

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**

Розробив	Братусь		07.2025	24 - 4139/2025/4-1-201-ЕЕ	
Перевірів	Самсонкін		07.2025		
Н. контр.	Братусь		07.2025	Нове будівництво споруди подвійного призначення (СПП) з захисними властивостями протирадіаційного укриття (ПРУ) на території Мереф'янського ліцею «Перспектива», за адресою: Харківська область, Харківський район, м. Мерефа, вул. 5-го вересня, 87	Сторінок
ГП	Самсонкін		07.2025		64
Інв. №2025-4-1-201/10					

**«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

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Зам. інв. №

Дніпро 2024

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

Розробив	Братусь		07.2025	24 - 4139/2025/4-1-201-ЕЕ	
Перевірив	Самсонкін		07.2025		
Н. контр.	Братусь		07.2025	Нове будівництво споруди подвійного призначення (СПП) з захисними властивостями протирадіаційного укриття (ПРУ) на території Мереф'янського ліцею «Перспектива», за адресою: Харківська область, Харківський район, м. Мерефа, вул. 5-го вересня, 87	Сторінок
ГП	Самсонкін		07.2025		64
Інв.№2025-4-1-201/10					

**«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

Директор

Головний архітектор проекту

Головний інженер проекту



Марина ДРОЗДОВА

Яна КИТАЙ

Дніпро 2024

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ориг.	

Зміст

Позначення	Найменування	сторінки
	Обкладинка	
	Титульний аркуш	2
ЕЕ.3	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
	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.

24 – 4139 – ЕЕ.3

Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
ГПП		Китай			
Розробив		Панченко			
Перевірив		Вовк			
Н. Контр.		Крючков			

Зміст

Стадія	Лист	Листів
РП	1	1
ФОП КИТАЙ Я.С.		

Розділ Енергоефективність розроблений у відповідності з нормами, правилами, державними стандартами та інструкціями з будівельного проєктування, 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.

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ

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

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.

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

1. Загальні дані

Метою робочого проекту є розробка споруди подвійного призначення з властивостями протирадіаційного укриття (далі СПП), призначеної для укриття учнів та вчителів ліцею «Перспектива», за адресою: Харківська обл., Харківський р-н, м.Мерефа, вул.5-го вересня, 87.

Підставою для розробки проектно-кошторисної документації СПП послужив контракт №2025/4-1-201 від 2025-05-07 з ДП «Центральне агентство управління проектами» (ДП ЦАУП) та Мереф’янською міською радою, та технічне завдання на розробку робочого проекту затверджене Замовником – головою Мереф’янської міської ради(додаток Б том1).

Даний розділ «Енергоефективність» робочого проекту розроблено з адаптацією до тому 10 проекту повторного використання (шифр 24-4139-ЕЕ) «Нове будівництво споруди подвійного призначення (з захисними властивостями протирадіаційного укриття) місткістю 500 осіб навчального закладу загальної середньої освіти». Виконавець – ФОП «Китай Яна Сергіївна» у 2024 році на замовлення Управління капітального будівництва Житомирської міської ради, та отриманий експертний звіт за номером в ЄДЕССБ – ЕХО:1880-9039-2753-0564, версія №2.

Даний розділ проекту адаптовано до конкретних умов нової ділянки будівництва, що спричинило зміни та адаптації, внесені до оригінального проекту, враховуючи геологічні, геофізичні, кліматичні умови, а також технічні умови та містобудівні обмеження.

Зміни та адаптації, внесені до оригінального проекту:

Підстави для розробки даного робочого проекту (стор.5)

Новий майданчик будівництва – м.Мерефа (стор.9,19,24,31)

Кліматичні дані взяті із ДСТУ-Н Б В.1.1-27 для м.Харкова:

- температура зовнішнього повітря – $t_{z=0e,роз}$ = мінус 23°C; (стор.9);
- тривалість опалювального періода - $z_{оп}$ = 196 діб; (ст.9);
- середньомісячні значення температур і відносна вологість зовнішнього повітря – табл.4.2 (ст.19);
- розрахунок енергопотреби для опалення Таблиця 6.6 (ст.46);
- розрахунок енергоспоживання під час опалення Таблиця 6.8 (ст.47,48,51);
- ітогові показники за результатами розрахунків Таблиця 6.10 (ст. 51-53,57,58).

Сторінки, на яких внесено зміни, замінено на нові із виділенням кольором заміненних показників. Сторінка 5 змінена повністю на ст.5.1

інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам інв. №							24 – 4139 - ЕЕ.ПЗ	Арк
			Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата		

2. Вихідні дані

Загальна характеристика будівлі

Споруда цивільного захисту підземна заглиблена від поверхні землі на 2,2-2,3м, одноповерхова, майже прямокутної форми в плані із загальними розмірами в плані 45,9х31,9м, висотою поверху (від підлоги до стелі) 2,7м. Споруда виконується в монолітному каркасі, елементами жорсткості якої слугують стіни-діафрагми товщиною 300мм та хрестоподібні стовпи товщиною стінок 600мм.

Надбудова евакуаційного виходу виконується в монолітному залізобетоні.

Підлога бетонна з фарбуванням поверхні; в приміщеннях з призначенням для спортивних занять влаштовується додаткове спеціальне покриття; в приміщеннях санвузлів влаштовується керамічна плитка із застосуванням гідроізоляційних шарів. Основа підлоги – полістиролбетонна стяжка товщиною 220мм.

Надземна надбудова евакуаційного входу-виходу утеплюється по системі скріпленої теплоізоляції з оздобленням тонкошаровими штукатурками. Утеплення виконується мінераловатними плитами $\rho=120\text{кг/м}^3$ товщиною 200мм. Покрівля надбудов утеплюється мінераловатними плитами $\rho=110-180\text{кг/м}^3$ товщиною 300мм з подальшим влаштуванням похилоутворюючої стяжки та покриттям ПВХ мембраною.

Дверні блоки зовнішні – металеві.

Робочим проєктом система опалення прийнята з електричним нагрівом, система припливно-витяжної вентиляції з механічним спонуканням.

Гаряче водопостачання передбачено від електричних водонагрівачів.

Схема розташування будинку та орієнтація по сторонах світу наведені на малюнку 1.

Умовна висота будівлі (за п.4.9 ДБН В.1.1-7:2016) – не визначається.

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

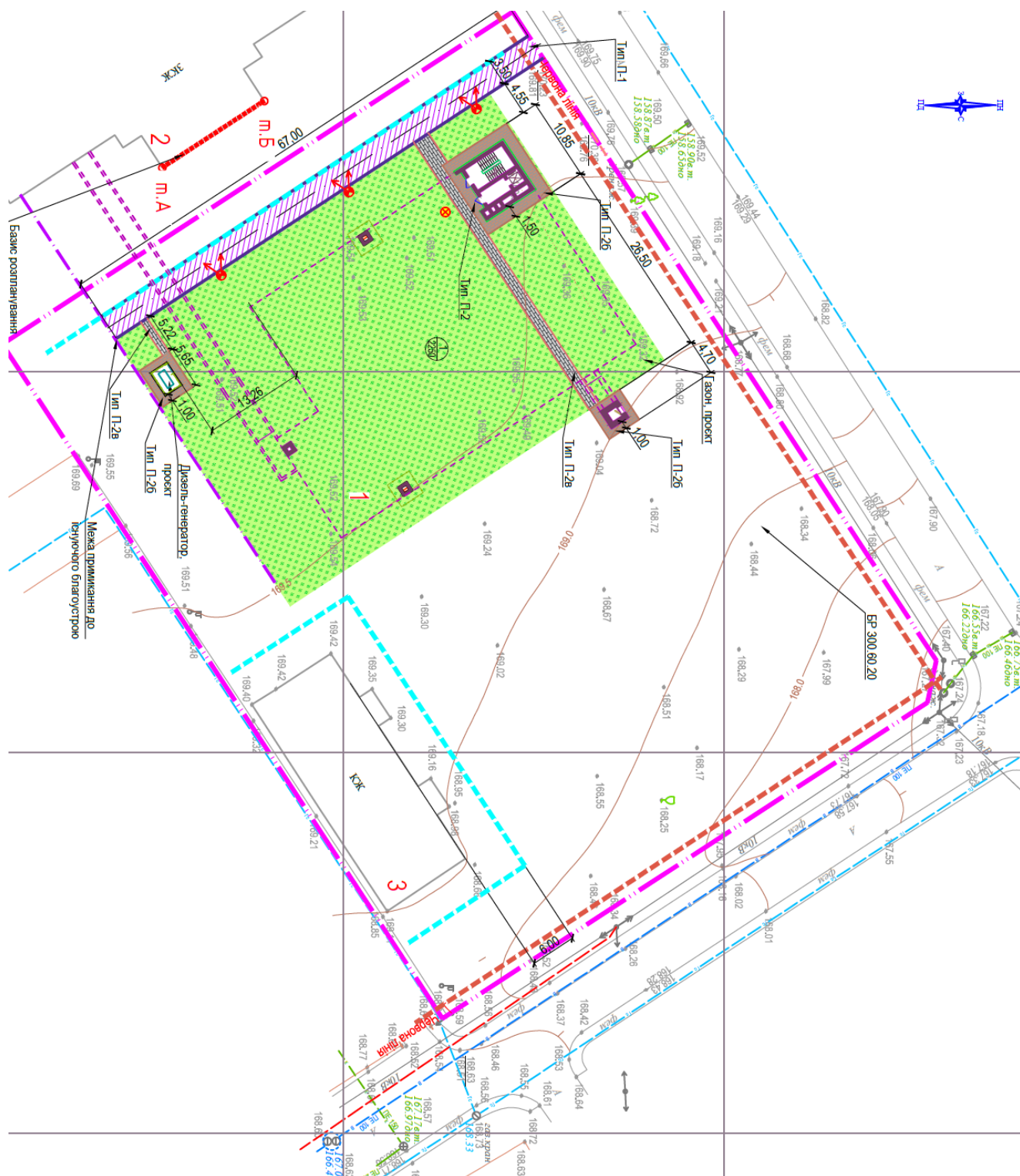


Рисунок 1 – Схема розташування будівлі та орієнтація по сторонам світу

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

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ

Лист

- 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 та кож можливість зниження енергоспоживання – відсутнє.

Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{w} = \theta_{int} = 20^{\circ}\text{C}$, розрахункова температура зовнішнього повітря для умов м. Мерефа (в ДБН - м.Харків) $t_{z} = \theta_{e,roz} = -23^{\circ}\text{C}$. Розрахункове значення відносної вологості приміщень 50%, мінімально допустиме значення температури внутрішньої по верхні $t_{min} = 9,3^{\circ}\text{C}$.

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. Харків складає $z_{оп} = 196$ днів, середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{оп} = -0,2^{\circ}\text{C}$.

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

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

Основні об'ємно-планувальні показники:

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

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

$$\Lambda_B = A_{i\Sigma} / V = 3108,65 / 3706,02 = 0,84 \text{ м}^{-1}$$

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам інв. №							24 – 4139 - ЕЕ.ПЗ	Арк
			Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата		

3. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ 9191:2022 «Теплова ізоляція будівель. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель».

Величини розрахункових теплофізичних параметрів матеріалів, що використовуються, визначені на підставі протоколів випробувань або згідно з додатком А.1 ДСТУ 9191:2022.

Зовнішні стіни

Тип 1.1:

- основа – залізобетон, $\rho=2500\text{кг/м}^3$, $\delta=350\text{мм}$, $\lambda=2,04\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- клейова суміш на цементній основі CERESIT, $\rho=1800\text{кг/м}^3$, $\delta=10\text{мм}$, $\lambda=0,93\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- утеплювач – плити мінераловатні ТЕХНОФАС ОПТИМА, $\rho=120\text{кг/м}^3$, $\delta=200\text{мм}$;
- захисна штукатурка на цементній основі CERESIT, $\rho=1800\text{кг/м}^3$, $\delta=5\text{мм}$, $\lambda=0,93\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- декоративна штукатурка, $\rho=1600\text{кг/м}^3$, $\delta=3\text{мм}$, $\lambda=0,83\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Для розрахунку приймається типова ділянка стіни фасаду 1-2. Розміри ділянки, що розглядається – $5,95 \times 2,5 = 14,88\text{м}^2$, загальна площа непрозорої огорожувальної конструкції – $14,88\text{м}^2$.

Розрахункові теплофізичні характеристики виробів теплоізоляційних з мінеральної вати SWEETONDALE ТЕХНОФАС ОПТИМА прийнято за Протоколом №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:

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

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

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

Взам. інв. №		$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}$						
Підп. і дата		– $h_{si}=8,7\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції; – $h_{se}=23\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні						
Інв. № ор.							24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист
		Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.		Дата

огороджувальної 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 3.1 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
Дюбелі для кріплення теплоізоляційного матеріалу з металевим стрижнем	—	8шт/м ²	—	0,005

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін (тип 1.1) визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{np} = \frac{14,88}{\frac{14,88}{5,112} + 8 \cdot 14,88 \cdot 0,005} =$$

$$= 4,24 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} \geq 4,0.$$

Коефіцієнт однорідності зовнішніх стін (тип 1.1) визначається за формулою Ж.1 ДСТУ 9191:2022:

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

$$r = \frac{4,24}{5,112} = 0,83$$

Тип 1.2:

- основа – залізобетон, $\rho=2500 \text{ кг/м}^3$, $\delta=350 \text{ мм}$, $\lambda=2,04 \text{ Вт/(м·К)}$;
- клейова суміш на цементній основі CERESIT, $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta=10 \text{ мм}$, $\lambda=0,93 \text{ Вт/(м·К)}$;
- утеплювач – плити мінераловатні ТЕХНОФАС ОПТИМА, $\rho=120 \text{ кг/м}^3$, $\delta=200 \text{ мм}$;
- захисна штукатурка на цементній основі CERESIT, $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta=5 \text{ мм}$, $\lambda=0,93 \text{ Вт/(м·К)}$;
- декоративна штукатурка, $\rho=1600 \text{ кг/м}^3$, $\delta=3 \text{ мм}$, $\lambda=0,83 \text{ Вт/(м·К)}$.

Для розрахунку приймається типова ділянка стіни фасаду А-Б. Розміри ділянки, що розглядається – $5,7 \times 2,5 = 14,25 \text{ м}^2$, розміри дверних отворів на даній ділянці – $5,04 \text{ м}^2$, площа непрозорої огороджувальної конструкції з укосами – $12,51 \text{ м}^2$, площа непрозорої огороджувальної конструкції без укосів – $9,21 \text{ м}^2$.

Розрахункові теплофізичні характеристики виробів теплоізоляційних з мінеральної вати SWEETONDALE ТЕХНОФАС ОПТИМА прийнято за Протоко-

Взам. інв. №		– декоративна штукатурка, $\rho=1600\text{кг/м}^3$, $\delta=3\text{мм}$, $\lambda=0,83\text{Вт/}(\text{м}\cdot\text{К})$. Для розрахунку приймається типова ділянка стіни фасаду А-Б. Розміри ділянки, що розглядається – $5,7\times 2,5=14,25\text{м}^2$, розміри дверних отворів на даній ділянці – $5,04\text{м}^2$, площа непрозорої огорожувальної конструкції з укосами – $12,51\text{м}^2$, площа непрозорої огорожувальної конструкції без укосів – $9,21\text{м}^2$. Розрахункові теплофізичні характеристики виробів теплоізоляційних з мінеральної вати SWEETONDALE ТЕХНОФАС ОПТИМА прийнято за Протоко-						
Підп. і дата								
Інв. № ор.								
							24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист
		Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	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:

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

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

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:

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

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

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

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

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

Взам. інв. №		2,04 0,050 0,115+0,172+1,389+0,043=1,719.м²K / Bm $R_{\Sigma np,w,g} = \frac{z}{\left(z \cdot U_{bw} + 0,5 \Psi_g\right)} = \frac{2,5}{\left(2,5 \cdot \frac{1}{1,719} + 0,5 \cdot 1,05\right)} = 1,26.м²K / Bm$							
Підп. і дата									
Інв. № ор.								24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист
		Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата		

Суміщене покриття

Тип 1:

- залізобетон, $\rho=2500\text{кг/м}^3$, $\delta=300\text{мм}$, $\lambda=2,04\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- пароізоляція БПОЛЬ, $\rho=1000\text{кг/м}^3$, $\delta=3\text{мм}$, $\lambda=0,17\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- цементно-піщана стяжка $\rho=1600\text{кг/м}^3$, $\delta=50\text{-}180\text{мм}$, $\lambda=0,83\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- утеплювач – плити мінераловатні SWEETONDALE ТЕХНОРУФ Н ОПТИМА, $\rho=110\text{кг/м}^3$, $\delta=200\text{мм}$;
- утеплювач – плити мінераловатні SWEETONDALE ТЕХНОРУФ В ОПТИМА, $\rho=180\text{кг/м}^3$, $\delta=100\text{мм}$;
- ПВХ мембрана SIKAPLAN SGMA, $\rho=1000\text{кг/м}^3$, $\delta=1,8\text{мм}$, $\lambda=0,23\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Для розрахунку приймаємо типову ділянку покрівлі в осях 1-2/А-Б. Розміри ділянки – $33,92\text{м}^2$, загальна площа непрозорої огорожувальної конструкції – $33,92\text{м}^2$.

Розрахункові теплофізичні характеристики виробів теплоізоляційних з мінеральної вати SWEETONDALE ТЕХНОРУФ Н ОПТИМА та SWEETONDALE ТЕХНОРУФ В ОПТИМА прийнято за Протоколом №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» та Протоколом №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»

Приведений опір теплопередачі суміщеного покриття 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:

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

– $h_{si}=10\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції;

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

Взам. інв. №		– $h_{si}=10\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції;						
		– $h_{se}=23\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції.						
Підп. і дата								
Інв. № ор.								
						24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ		Лист
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:

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

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

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:

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

Взам. інв. №		– ґрунт, δ=2200-2300мм; λ=2Вт/(м·К). Опір теплопередачі R _Σ термічно однорідної огорожувальної конструкції, визначається за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:							
Підп. і дата		$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}$							
Інв. №ор.								24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист
		Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата		

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

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):

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

Взам. інв. №		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):							
Підп. і дата		$e_e = 0,01 \cdot \varphi_e \cdot E_e = 0,01 \cdot 50 \cdot 2340 = 1170 \text{ Па}$							
Інв. № ор.								24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист
		Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата		

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.

4. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій

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

Оцінка вологісного режиму конструкцій здійснена згідно з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.6-192.

Об'єкт – зовнішня стіна із залізобетону (тип 1) будівлі з нормальним режимом експлуатації приміщень **в м. Мерефа.**

Теплофізичні дані для розрахунку кожного шару конструкції наведені в табл.4.1.

Таблиця 4.1 Розрахункові характеристики матеріалів в складі огорожувальної конструкції

Шар	Товщина шару δ , м	Густина ρ , кг/м ³	Теплопровідність λ , Вт/(м·К)	Тепловий опір R , (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності μ , мг/(м ² ·год·Па)	Опір паропроникненню Re , (м ² ·год·Па)/мг
Залізобетон	0,35	2500	2,04	0,172	0,03	11,667
Клейова суміш на цементній основі CERESIT	0,01	1800	0,93	0,011	0,09	0,111
Утеплювач ТЕХНОФАС	0,2	120	0,042	4,762	0,43	0,465
Захисна штукатурка на цементній основі CERESIT	0,005	1800	0,93	0,005	0,09	0,056
Штукатурка декоративна CERESIT	0,003	1600	0,83	0,004	0,08	0,038

Порядок розрахунку

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 визначаємо середньомісячні значення температур і відносну вологість зовнішнього повітря.

Таблиця 4.2 Середньомісячні значення температур і відносна вологість зовнішнього повітря

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Темп-ра, °С	- 5,9	- 5,1	0	9,0	15,5	18,9	20,7	19,7	14,1	7,5	1,0	- 3,7	7,6
Відн. вологість, %	84	83	79	67	60	64	66	64	70	77	86	87	74

Визначаємо температуру та відносну вологість повітря приміщення. Для даної будівлі, згідно з ДБН В.2.6-31 вони складають відповідно: $\theta_{int}=20^{\circ}\text{C}$; $\phi_{int}=50\%$.

Згідно з таблицею Б.1, додаток Б визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари E , по формулам (6), (7) – парціальні тиски водяної пари дорівнюють:

- 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: $E_n = 398\text{Па}$, $e_n = 338,3\text{Па}$;

Зам інв. №							Арк
Підпис і дата							24 – 4139 - ЕЕ.ПЗ
Інв. № ориг.	Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	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 Е, 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.

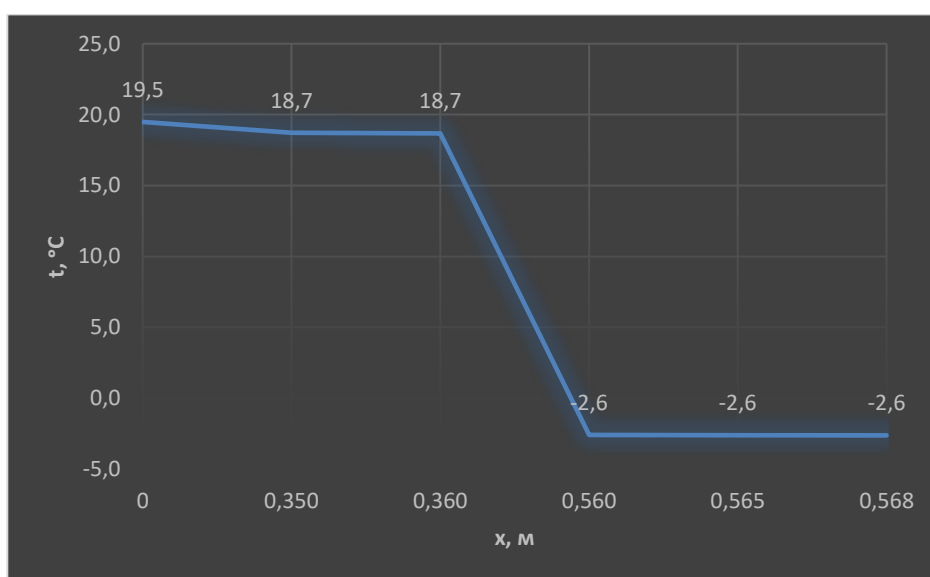


Рисунок 4.1 Розподіл температур у зовнішній стіні (тип 1) в грудні

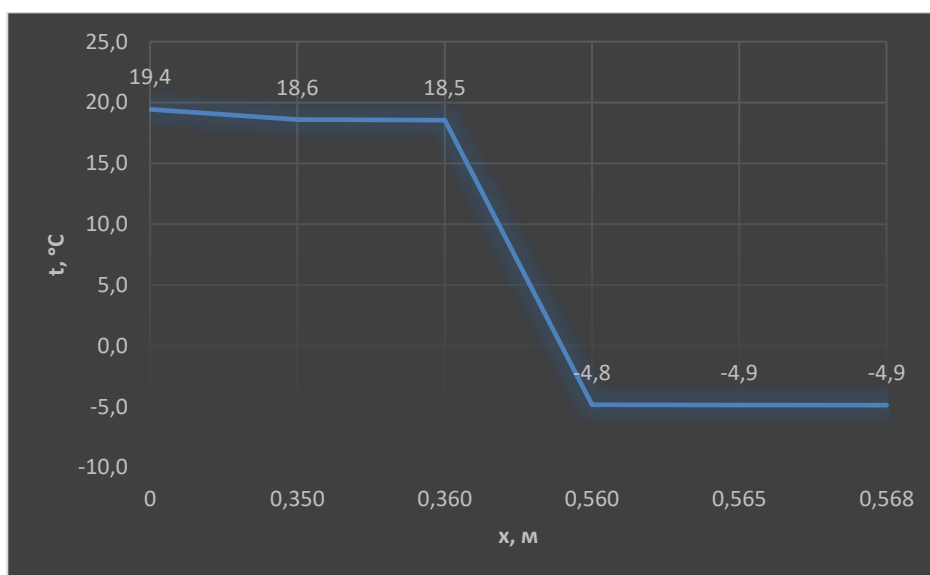


Рисунок 4.2 Розподіл температур у зовнішній стіні (тип 1) в січні

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

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Модок.	Підп.	Дата

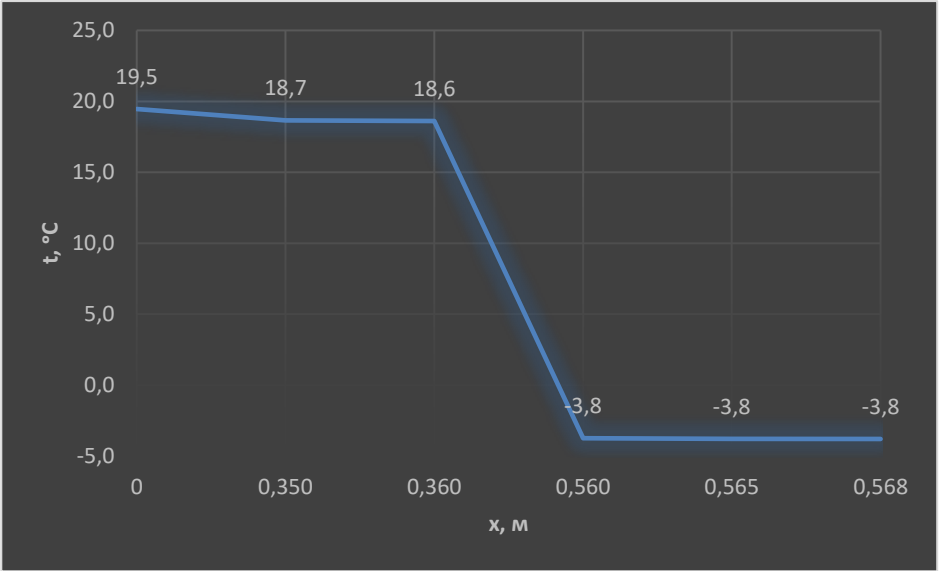


Рисунок 4.3 Розподіл температур у зовнішній стіні (тип 1) в лютому

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).

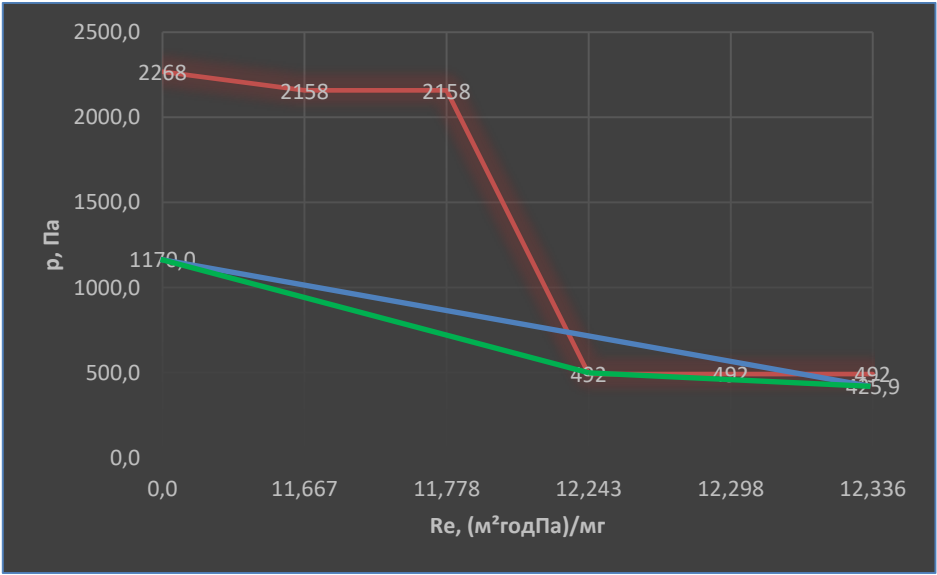


Рисунок 4.4 Розподіл парціальних тисків у зовнішній стіні (тип 1) в грудні

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

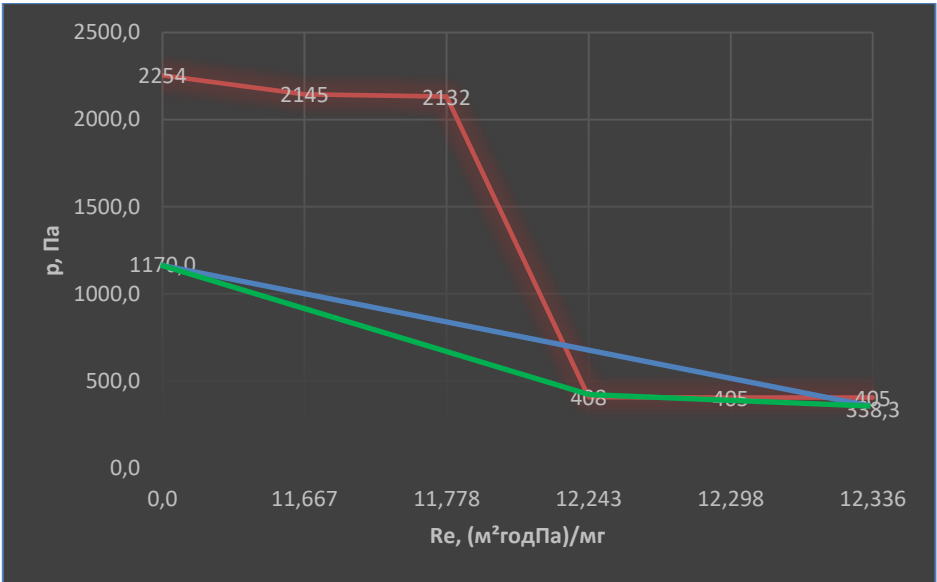


Рисунок 4.5 Розподіл парціальних тисків у зовнішній стіні (тип 1) в січні

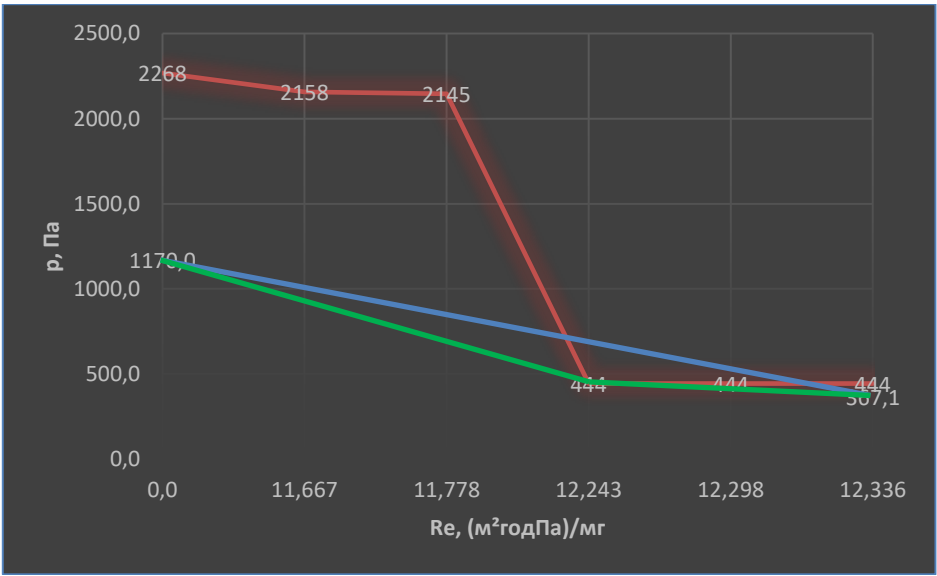


Рисунок 4.6 Розподіл парціальних тисків у зовнішній стіні (тип 1) в лютому

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 (рисунки 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:

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

Взам. інв. №		конденсація відоувається на межах утеплювача та захисної штукатурки.											
Підп. і дата		<i>Розрахунок для грудня</i>											
		Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони при- міщення:											
		$i_6 = \frac{1170 - 492}{11,667 + 0,111 + 0,465} = 55,379 \text{ мг} / \text{м}^2 \cdot \text{год.}$											
Інв. № ор.							24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ					Лист	
		Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№ док.	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. №		Кількість вологи, що випаровується з конструкції за лютий:							
Підп. і дата		$W_{en} = 672 \cdot (818,298 - 59,299) \cdot 10^{-6} = 0,51_{кг} / м^2.$							
Інв. № ор.								24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист
		Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата		

Таблиця 4.3 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	0,482
Січень	0	0,505
Лютий	0	0,51
Σ	0	1,497

Проведеним розрахунком встановлено, що в зовнішній стіні (тип 1) процес конденсації водяної в період вологонакопичення (грудень, січень, лютий) не відбувається. В інші місяці року також відбувається процес випаровування води.

Таким чином, згідно з ДБН В.2.6-31 та ДСТУ-Н Б В.2.6-192 збільшення вологості в зовнішній стіні (тип 1) в холодний період року являється допустимим.

Об'єкт – суміщене покриття (тип 1) будівлі з нормальним режимом експлуатації приміщень в м.Мерефа

Теплофізичні дані для розрахунку кожного шару конструкції наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 Розрахункові характеристики матеріалів в складі огорожувальної конструкції

Шар	Товщина шару δ , м	Густина ρ , кг/м ³	Тепло-провідність λ , Вт/(м • К)	Тепловий опір R, (м ² •К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності μ , мг/(м•год•Па)	Опір паропроникності Re, (м ² • год• Па)/мг
Залізобетон	0,3	2500	2,04	0,147	0,03	10
Пароізоляція БІПОЛЬ	0,003	1000	0,17	0,018	0,008	0,375
Стяжка цементно-піщана	0,05-0,18	1600	0,83	0,06	0,08	0,625
Утеплювач ТЕХНОРУФ Н ОП-ТІМА	0,2	110	0,041	4,878	0,45	0,444
Утеплювач ТЕХНОРУФ В ОП-ТІМА	0,1	180	0,044	2,273	0,35	0,286
ПВХ мембрана	0,0018	1000	0,23	0,008	0,00011	16,364

Порядок розрахунку

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 визначаємо середньомісячні значення температур і відносну вологість зовнішнього повітря.

Середньомісячні значення температур і відносна вологість зовнішнього повітря для м. Мерефа наведено в таблиці 4.2.

Визначаємо температуру та відносну вологість повітря приміщення. Для даної будівлі, згідно з ДБН В.2.6-31 вони складають відповідно: $\theta_{\text{int}}=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi_{\text{int}}=50\%$.

Згідно з таблицею Б.1, додаток Б визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари E , по формулам (6), (7) – парціальні тиски водяної пари дорівню-

Інв. № оп.	Підп. І дата	Взам. інв. №	тур і відносна вологість зовнішнього повітря.																								
			Середньомісячні значення температур і відносна вологість зовнішнього повітря для м. Мерефа наведено в таблиці 4.2.																								
			Визначаємо температуру та відносну вологість повітря приміщення. Для даної будівлі, згідно з ДБН В.2.6-31 вони складають відповідно: $\theta_{\text{int}}=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi_{\text{int}}= 50\%$.																								
Згідно з таблицею Б.1, додаток Б визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари Е, по формулам (6), (7) – парціальні тиски водяної пари дорівню-																											
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Ізм.</td><td>Кіл.уч.</td><td>Лист</td><td>№док.</td><td>Підп.</td><td>Дата</td></tr></table>																		Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата	24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ			Лист
Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата																						

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.

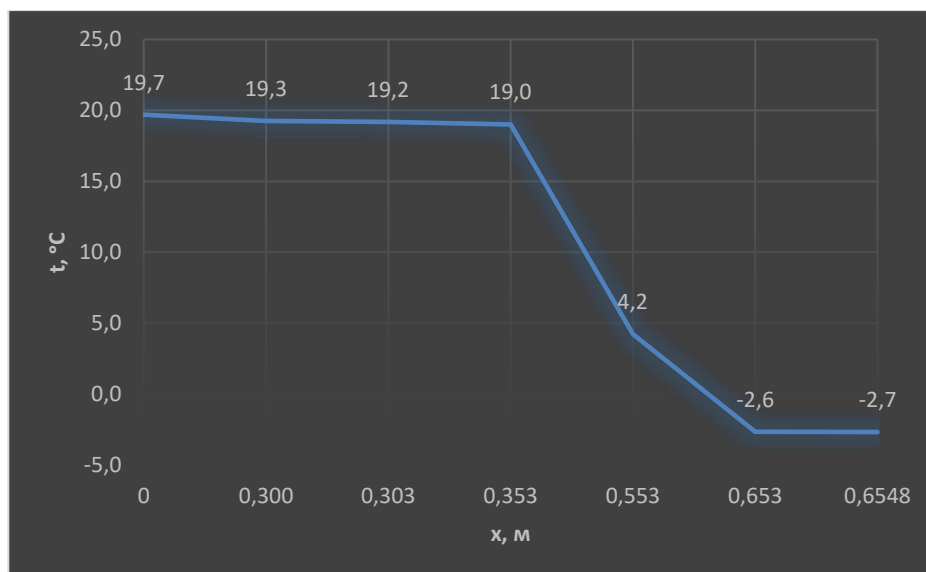


Рисунок 4.7 Розподіл температур у суміщеному покритті (тип 1) в грудні

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

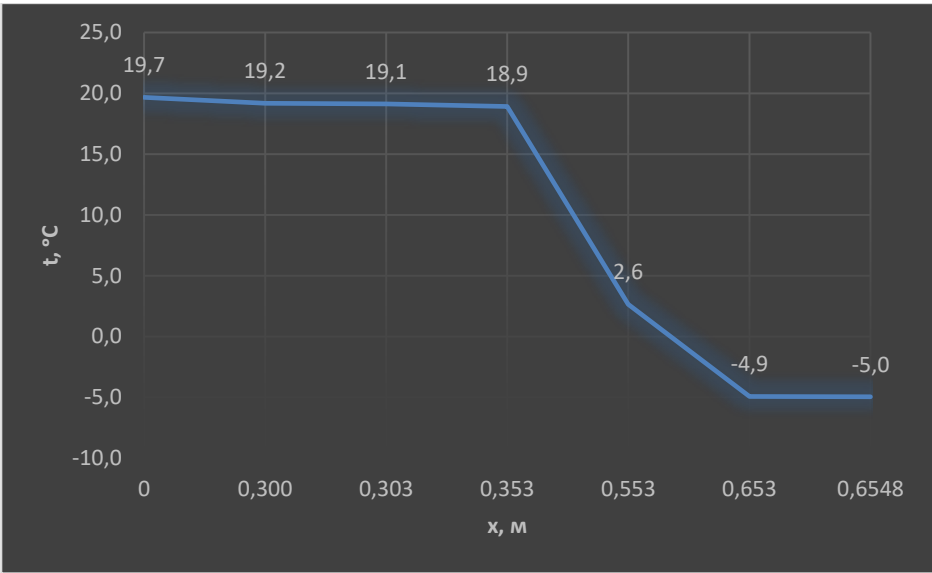


Рисунок 4.8 Розподіл температур у суміщеному покритті (тип 1) в січні

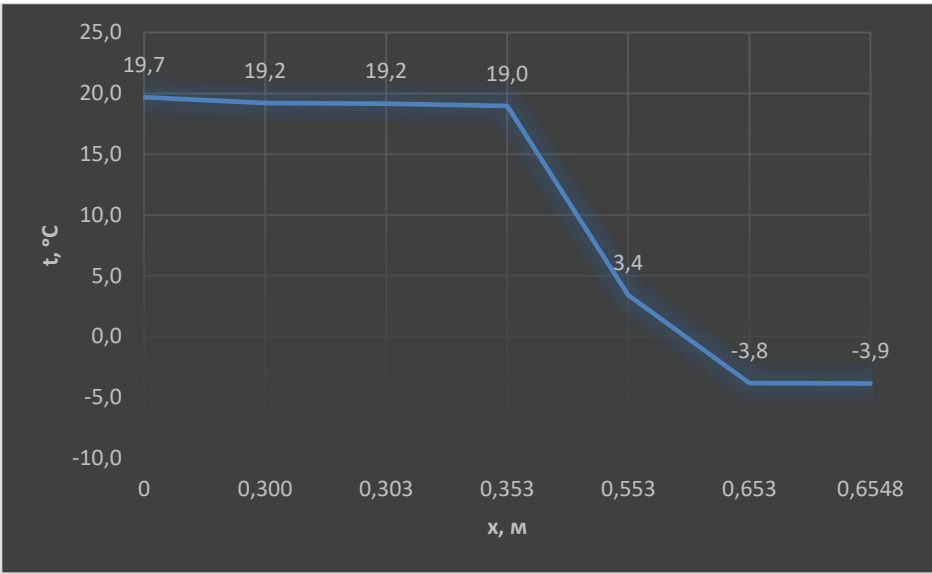


Рисунок 4.9 Розподіл температур у суміщеному покритті (тип 1) в лютому

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.	

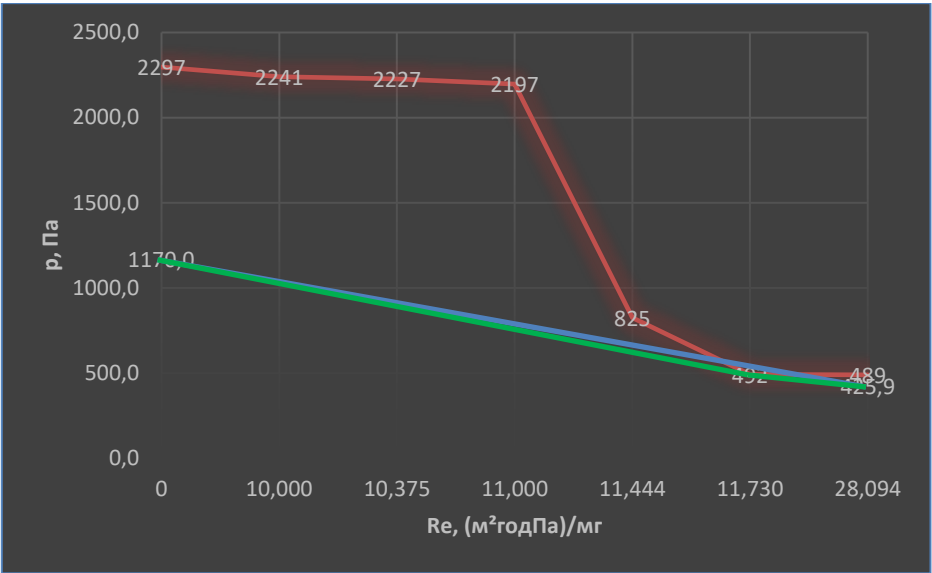


Рисунок 4.10 Розподіл парціальних тисків у суміщеному покритті (тип 1) в грудні

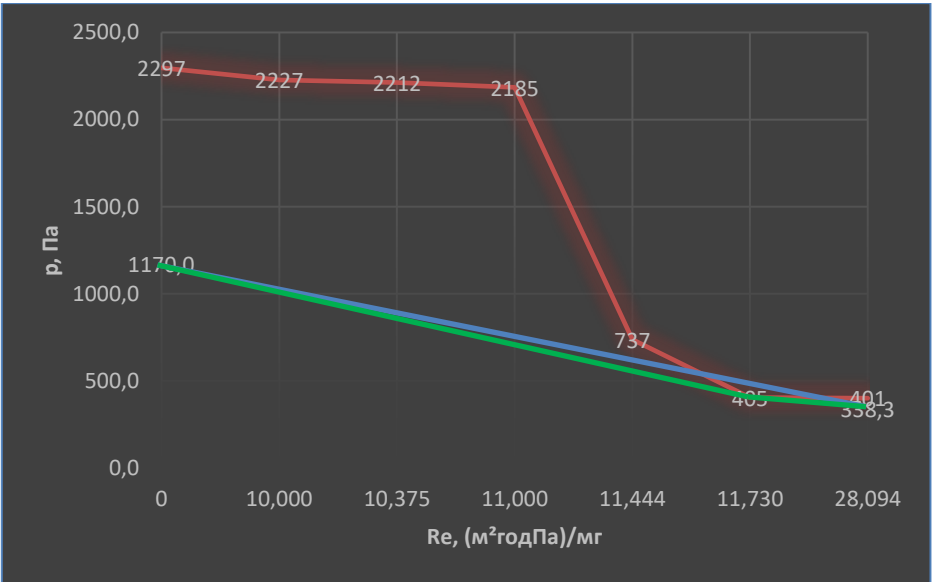


Рисунок 4.11 Розподіл парціальних тисків у суміщеному покритті (тип 1) в січні

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

24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ					

Лист

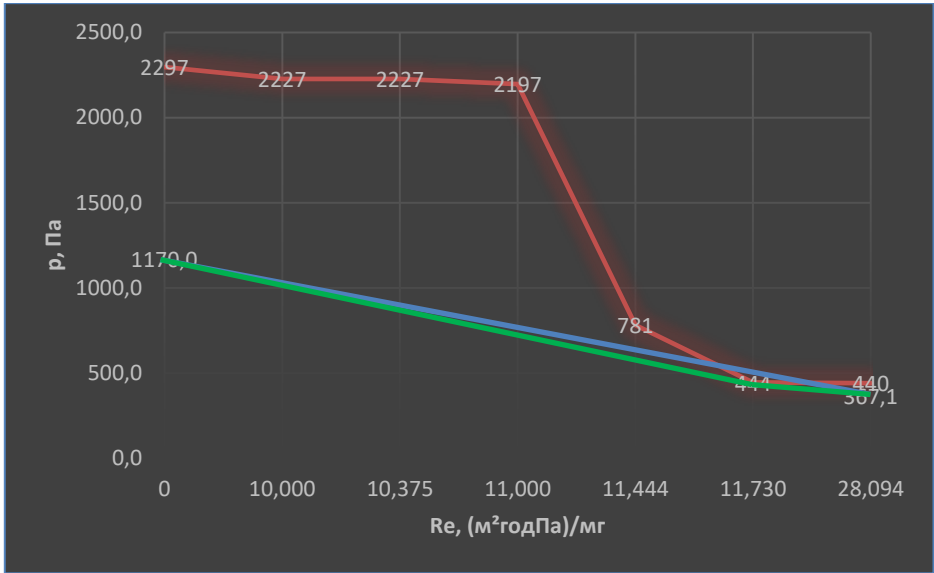


Рисунок 4.12 Розподіл парціальних тисків у суміщеному покритті (тип 1) в лютому

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:

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

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

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

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. №		Кількість вологи, що конденсується в конструкції за грудень.											
		$W_3 = 744 \cdot (57,801 - 4,038) \cdot 10^{-6} = 0,04 \text{ кг} / \text{м}^2.$											
Підп. і дата		<i>Розрахунок для січня</i> Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони при- міщення:											
Інв. №ор.								24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ				Лист	
		Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата						

Оцінка збільшення вологості матеріалу в товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи (в даному випадку в товщі мінеральної вати):

$$\Delta w = \frac{0,123}{0,1 \cdot 180} \cdot 100\% = 0,68\% \text{ — для мінеральної вати.}$$

Таким чином, згідно з ДБН В.2.6-31 та ДСТУ-Н Б В.2.6-192 збільшення вологості в суміщеному покритті (тип 1) в холодний період року являється допустимим.

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

5. Визначення показників теплостійкості

Визначення показників теплостійкості розраховано у відповідності з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.6-190.

Оцінка теплостійкості в літній період

Оцінка теплостійкості зовнішньої стіни

Розрахунок проводиться у відповідності з додатком В.2 ДСТУ-Н Б В.2.6-190.

Об'єкт – зовнішня стіна із залізобетону (тип 1)

Параметри клімату району будівництва наведені в таблиці 5.1.о

Таблиця 5.1 Розрахункові параметри клімату м.Харків (Мерефа) - 49 56" пн.

Назва параметру	Значення
Середньомісячна температура липня (згідно таблиці 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27)	20,7
Середня амплітуда добових коливань температури зовнішнього повітря в липні $A_{\text{тв}}, ^\circ\text{C}$ (згідно таблиці 2 ДСТУ-Н Б В. 1.1-27)	10,4
Максимальне значення сумарної сонячної радіації, що приходить на вертикальну поверхню західної орієнтації в липні $/\text{max}, \text{Вт}/\text{м}^2$ (згідно таблиці 17 ДСТУ-Н Б В. 1.1-27)	519
Середнє значення сумарної сонячної радіації, що приходить на вертикальну поверхню в липні $/\text{ср}, \text{Вт}/\text{м}^2$ (згідно таблиці 17 ДСТУ-Н Б В.1.1-27)	111
Мінімальна з середніх швидкостей вітру по румбах за липень, м/с, повторюваність яких складає 16 % та більше v , м/с (згідно таблиці 6 ДСТУ-Н Б В.1.1-27)	3,4

Параметри мікроклімату приміщень наведено в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 Розрахункові параметри мікроклімату приміщення

Назва параметру	Значення
Температура внутрішнього повітря $\theta_{\text{int}}, ^\circ\text{C}$ (згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31)	20
Вологість внутрішнього повітря $\phi_{\text{int}}, \%$ (згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31)	50
Вологісний режим приміщень (згідно таблиці Б.1 ДБН В.2.6-31)	Нормальний

При розрахунках враховуються основні шари конструкції (починаючи з внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції), їх теплофізичні характеристики приймаються згідно з додатком А ДСТУ 9191:2022. Теплофізичні характеристики матеріалів шарів конструкції наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 Теплофізичні характеристики матеріалів шарів огорожувальної конструкції

Номер шару	Матеріал	Товщина шару $\delta, \text{м}$	Густина матеріалу в сухому стані $\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації А	
				теплопровідність $\lambda, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$	коефіцієнт теплозасвоєння $s, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$
1	Залізобетон	0,35	2500	1,92	17,98
2	Клейова суміш на цементній основі	0,01	1800	0,76	9,6

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

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	Модок.	Підп.	Дата

Таблиця 5.7 Розрахунок теплових опорів шарів покриття

Номер шару	Позначення	Значення, (м²К)/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.

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

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

Визначення показника теплозасвоєння 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 теплозасвоєння 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.	

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 $D_1 = 0,093 \text{ p } 0,5$, а сумарна теплова інерція чотирьох шарів $D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 0,093 + 0,067 + 0,075 + 0,758 = 0,993 \text{ f } 0,5$, тому показник теплосвоєння поверхнею підлоги Y_n визначається за формулами (26) та (27) та складає:

$$Y_3 = \frac{2R_3s_3^2 + s_4}{0,5 + R_3s_4} = \frac{2 \cdot 0,011 \cdot 6,8^2 + 9,6}{0,5 + 0,011 \cdot 9,6} = 17,5 \text{ BT}/(\text{M}^2 \cdot \text{K})$$

$$Y_2 = \frac{4R_2s_2^2 + Y_3}{1 + R_2Y_3} = \frac{4 \cdot 0,007 \cdot 9,6^2 + 17,5}{1 + 0,007 \cdot 17,5} = 17,9 \text{ BT}/(\text{M}^2 \cdot \text{K})$$

$$Y_n = Y_1 = \frac{4R_1s_1^2 + Y_2}{1 + R_1Y_2} = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot 11,63^2 + 17,9}{1 + 0,008 \cdot 17,9} = 19,4 \text{ BT}/(\text{M}^2 \cdot \text{K})$$

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

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 ($\rho=600\text{кг/м}^3$).

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

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

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

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

Влаштування полегшеної стяжки з полістиролбетону ($\rho=600\text{кг/м}^3$) зменшило показник теплозасвоєння поверхнею підлоги з 19,4 до $12\text{Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Дана конструкція підлоги задовольняє вимоги умови (10) п.6.8 ДБН В.2.6-31, значення показника теплозасвоєння поверхні не перевищує $Y_{\max_n}=12\text{Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ – нормованого показника теплозасвоєння підлоги для навчальних закладів.

Об'єкт – підлога по ґрунту бетонна із захисним покриттям.

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 5.12.

Таблиця 5.12 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 , $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	коефіцієнт теплозасвоєння s , $\text{Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$
1	Бетон	0,08	2500	1,92	17,98
2	Полістиролбетон	0,22	350	0,07	1,36
3	Бетонна основа	0,5	2500	1,92	17,98

Визначення теплових опорів шарів підлоги

Теплові опори шарів підлоги розраховуються за формулою (7), що наведено в таблиці 5.13.

Таблиця 5.13 Розрахунок теплових опорів шарів підлоги

Номер шару	Позначення	Значення, $(\text{м}^2\cdot\text{К})/\text{Вт}$	Розрахунок
1	R_1	0,042	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,08}{1,92} = 0,042$
2	R_2	3,143	$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,22}{0,07} = 3,143$
3	R_3	0,26	$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,5}{1,92} = 0,26$

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 5.14.

Таблиця 5.14 Розрахунок теплових інерцій кожного шару підлоги

Номер шару	Позначення	Значення	Розрахунок
1	D_1	0,755	$D_1 = R_1 s_1 = 0,042 \cdot 17,98 = 0,755$
2	D_2	4,274	$D_2 = R_2 s_2 = 3,143 \cdot 1,36 = 4,274$
3	D_3	4,675	$D_3 = R_3 s_3 = 0,26 \cdot 17,98 = 4,675$

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

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

Теплова інерція першого шару покриття підлоги $D_1 = 0,755 \geq 0,5$, тому показник теплозасвоєння поверхнею підлоги Y_n визначається за формулою (25) та складає:

$$Y_n = 2s_1 = 2 \cdot 17,98 = 36 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Значення показника теплозасвоєння поверхнею підлоги для навчальних закладів згідно з умовою (9) п. 5.9 ДБН В.2.6-31 не повинно перевищувати $Y_{\max_n} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Розрахунковий показник теплозасвоєння даної конструкції становить $Y_n = 36 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

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 ($\rho = 1500 \text{ кг}/\text{м}^3$).

Тоді, теплова інерція першого шару покриття підлоги $D_1 = 1,555 \geq 0,5$, тому показник теплозасвоєння поверхнею підлоги Y_n визначається за формулою (25) та складає:

$$Y_n = 2s_1 = 2 \cdot 5,825 = 11,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Влаштування полегшеної стяжки з полістиролбетону ($\rho = 1500 \text{ кг}/\text{м}^3$) зменшило показник теплозасвоєння поверхнею підлоги з 36 до 11,7 Вт/(м²·К). Дана конструкція підлоги задовольняє вимоги умови (10) п.6.8 ДБН В.2.6-31, значення показника теплозасвоєння поверхні не перевищує $Y_{\max_n} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – нормованого показника теплозасвоєння підлоги для навчальних закладів.

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

Ізм.	Кід.уч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Лист

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:

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

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

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.

Загальний 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. №		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: $\Phi_{\text{int}} = \Phi_{\text{int, Oc}} + \Phi_{\text{int, L}} + \Phi_{\text{int, A}} = 7 + 7 + 6 = 20 \text{ Bm} / \text{m}^2$						
Підп. і дата								
Інв. № ор.							24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист
	Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата		

Таблиця 6.5 Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонаходжень

Динамічні параметри

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

$$C_m = 110 \cdot 1263,6 = 138996 \text{ Bm} \cdot \text{zod} / K$$

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

– для режиму опалення:

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

– 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:

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

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

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

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

Взам. інв. №		наведені з урахуванням примітки до п. 14.1.						
Підп. і дата		Річні енергопотреби для опалення та охолодження будівлі розраховуються за формулою (89). Результати розрахунків за річний період наведені в таблиці 6.10.						
Інв. №ор.		Таблиця 6.6 Розрахунок енергопотреби для опалення						
							24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист
		Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата	

$f_{im} = -$ 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	$Q_{H,nd}$, 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	44873	3141,14	48015	48015	485	48500
Лютий	43458	3042,08	46500	46500	470	46970
Березень	36079	2525,54	38605	38605	390	38995
Квітень	23284	1629,91	24914	24914	252	25166
Травень	1	0,00	0	0	0	0
Червень	1	0,00	0	0	0	0
Липень	1	0,00	0	0	0	0
Серпень	1	0,00	0	0	0	0
Вересень	1	0,00	0	0	0	0
Жовтень	24871	1740,98	26612	26612	269	26881
Листопад	5500	385,03	5885	5885	958	6844
Грудень	41602	2912,12	44514	44514	450	44964
Всього за рік	219673					225300

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, $\eta_{Hgen} = 0,99$.

Загальне енергоспоживання під час опалення

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

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам інв. №							Арк
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	
24 – 4139 - ЕЕ.ПЗ									

Річне енергоспоживання під час опалення будівлі розраховано за формулою (122) та наведено в таблиці 6.8.

Питоме енергоспоживання будівлі під час опалення складає **59,27** кВт·год/м³.

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

Додаткова енергія для опалення

Річна кількість додаткової енергії для опалення визначена за формулою (124).

Результати на річній основі наведені в таблиці 6.10.

Загальне енергоспоживання при охолодженні

В якості системи охолодження робочим проєктом передбачений секційний охолоджувач у складі вентиляційної системи ПВ 1.

Для ефективності автоматичного управління/регулювання ($\eta_{C,ac}$) приймається значення 0,99 та значення 2,25 для показника ефективності підсистеми виробництва/генерування ($\eta_{C,gen}$).

Енергію виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання розраховують за формулою (134):

$$Q_{C,gen,out} = \frac{Q_{C,dis,in}}{\eta_{C,ac}} = \frac{61}{0,99} = 62 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання розраховуються за формулою (135).

$$Q_{C,gen,ls} = \frac{Q_{C,gen,out} (1 - \eta_{C,gen})}{\eta_{C,gen}} = \frac{62 (1 - 2,25)}{2,25} = -34 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Енергоспоживання під час охолодження розраховано за формулою (136):

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,out} + Q_{C,gen,ls} = 62 - 34 = 28 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Питоме енергоспоживання будівлі при охолодженні складає 0,008 кВт·год/м³.

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

Загальне енергоспоживання систем вентиляції

Система вентиляції будівлі припливно-витяжна з механічним спонуканням. Проєктом передбачено декілька систем вентиляції: припливно-витяжна – з блоком рекуперації та нагріванням до заданої температури; витяжна.

Засобів для зволоження або осушення припливного повітря в системі вентиляції не передбачено.

Взам. інв. №		Загальне енергоспоживання систем вентиляції Система вентиляції будівлі припливно-витяжна з механічним спонуканням. Проектом передбачено декілька систем вентиляції: припливно-витяжна – з блоком рекуперації та нагріванням до заданої температури; витяжна. Засобів для зволоження або осушення припливного повітря в системі вентиляції не передбачено.					
Підп. і дата							
Інв. № ор.							
Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата	24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист

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

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

$V_L = 2350 \text{ м}^3 / \text{год}$ – 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 $8,78 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$.

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):

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

Взам. інв. №		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):						
Підп. і дата							$Q_{Wuse} = Q_{WL} + Q_{WP} = 14615 + 7582 = 22197 \text{кВт} \cdot \text{год}$	
Інв. № ор.							24 – 4139 – ЕЕ.ПЗ	Лист
		Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.		Дата

Лист

$$Q_{H,use} + Q_{C,use} = 225300 + 28 = 225328 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Питоме енергоспоживання будівлі під час опалення та охолодження складає **60,81** 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:

$$W_H + Q_{H,use} + Q_{C,use} + Q_{V,use} + Q_{DHW,use} + Q_{W,use} = \\ = 225328 + 28 + 32532 + 16117 + 22197 = 296202 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

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

Таблиця 6.10 Звіт за результатами розрахунків

Енергетичні послуги	Енергоспоживання	Енергоносій									
		Теплота	Нафта	Природний газ	Вугілля	Централізоване тепlopостачання	Централізоване холодопостачання	Деревина	Електроенергія	Відновлювальні*	Інші, що виробляються на місці
Опалення	Енергопотреба для опалення	219669									
	Енергопотреба для центрального попереднього підігрівання вентиляційного повітря	0									
	Енергоспоживання під час опалення					0			225328	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	Модок.	Підп.	Дата

	споживання під час центрального попереднього підігрівання										
	Загальне енергоспоживання під час опалення				0			225300	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 енерго- споживання ГВП					0			16117		
Освітлення	Енергоспоживання при освітленні								22197		
Інші послуги	Енергоспоживання іншими послугами								0		
Загалом		232 366	-	-	-	-		-	296 202	-	-

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

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата

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.

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

	1,26		68,48
- перекриття над техпідпіллям	-	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 налагоджування (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 налагоджування (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 налагоджування (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	Нодок.	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	296,202	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[79,92]	
Річне енергоспоживання систем опалення	тис. кВт·год	225,328	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[60,8]	
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	232,366	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[62,7]	
- в опаленні	тис. кВт·год	219,669	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[59,27]	
- 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	Нодок.	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]	(60,81)	-
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: - 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.		

Інв. №ор.	Підп. І дата	Взам. інв. №

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	Нодок.	Підп.	Дата

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		Позначення	
ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		ПРВ-217-8645.22-112к.23	
		Стор. 1	Дата
		Всього 16	21.09.2023

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

А.В. ПОСТОЛЕНКО

21 вересня 2023 р.

Ідентифікаційний номер: 02495431

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. Різдва, 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 ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ	
Позначення ПРВ-217-8645.22-112к.23		Дата 21.09.2023
Стор. 16 Всього 16		

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	
Рівень документа		Позначення
ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		ПРВ-217-7658.21-40К.22 Стор. 1 Всього 13
		Дата 15.06.2022
ЗАТВЕРДЖУЮ В.о. завідувача відділу будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК К.Т.Н.  Олексієнко О.Б.  «15» червня 2022 р. 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» 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» адреса: 18018, м. Черкаси, вул. Різвяна, буд. 300, договір № 7658 від «26» лютого 2021 р. Київ 2022		

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-217-7658.21-40К.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 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 .

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

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

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	Нодок.	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	
Рівень документа		Позначення
ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		ПРВ-217-7658.21-35К.22
		Стор. 1 Всього 13
		Дата 15.06.2022

ЗАТВЕРДЖУЮ

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



Олексієнко О.Б.

«15» червня 2022 р.

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»**

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»**
адреса: 18018, м. Черкаси, вул. Різдвяна, буд. 300,
договір № 7658 від «26» лютого 2021 р.

Київ 2022

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 Всього 13	Дата 15.06.2022

Таблиця 5– Результати випробувань терміну ефективної експлуатації матеріалів

Матеріал	Середня густина, кг/м ³	$\frac{r}{\lambda_0} k_z \leq 0,2$	$\frac{r}{\sigma_0^{10}} k_z \leq 0,15$	$k \leq 0,1$	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 (κ_k) та якості будівельно-монтажних робіт (κ_m) на зміну теплопровідності матеріалу, визначається теплопровідність у умовах експлуатації A та B .

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

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

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, поданих на випробування.
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