стіни	37
2.14. Характеристики теплопередачі трансмісії будівлі	38
3. ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ І ГВП	40
3.1. Характеристики теплопередачі для опалення та охолодження	40
3.2. Характеристики теплопередачі вентиляцією	40

3.3. Сумарна теплопередача та теплові надходження	42
3.4. Енергопотреба для опалення та охолодження	42
3.5. Річне споживання при опаленні	44
3.6. Енергопотреби гарячого водопостачання	48
3.7. Показник енергоефективності	51
4. ВИБІР ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОТИ	52
4.1. Опалення паркінгів	53
4.2. Вентиляція житлового будинку	53
4.3. Вентиляція паркінгів	54
5. ОПИС КОТЕЛЬНІ	55
5.1. Конструкція модуля нагріву	56
5.2. Опалення та вентиляція котельні	60
5.3. Розрахунок повітрообміну котельні	60
5.4. Газообладнання	62
5.5. Опис теплової схеми	63
5.6. Газопостачання	65
5.7. Квп та автоматика	66
6. ВИМОГИ ДО МОНТАЖУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОДУЛЯ НАГРІВУ МН ЕКО	69
7. РІШЕННЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74

ВСТУП

Наразі зростає потреба в енергозбереженні та забезпеченні комфортних умов проживання, а проектування ефективних та надійних систем тепlopостачання не втрачає актуальності. Дипломна робота присвячена розробці системи тепlopостачання для багатоквартирного житлового комплексу в місті Тернопіль.

Метою проекту є не лише забезпечення необхідного температурного режиму для постійного проживання мешканців та функціонування громадських приміщень, а й оптимізація енергоспоживання будівлі відповідно до сучасних вимог. Проект системи тепlopостачання розробляється з урахуванням кліматичних умов міста Тернопіль, будівельних норм, а також інших чинних нормативних документів України. Під час виконання роботи розглядаються можливості регулювання тепlopостачання, мінімізації експлуатаційних витрат та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Втілення цього проекту сприятиме створенню комфортного та енергоефективного житлового простору, що відповідає актуальному розвитку у будівельній галузі.

1. ОПИС ОБ'ЄКТА

Багатоквартирний 16-поверховий житловий комплекс з вбудовано-прибудованими приміщеннями нежитлового призначення в місті Тернопіль. Призначення – житловий будинок для постійного проживання.

Приведений опір теплопередачі конструкції відповідає мінімальним нормативним вимогам згідно з ДБН В.2.6-31:2021. Загальна площа віконних та балконних блоків складає 4046,2 м² від загальної площі фасаду (коефіцієнт скління фасаду становить 0,19). Вікна металопластикові з подвійним склопакетом. Зовнішні двері – 0,70. Світлопрозорі конструкції (вікна) виконані з ПВХ-профілів з двокамерним склопакетом з опором теплопередачі $R=0,93(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$.

Стіни будівлі самонесучі, виконані із газобетонних блоків з утепленням пінополістерольними плитами завтовшки 100 мм. Зовнішнє оздоблення-пофарбування мінеральними фасадними фарбами по опорядженій поверхні. Загальна товщина зовнішніх стін - 480 мм.

Приведений опір теплопередачі забезпечує умову зниження до рівня 80% від R_{qmin} для огороджувальних конструкцій відповідно до п.5.2.1 ДБН В.2.6-31:2021.

Дах плоский, має суміщене покриття. Конструкція покриття: захисний шар гравію 10-20 мм, одношарова водоізоляційна мембрана, цементно-піщана стяжка, утеплювач мінераловатний - 250мм, пароізоляція (шар руберойду на бітумній мастиці) та залізобетонна монолітна плита перекриття.

Приведений опір теплопередачі забезпечує умову зниження до рівня 80% від R_{qmin} для суміщеного покриття відповідно до п.5.2.1 ДБН В.2.6-31:2021.

Фундаменти – монолітні залізобетонні подушки та залізобетонний ростверк.

Під будівлею розташоване технічне підпілля та паркінг. Перекриття монолітне, залізобетонне - 200 мм утеплене мінераловатними плитами завтовшки 150 мм. Оздоблення: (для "мокрих" приміщень) керамічна плитка по клею - 20 мм, цементно-піщана стяжка - 20 мм, гідроізоляція – шар

руберойду на бітумній мастиці; (для звичайних) паркет штучний по шліфованій ДСП - 40мм, шар толю по плити перекриття. Основою підлоги по ґрунту є шліфована залізобетонна монолітна стяжка із гідроізоляцією "Пенетон" та вирівнююча піщана підсіпка. Наявне перекриття над еркерами. Конструкція перекриття: монолітне з/б перекриття - 200 мм, (для "мокрих" приміщень) керамічна плитка по клею - 20 мм, цементно-піщана стяжка – 20 мм, гідроізоляція - шар руберойду на бітумній мастиці, (для звичайних) паркет штучний по шліфованій ДСП - 40мм, шар толю по плиті перекриття.

Гаряче водопостачання житлового багатоквартирного будинку запроектовано:

- для квартир житлового будинку - від дахової котельні;
- для нежитлових приміщень - від дахової котельні.

Система вентиляції: витяжка механічна з приміщень санвузлів та кухонь, приплив природній.

Використання відновлювальних та альтернативних джерел енергії не передбачено. Акумуляування енергії у години мінімального енергоспоживання не передбачено.

Клімат помірно-континентальний, що характеризується теплим вологим літом і м'якою зимою. Характеристика кліматичних умов і основних метеорологічних показників, необхідних для обґрунтування й прийняття планувальних рішень, наведена за даними багаторічних спостережень по метеостанції «Тернопіль» (321мБС).

Температура повітря середньорічна: +6,9 °С, абсолютний мінімум – (-34) °С, абсолютний максимум – +37 °С.

Розрахункова температура: самої холодної п'ятиденки – (-21) °С, зимова вентиляційна – (-9,1) °С.

Опалювальний період – 190 діб, середня температура – (-0,5) °С

Глибина промерзання ґрунту: середня – 62 см, максимальна – 92 см.

Середня тривалість безморозного періоду – 166 днів.

Середньорічна відносна вологість повітря – 79%.

Максимальна швидкість вітру (можлива): 19 м/с – кожний рік, 22-23 м/с – один раз в 5-10 років, 24-25 м/с – один раз в 15-20 років.

Таблиця 1.1. Повторюваність напрямків вітру і штилю, %

Період року	Пн	Пн С	С	Пд С	Пд	Пд З	З	Пн З	Штиль
МС «Тернопіль» (321 мБс)									
Теплий період	10,0	7,4	10,9	15,6	7,6	7,14	17,7	23,7	11,7
Холодний період	6,2	4,8	12,6	24,8	11,6	8,2	15,6	16,2	6,4
Рік	8,0	6,0	12,0	19,0	9,0	8,0	17,0	21,0	10,0

Будівельно-кліматична зона: ПВ

Швидкісний напір вітру: 70 кг/м²

Розрахункова зимова температура найбільш холодної п'ятиденки: -21 °С,

найбільш холодної доби: -24 °С

Середня температура опалювального періоду: -0,5 °С

Літня розрахункова температура: 24 °С

Зимова розрахункова температура для вентиляції: -9,1 °С

Тривалість опалювального періоду: 190 днів

Середня швидкість вітру в січні: 5,9 м/с

Смуга вологості – нормальна.

Під будинком розташований паркінг, який у разі необхідності слугуватиме об'єктом укриття. На цокольному поверсі житлового комплексу – промтоварні магазини з допоміжними приміщеннями, з окремими входами. Також розміщені торгово-офісні приміщення, заклад дошкільної освіти – школа англійської мови для дітей віком від 3-х до 6-ти років.

2. ПЕРЕВІРКА ТЕПЛОВОЇ ОБОЛОНКИ БУДИНКА

Опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій визначають згідно з ДСТУ 9191:2022 за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n l_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.1)$$

де α_B, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), які приймають згідно з додатком Б;

R_i – тепловий опір і-го шару конструкції, (м²·К)/Вт;

δ_i – товщина і-го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м·К), приймають згідно з додатком А;

$i...n$ – кількість шарів огорожувальної конструкції.

Таблиця 2.1. Площа зовнішніх огорожень будівлі

Вид огорожувальної конструкції	Загальна площа, м ²
Зовнішні стіни	16841,1
Світлопрозорі конструкції	4046,2
Суміщене покриття	3903,8
Перекриття над паркінгом	3931,6
Вхідні двері	145,0

2.1. Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри

Розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_B=20$ °С. Розрахункова температура зовнішнього повітря для Тернопільської області, м.Тернополя $t_3= -21$ °С.

Розрахункове значення відносної вологості приміщень 55%, мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні $t_{\min}= 9,3$ °С.

Тривалість опалювального періоду складає $z_{оп}=176$ діб, середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{оп3}= -0,1$ °С.

Дати переходу добової температури повітря через 8 °С - 17 жовтня та 11 квітня.

Максимальна/мінімальна швидкість вітру у січні/липні з повторюваністю більше ніж 16%: Січень – $\max=3,0$ м/с, $\min=3,0$ м/с, Липень – $\max=2,7$ м/с, $\min=2,1$ м/с.

Максимальне й середнє значення сонячної радіації, що надходить на горизонтальну та вертикальну західної орієнтації поверхню: вертикальна – 516 МДж/м², горизонтальна – 864 МДж/м².

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 мінімальне нормативне значення приведенного опору теплопередачі R_{qmin} , м²·К/Вт, становить для:

- зовнішніх стін – 4,0 м²·К/Вт;
- суміщене покриття – 7,0 м²·К/Вт;
- перекриття над паркінгом - 5,0 м²·К/Вт;
- зовнішніх дверей – 0,7 м²·К/Вт;
- світлопрозорих огорожувальних конструкцій – 0,9 м²·К/Вт.

Нормативна максимальна питома енергопотреба для будівлі житлового комплексу згідно з ДБН В.2.6-31:2021 становить 75 кВт·год/м².

2.2. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій

Таблиця 2.2. Склад зовнішньої стіни кондиціонованого об'єму, що межує з зовнішнім повітрям тип 1

Найменування шару	Товщина шару $\delta, м$	Коефіцієнт паропрохідності $\mu, м\text{г}/м\cdot\text{год}\text{Па}$	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda, \text{Вт}/м\cdot^{\circ}\text{C}$
Внутрішня вапняно-піщана штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг}/м^3$	0,01	0,12	0,81
Блоки газобетонні $\rho = 500 \text{ кг}/м^3$	0,3	0,2	0,16
Утеплювач мінераловатні плити $\rho = 70 \text{ кг}/м^3$	0,1	0,45	0,045
Захисна декоративна зовнішня штукатурка цементно-піщаним розчином $\rho = 1800\text{кг}/м^3$	0,01	0,09	0,93

Опір теплопередачі зовнішньої стіни, що межує з зовнішнім повітрям визначаємо за формулою (2.1):

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,3}{0,16} + \frac{0,2}{0,045} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23} = 6,5 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної зовнішньої стіни:

Розглядається фасад розмірами $4,3 \times 2,85 = 12,3 \text{ м}^2$.

Площа непрозорої частини фрагмента фасаду дорівнює $10,3 \text{ м}^2$.

В приміщенні розміщено вікно розміром $1,36 \times 1,5 \text{ м}$, площа віконної частини $2,0 \text{ м}^2$.

Загальна площа з урахуванням віконних відкосів шириною 100 мм ($0,1 \times (1,36 + 1,36 + 1,5 + 1,5) = 0,57 \text{ м}^2$)

становить $F_{\Sigma} = 10,3 + 0,57 = 10,87 \text{ м}^2$

Визначаються характерні ділянки, типи теплопровідних включень та їх кількісне вираження по цьому приміщенню:

Таблиця 2.3. Теплопровідні включення

Найменування теплопровідного включення	Протяжність L, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К
Віконний відкос в зоні перемички	1,36	-	0,075	-
Віконний відкос в зоні підвіконня	1,36	-	0,077	-
Віконний відкос в зоні рядового примикання	3,0		0,052	-
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	-	80	-	0,0015

Приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни становить:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k}, \quad (2.2)$$

Де F_{Σ} – загальна площа конструкції, m^2 ;

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі i -тої термічно однорідної частини конструкції, $(m^2 \cdot K)/Вт$;

F_i – площа i -тої термічно однорідної частини конструкції, m^2 ;

k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі j -го лінійного теплопровідного включення, $Вт/(m \cdot K)$;

L_j – лінійний розмір (проекція) j -го лінійного теплопровідного включення, m ;

ψ_k – точковий коефіцієнт теплопередачі k -го точкового теплопровідного включення, $Вт/К$;

N_k – загальна кількість k -их точкових теплопровідних включень, шт.

$$R_{\Sigma пр} = 10,87 / (10,3/6,5 + 1,36 \cdot 0,075 + 1,36 \cdot 0,077 + 3 \cdot 0,052 + 80 \cdot 0,0015) = 4,68 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальних конструкцій $\tau_{в \text{ min}}$ визначається за формулою:

$$\tau_{в \text{ min}} = t_{в} - \frac{t_{в} - t_{з}}{R_{\Sigma пр} \cdot \alpha_{в}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.3)$$

де $t_{в}$, $t_{з}$ – розрахункові температури внутрішнього і зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$;

$R_{\Sigma пр}$ - приведений опір теплопередачі, $m^2 \cdot K/Вт$, визначений за формулою (2.2);

$\alpha_{в}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $Вт/(m^2 \cdot K)$.

Отже:

$$\tau_{в \text{ min}} = 20 - \frac{20 + 21}{4,68 \cdot 8,7} = 19 \text{ } ^\circ\text{C}$$

При $t_{в} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$, $\phi_{в} = 55\%$ - температура точки роси $\tau_{р} = 10,7 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Конденсат на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції буде утворюватися, якщо $\tau_{в \text{ min}} \leq \tau_{р}$.

Так як $19\text{ }^{\circ}\text{C} > 10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, то конденсація вологи не відбувається на стіні, отже, конструкція стіни задовольняє вимогам норм. Розрахована величина $R_{\Sigma пр нп}$ задовольняє нормативним вимогам ДБН В.2.6-31:2021.

2.3. Розрахункове визначення температурного перепаду конструкцій

Для огорожувальних конструкцій з коефіцієнтом скління 0,18 і більше температурний перепад $\Delta t_{пр}$ розраховується за формулою:

$$\Delta t_{пр} = t_{в} - \frac{\tau_{вн.пр.} \cdot F_{н} + \tau_{всп.пр.} \cdot F_{сп}}{F_{\Sigma}}, \quad (2.4)$$

де $\tau_{вн.пр.}, F_{н}$ – приведена температура внутрішньої поверхні, $^{\circ}\text{C}$, та площа непрозорої частини огорожувальної конструкції, m^2 ;

$F_{сп}$ – площа світлопрозорої частини, m^2 ;

$\tau_{всп.пр.}, F_{сп}$ – середня температура внутрішньої поверхні, $^{\circ}\text{C}$, та площа світлопрозорої частини огорожувальної конструкції, m^2 , що розраховується за формулою:

$$\tau_{всп.пр.} = \frac{\tau_{сп.} \cdot F_{сп} + \sum_{j=1}^j \tau_j \cdot F_j}{F_{\Sigma}}, \quad (2.5)$$

де $\tau_{сп.}, F_{сп}$ – середня температура внутрішньої поверхні, $^{\circ}\text{C}$, та площа склопакету чи скла;

τ_j, F_j – середня температура внутрішньої поверхні, $^{\circ}\text{C}$, та площа j -го конструктивного непрозорого елемента, m^2 .

Вихідні дані для розрахунку:

Для розрахунку прийнято вікно типового поверху розміром 1,36 м x 1,5 м.

Площа світлопрозорої частини – 1,58 m^2 , $R=0,93\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$.

Площа конструктивного непрозорого елемента (рами склопакету) – 0,42 m^2 , $R=0,85\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$.

Загальна площа зовнішніх стін – 8058,5 m^2 .

Загальна площа вікон – 4098 m^2 .

Розраховуємо середні температури внутрішніх поверхонь конструкцій за формулами:

$$\tau_{сп.} = t_{в} - \frac{t_{в} - t_{з}}{R_0 \cdot \alpha_{в}} \quad (2.6)$$

$$\tau_{\text{сп.}} = 20 - \frac{20 + 22}{0,93 \cdot 8,0} = 14,35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_j = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_0 \cdot \alpha_B} \quad (2.7)$$

$$\tau_j = 20 - \frac{20 + 22}{0,85 \cdot 8,7} = 14,32 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$\tau_{\text{всп.пр.}}$ за формулою (2.5):

$$\tau_{\text{всп.пр.}} = \frac{14,35 \cdot 1,58 + 14,32 \cdot 0,42}{1,58} = 14,35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_{\text{вн.пр.}} = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_0 \cdot \alpha_B} \quad (2.8)$$

$$\tau_{\text{вн.пр.}} = 20 - \frac{20 + 22}{5,3 \cdot 8,7} = 19,09 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$\Delta t_{\text{пр}}$ за формулою (2.4):

$$\Delta t_{\text{пр}} = 20 - \frac{19,09 \cdot 19200 + 14,35 \cdot 4846}{24046} = 1,87 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Обов'язкове виконання умови:

$$\Delta t_{\text{пр}} < \Delta \tau_{\text{сг.}},$$

де $\Delta t_{\text{пр}}$ – температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta \tau_{\text{сг.}}$ – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, для нежитлових будинків $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$1,87 \text{ }^{\circ}\text{C} < 5^{\circ}\text{C}$ - основна вимога виконана.

2.4. Перевірка виконання нормативних вимог щодо суміщеного покриття

Таблиця 2.4. Склад суміщеного покриття

Найменування шару	Товщина шару, δ , м	Коефіцієнт паропроникності, μ , мг/м ² ·годПа	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/м ² · $^{\circ}\text{C}$
З/б плита покриття	0,2	0,03	2,04
Похилоутворюючий шар пінобетон $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$	0,05	0,26	0,33

Стяжка ц/п	0,03	0,09	0,93
Бітумний праймер	-	-	-
Гідроізоляційний бітумно-полімерний матеріал 2 шари	-	-	-
Голкопробивний геотекстиль	-	-	-
Утеплювач екструдований пінополістирол $\rho = 30 - 35 \text{ кг/м}^3$	0,25	0,008	0,037
Дренажна мембрана з геотекстилем	0,01	-	-
Гравійна засипка	0,1	0,22	0,23

Опір теплопередачі суміщеного покриття, що межує із зовнішнім повітрям визначаємо за формулою (2.1):

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,05}{0,33} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,25}{0,037} + \frac{0,1}{0,23} + \frac{1}{23} = 7,63 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}};$$

Приведений опір теплопередачі покриття дорівнює:

$$R_{\text{пр}} = 7,63 \cdot 0,95 = 7,2 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Розрахункове визначення температурного перепаду суміщеного покриття $\Delta t_{\text{пр}}$ розраховується за формулою:

$$\Delta t_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{R_{\Sigma \text{пр}} \cdot \alpha_{\text{в}}}, \quad (2.9)$$

де $t_{\text{вн}}$ – температура внутрішнього повітря, °С;

$t_{\text{з}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С.

Отже:

$$\Delta t_{\text{пр}} = \frac{20 - (-22)}{7,2 \cdot 8,7} = 0,67 \text{ °С}$$

Обов'язкове виконання умови:

$$\Delta t_{\text{пр}} < \Delta \tau_{\text{сг}},$$

де $\Delta \tau_{\text{сг}}$ – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, що складає 4 °С.

0,67 °C < 4 °C – основна вимога виконана.

2.5. Перевірка виконання нормативних вимог щодо перекриття над паркінгом

Таблиця 2.5. Склад перекриття над паркінгом

Найменування шару	Товщина шару, δ , м	Коефіцієнт паропроникності, μ , мг/м·годПа	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/м · °C
Ламінат	0,02	0,02	0,18
Гідроізоляція	-	-	-
Стяжка ц/п	0,03	0,09	0,93
З/б плита	0,2	0,03	2,04
Утеплювач мінераловатний $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$	0,21	0,45	0,045

Опір теплопередачі суміщеного покриття, що межує із зовнішнім повітрям визначаємо за формулою (2.1):

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,18} + \frac{0,05}{0,23} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,21}{0,045} + \frac{1}{23} = 5,3 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}};$$

Розглядається частина перекриття $5,0 \times 5,0 = 25 \text{ м}^2$.

Визначаються характерні ділянки, типи теплопровідних включень та їх кількісне вираження:

Таблиця 2.6. Типи теплопровідних включень

Найменування теплопров. включення	Протяжність	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К
Кронштейн для кріплення мінераловатних плит	-	200	-	0,0015

Приведений опір теплопередачі перекриття над проїздом визначаємо за формулою (2.2):

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{25,0}{\left(\frac{25,0}{5,3} + 200 \cdot 0,0015\right)} = 5,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Розрахункове визначення температурного перепаду перекриття над проїздом Δt_{np} розраховується за формулою (2.9):

$$\Delta t_{np} = \frac{20 - (-22)}{5,0 \cdot 8,7} = 0,97 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Обов'язкове виконання умови:

$$\Delta t_{np} < \Delta \tau_{сг.},$$

де $\Delta \tau_{сг.}$ – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, що складає 2,5 $^\circ\text{C}$.

0,97 $^\circ\text{C} < 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ – основна вимога виконана.

2.6. Розрахунок приведенного опору теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій

Світлопрозорі конструкції (вікна) виконані з ПВХ-профілів по ДСТУ Б В.2.6-15:2011 з двокамерним склопакетом тип 4М/1-16-4М/1-16-4і з опором теплопередачі $R=0,93 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Приведений опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій визначається за формулою:

$$R_{np} = \frac{F_{сп} + \sum_{i=1}^n F_i}{\frac{F_{сп}}{R_{\Sigma сп}} + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^m k_j \cdot L_j}, \quad (2.10)$$

де $R_{\Sigma сп}$ – приведений опір теплопередачі світлопрозорої ділянки;

$F_{сп}$ – площа світлопрозорої частини, м^2 ;

R_{Σ}, F_i – опір теплопередачі та площа і-го непрозорого елемента;

k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі j-го конструктивного непрозорого елемента $k_j = 0,06 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

L_j – лінійний розмір j-го конструктивного непрозорого елемента світлопрозорої конструкції $L_j = 5,7 \text{ м}$.

Вихідні дані для розрахунку:

Для розрахунку прийнято вікно розміром 1,36 м x 1,5 м.

Площа світлопрозорої частини – 1,58 м^2 , $R=0,93 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Площа конструктивного непрозорого елемента (рами склопакету) – 0,42 м²,
 $R=0,85 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

Визначаються характерні ділянки, типи теплопровідних включень та їх кількісне вираження по цьому вікну.

Отже, приведений опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій за формулою (2.10) складає:

$$R_{\text{пр}} = \frac{2,0}{\frac{1,58}{0,93} + \frac{0,42}{0,85} + 5,7 \cdot 0,06} = 0,8 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$$

Таблиця 2.7. Величини нормативних $R_{q\text{min}}$ та фактичних $R_{\Sigma\text{пр}}$ показників з опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	$R_{q\text{min}}, \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$	$R_{\Sigma\text{пр}}, \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$
Зовнішні стіни (тип 1)	4,0	5,3
Зовнішні стіни (тип 2)	4,0	4,51
Світлопрозорі конструкції	0,9	0,9
Суміщене покриття	7,0	7,2
Перекриття над паркінгом	5,0	5,0
Вхідні двері	0,7	0,7

2.7. Розрахунок показника теплосасвоєння поверхнею підлоги

При розрахунках враховуються основні шари конструкції підлоги, їх теплофізичні характеристики приймаються згідно з додатком А ДСТУ Б В.2.6-189.

Таблиця 2.8. Теплофізичні характеристики конструкції підлоги

№ шару	Матеріал	Товщина шару, $\delta, \text{ м}$	Густина матеріалу в сухому стані $\rho, \text{ кг}/\text{ м}^3$	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації А	
				теплопровідність, $\lambda, \text{ Вт}/\text{ м} \cdot \text{ К}$	Коефіцієнт теплосасвоєння $s, \text{ Вт}/(\text{ м}^2\cdot\text{ К})$
1	Ламінат	0,02	600	0,15	4,22
2	Ц/п стяжка	0,03	1800	0,76	9,6
3	Легкий бетон	0,05	600	0,19	3,24
4	З/б плита	0,2	2500	1,92	17,98
5	Утеплювач мін. вата	0,21	70	0,042	0,43

Тепловий опір шару конструктивного матеріалу R_i , $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$, розраховуємо за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (2.11)$$

де δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

λ_i – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації А, що приймають згідно з додатком А ДСТУ Б В.2.6-189, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Розраховуємо за формулою (2.11) для кожного шару:

Таблиця 2.9. Розрахунок теплових опорів шарів підлоги типового поверху

Номер шару	Розрахунок	Значення
1	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,15} = 0,133 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$0,133 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
2	$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,03}{0,76} = 0,039 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$0,039 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
3	$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,05}{0,19} = 0,263 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$0,263 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
4	$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,2}{1,92} = 0,104 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$0,104 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
5	$R_5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} = \frac{0,21}{0,042} = 5,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$5,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$

Теплові інерції розраховуємо за формулою:

$$D_i = R_i s_i, \quad (2.12)$$

де R_i - тепловий опір шару конструктивного матеріалу, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$, розраховуємо за формулою (2.11);

s_i – коефіцієнт теплосвоєння, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, що наведений в таблиці 2.8.

Розраховуємо за формулою (2.12) для кожного шару:

Таблиця 2.10. Розрахунок теплових інерцій кожного шару підлоги типового поверху

Номер шару	Розрахунок	Значення
1	$D_1 = R_1 s_1 = 0,133 \cdot 4,22 = 0,563$	$0,563 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
2	$D_2 = R_2 s_2 = 0,039 \cdot 9,6 = 0,379$	$0,0379 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
3	$D_3 = R_3 s_3 = 0,263 \cdot 3,24 = 0,853$	$0,853 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
4	$D_4 = R_4 s_4 = 0,104 \cdot 17,98 = 1,873$	$1,873 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
5	$D_5 = R_5 s_5 = 5,0 \cdot 0,43 = 2,15$	$2,15 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$

Теплова інерція першого шару покриття підлоги $D_1=0,563 > 0,5$, а сумарна теплова інерція двох шарів $D_1+D_2=0,182+1,108=1,290 > 0,5$, тому показник теплозасвоєння поверхнею підлоги Y_{Π} визначається за формулою:

$$Y_{\Pi} = 2s_1 \quad (2.13)$$

Значення показника теплозасвоєння поверхнею підлоги згідно з умовою п.6.8 ДБН В.2.6-31 не повинно перевищувати $Y_{\max \Pi} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, а розрахунковий показник теплозасвоєння даної конструкції становить:

$$Y_{\Pi} = 8,44 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

2.8. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій

Температура та відносна вологість повітря приміщень будівлі готельного комплексу згідно з ДБН В.2.6-31:2021 становить: $t_B = 20^\circ\text{C}$; $\phi_B = 55\%$.

Таблиця 2.11. Середньомісячні значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °C	-4,7	-3,0	1,0	8,0	14,2	17,3	19,5	18,0	13,5	7,1	1,5	-2,5
Відносна вологість, %	86	85	80	70	68	70	72	75	80	83	86	88

Таблиця 2.12. Склад зовнішньої стіни кондиціонованого об'єму, що межує з зовнішнім повітрям (тип 1)

Найменування шару	Товщина шару, δ , м	Коефіцієнт паропроникності, μ , мг/м·годПа	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/м·°С
Внутрішня вапняно-піщана штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$	0,01	0,12	0,81
Блоки газобетонні $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$	0,3	0,2	0,16
Утеплювач з мінеральної вати $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$	0,2	0,45	0,045
Захисна декоративна зовнішня штукатурка з ц-п розчином $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$	0,01	0,09	0,93

Опір теплопередачі зовнішньої стіни, що межує з зовнішнім повітрям визначаємо за формулою (2.1):

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,3}{0,16} + \frac{0,2}{0,045} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23} = 6,5 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}};$$

Визначаємо для січня парціальні тиски насиченої водяної пари E та парціальні тиски водяної пари e :

- для внутрішнього повітря:

Парціальний тиск водяної пари e_B , Па, розраховуємо за формулою:

$$e_B = 0,01 \varphi_B \cdot E_B, \quad (2.14)$$

де φ_B - відносна вологість повітря приміщень будівлі, %;

E_B – парціальний тиск насиченої водяної пари, Па, приймаємо з таблиць тиску насиченої водяної пари $E_B = 2335 \text{ Па}$.

$$e_B = 0,01 \cdot 55 \cdot 2335 = 1284 \text{ Па};$$

- для зовнішнього повітря у січні:

$$E_3 = 412 \text{ Па},$$

$$e_3 = 0,01 \cdot 83 \cdot 412 = 342 \text{ Па}.$$

Опір паропроникнення зовнішньої стіни та окремих її шарів $R_{e\Sigma}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{мг}$) визначаємо за формулою:

$$R_{e\Sigma} = \Sigma \frac{\delta_i}{\mu_i}, \quad (2.15)$$

$$R_{e1ш} = 0,08 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{мг};$$

$$R_{e2ш} = 1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{мг};$$

$$R_{e3ш} = 0,44 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{мг};$$

$$R_{e4ш} = 0,11 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{мг};$$

$$R_{e\Sigma} = 0,08 + 1,5 + 0,44 + 0,11 = 2,14 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{мг}$$

Значення температур τ , °С, в товщі конструкції визначаємо за формулою:

$$\tau = t - \frac{(R_B + \Sigma R) \cdot (t_B - t_3)}{R_\Sigma}, \quad (2.16)$$

де t – розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення, °С;

R_B – термічний опір теплообміну внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції; ($\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$);

ΣR – сумарний термічний опір теплопередачі огорожувальної конструкції, ($\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$);

t_B, t_3 – температури внутрішнього і зовнішнього повітря, °С;

R_Σ – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, ($\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$).

Отже:

$$\tau_1 = 19,6 \text{ °С};$$

$$\tau_2 = 19,5 \text{ °С};$$

$$\tau_3 = 12,4 \text{ °С};$$

$$\tau_4 = -4,5 \text{ °С};$$

$$\tau_5 = -4,5 \text{ °С}.$$

Пружність водяної пари в товщі конструкції:

$$E_1 = 2272 \text{ Па},$$

$$E_2 = 2266 \text{ Па},$$

$$E_3 = 1438 \text{ Па},$$

$E_4=419$ Па,

$E_5=418$ Па

Парціальний тиск водяної пари в товщі шару матеріалу визначаємо за формулою:

$$e_x = e_B - \frac{R_{ex} \cdot (e_B - e_3)}{R_{e\Sigma}}, \quad (2.17)$$

де e_B – парціальний тиск водяної пари внутрішнього повітря приміщення, що розраховується за формулою (2.14), Па;

$R_{e\Sigma}$ – сумарний опір паропроникнення зовнішньої стіни та окремих її шарів, що визначили за формулою (2.15), $\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}/\text{мг}$;

e_3 – парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря приміщення, Па.

$e_1 = 1247$ Па;

$e_2 = 623$ Па;

$e_3 = 1088$ Па;

$e_4 = 1235$ Па.

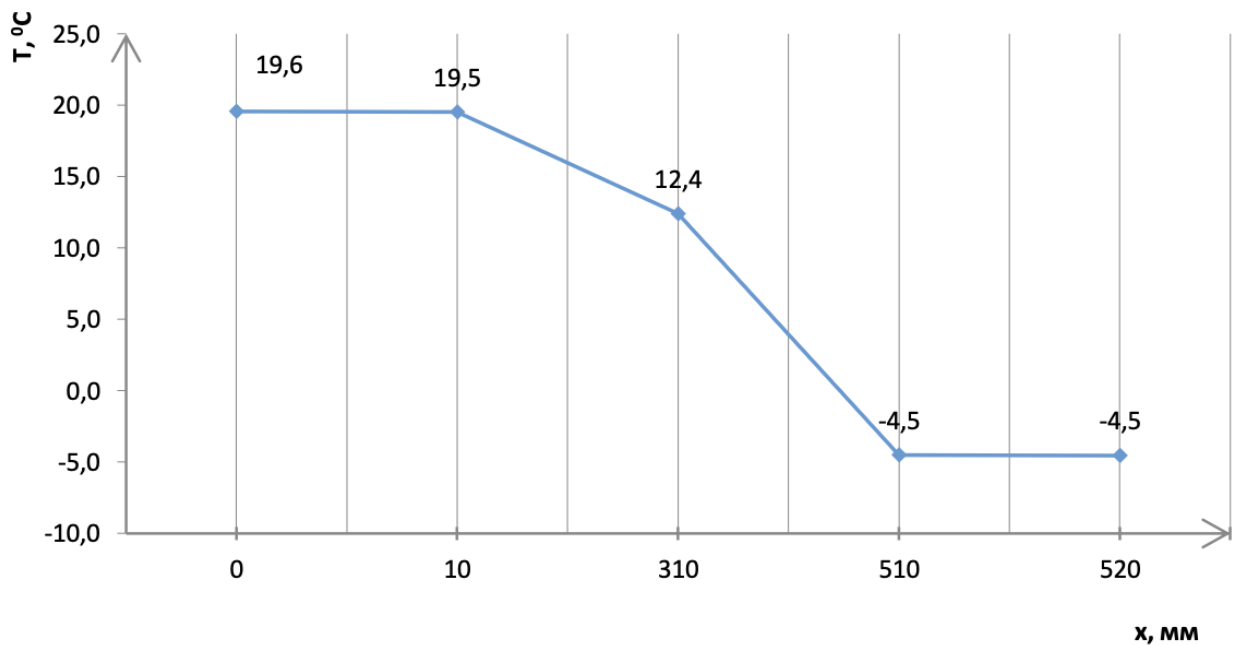


Рисунок 2.1. Розподіл температур у товщі огорожувальної конструкції стіни

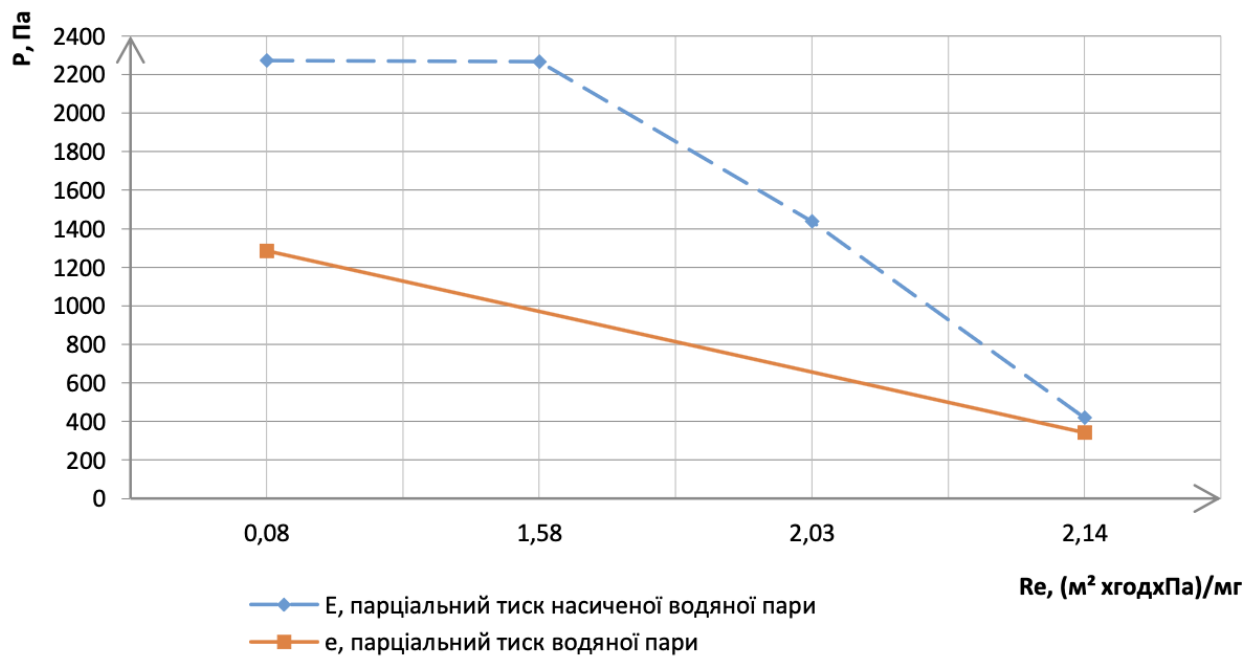


Рисунок 2.2. Розподіл парціальних тисків у товщі огорожувальної конструкції стіни

В січні в конструкції зовнішньої стіни не відбувається накопичення вологи. Конструкція стін відповідає вимогам ДБН В:2.6-31:2021.

Таблиця 2.13. Склад зовнішньої стіни кондиціонованого об'єму, що межує з зовнішнім повітрям (тип 2)

Найменування шару	Товщина шару, δ , м	Коефіцієнт паропроникності, μ , мг/м·годПа	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/м · °С
Внутрішня вапняно-піщана штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$	0,01	0,12	0,81
З/б стіна $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$	0,3	0,03	2,04
Утеплювач з мінеральної вати $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$	0,2	0,45	0,045
Захисна декоративна зовнішня штукатурка з ц-п розчином $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$	0,01	0,09	0,93

Опір теплопередачі зовнішньої стіни, що межує з зовнішнім повітрям визначаємо за формулою (2.1):

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,3}{2,04} + \frac{0,2}{0,045} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,77 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}};$$

Визначаємо для січня парціальні тиски насиченої водяної пари E та парціальні тиски водяної пари e :

- для внутрішнього повітря:

Парціальний тиск водяної пари e_B , Па, розраховуємо за формулою (2.14):

$$E_B = 2335 \text{ Па}$$

$$e_B = 0,01 \cdot 55 \cdot 2335 = 1284 \text{ Па};$$

- для зовнішнього повітря у січні:

$$E_3 = 412 \text{ Па},$$

$$e_3 = 0,01 \cdot 83 \cdot 412 = 342 \text{ Па}.$$

Опір паропроникнення зовнішньої стіни та окремих її шарів $R_{e\Sigma}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг}$) визначаємо за формулою (2.15):

$$R_{e1ш} = 0,08 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e2ш} = 10,0 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e3ш} = 0,44 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e4ш} = 0,11 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e\Sigma} = 0,08 + 10,0 + 0,44 + 0,11 = 10,64 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг}$$

Значення температур τ , °С, в товщі конструкції визначаємо за формулою (2.16):

$$\tau_1 = 19,4 \text{ °С};$$

$$\tau_2 = 19,3 \text{ °С};$$

$$\tau_3 = 18,6 \text{ °С};$$

$$\tau_4 = -4,4 \text{ °С};$$

$$\tau_5 = -4,5 \text{ °С}.$$

Пружність водяної пари в товщі конструкції:

$$E_1 = 2250 \text{ Па},$$

$$E_2 = 2241 \text{ Па},$$

$$E_3=2137 \text{ Па,}$$

$$E_4=422 \text{ Па,}$$

$$E_5=420 \text{ Па}$$

Парціальний тиск водяної пари в товщі шару матеріалу визначасмо за формулою (2.17):

$$e_1 = 1277 \text{ Па;}$$

$$e_2 = 399 \text{ Па;}$$

$$e_3 = 1245 \text{ Па;}$$

$$e_4 = 1247 \text{ Па.}$$

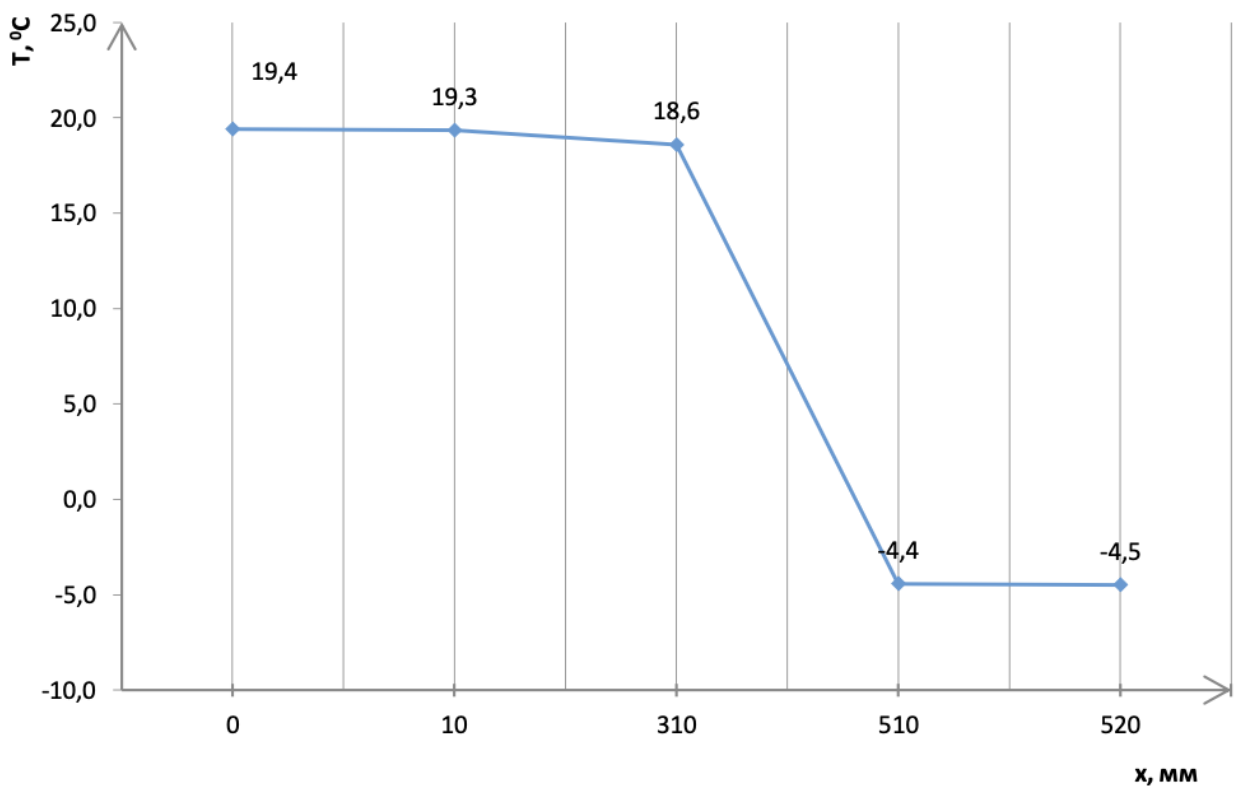


Рисунок 2.3. Розподіл температур у товщі огорожувальної конструкції стіни

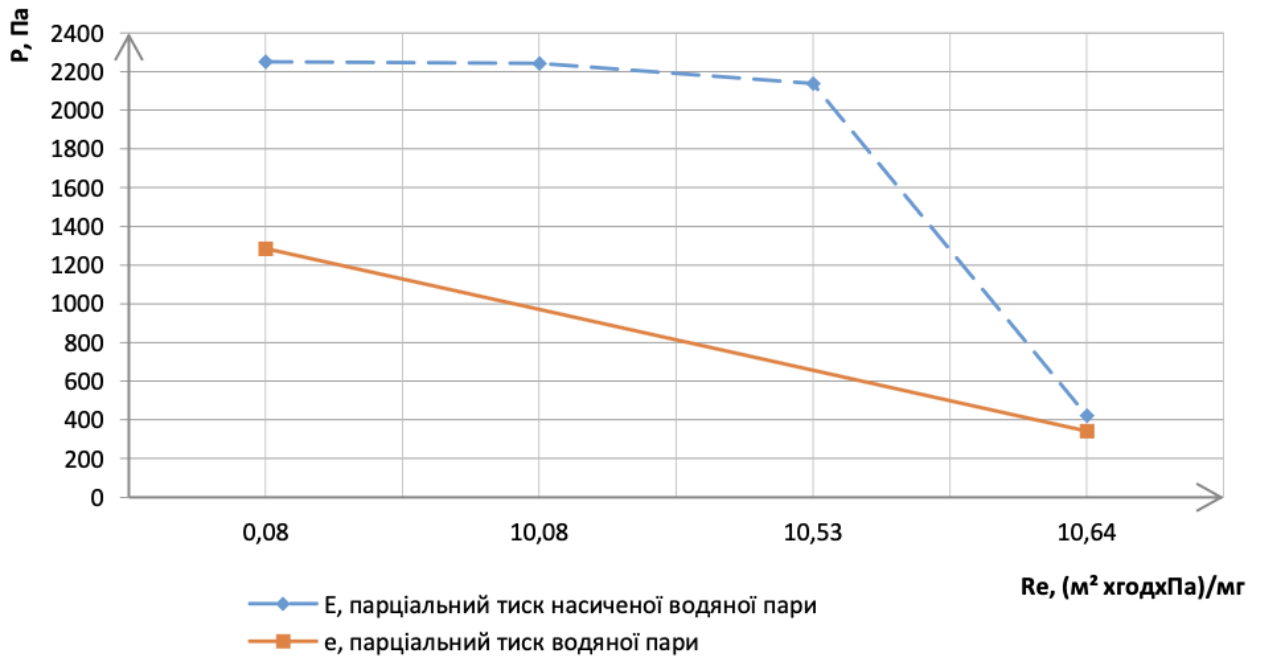


Рисунок 2.4. Розподіл парціальних тисків у товщі огорожувальної конструкції стіни

В січні в конструкції зовнішньої стіни не відбувається накопичення вологи. Конструкція стін відповідає вимогам ДБН В:2.6-31:2021.

2.9. Суміщене покриття

Склад суміщеного покриття наведений у таблиці 2.4.

Опір теплопередачі суміщеного покриття, що межує з зовнішнім повітрям визначаємо за формулою (2.1):

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,05}{0,33} + \frac{0,03}{0,037} + \frac{0,1}{0,23} + \frac{1}{23} = 7,63 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}};$$

Визначаємо для січня парціальні тиски насиченої водяної пари E та парціальні тиски водяної пари e :

- для внутрішнього повітря:

Парціальний тиск водяної пари $e_{в}$, Па, розраховуємо за формулою (2.14):

$$E_{в} = 2335 \text{ Па}$$

$$e_{в} = 0,01 \cdot 55 \cdot 2335 = 1284 \text{ Па};$$

- для зовнішнього повітря у січні:

$$E_{з} = 412 \text{ Па},$$

$$e_{з} = 0,01 \cdot 83 \cdot 412 = 342 \text{ Па}.$$

Опір паропроникнення зовнішньої стіни та окремих її шарів $R_{e\Sigma}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг}$) визначаємо за формулою (2.15):

$$R_{e1\text{ш}} = 6,67 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e2\text{ш}} = 0,19 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e3\text{ш}} = 0,33 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e4\text{ш}} = 31,25 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e5\text{ш}} = 0,45 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e\Sigma} = 6,67 + 0,19 + 0,33 + 31,25 + 0,45 = 38,9 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг}$$

Значення температур τ , °С, в товщі конструкції визначаємо за формулою (2.16):

$$\tau_1 = 19,6 \text{ °С};$$

$$\tau_2 = 19,3 \text{ °С};$$

$$\tau_3 = 18,8 \text{ °С};$$

$$\tau_4 = 18,7 \text{ °С};$$

$$\tau_5 = -3,2 \text{ °С};$$

$$\tau_6 = -4,6 \text{ °С}.$$

Пружність водяної пари в товщі конструкції:

$$E_1 = 2282 \text{ Па},$$

$$E_2 = 2237 \text{ Па},$$

$$E_3 = 2170 \text{ Па},$$

$$E_4 = 2170 \text{ Па},$$

$$E_5 = 470 \text{ Па},$$

$$E_6 = 417 \text{ Па}.$$

Парціальний тиск водяної пари в товщі шару матеріалу визначаємо за формулою (2.17):

$$e_1 = 1123 \text{ Па};$$

$$e_2 = 1280 \text{ Па};$$

$$e_3 = 1276 \text{ Па};$$

$$e_4 = 527 \text{ Па};$$

$$e_5 = 1273 \text{ Па}.$$

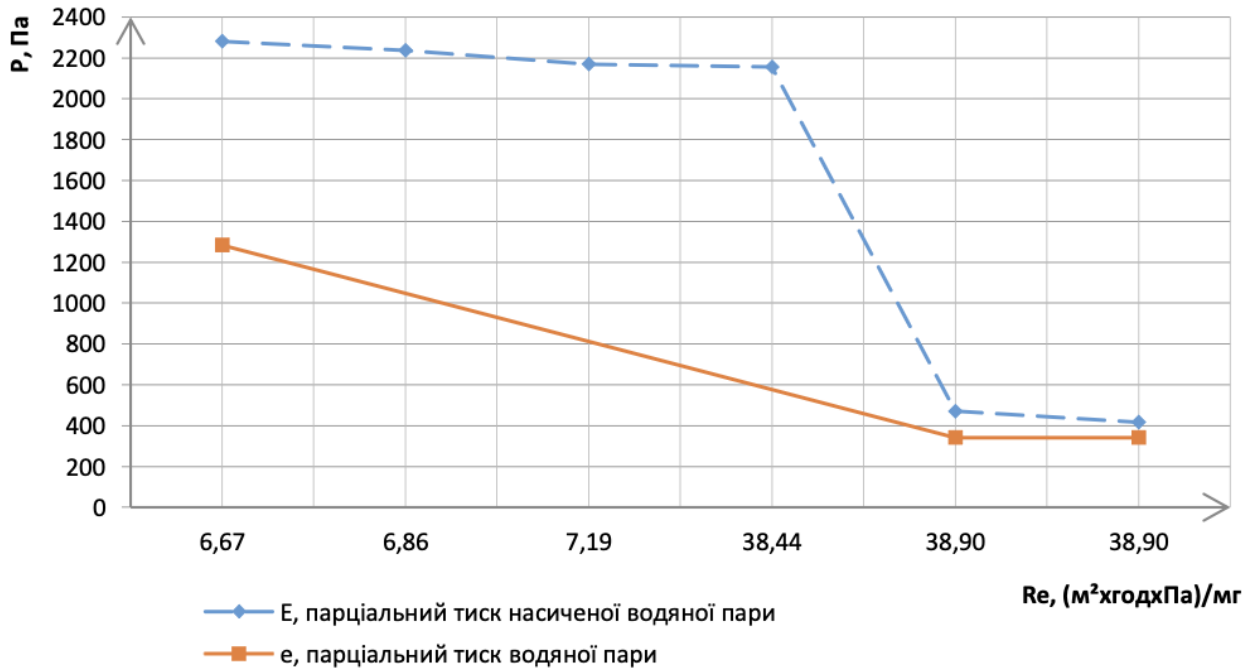


Рисунок 2.5. Розподіл температур у товщі огорожувальної конструкції суміщеного покриття

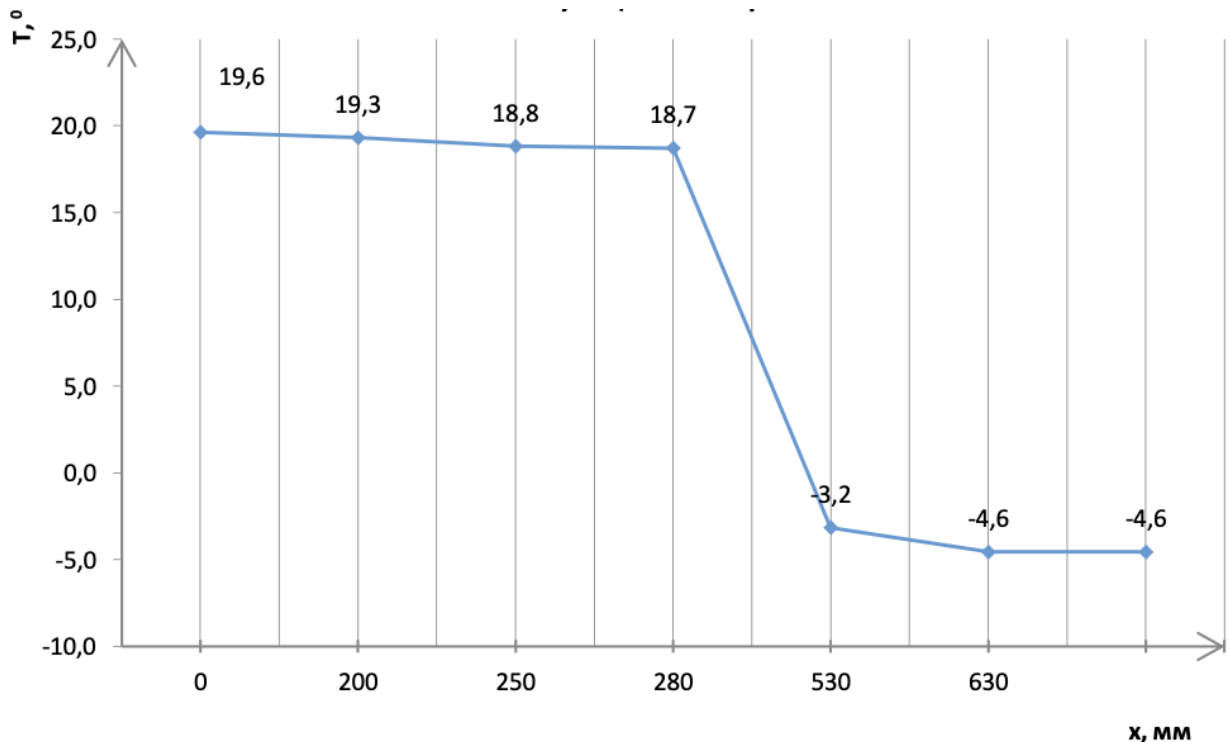


Рисунок 2.6. Розподіл парціальних тисків у товщі огорожувальної конструкції суміщеного покриття

В січні в конструкції зовнішньої стіни не відбувається накопичення вологи. Конструкція стін відповідає вимогам ДБН В:2.6-31:2021.

2.10. Перекриття над паркінгом

Склад перекриття над паркінгом наведений у таблиці 2.5.

Опір теплопередачі перекриття над паркінгом, що межує з зовнішнім повітрям визначаємо за формулою (2.1):

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,18} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,05}{0,23} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,21}{0,045} + \frac{1}{23} = 5,3 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}};$$

Визначаємо для січня парціальні тиски насиченої водяної пари E та парціальні тиски водяної пари e :

- для внутрішнього повітря:

Парціальний тиск водяної пари e_B , Па, розраховуємо за формулою (2.14):

$$E_B = 2335 \text{ Па}$$

$$e_B = 0,01 \cdot 55 \cdot 2335 = 1284 \text{ Па};$$

- для зовнішнього повітря у січні:

$$E_3 = 412 \text{ Па},$$

$$e_3 = 0,01 \cdot 83 \cdot 412 = 342 \text{ Па}.$$

Опір паропроникнення зовнішньої стіни та окремих її шарів $R_{e\Sigma}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг}$) визначаємо за формулою (2.15):

$$R_{e1ш} = 1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e2ш} = 0,33 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e3ш} = 0,17 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e4ш} = 6,67 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e5ш} = 0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{e\Sigma} = 1,0 + 0,33 + 0,17 + 6,67 + 0,47 = 8,63 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг}$$

Значення температур τ , °С, в товщі конструкції визначаємо за формулою (2.16):

$$\tau_1 = 19,5 \text{ °С};$$

$$\tau_2 = 18,9 \text{ °С};$$

$$\tau_3 = 18,8 \text{ °С};$$

$$\tau_4 = 17,8 \text{ °С};$$

$$\tau_5 = 17,3 \text{ °С};$$

$\tau_6 = -4,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Пружність водяної пари в товщі конструкції:

$E_1 = 2258 \text{ Па}$,

$E_2 = 2186 \text{ Па}$,

$E_3 = 2166 \text{ Па}$,

$E_4 = 2032 \text{ Па}$,

$E_5 = 1974 \text{ Па}$,

$E_6 = 419 \text{ Па}$.

Парціальний тиск водяної пари в товщі шару матеріалу визначаємо за формулою (2.17):

$e_1 = 1175 \text{ Па}$;

$e_2 = 1248 \text{ Па}$;

$e_3 = 1266 \text{ Па}$;

$e_4 = 557 \text{ Па}$;

$e_5 = 1233 \text{ Па}$.

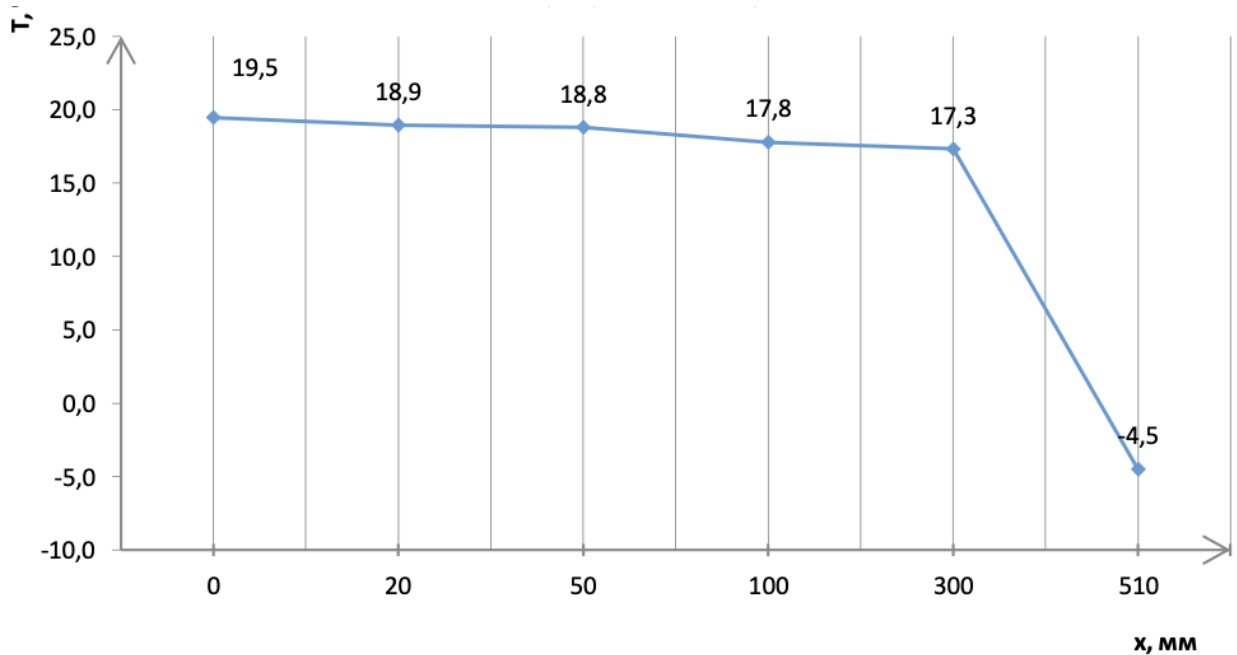


Рисунок 2.7. Розподіл температур у товщі огорожувальної конструкції перекриття над паркінгом

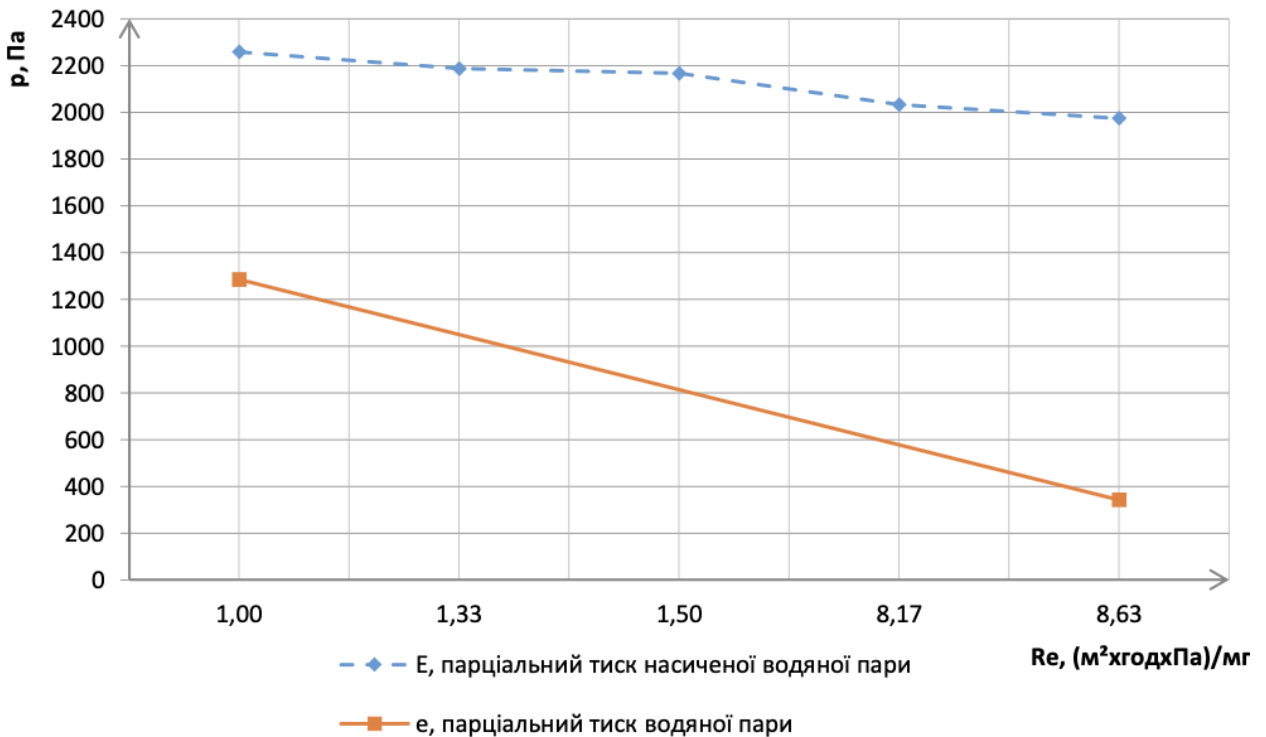


Рисунок 2.8. Розподіл парціальних тисків у товщі огорожувальної конструкції перекриття над паркінгом

В січні в конструкції зовнішньої стіни не відбувається накопичення вологи. Конструкція стін відповідає вимогам ДБН В:2.6-31:2021.

2.11. Визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій

Розрахунок масової повітропроникності конструкції зовнішньої стіни (тип 1).
 Мета розрахунку: розрахувати масову повітропроникність стінової огорожувальної конструкції, що розташована на 9-му поверсі будівлі житлового комплексу та провести оцінку відповідності нормативним вимогам. Висота поверху $h = 2,80$ м. Розміри огорожувальної конструкції $6,0$ м x $2,80$ м. Стінова конструкція виконана з зовнішнього шару цементно-піщаної штукатурки, теплоізоляції з мінеральної вати та внутрішнього шару газобетонних блоків.

Дана конструкція відноситься до багатошарової конструкції.

Повітропроникність однорідних ділянок конструкції при різниці тиску $\Delta p = 10$ Па.

Повітропроникність зовнішнього шару штукатурки:

$d=10$ мм, $G_1^{\Delta P O}=0,027$ кг/(м²·год).

Повітропроникність газобетонних блоків:

$d=300$ мм, $G_2^{\Delta P O}=0,56$ кг/(м²·год).

Повітропроникність мінераловатних плит:

$d=200$ мм, $G_3^{\Delta P O}=5,0$ кг/(м²·год).

Визначаємо розрахункову різницю тисків Δp , Па, за формулою:

$$\Delta p = (H - h) \cdot (\gamma_3 - \gamma_B) + 0,03 \cdot \gamma_3 \cdot v^2 \cdot \beta_v \quad (2.18)$$

де H – висота будинку, м;

h – висота від рівня підлоги першого поверху до середини огорожувальної конструкції, м;

v – максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за січень, м/с;

β_v – коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, приймається 0,74;

γ_3, γ_B – питома вага зовнішнього і внутрішнього повітря, Н/м³, що розраховується за формулами:

$$\gamma_3 = \frac{3463}{273+t_3}, \quad (2.19)$$

$$\gamma_B = \frac{3463}{273+t_B}, \quad (2.20)$$

Повітропроникність внутрішнього шару штукатурки:

$d=10$ мм, $G_4^{\Delta P O}=0,027$ кг/(м²·год).

Отже, питома вага зовнішнього і внутрішнього повітря відповідно дорівнює:

$$\gamma_3 = \frac{3463}{273+(-21)} = 13,8 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3};$$

$$\gamma_B = \frac{3463}{273+20} = 11,82 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}.$$

Коефіцієнт урахування швидкості руху зовнішнього повітря залежно від висоти будівлі $H = 35,0$ м та місцевості С: $\beta_v = 0,74$.

Максимальна із середніх швидкостей вітру за січень приймається згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27: $v = 2,8$ м/с.

Розрахункова різниця тиску:

$$\Delta p = (35,0 - (9 - 0,5) \cdot 2,85) \cdot (13,63 - 11,82) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 2,8^2 \cdot 0,74 = 23,7 \text{ Па}$$

Повітропроникність при розрахунковій різниці тисків визначаємо за формулою:

$$G^{\Delta p} = G^{\Delta p_0} \cdot \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0}\right)^n, \quad (2.21)$$

де $G^{\Delta p_0}$ – масова повітропроникність огорожувальної конструкції при Δp_0 , кг/(м²·год);

Δp_0 – різниця тисків, за якою визначається масова повітропроникність конструкції експериментальним шляхом ($\Delta p_0 = 10$ Па);

Δp – розрахункова різниця тиску, Па, що визначається за формулою (2.18);

n – показник фільтрації, приймається для утеплювачів з мінеральної вати – 1,5, для цегляної кладки – 0,8, для вікон і дверей – 0,6.

Повітропроникність зовнішнього шару штукатурки:

$$G_1^{\Delta p} = 0,027 \cdot \left(\frac{23,7}{10}\right)^{0,8} = 0,05 \text{ кг/(м}^2\text{·год)};$$

- повітропроникність газобетонних блоків:

$$G_2^{\Delta p} = 0,56 \cdot \left(\frac{23,7}{10}\right)^{0,8} = 1,12 \text{ кг/(м}^2\text{·год)};$$

- повітропроникність теплоізоляції:

$$G_3^{\Delta p} = 5,0 \cdot \left(\frac{23,7}{10}\right)^{1,5} = 18,26 \text{ кг/(м}^2\text{·год)};$$

- повітропроникність внутрішнього шару штукатурки:

$$G_4^{\Delta p} = 0,027 \cdot \left(\frac{23,7}{10}\right)^{0,8} = 0,05 \text{ кг/(м}^2\text{·год)}.$$

Масова повітропроникність конструкції з послідовним розміщенням шарів визначається за формулою:

$$G^K = \left(\sum \frac{1}{G_i^{\Delta p}}\right)^{-1} \quad (2.22)$$

$$G^K = (1/0,05 + 2/1,12 + 3/18,26 + 4/0,05)^{-1} = 0,011 \text{ кг/(м}^2\text{·год)}.$$

Нормативна масова повітропроникність стіни становить:

$$G_H^K = 0,04 \text{ кг/(м}^2\text{·год)}$$

$G_H^K > G^K$, отже масова повітропроникність стіни відповідає нормативним вимогам.

2.12. Оцінка повітропроникності віконного блока

Визначення можливості використання віконного блока за умови забезпечення нормативних вимог з допустимої повітропроникності.

За даними результатів випробувань заводу виробника повітропроникність віконного блока з двокамерним склопакетом при тиску $\Delta p = 10$ Па становить $0,32 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, показник режиму фільтрації $n=0,6$.

Визначаємо розрахункову різницю тисків, що відповідає різниці тисків.

Для цього розраховуємо питому вагу відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря за формулами (2.19-2.20):

$$\gamma_3 = \frac{3463}{273+(-21)} = 13,8 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3};$$

$$\gamma_B = \frac{3463}{273+20} = 11,82 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}.$$

Розрахункова різниця тиску за формулою (2.18):

$$\Delta p = (9 \cdot 2,85 - (9 - 0,5) \cdot 2,85) \cdot (13,63 - 11,82) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 2,8^2 \cdot 0,74 = 5,2 \text{ Па}$$

Масова повітропроникність світлопрозорої конструкції визначаємо за формулою (2.21):

$$G^{\Delta p} = 0,32 \cdot \left(\frac{5,2}{10}\right)^{0,6} = 0,2 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

Нормативна масова повітропроникність світлопрозорої конструкції становить:

$$G_H^K = 4,0 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

$G_H^K > G^K$, отже масова повітропроникність стіни відповідає нормативним вимогам.

2.13. Визначення показників теплостійкості зовнішньої стіни

Оцінка теплостійкості в зимовий період:

згідно з ДБН В.2.6-31:2021 п.5.8: за наявності в будівлі системи опалення з автоматичним регулюванням температури внутрішнього повітря теплостійкість приміщень в холодний період року не визначають;

в будівлі житлового комплексу проектом передбачається автоматичне регулювання температури внутрішнього повітря системою опалення. Дана вимога виконана.

Оцінка теплостійкості в літній період:

середня температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця для м. Тернополя Тернопільської області, складає 19,8°C табл. 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010;

згідно з ДБН В.2.6-31:2021 п.5.8: теплостійкість огорожувальних конструкцій у літній період року дозволяється не перевіряти при виконанні умови:

* Середня температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця менше ніж 21°C.

Дана вимога виконується.

2.14. Характеристики теплопередачі трансмісії будівлі

Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією

Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією розраховуємо за формулою:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A, \quad (2.23)$$

де H_D – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

H_g – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К;

H_U – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, Вт/К;

H_A – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К.

H_x , що відображає H_D, H_g, H_U, H_A , розраховується за формулою:

$$H_x = b_{tr,x} \sum_i A_i U_i, \quad (2.24)$$

де A – площа і-го елемента оболонки будівлі, м²;

U_i – приведений коефіцієнт теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, що становить $U_i = 1/R_{\Sigma \text{при}}$;

$R_{\Sigma \text{при}}$ - приведений опір теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, що для непрозорих елементів визначають згідно з ДСТУ Б В.2.6-189. Для світлопрозорих елементів приймається за відповідними стандартами;

$b_{tr,x}$ – поправочний коефіцієнт, що становить:

$b_{tr,x}=1$ – при розрахунках H_D ;

$b_{tr,x} \neq 1$ – при розрахунках H_g, H_U, H_A .

Таблиця 2.14. Характеристики теплопередачі трансмісією

Вид огорожувальної конструкції	A, м^2	R_{Σ} , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	U, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$	ΔU_{tb} , $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$	$b_{tr,x,H}$, $\text{Вт}/\text{К}$	$H_{x,H}$, $\text{Вт}/\text{К}$	$H_{x,C}$, $\text{Вт}/\text{К}$
Зовнішні стіни тип 1	1648,1	5,3	0,19	0,15	1	3150,6	3150,6
Суміщене покриття	3903,8	7,2	0,14	0,15	1	1096,8	1096,8
Світлопрозорі конструкції	4046,2	0,9	1,11	-	1	5384,4	5384,4
Вхідні двері	145	0,7	1,43	-	1	64,3	64,3
Перекриття над паркінгом	3931,6	5,0	0,20	0,15	1	870,0	870,0

Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією дорівнює:

$$H_{tr,adj,H} = 3150,6 + 554,8 + 1096,8 + 5384,4 + 64,3 + 870,0 = 11121,0 \text{ Вт}/\text{К}.$$

$$H_{tr,adj,C} = 3150,6 + 554,8 + 1096,8 + 5384,4 + 64,3 + 870,0 = 11121,0 \text{ Вт}/\text{К}.$$

3. ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ І ГВП

3.1. Характеристики теплопередачі для опалення та охолодження

Сумарну теплопередачу трансмісією для опалення Q_{tr} , Вт·год розраховують для кожного місяця за формулою:

- для опалення:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj}(\theta_{int,set,H} - \theta_C)t, \quad (3.1)$$

- для охолодження:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj}(\theta_{int,set,C} - \theta_C)t, \quad (3.2)$$

де $H_{tr,adj}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією зони, встановлений для різниці температур всередині-зовні, Вт/К;

$\theta_{int,set,H}$ - задана температура зони будівлі для опалення, °С;

$\theta_{int,set,C}$ - задана температура зони будівлі для охолодження, °С;

θ_C – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С;

t - тривалість місяця для якого проводиться розрахунок, год.

Таблиця 3.1. Сумарна теплопередача трансмісією

Місяць року	$H_{tr,adj,H}$ Вт/К	$H_{tr,adj,C}$ Вт/К	$\theta_{int,set,H}$ °С	$\theta_{int,set,C}$ °С	θ_C °С	t , год	$Q_{tr,H}$, кВт	$Q_{tr,C}$, кВт
Січень	11121,0	11121,0	20	24	-4	744	204367,6	229189,5
Лютий	11121,0	11121,0	20	24	-2,7	672	176369,4	198789,3
Березень	11121,0	11121,0	20	24	1,4	744	157205,8	182027,8
Квітень	11121,0	11121,0	20	24	7,9	720	88078,0	112099,2
Травень	11121,0	11121,0	20	24	13,4	744	39715,2	64537,1
Червень	11121,0	11121,0	20	24	16,3	720	13612,0	37633,3
Липень	11121,0	11121,0	20	24	17,7	744	1654,8	26476,8
Серпень	11121,0	11121,0	20	24	17,2	744	8274,0	33096,0
Вересень	11121,0	11121,0	20	24	13	720	48843,2	72864,5
Жовтень	11121,0	11121,0	20	24	8	744	98460,5	123282,5
Листопад	11121,0	11121,0	20	24	2,5	720	144928,3	168949,5
Грудень	11121,0	11121,0	20	24	-2,2	744	186164,8	210986,8

3.2. Характеристики теплопередачі вентиляцією

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією $H_{ve,adj}$, Вт/К розраховуємо за формулою:

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_a (\sum_k b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn}), \quad (3.3)$$

де $\rho_a c_a$ - теплоємність повітря одиниці об'єму дорівнює $0,33 \text{ Вт}\cdot\text{год}/(\text{м}^3\cdot\text{К})$;

$q_{ve,k,mn}$ – усереднена за часом витрата повітря k-го елемента, $\text{м}^3/\text{год}$;

$b_{ve,k}$ - температурний поправочний коефіцієнт для k –го елемента повітряного потоку.

В проекті передбачена припливно-витяжна вентиляція з функцією рекуперації тепла, тому

$$b_{ve,k} = (1 - f_{ve,frac,k} \cdot \eta_{hru}) \quad (3.4)$$

Величина повітрообміну при вентиляції для житлових приміщень складає: $0,64 \text{ год}^{-1}$.

Витрата повітря складає: $q_{ve,k,mn} = 88640,0 \text{ м}^3/\text{год}$.

Температурний поправочний коефіцієнт для теплоутилізаційної установки:

$$b_{ve,k} = (1 - 1 \cdot 0) = 1$$

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією:

$$H_{ve,adjH} = 0,33 \cdot (1 \cdot 88640,0) = 29251,2 \text{ Вт/К};$$

$$H_{ve,adjC} = 0,33 \cdot (0,5 \cdot 88640,0 + 0,2 \cdot 88640,0) = 35101,4 \text{ Вт/К}.$$

Таблиця 3.2. Сумарна теплопередача вентиляцією для опалення та охолодження

Місяць року	$H_{tr,adj,H}$ Вт/К	$H_{tr,adj,C}$ Вт/К	$\theta_{int,set,H}$ °C	$\theta_{int,set,C}$ °C	θ_C °C	t, год	$Q_{ve,H}$, кВт	$Q_{ve,C}$, кВт
Січень	29251,2	35101,4	20	24	-4	744	537543,5	645052,1
Лютий	29251,2	35101,4	20	24	-2,7	672	463900,6	556680,8
Березень	29251,2	35101,4	20	24	1,4	744	413495,0	496194,0
Квітень	29251,2	35101,4	20	24	7,9	720	231669,5	278003,4
Травень	29251,2	35101,4	20	24	13,4	744	104461,9	125354,3
Червень	29251,2	35101,4	20	24	16,3	720	35803,5	42964,2
Липень	29251,2	35101,4	20	24	17,7	744	4352,6	5223,1
Серпень	29251,2	35101,4	20	24	17,2	744	21762,9	26115,5
Вересень	29251,2	35101,4	20	24	13	720	128471,3	154165,5
Жовтень	29251,2	35101,4	20	24	8	744	258978,4	310774,1

Листопад	29251,2	35101,4	20	24	2,5	720	381201,6	457442,0
Грудень	29251,2	35101,4	20	24	-2,2	744	489665,1	587598,1

3.3. Сумарна теплопередача та теплові надходження

Для кожного місяця сумарну теплопередачу для режиму опалення, Q_{ht} , кВт·год, визначаємо за формулою:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}, \quad (3.5)$$

де Q_{tr} - сумарна теплопередача трансмісією для опалення та охолодження, кВт·год;

Q_{ve} - сумарна теплопередача вентиляцією для опалення та охолодження, кВт·год.

Таблиця 3.3. Сумарна теплопередача для режиму опалення

Місяць року	$Q_{tr,H}$ кВт·год	$Q_{ve,H}$ кВт·год	$Q_{ht,H}$ кВт·год	$Q_{tr,C}$ кВт·год	$Q_{ve,C}$ кВт	$Q_{ht,C}$ кВт·год
Січень	204367,6	537543,5	741911,0	229189,5	645052,1	874241,7
Лютий	176369,4	463900,6	640270,1	198789,3	556680,8	755470,1
Березень	157205,8	413495,0	570700,8	182027,8	496194,0	678221,7
Квітень	88078,0	231669,5	319747,5	112099,2	278003,4	390102,6
Травень	39715,2	104461,9	144177,0	64537,1	125354,3	189891,4
Червень	13612,0	35803,5	49415,5	37633,3	42964,2	80597,5
Липень	1654,8	4352,6	6007,4	26476,8	5223,1	31699,9
Серпень	8274,0	21762,9	30036,9	33096,0	26115,5	59211,4
Вересень	48843,2	128471,3	177314,5	72864,5	154165,5	227030,0
Жовтень	98460,5	258978,4	357428,9	123282,5	310774,1	434056,6
Листопад	144928,3	381201,6	526129,9	168949,5	457442,0	626391,5
Грудень	186164,8	489665,1	675829,9	210986,8	587598,1	798584,9

3.4. Енергопотреба для опалення та охолодження

Формула енергопотреби для опалення $Q_{H,nd}$, кВт·год, за умови постійного опалення, має вигляд:

$$Q_{H,nd} = (Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}) / 1000, \quad (3.6)$$

де $Q_{H,ht}$ - сумарна теплопередача в режимі опалення, Вт·год;

$Q_{H,gn}$ - сумарні теплонадходження в режимі опалення, Вт·год;

$\eta_{H,gn}$ - безрозмірний коефіцієнт використання надходжень.

Таблиця 3.4. Енергопотреба для опалення

Місяць року	$Q_{H,ht}$ кВт·год	$Q_{H,gn}$, кВт·год	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$
Січень	741911,0	639517,6	0,86	0,87	185490,4
Лютий	640270,1	463900,6	0,93	0,84	138774,7
Березень	570700,8	413495,0	1,19	0,74	69149,7
Квітень	319747,5	231669,5	2,10	0,47	0,0
Травень	144177,0	104461,9	5,01	0,2	0,0
Червень	49415,5	35803,5	13,99	0,07	0,0
Липень	6007,4	4352,6	118,02	0,01	0,0
Серпень	30036,9	21762,9	23,17	0,04	0,0
Вересень	177314,5	128471,3	3,75	0,27	0,0
Жовтень	357428,9	258978,4	1,84	0,53	11533,3
Листопад	526129,9	381201,6	1,17	0,75	67485,2
Грудень	675829,9	489665,1	0,93	0,84	145033,2

Річні енергопотреби для опалення будівлі $Q_{H,nd,an}$, розраховують за формулою:

$$Q_{H,nd,an} = \Sigma Q_{H,nd} \quad (3.7)$$

$$Q_{H,nd,an} = 617466,5 \text{ кВт·год.}$$

Формула енергопотреби для охолодження $Q_{C,nd}$, кВт·год, за умови постійного охолодження, має вигляд:

$$Q_{C,nd} = (Q_{C,ht} - \eta_{C,gn} \cdot Q_{C,gn})/1000, \quad (3.8)$$

де $Q_{C,ht}$ – сумарна теплопередача в режимі охолодження, Вт·год;

$Q_{C,gn}$ – сумарні теплонадходження в режимі охолодження, Вт·год;

$\eta_{C,gn}$ – безрозмірний коефіцієнт використання надходжень.

Таблиця 3.5. Енергопотреба для охолодження

Місяць року	$Q_{c,ht}$ кВт·год	$Q_{c,gn}$ кВт·год	γ_c	$\eta_{c,gn}$	$Q_{c,nd}$ кВт·год
Січень	874241,7	639517,6	0,73	0,66	0,0
Лютий	755470,1	594013,8	0,79	0,69	0,0
Березень	678221,7	680256,7	1,0	0,80	0,0
Квітень	390102,6	672074,9	1,72	0,95	0,0
Травень	189891,4	721684,5	3,80	1,00	0,0
Червень	80597,5	691181,2	8,58	1,00	610597,6
Липень	3169,9	708997,5	22,37	1,00	677297,7
Серпень	59211,4	695962,5	11,75	1,00	636754,1
Вересень	227030	665501,9	2,93	0,99	0,0
Жовтень	434056,6	657722,7	1,52	0,93	0,0
Листопад	626391,5	613466,9	0,98	0,79	0,0
Грудень	798585,9	630077,4	0,79	0,70	0,0

Річні енергопотреби для охолодження будівлі $Q_{c,nd,an}$, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{c,nd,an} = \sum Q_{c,nd} \quad (3.9)$$

$Q_{c,nd,an}=1924649,5$ кВт·год.

3.5. Річне споживання при опаленні

Тривалість опалювального періоду прийнято фіксованою згідно з 15.3.3 ДСТУ 9190:2022 як для I-ої температурної зони України, що становить 4500 годин.

Система опалення двотрубна виконана сталевими панельними радіаторами встановленими під вікнами та обладнанні термостатичними клапанами.

Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення визначаються для кожного місяця за формулою (79) ДСТУ 9190:2022 при цьому:

$f_{hydr}=1,0$ – згідно з таблицею 18 ДСТУ 9190:2022;

$f_{im} =1,0$ – згідно з п.15.4.2.1 ДСТУ 9190:2022;

$f_{rad} =1,0$ – променева складова відсутня;

$\eta_{ctr} = 0,93$ – згідно з таблицею 17 ДСТУ 9190:2022;

$\eta_{emb} = 1,0$ – згідно з таблицею 17 ДСТУ 9190:2022;

$\eta_{str1} = 0,93$ – згідно з таблицею 17 ДСТУ 9190:2022;

$\eta_{str2} = 0,95$ – згідно з таблицею 17 ДСТУ 9190:2022;

$\eta_{str} = 0,5 \cdot (0,93 + 0,95) = 0,94$ – за формулою (81) ДСТУ 9190:2022;

$\eta_{em} = 1 / (4 - (0,93 + 1 + 0,94)) = 0,88$ – за формулою (80) ДСТУ 9190:2022;

Тепловтрати підсистеми розподілення визначаються для кожного місяця за формулою (88) ДСТУ 9190:2022. Результатом розрахунку загальних тепловтрат є сума тепловтрат різних типів трубопроводів L_A , L_S , L_V згідно з рис.7 ДСТУ 9190:2022.

Трубопроводи типу L_V (розподільчі), L_A (горизонтальні вітки) та L_S (стояки) ізолювані теплоізоляцією, товщина якої приблизно дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводів.

Довжина трубопроводів відповідного типу:

$L_A = 39125$ м;

$L_S = 46238$ м;

$L_V = 1095$ м.

Лінійні коефіцієнти теплопередачі трубопроводів визначені згідно з таблицею 24 ДСТУ Б А.2.2-12:2015:

$\psi_V = 0,2$ Вт/(м·К)

$\psi_S = 0,3$ Вт/(м·К)

$\psi_A = 0,4$ Вт/(м·К)

Середня температура теплоносія становить $\theta_m = 70$ °С (температурний графік 80/60).

Температура оточуючого середовища становить: для кондиціонованого об'єму $\theta = 20$ °С.

Утилізовані тепловтрати розраховуються згідно з формулою (91) ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Неутилізовані тепловтрати розраховуються згідно з формулою (92), ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Енергію входу, що необхідна для підсистеми розподілення розраховують для кожного місяця за формулою (93) ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Значення додаткової енергії для підсистеми розподілення визначають згідно з таблицею 26 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Додаткова енергія в підсистемі розподілення використовується на функціонування циркуляційних, змішувальних та циркуляційно-змішувальних насосів. Кількість насосів, що використовується – 1. Насос із змінною витратою та підтриманням сталого тиску. Використовуються генератори із стандартним об'ємом води.

Режим опалення постійний (без чергових режимів), $f_{im} = 1,0$.

Відповідно $W_{H,dis,aux,an} = 250 \cdot 1 \cdot 4500 / 5000 = 225$ кВт·год/рік.

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми виробництва/генерування теплоти. Згідно з формулою (94) ДСТУ 9190:2022 загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування дорівнює енергії входу в підсистему розподілення.

Тепловтрати підсистеми виробництва/генерування теплоти визначаються для кожного місяця за формулою (95) ДСТУ Б А.2.2-12:2015. При цьому, ефективність підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнята згідно з таблицею 27 ДСТУ 9190:2022 для централізованого теплопостачання (від індивідуальної котельні), $\eta_{H,gen} = 96\%$.

Загальне енергоспоживання при опаленні визначено для кожного місяця згідно з формулою (96) ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Річне енергоспоживання при опаленні розраховане згідно з формулою (97) ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Всі розрахунки наведені в наступних таблицях.

Таблиця 3.6. Розрахунок енергоспоживання при опаленні

Місяць року	Параметр					
	$Q_{H,nd}$	$Q_{H,em,ls}$	$Q_{H,em,in} = Q_{H,em,out}$	$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out}$	$Q_{H,gen,ls}$	$Q_{H,nse}$
	кВт·год					
Січень	185490	24114	209604	322863	12619	315482
Лютий	138775	18041	156815	249045	10377	259422
Березень	69150	8989	78139	216931	9039	225969
Квітень	0	0	0	224308	9346	233654
Травень	-	-	-	-	-	-
Червень	-	-	-	-	-	-
Липень	-	-	-	-	-	-
Серпень	-	-	-	-	-	-
Вересень	-	-	-	-	-	-
Жовтень	11533	1499	13033	224319	9347	233665
Листопад	67485	8773	76258	207144	8631	215775
Грудень	145033	188554	163888	266623	11109	277732
Всього за рік	617467					1761699

Таблиця 3.7. Значення енергетичних потоків в підсистемі розподілення

Місяць року	Параметр						
	$Q_{H,dis,out}$	$Q_{H,dis,ls}$	$Q_{H,dis,ls,nrbl}$	$Q_{H,dis,ls,rbl}$	$Q_{H,dis,ls,rvd}$	$Q_{H,dis,ls,nrvd}$	$Q_{H,dis,in}$
	кВт·год						
Січень	209604	391651	10590	381061	298393	93258	302863
Лютий	156815	353749	9565	344184	261520	92230	249045
Бер-нь	78139	391651	10590	381061	252860	138791	216931
Квітень	0	379017	10248	368769	154709	224308	224308

Травень	-	-	-	-	-	-	-
Червень	-	-	-	-	-	-	-
Липень	-	-	-	-	-	-	-
С-нь	-	-	-	-	-	-	-
Вер-нь	-	-	-	-	-	-	-
Жовт	13033	391651	10590	381061	180365	211286	224319
Лист-д	76258	379017	10248	368769	248132	130885	207144
Грудень	163888	391651	10590	381061	288916	102735	266623

3.6. Енергопотреби гарячого водопостачання

Питомі річні енергопотреби ГВП становлять 25 кВт·год/м².

Загальні енергопотреби ГВП дорівнюють:

$$Q_{DWH,nd} = 25 \cdot A_f \quad (3.10)$$

$$Q_{DWH,nd} = 25 \cdot 58946 = 1473650 \text{ кВт·год.}$$

Система ГВП будинку передбачена без циркуляційного контуру. Трубопроводи подачі гарячої води зовнішнім діаметром 15 мм, теплоізовані стандартно. Температура води в системі ГВП прийнята 55 °С. Тепловтрати підсистеми розподілення для системи ГВП, що розглядається, складаються з:

- тепловтрат розподільчими трубопроводами до водорозбору гарячої води користувача;
- тепловтрат циркуляційним контуром
- тепловтрат використаної води при водорозборі.

Тепловтрати розподільчими трубопроводами від водонагрівача до водорозбору гарячої води користувача розраховуються згідно з формулою (119) ДСТУ Б А.2.2-12:2015. При цьому приймається:

$$\theta_{W,dis,avg} = 55^\circ\text{C};$$

$\theta_{amb} = 20^\circ\text{C}$ – для опалювального періоду та $\theta_{amb} = 23^\circ\text{C}$ – для періоду без опалення.

$t_w=4336$ год – період користування системою ГВП протягом опалювального періоду та $t_w=4424$ год – період користування системою ГВП поза періодом опалення;

$L_w=416$ м – протяжність трубопроводів від водонагрівача до водорозбору гарячої води користувача визначені згідно з проектними даними;

$\psi_w=0,3$ Вт/(м·К) – лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводів

$Q_{w,dis,ls,Hp}=0,3 \cdot 416 \cdot (55-20) \cdot 4336/1000 = 18940$ кВт·год – тепловтрати протягом опалювального періоду;

$Q_{w,dis,ls,Cp}=0,3 \cdot 416 \cdot (55-24) \cdot 4424/1000=17668$ кВт·год – тепловтрати поза періодом опалення.

$$Q_{w,dis,ls} = Q_{w,dis,ls,Hp} + Q_{w,dis,ls,Cp}, \quad (3.11)$$

$Q_{w,dis,ls}=18940 + 17668 = 36607$ кВт·год – загальні тепловтрати розподільчими трубопроводами від водонагрівача до водорозбору гарячої води користувача.

Тепловтрати циркуляційним контуром є сумою тепловтрат протягом періоду циркуляції та тепловтрат в періоди відсутності циркуляції.

Тепловтрати трубопроводів протягом періодів циркуляції визначають згідно з формулою (121).

При цьому приймається:

$\theta_{mb,v} = 5$ °С - температура в техпідпіллі протягом опалювального періоду;

$\theta_{mb,s} = 20$ °С - температура кондиціонованої зони протягом опалювального періоду та $\theta_{mb} = 23$ °С – для періоду поза опаленням;

$t_{w,0n} = 4336$ год – період циркуляції протягом опалювального періоду та

$t_{won} = 4424$ год – період циркуляції поза періодом опалення;

$L_{w,v} = 416$ м – протяжність трубопроводів циркуляційного контуру в техпідпіллі

та $L_{w,s} = 2028$ м – протяжність трубопроводів стояків циркуляційного контуру, визначені згідно з проектними даними;

$\Psi_{w,v} = 0,2$ Вт/(м·К) – лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводів в техпідпіллі та

$\psi_{w,s} = 0,3$ Вт/(м·К) – лінійний коефіцієнт теплопередачі стояків, визначені згідно з таблицею 24;

$Q_{w,dis,ls,col,on,Нр} = (0,2 \cdot 416 \cdot (55-5) + 0,3 \cdot 2028 \cdot (55-20)) \cdot 4336 / 1000 = 110369$ кВт·год – тепловтрати протягом опалювального періоду;

$Q_{w,dis,ls,col,on,Ср} = (0,2 \cdot 416 + 0,3 \cdot 2028) \cdot (55-23) \cdot 4424 / 1000$ кВт·год – тепловтрати поза опалювальним періодом;

$$Q_{w,dis,ls,col,on} = Q_{w,dis,ls,col,on,Нр} + Q_{w,dis,ls,col,on,Ср} \quad (3.12)$$

$Q_{w,dis,ls,col,on} = 110369 + 97908 = 208277$ кВт·год – загальні тепловтрати трубопроводів циркуляційного контуру протягом періодів циркуляції.

Тепловтрати трубопроводів протягом періодів відсутності циркуляції визначають згідно з формулою (122).

При цьому приймається:

$R_{W \cdot cW} = 1150$ Вт·год/(м³·К) - теплоємність води;

$V_{Wdistv} = 0,02$ м³ - об'єм води, що міститься в трубопроводах циркуляційного контуру, розташованих в техпідпіллі, $V_{WdisS} = 0,96$ м³ - об'єм води, що міститься в трубопроводах стояків циркуляційного контуру;

$n_{norm} = 1$ цикл/день - кількість робочих циклів циркуляційного насоса протягом року;

$Q_{w,dis,ls,col,off,Нр} = (0,02 \cdot (55-5) + 0,96 \cdot (55-20)) \cdot 1150 \cdot 181 / 1000 = 7035$ кВт·год – тепловтрати протягом опалювального періоду;

$Q_{w,dis,ls,col,off,Ср} = (0,02 + 0,96) \cdot (55 - 23) \cdot 1150 \cdot 181 / 1000 = 6636$ кВт·год – тепловтрати в період без опалення.

$Q_{w,dis,ls,col,off} = Q_{w,dis,ls,col,off,Нр} + Q_{w,dis,ls,col,off,Ср} = 7035 + 6636 = 13671$ кВт·год – загальні тепловтрати трубопроводів циркуляційного контуру протягом відсутності циркуляції.

Загальні тепловтрати циркуляційним контуром визначаються згідно з формулою (120):

$$Q_{w,dis,ls,col,m} = Q_{w,dis,ls,col,on} + Q_{w,dis,ls,col,off} = 208277 + 13671 = 221948 \text{ кВт·год.}$$

Тепловтрати використаної води при водорозборі визначаються згідно з формулою (123) ДСТУ 9190:2022.

Додаткові втрати теплоти при зливанні непрогрітої води з системи ГВП згідно з таблицею 35 ДСТУ 9190:2022 становлять $\eta_{eq}=10\%$.

Відповідно $Q_{w,em,ls} = 1473650,0 \cdot 10/100 = 147365$ кВт·год.

Річний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП визначають згідно з формулою (126) ДСТУ 9190:2022, при цьому ефективність підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнята згідно з таблицею 27 ДСТУ 9190:2022 для випадку централізованого тепlopостачання, $\eta_{eq}=96\%$.

$Q_{DHW,use} = (1473650+36607+147365+221948)/0,96 = 1957886$ кВт·год.

3.7. Показник енергоефективності

Розрахункове значення енергопотребы для громадських будинків розраховують згідно ДБН В.2.6-31:2021 за формулою:

$$EP = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DWH,nd})/A_f, \quad (3.13)$$

де $Q_{H,nd}$ – річна енергопотреба для опалення, кВт·год;

$Q_{C,nd}$ – річна енергопотреба для охолодження, кВт·год;

$Q_{DWH,nd}$ – енергопотреби ГВП, кВт·год;

A_f - кондиціонована площа для будівлі, м².

Розрахункове значення EP дорівнює:

$$EP = (617467,0+1924649,0+1473650,0)/58946,0 = 68,13 \text{ кВт·год/м}^2.$$

Результат розрахунку відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» щодо теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій будинку і порядку їх розрахунків, що забезпечує:

- раціональне використання енергетичних ресурсів на обігрів приміщень будинку;
- нормативні показники санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень;
- довговічність огороджувальних конструкцій під час експлуатації будинку.

4. ВИБІР ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОТИ

Розрахункова температура зовнішнього повітря -21°C .

Опалення та гаряче водопостачання житлового багатоквартирного будинку запроектовано:

- для квартир 16-поверхового житл будинку – від дахової котельні;
- для нежитлових приміщень 16-поверхового житлового будинку – від дахової котельні.

Годинна витрата тепла на опалення складає – 2447 кВт.

Річна витрата тепла на опалення складає – 5292,93 тис. кВт.

Теплоносій в системах опалення – вода з параметрами $60-80^{\circ}\text{C}$.

Системи опалення квартир двотрубні променеві з індивідуальним з'єднанням трубопроводами кожного опалювального прибору металопластиковими трубами від KAN-therm розподільвачів (гребінок). Труби прокладені в конструкції підлоги.

Циркуляція води в системах опалення примусова, за допомогою pomp, вбудованих в котли та циркуляційних pomp в даховій котельні.

Злив води з систем опалення передбачається в каналізацію за допомогою запірних клапанів з дренажними кранами. Для видалення конденсату від котлів запроектовані гнучкі шланги з підключенням в каналізацію. Система опалення нежитлових приміщень двотрубна тупикова з нижнім розведенням труб з поліпропіленових труб PN10-4m, прокладених над підлогою та в конструкції підлоги з нахилом 0,002.

Нагрівальні прилади – панельні радіатори «PURMO».

Для регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів встановлено термостатичні клапани HERZ-TS-90-V з термостатичною головою HERZ. Повітровидалення з систем опалення здійснюється за допомогою автоматичних відповітрявачів.

Опалення сходових кліток, холів та сміттекамер – електричне за допомогою електричних конвекторів «Термія» Україна ОАО «Маяк», призначених для стаціонарних систем опалення.

Опалення сходових кліток, холів 16-поверхового будинку – водяне, від дахової котельні.

4.1. Опалення паркінгів

Опалення приміщень паркінгів повітряне, суміщене з вентиляцією. Опалення розраховане на підтримання температури в приміщенні +5 °С, запроектоване за допомогою стаціонарних електричних вентиляторів Heat Master AVR=15кВт.

4.2. Вентиляція житлового будинку

Вентиляція приміщень житлового будинку – припливно-витяжна з природним спонуканням.

Приплив повітря здійснюється через віконні квартирки, провітрювачі та нещільності огорожувальних конструкцій.

Видалення повітря із приміщень здійснюється природньо, через цегляні вентиляційні канали, виведені вище даху. В кухнях запроектовано жалюзійні решітки з нерухомими жалюзьями. Приплив повітря в кухні, ванні кімнати, санвузли здійснюється через отвір в нижній частині дверей живим січенням не менше 0,02м². У верхній частині вікон в кухнях та лоджіях передбачаються квартирки, всі вікна в кімнатах з провітрювачами.

Вентиляцію нежитлових приміщень запроектовано згідно існуючих норм та правил відповідно до:

- ДБН В 2.5-67.2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування ";
- ДБН В.2.2-9:2018 "Громадські будинки та споруди";
- ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва".

Вентиляція нежитлових приміщень припливно-витяжна з природним та механічним спонуканням. Повітрообміни в приміщеннях вибрані згідно з нормативними вимогами. Приплив повітря здійснюється через віконні квартирки, провітрювачі. Видалення повітря із приміщень здійснюється природньо через цегляні вентиляційні канали, виведені вище даху будинку.

Вентиляція теплогенераторних нежитлових приміщень природня, розрахована на трьохкратний повітрообмін.

Приплив повітря в теплогенераторні нежитлових приміщень здійснюється через припливні вентиляційні решітки, встановлені під вікном над підлогою. В верхній частині вікна в теплогенераторній передбачається кватирка. Всі вікна в нежитлових приміщень з провітрювачами.

Зовнішні входи в приміщення обладнані тепловими електричними завісами. Повітропроводи вентиляції запроектовано із тонколистової оцинкованої сталі. Повітропроводи витяжних систем прокладаються в вентиляційній шахті, зашиті в будівельні конструкції, зверху монтується зонтик для захисту від атмосферних опадів. Прокладка інженерних комунікацій здійснюється в гільзах через міжповерхові перекриття та стіни.

При виникненні пожежі всі припливні системи та повітряні завіси автоматично відключаються.

4.3. Вентиляція паркінгів

Вентиляцію підземних паркінгів запроектовано загальнообмінну припливно-витяжну з природнім та механічним спонуканням.

Вентиляція розрахована на забезпечення необхідних умов повітряного середовища в приміщеннях.

Кількість витяжного повітря для одного паркінга - 50% видаляється з верхньої зони; 50% видаляється з нижньої зони – повітропроводи розміщені в колесо-відбійному тротуарі).

Витяжку запроектовано механічну та природну (при відключеному даховому вентиляторі) з верхньої та нижньої зони приміщень, за допомогою дахових вентиляторів, розміщених на покрівлі житлового будинку.

Витяжку з приміщень запроектовано за допомогою системи повітропроводів через шахти, що виводяться на 2 м вище покриття будинків, на яких встановлено дахові вентилятори.

Приплив повітря запроектовано в верхню зону приміщень, за допомогою припливних систем. Припливні системи розміщені у відокремлених венткамерах.

5. ОПИС КОТЕЛЬНИ

Як джерело тепlopостачання багатоквартирного житлового будинку з приміщеннями нежитлового призначення пускового комплексу 4 передбачено від дахової котельні обладнаної модульними котельними установками «Укрінтерм». Паливо – природний газ з теплотою згорання $Q=8050$ ккал/нМ.

Даний розділ проекту виконаний на підставі завдання на проектування, а також відповідно до чинних нормативних документів:

- ДБН В.2.5-77-2014 "Котельні";
- ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі»;
- НПАОП 0.00-1.81-18 "Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском".

Категорія споживача за надійністю відпуску тепла - II.

Паливо – природний газ.

Теплоносій – вода з параметрами – 80-60°C.

Таблиця 5.1. Технічна характеристика модулів нагріву 120 «ЕКО»

Найменування	Значення
Максимальна номінальна теплопродуктивність	120 кВт
ККД (при 90/70°C)	92 %
Допустимий робочий тиск	0,6 МПа
Допустима температура теплоносія	95 °C
Робоча вага	170 кг

З модулів скомпоновано два теплогенератора по 960 кВт.

В теплогенератор входить: Модулі нагріву потужністю 120 кВт МН-120 «Еко»-2*16шт та модуль-регулятор температури АРД-80, з помпами – 2 компл.

Теплогенератори виробляють гарячу воду з параметрами 80-60°C для опалення.

Таблиця 5.2. Характеристика котельні

Найменування	Показник, одиниці вимірювання
Встановлені котли модулі нагріву «МН-120 еко» N=120x16=1920 кВт	16 комплектів
Номінальна теплопродуктивність котельні	1920 кВт
Теплова потужність	1920 кВт
Розрахункова температура води, що випускається з котельні для опалення	80-60 °C
Відпуск тепла споживачам на опалення	1786 кВт
Паливо – природний газ	8050 ккал/нм ³
Облік витрати газу: - лічильник газу роторний GMS-G160-80 з електронними обчислювачами та вибухозахистом; - лічильник газу мембранний для конвекторів G-1,6	1 комплект 1 комплект
Розрахункова максимальна витрата газу	55 м ³ /год
Річна витрата газу	442 тис.нм ³
Річний відпуск тепла	3723 тис.нм ³
Тиск газу перед пальниками	1960 Па
Газоаналізатор димових газів СЗМ-Р	1 комплект
Газосигналізатор (метан) N=10 Вт «Варта-2-ОЗА»	1 комплект
Сигналізатор загазованості СГБ-1-4	1 комплект

5.1. Конструкція модуля нагріву

Модулі нагріву МН 120 ЕКО Укрінтерм — проточні безінерційні газові апарати (водонагрівачі) конвекційного (атмосферного) типу в шафному виконанні, з модуляцією полум'я пальника.

В модулях нагріву серії МН Еко використовується спеціальний пальник, новий теплообмінник, що дозволяє збільшити теплову потужність, коефіцієнт

корисної дії, а також значно знизити викиди шкідливих речовин у зовнішнє середовище.

Переваги нового модуля нагріву МН 120 Еко з модуляційних газовими клапанами:

- підвищена надійність модуля: кожен нагрівальний елемент працює автономно
- основні завдання "верхнього" блоку управління - це завдання уставки температури і індикація режиму роботи/аварії модуля
- при виході з ладу "верхнього" блоку модуль продовжує працювати за уставці, яка була задана раніше
- за рахунок модуляції пальника, модуль стабільніше працює при малих витратах теплоносія в колекторі і при високих температурах (90 °С) на виході модуля.

Контроль і регулювання температури здійснюється на зворотньому трубопроводі колектора з одночасним контролем температури подачі з елементарного теплообмінника.

Модуль МН має три окремих елемента, які представляють собою проточні водонагрівачі, в склад яких входять газові пальники з електронним розпалюванням, теплообмінники для нагріву теплоносія, циркуляційні насоси, запірні та регулююча арматура.

Ці елементи незалежні один від одного і відокремлені газовими і водяними кранами від загальних колекторів модуля.

Елементи розташовані один над другим. Загальні газовий і водяний колектори проходять повз поздовжньої горизонтальної осі модуля та закінчуються по обидва боки модуля приєднувальними фланцями.

Двері надають модулю декоративний вигляд і забезпечують можливість легкого доступу до елементів модуля.

Шафа електрична вміщує пристрої, що забезпечують роботу електричної частини модуля.

Модуль отримує електроживлення від центральної шафи головного розподільчого щита електроуправління. Зняття і подача напруги на кожен елемент модуля здійснюється за допомогою свого вимикача. На передній панелі електричної шафи знаходяться три вимикача, ручка регулятора температури і чотири індикаторні лампочки, які сигналізують про аварійні ситуації – відсутність тяги або неможливість розпалювання кожного з пальників.

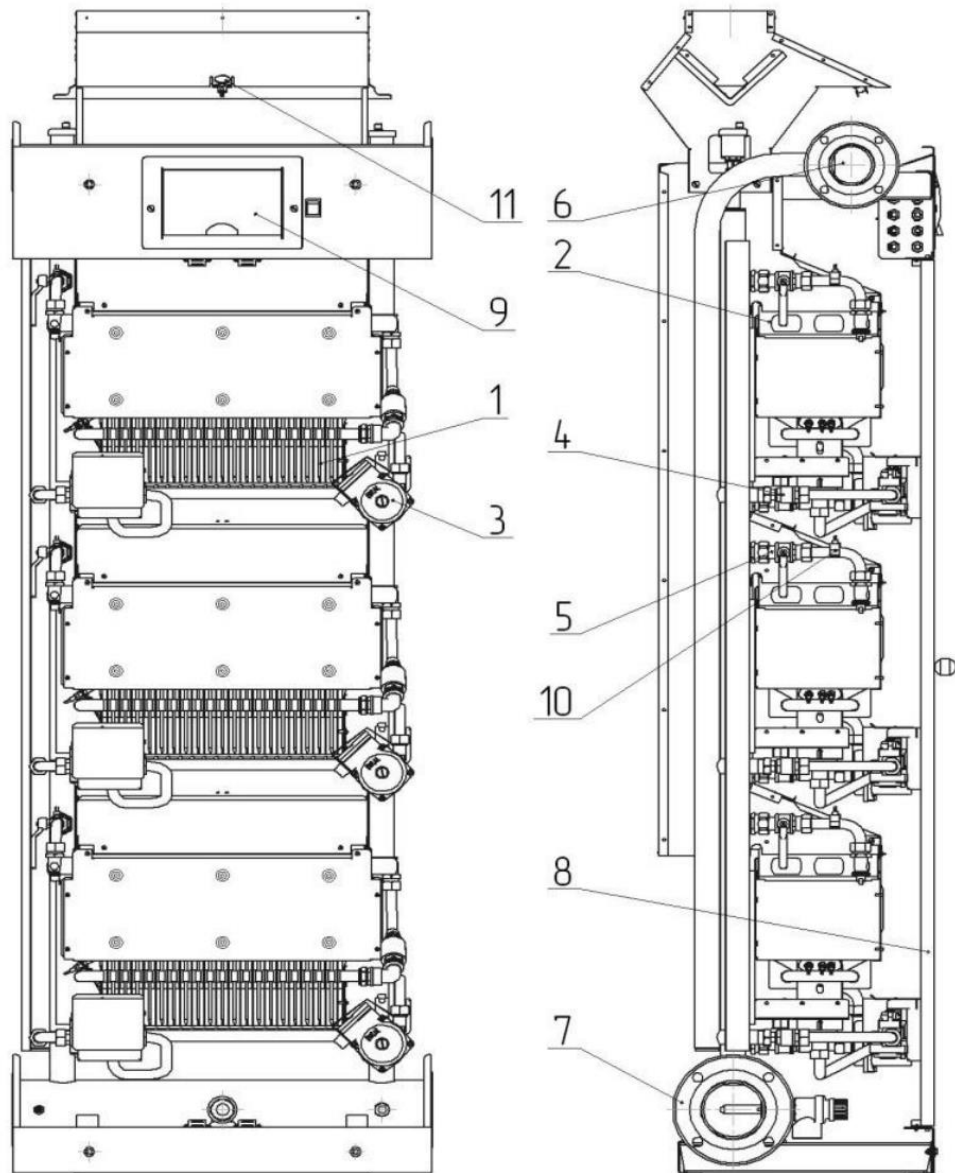


Рисунок 5.1. Комплектація модуля нагріву МН ЕКО М

1 - газові пальники, 2 - теплообмінники для нагріву носія, 3 - циркуляційні насоси, 4 - газові крани, 5 - водяні крани, 6 - газовий колектор, 7 - водяний колектор, 8 – двері, 9 - електрична шафа

Таблиця 5.3. Технічні характеристики модулів нагріву МН ЕКО М

Назва параметру	Одиниця виміру	Значення для МН120 еко
Номінальна теплопродуктивність	кВт	120
Коефіцієнт корисної дії	%	92
Тип газу	-	Природний
Номінальний тиск газу	Па	1960
Максимальні витрати газу при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, атм. тиску 760 мм рт. ст., $Q_{н.р.} = 8000\text{ кКал/м}^3$	куб.м./год	14,0
Максимальний робочий тиск теплоносія	МПа (бар)	0,6 (6)
Максимальна температура теплоносія	$^{\circ}\text{C}$	95
Температура продуктів згорання	$^{\circ}\text{C}$	110
Максимальна електрична потужність	Вт	400
Вміст в продуктах згорання, не більше:- оксиди - вуглецю CO - оксиди азоту NOx	мг/м ³	4020
Висота		2200
Ширина	мм	711
Глибина		500

5.2. Опалення та вентиляція котельні

Даний розділ розроблено на основі завдання на проектування, даних будівельної та технологічної частини, а також наступних нормативних документів:

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні»;
- ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

Опалення приміщення котельного залу здійснюється за допомогою газового парпетного конвектора з закритою камерою спалювання та відводом димових газів через зовнішню стіну.

Вентиляція приміщення котельні припливно-витяжна, з природнім спонуканням. Кратність повітрообміну не менше 3-ьох раз за годину (не враховуючи повітря, необхідного для згорання природного газу).

Приплив повітря природній— через повітроприпливний пристрій встановлений в нижній частині стіни, низ на 0,5м вище підлоги. Роботу припливної установки автоматизовано, та передбачено її відключення у випадку пожежі.

5.3. Розрахунок повітрообміну котельні

Об'єм приміщення котельні: $V = 125,7 \text{ м}^3$.

Трьохкратний повітрообмін складає: $L_1 = 377 \text{ м}^3/\text{год}$.

Котли для згорання газу забирають повітря з котельного залу: $L_2 = 1203 \text{ м}^3/\text{год}$

Приплив повітря в приміщення котельної складає:

$$L = L_1 + L_2 = 377 + 1203 = 1580 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.1)$$

Тепловтрати крізь зовнішні огорожуючі конструкції:

$$Q_T = 2043 \text{ Вт}.$$

Теплові надходження в холодний період в приміщення котельні від:

- зовнішньої поверхні котлів: $Q_{\text{котл}} = Q \cdot q_5 = 990 \cdot 0,005 = 4,95 \text{ кВт}$;

- від роботи електродвигунів:

$$Q_{\text{ел. двиг}} = N \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (1-\eta)/\eta, \quad (5.2)$$

де N – номінальна потужність електродвигунів, (встановл. Потужн. 12 кВт);

K_1 – коефіцієнт завантаження, $K_1 = 0,7-0,9$;

K_2 – коефіцієнт сумісності роботи обладнання, $K_2 = 0,5-1$;

η – ККД електродвигунів.

$$Q_{\text{ел. двиг}} = 12 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot (1-0,9)/0,9 = 0,47 \text{ кВт};$$

Тепловиділення від технологічного обладнання і трубопроводів складають:

$$Q_{\text{т.в.}} = 8,36 \cdot F_{\text{п}} \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{п}}); \quad (5.3)$$

$$Q_{\text{т.в.обл}} = 8,36 \cdot 8 \cdot (43-12) = 2,07 \text{ кВт}.$$

Кількість тепла, необхідного для підігріву зовнішнього повітря:

$$Q_{\text{в}} = L \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}), \quad (5.4)$$

де L – об'ємна витрата зовнішнього повітря, м³/год;

c – питома теплоємність повітря, Дж/(кг·°С);

ρ – густина повітря при постійному тиску, кг/м³;

$(t_{\text{в}} - t_{\text{з}})$ – різниця розрахункових температур внутрішнього і зовнішнього повітря, °С.

$$Q_{\text{в}} = 1580 \cdot 0,24 \cdot 1,2 \cdot (12+21) = 18,1 \text{ кВт}.$$

Враховуючи тепловитрати приміщення крізь огорожуючі конструкції, тепловиділення від обладнання, кількість тепла для підігріву зовнішнього повітря, кількість тепла на опалення складає:

$$Q=Q_T - Q_{т.в.} + Q_B = 4,95+0,47+2,07 - (2,05+18,1) = 12,7 \text{ кВт.} \quad (5.5)$$

Опалення приміщення котельні здійснюється за рахунок тепловиділень від технологічного обладнання, трубопроводів та двох водяних тепловентиляторів Proton EC-15 потужністю 15 кВт кожен.

Таблиця 5.4. Розрахунок тепловтрат через огорожуючі конструкції

Огороджувальні конструкції					$(t_B - t_3)_{OC}$	Множувач надбавок	Вт
Назва	Розміри	К-ть	Площа, F_o, m^2	$1/R_o, \text{ } ^\circ C$			
Зовнішня стіна	8,2x2,5-1,5x1,8(x3)	1	12,4	0,45	34	1,1	209
Зовнішня стіна	7,8x2,5	1	19,5	0,45	34	1,1	328
Вікно	1,2x1,8	3	6,5	2,56	34	1,1	622
Перекрыття	8,2x7,8	1	63,9	0,37	34	1	884
						Σ:	2043

5.4. Газообладнання

Постачання дахової котельні газом передбачено від запроектованого газопроводу низького тиску, що прокладається по стіні будинку. Підвід газу запроектовано до газових колекторів модулів нагріву води та до газових конвекторів, які встановлюються для опалення приміщення дахової котельні. Сумарна витрата газу на газопостачання модулів нагріву води складає 55 м³/год, на опалення приміщень котельні – 1 м³/год. Для вимірювання витрати газу в даховій котельні встановлюється лічильник РГК-65-Ех для обліку газу, що спалюється в котлах і лічильник Г-1,6 для обліку газу, що спалюється в конвекторах. Газопровід монтується із сталевих електрозварних труб по ДСТУ 8943:2019.

В котельні передбачено установку термохімічного сигналізатора до вибухонебезпечних концентрацій паливного газу «Варта 2-03» в комплекті з електромагнітним клапаном-відсікачем «EVG 50/№с», який автоматично припиняє подачу газу в разі небезпеки та передає сигнал у диспетчерський пункт. Для контролю мікроцентрацій чадного газу в котельні встановлено сигналізатор СГБ-1-4. Всі роботи по монтажу, налагодженню та експлуатації газопроводу і газового обладнання повинна виконувати спеціалізована організація у відповідності із ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання», «Правилами безпеки систем газопостачання України» та технічними умовами на ці роботи.

Після монтажу газопроводу і обладнання потрібно виконати випробування на міцність та щільність з'єднань.

5.5. Опис теплової схеми

Система тепlopостачання - замкнута зі штучною циркуляцією. Котельня працює на покриття теплових потреб житлового будинку.

В даховій котельні запроектовано:

- газові опалювальні водогрійні модульні котли, "МН-120" (16 модуля);
- компенсатори об'єму;
- водопом'якшувальна установка для приготування води на підживлення системи тепlopостачання з помпою JP 5/24;
- мережеві помпи для систем опалення.

Трубопроводи запроектовані із сталевих електрозварних труб та водогазопровідних труб.

Підживлення і первинне заповнення системи передбачені питною пом'якшеною водою, підживлювальними насосами типу Jet HWJ 202 20L (1-робочий, 1-резервний) з баку запасу води місткістю 300 м³. Зм'якшування води, циркулюючої в системі тепlopостачання, передбачено системою пом'якшення

води DHF-30|2-F. Характеристики пом'якшеної води для заповнення котла наступні: $\text{pH} \leq 9,5$; кисень $< 0,05$ мг/літр; фосфат ≤ 7 мг/літр; лужні $< 0,02$ мг/літр.

Джерелом водопостачання проектної котельні слугуватиме проектний водопровід.

Для обліку витрати води на ввіді в котельню передбачений лічильник JS-1,6-NK, Ду 15.

У верхніх точках трубопроводів для випуску повітря і в нижніх - для зливу води передбачені спускні пристрої. Для обслуговування арматури та обладнання на висоті більше 1,5 м передбачена драбина з майданчиком.

Трубопроводи прийняті зі сталевих електрозварювальних труб по ДСТУ 8943:2019 і водогазопровідних труб по ДСТУ 8936:2019.

Всі трубопроводи в котельні теплоізолювати мінераловатними фольгованими циліндрами, товщиною 30 мм.

Видалення димових газів запроектовано окремими газоходами з алюмінієвого сплаву 1мм від кожного модуля. Газоходи мають конструкцію для відводу конденсату. Вище покрівлі газоходи ізолюються мінераловатними матами та обшиваються оцинкованою сталлю. Димоходи дахової котельні вивести через покриття назовні вище зони повітряного підпору.

Для прийому зливів, переливів від технологічного обладнання в котельні передбачена система каналізації. Злив води від технологічного обладнання і трубопроводів здійснюється з розривом струменя не менше 20 мм від верху приймальної воронки в систему виробничої каналізації.

Монтаж мереж вести згідно з ДСТУ-Н Б.В.2.5-68:2012. Після монтажу та гідравлічного випробування трубопроводи та обладнання забарвити масляною фарбою за два рази поверх ґрунтовки (з середовищем до 40°C), або покрити антикорозійним складом і теплоізолювати (з середовищем вище 40°C). Застосоване обладнання сертифіковане і має технічні паспорти, погодження санітарно-гігієнічної та пожежної експертиз.

При виробництві монтажних робіт необхідно дотримуватися всіх заходів з охорони праці та техніки безпеки відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека в будівництві".

Робота котельні передбачена без постійного перебування обслуговуючого персоналу.

5.6. Газопостачання

Газопостачання багатоквартирних житлових будинків з вбудованими приміщеннями громадського призначення запроектовано згідно з ДБН В.2.5-20-2018 «Газопостачання» та ДБН В.2.2-15-2015 «Житлові будинки. Основні положення».

Газопостачання передбачається природним газом низького тиску. Підведення газу прийнято до газових котлів в даховій котельні. Для обліку витрати газу в теплогенераторній встановлюється газовий лічильник мембранного типу з засобами дистанційної передачі показників за допомогою підключення давача імпульсів модемовим зв'язком G-4. Розрахункова годинна витрата газу складає – 453,8 м^3 . Розрахункова річна витрата газу складає – 0,595 тис м^3 ,

Газопровід прокладається із сталевих електрозварних труб по ДСТУ 8943:2019 і фарбується олійною фарбою за 2 рази по 2-ох шарах ґрунтовки.

Для контролю вибухонебезпечних концентрацій паливного газу в сходовій клітці встановлюється блок контролю та управління «Варта 1-03.14» з блоком безперебійного живлення та датчиками контролю до вибухонебезпечних концентрацій паливного газу 20% нижньої концентраційної межі займистості кожний. Датчики встановлюються в сходовій клітці та в підвалі під стелею найближче до ймовірних джерел витоку газу (вводи водопроводу, випуски каналізації, вводи електропостачання, то що). Звуковий сигнал виводиться на фасад будинку.

Зовнішнє газопостачання запроектовано згідно технічних умов та ДБН В.2.5-20- 2018 «Газопостачання».

Газопостачання житлового будинку запроектовано від існуючого газопроводу низького тиску.

Підземний газопровід запроектований з поліетиленових труб ПЕ-100 з запасом міцності 3,15 марки SDR-17,6 по ДСТУ Б.В.2.7.73-98 0 і відповідають вимогам ISO 4437 виробник «Ельпласт» м.Київ. Глибина прокладки підземного газопроводу - 1,0 м від поверхні землі до верху труби.

Надземний газопровід, який прокладається по стіні житлового будинку, запроектовано із сталевих електрозварних труб по ДСТУ 8943:2019 і фарбується фарбою для зовнішніх робіт за 2 рази по двох шарах ґрунтовки.

5.7. КВП та автоматика

Проектна котельня оснащується засобами контролю й автоматизації тепломеханічного устаткування в обсязі, якого достатньо для надійної, економічної і безаварійної експлуатації, та якого вистачає для роботи котельні без постійного перебуття обслуговуючого персоналу відповідно до вимог ДБН В.2.5-77:2014.

Автоматичне регулювання, пуск, технологічний захист проводиться регуляторами з апаратурою, що поставляється комплектно з технологічним устаткуванням.

Прилади теплотехнічного контролю прийняті відповідно до наступних принципів:

- показуючі прилади - для контролю параметрів, спостереження за якими потрібне для правильного ведення технологічного процесу та здійснення передпускових операцій;
- прилади із сигнальним виходом для контролю параметрів, відхилення від норми яких може призвести до аварійного стану устаткування.

Котли з пальниками обладнанні повним комплектом засобів безпеки, управління та регулювання для безпечної роботи котельні.

Проектом автоматизації передбачається:

- захист насосів від сухого ходу.
- захист системи опалювання від спустошення: автоматичне включення підживлюючого насосу при зниженні тиску в трубопроводі;
- припинення розбору води з бака запасу при досягненні нижнього рівня;
- автоматичне включення резервних насосів при несправності основних робочих;
- каскадне управління теплогенератором залежно від необхідності у теплі за допомогою контролера Vitotronic-300CM1 ф. Viessmann, Німеччина;
- автоматичне управління повітряно-опалювальними агрегатами, від щитів керування ЩК1 і ЩК2.

Вимикання агрегатів при пожежі в котельні, припинення подачі газу до котельні при аварії живлення, загазованості та пожежі, світлова та звукова сигналізація роботи обладнання котельні на щиті сигналізації котельні "Сигнал-1" (ЩС) про:

- зниження тиску води в зворотньому трубопроводі нижче нормованого;
- порушення електропостачання;
- зниження температури повітря в котельній нижче 5 °С;
- підвищення тиску газу перед пальниками;
- пониження тиску газу перед пальниками;
- пониження рівня підживлюючої води;
- загазованість котельні;
- несправність устаткування;

- несанкціоноване проникнення в приміщення котельні;
- пожежу в котельній.
- зовнішня звукова аварійна сигналізація несправності.
- передавання сигналів несправності по протоколу ModBus від пульта "Сигнал-1" на пульт охорони ПО (диспетчера) "Сигнал-2".

6. ВИМОГИ ДО МОНТАЖУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОДУЛЯ НАГРІВУ МН ЕКО

З метою запобігання пошкодженню елементів електронної мікросхеми від попадання конденсату взимку слід витримати модуль перед запуском декілька годин при позитивній температурі.

Під час монтажу котельної установки з метою запобігання пошкодження обладнання слід організувати відведення конденсату з лотків стабілізатора тяги.

Якість води в опалювальній системі повинне відповідати вимогам, зазначеним у розділі 13 “Правил устрою та безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не вище 0,07 МПА, водогрійних котлів і водонагрівачів з температурою нагрівання води не вище 115°C”. Для забезпечення нормальної роботи необхідно забезпечити мінімальний тиск в опалювальній системі 1 бар, максимальний тиск складає 6 бар, мінімальний рівень протоку через колектор повинний складати 0,3 м³ /год. На заводі на модуль встановлюється запобіжний клапан на тиск 3 бари, у випадку, якщо опалювальна система має потребу в іншому тиску, по окремому замовленню можуть бути встановлені запобіжні клапани на тиск 2,5 бар, 4 бари, 5 бар і 6 бар.

2.2 Підготовка виробу до використання

Експлуатація модуля повинна здійснюватися згідно ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання», «Правилам пожежної безпеки в Україні і «Правилам безпеки систем газопостачання України». З появою в приміщенні запаху газу необхідно негайно припинити користування модулем. Забороняється користатися модулем у випадку несправності його газо-, водопровідних чи електричних комунікацій.

Періодичність технічного обслуговування залежить від того, скільки часу пропрацював модуль, та від якості води в опалювальній системі. Слід періодично перевіряти роботу насосів, видаляти повітря з водяних труб, прочищати газовий фільтр у газовому блоці, у разі потреби промивати теплообмінники. Один раз на місяць необхідно перевіряти газові комунікації.

При необхідності регулювати отвір між електродами розпалювання. Після закінчення терміну експлуатації модуль варто розібрати і здати металевий брухт для утилізації у відповідну організацію.

Монтаж модуля повинен проводитися за проектом, розробленим спеціалізованою організацією на підставі технічних умов, виданих газопостачальною організацією, і погоджених у встановленому порядку. Підготовка до монтажу, монтаж, налагодження і введення в експлуатацію повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання», "Правилам пожежної безпеки в Україні" і «Правилам безпеки систем газопостачання України», паспорта, керівництва з експлуатації, технічних умов і забезпечуватися організаціями, що мають ліцензію на здійснення даного виду робіт і фахівців, що атестовані відповідним чином. Після монтажу серед інших налагоджувальних робіт необхідно перевірити та при необхідності відрегулювати отвір між електродами розпалювання. Монтаж модулів допускається тільки при наявності димоходу і вентиляційного каналу, що відповідають вимогам діючих нормативних актів, з відведенням у них продуктів згоряння від модуля. Необхідно передбачити заходи для запобігання виникнення конденсату в димоходах висотою до 2-х метрів і заходи по збору та вилученню конденсату при більш високих димоходах. Технічне обслуговування, усунення несправностей модулів здійснюється спеціалізованими підприємствами, що мають відповідні дозволи.

7. РІШЕННЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Власник котельні забезпечує зберігання устаткування в справному стані, а також безпечні умови його роботи, організувавши обслуговування, ремонт і нагляд. Для забезпечення справного стану і постійного контролю за безпечною експлуатацією котельні, власником має бути призначена особа, відповідальна за справний стан і безпечну експлуатацію котельні. Вказана особа призначається з числа інженерно-технічних працівників, що мають відповідну кваліфікацію і пройшли перевірку знань згідно зі встановленим порядком. Призначення відповідальної особи здійснюється наказом із записом номера і дати наказу в паспорт (котлів).

Відповідальний за справний стан і безпечну експлуатацію котельні повинен забезпечити:

- справний стан устаткування;
- ліквідацію несправностей;
- обслуговування котельні атестованим персоналом;
- обслуговуючий персонал - інструкціями, а також періодичну перевірку знань цих інструкцій і їх виконання.

Відповідальний за справний стан і безпечну експлуатацію котельні повинен:

- регулярно оглядати устаткування в робочому стані;
- перевіряти записи в журналі змін і розписуватися в ньому;
- проводити роботу з персоналом по підвищенню кваліфікації;
- зберігати паспорти устаткування і інструкції заводів-виробників по монтажу і експлуатації;
- проводити протиаварійні тренування;
- перевіряти правильність ведення технічної документації котельні;

Виробнича інструкція для персоналу має бути в приміщенні котельні. З виробничою інструкцією по обслуговуванню котельні прикладається схема трубопроводів котельні. У приміщення котельні не дозволяється допуск сторонніх. Котли мають бути негайно зупинені у випадках, передбачених виробничою інструкцією, а також при:

- при пониженні і підвищенні тиску в трубопроводі;
- несправності устаткування;
- підвищенні температури в котельні вище допустимою;
- виникненні пожежі.

Причини аварійної зупинки котлів мають бути записані в журнал.

Правила безпеки:

- 1) Перед використанням котла детально ознайомтесь з інструкцією по експлуатації.
- 2) Не використовувати будь яке інше паливо крім того, що вказане у паспорті.
- 3) Котлом можуть користуватись лише особи ознайомлені з інструкцією по експлуатації котла.
- 4) У системі опалювання має бути вмонтований клапан скидання надмірного тиску.
- 5) Котел необхідно відключити, якщо в котельню потрапили горючі пари і дим, або якщо у котельні проводяться роботи, під час яких може статися вибух або пожежа (наприклад: клеєння, лакування).
- 6) При запуску котла, заборонено використовувати легкозаймисті рідини.
- 7) При експлуатації котла не можна допускати його перегріву.
- 8) Поруч з котлом і на нього не можна класти горючі предмети.
- 9) Заборонено пускати холодну воду в розігрітий котел.

10) Будь-які маніпуляції з електрикою і внесення будь-яких змін в механічну частину котла виконувати організаціям, які мають відповідний дозвіл на виконання робіт та за погодженням з виробником.

11) У зимовий період не повинно бути перерв в опаленні, які могли б викликати замерзання води в системі або її частинах. Це може призвести до дуже серйозних ушкоджень системи опалення.

Цей проект враховує вимоги охорони довкілля.

Котельня як джерело теплової енергії з димовими газами викидає в атмосферу шкідливі речовини, а саме двоокис азоту і оксид вуглецю. Використання модулів нагріву «МН-120 Еко», індекс «еко» в їхній назві підкреслює, що завдяки використанню спеціальних низькофакельних пальників, що охолоджуються теплоносієм зі зворотного трубопроводу, ці модулі відрізняються поліпшеними екологічними характеристиками. Відведення димових газів і розсіювання продуктів згоряння в атмосферу здійснюється через труби діаметром 250 мм до позначки на 2 см вище покрівлі.

В котельні передбачені заходи щодо зниження рівня звукового тиску.

Виконання проектних рішень з екологічних позицій забезпечує мінімальні, в межах нормативних, рівні впливу підприємства на навколишнє природне середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Київ: Мінрегіон України, 2021.
2. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ: Мінрегіон України, 2010.
4. ДСТУ 9190:2022. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання для опалення та охолодження. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022.
5. ДБН В 2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Київ: Мінрегіон України, 2013.
6. ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2018.
7. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2016.
8. ДБН В.2.5-77-2014. Котельні. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2014.
9. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.
10. ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання. – Київ: Мінрегіон України, 2018.
11. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.
12. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2019.
13. ДСТУ 8943:2019. Труби сталеві електрозварні. Технічні умови. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.