

УКРАЇНА

Комунальне підприємство "Градпроект"
Мелітопольської міської ради Запорізької області
Сертифікат АА № 003020

Замовник: Запорізький багатопрофільний ліцей №99 Запорізької міської ради Запорізької області

«Нове будівництво споруди подвійного призначення (СПП) з захисними властивостями протирадіаційного укриття (ПРУ) для Запорізького багатопрофільного ліцею №99 Запорізької міської ради Запорізької області за адресою: вул. Героїв 93-ї бригади, б. 13-А, м. Запоріжжя, Запорізька область»

РОБОЧИЙ ПРОЕКТ

ТОМ 10

**Енергоефективність
МГП 008.25-ЕЕ**

Клас наслідків СС-2

Код об'єкта 1263

Директор:

ГАП:



Сергеева Ю.В.

Шестопалова С.А.

2025

**ФІЗИЧНА ОСОБА-ПІДПРИЄМЕЦЬ
КИТАЙ ЯНА СЕРГІЙВНА**

Україна, 49000, Дніпропетровська область м. Дніпро, вул. Олександра Кониського, 114-А
п/р UA 163003460000026008027103001 в АТ «Сенс Банк» ЄДРПОУ 3079311001

Замовник: **Управління капітального будівництва Житомирської міської ради**

**«Нове будівництво споруди подвійного призначення
(з захисними властивостями протирадіаційного укриття)
місткістю 500 осіб навчального закладу загальної середньої освіти»
Проект повторного використання**

РОБОЧИЙ ПРОЄКТ

ТОМ 10

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ
24 – 4139 – ЕЕ**

Затверджено:	

Взам. інв. №	
--------------	--

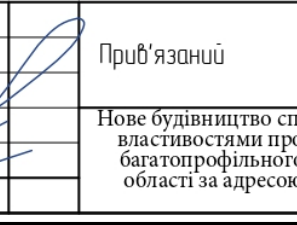
Підпис і дата	
---------------	--

Інв. № подл.	
--------------	--

Директор

Головний архітектор проекту

Головний інженер проекту



Яна КИТАЙ

Марина ДРОЗДОВА

Яна КИТАЙ

			Прив'язаний	МГП 008.25	КП "Градпроект" ММР 30
Директор	Сергєєва		Нове будівництво споруди подвійного призначення (СПП) з захисними властивостями протирадіаційного укриття (ПРУ) для Запорізького багатопрофільного ліцею №99 Запорізької міської ради Запорізької області за адресою: вул. Героїв 93-ї бригади, б. 13-А, м. Запоріжжя, Запорізька область		
ГАП	Шестопалова		Аркцив		
Інв. №					

Зміст

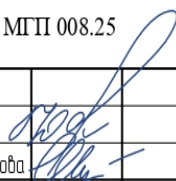

Позначення	Найменування	сторінки
	Обкладинка	
	Титульний аркуш	2
ЕЕ.З	Зміст	3
ЕЕ. ПЗ	Гарантійний запис	4
	1. Загальні дані	5
	2. Вихідні дані	6
	3. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій	10
	4. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій	19
	5. Визначення показників теплостійкості	31
	6. Визначення енергетичних показників будівлі	39
	7. Визначення класу енергетичної ефективності будівлі	54
	8. Зведені характеристики будівлі	55
Додатки	Додаток 1	
	Протокол №112к/23 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації до 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «ТЕХНОФАС ОПТИМА» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»»	59
	Додаток 2	
	Протокол №40К/22 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації на 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «ТЕХНОРУФ Н ОПТИМА» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»»	61
Додатки	Додаток 3	
	Протокол №35К/22 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації на 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»»	63

Затверджено:

Взам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № подл.

Прив'язаний	МГП 008.25
Директор	Сергеева 
ГАП	Шестопалова 
Інв. №	

24 – 4139 – ЕЕ.З

Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Лист	Листів
						РП	1	1
Зміст						ФОП КИТАЙ Я.С.		
ГПП		Китай						
Розробив		Панченко						
Перевірив		Вовк						
Н. Контр.		Крючков						

Розділ Енергоефективність розроблений у відповідності з нормами, правилами, державними стандартами та інструкціями з будівельного проектування, що діють на території України.

Даний проєкт передбачає заходи в частині організації будівництва, що забезпечують дотримання екологічних, санітарно-гігієнічних норм, пожежну безпеку, а також безпечні умови праці працівників при виробництві будівельно-монтажних робіт.

Головний архітектор проєкту  Марина ДРОЗДОВА

Головний інженер проєкту  Яна КИТАЙ

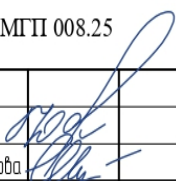



Затверджено:	

Взам. інв. №	
--------------	--

Підпис і дата	
---------------	--

Інв. № подл.	
--------------	--

Прив'язаний	МТП 008.25
Директор	Сергєєва 
ГАП	Шестопалова 
Інв. №	

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
ГП		Китай			
Розробив		Панченко			
Перевірив		Вовк			
Н. Контр.		Крючков			
Пояснювальна записка					
Стадія	Лист	Листів			
РП	1	61			
ФОП КИТАЙ Я.С.					

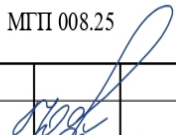

1. Загальні дані

Об'єкт – «Нове будівництво споруди подвійного призначення (з захисними властивостями протирадіаційного укриття) місткістю 500 осіб навчального закладу загальної середньої освіти». Проект повторного використання.

Замовник – Управління капітального будівництва Житомирської міської ради.

Проектом передбачається нове будівництво захисної споруди цивільного захисту (споруда подвійного призначення із захисними властивостями протирадіаційного укриття) місткістю 500 осіб, загальною площею 1424,9м².

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Прив'язаний		МПІ 008.25	
Директор	Сергєєва		
ГАП	Шестопадова		
Інв. №			

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ

Лист

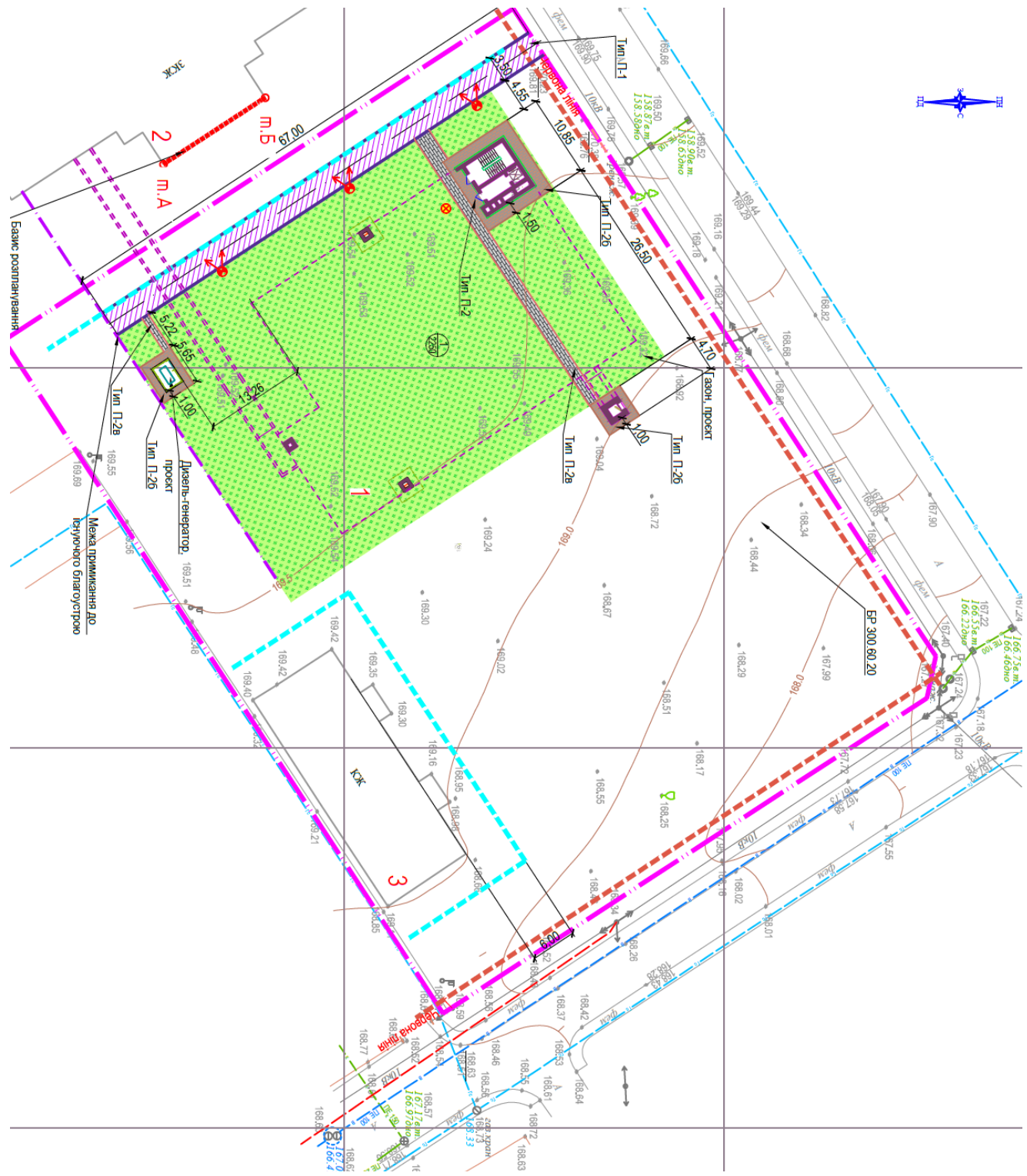


Рисунок 1 – Схема розташування будівлі та орієнтація по сторонам світу

Вихідні дані для розрахунків

Конструкція зовнішніх стін:

– тип 1 – стіни будівлі залізобетонні товщиною 350мм, щільність – 2500кг/м³; клейова суміш CERESIT на цементній основі товщиною 10мм, щільність – 1800кг/м³; утеплювач з плит мінераловатних на основі базальтового во-

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата

локна ТЕХНОФАС ОПТИМА товщиною 200мм, щільність – 120кг/м³; захисна штукатурка товщиною 5мм, щільність – 1800кг/м³; декоративна штукатурка товщиною 3мм, щільність – 1600кг/м³;

– тип 2 (стіни нижче рівня землі) – стіни будівлі залізобетонні товщиною 350мм, щільність – 1800кг/м³; плити екструдованого пінополістиролу товщиною 50мм, щільність – 30кг/м³.

Конструкція суміщеного покриття:

– тип 1 – залізобетон товщиною 300мм, щільність – 2500кг/м³; пароізоляція БІПОЛЬ товщиною 3мм, щільність – 1000кг/м³; стяжка цементно-піщана товщиною 50-180мм, щільність – 1600кг/м³; утеплювач з плит мінераловатних на основі базальтового волокна SWEETONDALE ТЕХНОРУФ Н ОПТИМА товщиною 200мм, щільність – 110кг/м³; утеплювач з плит мінераловатних на основі базальтового волокна SWEETONDALE ТЕХНОРУФ В ОПТИМА товщиною 100мм, щільність – 180кг/м³; ПВХ мембрана SIKAPLAN SGMA товщиною 1,8мм, щільність – 1000кг/м³.

Підлоги по ґрунту: бетонні та з керамічною плиткою.

В захисній споруді передбачена електрична система опалення, гаряче водозабезпечення. Вентиляція припливно-витяжна з механічним спонуканням та рекуперацією тепла. В приміщеннях виконана витяжна вентиляція з механічним спонуканням.

Облік енергоресурсів:

- облік теплової енергії системи опалення – не передбачено;
- облік теплової енергії системи ГВП – не передбачено;
- облік електроенергії – лічильником активної електричної енергії.

Електрична система опалення (відповідно таблиці 4):

- опалювальний прилад встановлено біля зовнішньої стіни;
- пряме електропостачання з П-регулюванням (1 К).

Система гарячого водозабезпечення (відповідно таблиці 7):

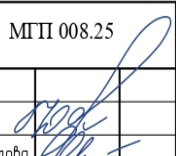
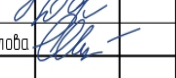
- система гарячого водозабезпечення виконана від електричних водонагрівачів;
- трубопроводи знаходяться в опалюваній частині будівлі;
- трубопроводи теплоізолювані стандартно;
- регулювання витоку ручне.

Характеристика автоматизації інженерних систем (відповідно таблиці 8):

система опалення:

- місцеве ручне регулювання терморегуляторами на опалювальних приладах приміщень;
- регулювання періодичності зниження споживання – автоматичне програмоване регулювання за розкладом;

система вентиляції:

Прив'язаний		МПІ 008.25	
Директор	Сергєєва		
ГАП	Шестошолова		
Інд. №			

24 – 4139 – ЕЕ

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

- система вентиляції припливно-витяжна з механічним спонуканням;
- регулювання витрати повітря у приміщенні – автоматичне;
- регулювання витрати повітря при його підготовці – автоматичне;
- використання повітря з низькою температурою – використання зовнішнього повітря з низькою температурою;
- регулювання температури припливного повітря – з постійним значенням заданої температури;

система освітлення:

- система освітлення – ручне включення/виключення;
- регулювання зовнішнього освітлення – автоматичне включення освітлення з настанням сутінків і відключенням на світанку;

локальна система автоматизації:

- система автоматизації та управління будівлею відсутня;

технічний моніторинг та управління будівлею:

- визначення несправностей систем та забезпечення допомоги в їх діагностиці – відсутнє;
- формування звітів щодо енергоспоживання та зовнішніх параметрів, а також можливість зниження енергоспоживання – відсутнє.

Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{в}=\theta_{int}=20^{\circ}\text{C}$, розрахункова температура зовнішнього повітря для умов м. Житомир $t_{з}=\theta_{e,poz}=-22^{\circ}\text{C}$. Розрахункове значення відносної вологості приміщень 50%, мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні $t_{min} = 9,3^{\circ}\text{C}$.

Кількість градусо-днів опалювального періоду для I температурної зони – $D_d \geq 3501$ градусо-днів.

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 тривалість опалювального періоду для м. Житомир складає $z_{оп} = 184$ доби, середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{оп с} = -0,2^{\circ}\text{C}$.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 нормативне значення приведенного опору теплопередачі R_{qmin} , $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$, становить:

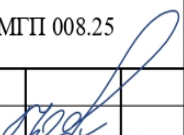

- зовнішні стіни – $4,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$;
- суміщене покриття – $7,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$;
- зовнішні двері – $0,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$.

Основні об'ємно-планувальні показники:

- опалювана площа будівлі $F_h = 1263,6 \text{ m}^2$;
- опалюваний об'єм будівлі $V_h = 3706,02 \text{ m}^3$;
- загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій $A_{\Sigma} = 3108,65 \text{ m}^2$.

Показник компактності будівлі Λ_B , m^{-1} , визначається за формулою (М.1) ДСТУ 9191:2022:

$$\Lambda_B = \frac{A_{\Sigma}}{V} = \frac{3108,65}{3706,02} = 0,84 \text{ m}^{-1}.$$

Прив'язаний		МГП 008.25	
Директор	Сергєєва		
ГАП	Шестопалова		
Інв. №			

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Нодок.	Підп.	Дата

лом №112к/23 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації до 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «ТЕХНОФАС ОПТИМА» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»», див. додаток 1.

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma np} = \frac{A_{\Sigma}}{\Sigma_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \Sigma_m (l_m \cdot \psi_m) + \Sigma_j (N_j \cdot \chi_j)}$$

Опір теплопередачі R_{Σ} термічно однорідної огорожувальної конструкції, визначається за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}$$

– $h_{si}=8,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції;

– $h_{se}=23 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції.

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,35}{2,04} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,2}{0,042} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,003}{0,83} =$$

$$= 0,115 + 0,043 + 0,172 + 0,011 + 4,762 + 0,005 + 0,004 = 5,112 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

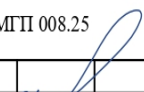
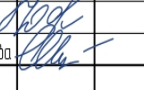
Таблиця 3.2 Теплопровідні включення та їх кількість

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт ψ_m , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт χ_j , Вт/К
Дверний відкос в зоні перемички	2,4	–	0,08	–
Дверний відкос в зоні рядового примикання	8,4	–	0,075	–
Дюбелі для кріплення теплоізоляційного матеріалу з металевим стрижнем	–	8шт/м ²	–	0,005

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін (тип 1.2) визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{np} = \frac{12,51}{\frac{9,21}{5,112} + 2,4 \cdot 0,08 + 8,4 \cdot 0,075 + 8 \cdot 9,21 \cdot 0,005} =$$

$$= 4,18 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \geq 4,0.$$

Прив'язаний		МПП 008.25	
Директор	Сергєєва		
ГАП	Шестопалова		
Інв. №			

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Нодок.	Підп.	Дата

Коефіцієнт однорідності зовнішніх стін (тип 1.2) визначається за формулою Ж.1 ДСТУ 9191:2022:

$$r = \frac{R_{\Sigma np}}{R_{\Sigma}}$$

$$r = \frac{4,18}{5,112} = 0,82$$

Приведений опір теплопередачі всієї площі зовнішніх стін визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022 та складає:

$$R_{\Sigma np} = 4,22 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Стіни, що контактують з ґрунтом

Тип 2:

– залізобетон, $\rho=2500 \text{ кг/м}^3$, $\delta=350 \text{ мм}$, $\lambda=2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;

– екструдований пінополістирол, $\rho=30 \text{ кг/м}^3$, $\delta=50 \text{ мм}$, $\lambda=0,036 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$.

Опір теплопередачі R_{Σ} термічно однорідної огорожувальної конструкції, визначається за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}$$

Приведений опір теплопередачі стін, що контактують з ґрунтом розраховується за формулою (Б.18), додатка Б ДСТУ 9190:2022:

$$R_{\Sigma np, w, g} = \frac{z}{(z \cdot U_{bw} + 0,5 \Psi_g)}$$

Поверхневий опір стін згідно таблиці Б.2, додатка Б ДСТУ 9190:2022:

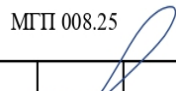
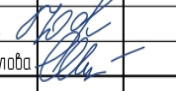
$$R_{si} = 0,115 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

$$R_{se} = 0,043 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

$$R_{\Sigma} = 0,115 + \frac{0,35}{2,04} + \frac{0,05}{0,036} + 0,043 =$$

$$0,115 + 0,172 + 1,389 + 0,043 = 1,719 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

$$R_{\Sigma np, w, g} = \frac{z}{(z \cdot U_{bw} + 0,5 \Psi_g)} = \frac{2,5}{\left(2,5 \cdot \frac{1}{1,719} + 0,5 \cdot 1,05\right)} = 1,26 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

Прив'язаний		МГП 008.25	
Директор	Сергєєва		
ГАП	Шестошолова		
Інв. №			

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{10} + \frac{1}{23} + \frac{0,3}{2,04} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,05}{0,83} + \frac{0,2}{0,041} + \frac{0,1}{0,044} + \frac{0,0018}{0,23} =$$

$$= 0,1 + 0,043 + 0,147 + 0,018 + 0,06 + 4,878 + 2,273 + 0,008 = 7,527 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

Таблиця 3.3 Теплопровідні включення та їх кількість

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт ψ_m , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт χ_i , Вт/К
Кріплення ПВХ мембрани до покрівлі (по контуру)	–	46	–	0,005

Приведений опір теплопередачі суміщеного покриття (тип 1) визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{np} = \frac{33,92}{\frac{33,92}{7,527} + 46 \cdot 0,005} =$$

$$= 7,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} \geq 7,0.$$

Коефіцієнт однорідності суміщеного покриття (тип 1) визначається за формулою Ж.1 ДСТУ 9191:2022:

$$r = \frac{R_{\Sigma np}}{R_{\Sigma}}$$

$$r = \frac{7,16}{7,527} = 0,95$$

Приведений опір теплопередачі всієї площі суміщеного покриття визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022 та складає:

$$R_{\Sigma np} = 7,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

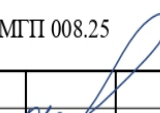
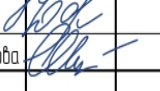
Покрівля, що контактує з ґрунтом

Тип 2:

- залізобетон, $\rho=2500 \text{ кг/м}^3$, $\delta=600 \text{ мм}$, $\lambda=2,04 \text{ Вт/(м·К)}$;
- цементно-піщана стяжка $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta=50\text{-}200 \text{ мм}$, $\lambda=0,93 \text{ Вт/(м·К)}$;
- ґрунт, $\delta=2200\text{-}2300 \text{ мм}$; $\lambda=2 \text{ Вт/(м·К)}$.

Опір теплопередачі R_{Σ} термічно однорідної огорожувальної конструкції, визначається за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}$$

Прив'язаний		МПП 008.25	
Директор	Сергєєва		
ГАП	Шестопалова		
Інв. №			

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Нодок.	Підп.	Дата

Приведений опір теплопередачі перекриття, що контактує з ґрунтом розраховується за формулою (Б.17) додатка Б ДСТУ 9190:2022:

$$R_{\Sigma np.g} = \frac{A}{(A \cdot U_{bf} + 0,5P \cdot \Psi_g)}$$

Поверхневий опір перекриття згідно таблиці Б.2, додатка Б ДСТУ 9190:2022:

$$R_{si} = 0,1 \text{ м}^2 \text{ К / Вт}$$

$$R_{se} = 0,043 \text{ м}^2 \text{ К / Вт}$$

$$R_{\Sigma} = 0,1 + \frac{0,6}{2,04} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{2,2}{2} + 0,043 =$$

$$0,1 + 0,294 + 0,054 + 1,1 + 0,043 = 1,591 \text{ м}^2 \text{ К / Вт}$$

$$R_{\Sigma np.g} = \frac{A}{(A \cdot U_{bf} + 0,5P \cdot \Psi_g)} = \frac{1284,92}{\left(1284,92 \cdot \frac{1}{1,591} + 0,5 \cdot 156,5 \cdot 1,05\right)} = 1,59 \text{ м}^2 \text{ К / Вт}$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі R_{qmin} зовнішніх огорожувальних конструкцій згідно ДБН В.2.6-31 та приведений опір теплопередачі видів огорожувальних конструкцій будівлі наведені в таблиці 3.4.

З таблиці 3.4 видно, що приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій відповідає нормативним значенням, відповідно до ДБН В.2.6-31. Визначення питомих тепловтрат на опалення приводиться далі.

Таблиця 3.4 Величини нормативних R_{qmin} та фактичних $R_{\Sigma np}$ показників опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	$R_{qmin}, \text{ м}^2 \cdot \text{ К / Вт}$	$R_{\Sigma np}, \text{ м}^2 \cdot \text{ К / Вт}$
Зовнішні стіни	4,0	4,22
Суміщене покриття	7,0	7,16
Двері	0,7	0,7

Відповідно п.5.1 та таблиці 3 ДБН В.2.6-31:2021 для зовнішніх огорожувальних конструкцій повинна виконуватися умова $\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max}$ (5), де:

$\Delta\theta_{int-si}$ – різниця між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції за внутрішніми розмірами, °С;

$\Delta\theta_{int-si,max}$ – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °С, для зовнішньої стіни – 4°С, для суміщеного покриття – 3°С.

Перевірочний розрахунок виконання умови $\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max}$ (5) для зовнішньої стіни

Температурний перепад $\Delta\theta_{int-si}$:

Взам. інв. №							Лист
Підп. і дата							
Інв. № ор.							
Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата	24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	

$$\Delta\theta_{\text{int-si}} = \theta_{\text{int}} - \theta_{\text{int,np}} = 20 - 18,86 = 1,14^{\circ}\text{C}$$

Оскільки $\Delta\theta_{\text{int-si}} = 1,14^{\circ}\text{C} \leq \Delta\theta_{\text{int-si,max}} = 4^{\circ}\text{C}$ – умова виконується, конструкція є задовільною.

Перевірочний розрахунок виконання умови $\Delta\theta_{\text{int-si}} \leq \Delta\theta_{\text{int-si,max}}$ (5) для суміщеного покриття

Температурний перепад $\Delta\theta_{\text{int-si}}$:

$$\Delta\theta_{\text{int-si}} = \theta_{\text{int}} - \theta_{\text{int,np}} = 20 - 19,41 = 0,59^{\circ}\text{C}$$

Оскільки $\Delta\theta_{\text{int-si}} = 0,59^{\circ}\text{C} \leq \Delta\theta_{\text{int-si,max}} = 3^{\circ}\text{C}$ – умова виконується, конструкція є задовільною.

Крім того, відповідно п.5.1 повинна виконуватися умова $\theta_{\text{si,np,H}} > \theta_{\text{si,min}}$, де:

$\theta_{\text{si,np,H}}$ – приведена температура внутрішньої поверхні термічно неоднорідної огорожувальної конструкції, $^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{\text{si,min}}$ – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього та зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

Перевірочний розрахунок виконання умови $\theta_{\text{si,np,H}} > \theta_{\text{si,min}}$ (6)

Приведена температура внутрішньої поверхні непрозорих огорожувальних конструкцій $\theta_{\text{si,min}}$, визначена у відповідності з ДБН В.2.6-31 на основі розрахунків з використанням ДСТУ 9191:2022 відповідних вузлів у зонах теплопровідних включень, кутах і відкосах віконних та дверних прорізів при розрахунковому значенні температури зовнішнього та внутрішнього повітря, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31.

Приведена температура внутрішньої поверхні стіни:

$$\theta_{\text{si,H}} = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_{\Sigma\text{np,H}} \cdot h_{\text{si}}} = 20 - \frac{20 + 22}{4,22 \cdot 8,7} = 18,86^{\circ}\text{C}$$

Приведена температура внутрішньої поверхні суміщеного покриття:

$$\theta_{\text{si,H}} = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_{\Sigma\text{np,H}} \cdot h_{\text{si}}} = 20 - \frac{20 + 22}{7,16 \cdot 10} = 19,41^{\circ}\text{C}$$

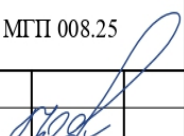

Температура точки роси при $\theta_{\text{int}} = 20^{\circ}\text{C}$ та $\varphi_{\text{int}} = 50\%$, визначається за даними таблиці Б.1 Додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 та значення парціального тиску водяної пари e , що розраховується по формулі (6):

$$e_e = 0,01 \cdot \varphi_e \cdot E_e = 0,01 \cdot 50 \cdot 2340 = 1170 \text{ Па}$$

Інв. №ор.	Підп. І дата	Взам. інв. №					Лист
Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата	24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	

Висновок: визначеному значенню відповідає температура точки роси $t_p = 9,3^\circ C = \theta_{si,min}$, що менше приведеної температури внутрішньої поверхні зовнішньої стіни $\theta_{si,np,H} = 18,86^\circ C$ та суміщеного покриття $\theta_{si,np,H} = 19,41^\circ C$, а отже умова $\theta_{si,np,H} \geq \theta_{si,min}$ виконується.

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Прив'язаний		МПІ 008.25	
Директор	Сергєєва		
Г.А.П.	Шестопалова		
Інв. №			

4. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій

							24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ
Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата		

Парціальний тиск водяної пари на перетині шарів матеріалів огорожувальної конструкції, Па; температура на перетині шарів матеріалів огорожувальної конструкції, °С, що визначена за формулою (5); парціальний тиск насиченої водяної пари E, Па, на перетині шарів матеріалів огорожувальної конструкції, визначений за таблицею Б.1, додаток Б:

	Грудень	Січень	Лютий		Грудень	Січень	Лютий		Грудень	Січень	Лютий
e0	1170,0	1170,0	1170,0	t0	19,5	19,4	19,5	E0	2268	2254	2268
e1	466,29	383,42	410,64	t1	18,7	18,6	18,7	E1	2158	2145	2158
e2	459,59	375,93	403,41	t2	18,7	18,5	18,6	E2	2158	2132	2145
e3	431,53	344,57	373,14	t3	-2,6	-4,8	-3,8	E3	492	408	444
e4	428,18	340,83	369,52	t4	-2,6	-4,9	-3,8	E4	492	405	444
e5	425,92	338,30	367,08	t5	-2,6	-4,9	-3,8	E5	492	405	444

Розподіл температур в зовнішній стіні наведено на рисунках 4.1; 4.2; 4.3.

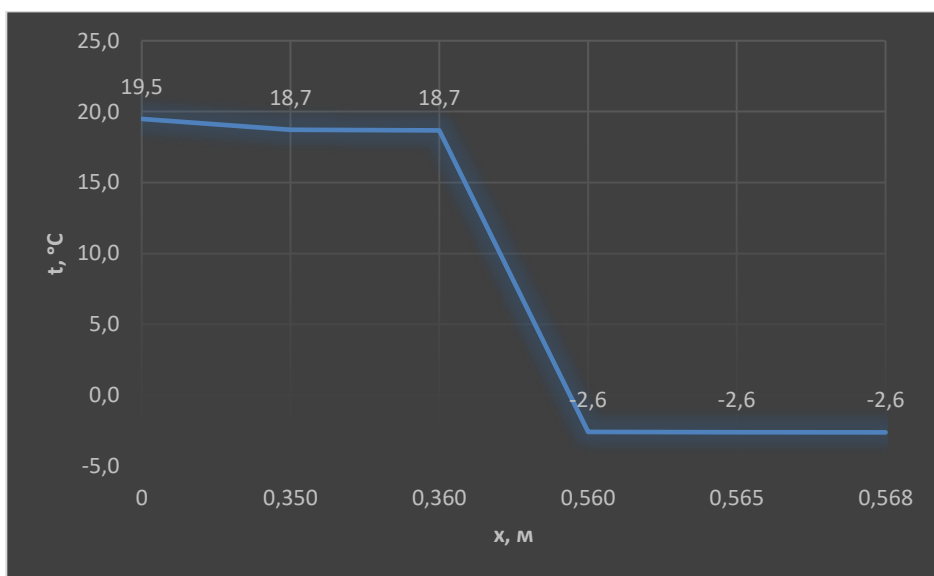


Рисунок 4.1 Розподіл температур у зовнішній стіні (тип 1) в грудні

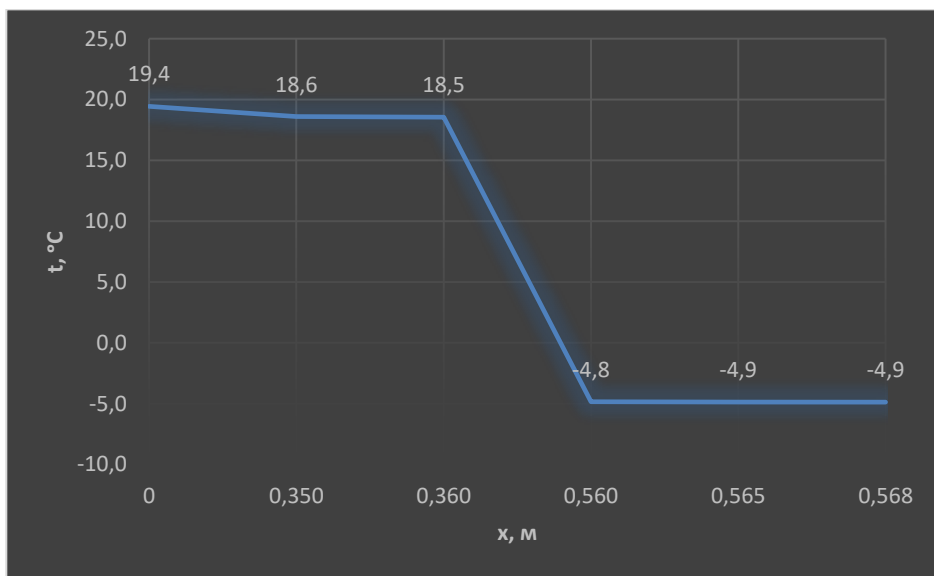


Рисунок 4.2 Розподіл температур у зовнішній стіні (тип 1) в січні

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата

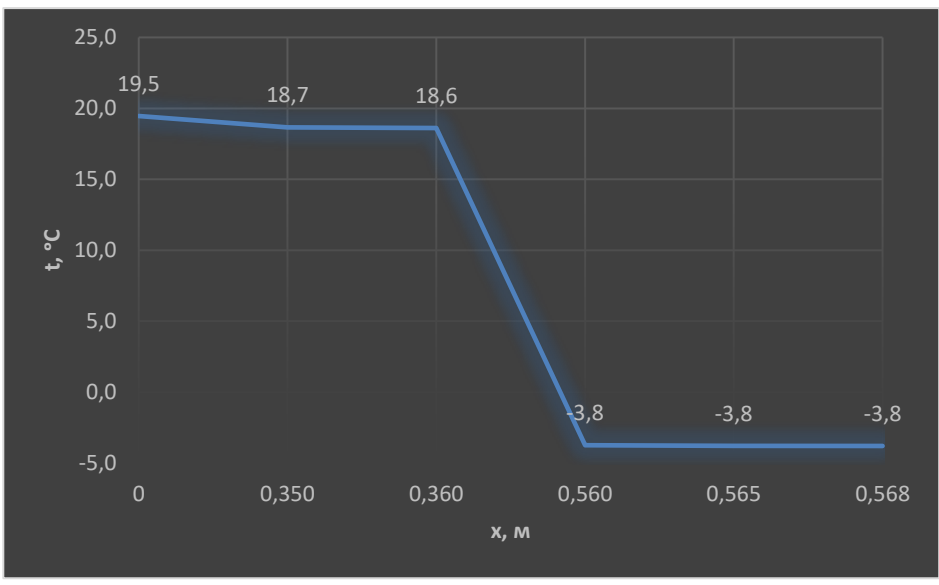


Рисунок 4.3 Розподіл температур у зовнішній стіні (тип 1) в лютому

В масштабі опорів паропроникненню R_e будується залежність парціального тиску насиченої водяної пари E та парціального тиску водяної пари e (рисунок 4.4; 4.5; 4.6).

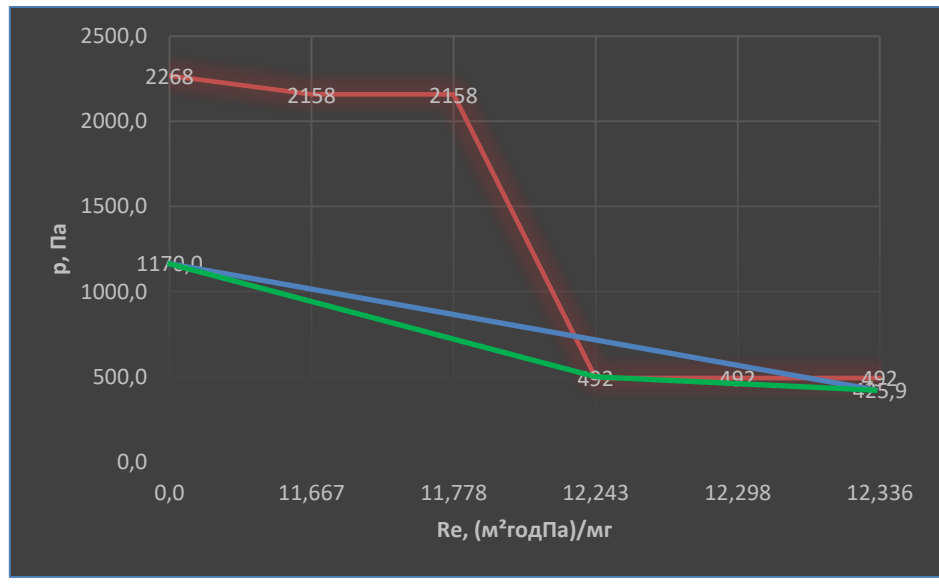


Рисунок 4.4 Розподіл парціальних тисків у зовнішній стіні (тип 1) в грудні

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Прив'язаний		МПП 008.25	
Директор	Сергєєва	<i>[Signature]</i>	
ГАП	Шестопалова	<i>[Signature]</i>	
Інв. №			

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ

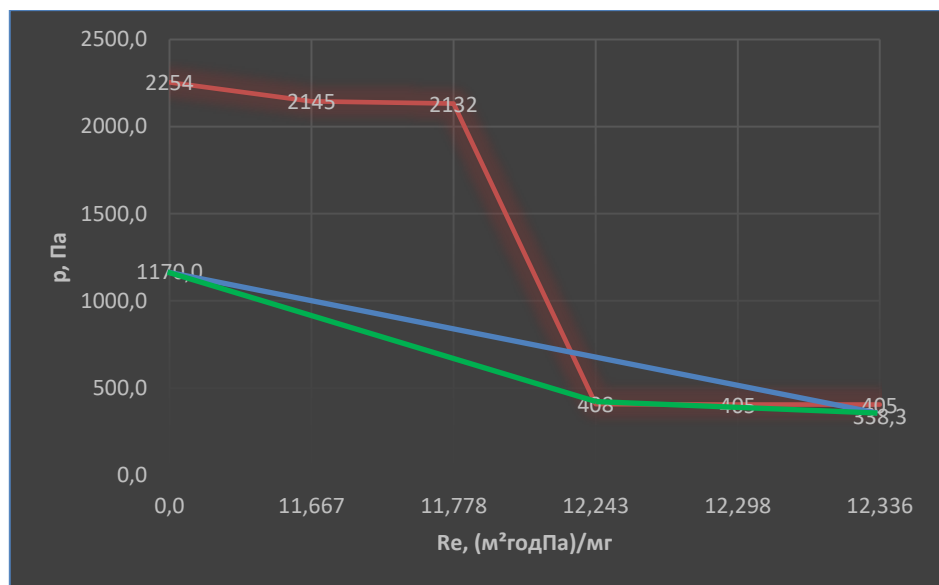


Рисунок 4.5 Розподіл парціальних тисків у зовнішній стіні (тип 1) в січні

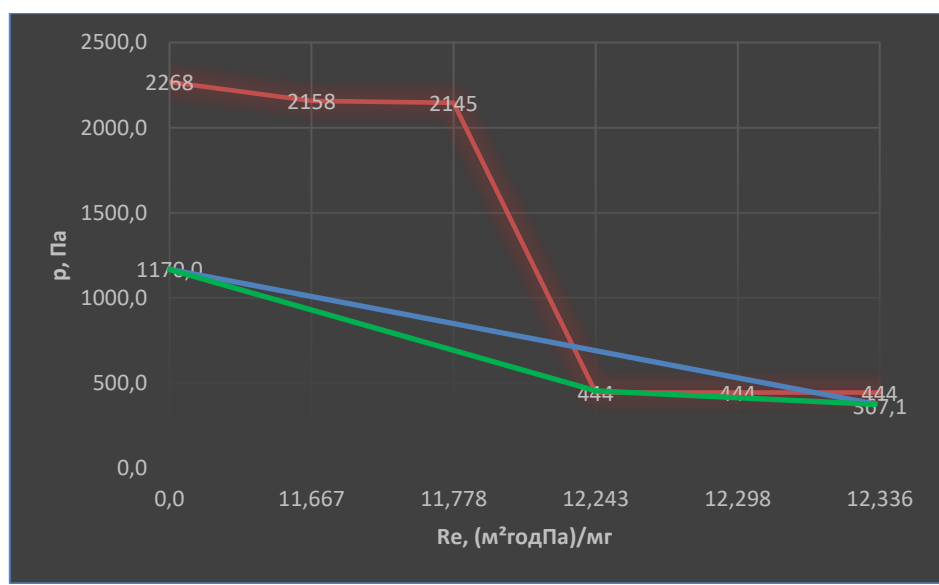


Рисунок 4.6 Розподіл парціальних тисків у зовнішній стіні (тип 1) в лютому

Оскільки лінії E та e перетинаються, що свідчить про конденсацію вологи в товщі огорожувальної конструкції, будується лінія розрахункового тиску водяної пари e_p . Дана лінія будується з точок на поверхнях конструкції, що відповідають значенням парціального тиску внутрішнього та зовнішнього повітря до лінії розподілу насиченої водяної пари E (— E , — e , — e_p).

За розподілом парціальних тисків (рисунок 4.4, 4.5 та 4.6) встановлено, що конденсація відбувається на межах утеплювача та захисної штукатурки.

Розрахунок для грудня

Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_g = \frac{1170 - 492}{11,667 + 0,111 + 0,465} = 55,379 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$$

Інв. №ор.	
Підп. і дата	
Взам. інв. №	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_3 = \frac{492 - 425,92}{0,056 + 0,038} = 702,979 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$$

Кількість вологи, що випаровується з конструкції за грудень:

$$W_{\text{вн}} = 744 \cdot (702,979 - 55,379) \cdot 10^{-6} = 0,482 \text{ кг} / \text{м}^2.$$

Розрахунок для січня

Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_6 = \frac{1170 - 408}{11,667 + 0,111 + 0,465} = 62,24 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$$

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_3 = \frac{408 - 338,3}{0,056 + 0,038} = 741,489 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$$

Кількість вологи, що випаровується з конструкції за січень:

$$W_{\text{вн}} = 744 \cdot (741,489 - 62,24) \cdot 10^{-6} = 0,505 \text{ кг} / \text{м}^2.$$

Розрахунок для лютого

Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_6 = \frac{1170 - 444}{11,667 + 0,111 + 0,465} = 59,299 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$$

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

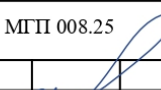
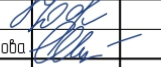
$$i_3 = \frac{444 - 367,08}{0,056 + 0,038} = 818,298 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$$

Кількість вологи, що випаровується з конструкції за лютий:

$$W_{\text{вн}} = 672 \cdot (818,298 - 59,299) \cdot 10^{-6} = 0,51 \text{ кг} / \text{м}^2.$$

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата

Прив'язаний		МПП 008.25	
Директор	Сергєєва		
Г.А.П.	Шестопалова		
Інв. №			

ЮТЬ:

- для внутрішнього повітря: $E_v = 2340\text{Па}$, $e_v = 1170\text{Па}$;
- для зовнішнього повітря в грудні: $E_n = 484\text{Па}$, $e_n = 425,92\text{Па}$;
- для зовнішнього повітря в січні: $E_n = 398\text{Па}$, $e_n = 338,3\text{Па}$;
- для зовнішнього повітря в лютому: $E_n = 437\text{Па}$, $e_n = 367,08\text{Па}$.

Парціальний тиск водяної пари на перетині шарів матеріалів огорожувальної конструкції, Па; температура на перетині шарів матеріалів огорожувальної конструкції, °С, що визначена за формулою (5); парціальний тиск насиченої водяної пари E , Па, на перетині шарів матеріалів огорожувальної конструкції, визначений за таблицею Б.1, додаток Б:

	Грудень	Січень	Лютий		Грудень	Січень	Лютий		Грудень	Січень	Лютий
e0	1170,0	1170,0	1170,0	t0	19,7	19,7	19,7	E0	2297	2297	2297
e1	905,14	873,96	884,20	t1	19,3	19,2	19,2	E1	2241	2227	2227
e2	895,21	862,85	873,48	t2	19,2	19,1	19,2	E2	2227	2212	2227
e3	878,66	844,35	855,62	t3	19,0	18,9	19,0	E3	2197	2185	2197
e4	866,89	831,19	842,92	t4	4,2	2,6	3,4	E4	825	737	781
e5	859,32	822,74	834,75	t5	-2,6	-4,9	-3,8	E5	492	405	444
e6	425,92	338,30	367,08	t6	-2,7	-5,0	-3,9	E6	489	401	440

Розподіл температур в зовнішній стіні наведено на рисунках 4.7; 4.8; 4.9.

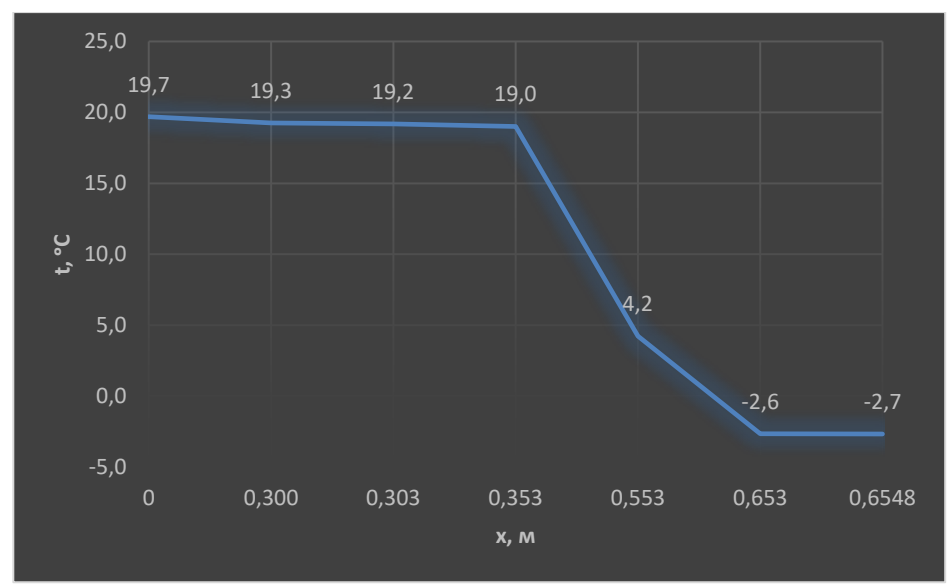


Рисунок 4.7 Розподіл температур у суміщеному покритті (тип 1) в грудні

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Прив'язаний		МПІ 008.25	
Директор	Сергєєва	<i>[Signature]</i>	
ГАП	Шестапалова	<i>[Signature]</i>	
Інв. №			

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата	24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист

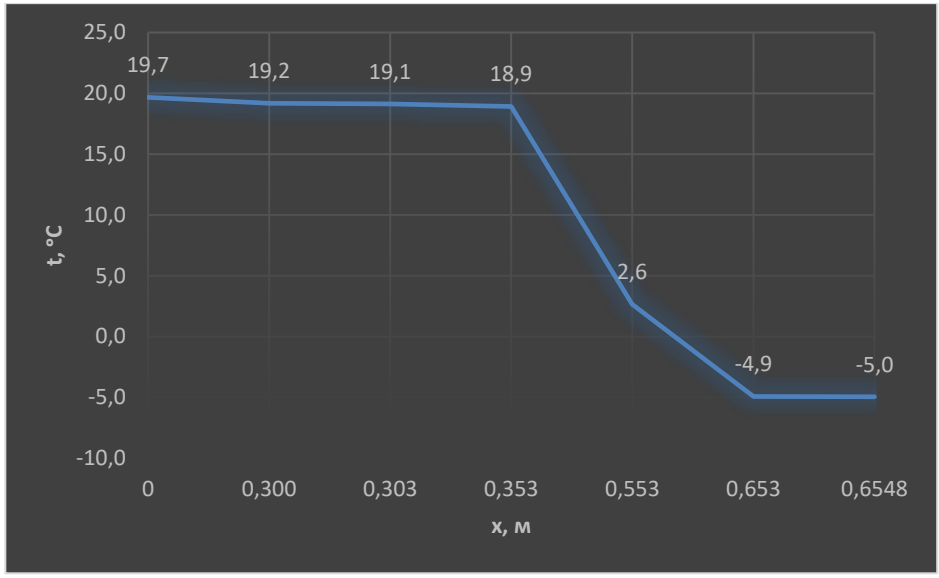


Рисунок 4.8 Розподіл температур у суміщеному покритті (тип 1) в січні

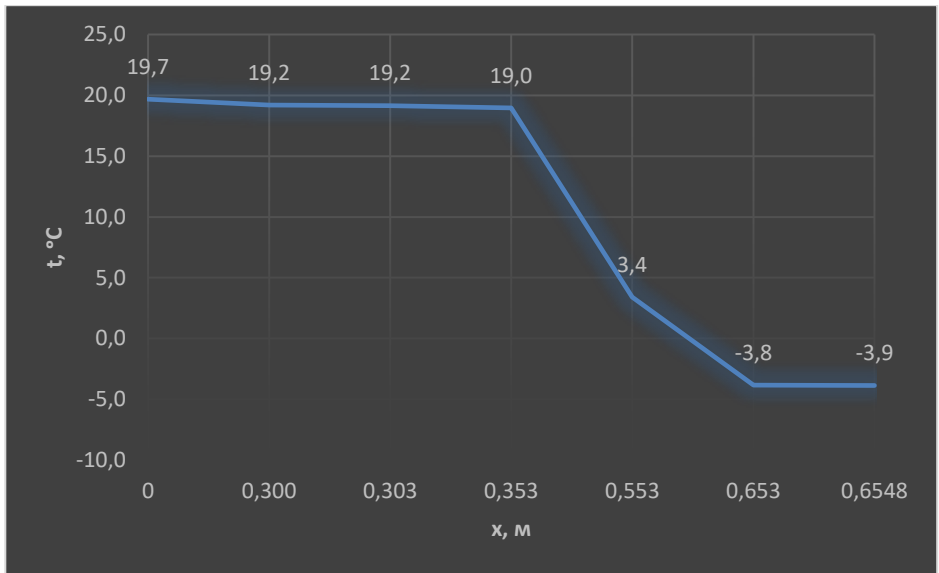


Рисунок 4.9 Розподіл температур у суміщеному покритті (тип 1) в лютому

В масштабі опорів паропроникненню R_e будується залежність парціального тиску насиченої водяної пари E та парціального тиску водяної пари e (рисунок 4.10; 4.11; 4.12).

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Прив'язаний		МГП 008.25	
Директор	Сергеева	<i>[Signature]</i>	
ГАП	Шестопалова	<i>[Signature]</i>	
Інв. №			

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата	24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист

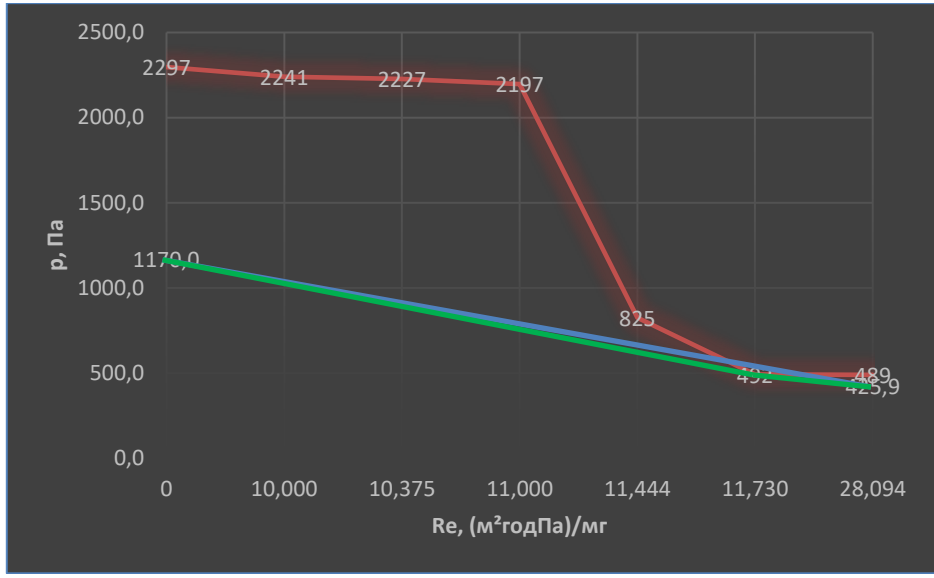


Рисунок 4.10 Розподіл парціальних тисків у суміщеному покритті (тип 1) в грудні

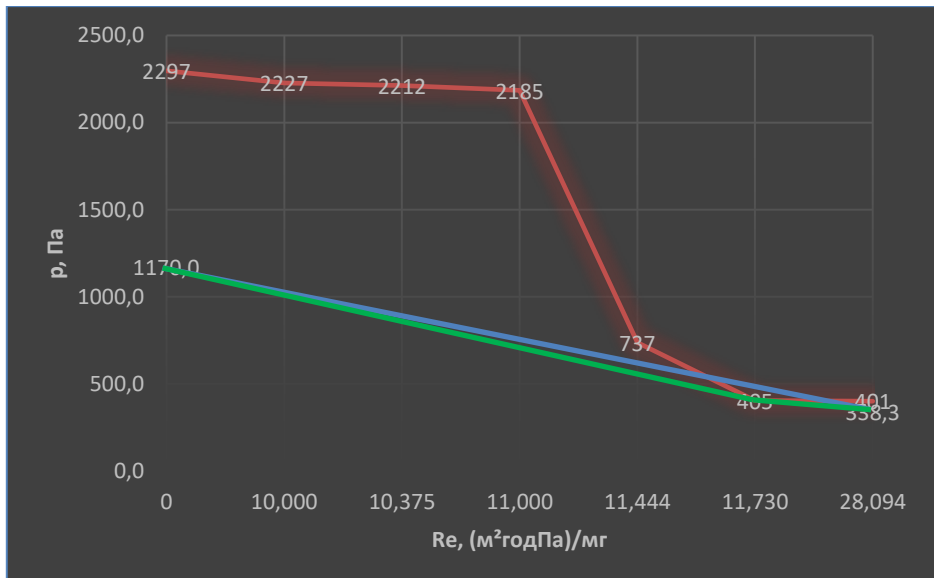


Рисунок 4.11 Розподіл парціальних тисків у суміщеному покритті (тип 1) в січні

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Прив'язаний		МПІ 008.25	
Директор	Сергєєва	<i>[Signature]</i>	
ГАП	Шестопалова	<i>[Signature]</i>	
Інв. №			

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата	24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист

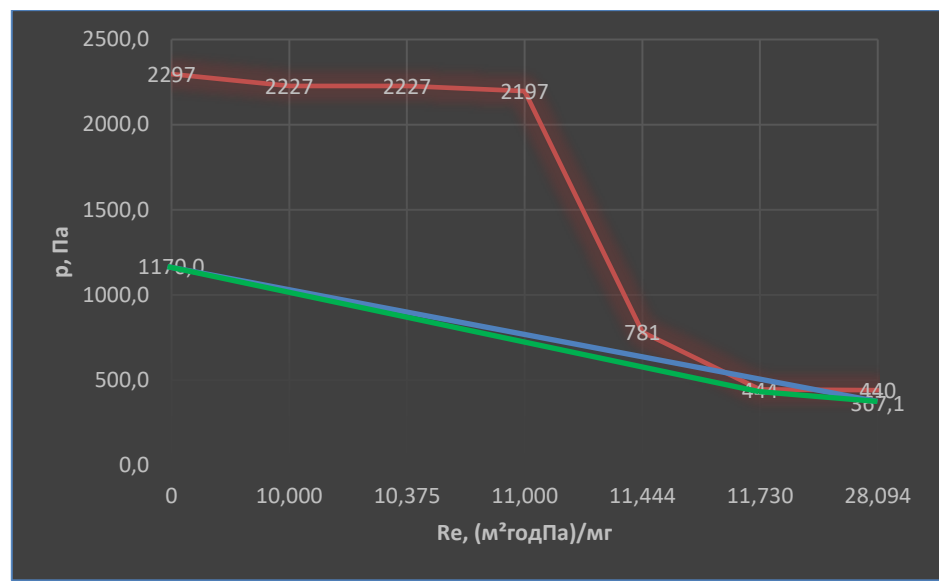


Рисунок 4.12 Розподіл парціальних тисків у суміщеному покритті (тип 1) в лютому

Оскільки лінії E та e перетинаються, що свідчить про конденсацію вологи в товщі огорожувальної конструкції, будується лінія розрахункового тиску водяної пари e_p . Дана лінія будується з точок на поверхнях конструкції, що відповідають значенням парціального тиску внутрішнього та зовнішнього повітря до лінії розподілу насиченої водяної пари E (— E , — e , — e_p).

За розподілом парціальних тисків (рисунки 4.10, 4.11 та 4.12) встановлено, що конденсація відбувається на межах утеплювача та захисної штукатурки.

Розрахунок для грудня

Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_6 = \frac{1170 - 492}{10 + 0,375 + 0,625 + 0,444 + 0,286} = 57,801 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$$

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_3 = \frac{492 - 425,92}{16,364} = 4,038 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$$

Кількість вологи, що конденсується в конструкції за грудень:

$$W_3 = 744 \cdot (57,801 - 4,038) \cdot 10^{-6} = 0,04 \text{ кг} / \text{м}^2.$$

Розрахунок для січня

Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата

$$i_6 = \frac{1170 - 405}{10 + 0,375 + 0,625 + 0,444 + 0,286} = 65,217 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$$

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_3 = \frac{405 - 338,3}{16,364} = 4,076 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$$

Кількість вологи, що конденсується в конструкції за січень:

$$W_3 = 744 \cdot (65,217 - 4,076) \cdot 10^{-6} = 0,045 \text{ кг} / \text{м}^2.$$

Розрахунок для лютого

Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_6 = \frac{1170 - 444}{10 + 0,375 + 0,625 + 0,444 + 0,286} = 61,893 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$$

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_3 = \frac{444 - 367,08}{16,364} = 4,701 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$$

Кількість вологи, що конденсується в конструкції за лютий:

$$W_3 = 672 \cdot (61,893 - 4,701) \cdot 10^{-6} = 0,038 \text{ кг} / \text{м}^2.$$

Провівши аналогічні розрахунки для інших місяців року встановлено, що в період березень-листопад E та e не перетинаються, що свідчить про відсутність процесу вологонакопичення.

Проведеним розрахунком встановлено, що в суміщеному покритті (тип 1) процес конденсації водяної відбувається лише в період вологонакопичення (грудень, січень, лютий). В інші місяці року відбувається процес випаровування вологи.

Таблиця 4.5 Річний баланс вологи в товщі огорожувальної конструкції будівлі

Місяць року	Кількість вологи, що сконденсувалась в огорожувальній конструкції, кг/м ²	Кількість вологи, що випарилась із зони конденсації, кг/м ²
Грудень	0,04	0
Січень	0,045	0
Лютий	0,038	0
Σ	0,123	0

Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. №ор.							Лист
24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ									
			Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Нодок.	Підп.	Дата	

	CERESIT				
3	Утеплювач ТЕХНО-ФАС	0,2	120	0,04	0,59
4	Захисна штукатурка на цементній основі CERESIT	0,005	1800	0,76	9,6
5	Штукатурка декоративна CERESIT	0,003	1600	0,676	8,53

Коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції $\chi = 0,4$ (згідно таблиці Б.1).

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ приймається згідно додатка Б ДСТУ 9191:2022.

Визначення теплових опорів шарів огорожувальної конструкції

Теплові опори шарів огорожувальної конструкції розраховуються за формулою (7), що наведена в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 Розрахунок теплових опорів шарів огорожувальної конструкції

Номер шару	Позначення	Значення, $(\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}$	Розрахунок
1	R_1	0,182	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,35}{1,92} = 0,182$
2	R_2	0,013	$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,01}{0,76} = 0,013$
3	R_3	5	$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,2}{0,04} = 5$
4	R_4	0,007	$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,005}{0,76} = 0,007$
5	R_5	0,004	$R_5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} = \frac{0,003}{0,676} = 0,004$

Визначення теплових інерцій кожного шару та огорожувальної конструкції в цілому.

Розрахунок теплових інерцій кожного шару та огорожувальної конструкції в цілому проводиться за формулами (5) та (6) і наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 Розрахунок теплових інерцій кожного шару та огорожувальної конструкції в цілому

Номер шару	Позначення	Значення	Розрахунок
1	D_1	3,24	$D_1 = R_1 s_1 = 0,182 \cdot 17,98 = 3,24$
2	D_2	0,125	$D_2 = R_2 s_2 = 0,013 \cdot 9,6 = 0,125$
3	D_3	2,95	$D_3 = R_3 s_3 = 5 \cdot 0,59 = 2,95$

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

4	D_4	0,067	$D_4 = R_4 S_4 = 0,007 \cdot 9,6 = 0,067$
5	D_5	0,034	$D_5 = R_5 S_5 = 0,004 \cdot 8,53 = 0,034$
Всієї конструкції	D	6,416	$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 =$ $= 3,24 + 0,125 + 2,95 + 0,067 + 0,034 = 6,416$

Так як теплова інерція зовнішньої стіни (тип 1) $D = 6,416$, що більше 4,0, то згідно п.5.8 ДБН В.2.6-31 теплостійкість в літній період дозволяється не перевіряти.

Згідно примітки 2 п. 5.8 ДБН В.2.6-31 теплостійкість в зимній період дозволяється не перевіряти при наявності в будівлі системи опалення з автоматичним регулюванням температури внутрішнього повітря.

Оцінка теплостійкості суміщеного покриття

Об'єкт – суміщене покриття (тип 1) в кліматичних умовах м. Житомир.

Параметри клімату району будівництва наведені вище в таблиці 5.1.

Параметри мікроклімату приміщень наведені вище в таблиці 5.2.

При розрахунках враховуються основні шари покриття (починаючи з внутрішньої поверхні покриття), їх теплофізичні характеристики приймаються згідно додатка А ДСТУ 9191:2022. Теплофізичні характеристики матеріалів шарів покриття наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 Теплофізичні характеристики матеріалів шарів покриття

Номер шару	Матеріал	Товщина шару δ , м	Густина матеріалу в сухому стані ρ , кг/м ³	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації А	
				теплопровідність λ , Вт/(м·К)	Коефіцієнт теплозасвоєння s , Вт/(м ² ·К)
1	Залізобетон	0,3	2500	1,92	17,98
2	Пароізоляція БПОЛЬ	0,003	1000	0,17	4,56
3	Стяжка цементно-піщана	0,05-0,18	1600	0,676	8,53
4	Утеплювач ТЕХНОРУФ Н ОПТИМА	0,2	110	0,039	0,55
5	Утеплювач ТЕХНОРУФ В ОПТИМА	0,1	180	0,042	0,73
6	ПВХ мембрана	0,0018	1000	0,23	5,87

Коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції $\chi = 0,65$ (згідно таблиці Б.1).

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $h_{si} = 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ приймається згідно додатка Б ДСТУ 9191:2022.

Визначення теплових опорів шарів покриття

Теплові опори шарів покриття розраховуються за формулою (7), що наведена в таблиці 5.7.

Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ор.								Лист
			Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата		

Таблиця 5.7 Розрахунок теплових опорів шарів покриття

Номер шару	Позначення	Значення, (м ² К)/Вт	Розрахунок
1	R ₁	0,156	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,3}{1,92} = 0,156$
2	R ₂	0,018	$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,003}{0,17} = 0,018$
3	R ₃	0,074	$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,05}{0,676} = 0,074$
4	R ₄	5,128	$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,2}{0,039} = 5,128$
5	R ₅	2,381	$R_5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} = \frac{0,1}{0,042} = 2,381$
6	R ₆	0,009	$R_6 = \frac{\delta_6}{\lambda_6} = \frac{0,0018}{0,23} = 0,009$

Визначення теплових інерцій кожного шару та покриття в цілому

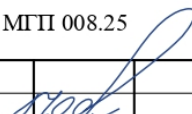
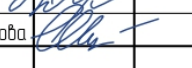
Розрахунок теплових інерцій кожного шару та покриття в цілому проводиться за формулами (5) та (6) і наведено в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 Розрахунок теплових інерцій кожного шару та покриття в цілому

Номер шару	Позначення	Значення	Розрахунок
1	D ₁	2,805	$D_1 = R_1 S_1 = 0,156 \cdot 17,98 = 2,805$
2	D ₂	0,082	$D_2 = R_2 S_2 = 0,018 \cdot 4,56 = 0,082$
3	D ₃	0,631	$D_3 = R_3 S_3 = 0,074 \cdot 8,53 = 0,631$
4	D ₄	2,82	$D_4 = R_4 S_4 = 5,128 \cdot 0,55 = 2,82$
5	D ₅	1,738	$D_5 = R_5 S_5 = 2,381 \cdot 0,73 = 1,738$
6	D ₆	0,053	$D_6 = R_6 S_6 = 0,009 \cdot 5,87 = 0,053$
Всієї конструкції	D	8,129	$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 + D_6 = 2,805 + 0,082 + 0,631 + 2,82 + 1,738 + 0,053 = 8,129$

Так як тепла інерція суміщеного покриття (тип 1) D = 8,129, що більше 5,0, то відповідно п. 5.8 ДБН В.2.6-31 теплостійкість в літній період дозволяється не перевіряти.

Згідно примітки 2 п. 5.8 ДБН В.2.6-31 теплостійкість в зимній період дозволяється не перевіряти при наявності в будівлі системи опалення з автоматичним регулюванням температури внутрішнього повітря.

Прив'язаний		МГП 008.25	
Директор	Сергєєва		
ГАП	Шестопалова		
Інв. №			

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

Визначення показника теплосасвоєння поверхнею підлоги по ґрунту

Об'єкт – підлога по ґрунту з покриттям керамічною плиткою.

При розрахунках враховуються основні шари конструкції (починаючи з покриття підлоги), їх теплофізичні характеристики приймаються згідно додатка А ДСТУ 9191:2022. Теплофізичні характеристики матеріалів шарів покриття наведено в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 Теплофізичні характеристики конструкції підлоги

Номер шару	Матеріал	Товщина шару δ , м	Густина матеріалу в сухому стані ρ , кг/м ³	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації А	
				теплопровідність λ , Вт/(м·К)	коефіцієнт теплосасвоєння s , Вт/(м ² К)
1	Покриття підлоги – керамічна плитка	0,008	2000	0,96	11,63
2	Клейова суміш CERESIT на цементній основі	0,005	1800	0,76	9,6
3	Гідроізоляція	0,003	1400	0,27	6,8
4	Стяжка цементно-піщана	0,06	1800	0,76	9,6
5	Полістиролбетон	0,22	350	0,07	1,36
6	Бетонна основа	0,5	2500	1,92	17,98

Визначення теплових опорів шарів підлоги

Теплові опори шарів підлоги розраховуються за формулою (7), що наведена в таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 Розрахунок теплових опорів шарів підлоги

Номер шару	Позначення	Значення, (м ² К)/Вт	Розрахунок
1	R_1	0,008	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,008}{0,96} = 0,008$
2	R_2	0,007	$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,005}{0,76} = 0,007$
3	R_3	0,011	$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,003}{0,27} = 0,011$
4	R_4	0,079	$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,06}{0,76} = 0,079$
5	R_5	3,143	$R_5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} = \frac{0,22}{0,07} = 3,143$
6	R_6	0,26	$R_6 = \frac{\delta_6}{\lambda_6} = \frac{0,5}{1,92} = 0,26$

Визначення теплових інерцій кожного шару підлоги

Розрахунок теплових інерцій кожного шару та огорожувальної конструкції в цілому проводиться за формулами (5) та (6) і наведено в таблиці 5.11.

Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ор.								Лист
			Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Нодок.	Підп.	Дата		

Таблиця 5.11 Розрахунок теплових інерцій кожного шару підлоги

Номер шару	Позначення	Значення	Розрахунок
1	D_1	0,093	$D_1 = R_1 s_1 = 0,008 \cdot 11,63 = 0,093$
2	D_2	0,067	$D_2 = R_2 s_2 = 0,007 \cdot 9,6 = 0,067$
3	D_3	0,075	$D_3 = R_3 s_3 = 0,011 \cdot 6,8 = 0,075$
4	D_4	0,758	$D_4 = R_4 s_4 = 0,079 \cdot 9,6 = 0,758$
5	D_5	4,274	$D_5 = R_5 s_5 = 3,143 \cdot 1,36 = 4,274$
6	D_6	4,675	$D_6 = R_6 s_6 = 0,26 \cdot 17,98 = 4,675$

Теплова інерція першого шару покриття підлоги $D_1 = 0,093$ р 0,5, а сумарна теплова інерція чотирьох шарів $D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 0,093 + 0,067 + 0,075 + 0,758 = 0,993$ ф 0,5, тому показник теплосасвоєння поверхнею підлоги Y_n визначається за формулами (26) та (27) та складає:

$$Y_3 = \frac{2R_3 s_3^2 + s_4}{0,5 + R_3 s_4} = \frac{2 \cdot 0,011 \cdot 6,8^2 + 9,6}{0,5 + 0,011 \cdot 9,6} = 17,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$Y_2 = \frac{4R_2 s_2^2 + Y_3}{1 + R_2 Y_3} = \frac{4 \cdot 0,007 \cdot 9,6^2 + 17,5}{1 + 0,007 \cdot 17,5} = 17,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$Y_n = Y_1 = \frac{4R_1 s_1^2 + Y_2}{1 + R_1 Y_2} = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot 11,63^2 + 17,9}{1 + 0,008 \cdot 17,9} = 19,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Значення показника теплосасвоєння поверхнею підлоги для навчальних закладів згідно з умовою (9) п. 5.9 ДБН В.2.6-31 не повинно перевищувати $Y_{\text{max}_n} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Розрахунковий показник теплосасвоєння даної конструкції становить $Y_n = 19,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Дана конструкція підлоги не задовольняє вимоги умови (9) п. 5.9 ДБН В.2.6-31. Конструктивні заходи для забезпечення вказаної умови – замінити цементно-піщану стяжку на стяжку з полістиролбетону ($\rho = 600 \text{ кг}/\text{м}^3$).

Тоді, теплова інерція першого шару покриття підлоги $D_1 = 0,093$ р 0,5, а сумарна теплова інерція чотирьох шарів $D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 0,093 + 0,067 + 0,075 + 1,165 = 1,4$ ф 0,5, тому показник теплосасвоєння поверхнею підлоги Y_n визначається за формулами (26) та (27) та складає:

$$Y_3 = \frac{2R_3 s_3^2 + s_4}{0,5 + R_3 s_4} = \frac{2 \cdot 0,011 \cdot 6,8^2 + 2,33}{0,5 + 0,011 \cdot 2,33} = 6,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$Y_2 = \frac{4R_2 s_2^2 + Y_3}{1 + R_2 Y_3} = \frac{4 \cdot 0,007 \cdot 9,6^2 + 6,4}{1 + 0,007 \cdot 6,4} = 8,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$Y_n = Y_1 = \frac{4R_1 s_1^2 + Y_2}{1 + R_1 Y_2} = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot 11,63^2 + 8,6}{1 + 0,008 \cdot 8,6} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Інв. № ор.	Підп. І дата	Взам. інв. №							Лист
			24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ						
Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата				

6. Визначення енергетичних показників будівлі

Визначення енергоспоживання при опаленні, охолодженні та гарячому водозабезпеченні ПРУ при навчальному закладі. Розрахунок проводиться відповідно до ДСТУ 9190:2022, ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 та ДСТУ Б EN ISO 13790:2011.

Об'єкт розрахунку – підземне ПРУ при навчальному закладі.

Площі зовнішніх огорожень будівлі наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 Площі зовнішніх огорожень будівлі

П.п.	Вид огорожувальної конструкції	Загальна площа, м ²
1	Зовнішні стіни, орієнтовані на:	61,72
	ПнЗ	17,13
	ПнСх	17,13
	ПдЗ	16,25
	ПдСх	11,21
2	Суміщене покриття	41,47
3	Зовнішні двері	5,04

Зонування будівлі при розрахунку

Відповідно до п. 6.3.2 розподіл будівлі на теплові зони не виконується.

Кондиціонована площа будівлі становить: $A_f = 1263,6\text{м}^2$.

Кондиціонований об'єм будівлі становить: $V = 3706,02\text{м}^3$.

Об'єм будівлі для вентиляції становить: $V_{ve} = 3150,12\text{м}^3$.

Характеристики теплопередачі трансмісією

Значення приведених опорів теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій наведено в таблиці 6.2

Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією визначені згідно з п. 8.2 та наведені в таблиці 6.2. Значення узагальнених коефіцієнтів теплопередачі трансмісією визначені як для режиму опалення, так і для режиму охолодження.

При розрахунках теплопередачі через світлопрозорі елементи ефект нічної ізолювання не враховувався.

Узагальнений коефіцієнт теплопередачі до ґрунту визначається за методикою Б.1.2, додаток Б.

Розрахунок теплопередачі до ґрунту (для випадку – опалюваний підземний поверх)

Основні вихідні дані:

Площа підлоги складає $A=1232,3\text{м}^2$, периметр $P=156,5\text{м}$.

Загальна товщина зовнішніх стін дорівнює $w=0,35\text{м}$. Висота стін, що контактують з ґрунтом $z=2,7\text{м}$. Лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення вузла з'єднання конструкції підлоги по ґрунту зі стіною $\psi_g=1,05\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ – приймається відповідно ДСТУ 9191:2022.

Розраховуємо характерний розмір підлоги відповідно з формулою (Б.3):

Інв. №ор.	Підп. І дата	Взам. інв. №							Лист
Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата	24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ			

$$B' = \frac{A}{0,5P} = \frac{1232,3}{0,5 \cdot 156,5} = 15,75 \text{ м}$$

Визначаємо еквівалентну товщину підлоги відповідно з формулою (Б.4):

$$d_t = w + \lambda (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,35 + 2(0,17 + 2,506 + 0,043) = 5,788 \text{ м},$$

де $\lambda_g = 2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – теплопровідність ґрунту відповідно таблиці Б.1;

$R_{si} = 0,17 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ – опір теплопередачі внутрішньої поверхні відповідно таблиці Б.2;

$R_{se} = 0,043 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ – опір теплопередачі зовнішньої поверхні відповідно таблиці Б.2;

$R_f = 2,506 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ – опір теплопередачі підлоги по ґрунту.

Оскільки $d_t + 0,5z < B'$ (посередньо ізольована підлога підвалу) коефіцієнт теплопередачі підлоги визначається за формулою (Б.12):

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

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 15,75 + 5,788 + 0,5 \cdot 2,7} \ln \left(\frac{3,14 \cdot 15,75}{5,788 + 0,5 \cdot 2,7} + 1 \right) = 0,128 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$$

Визначаємо еквівалентну сумарну товщину стін, що контактують з ґрунтом, відповідно з формулою (Б.15):

$$d_w = \lambda (R_{si} + R_w + R_{se}) = 2(0,115 + 0,172 + 0,043) = 0,66 \text{ м},$$

де $\lambda = 2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – теплопровідність ґрунту відповідно таблиці Б.1;

$R_{si} = 0,115 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ – опір теплопередачі внутрішньої поверхні відповідно таблиці Б.2;

$R_{se} = 0,043 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ – опір теплопередачі зовнішньої поверхні відповідно таблиці Б.2;

$R_w = 0,172 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ – опір теплопередачі стін, що контактують з ґрунтом.

Коефіцієнт теплопередачі стін, що контактують з ґрунтом визначається згідно з формулою (Б.14):

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

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 2,7} \left(1 + \frac{0,5 \cdot 0,66}{0,66 + 2,7} \right) \ln \left(\frac{2,7}{0,66} + 1 \right) = 0,843 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$$

Приведений опір теплопередачі підлоги по ґрунту розраховується за формулою (Б.17):

Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ор.							Лист
			Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	

$$R_{\Sigma np, g} = \frac{A}{(A \cdot U_{bf} + 0,5P \cdot \Psi_g)} = \frac{1232,3}{(1232,3 \cdot 0,128 + 0,5 \cdot 156,5 \cdot 1,05)} = 5,14 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

Приведений опір теплопередачі стін, що контактують з ґрунтом розраховується за формулою (Б.18):

$$R_{\Sigma np, w, g} = \frac{z}{(z \cdot U_{bw} + 0,5\Psi_g)} = \frac{2,7}{(2,7 \cdot 0,843 + 0,5 \cdot 1,05)} = 0,96 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту Вт/К, розраховується за формулою (Б.16):

$$H_g = A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} + P \cdot \psi_g$$

$$H_g = 1232,3 \cdot 0,128 + 2,7 \cdot 156,5 \cdot 0,843 + 156,5 \cdot 1,05 = 678 \text{ Вт} / \text{К}$$

Коефіцієнти теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми не визначаються через відсутність таких об'ємів.

Вплив теплопровідних включень визначено згідно з ДСТУ 9191:2022.

Таблиця 6.2 Характеристики теплопередачі трансмісією

П.п.	Вид огорожувальної конструкції	A_i , м ²	$R_{\Sigma np}$, м ² К/Вт	U , Вт/(м ² К)	ΔU_{tb} , Вт/(м ² К)	$b_{tr,x}, H$	$b_{tr,x}, C$	$H_{x,H}$, Вт/К	$H_{x,C}$, Вт/К
1	Зовнішні стіни	61,72	4,22	0,237	0,1	1	1	21	21
2	Стіни, що контактують з ґрунтом	68,48	1,26	0,794	0,05	1	1	58	58
3	Суміщене покриття	41,47	7,16	0,14	0,1	1	1	10	10
4	Перекриття, що контактує з ґрунтом	1284,92	1,59	0,629	0,05	1	1	872	872
5	Зовнішні двері	5,04	0,7	1,429	-	1	1	7	7

$$H_{tr,adj,H} = H_D + H_g + H_U + H_A = 678 + 21 + 58 + 10 + 872 + 7 = 1646 \text{ Вт} / \text{К}$$

$$H_{tr,adj,C} = H_D + H_g + H_U + H_A = 678 + 21 + 58 + 10 + 872 + 7 = 1646 \text{ Вт} / \text{К}$$

Сумарна теплопередача трансмісією розрахована за формулами (9) та (10) для кожного місяця та наведена в таблиці 6.5 для режиму опалення та в таблиці 6.6. для режиму охолодження.

Характеристики теплопередачі вентиляцією

Система вентиляції будівлі – з механічним спонуканням. Для розрахунку прийнято, що система вентиляції будівлі відповідає вимогам ДБН В.2.5-67 та передбачає наявність засобів для регулювання за необхідності в системах механічної загальнообмінної вентиляції.

Витрата повітря прийнята згідно проєктних даних розділу ОВ та складає для припливно-витяжної вентиляції: $q_{ve,H} = q_{ve,C} = 8470 \text{ м}^3 / \text{год}$.

Взаєм. інв. №	Підп. І дата	Інв. № ор.								Лист
			Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	

Усереднена за часом витрата повітря розрахована за формулами (29) та (30) для періодів опалення та охолодження:

$$q_{ve,mn,H} = q_{ve,mn,C} = q_{ve,H} t_{ve,H} / 168 = 8470 \cdot 50 / 168 = 2521 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Припливно-витяжна установка комплектується рекуператором. Температурний поправочний коефіцієнт b_{ve} , що коригує коефіцієнт теплопередачі, визначено за формулами (46) та (47) з урахуванням формули (48) та становить 0,5 (за п. 9.2.4.1 розбірний пластинчатий теплообмінник, $\eta_{hru}=0,5$).

Кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації розраховано за формулами (33) та (34) для періодів опалення та охолодження:

$$\eta_{inf,H} = \frac{\sum q_{inf,m,H}}{V_{ve} v_v} = \frac{6,77}{3706,02 \cdot 0,85} = 0,00220 \text{ год}^{-1}$$

$$\eta_{inf,C} = \frac{\sum q_{inf,m,C}}{V_{ve} v_v} = \frac{3,93}{3706,02 \cdot 0,85} = 0,00120 \text{ год}^{-1}$$

Усереднена за часом витрата повітря за рахунок інфільтрації розрахована за формулами (31) та (32) для періодів опалення та охолодження:

$$q_{inf,mn,H} = \eta_{inf,H} V_{ve} v_v t_{inf,H} / 168 = 0,002 \cdot 3706,02 \cdot 0,85 \cdot (168 - 50) / 168 = 4 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$q_{inf,mn,C} = \eta_{inf,C} V_{ve} v_v t_{inf,C} / 168 = 0,001 \cdot 3706,02 \cdot 0,85 \cdot (168 - 50) / 168 = 2 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Центрального попереднього підігріву та охолодження вентиляційного повітря не передбачено.

Загального коефіцієнт теплопередачі вентиляцією, розраховано за формулами (27) та (28) для періодів опалення та охолодження:

$$H_{ve,adj,H} = \rho_a c_a (q_{ve,mn,H} b_{ve,H} + q_{inf,mn,H}) = 0,336(2521 \cdot 0,5 + 4) = 425 \text{ Вт} / \text{К}$$

$$H_{ve,adj,C} = \rho_a c_a (q_{ve,mn,C} b_{ve,C} + q_{inf,mn,C}) = 0,336(2521 \cdot 0,5 + 2) = 424 \text{ Вт} / \text{К}$$

Сумарна теплопередача вентиляцією розрахована за формулами (25) та (26) для кожного місяця та наведена в таблиці 6.6 для режиму опалення та 6.7 для режиму охолодження.

Характеристики внутрішніх теплонадходжень

Згідно з методикою даного стандарту до уваги прийняті теплонадходження (внутрішній тепловий потік від людей, внутрішній тепловий потік від обладнання, внутрішній тепловий потік від освітлення), значення яких прийняті згідно з таблицею 6 і їхня загальна сумарна величина усередненого теплового потоку становить:

$$\Phi_{int} = \Phi_{int,Oc} + \Phi_{int,L} + \Phi_{int,A} = 7 + 7 + 6 = 20 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. №ор.							Лист
			Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Нодок.	Підп.	Дата	

Значення внутрішніх теплонадходжень для кожного місяця наведені в таблиці 6.5. Наведені значення розраховані за формулою (56) з урахуванням графіка використання відповідно таблиці 6 ($N = 50$) та характеристиками періоду невикористання відповідно таблиці 7.

Відповідно, загальна сумарна величина усередненого теплового потоку для кожного місяця розрахована як:

$$Q_{\text{int},k} = \frac{N}{168} \cdot \frac{N_m - N_{m,\text{noc}}}{N_m} \left(\sum_k \Phi_{\text{int},m,k} A_f \right) t = \frac{50}{168} \cdot \frac{N_m - N_{m,\text{noc}}}{N_m} \cdot 1263,6 \cdot t,$$

де $\frac{N_m - N_{m,\text{noc}}}{N_m}$ та t змінні величини в залежності від певного місяця та періоду невикористання.

Характеристики сонячних теплонадходжень

Світлопрозорі конструкції відсутні.

Непрозорі елементи, які піддаються інсоляції – це зовнішні стіни чотирьох фасадів і покрівля.

Площа непрозорих елементів згідно з проєктними даними становить:

- на північно-західному фасаді – $A_{\text{ПнЗ}} = 17,13 \text{ м}^2$;
- на північно-східному фасаді – $A_{\text{ПнСх}} = 17,13 \text{ м}^2$;
- на південно-західному фасаді – $A_{\text{Поз}} = 16,25 \text{ м}^2$;
- на південно-східному фасаді – $A_{\text{Посх}} = 11,21 \text{ м}^2$.

Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів A_{sol} розраховується за формулою (61). При цьому, безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною згідно з таблицею 10 становить:

- $\alpha_{s,m} = 0,4$ – для світлої штукатурки.

Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею відповідно до таблиці 10 становить: $\varepsilon = 0,93$.

Теплове випромінювання в атмосферу від непрозорих елементів розраховується згідно п. 11.5 з урахуванням коефіцієнта форми між елементом будівлі та небосхилом. Результати розрахунків першої та другої складових формули (58), помножені на t і поділені на 1000 для переведення в $\text{кВт} \cdot \text{год}$, наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 Елементи сонячних теплонадходжень

Місяць року	Параметр				
	$F_{\text{sol}} \cdot A_{\text{sol}} \cdot I_{\text{sol}} \cdot t, \text{кВт} \cdot \text{год}$			$\Phi_r \cdot F_r \cdot t, \text{кВт} \cdot \text{год}$	
	вікна	стіни	суміщене покриття	стіни	суміщене покриття
Січень	0	4	4	12	10
Лютий	0	6	6	11	9
Березень	0	11	12	12	10
Квітень	0	12	17	12	9

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

Травень	0	16	24	12	10
Червень	0	16	25	12	9
Липень	0	16	25	12	10
Серпень	0	15	21	12	10
Вересень	0	11	15	12	9
Жовтень	0	7	8	12	10
Листопад	0	3	4	12	9
Грудень	0	3	3	12	10

Теплонадходження від сонця до будівлі розраховані за формулою (56) та наведені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонадходжень

Місяць року	Параметр								
	θ_e , °C	t , год	$I_{sol, ПнЗ}$, Вт / м ²	$I_{sol, ПнСх}$, Вт / м ²	$I_{sol, ПдЗ}$, Вт / м ²	$I_{sol, ПдСх}$, Вт / м ²	$I_{sol, зор}$, Вт / м ²	Q_{sol} , кВт · год	Q_{int} , кВт · год
Січень	-5,1	744	13	13	34	32	30	-14	5105
Лютий	-4	672	24	24	56	53	57	-7	4929
Березень	0,4	744	40	40	78	74	98	1	5281
Квітень	7,9	720	50	51	83	87	142	8	5105
Травень	14	744	72	75	100	102	197	18	4929
Червень	17,1	720	82	84	100	102	215	21	4929
Липень	18,5	744	77	78	97	101	208	20	1584
Серпень	17,7	744	64	63	102	102	177	15	1584
Вересень	13	720	41	41	86	87	126	5	5281
Жовтень	7,4	744	21	21	60	62	70	-6	5281
Листопад	1,7	720	11	11	29	29	31	-14	5281
Грудень	-2,8	744	9	9	24	24	21	-16	5281

Динамічні параметри

Сумарна теплопередача та теплові надходження розраховані за формулами (7) та (8) і наведені в таблиці 6.6 для режиму опалення та 6.7 для режиму охолодження.

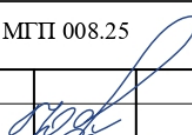
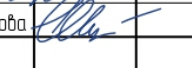
Часова константа будівлі характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Будівля має клас «дуже важкий», згідно з таблицею 15 внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить: $C = 110 \text{ Вт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \text{К})$.

Внутрішня теплоємність будівлі розрахована за формулою (82) і становить:

$$C_m = 110 \cdot 1263,6 = 138996 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{К}$$

Часова константа будівлі розраховується за формулами (79) та (80) і становить:

— для режиму опалення:

Прив'язаний		МГП 008.25	
Директор	Сергєєва		
ГАП	Шестопалова		
Інв. №			

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{138996}{1646 + 425} = 67,12 год$$

– для режиму охолодження:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{138996}{1646 + 424} = 67,15 год$$

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\eta_{H,gn}$ та охолодження $\eta_{C,gn}$ розрахований для кожного місяця за формулами (67)-(71) та (73)-(77) на основі співвідношення надходжень та втрат теплоти γ_H та γ_C , і числового параметру α_H та α_C і наведений у таблицях 6.6 та 6.7.

Безрозмірний числовий параметр a_H для режиму опалення визначається за формулою (72) і становить:

$$a_H = \alpha_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 1 + \frac{67,12}{15} = 5,47$$

Безрозмірний числовий параметр a_C для режиму охолодження визначається за формулою (78) і становить:

$$a_C = \alpha_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 1 + \frac{67,15}{15} = 5,48$$

Внутрішні умови

Задана температура для опалення будівлі прийнята згідно з таблицею 16 і становить: $\theta_{int,H,set} = 20^\circ C$.

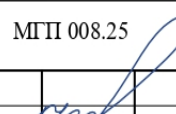
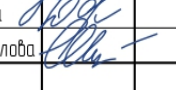
Задана температура для охолодження будівлі прийнята згідно з таблицею 16 і становить: $\theta_{int,C,set} = 24^\circ C$.

Енергоспоживання для опалення

Енергопотребы для опалення розраховані для кожного місяця за формулою (3) та наведені в таблиці 6.6. Енергопотребы для охолодження розраховані для кожного місяця за формулою (5) та наведені в таблиці 6.7. Значення в таблицях наведені з урахуванням примітки до п. 14.1.

Річні енергопотребы для опалення та охолодження будівлі розраховуються за формулою (89). Результати розрахунків за річний період наведені в таблиці 6.10.

Таблиця 6.6 Розрахунок енергопотребы для опалення

Прив'язаний		МГП 008.25	
Директор	Сергєєва		
ГАП	Шестопалова		
Інв. №			

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата

Місяць року	Параметр									
	Q_{tr} , кВт·год	Q_{ve} , кВт·год	Q_{ht} , кВт·год	Q_{sol} , кВт·год	Q_{int} , кВт·год	Q_{gn} , кВт·год	$Q_{ve,pre,heat}$, кВт·год	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$, кВт·год
Січень	30738	7937	38675	-14	5105	5092	0	0,13	1,00	33583
Лютий	26547	6854	33401	-7	4929	4922	0	0,15	1,00	28479
Березень	24003	6198	30200	1	5281	5282	0	0,17	1,00	24918
Квітень	14340	3703	18043	8	5105	5113	0	0,28	1,00	12933
Травень	7348	1897	9245	18	4929	4948	0	0,54	0,98	0
Червень	3437	887	4324	21	4929	4950	0	1,14	0,78	0
Липень	1837	474	2311	20	1584	1604	0	0,69	0,95	0
Серпень	2817	727	3544	15	1584	1599	0	0,45	0,99	0
Вересень	8296	2142	10438	5	5281	5286	0	0,51	0,99	0
Жовтень	15430	3984	19414	-6	5281	5276	0	0,27	1,00	14142
Листопад	21688	5600	27287	-14	5281	5268	0	0,19	1,00	22020
Грудень	27921	7209	35131	-16	5281	5265	0	0,15	1,00	29866
Всього										165942

Таблиця 6.7 Розрахунок енергопотреб для охолодження

Місяць року	Параметр									
	Q_{tr} , кВт·год	Q_{ve} , кВт·год	Q_{ht} , кВт·год	Q_{sol} , кВт·год	Q_{int} , кВт·год	Q_{gn} , кВт·год	$Q_{ve,pre,cool}$, кВт·год	γ_C	$\eta_{C,ls}$	$Q_{C,nd}$, кВт·год
Січень	35637	9180	44816	-14	5105	5092	0	0,11	0,11	0
Лютий	30971	7978	38949	-7	4929	4922	0	0,13	0,13	0
Березень	28901	7445	36346	1	5281	5282	0	0,15	0,15	0
Квітень	19080	4915	23995	8	5105	5113	0	0,21	0,21	0
Травень	12246	3155	15401	18	4929	4948	0	0,32	0,32	7
Червень	8177	2106	10284	21	4929	4950	0	0,48	0,48	47
Липень	6735	1735	8470	20	1584	1604	0	0,19	0,19	0
Серпень	7715	1987	9703	15	1584	1599	0	0,16	0,16	0
Вересень	13036	3358	16394	5	5281	5286	0	0,32	0,32	7
Жовтень	20329	5237	25565	-6	5281	5276	0	0,21	0,21	0
Листопад	26428	6808	33236	-14	5281	5268	0	0,16	0,16	0
Грудень	32820	8454	41274	-16	5281	5265	0	0,13	0,13	0
Всього										61

Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження для діяльності сезонозалежних технічних засобів

Тривалість опалювального періоду визначена за таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 та складає 184 доби або 4416 години (без урахування останнього дня у квітні).

Тривалість періоду охолодження визначена згідно з 15.3.4 на основі даних таблиці А.6 додатка А для м. Житомир становить 645 годин.

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми тепловіддачі/виділення

Система опалення електрична. Як опалювальні прилади прийняті електричні конвектори. Опалювальні прилади встановлюються біля зовнішніх стін.

Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення визначаються для кожного місяця за формулою (79) та наведені в таблиці 6.8, при цьому:

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

$f_{im} = 0,97$ – згідно 15.4.2.5;

$f_{rad} = 1$ – згідно 15.4.2.5;

$\eta_{em} = 0,91$ – згідно з таблицею 20.

У відповідності п. 15.4.3.4 додаткова енергія підсистеми тепловіддачі/виділення в розрахунках не враховується.

Енергію входу, що необхідна для підсистеми тепловіддачі/виділення розраховується для кожного місяця за формулою (111). Результати розрахунків наведені в таблиці 6.8.

Загальне енергоспоживання підсистеми розподілення під час опалення

Енергію входу, яка необхідна для підсистеми розподілення, розраховують для кожного місяця за формулою (118). Результати розрахунків наведені в таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 Розрахунок енергоспоживання під час опалення

Місяць року	Параметр					
	$Q_{H,nd}$, кВт·год	$Q_{H,em,ls}$, кВт·год	$Q_{H,em,in} = Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out}$, кВт·год	$Q_{H,gen,ls}$, кВт·год	$Q_{H,use}$, кВт·год
Січень	33583	2216	34027	34027	344	34370
Лютий	28479	1880	28855	28855	291	29146
Березень	24918	1645	25247	25247	255	25502
Квітень	12933	854	13105	13105	132	13237
Травень	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0
Жовтень	14142	933	14329	14329	145	14474
Листопад	22020	1453	22311	22311	225	22537
Грудень	29866	1971	30260	30260	306	30566
Всього	165942					169832

Загальне енергоспоживання підсистеми виробництва/генерування теплоти під час опалення

Згідно з формулою (119) загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування дорівнює енергії входу в підсистему розподілу.

Тепловтрати підсистеми виробництва/генерування тепла визначаються для кожного місяця за формулою (120) та наведені в таблиці 6.8. При цьому коефіцієнт ефективності підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнятий згідно з таблицею 26 для випадку опалення електричними конвекторами, $\eta_{H,gen} = 0,99$.

Загальне енергоспоживання під час опалення

Загальне енергоспоживання при опаленні визначено для кожного місяця за формулою (121) та наведено в таблиці 6.8.

Взам. інв. №	Підп. І дата	Інв. №ор.								Лист
			Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата		

Електрична потужність вентиляторів прийнята згідно проектних даних.
Об'ємне споживання повітря в системі механічної вентиляції прийнято згідно проектних даних.

$$V_L = 8470 \text{ м}^3 / \text{год} - \text{припливно-витяжна вентиляція.}$$

$$V_L = 2350 \text{ м}^3 / \text{год} - \text{витяжна вентиляція.}$$

$$P_{el,H} = 10,81 \text{ кВт}$$

$$P_{el,C} = 1,668 \text{ кВт}$$

Енергоспоживання вентиляторів розраховується за формулою (142) з урахуванням часу роботи системи вентиляції, яке згідно графіка використання будівлі становить 50 годин на тиждень.

$$Q_{V,use} = Q_{V,use,fan} = P_{el,H} \cdot t_{V,H} + P_{el,C} \cdot t_{V,C}$$

$$Q_{V,use} = Q_{V,use,fan} = 10,81 \cdot 8760 \cdot \frac{50}{168} = 28183 \text{ кВт}$$

$$Q_{V,use} = Q_{V,use,fan} = 1,668 \cdot 8760 \cdot \frac{50}{168} = 4349 \text{ кВт}$$

Питоме енергоспоживання систем вентиляції будівлі складає 8,78 кВт·год/м³.

Результати на річній основі наведені в таблицях 6.10 та В.4.

Енергоспоживання при освітленні

Енергія, необхідна для штучного освітлення розраховується за формулою (157) з урахуванням даних таблиці 35:

$$Q_{WL} = \frac{(P_N \cdot F_C) [(t_D \cdot F_o \cdot F_D) + (t_N \cdot F_o)] A_f}{1000} =$$

$$= \frac{(5,783 \cdot 1) [(1800 \cdot 1 \cdot 1) + (200 \cdot 1)] 1263,6}{1000} = 14615 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Паразитна енергія, необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітленням в будівлі розраховується за формулою (158) з урахуванням даних таблиці 35:

$$Q_{WP} = P_{em} \cdot A_{em} + P_{pc} \cdot A_{pc} =$$

$$= (1+5) 1263,6 = 7582 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Річний обсяг енергоспоживання будівлі під час освітлення розраховується за формулою (156):

$$Q_{Wise} = Q_{WL} + Q_{WP} = 14615 + 7582 = 22197 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата

$$Q_{H,use} + Q_{C,use} = 169832 + 28 = 169860 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Питоме енергоспоживання будівлі під час опалення та охолодження складе 45,83 кВт·год/м³.

Сумарне енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання та освітлення

Сумарне енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання та освітлення з урахуванням додаткової енергії становить:

$$W_H + Q_{H,use} + Q_{C,use} + Q_{V,use} + Q_{DHW,use} + Q_{W,use} = \\ = 169832 + 28 + 32532 + 16117 + 22197 = 240706 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Результати на річній основі наведені в таблицях 6.10 та В.4.

Таблиця 6.10 Звіт за результатами розрахунків

Енергетичні послуги	Енергоспоживання	Енергоносії									
		Теплота	Нафта	Природний газ	Вугілля	Централізоване тепlopостачання	Централізоване холодopостачання	Деревина	Електроенергія	Відновлювальні*	Інші, що виробляються на місці
Опалення	Енергопотреба для опалення	165942									
	Енергопотреба для центрального попереднього підігрівання вентиляційного повітря	0									
	Енергоспоживання під час опалення				0			169832	0		
	Енергоспоживання під час центрального попереднього підігрівання				0			0	0		
	Додаткове енергоспоживання під час опалення							0			
	Додаткове енерго-							0			

Інв. № ор.	Підп. І дата	Взам. інв. №

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата

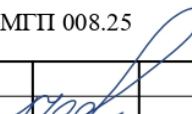
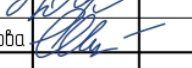
	споживання під час центрального попереднього підігрівання								
	Загальне енергоспоживання під час опалення				0		169832	0	
Охолодження	Енергопотреба для охолодження (зокрема осушення повітря)	61							
	Енергопотреба для центрального попереднього охолодження вентиляційного повітря (зокрема осушення повітря)	0							
	Енергоспоживання під час охолодження (зокрема осушення повітря)				0		28		
	Енергоспоживання під час центрального попереднього охолодження (зокрема осушення повітря під час попереднього охолодження)				0		0		
	Додаткове енергоспоживання під час охолодження						0		
	Додаткове енергоспоживання під час центрального попереднього охолодження						0		
	Загальне енергоспоживання під час охолодження				0		28		
Вентиляція	Енергопотреба для зволоження вентиляційного повітря	0							
	Енергоспоживання вентиляторів, блоків управління та рекуператорів теплоти						32532		
	Загальне енергоспоживання під час вентиляції (зокрема зволоження повітря)						32532		
ГВП	Енергопотреба ГВП	12636							
	Енергоспоживання ГВП				0		16117		
	Додаткове енергоспоживання ГВП						0		

Інв. №ор.	
Підп. і дата	
Взам. інв. №	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

	Загальне енергоспоживання ГВП					0			16117		
Освітлення	Енергоспоживання при освітленні								22197		
Інші послуги	Енергоспоживання іншими послугами								0		
Загалом		178639	-	-	-	-		-	240706	-	-

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Прив'язаний		МПІ 008.25	
Директор	Сергєєва		
ГАП	Шестопалова		
Інв. №			

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ

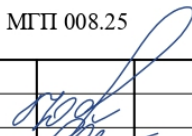

Лист

7. Визначення класу енергетичної ефективності будівлі

Клас енергетичної ефективності для даного типу будівлі (споруди) не визначається.

Визначення часу ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будівлі та його елементів

Період ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будівлі та його елементів складає не менше 25 років згідно ДБН В.1.2-2.

Інв. № ор.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Прив'язаний МП 008.25				Лист	
			Директор	Сергєєва				
			ГАП	Шестопалова				
			Інв. №					
			24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ					
			Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата

Зведені характеристики будівлі

В.1 Загальні характеристики

Призначення будівлі (відповідно до таблиці 1 Методики [2])	-
Призначення будівлі (згідно з ДСТУ Б А.2.2-12)	ПРУ при навчальному закладі
Загальна площа, м ²	1424,9
Загальний об'єм, м ³	5221,4
Кондиціонована (опалювана) площа, м ²	1263,6
Кондиціонований (опалюваний) об'єм, м ³	3706,02
Об'єм для вентиляції, м ³	3150,12
Кількість поверхів	1 підземний поверх
Рік введення в експлуатацію	Нове будівництво. Проект
Тип зовнішніх огорожувальних конструкцій	Будівля із залізобетонними стінами, перекриттями та підлогами
Температурна зона	I
Архітектурно-будівельний кліматичний район	I – Північно-західний
Вологісний режим приміщень	Нормальний
Тип ґрунту	Категорія 2
Тип місцевості	-
Середня висота приміщення, м	2,7
Внутрішня теплоємність, Вт·год/(м ² ·К)	110
Наявність приміщень з різним функціональним призначенням у будівлі, їх характеристики (за зонами):	
- кондиціонована (опалювана) площа, м ²	-
- кондиціонований (опалюваний) об'єм, м ³	-
- об'єм для вентиляції, м ³	-
Показник компактності будівлі, м ⁻¹	0,84
Кількість під'їздів або входів	1
Графік опалення, год/тиждень	168
Графік охолодження, год/тиждень	168
Задана температура зони будівлі для опалення, °С	20
Задана температура зони будівлі для охолодження, °С	24
Температура чергового режиму опалення, °С	-
Температура чергового режиму охолодження, °С	-

В.2 Теплотехнічні характеристики

Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, (м ² ·К)/Вт		Площа А, м ²
	значення	мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни, з них:	х	х	-
- що межують із зовнішнім повітрям	4,22	4,0	61,72
- що межують із некондиціонованим об'ємом	-	х	-
- що межують із суміжними будівлями	-	х	-
Покриття, з них:	х	х	-
- суміщені	7,16	7,0	41,47
- опалюваних горищ	-	6,0	-
- технічних поверхів	-	6,0	-
- мансард	-	6,0	-
Перекриття, з них:	х	х	-
- неопалюваних горищ	-	6,0	-
- над проїздами та під еркерами	-	5,0	-
- над неопалюваними підвалами	-	5,0	-
Конструкції, що межують з ґрунтом:	х	х	-
- підлоги по ґрунту	5,14	х	1232,3
- стіни цокольного поверху	0,96;	х	414,72;

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

	1,26		68,48
- перекриття над техніділлям	-	x	-
- перекриття, що контактує з ґрунтом	1,59	x	1284,92
Світлопрозорі огорожувальні конструкції, з них:	x	x	-
- вікна	-	0,9	-
- вікна і балконні двері	-	0,9	-
- вітражі	-	0,9	-
- світлопрозорі фасади	-	0,9	-
- світлопрозорі зовнішні двері	-	0,9	-
- в місцях загального користування*	-	0,9	-
Зенітні ліхтарі	-	0,8	-
Зовнішні двері	0,7	0,7	5,04
*Для багатоквартирних житлових будинків			

В.3 Характеристики інженерних систем

Система опалення			
Клас енергетичної ефективності системи АМУБ згідно ДСТУ EN 15232-1 – С.			
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів): – система опалення приміщень побудована на базі електричних конвекторів.			
Регулювання температури у системі: –			
Регулювання витрати у системі: –			
Циркуляція теплоносія у системі: –			
Тип опалювальних приладів: – електричні конвектори;			
Регулювання температури приміщення: – місцеве ручне регулювання терморегуляторами на опалювальних приладах приміщення.			
Гідравлічне налагодження (балансування) системи: –			
Теплова ізоляція трубопроводів в неопалюваних приміщеннях –			
Облік споживання теплової енергії – передбачено загальний облік електроенергії.			
Система гарячого водопостачання			
Клас ефективності системи АМУБ згідно ДСТУ EN 15232-1 – С.			
Тип та опис системи (джерело енергії, розведення трубопроводів, забезпечення циркуляцією) – система ГВП без циркуляції, виконана від проточних електричних нагрівачів.			
Циркуляція теплоносія у системі – без циркуляції.			
Регулювання витрати у системі – ручне.			
Гідравлічне налагодження (балансування) системи – не передбачено.			
Облік споживання гарячої води – не передбачено.			
Система охолодження			
Клас ефективності системи АМУБ згідно ДСТУ EN 15232-1			
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів) – джерелом холоду являється секційний охолоджувач у складі вентиляційної системи ПВ 1.			
Регулювання температури у системі – програмоване регулювання.			
Регулювання витрати у системі – автоматичне регулювання витрати в системі.			
Циркуляція теплоносія у системі –			
Тип приладів тепловіддачі – вентиляційна система.			
Регулювання температури приміщення – за допомогою програматорів.			
Гідравлічне налагодження (балансування) системи –			
Теплова ізоляція трубопроводів – не передбачено.			
Облік споживання енергії системами охолодження – передбачено загальний облік електричної енергії.			
Система вентиляції та кондиціонування			
Клас ефективності системи АМУБ згідно ДСТУ EN 15232-1 – С.			
Тип та опис систем – вентиляція будівлі припливно-витяжна з механічним спонуканням; витяжна – виконана окремими системами.			
Утилізація теплоти повітря, що видаляється – припливно-витяжна установка оснащена рекуператором.			
Попередній підігрів припливного повітря – передбачено нагрів припливного повітря до заданої темпера-			

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата

тури.
Попереднє охолодження припливного повітря – не передбачено.
Зволоження та осушення припливного повітря – не передбачено.
Регулювання температури повітря у системі – автоматичне програмоване регулювання за розкладом; якісне регулювання залежно від погодних умов.
Регулювання витрати повітря у системі – автоматичне програмоване регулювання.
Регулювання температури повітря у приміщеннях – автоматичне програмоване регулювання за розкладом; якісне регулювання залежно від погодних умов.
Регулювання витрати повітря у приміщеннях – автоматичне програмоване регулювання.
Облік споживання енергії системами (електрична, тепла) – передбачено загальний облік електроенергії.
Системи освітлення
Клас ефективності системи АМУБ згідно ДСТУ EN 15232-1 – D.
Тип та опис системи (зони будівлі з різними параметрами, прилади освітлення, питома встановлена потужність освітлення) – система освітлення побудована на базі світлодіодних світильників різної конфігурації та потужності. Питома потужність – 5,783кВт/м ² .
Регулювання систем (рівень освітленості, період використання) – не передбачено.
Аварійне освітлення – передбачені світильники світлодіодні, акумуляторні. Час роботи – до 3-х годин.
Облік споживання електричної енергії – передбачено загальний облік електроенергії.
Технічне управління будівлею
Клас ефективності системи АМУБ згідно ДСТУ EN 15232-1 – D.

В.4 Енергетичні характеристики

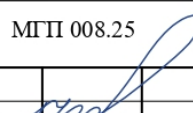

Показник	Одиниця виміру	Значення	Мінімальні вимоги
Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.:	тис. кВт·год	240,706	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[64,95]	
Річне енергоспоживання систем опалення	тис. кВт·год	169,832	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[44,78]	
Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання	тис. кВт·год	16,117	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[4,35]	
Річне енергоспоживання систем охолодження	тис. кВт·год	0,028	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[0,008]	
Річне енергоспоживання систем вентиляції	тис. кВт·год	32,532	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[8,78]	
Річне енергоспоживання систем освітлення	тис. кВт·год	22,197	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[5,99]	
Річна сумарна енергопотреба, в т.ч.:	тис. кВт·год	178,639	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[48,2]	
- в опаленні	тис. кВт·год	165,942	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[44,78]	
- в охолодженні	тис. кВт·год	0,061	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[0,016]	
- в гарячому водопостачанні	тис. кВт·год	12,636	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[3,41]	
Річне споживання первинної енергії	тис. кВт·год	601,765	

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[162,38]	
Річні викиди парникових газів	т	101,097	
	кг/м ² [кг/м ³]	[27,28]	
Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[45,83]	-
Клас енергетичної ефективності при опаленні та охолодженні		Не визначається	
Висновки за результатами оцінки енергетичних показників будівлі	Проект відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 до теплотехнічних та енергетичних показників огорожувальних конструкцій будівлі та порядку їх розрахунку, що забезпечує: <ul style="list-style-type: none"> - раціональне використання енергетичних ресурсів на обігрів приміщень будівлі; - нормативні показники санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень; - довговічність огорожувальних конструкцій під час експлуатації будівлі. 		
Рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі	Доопрацювання не потребує.		

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	



Прив'язаний		МГП 008.25	
Директор	Сергеева		
ГАП	Шестопалова		
Інв. №			

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ

Лист

Додаток 1

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності		20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
			Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача відділу
будівельної фізики та
енергоефективності ДП НДІБК
к.т.н.



 О. СТОЛЯРЕНКО
 21 вересня 2023 р.

ПРОТОКОЛ № 112к/23

кваліфікаційних випробувань

з визначення терміну ефективної експлуатації до 50 умовних років
теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «ТЕХНОФАС ОПТИМА»
виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»

Виконавець: Відділ будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК,
атестат про акредитацію № 20167 від 28.05.2021р.,
виданий Національним агентством з акредитації України
(м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2, ДП НДІБК)

Замовник: ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»
вул. Різдяна, буд. 300, м. Черкаси, 18018

Договір № 8645 від «29» грудня 2022 р.

Київ 2023



НЯ-217-07Ф4_ред01_19.08.2019

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ

Лист

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності		20167 ДСТУ ISO/IEC 17025		
			Рівень документа	Позначення	Стор. 16
ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		ПРВ-217-8645.22-112к.23		Всього 16	21.09.2023

Таблиця 7 – Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Матеріал	Теплопровідність в умовах експлуатації, Вт/(м·К)	
	А	Б
«ТЕХНОФАС ОПТИМА»	0,040	0,042

12. Висновки.

Термін ефективної експлуатації плит теплоізоляційних з мінеральної вати марки «ТЕХНОФАС ОПТИМА» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО» становить не менше ніж 50 умовних років.

Старший науковий співробітник



Андрій ПОСТОЛЕНКО

Молодший науковий співробітник



Дмитро БІДА

Протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням.
 Повне або часткове передрукування протоколу без дозволу випробувальної лабораторії не допускається.
 Протокол випробувань видано в 4 примірниках

НЯ-217-07Ф4_ред01_19.08.2019

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ

Лист

Додаток 2

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	
		20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
Рівень документа	ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ	Позначення ПРВ-217-7658.21-40К.22
		Стор. 1 Всього 13
		Дата 15.06.2022
<p style="text-align: center;">ЗАТВЕРДЖУЮ В.о. завідувача відділу будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК к.т.н.  Олексієнко О.Б. «15» червня 2022 р.</p> <p style="text-align: center;">ПРОТОКОЛ № 40К/22 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації на 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «ТЕХНОРУФ Н ОПТИМА» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»</p> <p>Виконавець: Відділ будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК, атестат про акредитацію № 20167 від 28.05.2021р., виданий Національним агентством з акредитації України (м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2, ДП НДІБК)</p> <p>Замовник: ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО» адреса: 18018, м. Черкаси, вул. Різвяна, буд. 300, договір № 7658 від «26» лютого 2021 р.</p> <p style="text-align: right;">Київ 2022</p>		



НЯ-217-07Ф4_ред01_19.08.2019

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ

Лист

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності		20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		ПРВ-217-7658.21-40К.22	
		Стор. 13 Всього 13	Дата 15.06.2022

Таблиця 5 – Результати випробувань терміну ефективної експлуатації матеріалів

Матеріал	Середня густина, кг/м ³	$\frac{r}{\lambda_0} k_z \leq 0,2$	$\frac{r}{\sigma_0} k_z \leq 0,15$	$k \leq 0,1$	Термін ефективної експлуатації
«ТЕХНОРУФ Н ОПТИМА»	110,0	0,04 ≤ 0,2	0,05 ≤ 0,15	+	не менше ніж 50 років

11.6 Визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Визначення теплопровідності здійснювалося у зволоженому стані при температурі +10 °С. За результатами випробувань встановлюється $\lambda_{10}(w_A)$, $\lambda_{10}(w_B)$ та відповідні похибки вимірювань.

Для теплоізоляційного матеріалу «ТЕХНОРУФ Н ОПТИМА» при сорбційній вологості:

$w_A = 0,5\%$, встановлено – $\lambda_{10}(w_A) = 0,0364$ Вт/(м·К), $\sigma = 0,0004$ Вт/(м·К);

$w_B = 1\%$, встановлено – $\lambda_{10}(w_B) = 0,0364$ Вт/(м·К), $\sigma = 0,0007$ Вт/(м·К).

Тоді, за формулами (1), (2), з урахуванням впливу кліматичної деструкції матеріалу (κ_k) та якості будівельно-монтажних робіт (κ_m) на зміну теплопровідності матеріалу, визначається теплопровідність у умовах експлуатації *A* та *B*.

$\lambda_A = \lambda_{10}(w_A) \cdot \kappa_k \cdot \kappa_m + \sigma = 0,0376 \cdot 1,0 \cdot 1,04 + 0,0004 = 0,039$ Вт/(м·К);

$\lambda_B = \lambda_{10}(w_B) \cdot \kappa_k \cdot \kappa_m + \sigma = 0,0396 \cdot 1,0 \cdot 1,04 + 0,0007 = 0,041$ Вт/(м·К).

12. Висновки. Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації наведені в таблиці 6.

Таблиця 6 – Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Матеріал	Середня густина випробувальних зразків, кг/м ³	Теплопровідність в умовах експлуатації, Вт/(м·К)	
		А	Б
Зразки теплоізоляційного матеріалу «ТЕХНОРУФ Н ОПТИМА»	110,00	0,039	0,041

Завідувач лабораторії

О.Б. Олексієнко

Головний метролог

А.Е. Арустамян

Протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням.
Цей протокол не можна повністю або частково відтворювати, тиражувати і розповсюджувати.
Протокол складається з тринадцяти сторінок.

НЯ-217-07Ф4_ред01_19.08.2019

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата

Додаток 3

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	 20167 ДСТУ ISO/IEC 17025	
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		Позначення ПРВ-217-7658.21-35К.22 Стор. 1 Всього 13 Дата 15.06.2022	
<p style="text-align: center;">ЗАТВЕРДЖУЮ В.о. завідувача відділу будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК к.т.н.  Олександр О.Б. «15» червня 2022 р.</p> <p style="text-align: center;">ПРОТОКОЛ № 35К/22 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації на 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»</p> <p>Виконавець: Відділ будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК, атестат про акредитацію № 20167 від 28.05.2021р., виданий Національним агентством з акредитації України (м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2, ДП НДІБК)</p> <p>Замовник: ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО» адреса: 18018, м. Черкаси, вул. Різдвяна, буд. 300, договір № 7658 від «26» лютого 2021 р.</p> <p style="text-align: right;">Київ 2022</p>			



НЯ-217-07Ф4_ред01_19.08.2019

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ

Лист

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності		20167 ДСТУ ISO/IEC 17025		
			Рівень документа	Позначення	
ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		ПРВ-217-7658.21-35К.22		Стор. 13	Дата
				Всього 13	15.06.2022

Таблиця 5– Результати випробувань терміну ефективної експлуатації матеріалів

Матеріал	Середня густина, кг/м ³	$\frac{r}{\lambda_0} k_z \leq 0,2$	$\frac{r}{\sigma_0} k_z \leq 0,15$	$k \leq 0,1$	Термін ефективної експлуатації
«ТЕХНОРУФ В ОПТИМА»	180,0	0,04≤0,2	0,05≤0,15	+	не менше ніж 50 років

11.6 Визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Визначення теплопровідності здійснювалося у зволоженому стані при температурі +10 °С. За результатами випробувань встановлюється $\lambda_{10}(w_A)$, $\lambda_{10}(w_B)$ та відповідні похибки вимірювань.

Для теплоізоляційного матеріалу «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА» при сорбційній вологості:

$w_A = 0,5 \%$, встановлено – $\lambda_{10}(w_A) = 0,0406$ Вт/(м·К), $\sigma = 0,0003$ Вт/(м·К);

$w_B = 1 \%$, встановлено – $\lambda_{10}(w_B) = 0,0344$ Вт/(м·К), $\sigma = 0,0003$ Вт/(м·К).

Тоді, за формулами (1), (2), з урахуванням впливу кліматичної деструкції матеріалу (k_k) та якості будівельно-монтажних робіт (k_m) на зміну теплопровідності матеріалу, визначається теплопровідність у умовах експлуатації А та Б.

$$\lambda_A = \lambda_{10}(w_A) \cdot k_k \cdot k_m + \sigma = 0,0406 \cdot 1,0 \cdot 1,04 + 0,0003 = 0,042 \text{ Вт/(м·К);}$$

$$\lambda_B = \lambda_{10}(w_B) \cdot k_k \cdot k_m + \sigma = 0,0420 \cdot 1,0 \cdot 1,04 + 0,0003 = 0,044 \text{ Вт/(м·К).}$$

12. Висновки. Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації наведені в таблиці 5

Таблиця 5 – Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Матеріал	Середня густина випробувальних зразків, кг/м ³	Теплопровідність в умовах експлуатації, Вт/(м·К)	
		А	Б
Зразки теплоізоляційного матеріалу «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА»	180,00	0,042	0,044

Завідувач лабораторії

О.Б. Олексієнко

Головний метролог

А.Е. Арустамян

Протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням.
Цей протокол не можна повністю або частково відтворювати, тиражувати і розповсюджувати.
Протокол складається з тринадцяти сторінок.

НЯ-217-07Ф4_ред01_19.08.2019

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата