

Товариство з обмеженою відповідальністю

"ДИОРО"/ LLC "DIORO"

Україна, 07101, Київська обл., м. Славутич, вул. Центральна, буд. 5, (Будбаза), а/с № 73
тел. +380 (093) 433-39-48, факс (044) 24800099382,
код ЄДРПОУ 22960999

Замовник: Виконавчий комітет Славутицької міської ради
Вишгородського району Київської області

**Капітальний ремонт будівлі Славутицького ліцею
Славутицької міської ради Вишгородського району Київської
області шляхом впровадження енергоефективних заходів,
розташованого за адресою: вул. Героїв Дніпра, 6, м. Славутич,
Вишгородський район, Київська область, 07101**

РОБОЧИЙ ПРОЄКТ

ТОМ 5

Енергоефективність.

139/12-22 - ЕЕ

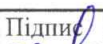
2023р.

Україна, 07101, Київська обл., м. Славутич, вул. Центральна, буд. 5, (Будбаза), а/с № 73
тел. +380 (093) 433-39-48, факс (044) 24800099382,
код ЄДРПОУ 22960999

2023p.

Номер тому	Позначення	Найменування	Примітка
1	139/12-22 - ЗПЗ	Загальна пояснювальна записка. Вихідні дані.	
2	139/12-22 - ПЗО	Паспорт зовнішнього опорядження фасадів	
3	139/12-22 -ОК, АБ	Обмірні креслення. Архітектурно-будівельні рішення.	
4	139/12-22 -ОВ, ЕТР, ВК ГС	Опалення, вентиляція та кондиціонування. Електротехнічні рішення. Водопровід та каналізація (геліосистема)	
5	139/12-22 - ЕЕ	Енергоефективність	
6	139/12-22 - ЗК, КД	Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва. Кошторисна документація.	

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

Інв. № ор.	Підпис і дата		Зам. інв. №		
139/12-22 - ВУ					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
ГП		Зволь			05.23
Розробив		Зволь			05.23
Перевірив					
Н.контр.					
Відомість про учасників проектування					
Стадія		Аркуш		Аркушів	
РП		1		1	
ТОВ «ДІОРО»					

Пояснювальна записка.

1. Основні заходи щодо енергозбереження.

Розділ енергоефективності розробляється для підтвердження відповідності показників енергетичної ефективності будинку та відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021.

Енергетичну ефективність будівлі визначають наступні показники:

- усереднений за часом тепловий потік внутрішніх тепло надходжень – $\Phi_{int,mn}$ (Вт/м²);
- внутрішня теплоємність будівлі, C (Вт*год/К);
- усереднена за часом витрата повітря на вентиляцію, $q_{ve,mn}$ (м³/год);
- коефіцієнт скління фасадів, $m_{скл}$;
- показник компактності будівлі, $\Lambda_{к буд}$;

Всі вище вказані показники розраховані в даному розділі.

Проектом передбачається впровадження комплексу енергозберігаючих заходів при будівництві будівлі, а саме:

- утеплення зовнішніх стін з опорядженням декоративною штукатуркою;
- утеплення зовнішніх віконних та дверних відкосів;
- утеплення світових (зенітних) ліхтарів на покрівлі;
- утеплення плит перекриття над центральним входом будівлі;
- модернізація системи опалення з впровадженням елементів автоматичного регулювання в приміщеннях будівлі (термостатичні елементи на опалювальних приладах та автоматичне балансування системи опалення в цілому);
- заміна люмінесцентних світильників на світлодіодні.

2. Загальні дані.

Об'єкт – капітальний ремонт будівлі Славутицького ліцею Славутицької міської ради Вишгородського району Київської області шляхом впровадження енергоефективних заходів, розташованого за адресою: вул. Героїв Дніпра, 6, м. Славутич, Вишгородський район, Київська область, 07101.

3. Вихідні дані.

3.1. Загальна характеристика будинку.

Проектом передбачається проведення капітального ремонту будівлі Славутицького ліцею Славутицької міської ради Вишгородського району Київської області шляхом впровадження енергоефективних заходів. Кількість поверхів – 3. Будівля ліцею виконана з керамічної повнотілої цегли з залізобетонними перекриттями.

Висота будівлі ліцею – 15,9 м.

Висота поверхів – 3,3 м (3,0 м від підлоги до стелі та 0,3 м міжповерхове перекриття).

Інженерне забезпечення:

Холодне водопостачання – існуюче, експлуатується;

Гаряче водопостачання – існуюче централізоване від індивідуального теплового пункту (ІТП) від міської котельні, експлуатується;

Теплопостачання – існуюче централізоване від індивідуального теплового пункту (ІТП) від міської котельні, експлуатується;

Каналізація – існуюча, експлуатується;

Електропостачання – існуюче, від ел. мереж міста, експлуатується.

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ			
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
ГП		Зволь			Пояснювальна записка.	Літер	Аркуш	Аркушів
							1	76
Перев.		Зволь				ТОВ «ДІОРО»		
Розроб.		Кравчук						



Рис. 1 - План-схема розташування будівлі Славутицького ліцею Славутицької міської ради та орієнтація по сторонам світу

3.2. Вихідні дані для розрахунку.

Стіни зовнішні

Тип 1:

- штукатурка внутрішня – 20, 0 мм;
- цегла керамічна повнотіла на цементно-піщаному розчині – 510,0 мм;
- шар клейового розчину – 5,0 мм;
- плити мінераловатні теплоізоляційні «ТЕХНОФАС ЕФЕКТ 135» - 150,0 мм;
- шар клейового розчину – 5,0 мм;
- фасадна декоративна штукатурка – 3,0 мм.

Тип 2:

- штукатурка внутрішня – 20, 0 мм;
- цегла керамічна повнотіла на цементно-піщаному розчині – 510,0 мм;
- шар клейового розчину – 5,0 мм;
- плити мінераловатні теплоізоляційні «ТЕХНОФАС ЕФЕКТ 135» - 100,0 мм;
- шар клейового розчину – 5,0 мм;
- фасадна декоративна штукатурка – 3,0 мм.

Суміщене покриття приміщень третього поверху – (існуюче)

- залізобетонні плити перекриття – 220,0 мм;
- руберойд – 1 шар – 3,0 мм;
- керамзитовий ґравій $\rho=600$ кг/м³ по нахилу – 220,0 мм;
- стяжка з цементно-піщаного розчину – 30,0 мм;
- гідроізоляція 4 шари наплавленого руберойду – 12,0 мм.

Суміщене покриття - zenітні ліхтарі – (проект)

- лист плаский – 10,0 мм;
- існуючі жорсткі мінераловатні плити на бітумній мастиці – 180,0 мм;
- деревина (сосна) – 32,0 мм;
- плити мінераловатні теплоізоляційні «Izovat 50» - 150,0 мм;
- супердифузійна мембрана;
- профнастил ПК45 – 0,65 мм.

Перекриття над центральним входом:

- дощата підлога (сосна) – 37,0 мм;
- піщана засипка – 40,0 мм;
- залізобетонна плита перекриття – 220,0 мм.

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перекрыття над неопалюваним підвалом

Тип 1:

- бетон мозаїчний – 20,0 мм;
- стяжка з цементно-піщаного розчину – 50,0 мм;
- деревно-волокниста плита (ДВП) звукоізоляційна – 30,0 мм;
- залізобетонна плита перекрыття – 220,0 мм.

Тип 2:

- дощата підлога (сосна) – 37,0 мм;
- піщана засипка – 40,0 мм;
- залізобетонна плита перекрыття – 220,0 мм.

Тип 3:

- штучний паркет дуб – 19,0 мм;
- стяжка з цементно-піщаного розчину – 30,0 мм;
- руберойд – 1 шар – 3,0 мм;
- деревно-волокниста плита (ДВП) звукоізоляційна – 50,0 мм;
- залізобетонна плита перекрыття – 220,0 мм.

Тип 4:

- лінолеум утеплений – 2,5 мм;
- стяжка з цементно-піщаного розчину – 60,0 мм;
- деревно-волокниста плита (ДВП) звукоізоляційна – 26,0 мм;
- залізобетонна плита перекрыття – 220,0 мм.

Вікна:

– металопластикові з двокамерним склопакетом 4M1-12-4M1-12-4i ($R_{сп}=0,68 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$;).
Профіль – WDS серії 6S (6-ти камерний).

Вхідні двері (перехід):

- металопластикові з двокамерним склопакетом 4M1-12-4M1-12-4i ($R_{сп}=0,68 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$;).
Профіль – WDS серії 6S (6-ти камерний);
- металопластикові з сендвіч-панелями. Профіль – WDS серії 6S (6-ти камерний);
- металеві утеплені з облицюванням МДФ панелями ($R=0,6 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$).

У будівлі ліцею експлуатуються інженерні мережі – централізовані мережі теплопостачання (опалення та гаряче водопостачання), мережі холодного водопостачання та водовідведення.

Приєднання внутрішньо-будинкової системи опалення до теплових мереж, що заведені в будівлю від міської газової котельні. В межах підвального приміщення розташований індивідуальний тепловий пункт з погодозалежним регулюванням.

Приєднання системи водопостачання – від існуючого водопроводу холодного водопостачання в межах підвального приміщення будівлі ліцею. Централізоване гаряче водопостачання будівелі ліцею – існує.

Системи охолодження та кондиціонування запроектованої будівлі відсутні.

Вентиляція (існуюча) – природня витяжна.

4. Теплотехнічний розрахунок будівлі.

4.1. Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри.

Згідно з табл. Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря для навчальних закладів приймається $t_{вн}=20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; відносна вологість повітря $\phi_{вн}=50 \text{ \%}$.

Таблиця 1. Кліматичні параметри для умов м. Славутич згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27

Середньомісячна температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$											
Середньомісячна відносна вологість зовнішнього повітря, %											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-5,9	-4,9	-0,1	8,0	14,4	17,6	19,2	18,1	12,9	6,9	1,0	-3,5
85	83	80	71	67	71	72	73	77	82	88	88

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 нормативне значення опору теплопередачі $R_q \text{ min}$, $\text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$, становить:

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ						Арк
											3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

- для зовнішніх стін – $4,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;
- для суміщеного покриття – $7,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;
- перекриття, що межують з зовнішнім повітрям та над неопалювальним підвалом – $5,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;
- для світлопрозорих огорожувальних конструкцій - $0,9 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;
- для зовнішніх дверей - $0,7 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Нормативна максимальна питома енергопотреба $E_{P_{\max}}$ згідно з ДБН В.2.6-31:2021 для будинків та споруд навчальних закладів становить $55\Lambda_{\text{bci}}+24 \text{ кВт}\cdot\text{год/м}^3$.

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $\Delta\theta_{\text{int-si,max}}$, $^{\circ}\text{C}$ згідно ДБН В.2.6-31:2021:

- для зовнішніх стін – $4,0^{\circ}\text{C}$;
- для покриття та перекриття горіщ – $3,0^{\circ}\text{C}$;
- для перекриття над підвалами – $2,0^{\circ}\text{C}$.

4.2. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівлі.

4.3. Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій визначається згідно з п.5 ДСТУ 9191:2022.

Величини розрахункових теплофізичних параметрів матеріалів, що використовуються, визначені згідно з додатком А ДСТУ 9191:2022.

4.3.1. Зовнішні стіни.

4.3.1.1. Зовнішні стіни – тип 1.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає $4,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Таблиця 2 – Склад стінового опорядження

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Штукатурка внутрішня	0,02	0,81	66
2	Цегла керамічна повнотіла	0,51	0,81	74
3	Розчин клейовий	0,005	0,15	33
4	Плити мінераловатні Технофас Ефект 135	0,15	0,045	Протокол №78к/14
5	Розчин клейовий	0,005	0,15	33
6	Фасадна декоративна штукатурка	0,003	0,23	32

Опір теплопередачі зовнішніх стін (зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям) по основному полю за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{\text{si}}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{\text{se}}} = \frac{1}{h_{\text{si}}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{\text{ip}}} + \frac{1}{h_{\text{se}}}, \quad (2)$$

де h_{si} , h_{se} – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, які приймають згідно з додатком Б;

R_i – тепловий опір і-го шару конструкції, $\text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$;

d_i – товщина і-го шару конструкції, м;

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

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,15} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{0,005}{0,15} + \frac{0,003}{0,23} + \frac{1}{23} = 4,226 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Площа зовнішньої стіни тип 1 – $F_1 = 1535,63 \text{ м}^2$.

4.3.1.2. Віконні відкоси – тип 1.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К / Вт}$.

Таблиця 3 – Склад стінового опорядження

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Штукатурка внутрішня	0,02	0,81	66
2	Цегла керамічна повнотіла	0,51	0,81	74
3	Розчин клейовий	0,005	0,15	33
4	Плити мінераловатні Технофас Ефект 135	0,15	0,045	Протокол №78к/14
5	Розчин клейовий	0,005	0,15	33
6	Фасадна декоративна штукатурка	0,003	0,23	32

Опір теплопередачі зовнішніх стін (зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям) по основному полю за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (2)$$

де h_{si} , h_{se} – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, які приймають згідно з додатком Б;

R_i – тепловий опір і-го шару конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$;

d_i – товщина і-го шару конструкції, м;

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

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,15} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{0,005}{0,15} + \frac{0,003}{0,23} + \frac{1}{23} = 4,226 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Загальна площа зовнішніх поверхонь віконних відкосів тип 1 $F_{B1} = 492,93 \text{ м}^2$.

4.3.1.3. Лінійні теплопровідні включення – тип 1.

До лінійних теплопровідних включень відносяться прямолінійні примикання віконних конструкцій до зовнішніх стін з прошарком утеплення фасадів – $\Psi_m \cdot I_m$.

де Ψ_m – лінійний коефіцієнт теплопередачі m-го лінійного теплопровідного включення, $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$;

I_m – лінійний розмір (проекція) m-го лінійного теплопровідного включення, м.

- відкіс в зоні підвіконня

$L = 376,77 \text{ м}$; $k_J = 0,064 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К} \rightarrow k_J \cdot L_J = 0,064 \cdot 376,77 = 24,113 \text{ Вт}/\text{К}$.

- відкіс в зоні рядового примикання

$L = 756,07 \text{ м}$; $k_J = 0,071 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К} \rightarrow k_J \cdot L_J = 0,071 \cdot 756,07 = 53,681 \text{ Вт}/\text{К}$.

- відкіс в зоні перемички

$L = 391,72 \text{ м}$; $k_J = 0,081 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К} \rightarrow k_J \cdot L_J = 0,081 \cdot 391,72 = 31,729 \text{ Вт}/\text{К}$.

Отже, $k_J \cdot L_J = 24,113 + 53,681 + 31,729 = 109,524 \text{ Вт}/\text{К}$.

4.3.1.4. Зовнішні стіни – тип 2.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$.

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4 – Склад стінового опорядження

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Штукатурка внутрішня	0,02	0,81	66
2	Цегла керамічна повнотіла	0,51	0,81	74
3	Розчин клейовий	0,005	0,15	33
4	Плити мінераловатні Технофас Ефект 135	0,1	0,045	Протокол №78к/14
5	Розчин клейовий	0,005	0,15	33
6	Фасадна декоративна штукатурка	0,003	0,23	32

Опір теплопередачі зовнішніх стін (зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям) по основному полю за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (2)$$

де h_{si} , h_{se} – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), які приймають згідно з додатком Б;

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

d_i – товщина і-го шару конструкції, м;

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

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,15} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,005}{0,15} + \frac{0,003}{0,23} + \frac{1}{23} = 3,115 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Площа зовнішньої стіни тип 2 – $F_2 = 338,54 \text{ м}^2$.

4.3.1.5. Віконні відкоси – тип 2.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 4,0 м²·К/Вт.

Таблиця 5 – Склад стінового опорядження

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Штукатурка внутрішня	0,02	0,81	66
2	Цегла керамічна повнотіла	0,51	0,81	74
3	Розчин клейовий	0,005	0,15	33
4	Плити мінераловатні Технофас Ефект 135	0,1	0,045	Протокол №78к/14
5	Розчин клейовий	0,005	0,15	33
6	Фасадна декоративна штукатурка	0,003	0,23	32

Опір теплопередачі зовнішніх стін (зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям) по основному полю за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (2)$$

де h_{si} , h_{se} – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), які приймають згідно з додатком Б;

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

d_i – товщина і-го шару конструкції, м;

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,15} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,005}{0,15} + \frac{0,003}{0,23} + \frac{1}{23} = 3,115 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Загальна площа зовнішніх поверхонь віконних відкосів тип 1 $F_{B2} = 56,64 \text{ м}^2$.

4.3.1.6. Лінійні теплопровідні включення.

До лінійних теплопровідних включень відносяться прямолінійні примикання віконних конструкцій до зовнішніх стін з прошарком утеплення фасадів – $\Psi_m \cdot I_m$.

де Ψ_m – лінійний коефіцієнт теплопередачі m-го лінійного теплопровідного включення, Вт/м*К;

I_m – лінійний розмір (проекція) m-го лінійного теплопровідного включення, м.

- відкіс в зоні підвіконня

$L = 58,08 \text{ м}; k_J = 0,059 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К} \rightarrow k_J \cdot L_J = 0,059 \cdot 58,08 = 3,427 \text{ Вт/К.}$

- відкіс в зоні рядового примикання

$L = 49,22 \text{ м}; k_J = 0,068 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К} \rightarrow k_J \cdot L_J = 0,068 \cdot 49,22 = 3,347 \text{ Вт/К.}$

- відкіс в зоні перемички

$L = 59,28 \text{ м}; k_J = 0,081 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К} \rightarrow k_J \cdot L_J = 0,081 \cdot 59,28 = 4,802 \text{ Вт/К.}$

Отже, $k_J \cdot L_J = 3,427 + 3,347 + 4,802 = 11,575 \text{ Вт/К.}$

4.3.1.7. Точкові теплопровідні включення.

До точкових теплопровідних включень відносяться вузли улаштування пластикових дюбелів з металевими стрижнями для кріплення теплоізоляційного шару в фасадній системі з опорядженням декоративною штукатуркою – $\Psi_k \cdot N_k$.

де χ_j – точковий коефіцієнт теплопередачі j-го точкового теплопровідного включення, Вт/К;

N_j – загальна кількість j-их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огорожувальної конструкції без урахування площ внутрішніх укосів, шт.

$\chi_j = 0,005$ (вузол улаштування пластикового дюбеля з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару товщиною 150,0 мм в фасадній системі з опорядженням декоративною штукатуркою).

$N_j = 6 \text{ шт/м}^2$ – кількість дюбелів для кріпленні теплоізоляції на площі фасаду в $1,0 \text{ м}^2$.

Загальна кількість пластикових дюбелів для кріплення теплоізоляційного шару для стін типу 1 складає: $N = (1535,63 + 338,54) \cdot 6 = 11\,245 \text{ шт.}$

Отже, $\Psi_k \cdot N_k = 11\,245 \cdot 0,005 = 56,225 \text{ Вт/К.}$

4.3.1.8. Приведений опір зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$

Таблиця 6 – Склад стінового опорядження

№п/п	Тип зовнішньої непрозорої огорожувальної конструкції	Площа зовнішньої непрозорої огорожувальної конструкції, м^2	Приведений опір конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
1	Тип 1	1535,63	4,226
2	Відкоси віконні тип 1	492,93	4,226
3	Тип 2	338,54	3,115
4	Відкоси віконні тип 2	56,64	3,115
	Площа стін з відкосами АΣ, м^2	2423,74	
	Площа стін без відкосів А, м^2	1874,17	

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma \text{нр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \sum_m (I_m \cdot \Psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)} \quad (1)$$

де АΣ – загальна площа огорожувальної конструкції, обчислена за внутрішнім виміром із

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

додаванням площ внутрішніх укосів прорізів та відніманням площ прорізів, м²;
 A_i – площа і-ї термічно однорідної частини непрозорої конструкції, що не містить площ внутрішніх укосів прорізів та площі ділянок зовнішніх огорожень будівлі, які контактують з іншими теплопровідними включеннями, м²;
 $R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі і-ої термічно однорідної частини конструкції, м²*К/Вт;
 ψ_m – лінійний коефіцієнт теплопередачі m-го лінійного теплопровідного включення, Вт/м*К;
 l_m – лінійний розмір (проекція) m-го лінійного теплопровідного включення, м;
 χ_j – точковий коефіцієнт теплопередачі j-го точкового теплопровідного включення, Вт/К;
 N_j – загальна кількість j-их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огорожувальної конструкції без урахування площ внутрішніх укосів, шт.

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1535,63 + 492,93 + 338,54 + 56,64}{\frac{1535,63}{4,226} + \frac{338,54}{3,115} + 109,524 + 11,575 + 56,225} = 3,732 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Перевірка умови (1): $R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min}$ - 3,732 > 4,0х0,75=3,0 (прим. 5.2.2).

Отже, умова виконується.

Перевірка умови (2):

Приведена температура внутрішньої поверхні стіни:

$$\tau_{в} = t_{вн} - \frac{t_{вн} - t_{зовн}}{R_{пр} * \alpha}$$

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря; $t_{вн}=20$ °С – згідно табл.. Б2 ДБН В.2.6-31:2021;

$t_{зовн}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для І температурної зони - -22°С згідно табл.. В.4 ДБН В.2.6-31:2021.

$$\tau_{в} = 20 - \frac{21 - (-22)}{3,732 * 8,7} = 18,67^{\circ}\text{C}$$

Температурний перепад між внутрішньою температурою огороження та температурою внутрішнього повітря становить:

$$\Delta\theta_{int-si} = t_{вн} - \frac{\tau_{всп пр} * F_{сп} + \tau_{вн пр} * F_{н}}{\Sigma F}$$

де $F_{н}=F_{нк}=2423,74$ м² – загальна площа зовнішніх стін.

$F_{сп}=F_{скл}=804,32$ м² – загальна площа світлопрозорих конструкцій будівлі.

$\tau_{вн пр}=18,67$ °С – приведена температура внутрішньої поверхні стіни.

$\tau_{всп пр}=12,35$ °С – приведена температура внутрішньої поверхні світлопрозорих огорожувальних конструкцій.

$$\Delta\theta_{int-si} = 20 - \frac{12,35 * 804,32 + 18,67 * 2423,74}{804,32 + 2423,74} = 2,9^{\circ}\text{C}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для зовнішніх стін становить $\Delta\theta_{int-si, \max}=4$ °С згідно табл. 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si, \max}$, 2,9≤4,0 Отже, умова виконується.

4.3.2. Світлопрозорі огорожувальні конструкції.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 0,9 м²*К/Вт.

В будівлі палатного корпусу встановлені світлопрозорі огорожувальні конструкції (зовнішні вікна та двері) однакової конструкції.

Світлопрозорі огорожуючі конструкції (вікна та двері)

Світлопрозорі огорожуючі конструкції будівлі палатного корпусу – металопластикові з двокамерним склопакетом 4М1-12-4М1-12-4і ($R_{сп}=0,68$ м²*К/Вт). Профіль – металопластиковий із термовставками з армованого поліаміду товщиною 70 мм ($R_{пр}$ короб=0,723 м²*К/Вт; $R_{проф}$ імпорт=0,686 м²*К/Вт). $F=804,32$ м².

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунковий приведений опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій визначається за формулою

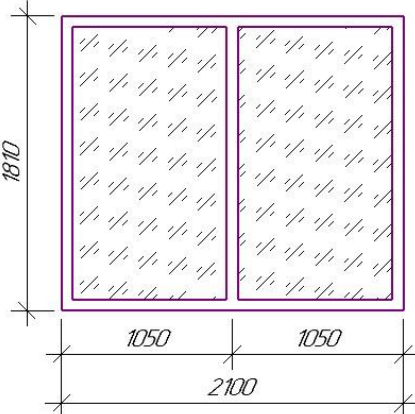
$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\text{сп}} + F_{\text{проф}}}{\frac{F_{\text{сп}}}{R_{\text{сп}}} + \frac{F_{\text{проф}}}{R_{\text{проф}}} + \sum_{j=1}^J k_j * L_j}$$


Рис. 2 – Вікно будівлі

де $F_{\text{сп}}$ – загальна площа склопакетів, м^2 ;

$F_{\text{проф}}$ – загальна площа профільних елементів (рам віконних блоків, імпортів, тощо)

$R_{\text{сп}}$ – приведений опір теплопередачі термічно однорідного склопакету, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$R_{\text{проф}}$ – приведений опір теплопередачі профільних елементів (рама, імпорт, тощо);

$F_{\text{сп}}=3,16 \text{ м}^2$; $F_{\text{проф}} \text{ короб}=0,53 \text{ м}^2$. $F_{\text{проф}} \text{ імпорт}=0,12 \text{ м}^2$.

$R_{\text{сп}}=0,68 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; $R_{\text{проф}} \text{ короб}=0,723 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; $R_{\text{проф}} \text{ імпорт}=0,686 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі лінійного теплопровідного включення, $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$;
визначається згідно табл. К.1 ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010:

- лінійні теплопровідні включення в зоні примикання склопакету до рами при заглибленні дистанційної рамки відносно штапика 5 мм становить – $0,06 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$.

L_j – лінійний розмір (проекція) лінійного теплопровідного включення, м:

- лінійні теплопровідні включення в зоні примикання склопакету до рами – $10,46 \text{ м}$.

$L_j * k_j = 10,46 * 0,06 = 0,628 \text{ Вт}/\text{К}$.

Приведений опір теплопередачі вікон та дверей із двокамерними склопакетами буде:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{3,16 + 0,53 + 0,12}{\frac{3,16}{0,68} + \frac{0,53}{0,723} + \frac{0,12}{0,686} + 0,628} = 0,62 \text{ м}^2 * \text{К}/\text{Вт}$$

Перевірка умови (1) $R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{\text{qmin}}$ $0,62 < 0,9 * 0,75 = 0,675$ (прим. 5.2.2).

Отже, умова не виконується (згідно ДБН В.2.6-31:2021).

Згідно п. 5.5.1 ДБН В.2.6-31:2021 мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні непрозорих огорожувальних конструкцій у зонах теплопровідних включень, $\theta_{\text{si,min}}$, у кутах і укосах віконних і дверних прорізів, а також мінімально допустима температура внутрішньої поверхні мансардних вікон та зенітних ліхтарів при розрахунковому значенні температури зовнішнього повітря, прийнятому залежно від температурної зони експлуатації будівлі згідно з додатком А, повинно бути не менше ніж температура точки роси θ_D за розрахунковими значеннями температури й відносної вологості внутрішнього повітря, які приймаються залежно від призначення будівлі відповідно до додатка Б.

$$\theta_{\text{si,min}} \geq \theta_D.$$

Тоді при $t_{\text{вн}}=20 \text{ }^\circ\text{C}$ та $\phi=50\%$ $\theta_D=9,3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Тобто $\theta_{\text{si,min}} \geq \theta_D=9,3 \text{ }^\circ\text{C}$.

$\theta_{\text{si,tb,min}}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, $^\circ\text{C}$;

Температура внутрішньої поверхні віконних блоків визначається за формулою

$$\theta_{\text{si,tb,min}} = t_{\text{вн}} - \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}}{R_{\Sigma \text{ пр}} * \alpha_{\text{в}}}$$

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, згідно табл. Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 $t_{вн}=20^{\circ}\text{C}$.

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для І кліматичної зони згідно табл. Б.4 ДБН В.2.6-31:2021 $t_{зов}=-22^{\circ}\text{C}$.

$$\theta_{si, tb, min} = 20 - \frac{20 - (-22)}{0,62 \cdot 8} = 11,53^{\circ}\text{C}$$

$\theta_{si, tb, min} > \theta_{si, min}$ $11,53 > 9,3$ Отже, умова (3) виконується згідно пункту п.5.5.1 ДБН В.2.6-31:2021.

Визначаємо температури на поверхні віконного склопакету та профілю:

$$\tau_{сп/проф} = t_{вн} - \frac{t_{вн} - t_{зовн}}{R_{сп/проф} \cdot \alpha_v}$$

$$\tau_{сп} = 20 - \frac{20 - (-22)}{0,68 \cdot 8} = 12,28^{\circ}\text{C} \quad \tau_{проф\ короб} = 20 - \frac{20 - (-22)}{0,723 \cdot 8} = 12,74^{\circ}\text{C} \quad \tau_{проф\ інпост} = 20 - \frac{20 - (-22)}{0,686 \cdot 8} = 12,35^{\circ}\text{C}$$

Визначаємо приведену температуру внутрішньої поверхні світлопрозорих огорожуючих конструкцій місць загального користування:

$$\tau_{всп\ пр} = \frac{\tau_{сп} \cdot F_{сп} + \tau_{проф\ короб} \cdot F_{проф\ короб} + \tau_{проф\ інпост} \cdot F_{проф\ інпост}}{F_{сп} + F_{проф\ короб} + F_{проф\ інпост}} = \frac{12,28 \cdot 3,16 + 12,74 \cdot 0,53 + 12,35 \cdot 0,12}{3,16 + 0,53 + 0,12} = 12,35^{\circ}\text{C}$$

4.3.3. Суміщене покриття

4.3.3.1. Суміщене покриття приміщень третього поверху (існуюче) – Тип 1.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі суміщеного покриття для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 7,0.

Таблиця 7 – Склад суміщеного покриття приміщень третього поверху

№п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	$R=0,23 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$	
2	1 шар руберойду	0,003	0,17	83
3	Керамзитовий ґравій $\rho=600 \text{ кг}/\text{м}^3$ по нахилу	0,22	0,19	28
4	Стяжка з цементно-піщаного розчину	0,03	0,93	68
5	Гідроізоляція – 4 шари наплавленого руберойду	0,012	0,17	83

Визначення значення опору теплопередачі для однорідного суміщеного покриття:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{10} + 0,23 + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,22}{0,19} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,012}{0,17} + \frac{1}{23} = 1,652 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Приведений опір теплопередачі суміщеного покриття дорівнює опору теплопередачі для однорідного суміщеного покриття так як лінійних та точкових теплопровідних включень немає.

$$R_{\Sigma\text{пр}} = R_{\Sigma} = 1,652 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}.$$

Перевірка умови (1): $R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{q\text{ min}}$, $1,652 > 7,0$. Отже, умова не виконується.

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні суміщеного покриття за формулою:

$$\tau_v = t_{вн} - \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma\text{пр}} \cdot \alpha_v}$$

де $t_{вн}$ - температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$; $t_{вн}=20^{\circ}\text{C}$;

$t_{зов}$ – температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$; $t_{зов}=-22^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta\theta_{int-si} = \frac{20 - (-22)}{1,652 \cdot 10,0} = 2,54^{\circ}\text{C}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для суміщеного покриття становить $\Delta\theta_{int-si, max} = 3,0^{\circ}\text{C}$ згідно табл. 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si, max}$, $\rightarrow 2,54 < 3,0$ - Отже, умова виконується.

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3.3.2. Суміщене покриття – zenітні ліхтарі – Тип 2.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі суміщеного покриття для I кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 7,0.

Таблиця 8 – Склад суміщеного покриття – zenітні ліхтарі

№п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Лист плаский	0,01	0,41	80
2	Плита мінераловатна існуюча жорстка на бітумній мастиці	0,18	0,048	1
3	Деревина (сосна)	0,032	0,18	51
4	Плити мінераловатні теплоізоляційні «Izovat 50»	0,15	0,04	Протокол № 106-17/20
5	Супердифузійна мембрана ПВХ	0,003	0,23	84
6	Профнастил металевий ПК45	0,0065	58	89

Визначення значення опору теплопередачі для однорідного суміщеного покриття:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{9,9} + \frac{0,01}{0,41} + \frac{0,18}{0,048} + \frac{0,032}{0,18} + \frac{0,15}{0,04} + \frac{0,003}{0,23} + \frac{0,0065}{58} + \frac{1}{23} = 7,86 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Приведений опір теплопередачі суміщеного покриття дорівнює опору теплопередачі для однорідного суміщеного покриття так як лінійних та точкових теплопровідних включень немає.

$$R_{\Sigma \text{пр}} = R_{\Sigma} = 7,86 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Перевірка умови (1): $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}$, $7,86 > 7,0$. Отже, умова виконується.

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні суміщеного покриття за формулою:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{вн}} - \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}}{R_{\Sigma \text{пр}} \cdot \alpha_{\text{в}}}$$

де $t_{\text{вн}}$ - температура внутрішнього повітря, °C; $t_{\text{вн}} = 20^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{зов}}$ – температура зовнішнього повітря, °C; $t_{\text{зов}} = -22^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta\theta_{\text{int-si}} = \frac{20 - (-22)}{7,86 \cdot 9,9} = 0,54^{\circ}\text{C}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для суміщеного покриття становить $\Delta\theta_{\text{int-si,max}} = 3,0^{\circ}\text{C}$ згідно табл. 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$$\Delta\theta_{\text{int-si}} \leq \Delta\theta_{\text{int-si,max}}, \rightarrow 0,54 < 3,0 - \text{Отже, умова виконується.}$$

4.3.3.3. Суміщене покриття тип 1, 2 – приведений опір .

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для I кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 7,0 м²·К/Вт.

Таблиця 9 – Склад суміщеного покриття

№п/п	Тип зовнішньої непрозорої огорожувальної конструкції	Площа зовнішньої непрозорої огорожувальної конструкції, м²	Приведений опір конструкції, м²·К/Вт
1	Суміщене покриття - тип 1	2590,85	1,652
2	Суміщене покриття - тип 2	120,78	7,86
		2711,63	

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F1 + F2}{\frac{F1}{R_{\text{пр}1}} + \frac{F2}{R_{\text{пр}2}}} = \frac{2590,85 + 120,78}{\frac{2590,85}{1,652} + \frac{120,78}{7,86}} = 1,712 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

4.3.4. Перекриття над неопалювальним підвалом та проїздами.

4.3.4.1. Перекриття над неопалювальним підвалом – Тип 1.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 5,0 м²К/Вт.

Таблиця 10 – Склад перекриття над неопалюваним підвалом

№п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Бетон мозаїчний	0,02	1,86	65
2	Стяжка з цементно-піщаного розчину	0,05	0,93	68
3	Деревно-волокниста плита (ДВП) звукоізоляційна	0,03	0,18	55
4	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	R=0,23 м²·К/Вт	

Опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом по основному полю за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (2)$$

де h_{si} , h_{se} – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), які приймають згідно з додатком Б;

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

d_i – товщина і-го шару конструкції, м;

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

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{5,9} + \frac{0,02}{1,86} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,03}{0,18} + 0,23 + \frac{1}{12} = 0,714 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$$

Перевірка умови (1): $R_{\Sigma pr} \geq R_{q \min}$ - 0,714 < 5,0. Отже, умова не виконується.

Перевірка умови (2):

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні перекриття за формулою:

$$\tau_v = t_{вн} - \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma pr} \cdot \alpha_v}$$

де $t_{вн}$ - температура внутрішнього повітря, °С; $t_{вн}=20^{\circ}\text{C}$;

$t_{зов}$ – температура зовнішнього повітря, °С; $t_{зов}=-22^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta T_{pr} = \frac{20 - (-22)}{0,714 \cdot 5,9} = 10,0^{\circ}\text{C}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для перекриття над неопалюваним підвалом становить $\Delta\theta_{int-si,max}=2,0^{\circ}\text{C}$ згідно табл. 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max} \rightarrow 10,0 > 2,0$ - Отже, умова не виконується.

4.3.4.2. Перекриття над неопалювальним підвалом – Тип 2.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 5,0 м²К/Вт.

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 11 – Склад перекриття над неопалюваним підвалом

№п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Дошка (сосна)	0,037	0,18	51
2	Піщана засипка	0,04	0,58	31
3	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	R=0,23 м²·К/Вт	

Опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом по основному полю за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (2)$$

де h_{si} , h_{se} – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), які приймають згідно з додатком Б;

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

d_i – товщина і-го шару конструкції, м;

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

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{5,9} + \frac{0,037}{0,18} + \frac{0,04}{0,58} + 0,23 + \frac{1}{12} = 0,757 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Перевірка умови (1): $R_{\Sigma pr} \geq R_{q \min}$ - 0,757 < 5,0. Отже, умова не виконується.

Перевірка умови (2):

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні перекриття за формулою:

$$\tau_{\Sigma} = t_{вн} - \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma pr} \cdot \alpha_{\Sigma}}$$

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, °С; $t_{вн}=20^{\circ}\text{C}$;

$t_{зов}$ – температура зовнішнього повітря, °С; $t_{зов}=-22^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta T_{pr} = \frac{20 - (-22)}{0,757 \cdot 5,9} = 9,4^{\circ}\text{C}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для перекриття над неопалюваним підвалом становить $\Delta\theta_{int-si,max}=2,0^{\circ}\text{C}$ згідно табл. 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max} \rightarrow 9,4 > 2,0$ - Отже, умова не виконується.

4.3.4.3. Перекриття над неопалювальним підвалом – Тип 3.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 5,0 м²·К/Вт.

Таблиця 12 – Склад перекриття над неопалюваним підвалом

№п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Штучний паркет дуб	0,019	0,18	53
2	Стяжка з цементно-піщаного розчину	0,03	0,93	68

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3	Руберойд 1 шар	0,003	0,17	83
3	Деревно-волокниста плита (ДВП) звукоізоляційна	0,05	0,18	55
4	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	R=0,23 м ² *К/Вт	

Опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом по основному полю за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (2)$$

де h_{si} , h_{se} – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²*К), які приймають згідно з додатком Б;

R_i – тепловий опір і-го шару конструкції, м²*К/Вт;

d_i – товщина і-го шару конструкції, м;

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

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{5,9} + \frac{0,019}{0,18} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,05}{0,18} + 0,23 + \frac{1}{12} = 0,916 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Перевірка умови (1): $R_{\Sigma pr} \geq R_{q \min}$ - 0,916 < 5,0. Отже, умова не виконується.

Перевірка умови (2):

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні перекриття за формулою:

$$\tau_{\Sigma} = t_{вн} - \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma pr} * \alpha_{\Sigma}}$$

де $t_{вн}$ - температура внутрішнього повітря, °С; $t_{вн}=20^{\circ}\text{C}$;

$t_{зов}$ – температура зовнішнього повітря, °С; $t_{зов}=-22^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta T_{\Sigma} = \frac{20 - (-22)}{0,916 * 5,9} = 7,8^{\circ}\text{C}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для перекриття над неопалюваним підвалом становить $\Delta\theta_{int-si,max} = 2,0^{\circ}\text{C}$ згідно табл. 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max} \rightarrow 7,8 > 2,0$ - Отже, умова не виконується.

4.3.4.4. Перекриття над неопалювальним підвалом – Тип 4.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 5,0 м²*К/Вт.

Таблиця 13 – Склад перекриття над неопалюваним підвалом

№п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Лінолеум утеплений	0,0025	0,33	86
2	Стяжка з цементно-піщаного розчину	0,06	0,93	68
3	Деревно-волокниста плита (ДВП) звукоізоляційна	0,026	0,18	55
4	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	R=0,23 м ² *К/Вт	

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом по основному полю за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (2)$$

де h_{si} , h_{se} – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²*К), які приймають згідно з додатком Б;

R_i – тепловий опір і-го шару конструкції, м²*К/Вт;

d_i – товщина і-го шару конструкції, м;

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

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{5,9} + \frac{0,025}{0,33} + \frac{0,06}{0,93} + \frac{0,026}{0,18} + 0,23 + \frac{1}{12} = 0,699 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$$

Перевірка умови (1): $R_{\Sigma pr} \geq R_{q \min}$ - 0,699 < 5,0. Отже, умова не виконується.

Перевірка умови (2):

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні перекриття за формулою:

$$\tau_B = t_{вн} - \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma pr} * \alpha_B}$$

де $t_{вн}$ - температура внутрішнього повітря, °С; $t_{вн}=20^{\circ}\text{C}$;

$t_{зов}$ – температура зовнішнього повітря, °С; $t_{зов}=-22^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta T_{pr} = \frac{20 - (-22)}{0,699 * 5,9} = 10,2^{\circ}\text{C}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для перекриття над неопалюваним підвалом становить $\Delta\theta_{int-si,max}=2,0^{\circ}\text{C}$ згідно табл. 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max} \rightarrow 10,2 > 2,0$ - Отже, умова не виконується.

4.3.4.5. Перекриття над центральним входом.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 5,0 м²*К/Вт.

Таблиця 14 – Склад перекриття над центральним входом

№п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Дошата підлога (сосна)	0,037	0,18	51
2	Піщана засипка	0,04	0,58	31
3	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	$R=0,23 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	

Опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом по основному полю за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (2)$$

де h_{si} , h_{se} – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²*К), які приймають згідно з додатком Б;

R_i – тепловий опір і-го шару конструкції, м²*К/Вт;

d_i – товщина і-го шару конструкції, м;

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

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{5,9} + \frac{0,037}{0,18} + \frac{0,04}{0,58} + 0,23 + \frac{1}{23} = 0,717 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$$

Загальна площа перекриття над центральним входом $F_{\Pi} = 89,35 \text{ м}^2$.

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \sum_m (l_m \cdot \Psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)}, \quad (1)$$

де A_{Σ} – загальна площа огорожувальної конструкції, обчислена за внутрішнім виміром із додаванням площ внутрішніх укосів прорізів та відніманням площ прорізів, м^2 ;

A_i – площа i -ї термічно однорідної частини непрозорої конструкції, що не містить площ внутрішніх укосів прорізів та площ ділянок зовнішніх огорожень будівлі, які контактують з іншими теплопровідними включеннями, м^2 ;

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі i -ої термічно однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

Ψ_m – лінійний коефіцієнт теплопередачі m -го лінійного теплопровідного включення, $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$;

l_m – лінійний розмір (проекція) m -го лінійного теплопровідного включення, м ;

χ_j – точковий коефіцієнт теплопередачі j -го точкового теплопровідного включення, $\text{Вт}/\text{К}$;

N_j – загальна кількість j -их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огорожувальної конструкції без урахування площ внутрішніх укосів, шт.

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{89,35}{\frac{89,35}{0,717}} = 0,717 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Перевірка умови (1): $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}} - 0,717 < 5,0$. Отже, умова не виконується.

Перевірка умови (2):

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні перекриття за формулою:

$$\tau_{\Sigma} = t_{\text{вн}} - \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}}{R_{\Sigma \text{пр}} \cdot \alpha_{\Sigma}}$$

де $t_{\text{вн}}$ – температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{вн}} = 20^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{зов}}$ – температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{зов}} = -22^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta T_{\text{пр}} = \frac{20 - (-22)}{0,717 \cdot 5,9} = 9,9^{\circ}\text{C}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для перекриття, що межує з зовнішнім повітрям становить $\Delta \theta_{\text{int-si.max}} = 2,0^{\circ}\text{C}$ згідно табл. 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$\Delta \theta_{\text{int-si}} \leq \Delta \theta_{\text{int-si.max}} \rightarrow 9,9 > 2,0$ - Отже, умова не виконується.

4.3.4.6. Перекриття над неопалювальним підвалом та перекриттям над центральним входом – приведений опір.

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає $5,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Таблиця 15 – Склад огорожувальних конструкцій

№п/п	Тип зовнішньої непрозорої огорожувальної конструкції	Площа зовнішньої непрозорої огорожувальної конструкції, м^2	Приведений опір конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
1	Перекриття над неопалювальним підвалом Тип 1	1688,49	0,714
2	Перекриття над неопалювальним підвалом Тип 2	496,36	0,757

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

3	Перекриття над неопалювальним підвалом Тип 3	19,57	0,916
4	Перекриття над неопалювальним підвалом Тип 4	170,95	0,699
5	Перекриття переходів над проїздами	89,35	0,717

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A1 + A2 + A3 + A4 + A5}{\frac{A1}{R_{\text{пр}1}} + \frac{A2}{R_{\text{пр}2}} + \frac{A3}{R_{\text{пр}3}} + \frac{A4}{R_{\text{пр}4}} + \frac{A5}{R_{\text{пр}5}}} = \frac{1688,49 + 496,36 + 19,57 + 170,95 + 89,35}{\frac{1688,49}{0,714} + \frac{496,36}{0,757} + \frac{19,57}{0,916} + \frac{170,95}{0,699} + \frac{89,35}{0,717}} = 0,723 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Перевірка умови (1): $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}} - 0,723 < 5,0$.

Отже, умова не виконується.

4.4. Тепловологісний стан огорожувальних конструкцій.

Тепловологісний стан зовнішніх огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013.

Необхідність оцінки тепловологісного стану при проектуванні зовнішніх огорожень для визначення заходів, а саме:

- запобігання можливості зволоження матеріалів огорожувальної конструкції;
- уникнення можливості конденсації водяної пари на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції;
- запобігання можливості конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції;
- забезпечення умови від'ємного або нульового річного балансу вологи в товщі огорожувальної конструкції (умови виведення за період вологовіддачі всієї вологи, що сконденсувалася за період волого накопичення).

4.4.1. Зовнішні стіни – тип 1.

Таблиця 16 – Склад стінового огороження

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м²*К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м²*год*Па)	Опір паропроникненню, (м²*год*Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Штукатурка внутрішня	0,015	0,81	0,025	0,12	0,167	66
2	Цегла керамічна повнотіла	0,51	0,81	0,63	0,11	4,64	74
3	Розчин клейовий	0,005	0,15	0,033	0,53	0,01	33
4	Плити мінераловатні Технофас Ефект 135	0,15	0,045	3,333	0,3	0,5	Протокол №78к/14
5	Розчин клейовий	0,005	0,15	0,033	0,53	0,01	33
6	Фасадна декоративна штукатурка	0,003	0,23	0,013	0,17	0,018	32

Згідно з табл. Б.2. ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{\text{в}}=20^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\phi_{\text{в}}=50\%$.

Згідно з табл. Б.1. дод.Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_{\text{в}}=2340 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 20°C ;

$E_{\text{з}}=372 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\phi_{\text{з}}=85\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$e_B = 0,01 \cdot \varphi_B \cdot E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2340 = 1170,0 \text{ Па};$$

$$e_3 = 0,01 \cdot \varphi_3 \cdot E_3 = 0,01 \cdot 85 \cdot 372 = 316,2 \text{ Па}.$$

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, °C, по товщині конструкції за формулою:

$$t(x) = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_\Sigma} \cdot \left(\frac{1}{\alpha_B} + R_x \right)$$

де t_B – внутрішня температура приміщення, °C;

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, °C, як середня місячна температура повітря, °C;

R_Σ – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), м²·K/Вт;

α_B – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/м²·K, приймаємо згідно додатку Б ДСТУ 9191:2022;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, м²·K/Вт.

Умова (1) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $\Delta w \leq \Delta w_d$

де Δw – збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи за холодний період року, % за масою;

Δw_d – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого може відбуватися конденсація вологи, % за масою.

Умова (2) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $W_{зп} \leq W_{лп}$

де $W_{зп}$ – кількість накопиченої в товщі огорожувальної конструкції вологи, що сконденсувалася за період волого накопичення року, кг/м².

$W_{лп}$ – кількість вологи, що випаровується з огорожувальної конструкції за період вологовіддачі року, кг/м².

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, °C, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{4,226} \cdot \left(\frac{1}{8,7} \right) = 19,3 \text{ °C}$$

$$t(2) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{4,226} \cdot \left(\frac{1}{8,7} + 0,025 \right) = 19,1 \text{ °C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{4,226} \cdot \left(\frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,63 \right) = 15,3 \text{ °C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{4,226} \cdot \left(\frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,63 + 0,033 \right) = 15,1 \text{ °C}$$

$$t(5) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{4,226} \cdot \left(\frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,63 + 0,033 + 3,333 \right) = -5,3 \text{ °C}$$

$$t(6) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{4,226} \cdot \left(\frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,63 + 0,033 + 3,333 + 0,033 \right) = -5,6 \text{ °C}$$

$$t(7) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{4,226} \cdot \left(\frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,63 + 0,033 + 3,333 + 0,033 + 0,013 \right) = -5,63 \text{ °C}$$

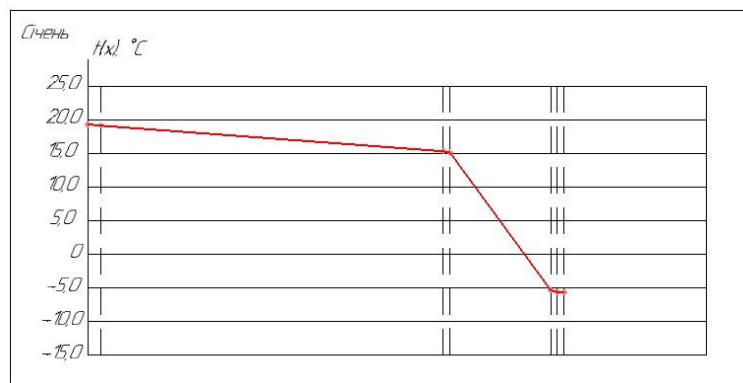


Рис. 3. – Розподіл температур у товщі зовнішньої стіни – тип 1 (січень)

У масштабі опорів паропроникненню будуюмо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

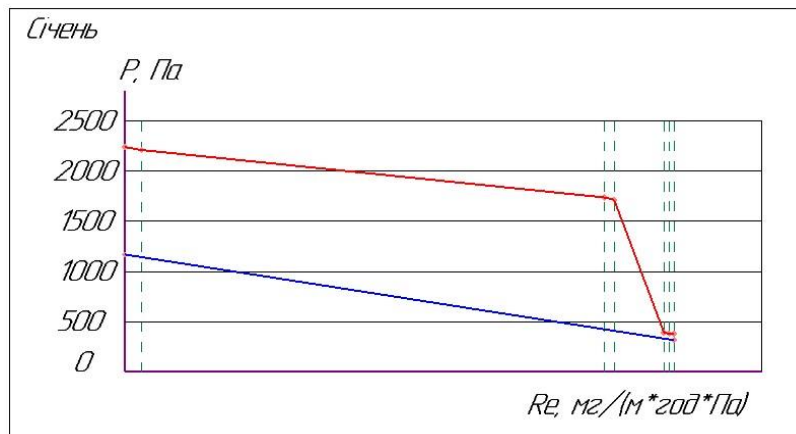


Рис. 4. – Розподіл парціальних тисків у товщі зовнішньої стіни – тип 1 (січень)

Оскільки лінії Е та е не перетинаються, то конденсація водяної пари в товщі огорожувальної конструкції відсутня і умови (1) та (2) слід вважати виконаними.

Виконуючи подібні розрахунки для інших місяців періоду вологонакопичення, отримаємо значення кількості вологи, що сконденсувалася в товщі зовнішньої стіни. Але так як лінії Е та е не перетинаються, конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції не відбувається. Отже, умови (1) та (2) слід вважати виконаними.

4.4.1. Зовнішні стіни – тип 2.

Таблиця 17 – Склад стінового огородження

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м²*К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м²*год*Па)	Опір паропроникненню, (м²*год*Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Штукатурка внутрішня	0,015	0,81	0,025	0,12	0,167	66
2	Цегла керамічна повнотіла	0,51	0,81	0,63	0,11	4,64	74
3	Розчин клейовий	0,005	0,15	0,033	0,53	0,01	33
4	Плити мінераловатні Технофас Ефект 135	0,1	0,045	3,333	0,3	0,333	Протокол №78к/14
5	Розчин клейовий	0,005	0,15	0,033	0,53	0,01	33
6	Фасадна декоративна штукатурка	0,003	0,23	0,013	0,17	0,018	32

Згідно з табл. Б.2. ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\varphi_{в}=50\%$.

Згідно з табл. Б.1. дод.Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_{в}=2340$ Па – при температурі внутрішнього повітря 20°C ;

$E_{з}=372$ Па – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\varphi_{з}=85\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_{в}=0,01*\varphi_{в}*E_{в}=0,01*50*2340=1170,0$ Па;

$e_{з}=0,01*\varphi_{з}*E_{з}=0,01*85*372=316,2$ Па.

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за формулою:

$$t(x) = t_{в} - \frac{t_{в} - t_{з}}{R_{\Sigma}} * \left(\frac{1}{\alpha_{в}} + R_x \right)$$

де $t_{в}$ – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

t_z – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$;

R_{Σ} – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$;

$\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$, приймаємо згідно додатку Б ДСТУ 9191:2022;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

Умова (1) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $\Delta w \leq \Delta w_{\text{д}}$

де Δw – збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи за холодний період року, % за масою;

$\Delta w_{\text{д}}$ – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого може відбуватися конденсація вологи, % за масою.

Умова (2) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $W_{\text{зп}} \leq W_{\text{лп}}$

де $W_{\text{зп}}$ – кількість накопиченої в товщі огорожувальної конструкції вологи, що сконденсувалася за період волого накопичення року, $\text{кг}/\text{м}^2$.

$W_{\text{лп}}$ – кількість вологи, що випаровується з огорожувальної конструкції за період вологовіддачі року, $\text{кг}/\text{м}^2$.

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{3,115} * \left(\frac{1}{8,7}\right) = 19,0^{\circ}\text{C}$$

$$t(2) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{3,115} * \left(\frac{1}{8,7} + 0,025\right) = 18,8^{\circ}\text{C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{3,115} * \left(\frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,63\right) = 13,6^{\circ}\text{C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{3,115} * \left(\frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,63 + 0,033\right) = 13,3^{\circ}\text{C}$$

$$t(5) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{3,115} * \left(\frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,63 + 0,033 + 2,222\right) = -5,2^{\circ}\text{C}$$

$$t(6) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{3,115} * \left(\frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,63 + 0,033 + 2,222 + 0,033\right) = -5,4^{\circ}\text{C}$$

$$t(7) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{3,115} * \left(\frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,63 + 0,033 + 2,222 + 0,033 + 0,013\right) = -5,54^{\circ}\text{C}$$

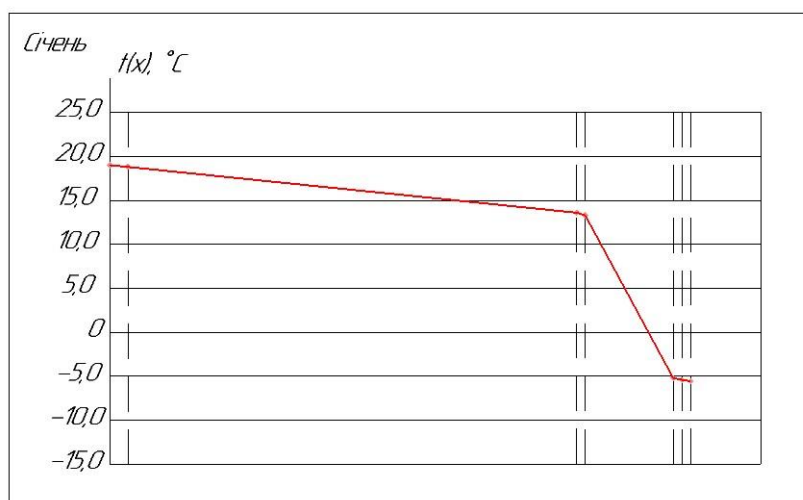


Рис. 5. – Розподіл температур у товщі зовнішньої стіни – тип 2 (січень)

У масштабі опорів паропроникненню будуюмо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

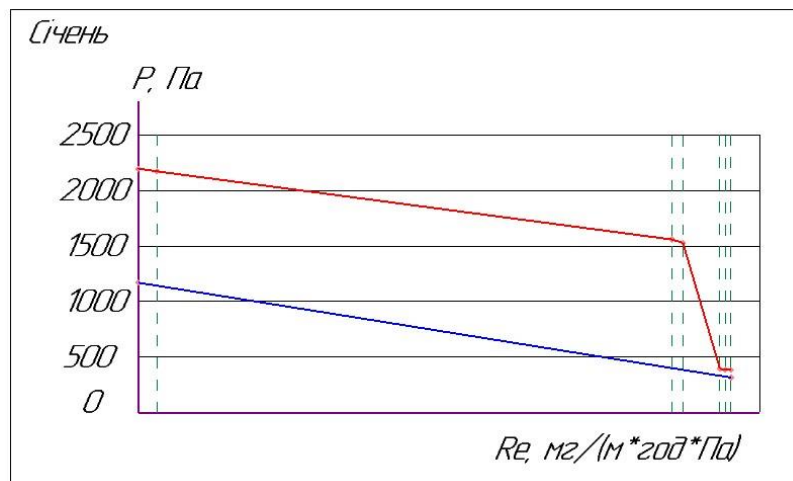


Рис. 6. – Розподіл парціальних тисків у товщі зовнішньої стіни – тип 2 (січень)

Оскільки лінії Е та е не перетинаються, то конденсація водяної пари в товщі огорожувальної конструкції відсутня і умови (1) та (2) слід вважати виконаними.

Виконуючи подібні розрахунки для інших місяців періоду вологонакопичення, отримаємо значення кількості вологи, що сконденсувалася в товщі зовнішньої стіни. Але так як лінії Е та е не перетинаються, конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції не відбувається. Отже, умови (1) та (2) слід вважати виконаними.

4.4.2. Суміщене покриття.

4.4.2.1. Суміщене покриття приміщень третього поверху – Тип 1.

Таблиця 18 – Склад суміщеного покриття приміщень третього поверху

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м²*К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м²*год*Па)	Опір паро проникненню, (м²*год*Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	-	0,23	0,03	7,33	
2	1 шар руберойду	0,003	0,17	0,018	0,001	3,0	83
3	Керамзитовий гравій $\rho=600$ кг/м³ по нахилу	0,22	0,19	1,158	0,23	0,957	28
4	Стяжка з цементно-піщаного розчину	0,03	0,93	0,032	0,09	0,33	68
5	Гідроізоляція – 4 шари наплавленого руберойду	0,012	0,17	0,071	0,001	12,0	83

Згідно з табл. Б.2. ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\phi_{в}=50\%$.

Згідно з табл. Б.1. дод. Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_{в}=2340$ Па – при температурі внутрішнього повітря 20°C ;

$E_{з}=372$ Па – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\phi_{з}=85\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_{в}=0,01*\phi_{в}*E_{в}=0,01*50*2340=1170,0$ Па;

$e_{з}=0,01*\phi_{з}*E_{з}=0,01*85*372=316,2$ Па.

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за формулою:

$$t(x) = t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{R_{\Sigma}} * \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_x \right)$$

де $t_{\text{в}}$ – внутрішня температура приміщення, °C;

$t_{\text{з}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, °C, як середня місячна температура повітря, °C;

R_{Σ} – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), м²*К/Вт;

$\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/м²*К, приймаємо згідно додатку Б ДСТУ 9191:2022;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, м²*К/Вт.

Умова (1) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $\Delta w \leq \Delta w_{\text{д}}$

де Δw – збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація води за холодний період року, % за масою;

$\Delta w_{\text{д}}$ – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого може відбуватися конденсація води, % за масою.

Умова (2) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $W_{\text{зп}} \leq W_{\text{лп}}$

де $W_{\text{зп}}$ – кількість накопиченої в товщі огорожувальної конструкції води, що сконденсувалася за період волого накопичення року, кг/м².

$W_{\text{лп}}$ – кількість води, що випаровується з огорожувальної конструкції за період вологовіддачі року, кг/м².

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, °C, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{1,652} * \left(\frac{1}{10} \right) = 18,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t(2) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{1,652} * \left(\frac{1}{10} + 0,23 \right) = 14,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{1,652} * \left(\frac{1}{10} + 0,23 + 0,018 \right) = 14,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{1,652} * \left(\frac{1}{10} + 0,23 + 0,018 + 1,158 \right) = -3,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t(5) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{1,652} * \left(\frac{1}{10} + 0,23 + 0,018 + 1,158 + 0,032 \right) = -4,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t(6) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{1,652} * \left(\frac{1}{10} + 0,23 + 0,018 + 1,158 + 0,032 + 0,071 \right) = -5,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

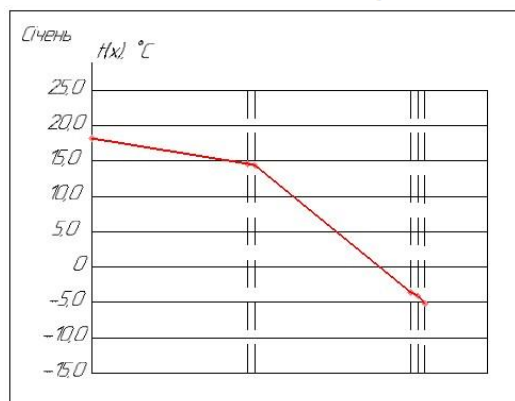


Рис. 7. – Розподіл температур у товщі суміщеного покриття (січень)

У масштабі опорів паро проникненню будуюмо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

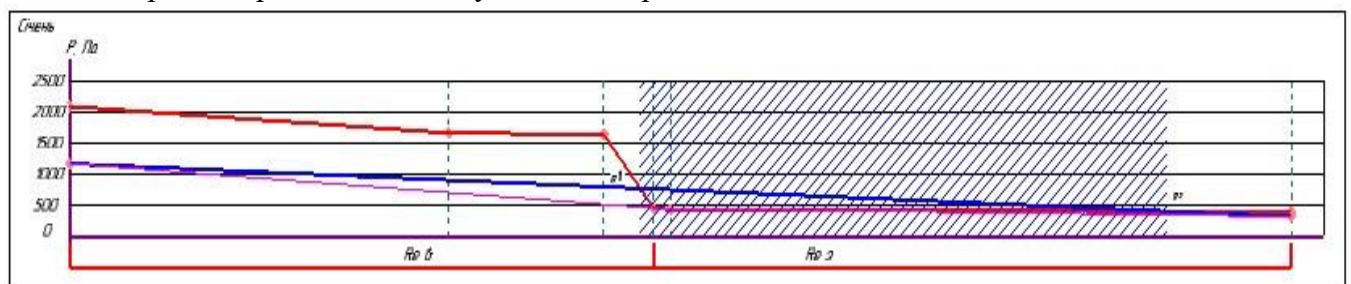


Рис. 8. – Розподіл парціальних тисків у товщі суміщеного покриття (січень)

Оскільки лінії Е та е перетинаються, що свідчить про конденсацію вологи в товщі огорожувальної конструкції, будується лінія розрахункового тиску водяної пари e_p . Лінія e_p будується, проводячи дотичні до точок на поверхнях конструкцій, що відповідають значенням парціального тиску внутрішнього та зовнішнього повітря до лінії розподілу насиченої водяної пари Е.

За розподілом парціальних тисків згідно малюнку видно, що конденсація відбувається в утеплювачі з мінеральної вати (частково).

Кількість водяної пари i_b , мг/(м²*год), що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_b = (e_b - p_k) / R_{св} = (1170 - 433) / 11,62 = 63,425 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}.$$

Кількість водяної пари i_3 , мг/(м²*год), що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_3 = (p_k - e_3) / R_{сз} = (433 - 316,2) / 12,0 = 9,733 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}.$$

Кількість вологи W, кг/м², що конденсується в конструкції за січень:

$$W = \tau * (i_b - i_3) * 10^{-6} = 744 * (63,425 - 9,733) * 10^{-6} = 0,0399 \text{ кг/м}^2.$$

Аналогічно проводяться розрахунки для інших місяців періоду волого накопичення та отримуємо значення кількості вологи, що сконденсувалася в огорожувальній конструкції кожного місяця та за весь період волого накопичення.

Проводимо розрахунок для першого місяця періоду вологовіддачі – квітня. Аналогічно визначаємо парціальні тиски насиченої водяної пари Е:

$E_b = 2340$ Па – при температурі внутрішнього повітря 20 °С;

$E_3 = 1073$ Па – при температурі зовнішнього повітря +8,0 °С (в квітні).

$\phi_3 = 71\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в квітні).

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, °С, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20-8}{1,652} * \left(\frac{1}{10}\right) = 19,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(2) = 20 - \frac{20-8}{1,652} * \left(\frac{1}{10} + 0,23\right) = 17,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20-8}{1,652} * \left(\frac{1}{10} + 0,23 + 0,018\right) = 17,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20-8}{1,652} * \left(\frac{1}{10} + 0,23 + 0,018 + 1,158\right) = 9,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(5) = 20 - \frac{20-8}{1,652} * \left(\frac{1}{10} + 0,23 + 0,018 + 1,158 + 0,032\right) = 8,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(6) = 20 - \frac{20-8}{1,652} * \left(\frac{1}{10} + 0,23 + 0,018 + 1,158 + 0,032 + 0,071\right) = 8,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

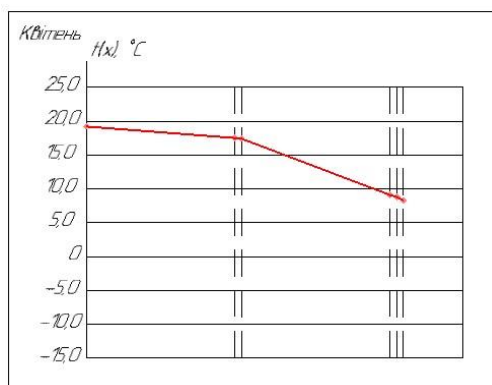


Рис.9. – Розподіл температур у товщі суміщеного покриття (квітень)

У масштабі опорів паро проникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

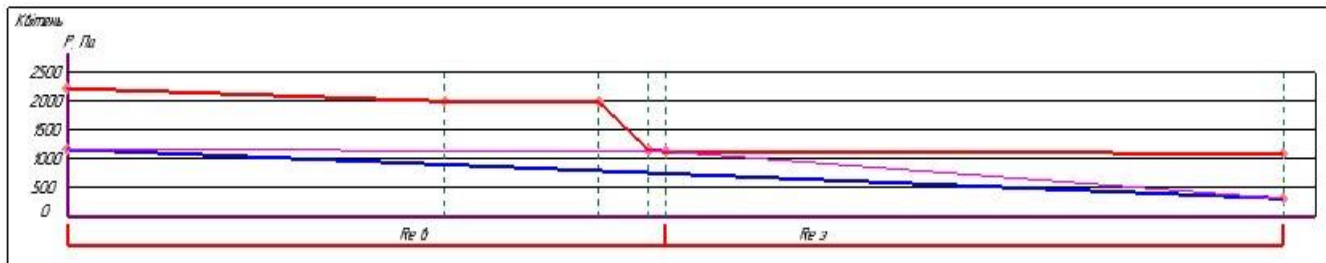


Рис. 10 – Розподіл парціальних тисків у товщі суміщеного покриття (квітень)

За розподілом парціальних тисків згідно малюнку видно, що волога, яка сконденсувалась за період волого накопичення, випаровуватиметься лише назовні.

Кількість водяної пари i_v , що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:
 $i_v = 0 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

Кількість водяної пари i_z , що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_z = (p_k - e_z) / R_{e3} = (1133 - 761,8) / 12,0 = 30,931 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість вологи W , $\text{кг}/\text{м}^2$, що випаровується з зони конденсації з конструкції за квітень:

$$W = \tau \cdot (i_v + i_z) \cdot 10^{-6} = 720 \cdot (0 + 30,931) \cdot 10^{-6} = 0,0223 \text{ кг}/\text{м}^2.$$

Для визначення річного балансу конденсації та випаровування водяної пари в конструкції суміщеного покриття проведемо розрахунки для всіх місяців року та результати представимо для зручності в табличній формі.

Таблиця 19 – річний баланс вологи в товщі суміщеного покриття.

Місяць року	Кількість вологи, що сконденсувалася в огорожувальній конструкції, $\text{кг}/\text{м}^2$		Кількість вологи, що випарувалася із зони конденсації, $\text{кг}/\text{м}^2$	
Січень	0,0399		-	
Лютий	0,0332		-	
Березень	0,0202		-	
Квітень	-		0,0223	
Травень	-		0,0660	
Червень	-		0,0904	
Липень	-		0,1081	
Серпень	-		0,0945	
Вересень	-		0,0463	
Жовтень	-		0,0080	
Листопад	0,0202		-	
Грудень	0,0340		-	
	W _{зп}	0,1476	W _{лп}	0,4355

За проведеними розрахунками встановлено, що в даній конструкції суміщеного покриття процес конденсації водяної пари відбувається протягом січня, лютого, березня, листопада та грудня.

В інші місяці року відбувається випаровування вологи, що сконденсувалася. При цьому встановлено, що за перші три місяці після закінчення процесів конденсації (квітень, травень, червень) випарується вся волога, що накопичилася в конструкції.

$$W_{зп} \leq W_{лп} \quad 0,1476 \leq 0,1786 \quad \text{Отже умова (2) виконується.}$$

Для виробів теплоізоляційних (керамзитовий гравій) допустиме значення збільшення вологості $\Delta w_d = 3,0\%$ згідно табл. 5 ДБН В.2.6-31:2021.

$$\Delta w = (W_{зп} / (b_k \cdot \rho_k)) \cdot 100\% = (0,1476 / (0,22 \cdot 600)) \cdot 100\% = 0,11\%.$$

$$\text{Умова (1)} \quad \Delta w \leq \Delta w_d \quad 0,11\% \leq 3,0\% \quad \text{виконується.}$$

4.4.2.2. Суміщене покриття – zenітні ліхтарі – Тип 2.

Таблиця 20 – Склад суміщеного покриття

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м²*К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м²*год*Па)	Опір паро проникненню, (м²*год*Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Лист азбестоцементний плаский	0,01	0,41	0,024	0,03	0,333	80
2	Плита мінераловатна існуюча жорстка на бітумній мастиці	0,18	0,048	3,75	0,47	0,383	1
3	Деревина (сосна)	0,032	0,18	0,178	0,06	0,533	51
4	Плити мінераловатні теплоізоляційні «Izovat 50»	0,15	0,04	3,75	0,52	0,288	Протокол №106-17/20
5	Супердифузійна мембрана ПВХ	0,003	0,23	0,013	0,001	3,0	84
6	Профнастил металевий ПК45	0,0065	58	0,0001	0	0	89

Згідно з табл. Б.2. ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\phi_{в}=50\%$.

Згідно з табл. Б.1. дод.Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_{в}=2340$ Па – при температурі внутрішнього повітря 20°C ;

$E_{з}=372$ Па – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\phi_{з}=85\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_{в}=0,01*\phi_{в}*E_{в}=0,01*50*2340=1170$ Па;

$e_{з}=0,01*\phi_{з}*E_{з}=0,01*85*372=316,2$ Па.

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за формулою:

$$t(x) = t_{в} - \frac{t_{в} - t_{з}}{R_{\Sigma}} * \left(\frac{1}{\alpha_{в}} + R_x \right)$$

де $t_{в}$ – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{з}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$;

R_{Σ} - опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$;

$\alpha_{в}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$, приймаємо згідно додатку Б ДСТУ 9191:2013;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

Умова (1) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $\Delta w \leq \Delta w_{\text{д}}$

де Δw – збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи за холодний період року, % за масою;

$\Delta w_{\text{д}}$ – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого може відбуватися конденсація вологи, % за масою.

Умова (2) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $W_{\text{зп}} \leq W_{\text{лп}}$

де $W_{\text{зп}}$ – кількість накопиченої в товщі огорожувальної конструкції вологи, що сконденсувалася за період волого накопичення року, $\text{кг}/\text{м}^2$.

$W_{\text{лп}}$ – кількість вологи, що випаровується з огорожувальної конструкції за період вологовіддачі року, $\text{кг}/\text{м}^2$.

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, °C, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{7,86} * \left(\frac{1}{9,9}\right) = 19,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(2) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{7,86} * \left(\frac{1}{9,9} + 0,024\right) = 19,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{7,86} * \left(\frac{1}{9,9} + 0,024 + 3,75\right) = 7,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{7,86} * \left(\frac{1}{9,9} + 0,024 + 3,75 + 3,75\right) = -5,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(5) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{7,86} * \left(\frac{1}{9,9} + 0,024 + 3,75 + 3,75 + 0,013\right) = -5,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(6) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{7,86} * \left(\frac{1}{9,9} + 0,024 + 3,75 + 3,75 + 0,013 + 0,178\right) = -5,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(7) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{7,86} * \left(\frac{1}{9,9} + 0,024 + 3,75 + 3,75 + 0,013 + 0,178 + 0\right) = -5,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

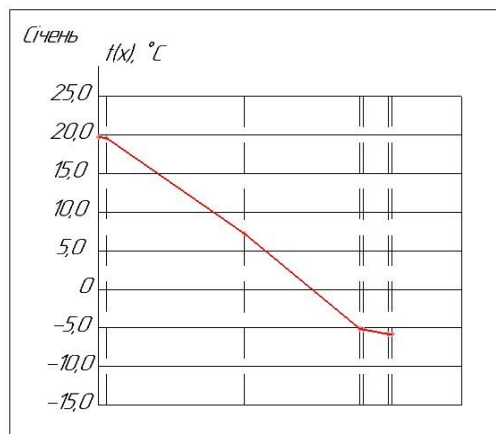


Рис. 11. – Розподіл температур у товщі суміщеного покриття – zenітні ліхтарі (січень)

У масштабі опорів паро проникненню будуюмо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

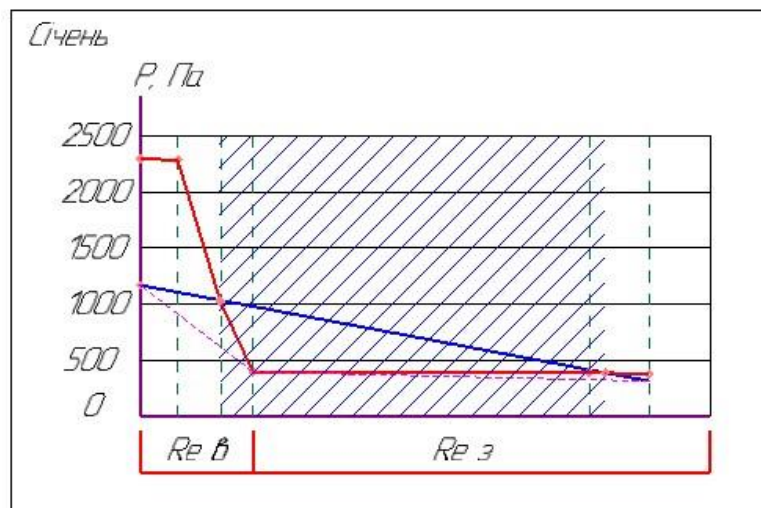


Рис. 12. – Розподіл парціальних тисків у товщі суміщеного покриття – zenітні ліхтарі (січень)

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

За розподілом парціальних тисків згідно малюнку видно, що конденсація відбувається в утеплювачі з мінеральної вати (частково).

Кількість водяної пари i_v , мг/(м²*год), що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_b = (e_b - p_k) / R_{ev} = (1170 - 398) / 1,004 = 768,824 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість водяної пари i_3 , $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_3 = (p_k - e_3) / R_{e3} = (398 - 316,2) / 4,076 = 20,069 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість вологи W , $\text{кг}/\text{м}^2$, що конденсується в конструкції за січень:

$$W = \tau \cdot (i_b - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 \cdot (768,824 - 20,069) \cdot 10^{-6} = 0,5571 \text{ кг}/\text{м}^2.$$

Аналогічно проводяться розрахунки для інших місяців періоду волого накопичення та отримуємо значення кількості вологи, що сконденсувалася в огорджувальній конструкції кожного місяця та за весь період волого накопичення.

Проводимо розрахунок для першого місяця періоду вологовіддачі – квітня. Аналогічно визначаємо парціальні тиски насиченої водяної пари E :

$E_b = 2340 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 20°C ;

$E_3 = 1073 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $+8,0^\circ\text{C}$ (в квітні).

$\phi_3 = 71\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в квітні).

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^\circ\text{C}$, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20-8}{7,86} \cdot \left(\frac{1}{9,9}\right) = 19,8^\circ\text{C}$$

$$t(2) = 20 - \frac{20-8}{7,86} \cdot \left(\frac{1}{9,9} + 0,024\right) = 19,8^\circ\text{C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20-8}{7,86} \cdot \left(\frac{1}{9,9} + 0,024 + 3,75\right) = 14,1^\circ\text{C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20-8}{7,86} \cdot \left(\frac{1}{9,9} + 0,024 + 3,75 + 3,75\right) = 8,4^\circ\text{C}$$

$$t(5) = 20 - \frac{20-8}{7,86} \cdot \left(\frac{1}{9,9} + 0,024 + 3,75 + 3,75 + 0,013\right) = 8,3^\circ\text{C}$$

$$t(6) = 20 - \frac{20-8}{7,86} \cdot \left(\frac{1}{9,9} + 0,024 + 3,75 + 3,75 + 0,013 + 0,178\right) = 8,1^\circ\text{C}$$

$$t(7) = 20 - \frac{20-8}{7,86} \cdot \left(\frac{1}{9,9} + 0,024 + 3,75 + 3,75 + 0,013 + 0,178 + 0\right) = 8,1^\circ\text{C}$$

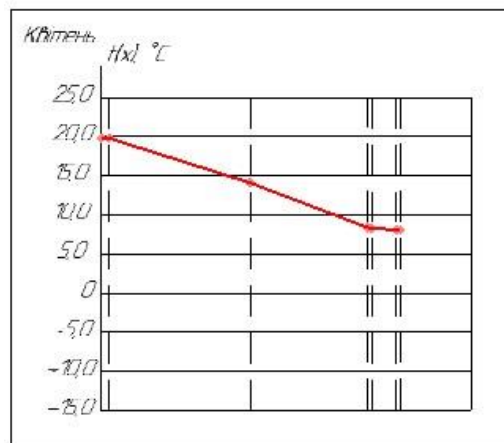


Рис. 13 – Розподіл температур у товщі суміщеного покриття – зоні ліхтарі (квітень)

У масштабі опорів паро проникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

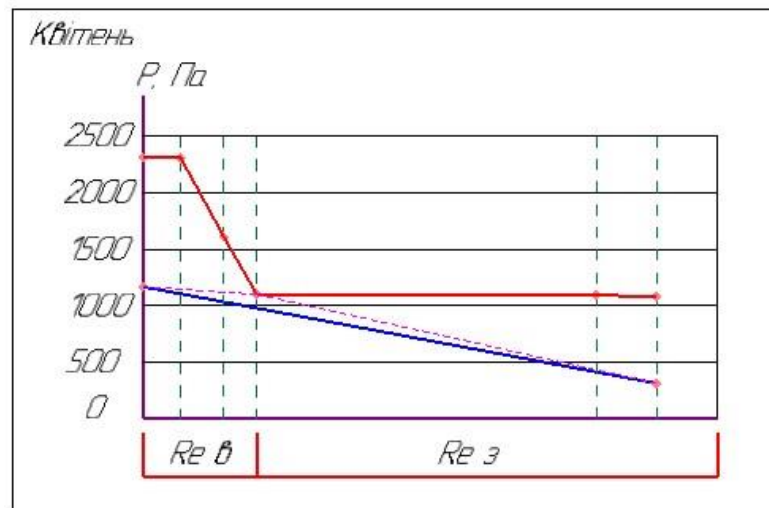


Рис. 14 – Розподіл парціальних тисків у товщі суміщеного покриття – zenітні ліхтарі (квітень)
За розподілом парціальних тисків згідно малюнку видно, що волога, яка сконденсувалася за період волого накопичення, випаровуватиметься лише назовні.

Кількість водяної пари i_v , що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:
 $i_v = 0 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}.$

Кількість водяної пари i_z , що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_z = (p_k - e_z) / R_{e3} = (1103 - 761,8) / 4,076 = 83,702 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}.$$

Кількість вологи W , кг/м^2 , що випаровується з зони конденсації з конструкції за квітень:

$$W = \tau \cdot (i_v + i_z) \cdot 10^{-6} = 720 \cdot (0 + 83,702) \cdot 10^{-6} = 0,0603 \text{ кг/м}^2.$$

Для визначення річного балансу конденсації та випаровування водяної пари в конструкції суміщеного покриття проведемо розрахунки для всіх місяців року та результати представимо для зручності в табличній формі.

Таблиця 21 – річний баланс вологи в товщі суміщеного покриття.

Місяць року	Кількість вологи, що сконденсувалася в огорожувальній конструкції, кг/м^2		Кількість вологи, що випарувалася із зони конденсації, кг/м^2	
Січень	0,5571		-	
Лютий	0,4798		-	
Березень	0,3689		-	
Квітень	-		0,0603	
Травень	-		0,4681	
Червень	-		0,7200	
Липень	-		0,8971	
Серпень	-		0,7871	
Вересень	-		0,3064	
Жовтень	-		0,0378	
Листопад	0,3299		-	
Грудень	0,4933		-	
	Wзп	2,2291	Wлп	3,2768

За проведеними розрахунками встановлено, що в даній конструкції суміщеного покриття процес конденсації водяної пари відбувається протягом січня, лютого, березня, листопада та грудня.

В інші місяці року відбувається випаровування вологи, що сконденсувалася. При цьому встановлено, що за перші п'ять місяців після закінчення процесів конденсації (квітень, травень, червень, серпень, вересень) випарується вся волога, що накопичилася в конструкції.

$W_{зп} \leq W_{лп}$ $2,2291 \leq 2,9326$ Отже умова (2) виконується.

Для виробів теплоізоляційних (мінераловатні плити) допустиме значення збільшення вологості $\Delta w_d = 2,5\%$ згідно табл. 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$$\Delta w = (W_{зп} / (b_k \cdot p_k)) \cdot 100\% = (2,2291 / (0,33 \cdot 45)) \cdot 100\% = 1,5\%$$

Умова (1) $\Delta w \leq \Delta w_d$ $1,5\% \leq 2,5\%$ виконується.

4.4.3. Перекриття над неопалюваним підвалом.

4.4.3.1. . Перекриття над неопалюваним підвалом – Тип 1.

Таблиця 22 – Склад перекриття над неопалювальним підвалом – Тип 1

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м ² *К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м ² *год*Па)	Опір паропроникненню, (м ² *год*Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Бетон мозаїчний	0,02	1,86	0,011	0,03	0,667	65
2	Стяжка з цементно-піщаного розчину	0,05	0,93	0,054	0,09	0,556	68
3	Деревно-волокниста плита (ДВП) звукоізоляційна	0,03	0,18	0,167	0,02	1,500	55
4	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	-	0,23	0,03	7,330	

Згідно з табл. Б.2. ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\phi_{в}=50\%$.

Згідно з табл. Б.1. дод. Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_{в}=2340\text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 20°C ;

$E_{з}=372\text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\phi_{з}=85\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_{в}=0,01*\phi_{в}*E_{в}=0,01*50*2340=1170\text{ Па}$;

$e_{з}=0,01*\phi_{з}*E_{з}=0,01*85*372=316,2\text{ Па}$.

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за формулою:

$$t(x) = t_{в} - \frac{t_{в} - t_{з}}{R_{\Sigma}} * \left(\frac{1}{\alpha_{в}} + R_x \right)$$

де $t_{в}$ – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{з}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$;

R_{Σ} - опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), м²*К/Вт;

$\alpha_{в}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/м²*К, приймаємо згідно додатку Б ДСТУ 9191:2022;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, м²*К/Вт.

Умова (1) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $\Delta w \leq \Delta w_{д}$

де Δw – збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи за холодний період року, % за масою;

$\Delta w_{д}$ – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого може відбуватися конденсація вологи, % за масою.

Умова (2) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $W_{зп} \leq W_{лп}$

де $W_{зп}$ – кількість накопиченої в товщі огорожувальної конструкції вологи, що сконденсувалася за період волого накопичення року, кг/м².

$W_{лп}$ – кількість вологи, що випаровується з огорожувальної конструкції за період вологовіддачі року, кг/м².

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,714} * \left(\frac{1}{5,9} \right) = 13,9^{\circ}\text{C}$$

$$t(2) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,714} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,011 \right) = 13,5^{\circ}\text{C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,714} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,011 + 0,054 \right) = 11,5^{\circ}\text{C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,714} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,011 + 0,054 + 0,167 \right) = 5,5^{\circ}\text{C}$$

$$t(5) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,714} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,011 + 0,054 + 0,167 + 0,23 \right) = -2,9^{\circ}\text{C}$$

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

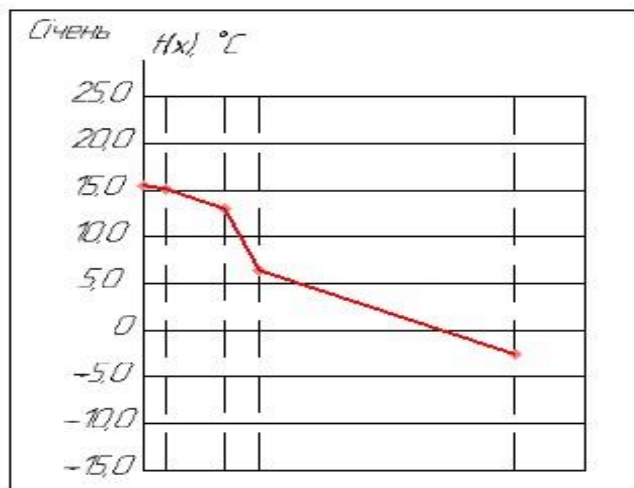


Рис.15 – Розподіл температур у товщі підвального перекриття (січень)

У масштабі опорів паро проникненню будуємо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

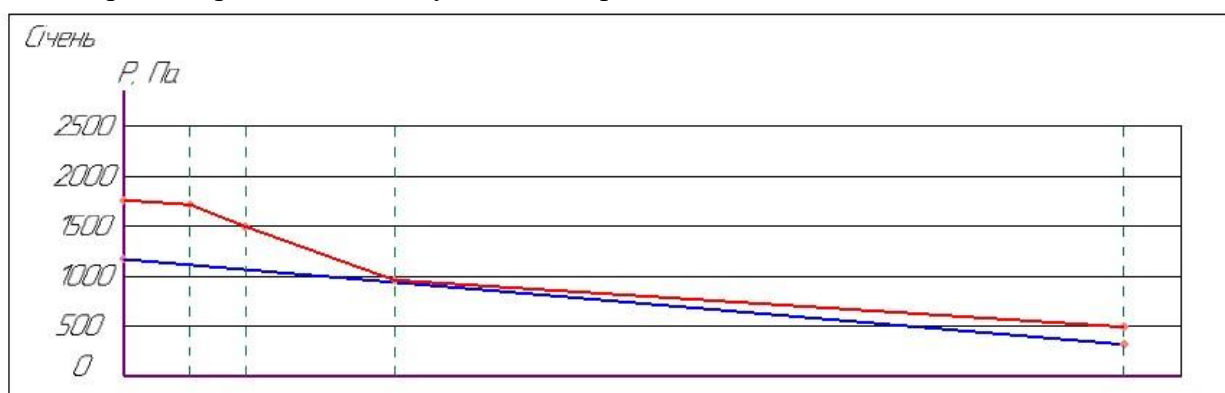


Рис. 16 – Розподіл парціальних тисків у товщі підвального перекриття (січень)

Оскільки лінії Е та е не перетинаються, то конденсація водяної пари в товщі огорожувальної конструкції відсутня і умови (1) та (2) слід вважати виконаними.

Виконуючи подібні розрахунки для інших місяців періоду вологонакопичення, отримаємо значення кількості вологи, що сконденсувалася в товщі зовнішньої стіни. Але так як лінії Е та е не перетинаються, конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції не відбувається. Отже, умови (1) та (2) слід вважати виконаними.

4.4.3.2. Перекриття над неопалюваним підвалом – Тип 2.

Таблиця 23 – Склад перекриття над неопалювальним підвалом – Тип 2

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м ² *К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м ² *год*Па)	Опір паро проникненню, (м ² *год*Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Дошка (сосна)	0,037	0,18	0,206	0,06	0,617	51
2	Піщана засипка	0,04	0,58	0,069	0,17	0,235	31
3	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	-	0,23	0,03	7,333	

Згідно з табл. Б.2. ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{вн}=20^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\phi_{вн}=50\%$.

Згідно з табл. Б.1. дод. Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_v = 2340$ Па – при температурі внутрішнього повітря 20°C ;

$e_z = 372$ Па – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^\circ\text{C}$ (в січні).

$\phi_z = 85\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_v = 0,01 \cdot \phi_v \cdot E_v = 0,01 \cdot 50 \cdot 2340 = 1170$ Па;

$e_z = 0,01 \cdot \phi_z \cdot E_z = 0,01 \cdot 85 \cdot 372 = 316,2$ Па.

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^\circ\text{C}$, по товщині конструкції за формулою:

$$t(x) = t_v - \frac{t_v - t_z}{R_\Sigma} * \left(\frac{1}{\alpha_v} + R_x \right)$$

де t_v – внутрішня температура приміщення, $^\circ\text{C}$;

t_z – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$, як середня місячна температура повітря, $^\circ\text{C}$;

R_Σ - опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$;

α_v – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $\text{Вт} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$, приймаємо згідно додатку Б ДСТУ 9191:2022;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$.

Умова (1) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $\Delta w \leq \Delta w_d$

де Δw – збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація води за холодний період року, % за масою;

Δw_d – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого може відбуватися конденсація води, % за масою.

Умова (2) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $W_{zp} \leq W_{lp}$

де W_{zp} – кількість накопиченої в товщі огорожувальної конструкції води, що сконденсувалася за період волого накопичення року, $\text{кг} / \text{m}^2$.

W_{lp} – кількість води, що випаровується з огорожувальної конструкції за період вологовіддачі року, $\text{кг} / \text{m}^2$.

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^\circ\text{C}$, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,757} * \left(\frac{1}{5,9} \right) = 14,2^\circ\text{C}$$

$$t(2) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,757} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,206 \right) = 7,2^\circ\text{C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,757} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,206 + 0,069 \right) = 4,8^\circ\text{C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,757} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,206 + 0,069 + 0,23 \right) = -3,1^\circ\text{C}$$

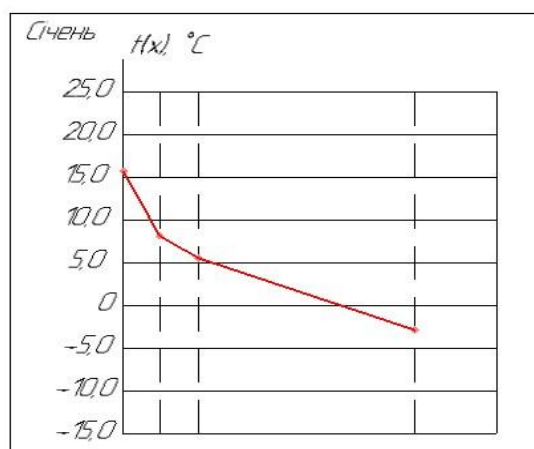


Рис.17 – Розподіл температур у товщі підвального перекриття (січень)

У масштабі опорів паро проникненню будуюмо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

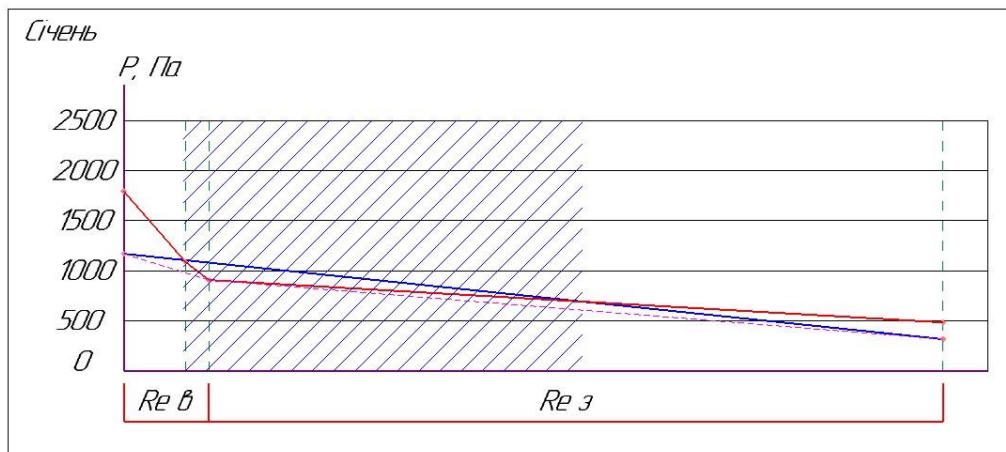


Рис. 18 – Розподіл парціальних тисків у товщі підвального перекриття (січень)

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

За розподілом парціальних тисків згідно малюнку видно, що конденсація відбувається в утеплювачі з мінеральної вати (частково).

Кількість водяної пари i_b , $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_b = (e_b - p_k) / R_{e_b} = (1170 - 907) / 0,852 = 308,685 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість водяної пари i_z , $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_z = (p_k - e_z) / R_{e_z} = (907 - 316,2) / 7,333 = 80,567 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість вологи W , $\text{кг}/\text{м}^2$, що конденсується в конструкції за січень:

$$W = \tau \cdot (i_b - i_z) \cdot 10^{-6} = 744 \cdot (308,685 - 80,567) \cdot 10^{-6} = 0,1697 \text{ кг}/\text{м}^2.$$

Аналогічно проводяться розрахунки для інших місяців періоду волого накопичення та отримуємо значення кількості вологи, що сконденсувалася в огорожувальній конструкції кожного місяця та за весь період волого накопичення.

Проводимо розрахунок для першого місяця періоду вологовіддачі – березня. Аналогічно визначаємо парціальні тиски насиченої водяної пари E :

$E_b = 2340 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 20°C ;

$E_z = 605 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $-0,1^\circ\text{C}$ (в березні).

$\phi_z = 80\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в квітні).

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^\circ\text{C}$, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20 - (-0,1)}{0,757} \cdot \left(\frac{1}{5,9} \right) = 14,2^\circ\text{C}$$

$$t(2) = 20 - \frac{20 - (-0,1)}{0,757} \cdot \left(\frac{1}{5,9} + 0,206 \right) = 7,2^\circ\text{C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20 - (-0,1)}{0,757} \cdot \left(\frac{1}{5,9} + 0,206 + 0,069 \right) = 4,8^\circ\text{C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20 - (-0,1)}{0,757} \cdot \left(\frac{1}{5,9} + 0,206 + 0,069 + 0,23 \right) = -3,1^\circ\text{C}$$

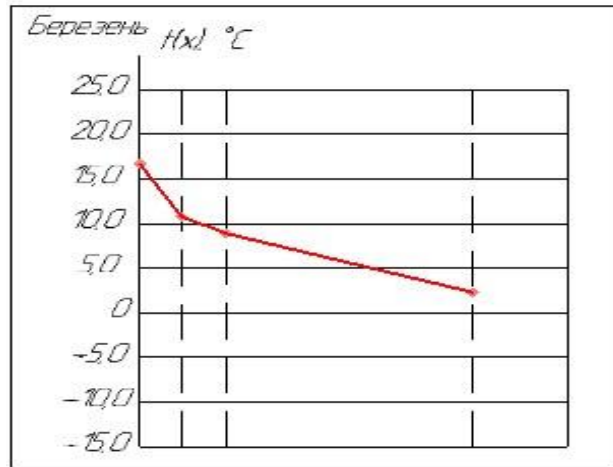


Рис. 19 – Розподіл температур у товщі суміщеного покриття – Zenitni lihtar (березень)

У масштабі опорів паро проникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

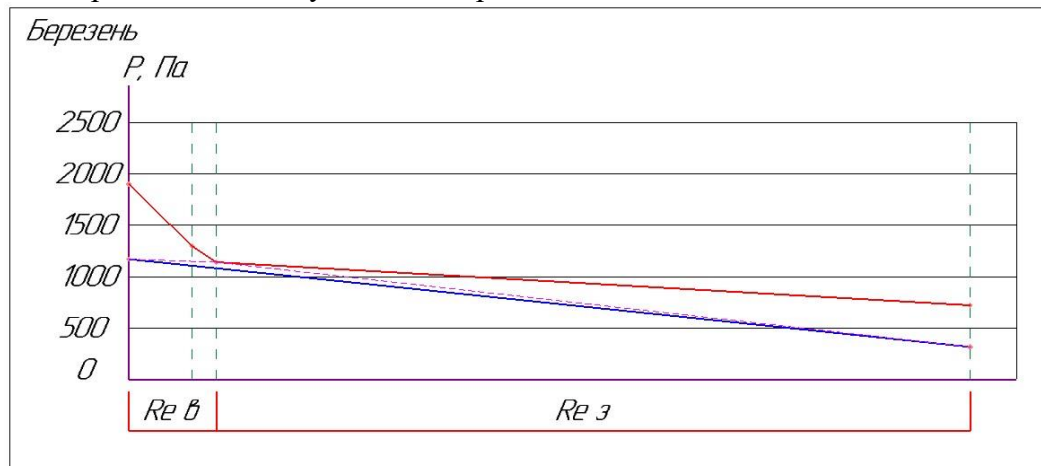


Рис. 20 – Розподіл парціальних тисків у товщі суміщеного покриття – Zenitni lihtar (березень)

За розподілом парціальних тисків згідно малюнку видно, що волога, яка сконденсувалась за період волого накопичення, випаровуватиметься лише назовні.

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

$$i_b = 0 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}.$$

Кількість водяної пари i_z , що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_z = (p_k - e_z) / R_{e3} = (1140 - 484) / 7,333 = 89,459 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}.$$

Кількість вологи W , кг/м^2 , що випаровується з зони конденсації з конструкції за квітень:

$$W = \tau \cdot (i_b + i_z) \cdot 10^{-6} = 720 \cdot (0 + 89,459) \cdot 10^{-6} = 0,0666 \text{ кг/м}^2.$$

Для визначення річного балансу конденсації та випаровування водяної пари в конструкції суміщеного покриття проведемо розрахунки для всіх місяців року та результати представимо для зручності в табличній формі.

Таблиця 24 – річний баланс вологи в товщі суміщеного покриття.

Місяць року	Кількість вологи, що сконденсувалася в огорожувальній конструкції, кг/м^2	Кількість вологи, що випарувалася із зони конденсації, кг/м^2
Січень	0,1697	-
Лютий	0,1181	-
Березень	-	0,0666
Квітень	-	0,0762
Травень	-	0,0838
Червень	-	0,0715
Липень	-	0,0689

Серпень	-	0,0677
Вересень	-	0,0672
Жовтень	-	0,0664
Листопад	-	0,0582
Грудень	0,0858	-
	W _{зп}	0,3736
	W _{лп}	0,6265

За проведеними розрахунками встановлено, що в даній конструкції суміщеного покриття процес конденсації водяної пари відбувається протягом січня, лютого, та грудня.

В інші місяці року відбувається випаровування вологи, що сконденсувалася. При цьому встановлено, що за перші шість місяців після закінчення процесів конденсації (березень, квітень, травень, червень, серпень, вересень) випарується вся волога, що накопичилася в конструкції.

$W_{зп} \leq W_{лп}$ $0,3736 \leq 0,6265$ Отже умова (2) виконується.

4.4.3.3. Перекриття над неопалюваним підвалом – Тип 3.

Таблиця 25 – Склад перекриття над неопалювальним підвалом – Тип 1

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м ² *К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м ² *год*Па)	Опір паро проникненню, (м ² *год*Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Штучний паркет дуб	0,019	0,18	0,106	0,05	0,380	53
2	Стяжка з цементно-піщаного розчину	0,03	0,93	0,032	0,09	0,333	68
3	Руберойд 1 шар	0,003	0,17	0,018	0,001	3,000	83
4	Деревно-волокниста плита (ДВП) звукоізоляційна	0,05	0,18	0,278	0,02	2,500	55
5	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	-	0,23	0,03	7,33	

Згідно з табл. Б.2. ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\phi_{в}=50\%$.

Згідно з табл. Б.1. дод. Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_{в}=2340$ Па – при температурі внутрішнього повітря 20°C ;

$E_{з}=372$ Па – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\phi_{з}=85\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_{в} = 0,01 * \phi_{в} * E_{в} = 0,01 * 50 * 2340 = 1170$ Па;

$e_{з} = 0,01 * \phi_{з} * E_{з} = 0,01 * 85 * 372 = 316,2$ Па.

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за формулою:

$$t(x) = t_{з} - \frac{t_{з} - t_{в}}{R_{\Sigma}} * \left(\frac{1}{\alpha_{з}} + R_{x} \right)$$

де $t_{в}$ – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{з}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$;

R_{Σ} - опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), м²*К/Вт;

$\alpha_{з}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/м²*К, приймаємо згідно додатку Б ДСТУ 9191:2022;

R_{x} – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, м²*К/Вт.

Умова (1) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $\Delta w \leq \Delta w_{д}$

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Δw – збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація води за холодний період року, % за масою;

Δw_d – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого може відбуватися конденсація води, % за масою.

Умова (2) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $W_{зп} \leq W_{лп}$

де $W_{зп}$ – кількість накопиченої в товщі огорожувальної конструкції води, що сконденсувалася за період волого накопичення року, кг/м^2 .

$W_{лп}$ – кількість води, що випаровується з огорожувальної конструкції за період вологовіддачі року, кг/м^2 .

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,916} * \left(\frac{1}{5,9}\right) = 15,2^{\circ}\text{C}$$

$$t(2) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,916} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,106\right) = 12,2^{\circ}\text{C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,916} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,106 + 0,032\right) = 11,3^{\circ}\text{C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,916} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,106 + 0,032 + 0,018\right) = 10,8^{\circ}\text{C}$$

$$t(5) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,916} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,106 + 0,032 + 0,018 + 0,278\right) = 3,0^{\circ}\text{C}$$

$$t(6) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,916} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,106 + 0,032 + 0,018 + 0,278 + 0,23\right) = -3,5^{\circ}\text{C}$$

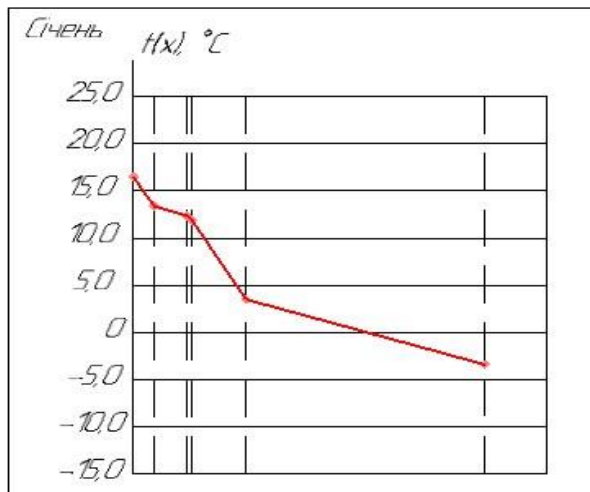


Рис. 21 – Розподіл температур у товщі підвального перекриття (січень)

У масштабі опорів паро проникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

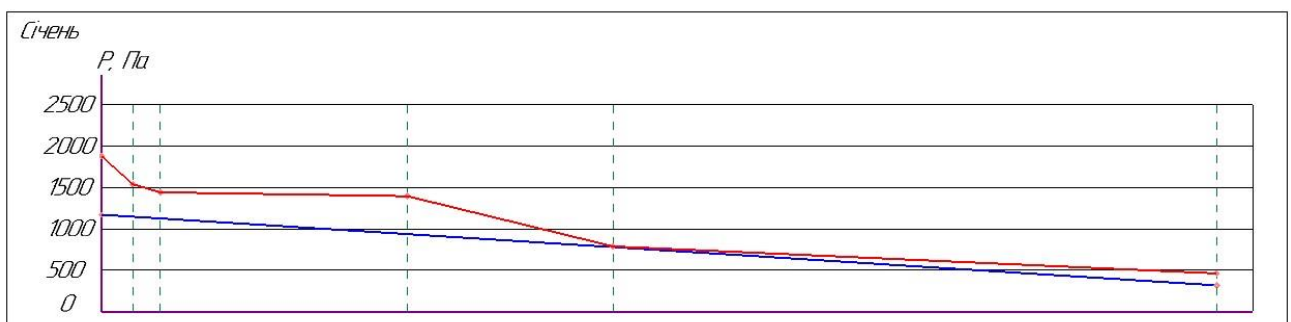


Рис. 22 – Розподіл парціальних тисків у товщі підвального перекриття (січень)

Оскільки лінії E та e не перетинаються, то конденсація водяної пари в товщі огорожувальної конструкції відсутня і умови (1) та (2) слід вважати виконаними.

Виконуючи подібні розрахунки для інших місяців періоду вологонакопичення, отримаємо значення кількості води, що сконденсувалася в товщі зовнішньої стіни. Але так як лінії E та e

не перетинаються, конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції не відбувається. Отже, умови (1) та (2) слід вважати виконаними.

4.4.3.3. Перекриття над неопалюваним підвалом – Тип 4.

Таблиця 26 – Склад перекриття над неопалювальним підвалом – Тип 4

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м ² *К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м ² *год*Па)	Опір паро проникненню, (м ² *год*Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Лінолеум утеплений	0,0025	0,33	0,008	0,002	1,25	86
2	Стяжка з цементно-піщаного розчину	0,06	0,93	0,065	0,09	0,667	68
3	Деревно-волокниста плита (ДВП) звукоізоляційна	0,026	0,18	0,144	0,02	1,30	55
4	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	-	0,23	0,03	7,33	

Згідно з табл. Б.2. ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\phi_{в}=50\%$.

Згідно з табл. Б.1. дод. Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_{в}=2340 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 20°C ;

$E_{з}=372 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\phi_{з}=85\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_{в} = 0,01 * \phi_{в} * E_{в} = 0,01 * 50 * 2340 = 1170 \text{ Па}$;

$e_{з} = 0,01 * \phi_{з} * E_{з} = 0,01 * 85 * 372 = 316,2 \text{ Па}$.

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за формулою:

$$t(x) = t_{в} - \frac{t_{в} - t_{з}}{R_{\Sigma}} * \left(\frac{1}{\alpha_{в}} + R_x \right)$$

де $t_{в}$ – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{з}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$;

R_{Σ} - опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), м²*К/Вт;

$\alpha_{в}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/м²*К, приймаємо згідно додатку Б ДСТУ 9191:2022;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, м²*К/Вт.

Умова (1) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $\Delta w \leq \Delta w_{д}$

де Δw – збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи за холодний період року, % за масою;

$\Delta w_{д}$ – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого може відбуватися конденсація вологи, % за масою.

Умова (2) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $W_{зп} \leq W_{лп}$

де $W_{зп}$ – кількість накопиченої в товщі огорожувальної конструкції вологи, що сконденсувалася за період волого накопичення року, кг/м².

$W_{лп}$ – кількість вологи, що випаровується з огорожувальної конструкції за період вологовіддачі року, кг/м².

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,699} * \left(\frac{1}{5,9} \right) = 13,7^{\circ}\text{C}$$

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t(2) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,699} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,008 \right) = 13,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,699} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,008 + 0,065 \right) = 11,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,699} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,008 + 0,065 + 0,144 \right) = 5,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t(5) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,699} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,008 + 0,065 + 0,144 + 0,23 \right) = -2,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

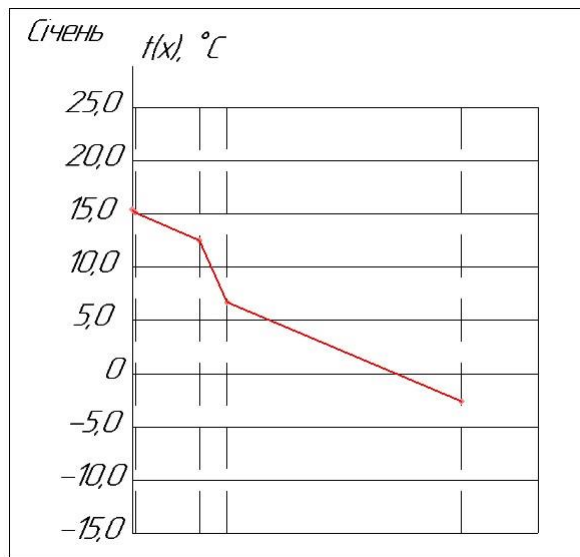


Рис.23 – Розподіл температур у товщі підвального перекриття (січень)

У масштабі опорів паро проникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

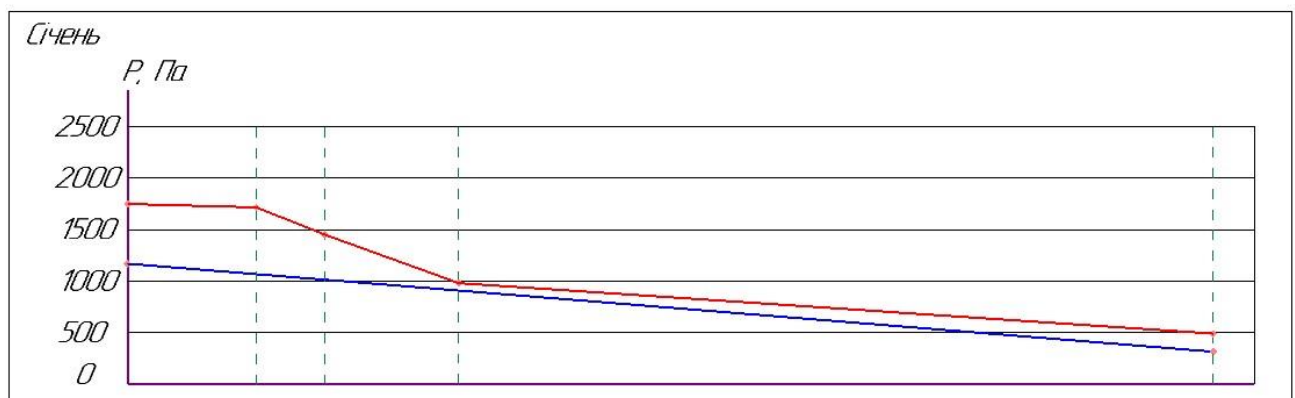


Рис. 24 – Розподіл парціальних тисків у товщі підвального перекриття (січень)

Оскільки лінії E та e не перетинаються, то конденсація водяної пари в товщі огорожувальної конструкції відсутня і умови (1) та (2) слід вважати виконаними.

Виконуючи подібні розрахунки для інших місяців періоду вологонакопичення, отримаємо значення кількості вологи, що сконденсувалася в товщі зовнішньої стіни. Але так як лінії E та e не перетинаються, конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції не відбувається. Отже, умови (1) та (2) слід вважати виконаними.

4.4.4. Перекриття над центральним входом.

Таблиця 27 – Склад перекриття над центральним входом

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м ² *К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м ² *год*Па)	Опір паро проникненню, (м ² *год*Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Дощата підлога (сосна)	0,037	0,18	0,206	0,06	0,617	51
2	Піщана засипка	0,04	0,58	0,069	0,17	0,235	31
3	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	-	0,23	0,03	7,33	

Згідно з табл. Б.2. ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\phi_{в}=50\%$.

Згідно з табл. Б.1. дод.Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_{в}=2340$ Па – при температурі внутрішнього повітря 20°C ;

$E_{з}=372$ Па – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\phi_{з}=85\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_{в} = 0,01 * \phi_{в} * E_{в} = 0,01 * 50 * 2340 = 1170$ Па;

$e_{з} = 0,01 * \phi_{з} * E_{з} = 0,01 * 85 * 372 = 316,2$ Па.

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за формулою:

$$t(x) = t_{в} - \frac{t_{в} - t_{з}}{R_{\Sigma}} * \left(\frac{1}{\alpha_{в}} + R_x \right)$$

де $t_{в}$ – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{з}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$;

R_{Σ} - опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), м²*К/Вт;

$\alpha_{в}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/м²*К, приймаємо згідно додатку Б ДСТУ 9191:2013;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, м²*К/Вт.

Умова (1) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $\Delta w \leq \Delta w_{д}$

де Δw – збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація води за холодний період року, % за масою;

$\Delta w_{д}$ – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого може відбуватися конденсація води, % за масою.

Умова (2) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 $W_{зп} \leq W_{лп}$

де $W_{зп}$ – кількість накопиченої в товщі огорожувальної конструкції води, що сконденсувалася за період волого накопичення року, кг/м².

$W_{лп}$ – кількість води, що випаровується з огорожувальної конструкції за період вологовіддачі року, кг/м².

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,717} * \left(\frac{1}{5,9} \right) = 13,9^{\circ}\text{C}$$

$$t(2) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,717} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,206 \right) = 6,5^{\circ}\text{C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,717} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,206 + 0,069 \right) = 4,0^{\circ}\text{C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20 - (-5,9)}{0,717} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,206 + 0,069 + 0,23 \right) = -4,3^{\circ}\text{C}$$

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

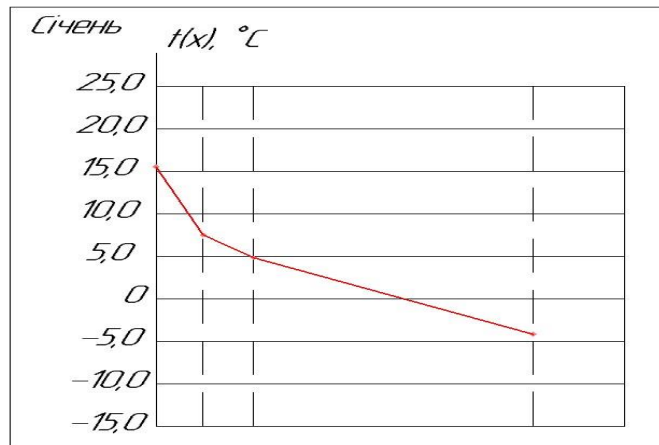


Рис.25 – Розподіл температур у товщі перекриття над центральним входом (січень)

У масштабі опорів паро проникненню будуюмо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

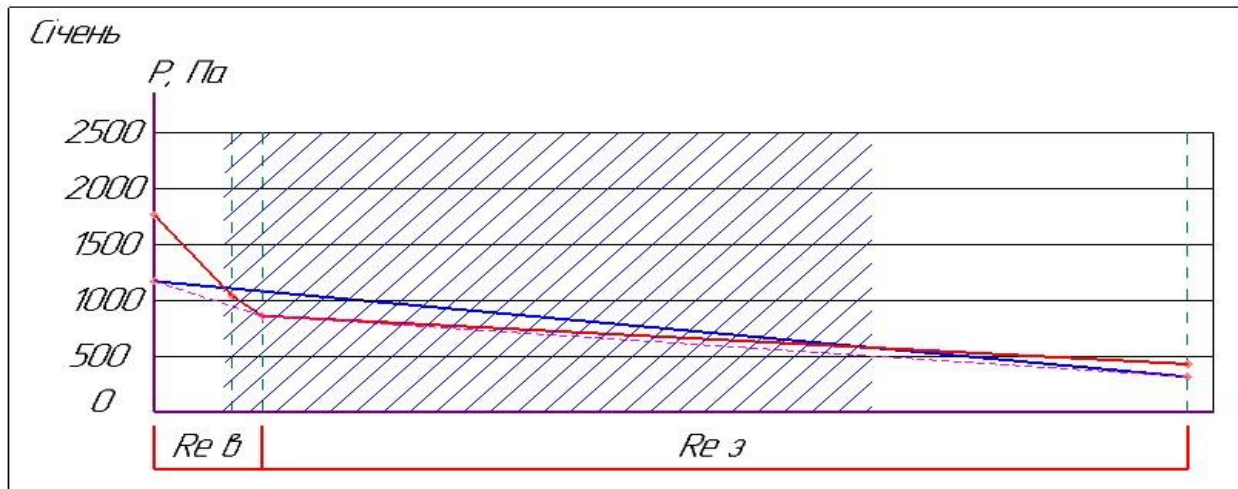


Рис. 26 – Розподіл парціальних тисків у товщі перекриття над центральним входом (січень)

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

За розподілом парціальних тисків згідно малюнку видно, що конденсація відбувається в утеплювачі з мінеральної вати (частково).

Кількість водяної пари i_v , мг/(м²*год), що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_v = (e_v - p_k) / R_{ev} = (1170 - 861) / 0,852 = 448,944 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}.$$

Кількість водяної пари i_z , мг/(м²*год), що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_z = (p_k - e_z) / R_{ez} = (861 - 316,2) / 7,333 = 74,294 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}.$$

Кількість вологи W , кг/м², що конденсується в конструкції за січень:

$$W = \tau * (i_v - i_z) * 10^{-6} = 744 * (448,944 - 74,294) * 10^{-6} = 0,2787 \text{ кг/м}^2.$$

Аналогічно проводяться розрахунки для інших місяців періоду волого накопичення та отримуємо значення кількості вологи, що сконденсувалася в огорожувальній конструкції кожного місяця та за весь період волого накопичення.

Проводимо розрахунок для першого місяця періоду вологовіддачі – квітня. Аналогічно визначаємо парціальні тиски насиченої водяної пари E :

$E_v = 2340 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 20°C ;

$E_z = 1073 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $+8,0^\circ \text{C}$ (в квітні).

$\phi_z = 71\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в квітні).

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, $^\circ \text{C}$, по товщині конструкції:

$$t(1) = 20 - \frac{20-8}{0,717} * \left(\frac{1}{5,9}\right) = 17,2^{\circ}\text{C}$$

$$t(2) = 20 - \frac{20-8}{0,717} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,206\right) = 13,7^{\circ}\text{C}$$

$$t(3) = 20 - \frac{20-8}{0,717} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,206 + 0,069\right) = 12,6^{\circ}\text{C}$$

$$t(4) = 20 - \frac{20-8}{0,717} * \left(\frac{1}{5,9} + 0,206 + 0,069 + 0,23\right) = 8,7^{\circ}\text{C}$$

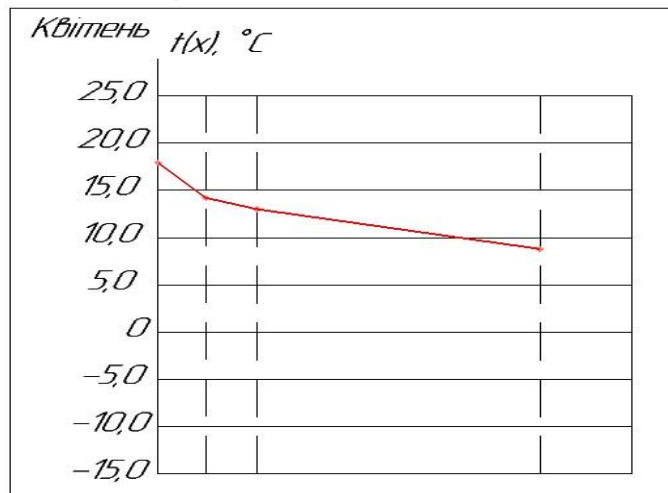


Рис.27 – Розподіл температур у товщі перекриття над центральним входом (квітень)

У масштабі опорів паро проникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

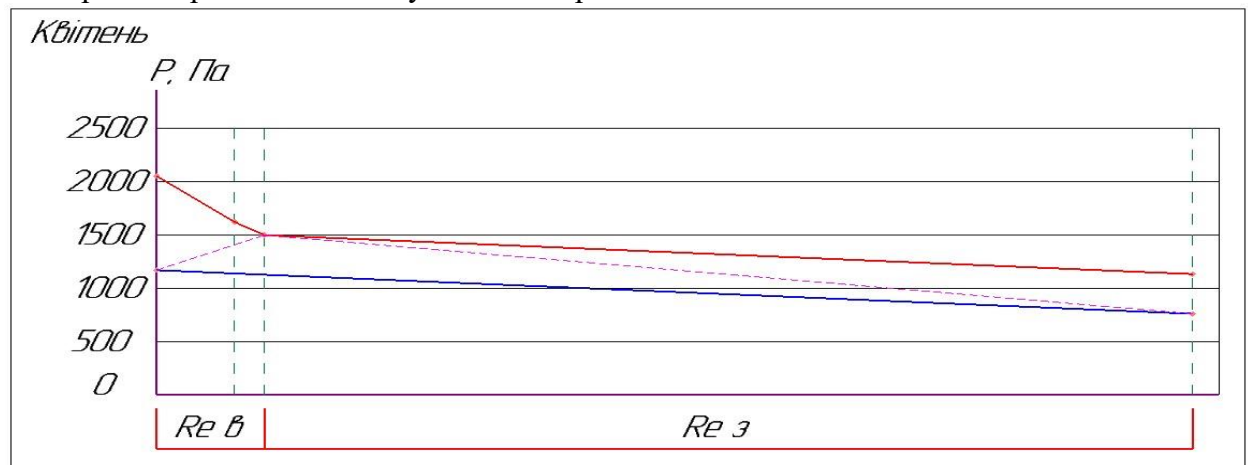


Рис. 28 – Розподіл парціальних тисків у товщі перекриття над центральним входом (квітень)

За розподілом парціальних тисків згідно малюнку видно, що волога, яка сконденсувалась за період волого накопичення, випаровуватиметься лише назовні.

Кількість водяної пари i_v , що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:
 $i_v = 0 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

Кількість водяної пари i_z , що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_z = (p_k - e_z) / R_{e_z} = (1498 - 761,8) / 7,333 = 100,391 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Кількість вологи W , $\text{кг}/\text{м}^2$, що випаровується з зони конденсації з конструкції за квітень:

$$W = \tau * (i_v + i_z) * 10^{-6} = 720 * (0 + 100,391) * 10^{-6} = 0,0723 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Для визначення річного балансу конденсації та випаровування водяної пари в конструкції суміщеного покриття проведемо розрахунки для всіх місяців року та результати представимо для зручності в табличній формі.

Таблиця 28 – річний баланс вологи в товщі перекриття над центральним входом.

Місяць року	Кількість вологи, що сконденсувалася в огорожувальній конструкції, $\text{кг}/\text{м}^2$	Кількість вологи, що випарувалася із зони конденсації, $\text{кг}/\text{м}^2$
Січень	0,2787	-

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

139/12-22 – ЕЕ.ПЗ

Арк

40

Лютий	0,2228	-
Березень	0,0745	-
Квітень	-	0,0723
Травень	-	0,6554
Червень	-	0,8320
Липень	-	0,9621
Серпень	-	0,8899
Вересень	-	0,5298
Жовтень	-	0,2261
Листопад	-	0,0529
Грудень	0,2016	-
	Wзп	0,7776
	Wлп	4,2205

За проведеними розрахунками встановлено, що в даній конструкції перекриття над центральним входом процес конденсації водяної пари відбувається протягом січня, лютого, березня та грудня.

В інші місяці року відбувається випаровування вологи, що сконденсувалася. При цьому встановлено, що за перші три місяці після закінчення процесів конденсації (квітень, травень, червень) випарується вся волога, що накопичилася в конструкції.

$W_{зп} \leq W_{лп}$ $0,7776 < 4,2205$ Отже умова (2) не виконується.

4.5. Оцінка теплостійкості та тепло засвоєння огорожувальних конструкцій.

4.5.1. Оцінка теплостійкості огорожувальних конструкцій в літній період.

Виходячи з того, що середня температура найбільш жаркого місяця (липня) менше 21°C ($19,2^{\circ}\text{C} < 21^{\circ}\text{C}$), то згідно п. 5.8 ДБН В.2.6.31:2021 теплостійкість огорожувальних конструкцій в літній період року дозволяється не перевіряти.

4.5.2. Визначення показника тепло засвоєння поверхнею підлоги.

4.5.2.1. Визначення показника тепло засвоєння поверхнею підлоги над неопалювальним підвалом – Тип 1.

Теплозасвоєння огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013.

Таблиця 29 – Теплофізичні характеристики підлоги

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, $\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{К})$	Термічний опір шару, $(\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}$	Коефіцієнт теплозасвоєння s, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	Теплова інерція D	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Бетон мозаїчний	0,02	1,86	0,011	17,88	0,1967	65
2	Стяжка з цементно-піщаного розчину	0,05	0,93	0,054	11,09	0,5989	68
3	Деревно-волокниста плита (ДВП) звукоізоляційна	0,03	0,18	0,167	4,73	0,7899	55
4	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	-	0,23	18,95	4,3585	

Оскільки перший внутрішній шар огорожувальної конструкції має теплову інерцію менше ніж $D1 < 0,5$, а $D1 + D2 > 0,5$, $D1 + D2 = 0,1967 + 0,5989 = 0,7956 > 0,5$, то коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y_1 = (2 \cdot R_1 \cdot s_1^2 + s_2) / (0,5 + R_1 \cdot s_2) = (2 \cdot 0,011 \cdot 17,88^2 + 11,09) / (0,5 + 0,011 \cdot 11,09) = 29,14 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}).$$

Значення показника теплозасвоєння поверхнею підлоги для закладів охорони здоров'я згідно з умовою (10) п.5.9. ДБН В.2.6-31:2021 не повинна перевищувати $Y_f \text{ max} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, а розрахунковий показник теплозасвоєння даної конструкції становить $Y_f = 29,14 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$.

Дана конструкція підлоги задовольняє вимогам (9) ДБН В.2.6-31:2021:

$$Y_f < Y_{f \text{ max}} \quad 29,14 > 12,0 \quad \text{Отже, умова не виконується.}$$

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5.2.2. Визначення показника тепло засвоєння поверхнею підлоги над неопалювальним підвалом – Тип 2.
Теплозасвоєння огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013.
Таблиця 30 – Теплофізичні характеристики підлоги

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м ² *К)/Вт	Коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м ² *К)	Теплова інерція D	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Дошка (сосна)	0,037	0,18	0,206	4,54	0,9352	51
2	Піщана засипка	0,04	0,58	0,069	7,91	0,5458	31
3	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	-	0,23	18,95	4,3585	

Оскільки перший внутрішній шар огорожувальної конструкції має теплову інерцію менше ніж $D1 > 0,5$, $0,9352 > 0,5$, то коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y1 = 2 * s1 = 2 * 4,54 = 9,08 \text{ Вт/(м}^2\text{*К)}.$$

Значення показника теплозасвоєння поверхнею підлоги для закладів охорони здоров'я згідно з умовою (10) п.5.9. ДБН В.2.6-31:2021 не повинна перевищувати $Yf_{\text{max}} = 12 \text{ Вт/(м}^2\text{*К)}$, а розрахунковий показник теплозасвоєння даної конструкції становить $Yf = 9,08 \text{ Вт/(м}^2\text{*К)}$.

Дана конструкція підлоги задовольняє вимогам (9) ДБН В.2.6-31:2021:

$$Yf < Yf_{\text{max}} \quad 9,08 < 12,0 \quad \text{Отже, умова виконується.}$$

4.5.2.3. Визначення показника тепло засвоєння поверхнею підлоги над неопалювальним підвалом – Тип 3.
Теплозасвоєння огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013.
Таблиця 31 – Теплофізичні характеристики підлоги

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м ² *К)/Вт	Коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м ² *К)	Теплова інерція D	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Штучний паркет дуб	0,019	0,18	0,106	5,86	0,6212	53
2	Стяжка з цементно-піщаного розчину	0,03	0,93	0,032	11,09	0,3549	68
3	Руберойд 1 шар	0,003	0,17	0,018	3,53	0,0635	83
4	Деревно-волокниста плита (ДВП) звукоізоляційна	0,05	0,18	0,278	4,73	1,3149	55
5	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	-	0,23	18,95	4,3585	

Оскільки перший внутрішній шар огорожувальної конструкції має теплову інерцію менше ніж $D1 > 0,5$, $0,6212 > 0,5$, то коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y1 = 2 * s1 = 2 * 5,86 = 11,72 \text{ Вт/(м}^2\text{*К)}.$$

Значення показника теплозасвоєння поверхнею підлоги для закладів охорони здоров'я згідно з умовою (10) п.5.9. ДБН В.2.6-31:2021 не повинна перевищувати $Yf_{\text{max}} = 12 \text{ Вт/(м}^2\text{*К)}$, а розрахунковий показник теплозасвоєння даної конструкції становить $Yf = 11,72 \text{ Вт/(м}^2\text{*К)}$.

Дана конструкція підлоги задовольняє вимогам (9) ДБН В.2.6-31:2021:

$$Yf < Yf_{\text{max}} \quad 11,72 < 12,0 \quad \text{Отже, умова виконується.}$$

4.5.2.4. Визначення показника тепло засвоєння поверхнею підлоги над неопалювальним підвалом – Тип 4.
Теплозасвоєння огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013.

Таблиця 32 – Теплофізичні характеристики підлоги

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м ² *К)/Вт	Коефіцієнт теплосасвоєння s, Вт/(м ² *К)	Теплова інерція D	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Лінолеум утеплений	0,0025	0,33	0,008	7,52	0,0602	86
2	Стяжка з цементно-піщаного розчину	0,06	0,93	0,065	11,09	0,7208	68
3	Деревно-волокниста плита (ДВП) звукоізоляційна	0,026	0,18	0,144	4,73	0,6811	55
4	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	-	0,23	18,95	4,3585	

Оскільки перший внутрішній шар огорожувальної конструкції має теплову інерцію менше ніж $D1 < 0,5$, а $D1 + D2 > 0,5$, $D1 + D2 = 0,0602 + 0,7208 = 0,781 > 0,5$, то коефіцієнт теплосасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y1 = (2 \cdot R1 \cdot s1^2 + s2) / (0,5 + R1 \cdot s2) = (2 \cdot 0,008 \cdot 7,52^2 + 11,09) / (0,5 + 0,008 \cdot 11,09) = 10,19 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Значення показника теплосасвоєння поверхнею підлоги для закладів охорони здоров'я згідно з умовою (10) п.5.9. ДБН В.2.6-31:2021 не повинна перевищувати $Yf_{\max} = 12 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$, а розрахунковий показник теплосасвоєння даної конструкції становить $Yf = 10,19 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

Дана конструкція підлоги задовольняє вимогам (9) ДБН В.2.6-31:2021:

$$Yf < Yf_{\max} \quad 10,19 < 12,0 \quad \text{Отже, умова виконується.}$$

4.5.2.5. Визначення показника тепло засвоєння поверхнею підлоги перекриття над центральним входом.

Теплосасвоєння огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013.

Таблиця 33 – Теплофізичні характеристики підлоги

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м*К)	Термічний опір шару, (м ² *К)/Вт	Коефіцієнт теплосасвоєння s, Вт/(м ² *К)	Теплова інерція D	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Дощата підлога (сосна)	0,037	0,18	0,206	4,54	0,9352	51
2	Піщана засипка	0,04	0,58	0,069	7,91	0,5458	31
3	Круглопустотні залізобетонні плити	0,22	-	0,23	18,95	4,3585	

Оскільки перший внутрішній шар огорожувальної конструкції має теплову інерцію менше ніж $D1 > 0,5$, $D1 = 0,9352 > 0,5$, то коефіцієнт теплосасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y1 = 2 \cdot s1 = 2 \cdot 4,54 = 9,08 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Значення показника теплосасвоєння поверхнею підлоги для освітніх закладів згідно з умовою (10) п.5.9. ДБН В.2.6-31:2021 не повинна перевищувати $Yf_{\max} = 12 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$, а розрахунковий показник теплосасвоєння даної конструкції становить $Yf = 9,08 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

Дана конструкція підлоги задовольняє вимогам (9) ДБН В.2.6-31:2021:

$$Yf < Yf_{\max} \quad 9,08 < 12,0 \quad \text{Отже, умова виконується.}$$

4.5.3. Оцінка теплостійкості приміщень в зимовий період.

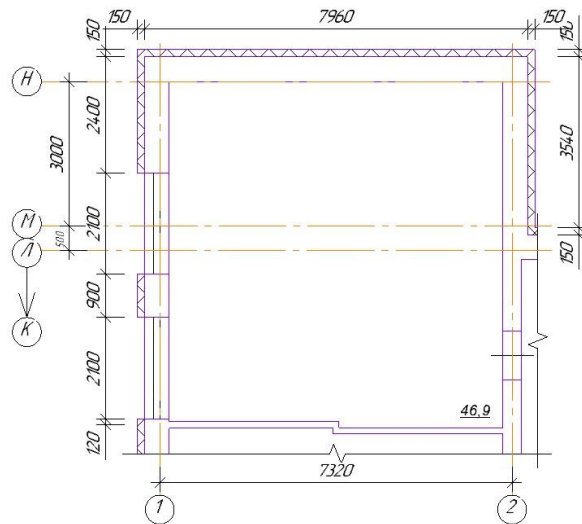


Рис. 29 – Фрагмент приміщення будівлі для розрахунку теплостійкості

Приміщення аудиторії будівлі ліцею. Три зовнішні стіни. Розмір стін: 7,05х3,0 м, 6,94х3,0 м та 3,18х3,0 м, два вікна (2,1х1,81м), висота приміщення 3,0 м. У приміщенні функціонує система опалення із стальними панельними радіаторами з радіаторними терморегуляторами. Система опалення функціонує від індивідуального теплового пункту, розміщеного в підвальному приміщенні будівлі ліцею та підключений до теплової мережі.

Таблиця 34

Найменування параметра	Значення
Температура внутрішнього повітря $t_{\text{вн}}, ^\circ\text{C}$	21
Температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92 тзов, $^\circ\text{C}$ (згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010)	-23
Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $h_{\text{si}}, \text{Вт/м}^2\cdot\text{K}$ (ДСТУ 9191:2022): - для непрозорих огорожувальних конструкцій - для світлопрозорих конструкцій	8,7 8,0
Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій $h_{\text{se}}, \text{Вт/м}^2\cdot\text{K}$ (ДСТУ 9191:2022): - для непрозорих огорожувальних конструкцій - для світлопрозорих конструкцій	23 23
Коефіцієнт нерівномірності тепловіддачі системи опалення m (згідно табл. 1 ДСТУ Б В.2.6-190:2013)	0,1
Коефіцієнт, що враховує неоднорідність влаштування конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією (згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013)	0,85

Зовнішні стіни знаходяться під кутом 90° одна до одної. Конструкція зовнішніх стін наведена раніше (табл. 2). Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін становить - $3,732 \text{ м}^2\cdot\text{K/Вт}$.

Віконні блоки – металопластикові з двокамерними склопакетами 4М1-12-4М1-12-4і. Приведений опір теплопередачі віконних блоків становить $0,62 \text{ м}^2\cdot\text{K/Вт}$.

Площа приміщення – $46,9 \text{ м}^2$. Висота приміщення – 3,0 м. Об'єм приміщення – $140,7 \text{ м}^3$.

Площа внутрішньої поверхні непрозорих огорожувальних конструкцій $F_{\text{нп}} = 47,71 \text{ м}^2$.

Площа внутрішньої поверхні світлопрозорих огорожувальних конструкцій $F_{\text{сп}} = 3,8 \text{ м}^2$.

Проведемо розрахунок теплової інерції зовнішніх стін.

Таблиця 35

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Термічний опір шару R, м ² *К/Вт	Коефіцієнт теплозасвоєння S, Вт/м ² *К	Теплова інерція D=R*S
1	Штукатурка внутрішня	0,025	9,76	0,244
2	Цегла керамічна повнотіла	0,63	10,12	6,376
3	Розчин клейовий	0,033	2,35	0,078
4	Плити мінераловатні Технофас Ефект 135	3,333	0,63	2,1
5	Розчин клейовий	0,033	2,35	0,021
6	Фасадна декоративна штукатурка	0,013	3,84	0,05
Всього:				8,869

Оскільки перший внутрішній шар огорожувальної конструкції має теплову інерцію менше ніж $D1 < 0,5$, а $D1 + D2 > 0,5$, $D1 + D2 = 0,244 + 6,376 = 6,62 > 0,5$, то коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y1 = (2 * R1 * s1^2 + s2) / (0,5 + R1 * s2) = (2 * 0,025 * 9,76^2 + 10,12) / (0,5 + 0,025 * 10,12) = 14,74 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Розрахунок коефіцієнтів тепло поглинання внутрішньою поверхнею непрозорих та світлопрозорих конструкцій:

- для непрозорих

$$B_{\text{нп}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{нп}}} + Y1} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + 14,74} = 5,471 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

- для світлопрозорих

$$B_{\text{сп}} = \frac{1}{1,08 * R_{\Sigma \text{пр сп}}} = \frac{1}{1,08 * 0,62} = 1,493 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Визначаємо тепловтрати приміщення через теплоізоляційну оболонку:

$$Q_{\text{теп}} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}) * \left(\sum \frac{F_j}{R_{\Sigma j, \text{нп}} * K} + \frac{F_{\text{сп}}}{R_{\Sigma \text{сп}}} \right) = (20 - (-23)) * \left(\frac{47,71}{3,732 * 0,85} + \frac{3,8}{0,62} \right) = 910,27 \text{ Вт}$$

Визначаємо тепловтрати приміщення за рахунок інфільтрації:

$$Q_{\text{інф}} = 0,27 * (t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}) * V = 0,27 * (20 - (-23)) * 140,7 = 1633,527 \text{ Вт}$$

Загальні тепловтрати приміщення складають:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{теп}} + Q_{\text{інф}} = 910,27 + 1633,527 = 2543,8 \text{ Вт.}$$

Визначення амплітуди коливань температури приміщення:

$$\Delta t_{\text{в}} = \frac{0,7 * Q_{\text{пр}} * t}{B_{\text{нп}} * F_{\text{нп}} + B_{\text{сп}} * F_{\text{сп}}} = \frac{0,7 * 2543,8 * 0,1}{5,471 * 47,71 + 1,493 * 3,8} = 0,67 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Згідно ДБН В.2.6-31:2021 теплостійкість приміщень в зимовий період року повинна становити $A_{\theta, \text{int}} \leq 1,5^{\circ}\text{C}$. Тоді умова виконується $0,67 < 1,5^{\circ}\text{C}$.

4.6. Розрахункова оцінка повітропроникності огорожувальних конструкцій.

Розрахункова оцінка повітропроникності зовнішніх огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013.

Таблиця 36 – Повторюваність та швидкість вітру по сторона світу в січні для м. Славутич

Повторюваність напрямку вітру, %							
Середня швидкість вітру, м/с							
Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
7,6	5,9	9,2	8,5	17,4	19,8	19,7	11,9
4,1	3,6	3,5	3,9	4,5	4,4	4,4	4,3

Максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами в січні з повторюваністю 20% і менше становить 4,2 м/с в ПдЗ та З напрямках.

Висота будівлі ліцею складає 15,9 м. Висота кожного поверху – 3,3 м (3,0 м від підлоги до стелі та 0,3 м міжповерхове перекриття).

4.6.1. Розрахунок масової повітропроникності зовнішніх стін (тип 1, тип 2).

Визначаємо повітропроникність однорідних ділянок стінової конструкції з послідовним розміщенням шарів при різниці тиску $\Delta p = 10 \text{ Па}$.

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ		Арк
							45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 37

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина зразка випробування d, м	Різниця тиску Δр _о , Па	Повітропроникність G _{Δр_о}
1	Штукатурка внутрішня	0,02	10	0,027
2	Цегла керамічна повнотіла	0,51	10	0,56
3	Розчин клейовий	0,005	10	0,027
4	Плити мінераловатні Технофас Ефект 135	0,15	10	22,4
5	Розчин клейовий	0,005	10	0,027
6	Фасадна декоративна штукатурка	0,003	10	0,027

Визначення питомої ваги зовнішнього та внутрішнього повітря:

$$\gamma_z = 3463 / (273 + t_z) = 3463 / (273 + (-23)) = 13,85 \text{ Н/м}^3;$$

$$\gamma_v = 3463 / (273 + t_v) = 3463 / (273 + 20) = 11,82 \text{ Н/м}^3.$$

Визначаємо розрахункову різницю тисків Δр, Па:

$$\Delta p = (H - h_i) * (\gamma_z - \gamma_v) + 0,03 * \gamma_z * v^2 * \beta_v$$

де Н – висота будинку від рівня першого поверху до верху, м

h_i – висота від рівня підлоги першого поверху до середини огорожувальної конструкції і-го поверху, для якого проводиться розрахунок, м;

γ_z, γ_v – питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, Н/м³;

v – максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за січень, повторюваність яких складає 20% та більше;

β_v – коефіцієнт, що враховує зміну швидкостей повітря за висотою будівлі.

Для 2-го поверху: Δр = (15,9 - 4,8) * (13,85 - 11,82) + 0,03 * 13,85 * 4,2² * 1,1 = 14,47 Па.

Визначаємо масову повітропроникність шарів конструкції:

$$G^{\Delta p} = G^{\Delta p 0} * (\Delta p / \Delta p 0)^n$$

де n – показник фільтрації, за відсутністю даних приймається: для утеплювачів із мінеральної вати – 1,5; цегляна кладка – 0,8; для вікон та дверей – 0,67.

Таблиця 38 – Розрахунок масової повітропроникності зовнішніх стін

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Повітропроникність G _{Δр_о}	n	Різниця тиску Δр для 2-го поверху, Па	Повітропроникність G ^{Δр} для 2-го поверху, кг/м ² *год
1	Штукатурка внутрішня	0,027	0,8	14,47	0,036
2	Цегла керамічна повнотіла	0,56	0,8	14,47	0,753
3	Розчин клейовий	0,027	0,8	14,47	0,036
4	Плити мінераловатні Технофас Ефект 135	22,4	1,5	14,47	39,0
5	Розчин клейовий	0,027	0,8	14,47	0,036
6	Фасадна декоративна штукатурка	0,027	0,8	14,47	0,036

Масова повітропроникність стінового огороження визначається за формулою:

$$G^k = \left(\sum_{i=1}^m \frac{1}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1}$$

$$G^k = \left(\frac{1}{0,036} + \frac{1}{0,753} + \frac{1}{0,036} + \frac{1}{39,0} + \frac{1}{0,036} + \frac{1}{0,036} \right)^{-1} = 0,0089 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 * \text{год}}$$

Нормативна масова повітропроникність зовнішніх стін згідно табл. 1 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 становить – G_к=0,4 кг/(м²*год). Згідно проведеного розрахунку визначена повітропроникність не перевищує допустимого значення, оскільки зі збільшенням висоти перепад тиску зменшується, тому перевірка вищих поверхів не проводиться.

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6.2. Розрахунок масової повітряпроникильності віконних блоків.

Віконні блоки – металопластикові з двокамерними склопакетами 4М1-14-4М1-14-4і. Приведений опір теплопередачі віконних блоків становить 0,62 м²*К/Вт (клас – Г1). Повітропроникиність віконного блоку при різниці тисків Δр=100 Па становить 9,0 м³/год*м². Показник режиму фільтрації n=2/3=0,67. Коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря – 1,16.

Питома вага зовнішнього та внутрішнього повітря розрахована в п. 4.6.1.

Визначення розрахункової різниці тисків Δр, Па:

для 1-го поверху: Δр=(15,9-4,8)*(13,85-11,82)+0,03*13,85*4,2²*1,16=21,92 Па.

Визначення об'ємної повітропроникиності віконного блоку:

$Q_{\Delta p} = Q_{\Delta p 100} * (\Delta p / \Delta p 100)^n$

Для 1-го поверху: $Q_{\Delta p} = 9 * (21,92 / 100)^{0,67} = 1,085 \text{ м}^3 / \text{м}^2 * \text{год.}$

Визначення густини зовнішнього повітря:

$\rho_z = 353 / (273 + t_z) = 353 / (273 + (-23)) = 1,412 \text{ кг/м}^3.$

Масова повітропроникиність віконного блоку:

$G_k = Q_{\Delta p} * \rho_z = 1,085 * 1,412 = 1,532 \text{ кг/м}^2 * \text{год.}$

Нормативна масова повітропроникиність віконних блоків згідно табл. 1 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 становить: $G_k = 4,0 \text{ кг/м}^2 * \text{год.}$ отже по всій висоті вікон розрахункова повітропроникиність не перевищує допустимого значення. $1,468 < 4,0$ Отже, умова виконується.

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Визначення енергоспоживання при опаленні, охолодженні та гарячому водопостачанні.

5.1. Характеристики теплопередачі трансмісією.

Площі зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку наведені в табличній формі
Таблиця 39

№ п/п	Тип огорожувальної конструкції	Загальна площа, м ²
1	Зовнішні стіни, орієнтовані на:	
	- північ (Пн)	722,81
	- південь (Пд)	736,86
	- захід (З)	480,66
	- схід (Сх)	483,41
2	Світлопрозорі конструкції (вікна) опалювальних приміщень, орієнтовані на:	
	- північ (Пн)	239,64
	- південь (Пд)	253,77
	- захід (З)	155,14
	- схід (Сх)	155,77
3	Зовнішні двері металопластикові (сендвіч-панель), орієнтовані на:	
	- північ (Пн)	10,23
	- південь (Пд)	0
	- захід (З)	0
	- схід (Сх)	3,16
4	Зовнішні двері металеві, орієнтовані на:	
	- північ (Пн)	0
	- південь (Пд)	4,14
	- захід (З)	2,46
	- схід (Сх)	0
5	Суміщене покриття (над опалювальними приміщеннями 3-го поверху та спортзалом)	2590,85
	Суміщене покриття (зенітні ліхтарі)	120,78
6	Перекрыття над центральним входом	89,35
7	Перекрыття над неопалювальним підвалом	2464,72

Кондиціонована (опалювана) площа будинку – $A_f = 8\,147,66\text{ м}^2$.

Кондиціонований (опалюваний) об'єм будинку – $V = 28\,116,01\text{ м}^3$.

Коефіцієнт скління будинку $m_{\text{скл}} = 0,25$.

Показник компактності $A_k = 0,30$.

Таблиця 40 – Величини нормативних R_{qmin} та фактичних $R_{\Sigma pr}$ показників опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій.

№ п/п	Тип огорожувальної конструкції	$R_{\Sigma pr}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	$R_{qmin}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
1	Зовнішні стіни	3,732	4,0*
2	Світлопрозорі конструкції	0,62	0,9*
3	Зовнішні двері	0,60	0,7
4	Суміщене покриття	1,712	7,0
5	Перекрыття, що межують з зовнішнім повітрям, та над неопалювальними підвалами	0,723	5,0

Розрахунок теплопередачі до технічного підпілля (неопалюваного підвалу).

Вихідні дані:

$A = 2375,37 \text{ м}^2$ – площа перекриття над неопалювальним підвалом за внутр. обмірюваннями;

$P = 252,29 \text{ м}$ – зовнішній периметр перекриття над неопалювальним підвалом по стику перекриття з зовнішніми стінами;

$h = 1,08 \text{ м}$ – висота від відмітки ґрунту до нижньої відмітки перекриття над неопалювальним підвалом (середнє значення для будівлі);

$z = 1,92 \text{ м}$ – висота від підлоги неопалювального підвалу до рівня землі;

$w = 0,18 \text{ м}$ – товщина підлоги по ґрунту;

$\lambda = 2,0 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ – теплопровідність ґрунту (згідно табл. Б.1. ДСТУ 9190:2022);

$R_{si} = 0,17 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ – тепловий внутрішній поверхневий опір (згідно табл. Б.2. ДСТУ 9190:2022);

$R_{se} = 0,043 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ – тепловий зовнішній поверхневий опір (згідно табл. Б.2. ДСТУ 9190:2022);

$R_g = 0,212 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ – термічний опір усіх шарів підлоги технічного підпілля;

$\Psi = 1,05 - \text{Вт/(м}^2\text{К)}$ – лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення вузла сполучення конструкції підлоги до ґрунту із зовнішньою стіною (ДСТУ 9191:2022).

Коефіцієнт теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом:

$$U_f = 1/R_f$$

$R_f = 0,723 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ – термічний опір усіх шарів перекриття над неопалювальним підвалом.

$$U_f = 1/0,723 = 1,384 \text{ Вт/м}^2\text{К}.$$

Коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту у підвалі U_{bf} визначається:

Якщо $dt + 0,5 \cdot z < B'$ (неізолювана або посередньо теплоізолювана підлога підвалу)

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

Якщо $dt + 0,5 \cdot z \geq B'$ (добре теплоізолювана підлога підвалу)

$$U_{bf} = \frac{\lambda}{0,457 \cdot B' + 0,5 \cdot z}$$

Визначення характерного розміру підлоги згідно з ф. (Б.3) ДСТУ 9190:2022:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} = \frac{2375,37}{0,5 \cdot 252,29} = 18,83 \text{ м}$$

Визначення еквівалентної товщини підлоги (ф. Б.4 ДСТУ 9190:2022):

$$d_t = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,18 + 2,0 \cdot (0,17 + 0,723 + 0,043) = 2,051 \text{ м}$$

Якщо $dt + 0,5 \cdot z = 2,051 + 0,5 \cdot 1,92 = 3,011 \text{ м} < B' = 18,83 \text{ м}$ (неізолювана підлога підвалу), то

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot 2,0}{\pi \cdot 18,83 + 2,051 + 0,5 \cdot 1,92} \cdot \ln\left(\frac{\pi \cdot 18,83}{2,051 + 0,5 \cdot 1,92} + 1\right) = 0,195 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Коефіцієнт теплопередачі стін, що контактують з ґрунтом U_{bw} (ф. Б.14) визначається:

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

Визначення еквівалентної сумарної товщини стін, що контактують з ґрунтом (ф. Б.15 ДСТУ 9190:2022):

$$d_w = \lambda \cdot (R_{si} + R_w + R_{se}) = 2,0 \cdot (0,17 + 0,360 + 0,043) = 1,146 \text{ м}$$

Формула (Б.14) містить обидва значення d_w та dt та є дійсною для випадку $d_w \geq dt$. Якщо $d_w < dt$, тоді dt у формулі замінюється на d_w .

$d_w = 1,146 \text{ м} < dt = 1,942 \text{ м}$, то у формулі замість dt застосовується d_w :

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot z} \cdot \left(1 + \frac{0,5 \cdot d_w}{d_w + z}\right) \cdot \ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right) = \frac{2 \cdot 2,0}{\pi \cdot 1,92} \cdot \left(1 + \frac{0,5 \cdot 1,146}{1,146 + 1,92}\right) \cdot \ln\left(\frac{1,92}{1,146} + 1\right) = 0,784 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін неопалювального підвалу вище рівня поверхні ґрунту $U_w = 1,197 \text{ Вт/м}^2\text{К}$.

$A_1 = 2479,27 \text{ м}^2$ – площа підлоги неопалювального підвалу.

$H = 3,0 \text{ м}$ – висота приміщення підвалу.

$$V_{\text{під}} = H \cdot A_1 = 3,0 \cdot 2479,27 = 7437,81 \text{ м}^3.$$

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт теплопередачі до ґрунту через систему огорожувальних конструкцій неопалювального підвалу, що вентильовується повітрям:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A}{(A * U_{bf}) + (z * P * U_{bw}) + (h * P * U_w) + (0,33 * n * V_{під})} = 1,913 \frac{м2 * К}{Вт} \quad U = \frac{1}{1,913} = 0,508 \frac{Вт}{м2 * К}$$

Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією неопалювального підвалу до ґрунту

$$H_g = A * U + P * \Psi_g = 2375,37 * 0,508 + 252,29 * 1,05 = 1470,70 \text{ Вт/К}$$

Загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією

$$H_{tr,adj} = H_d + H_g + H_u + H_a$$

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

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

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

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

Таблиця 41

№ п/п	Тип огорожувальної конструкції	A, м2	$R \sum_{пр}$, м2*К/Вт	U, Вт/(м2*К)	U _{tb} , Вт/(м2*К)	b _{тр,х Н}	b _{тр,х С}	H _{х Н} , Вт/К	H _{х С} , Вт/К
1	Зовнішні стіни	2423,74	3,732	0,268	0	1	1	649,41	649,41
2	Світлопрозорі конструкції (вікна, двері)	804,32	0,62	1,613	0	1	1	1297,29	1297,29
3	Зовнішні двері металопластикові (сендвіч-панель)	13,39	0,6	1,667	0	1	1	22,32	22,32
4	Зовнішні двері металеві	6,6	0,6	1,667	0	1	1	11,0	11,0
5	Суміщене покриття (над опалювальними приміщеннями 3-го поверху)	2590,85	1,712	0,584	0	1	1	1513,26	1513,26
	Суміщене покриття (зенітні ліхтарі)	120,78	1,712	0,584	0	1	1	70,55	70,55
6	Перекрытия над центральним входом	89,35	0,723	1,384	0	1	1	123,64	123,64
7	Перекрытия над неопалювальним підвалом	2375,37	0,723	1,384	0	1	1	1470,70	1470,70

Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією $H_{tr,adj}$, Вт/К

$$H_{tr,adj} = H_d + H_g + H_u + H_a, \text{ Вт/К}$$

$$H_{tr,adj} \text{ Н} = H_d + H_g + H_u + H_a = 649,41 + 1297,29 + 22,32 + 11,0 + 1513,26 + 70,55 + 123,64 + 1470,70 = 5158,16 \text{ Вт/К.}$$

$$H_{tr,adj} \text{ С} = H_d + H_g + H_u + H_a = 649,41 + 1297,29 + 22,32 + 11,0 + 1513,26 + 70,55 + 123,64 + 1470,70 = 5158,16 \text{ Вт/К.}$$

Сумарна теплопередача трансмісією Q_{tr} , кВт*год, розрахована для кожного місяця:

$$Q_{H \text{ tr}} = H_{tr,adj,H} * (\Theta_{inst,H} - \Theta_c) * t, \text{ кВт/год} - \text{для опалення}$$

$$Q_{C \text{ tr}} = H_{tr,adj,C} * (\Theta_{inst,C} - \Theta_c) * t, \text{ кВт/год} - \text{для охолодження}$$

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

$\Theta_{inst,H}$ – задана температура зони будівлі для опалення, °С;

$\Theta_{inst,C}$ – задана температура зони будівлі для охолодження, °С;

Θ_c – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С, визначена згідно з дод. А ДСТУ 9190:2022;

t – тривалість місяця для якого проводиться розрахунок, год, визначена згідно з дод. А.

Таблиця 42 – Сумарна теплопередача трансмісією для опалення будинку

Місяць року	$H_{tr,adj} \text{ Н}$, Вт/К	$\Theta_{inst,H}$, °С	Θ_c , °С	t, год	$Q_{H \text{ tr}}$, кВт*год
Січень	5158,16	20,0	-5,9	744	99 395,67
Лютий	5158,16	20,0	-4,9	672	86 310,45
Березень	5158,16	20,0	-0,1	744	77 137,18
Квітень	5158,16	20,0	8,0	720	44 566,50
Травень	5158,16	20,0	14,4	744	21 490,96
Червень	5158,16	20,0	17,6	720	8 913,30

Липень	5158,16	20,0	19,2	744	3 070,14
Серпень	5158,16	20,0	18,1	744	7 291,57
Вересень	5158,16	20,0	12,9	720	26 368,51
Жовтень	5158,16	20,0	6,9	744	50 273,48
Листопад	5158,16	20,0	1,0	720	70 563,62
Грудень	5158,16	20,0	-3,5	744	90 185,26
Всього:					585 566,63

Таблиця 43 – Сумарна теплопередача трансмісією для охолодження будинку

Місяць року	$H_{tr,adj}$, Вт/К	$\theta_{int,H}$, °C	θ_e , °C	t, год	$Q_{C_{tr}}$, кВт*год
Січень	5158,16	24,0	-5,9	744	114 746,35
Лютий	5158,16	24,0	-4,9	672	100 175,58
Березень	5158,16	24,0	-0,1	744	92 487,86
Квітень	5158,16	24,0	8,0	720	59 422,00
Травень	5158,16	24,0	14,4	744	36 841,64
Червень	5158,16	24,0	17,6	720	23 768,80
Липень	5158,16	24,0	19,2	744	18 420,82
Серпень	5158,16	24,0	18,1	744	22 642,26
Вересень	5158,16	24,0	12,9	720	41 224,01
Жовтень	5158,16	24,0	6,9	744	65 624,17
Листопад	5158,16	24,0	1,0	720	85 419,12
Грудень	5158,16	24,0	-3,5	744	105 535,94
Всього:					766 308,54

5.2. Характеристики теплопередачі вентиляцією.

5.2.1. Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі.

Сумарна теплопередача вентиляцією Q_{ve} , Вт*год, розраховують для кожного місяця та для кожної зони за формулами:

— опалення — $Q_{ve,H} = H_{ve,adj,H} * (\theta_{int,set,H} - \theta_e) * t$

— охолодження — $Q_{ve,C} = H_{ve,adj,C} * (\theta_{int,set,C} - \theta_e) * t$

де $H_{ve,adj,H}$, $H_{ve,adj,C}$ — загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією для опалення та для охолодження відповідно, Вт/К, визначений за розд. 9.2 ДСТУ 9190:2022;

$\theta_{int,set,H}$, $\theta_{int,set,C}$ — задана температура зони будівлі для опалення та для охолодження відповідно, °C, визначена за розд. 13 ДСТУ 9190:2022;

θ_e — середньомісячна температура зовнішнього середовища, °C, визначена за додатком А ДСТУ 9190:2022;

t — тривалість місяця, для якого проводять розрахунок, год, визначена згідно з додатком А ДСТУ 9190:2022.

5.2.2. Загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією.

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

— для опалення — $H_{ve,adj,H} = \rho_a * c_a * (q_{ve,mn,H} * b_{ve,H} + q_{inf,mn,H})$

— для охолодження — $H_{ve,adj,C} = \rho_a * c_a * (q_{ve,mn,C} * b_{ve,C} + q_{inf,mn,C})$

де $\rho_a * c_a$ — теплоємність одиниці об'єму повітря, $\rho_a * c_a = 0,336$ Вт*год/(м³*К);

$q_{ve,mn,H}$, $q_{ve,mn,C}$ — усереднена за часом витрата повітря при вентиляції для опалення та охолодження, м³/год, визначена згідно з розд. 9.2.1. ДСТУ 9190:2022;

$b_{ve,H}$, $b_{ve,C}$ — температурний поправковий коефіцієнт, що коригує коефіцієнт теплопередачі вентиляцією замість різниці температур, коли температура припливного повітря не дорівнює температурі зовнішнього середовища (утилізація-рекуперація), значення визначається згідно з розд. 9.2.4. ДСТУ 9190:2022 ;

$q_{inf,mn,H}$, $q_{inf,mn,C}$ — усереднена за часом витрата повітря для інфільтрації для опалення та для охолодження відповідно, визначена за розд. 9.2.3. ДСТУ 9190:2022.

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

5.2.3. Усереднена за часом витрата повітря при вентиляції.

Значення усередненої за часом витрати повітря при вентиляції $q_{ve.mn.}$, м³/год, для опалення та охолодження розраховують за формулами:

$$\begin{aligned} & \text{— для опалення — } q_{ve.mn.H} = q_{ve.H} * t_{ve.H} / 168 \\ & \text{— для охолодження — } q_{ve.mn.C} = q_{ve.C} * t_{ve.C} / 168 \end{aligned}$$

Нормативна витрата повітря при вентиляції для опалення та охолодження визначається згідно нормативу витрати повітря для оптимальних умов мікроклімату.

$$q_{ve.H} = 33\,071,5 \text{ м}^3/\text{год}; q_{ve.C} = 33\,071,5 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$t_{ve.H}$, $t_{ve.C}$ — період використання нормативної витрати вентиляційного повітря для опалення та для охолодження відповідно, год/тиждень.

Визначається згідно з проектними даними. За відсутністю точних даних та для цілей енергетичної сертифікації приймають за графіком опалення/охолодження згідно з табл. 16 ДСТУ 9190:2022.

Для закладів освіти: $t_{ve.H} = 50,0$ год/тиждень, $t_{ve.C} = 50,0$ год/тиждень.

$$\begin{aligned} & \text{— для опалення — } q_{ve.mn.H} = 33071,5 * \frac{50}{168} = 9842,71 \text{ м}^3/\text{год} \\ & \text{— для охолодження — } q_{ve.mn.H} = 33071,5 * \frac{50}{168} = 9842,71 \text{ м}^3/\text{год} \end{aligned}$$

5.2.4. Усереднена за часом витрата повітря за рахунок інфільтрації.

Значення усередненої за часом витрати повітря за рахунок інфільтрації $q_{inf.mn.}$, м³/год, для опалення та охолодження розраховують за формулами:

$$\begin{aligned} & \text{— для опалення — } q_{inf.mn.H} = n_{inf.H} * V_{ve} * v_v * t_{inf.H} / 168 \\ & \text{— для охолодження — } q_{inf.mn.H} = n_{inf.H} * V_{ve} * v_v * t_{inf.H} / 168 \end{aligned}$$

де $n_{inf.H}$, $n_{inf.C}$ — кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, год⁻¹, визначена згідно з розд. 9.2.3.1 ДСТУ 9190:2022;

V_{ve} — об'єм зони, призначений для вентиляції. Для однозонного розраховування та якщо весь об'єм будівлі призначений для вентиляції, то дорівнює кондиціонованому об'єму будівлі, визначеному згідно з розд. 3.6. ДСТУ 9190:2022;

v_v — коефіцієнт зниження об'єму повітря в будівлі, яким враховують наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій; за відсутності точних даних приймається 0,85;

$t_{inf.H}$, $t_{inf.C}$ — період використання витрати повітря для інфільтрації для періодів опалення та для охолодження відповідно, год. Для різних типів вентиляції потрібно приймати такі значення:

(168- t_{ve}) — за природної вентиляції;

168 — за механічної витяжної вентиляції та механічної припливно-витяжної збалансованої вентиляції;

(168- t_{ve}) — за механічної вентиляції з підпором повітря.

5.2.5. Кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації

Кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, год⁻¹, розраховують загалом для будівлі за формулами:

$$\begin{aligned} & \text{— для опалення — } n_{inf.H} = \frac{\sum q_{inf.m.H}}{V_{ve} * v_v} \quad \text{— для охолодження — } n_{inf.C} = \frac{\sum q_{inf.m.C}}{V_{ve} * v_v} \end{aligned}$$

де $q_{inf.H}$, $q_{inf.C}$ — приведені витрати повітря через оболонку будівлі, що орієнтована на п-ну сторону світу для опалення та для охолодження відповідно, м³/год;

V_{ve} — об'єм зони, призначений для вентиляції. Для однозонного розраховування та якщо весь об'єм будівлі призначений для вентиляції, то дорівнює кондиціонованому об'єму будівлі, визначеному згідно з розд. 3.6. ДСТУ 9190:2022;

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

v_v – коефіцієнт зниження об'єму повітря в будівлі, яким враховують наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій; за відсутністю точних даних приймається 0,85;

5.2.6. Приведені витрати повітря через оболонку будівлі.

Приведені витрати повітря через оболонку будівлі $q_{inf.m.H}$, $q_{inf.m.C}$, м³/год, визначають перерахунком повітропроникності будівлі під час перепаду тиску $\Delta P=100$ Па на фактичний перепад тиску зовні та всередині будівлі для кожної частини оболонки будівлі, орієнтовані на відповідну сторону світу, залежно від гравітаційної та вітрової складової перепаду тиску за сторонами світу:

$$\begin{aligned} - \text{для опалення} - q_{inf.m.H} &= Q_{100,S,m} * \left(\frac{a_{inf.se} * (\Delta P_{gr.m.H} + F_{e.seas.m.H} * \Delta P_{wd.m.H})}{100} \right)^{2/3} \\ - \text{для охолодження} - q_{inf.m.C} &= Q_{100,S,m} * \left(\frac{a_{inf.se} * (\Delta P_{gr.m.C} + F_{e.seas.m.C} * \Delta P_{wd.m.C})}{100} \right)^{2/3} \end{aligned}$$

де $Q_{100,S,m}$ – повітропроникність через отвори (віконні, дверні) в стінових конструкціях будівлі, орієнтованих на відповідну сторону світу під час перепаду тиску ззовні та всередині будівлі 100 Па, м³/год, визначена згідно розд. 9.2.3.5. ДСТУ 9190:2022;

$\Delta P_{gr.m.H}$, $\Delta P_{gr.m.C}$ – перепад гравітаційного тиску зовні та всередині будівлі для опалення та для охолодження відповідно Па, визначений в розд. 9.2.3.3. ДСТУ 9190:2022;

$\Delta P_{wd.m.H}$, $\Delta P_{wd.m.C}$ – перепад вітрового тиску ззовні та всередині будівлі для опалення та для охолодження відповідно, Па, визначений в розд. 9.2.3.4. ДСТУ 9190:2022;

$F_{e.seas.m.H}$, $F_{e.seas.m.C}$ – повторюваність напрямку вітру за січень (опалення) та за липень (охолодження) відповідно за сторонами світу, приймають згідно з таблицями 5 та 6 ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010;

$a_{inf.se}$ – надбавковий коефіцієнт, що враховує витрату повітря через глухі стінові конструкції оболонки будівлі. Для різного типу та стану стінових конструкцій потрібно приймати такі значення:

- неутеплені, залізобетонні панелі або кладка з крупноблокових елементів з міжпанельними стиками в незадовільному стані – 1,3;
- неутеплені, кладка з дрібшштучних виробів у незадовільному стані – 1,2;
- утеплені мінераловатними матеріалами в задовільному стані – 1,1;
- утеплені органічними матеріалами в задовільному стані – 1,05.

5.2.7. Повітропроникність через отвори (вікна, двері).

Повітропроникність через отвори (віконні, дверні) в стінових конструкціях будівлі, орієнтованих на відповідну сторону світу під час перепаду тиску ззовні та всередині будівлі 100 Па, м³/год, визначають за формулою:

$$Q_{100.S,m} = \sum Q_{100} * A_{im}$$

де Q_{100} – показник повітропроникності для кожного виду конструкцій, м³/(м²*год), що приймають відповідно до паспорта на конструкцію чи за відсутності даних вибирають відповідно до табл. 5 ДСТУ 9190:2022;

A_{im} – площа і-го елемента оболонки (віконні, дверні конструкції), орієнтованого на m-ну сторону світу м².

5.2.8. Перепад гравітаційного тиску.

Перепад гравітаційного тиску усереднено приймають у точці геометричного центру фасаду (зважаючи на його нерівномірність по висоті), Па, та визначають за формулами:

$$\text{опалення} - \Delta P_{gr.m.H} = 0,5 * z_{se.m} * (\gamma_{e.seas.H} - \gamma_{int.set.H})$$

$$\text{охолодження} - \Delta P_{gr.m.C} = 0,5 * z_{se.m} * (\gamma_{e.seas.C} - \gamma_{int.set.C})$$

де $z_{se.m}$ – висота будівлі від нижнього рівня опалювального об'єму (чи ґрунту за наявності опалювального цокольного поверху) до верхнього рівня опалювального об'єму;

$\gamma_{e.seas.H}$, $\gamma_{int.set.H}$ – питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря для періоду опалення, Н/м³, яку розраховують за формулами:

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{опалення} \quad \gamma_{e.seas.H} = \frac{3463}{273 + \theta_{e.seas.H}} \quad \gamma_{int.set.H} = \frac{3463}{273 + \theta_{int.set.H}}$$

де $\theta_{e.seas.H}$ – середня температура зовнішнього повітря за період із середньодобовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$ (або $\leq 10^{\circ}\text{C}$ для ЗОШ, ДНЗ, лікарні), згідно з табл. 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010.

$\theta_{int.set.H}$ – температура внутрішнього повітря за період із середньодобовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$ (або $\leq 10^{\circ}\text{C}$ для ЗОШ, ДНЗ, лікарні).

$$\text{охолодження} \quad \gamma_{e.seas.C} = \frac{3463}{273 + \theta_{e.seas.C}} \quad \gamma_{int.set.C} = \frac{3463}{273 + \theta_{int.set.C}}$$

де $\theta_{e.seas.C}$ – середня температура зовнішнього повітря за період із середньодобовою температурою повітря $\geq 21^{\circ}\text{C}$ приймають згідно з табл. 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010 (за відсутності значень у таблиці – приймають 21°C).

5.2.9. Перепад вітрового тиску.

Перепад вітрового тиску розраховують для середньої швидкості вітру за січень (опалення) та липень (охолодження) за відповідною стороною світу, P_a , та визначають за формулами:

$$\begin{aligned} \text{опалення} \quad \Delta P_{wd.m.H} &= 0,03 * \gamma_{e.seas.H} * \beta_{v.m} * V_{e.seas.m.H}^2 \\ \text{охолодження} \quad \Delta P_{wd.m.H} &= 0,03 * \gamma_{e.seas.C} * \beta_{v.m} * V_{e.seas.m.C}^2 \end{aligned}$$

де $V_{e.seas.m.H}$, $V_{e.seas.m.C}$ – середня швидкість вітру за січень (опалення) та липень (охолодження) відповідно за сторонами світу, приймають згідно з табл. 5 та 6 ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010.

$\beta_{v.m}$ – коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі згідно табл. 2 ДСТУ-Н Б В.2.6-191 залежно від характеристики місцевості (табл. Б.3).

5.2.10. Температурний поправковий коефіцієнт.

За наявності діючої теплоутилізаційної установки в системі вентиляції, що обслуговує певну зону, температура припливного повітря не дорівнює температурі зовнішнього повітря. Відповідний вплив теплоутилізаційної установки на використання теплових надходжень та зменшення витрат на опалення чи охолодження під час розрахунків енергопотребі враховують застосування температурного поправкового коефіцієнту b_{ve} .

Для опалення – $b_{ve.H} = (1 - f_{ve.frac.H} * \eta_{ve})$

Для охолодження $b_{ve.C} = (1 - f_{ve.frac.C} * \eta_{ve})$

де $f_{ve.frac.H}$, $f_{ve.frac.C}$ – частка повітряного потоку, яка проходить через теплоутилізаційну установку, для опалення та для охолодження відповідно;

η_{ve} – комбінована ефективність утилізування теплоти.

5.2.11. Розрахунок.

Питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря для періоду опалення, H/m^3

$$\begin{aligned} \gamma_{e.seas.H} &= \frac{3463}{273 + \theta_{e.seas.H}} = \frac{3463}{273 + (-0,2)} = 12,694 \text{ H}/\text{m}^3 \\ \gamma_{int.set.H} &= \frac{3463}{273 + \theta_{e.seas.H}} = \frac{3463}{273 + 20} = 11,82 \text{ H}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

Питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря для періоду охолодження, H/m^3

$$\begin{aligned} \gamma_{e.seas.C} &= \frac{3463}{273 + \theta_{e.seas.C}} = \frac{3463}{273 + 21} = 11,779 \text{ H}/\text{m}^3 \\ \gamma_{int.set.C} &= \frac{3463}{273 + \theta_{int.set.C}} = \frac{3463}{273 + 24} = 11,66 \text{ H}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

$Z_{se.m} = 9,58$ – висота будівлі від нижнього рівня опалювального об'єму (чи ґрунту за наявності опалювального цокольного поверху) до верхнього рівня опалювального об'єму.

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Перепад гравітаційного тиску усереднено приймають у точці геометричного центру фасаду (зважаючи на його нерівномірність по висоті), Па, та визначають за формулами:

$$\text{опалення} - \Delta P_{gr.m.H} = 0,5 * 9,58 * (12,694 - 11,82) = 4,192 \text{ Па}$$

$$\text{охолодження} - \Delta P_{gr.m.C} = 0,5 * 9,58 * (11,779 - 11,66) = 0,57 \text{ Па}$$

Середня швидкість вітру за січень (опалення) та липень (охолодження) відповідно за сторонами світу, приймають згідно з табл. 5 та 6 ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010.

$V_{e.seas.m.H}$, $V_{e.seas.m.C}$	Пн	Пд	З	Сх
Січень	4,1 м/с	4,5 м/с	4,4 м/с	3,5 м/с
Липень	4,2 м/с	3,8 м/с	3,8 м/с	3,4 м/с

$\beta_{v.m} = 0,75$ – коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі згідно табл. 2 ДСТУ-Н Б В.2.6-191 залежно від характеристики місцевості (табл. Б.3).

Перепад вітрового тиску розраховують для середньої швидкості вітру за січень (опалення) за відповідною стороною світу, Па:

$$\Delta P_{wd.Пн.H} = 0,03 * 12,694 * 0,75 * 4,1^2 = 4,801 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{wd.Пд.H} = 0,03 * 12,694 * 0,75 * 4,5^2 = 5,784 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{wd.З.H} = 0,03 * 12,694 * 0,75 * 4,4^2 = 5,530 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{wd.Сх.H} = 0,03 * 12,694 * 0,75 * 3,5^2 = 3,499 \text{ Па}.$$

Перепад вітрового тиску розраховують для середньої швидкості вітру за липень (охолодження) за відповідною стороною світу, Па:

$$\Delta P_{wd.Пн.C} = 0,03 * 11,779 * 0,75 * 4,2^2 = 4,675 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{wd.Пд.C} = 0,03 * 11,779 * 0,75 * 3,8^2 = 3,827 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{wd.З.C} = 0,03 * 11,779 * 0,75 * 3,8^2 = 3,827 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{wd.Сх.C} = 0,03 * 11,779 * 0,75 * 3,4^2 = 3,064 \text{ Па}.$$

Повторюваність напрямку вітру за січень (опалення) та за липень (охолодження) відповідно за сторонами світу, приймають згідно з таблицями 5 та 6 ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010:

$F_{e.seas.m.H}$, $F_{e.seas.m.C}$	Пн	Пд	З	Сх
Січень	7,6	17,6	19,7	9,2
Липень	17,0	8,8	21,2	7,5

Надбавковий коефіцієнт, що враховує витрату повітря через глухі стінові конструкції оболонки будівлі - $a_{inf.se} = 1,1$ - утеплені мінераловатними матеріалами в задовільному стані.

Повітропроникність через отвори (віконні, дверні) в стінових конструкціях будівлі, орієнтованих на відповідну сторону світу під час перепаду тиску ззовні та всередині будівлі 100 Па, м³/год

A_{im} - площа і-го елемента оболонки (вікна, двері), орієнтовані по сторонам світу

	Пн, м ²	Пд, м ²	З, м ²	Сх, м ²
Вікна	239,64	253,77	155,14	155,77
Двері	10,23	4,14	2,46	3,16

Q_{100} – показник повітропроникності для кожного виду конструкцій, м³/(м²*год)

Вікна $Q_{100} = 3,0 \text{ м}^3/(\text{м}^2 * \text{год})$ – герметична конструкція;

Двері $Q_{100} = 9,0 \text{ м}^3/(\text{м}^2 * \text{год})$ – слабо герметична конструкція.

Повітропроникність через отвори (віконні, дверні) в стінових конструкціях будівлі, орієнтованих на відповідну сторону світу під час перепаду тиску ззовні та всередині будівлі 100 Па, м³/год:

$$Q_{100.S.Пн} = 239,64 \cdot 3,0 + 10,23 \cdot 9,0 = 810,99 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{100.S.Пд} = 253,77 \cdot 3,0 + 4,14 \cdot 9,0 = 798,57 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{100.S.З} = 155,14 \cdot 3,0 + 2,46 \cdot 9,0 = 487,56 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{100.S.Сх} = 155,77 \cdot 3,0 + 3,16 \cdot 9,0 = 495,75 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Приведені витрати повітря через оболонку будівлі $q_{inf.m.H}$, $q_{inf.m.C}$, м³/год:

$$\text{Опалення } q_{inf.Пн.H} = 474,47 \text{ м}^3/\text{год}; \quad \text{Охолодження } q_{inf.Пн.C} = 745,02 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{inf.Пд.H} = 884,60 \text{ м}^3/\text{год}; \quad q_{inf.Пд.C} = 416,54 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{inf.З.H} = 564,07 \text{ м}^3/\text{год}; \quad q_{inf.З.C} = 454,06 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{inf.Сх.H} = 269,22 \text{ м}^3/\text{год}; \quad q_{inf.Сх.C} = 201,44 \text{ м}^3/\text{год};$$

$V_{ve} = 28116,01 \text{ м}^3$ – об'єм зони, призначений для вентиляції. Так як весь об'єм будівлі призначений для вентиляції, то дорівнює кондиціонованому об'єму будівлі.

Кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, год⁻¹:

$$\text{Опалення } - n_{inf.H} = (474,47 + 884,60 + 564,07 + 269,22) / (28116,01 \cdot 0,85) = 0,092 \text{ год}^{-1};$$

$$\text{Охолодження } - n_{inf.C} = (745,02 + 416,54 + 454,06 + 201,44) / (28116,01 \cdot 0,85) = 0,076 \text{ год}^{-1}.$$

Значення усередненої за часом витрати повітря за рахунок інфільтрації $q_{inf.mn.}$, м³/год, для опалення та охолодження:

$$\text{Опалення } - q_{inf.mn.H} = 0,092 \cdot 28116,01 \cdot 0,85 \cdot (168 - 50) / 168 = 1\,539,87 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\text{Охолодження } - q_{inf.mn.C} = 0,076 \cdot 28116,01 \cdot 0,85 \cdot (168 - 50) / 168 = 1\,276,27 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Температурний поправковий коефіцієнт

$$\text{Для опалення } - b_{ve.H} = (1 - f_{ve.frac.H} \cdot \eta_{ve}) = 1 - 0 = 1;$$

$$\text{Для охолодження } b_{ve.C} = (1 - f_{ve.frac.C} \cdot \eta_{ve}) = 1 - 0 = 1.$$

Система утилізації теплоти відсутня, тоді $f_{ve.frac.H} = 0$; $f_{ve.frac.C} = 0$.

Загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією $H_{ve.adj.}$, Вт/К:

$$\text{Опалення } - H_{ve.adj.H} = 0,336 \cdot (9\,842,71 \cdot 1,0 + 1\,539,87) = 3824,55 \text{ Вт/К};$$

$$\text{Охолодження } - H_{ve.adj.C} = 0,336 \cdot (9\,842,71 \cdot 1,0 + 1\,276,27) = 3735,98 \text{ Вт/К}.$$

Сумарна теплопередача вентиляцією Q_{ve} , Вт*год, розраховують для кожного місяця та для кожної зони за формулами:

$$\text{— опалення } - Q_{ve.H} = H_{ve.adj.H} \cdot (\theta_{int.set.H} - \theta_e) \cdot t$$

$$\text{— охолодження } - Q_{ve.C} = H_{ve.adj.C} \cdot (\theta_{int.set.C} - \theta_e) \cdot t$$

Таблиця 44 – Сумарна теплопередача вентиляцією для опалення будинку

Місяць року	$H_{ve.adj.H}$, Вт/К	$\theta_{inst.H}$, °C	θ_c , °C	t, год	$Q_{H\,ve}$, кВт*год
Січень	3824,55	20,0	-5,9	744	73 697,48
Лютий	3824,55	20,0	-4,9	672	63 995,37
Березень	3824,55	20,0	-0,1	744	57 193,80
Квітень	3824,55	20,0	8,0	720	33 044,08
Травень	3824,55	20,0	14,4	744	15 934,59
Червень	3824,55	20,0	17,6	720	6 608,82
Липень	3824,55	20,0	19,2	744	2 276,37
Серпень	3824,55	20,0	18,1	744	5 406,38
Вересень	3824,55	20,0	12,9	720	19 551,08
Жовтень	3824,55	20,0	6,9	744	37 275,56
Листопад	3824,55	20,0	1,0	720	52 319,80
Грудень	3824,55	20,0	-3,5	744	66 868,37
Всього:					434 171,70

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Таблиця 45 – Сумарна теплопередача вентиляцією для охолодження будинку

Місяць року	$H_{ve,adj} C, \text{ Вт/К}$	$\Theta_{inst,C}, ^\circ\text{C}$	$\Theta_c, ^\circ\text{C}$	t, год	$Q_{C\ ve}, \text{ кВт*год}$
Січень	3735,98	24,0	-5,9	744	83 109,06
Лютий	3735,98	24,0	-4,9	672	72 555,67
Березень	3735,98	24,0	-0,1	744	66 987,57
Квітень	3735,98	24,0	8,0	720	43 038,46
Травень	3735,98	24,0	14,4	744	26 683,85
Червень	3735,98	24,0	17,6	720	17 215,38
Липень	3735,98	24,0	19,2	744	13 341,92
Серпень	3735,98	24,0	18,1	744	16 399,45
Вересень	3735,98	24,0	12,9	720	29 857,93
Жовтень	3735,98	24,0	6,9	744	47 530,60
Листопад	3735,98	24,0	1,0	720	61 867,79
Грудень	3735,98	24,0	-3,5	744	76 438,10
Всього:					555 025,80

5.3. Характеристики внутрішніх теплонадходжень.

Згідно з методикою даного стандарту до уваги взяті наступні тепло надходження:

- внутрішній тепловий потік від людей – $\Phi_{intOc} = 7,0 \text{ Вт/м}^2$;
- внутрішній тепловий потік від обладнання - $\Phi_{intA} = 7,0 \text{ Вт/м}^2$;
- внутрішній тепловий потік від освітлення - $\Phi_{intL} = 6,0 \text{ Вт/м}^2$.

Загальна сумарна величина усередненого теплового потоку становить:

$$\Phi_{int\ mn} = \Phi_{intOc} + \Phi_{intA} + \Phi_{intL} = 7,0 + 7,0 + 6,0 = 20,0 \text{ Вт/м}^2.$$

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, Q_{int} , Вт*год, розраховують для кожного місяця за формулою 56 згідно ДСТУ 9190:2022:

$$Q_{int} = \frac{N}{168} * \frac{N_m - N_{m,пoc}}{N_m} * (\Sigma \Phi_{int,mn} * A_{f,k}) * t + Q_{w.dis.rbl,m}$$

де N – графік використання, залежно від призначення будівлі, може бути прийнятий згідно з табл. 6 ДСТУ 9190:2022;

N_m – кількість діб у відповідному місяці;

$N_{m,пoc}$ – кількість діб невикористання, залежно від призначення будівлі у відповідному місяці, може бути прийнято згідно з табл. 7 ДСТУ 9190:2022;

$\Phi_{int\ mn}$ – усереднена за часом щільність теплового потоку від к-го внутрішнього джерела залежно від призначення будівлі, що може бути прийнята згідно з табл. 6 ДСТУ 9190:2022 як сума метаболічної теплоти, освітлення та обладнання, Вт/м²;

$A_{f,k}$ – кондиціонована площа к-ї зони будівлі, м²;

t – тривалість місяця, для якого проводять розрахунки, год, визначено з додатком А ДСТУ 9190:2022;

$Q_{w.dis.rbl,m}$ – утилізаційні регулярні тепловтрати, Вт*год, у підсистемі розподілення ГВП з трубопроводів, що містяться в опалювальних приміщеннях за відповідний місяць, визначають для кожного місяця відповідно до розд. 16.2.1.10.3. ДСТУ 9190:2022.

N=50 год/тиждень – для будівлі навчального закладу.

$A_f=8147,66 \text{ м}^2$ – кондиціонована площа будівлі.

Таблиця 46 – Сумарні внутрішні теплонадходження для опалення будинку

Місяць року	N_m , діб	$N_{m,пoc}$, діб	t, год	$Q_{w.dis.rbl,m}, \text{ Вт*год}$	$Q_{int}, \text{ кВт*год}$
Січень	31	2	221,4	0	33 754,59
Лютий	28	0	200,0	0	32 590,64
Березень	31	1	221,4	0	34 918,54
Квітень	30	1	214,3	0	33 754,59
Травень	31	3	221,4	0	32 590,64
Червень	30	2	214,3	0	32 590,64

Липень	31	22	221,4	0	10 475,56
Серпень	31	22	221,4	0	10 475,56
Вересень	30	0	214,3	0	34 918,54
Жовтень	31	1	221,4	0	34 918,54
Листопад	30	0	214,3	0	34 918,54
Грудень	31	1	221,4	0	34 918,54
Всього:					360 824,94

5.4. Характеристики сонячних теплонадходжень.

Світлопрозорі конструкції, через які до будівлі потрапляють сонячні тепло надходження, розташовані з Пн, Пд, З та Сх фасадів. Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини визначена згідно з додатком А.4 ДСТУ 9190:2022 і представлена в таблиці 47.

Таблиця 47 – Середньомісячна сонячна радіація на поверхні за середніх умов хмарності

Місяць року	Isol Пн, Вт/м ²	Isol Пд, Вт/м ²	Isol З, Вт/м ²	Isol Сх, Вт/м ²	Isol Гор, Вт/м ²
Січень	12	40	18	18	27
Лютий	22	64	34	33	54
Березень	34	94	61	57	102
Квітень	39	94	75	78	148
Травень	53	100	96	102	203
Червень	68	100	110	111	230
Липень	61	99	104	108	217
Серпень	43	107	91	95	184
Вересень	29	96	64	66	123
Жовтень	18	69	34	36	65
Листопад	10	34	15	15	27
Грудень	8	27	12	12	18

Сонячні теплонадходження через світлопрозорі конструкції

Вихідні дані:

Fsh.gl – понижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів. Fsh.gl=1 - відсутні.

Fw=0,9 – поправочний коефіцієнт для не розсіювального скління.

Ff=0,3 – частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції заскленого елемента.

gn – коефіцієнт загального пропускання сонячної енергії при нормальному куті падіння.

gn=0,58 – при потрійному склінні з одним селективним низько емісійними покриттями (зовнішні стекла).

ggl= Fw*gn=0,9*0,58=0,522.

Еквівалентна площа інсоляції світлопрозорих конструкцій

Asol= Fsh.gl* ggl*(1-Ff)*Aw

Таблиця 48 – Площі світлопрозорих конструкцій (вікна) з їх орієнтацією по сторонам світу

Орієнтація	Пн	Пд	З	Сх	Всього
Aw, м ²	233,3	253,77	152,04	152,04	791,15
Asol, м ²	68,2	74,18	44,44	44,44	
Всього:	Asol=231,27 м ²				

Таблиця 49 – Площі світлопрозорих конструкцій (двері) з їх орієнтацією по сторонам світу

Орієнтація	Пн	Пд	З	Сх	Всього
Aw, м ²	6,34	0	3,1	3,73	13,17
Asol, м ²	1,85	0	0,91	1,09	
Всього:	Asol=3,85 м ²				

$$Asol_{\Sigma}=231,27 + 3,85 = 235,12 \text{ м}^2$$

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Сонячні теплонадходження через зовнішні стіни.

Вихідні дані:

$\alpha_{sc}=0,4$ – безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорої частини, згідно табл. 10 ДСТУ 9190:2022;

$R_{se}=0,043 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини;

$U_c=0,268 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини.

Еквівалентна площа інсоляції непрозорої частини оболонки будинку.

$$A_{sol}=\alpha_{sc}\cdot R_{se}\cdot U_c\cdot A_w, \text{ м}^2$$

Таблиця 50 – Площі зовнішніх стін з їх орієнтацією по сторонам світу

Орієнтація	Пн	Пд	З	Сх	Всього
$A_w, \text{ м}^2$	722,81	736,86	480,67	483,41	2420,71
$A_{sol}, \text{ м}^2$	3,33	3,40	2,22	2,23	
Всього:	$A_{sol}=11,17 \text{ м}^2$				

Сонячні теплонадходження через суміщене покриття (дах).

Еквівалентна площа інсоляції непрозорої частини оболонки будівлі.

$$A_{sol}=\alpha_{sc}\cdot R_{se}\cdot U_c\cdot A_w, \text{ м}^2$$

$\alpha_{sc}=0,9$ – безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорої частини, згідно табл. 10 ДСТУ 9190:2022;

$R_{se}=0,043 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини;

$U_c=0,584 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини.

$A_c=2590,85+120,78=2711,63 \text{ м}^2$.

$A_{sol} \text{ д} = 0,9\cdot0,043\cdot0,584\cdot2711,63 = 61,29 \text{ м}^2$.

Таблиця 51 – Елементи сонячних тепло надходжень

Місяць	$A_{sol}, \text{ м}^2$ (світлопрозорі елементи)				$A_{sol}, \text{ м}^2$ (Зовнішні стіни)				$A_{sol}, \text{ м}^2$ (дах)	$\Sigma F_{sh.ob} \cdot A_{sol} \cdot I_{sol}$	$\Sigma F_{tr} \cdot \Phi_{tr}$	$\Phi_{sol}, \text{ Вт}$
	Пн	Пд	З	Сх	Пн	Пд	З	Сх	Гор			
1	70,05	74,18	45,35	45,53	3,33	3,40	2,22	2,23	61,29	7 354,53	4 062,26	3 292,27
2	70,05	74,18	45,35	45,53	3,33	3,40	2,22	2,23	61,29	13 082,63	4 062,26	9 020,37
3	70,05	74,18	45,35	45,53	3,33	3,40	2,22	2,23	61,29	21 663,21	4 062,26	17 600,95
4	70,05	74,18	45,35	45,53	3,33	3,40	2,22	2,23	61,29	26 518,54	4 062,26	22 456,28
5	70,05	74,18	45,35	45,53	3,33	3,40	2,22	2,23	61,29	33 527,68	4 062,26	29 465,41
6	70,05	74,18	45,35	45,53	3,33	3,40	2,22	2,23	61,29	37 379,11	4 062,26	33 316,85
7	70,05	74,18	45,35	45,53	3,33	3,40	2,22	2,23	61,29	35 562,36	4 062,26	31 500,10
8	70,05	74,18	45,35	45,53	3,33	3,40	2,22	2,23	61,29	31 600,16	4 062,26	27 537,89
9	70,05	74,18	45,35	45,53	3,33	3,40	2,22	2,23	61,29	23 311,17	4 062,26	19 248,91
10	70,05	74,18	45,35	45,53	3,33	3,40	2,22	2,23	61,29	13 994,51	4 062,26	9 932,24
11	70,05	74,18	45,35	45,53	3,33	3,40	2,22	2,23	61,29	6 456,31	4 062,26	2 394,05
12	70,05	74,18	45,35	45,53	3,33	3,40	2,22	2,23	61,29	4 928,88	4 062,26	866,62

Таблиця 52 – Сумарні сонячні теплонадходження

	$\Phi_{sol}, \text{ Вт}$	$t_H, \text{ год}$	$t_C, \text{ год}$	$Q_{sol} H, \text{ кВт}\cdot\text{год}$	$Q_{sol} C, \text{ кВт}\cdot\text{год}$
Січень	3 292,27	744	744	2 449,45	2 449,45
Лютий	9 020,37	672	672	6 061,69	6 061,69
Березень	17 600,95	744	744	13 095,10	13 095,10
Квітень	22 456,28	720	720	16 168,52	16 168,52
Травень	29 465,41	744	744	21 922,27	21 922,27
Червень	33 316,85	720	720	23 988,13	23 988,13
Липень	31 500,10	744	744	23 436,07	23 436,07
Серпень	27 537,89	744	744	20 488,19	20 488,19
Вересень	19 248,91	720	720	13 859,21	13 859,21

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Жовтень	9 932,24	744	744	7 389,59	7 389,59
Листопад	2 394,05	720	720	1 723,72	1 723,72
Грудень	866,62	744	744	644,76	644,76
Всього:				151 226,7	151 226,7

5.5. Динамічні параметри.

Сумарна теплопередача та теплові надходження розраховано згідно з формулою (7) та (8) ДСТУ 9190:2022 та представлена в табличному вигляді окремо для опалення та охолодження.

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve} \quad (7) \quad Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad (8)$$

Таблиця 53 – Розрахунок енергопотреба для опалення будівлі

Місяць	Параметр								
	Q_{Htr} , кВт*год	Q_{Hve} , кВт*год	Q_{Hht} , кВт*год	Q_{Hsol} , кВт*год	Q_{Hint} , кВт*год	Q_{Hgn} , кВт*год	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$, кВт*год
Січень	99395,67	73697,48	173093,15	2449,45	33754,59	36204,04	0,21	1,00	136892,20
Лютий	86310,45	63995,37	150305,82	6061,69	32590,64	38652,33	0,26	1,00	111663,85
Березень	77137,18	57193,80	134330,98	13095,10	34918,54	48013,65	0,36	1,00	86393,43
Квітень	44566,50	33044,08	77610,58	16168,52	33754,59	49923,11	0,64	0,97	29112,67
Травень	21490,96	15934,59	37425,55	21922,27	32590,64	54512,91	1,46	0,66	1413,90
Червень	8913,30	6608,82	15522,12	23988,13	32590,64	56578,77	3,65	0,27	5,93
Липень	3070,14	2276,37	5346,51	23436,07	10475,56	33911,64	6,34	0,16	0,09
Серпень	7291,57	5406,38	12697,95	20488,19	10475,56	30963,75	2,44	0,41	41,27
Вересень	26368,51	19551,08	45919,59	13859,21	34918,54	48777,75	1,06	0,83	5591,69
Жовтень	50273,48	37275,56	87549,05	7389,59	34918,54	42308,13	0,48	0,99	45556,46
Листопад	70563,62	52319,80	122883,42	1723,72	34918,54	36642,26	0,30	1,00	86263,17
Грудень	90185,26	66868,37	157053,63	644,76	34918,54	35563,31	0,23	1,00	121495,05
Всього за рік:									624 429,71

Таблиця 54 – Розрахунок енергопотреба для охолодження будівлі

Місяць	Параметр								
	Q_{Ctr} , кВт*год	Q_{Cve} , кВт*год	Q_{Chb} , кВт*год	Q_{Csol} , кВт*год	Q_{Cint} , кВт*год	Q_{Cgn} , кВт*год	γ_C	$\eta_{C,is}$	$Q_{C,nd}$, кВт*год
Січень	114746,35	83109,06	197855,41	2449,45	33754,59	36204,04	0,18	0,18	1,35
Лютий	100175,58	72555,67	172731,26	6061,69	32590,64	38652,33	0,22	0,22	4,47
Березень	92487,86	66987,57	159475,43	13095,10	34918,54	48013,65	0,30	0,30	28,68
Квітень	59422,00	43038,46	102460,46	16168,52	33754,59	49923,11	0,49	0,48	374,51
Травень	36841,64	26683,85	63525,48	21922,27	32590,64	54512,91	0,86	0,78	4825,28
Червень	23768,80	17215,38	40984,18	23988,13	32590,64	56578,77	1,38	0,95	17494,07
Липень	18420,82	13341,92	31762,74	23436,07	10475,56	33911,64	1,07	0,88	5922,08
Серпень	22642,26	16399,45	39041,70	20488,19	10475,56	30963,75	0,79	0,74	2053,24
Вересень	41224,01	29857,93	71081,94	13859,21	34918,54	48777,75	0,69	0,66	1803,35
Жовтень	65624,17	47530,60	113154,77	7389,59	34918,54	42308,13	0,37	0,37	81,08
Листопад	85419,12	61867,79	147286,91	1723,72	34918,54	36642,26	0,25	0,25	7,65
Грудень	105535,94	76438,10	181974,04	644,76	34918,54	35563,31	0,20	0,20	1,92
Всього за рік:									32 597,68

Часткова константа будівлі характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Будівля є класу “Важка” (табл. 15 ДСТУ 9190:2022) – внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить $C = 80,0 \text{ Вт*год/м}^2\text{*К}$.

Внутрішня теплоємність будівлі $C_m = C \cdot A_f = 80 \cdot 8147,66 = 651\,812,8 \text{ Вт*год/К}$.

Часткова константа будівлі розраховується за формулою (56) ДСТУ Б А.2.2-12:2015

$$\tau_H = \frac{C_m}{(H_{tr,adj,H} + H_{vs,adj,H})}$$

$$\tau_C = \frac{C_m}{(H_{tr,adj,C} + H_{vs,adj,C} + H_{vs,extra,adj})}$$

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

де $H_{tr.adj.H}$, $H_{tr.adj.C}$ – значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією, Вт/К;
 $H_{ve.adj.H}$, $H_{ve.adj.C}$ – значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією, Вт/К;
 $H_{ve.extra.adj}$ – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі за рахунок нічного охолодження, Вт/К, приймають $H_{ve.extra.adj}=0$ для режиму опалення та для режиму охолодження.

Коефіцієнт використання надходжень для опалення

$$\text{якщо } \gamma_H > 0 \text{ та } \gamma_H \neq 1 \rightarrow \eta_{H.gn} = (1 - \gamma_H^{a_H}) / (1 - \gamma_H^{a_H+1}) \quad (67)$$

$$\text{якщо } \gamma_H = 1 \rightarrow \eta_{H.gn} = a_H / (a_H + 1) \quad (68)$$

$$\text{якщо } \gamma_H < 0 \text{ та } Q_{H.gn} > 0 \rightarrow \eta_{H.gn} = 1 / \gamma_H \quad (69)$$

$$\text{якщо } \gamma_H \leq 0 \text{ та } Q_{H.gn} \leq 0 \rightarrow \eta_{H.gn} = 1 \quad (70)$$

a_H – безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи τ_H , визначений за формулою:

$$a_H = a_{H.0} + (\tau / \tau_{H.0}) \quad (72)$$

де $a_{H.0}$ – довідковий безрозмірний числовий параметр, який дорівнює 1;

τ – часова константа зони будівлі, год згідно з 12.4 ДСТУ 9190:2022;

$\tau_{H.0}$ – довідкова часова константа, яку приймаємо = 15 год.

5.6. Енергопотреба гарячого водопостачання (ГВП).

Для цілей сертифікації енергоефективності згідно з нормативними вимогами необхідно використовувати питомі енергопотреба ГВП на 1 м^2 кондиціонованої площі будівлі, що наведені у табл. 33 ДСТУ 9190:2022.

Для будівель навчальних закладів питомі річні енергопотреба ГВП прийнято згідно табл. 33 - $10,0 \text{ кВт*год/м}^2$.

Енергопотреба ГВП: $Q_{DHW,need} = 10,0 * A_f = 10,0 * 8147,66 = 81\,476,6 \text{ кВт*год/рік}$.

5.7. Внутрішні умови.

Задана температура на опалення будівлі визначена за формулою (1) ДСТУ 9190:2022 на підставі заданих розрахункових температур повітря внутрішніх приміщень та прийнята згідно табл. 16 ДСТУ 9190:2022 і становить $\Theta_{inst,H} = 20^\circ\text{C}$ (для будівель навчальних закладів).

Задана температура на охолодження прийнята згідно табл. 16 ДСТУ 9190:2022 і становить $\Theta_{inst,C} = 24^\circ\text{C}$ (для будівель навчальних закладів).

5.8. Енергоспоживання системи опалення.

У загальному випадку енергоспоживання системи опалення визначається як енергопотреба плюс регулярні неутилізовані тепловтрати систем та додаткова енергія. Сумарні регулярні тепловтрати системи складаються з втрат теплоти при виробництві (генеруванні), розподіленні та виділенні/тепловіддачі.

5.8.1. Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми тепловіддачі/виділення.

Система опалення будівлі двотрубна стоякова (П-подібні однотрубні стояки, двотрубні стояки). Стояки опалення – з автоматичним регулюванням подачі теплоносія. Опалювальні прилади – чавунні секційні радіатори та конвектори. На опалювальних приладах встановлено термостатичні регулятори. Опалювальні прилади встановлені біля зовнішніх стін під вікнами.

Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення визначається для кожного місяця за формулою (103) ДСТУ 9190:2022:

$$Q_{H.em.is} = (((f_{hydr} * f_{im} * f_{rad}) / \eta_{em}) - 1) * Q_{H.em.out}$$

де $Q_{H.em.is}$ – загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, кВт*год;

$Q_{H.em.out}$ – енергія виходу з системи тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, кВт*год;

$$Q_{H.em.out} = Q_{H.nd}$$

$f_{hydr} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи;

f_{im} – коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення;

$f_{im} = 1,0$ – для постійного теплового режиму;

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

f_{rad} – коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (тільки для променевих систем опалення), $f_{rad} = 1,0$;

η_{em} – загальний рівень ефективності для тепловіддавальної складової системи (ф. 104));

$$\eta_{em} = 1/(4-(\eta_{str}+\eta_{ctr}+\eta_{emb}))$$

де η_{str} – складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення;

$$\eta_{str} = (\eta_{str1} + \eta_{str2})/2$$

$\eta_{str1}=0,88$ - складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення (температурний напір 60К (90/70°C));

$\eta_{str2}=0,88$ - складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення (вікна з радіаційним захистом);

$$\eta_{str} = (0,88+0,88)/2 = 0,88$$

$\eta_{ctr}=0,93$ – складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення (регулювання температури повітря приміщення);

$\eta_{emb}=1,0$ - складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх, огорожень (опалювальний прилад встановлено біля зовнішньої стіни.

$$\eta_{em} = 1/(4-(0,88+0,93+1))=0,840$$

$$Q_{H.em.in} = Q_{H.em.out} + Q_{H.em.is}$$

Таблиця 55 – Значення енергетичних потоків підсистеми тепловіддач/виділення

Місяць	$Q_{H.nd}$, кВт*год	$Q_{H.em.out}$, кВт*год	$Q_{H.em.is}$, кВт*год	$Q_{H.em.in}$, кВт*год
Січень	136892,20	136892,20	26009,52	162901,72
Лютий	111663,85	111663,85	21216,13	132879,98
Березень	86393,43	86393,43	16414,75	102808,18
Квітень	29112,67	29112,67	5531,41	34644,08
Травень	1413,90	1413,90	268,64	1682,54
Червень	5,93	5,93	1,13	7,05
Липень	0,09	0,09	0,02	0,11
Серпень	41,27	41,27	7,84	49,12
Вересень	5591,69	5591,69	1062,42	6654,11
Жовтень	45556,46	45556,46	8655,73	54212,19
Листопад	86263,17	86263,17	16390,00	102653,17
Грудень	121495,05	121495,05	23084,06	144579,11
Всього:	624 429,71	624 429,71	118 641,65	743 071,36

5.8.2. Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми розподілення.

Розрахунок енергоспоживання підсистеми розподілення складається з визначення тепловтрат системи (утилізаційні та утилізовані).

Тепловтрати підсистеми розподілення визначаються для кожного місяця за ф. (112) ДСТУ 9190:2022. Результатом розрахунку загальних тепловтрат є сума тепловтрат різних типів трубопроводів L_v , L_s , L_a згідно з рис. 7 ДСТУ 9190:2022.

Трубопроводи типу L_v (розподільні, що знаходяться в неопалювальному підвалі), L_s (ізолювані розподільні, стояки в опалюваних приміщеннях), L_a (підводки до опалювальних приладів в межах опалювальних приміщень) Трубопроводи, що знаходяться в неопалювальному технічному підвалі, теплоізолювані.

Довжини трубопроводів L_j та лінійні коефіцієнти теплопередачі Ψ_j відповідних типів визначається за спрощеною методикою та даними попереднього енергетичного аудиту, наданого в якості вихідних даних для розрахунку.

$$L_{v76} = 348,0 \text{ мп}; \Psi_{v76} = 0,3 \text{ Вт/м}^*\text{К};$$

$$L_{v40} = 87,0 \text{ мп}; \Psi_{v40} = 0,3 \text{ Вт/м}^*\text{К};$$

$$L_{v25} = 230,0 \text{ мп}; \Psi_{v25} = 0,3 \text{ Вт/м}^*\text{К};$$

$$L_{v15} = 106,0 \text{ мп}; \Psi_{v15} = 0,3 \text{ Вт/м}^*\text{К}.$$

$$L_{v57} = 88,0 \text{ мп}; \Psi_{v57} = 0,3 \text{ Вт/м}^*\text{К};$$

$$L_{v32} = 144,0 \text{ мп}; \Psi_{v32} = 0,3 \text{ Вт/м}^*\text{К};$$

$$L_{v20} = 281,0 \text{ мп}; \Psi_{v20} = 0,3 \text{ Вт/м}^*\text{К};$$

Загальне енергоспоживання при опаленні $Q_{H,use}$, кВт*год. $Q_{H,use} = Q_{H,gen.out} + Q_{H,gen.is}$

Таблиця 57 – Значення енергетичних потоків підсистеми виробництва/генерування.

	$Q_{H,gen.out}$, кВт*год	$Q_{H,gen.is}$, кВт*год	$Q_{H,use}$, кВт*год
Січень	181125,30	9532,91	190658,21
Лютий	148999,62	7842,09	156841,71
Березень	118778,80	6251,52	125030,32
Квітень	44149,54	2323,66	46473,20
Травень	1682,54	88,55	1771,09
Червень	7,05	0,37	7,42
Липень	0,11	0,01	0,12
Серпень	49,12	2,59	51,70
Вересень	6374,22	335,49	6709,71
Жовтень	67522,80	3553,83	71076,63
Листопад	117632,75	6191,20	123823,95
Грудень	161845,84	8518,20	170364,04
			892 808,10

Питоме енергоспоживання системи опалення

$$EP_{H,use} = Q_{H,use}/V = 892\,808,10/28116,01 = 31,75 \text{ кВт*год/м}^3.$$

5.9. Енергоспоживання системи охолодження.

Система охолодження в будівлі спортивного корпусу відсутня. Для потреб визначення загального енергоспоживання (опалення + охолодження + гаряче водопостачання) визначаємо енергоспоживання системою охолодження. Розрахунок проводимо за спрощеною методикою згідно з п. 15.10. ДСТУ 9190:2022.

Вихідні дані:

$\eta_{C,ce}$ – ступінь утилізації теплообміну при охолодженні в системі охолодження; $\eta_{C,ce} = 1,0$;

$\eta_{C,ce.sens}$ – ступінь явної утилізації теплообміну при охолодженні в системі охолодження;

$\eta_{C,ce.sens} = 0,87$;

$\eta_{C,d}$ – ступінь утилізації підсистеми розподілення; $\eta_{C,d} = 0,9$;

$\eta_{C,ac}$ – ефективність автоматичного управління/регулювання; $\eta_{C,ac} = 0,93$;

$\eta_{C,gen}$ – ефективність підсистеми розподілення. $\eta_{C,gen} = 2,4$.

$Q_{C,nd}$ - річні енергопотреби для охолодження, кВт*год.

Таблиця 58 – Значення енергетичних потоків системи охолодження

	$Q_{C,nd}$	$Q_{C,dis,ls}$	$Q_{C,dis,in}$	$Q_{C,gen,out}$	$Q_{C,gen,ls}$	$Q_{C,use}$
	кВт*год	кВт*год	кВт*год	кВт*год	кВт*год	кВт*год
Січень	1,35	0,31	1,66	1,78	-1,04	0,74
Лютий	4,47	1,03	5,50	5,91	-3,45	2,46
Березень	28,68	6,60	35,27	37,93	-22,12	15,80
Квітень	374,51	86,14	460,64	495,31	-288,93	206,38
Травень	4825,28	1109,81	5935,10	6381,82	-3722,73	2659,09
Червень	17494,07	4023,64	21517,71	23137,32	-13496,77	9640,55
Липень	5922,08	1362,08	7284,16	7832,43	-4568,92	3263,51
Серпень	2053,24	472,25	2525,49	2715,58	-1584,09	1131,49
Вересень	1803,35	414,77	2218,13	2385,08	-1391,30	993,78
Жовтень	81,08	18,65	99,73	107,23	-62,55	44,68
Листопад	7,65	1,76	9,41	10,12	-5,90	4,22
Грудень	1,92	0,44	2,36	2,54	-1,48	1,06
	32597,68	7497,47	40095,15	43113,06	-25149,29	17 963,78

$Q_{C,use} = 17\,963,78$ кВт*год – річне енергоспоживання при охолодженні.

Питоме енергоспоживання системи охолодження

$$EP_{C,use} = Q_{C,use}/V = 17\,963,78/28116,01 = 0,64 \text{ кВт*год/м}^3.$$

5.10. Енергоспоживання гарячого водопостачання.

Система гарячого водопостачання (ГВП) представлена від кожухотрубного теплообмінного апарату, розміщеному в підвальному приміщенні в приміщенні теплового вузла. Подача гарячої води – пряма до санітарних приладів (без циркуляційних контурів) шляхом підігріву води питної якості в кожухотрубному теплообмінному апараті. Подача гарячої води до санітарних приладів після підігріву відбувається завдяки тиску води в зовнішній міській мережі.

Трубопроводи гарячого водопостачання в межах неопалювального підвалу теплоізовані.. Температура води в системі ГВП прийнята $60,0^{\circ}\text{C}$.

Підсистема розподілення гарячого водопостачання.

Для розрахунку система розподілення умовно розділена на дві частини:

- індивідуальний розподільний трубопровід до водорозбору гарячої води користувача;
- циркуляційний контур, якщо наявний.

Тепловтрати кожної частини розраховують окремо.

Тепловтрати підсистеми розподілення ГВП сформовані з:

- тепловтрат трубопроводами;
- тепловтрат циркуляційним контуром, за наявності;
- тепловтрат використаної води під час водорозбору.

5.10.1. Енергопотреба гарячого водопостачання.

Для цілей сертифікації енергоефективності згідно з нормативними вимогами необхідно використовувати питомі енергопотреба ГВП на 1м^2 кондиціонованої площі будівлі, що наведені у табл. 33 ДСТУ 9190:2022.

Для будівель навчальних закладів питомі річні енергопотреба ГВП прийнято згідно табл. 33 - $10,0 \text{ кВт*год/м}^2$.

Енергопотреба ГВП: $Q_{\text{DHW,need}} = 10,0 * A_f = 10,0 * 8147,66 = 81\,476,6 \text{ кВт*год/рік}$.

5.10.2. Тепловтрати трубопроводами системи ГВП.

Тепловтрати трубопроводами системи ГВП для кожного місяця, Вт*год , розраховують згідно з формулою 147 ДСТУ9190:2022:

$$Q_{w,\text{dis, is}} = Q_{w,\text{dis, is, D}} + Q_{w,\text{dis, is, U}}$$

де $Q_{w,\text{dis, is, D}}$ – місячні тепловтрати трубопроводами системи ГВП, розміщених в опалюваних об'ємах, Вт*год ;

$$Q_{w,\text{dis, is, D}} = \sum \psi_{w,j} * L_{w,j} * (\theta_{w,\text{dis, avg, j}} + \theta_{\text{amb, j}}) * t_{w,j}$$

$Q_{w,\text{dis, is, U}}$ - місячні тепловтрати трубопроводами системи ГВП, розміщених в неопалюваних об'ємах, Вт*год .

$$Q_{w,\text{dis, is, U}} = \sum \psi_{w,k} * L_{w,k} * (\theta_{w,\text{dis, avg, k}} + \theta_{\text{amb, k}}) * t_{w,k}$$

де ψ_w – лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт/(м*К) ;

$L_{w,k}$ – довжина секції трубопроводу, м;

$\theta_{w,\text{dis, avg}}$ – середня температура гарячої води в секції трубопроводу, $^{\circ}\text{C}$;

θ_{amb} – середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалювального або неопалювального приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

t_w – період користування ГВП (для циркуляційних трубопроводів – період циркуляції), год/місяць;

j – індекс, що позначає трубопроводи, розміщених в опалювальних об'ємах з однаковими граничними умовами;

k – індекс, що позначає трубопроводи, розміщених в неопалювальних об'ємах з однаковими граничними умовами.

$\theta_{w,\text{dis, avg}} = 60^{\circ}\text{C}$ – середня температура гарячої води у секції трубопроводу;

$\theta_{\text{amb}} = 20^{\circ}\text{C}$ – середня температура опалюваного приміщення, де проходять трубопроводи ГВП (опалювальний сезон);

$\theta_{\text{amb}} = 24^{\circ}\text{C}$ – середня температура опалюваного приміщення, де проходять трубопроводи ГВП (неопалювальний сезон);

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Theta_{amb} = 13^{\circ}\text{C}$ – середня температура неопалюваного приміщення, де проходять трубопроводи ГВП (неопалювальний підвал будівлі);

t_{wH} – період користування ГВП в період опалювального сезону, год:

$$t_{wH} = 204 \cdot 24 \cdot 50 / 168 = 1457 \text{ год.}$$

(204 доби - кількість діб опалювального сезону для шкіл; 24 год – тривалість доби; 50 год – графік опалення для закладів освіти)

t_{wC} – період користування ГВП в період опалювального сезону, год:

$$t_{wC} = (365 - 204) \cdot 24 \cdot 50 / 168 = 1150 \text{ год.}$$

(365-204 доби - кількість діб неопалювального сезону для шкіл; 24 год – тривалість доби; 50 год – графік опалення для закладів освіти)

Довжина трубопроводів ГВП в межах неопалюваних приміщень, м:

$$Lv_{32} = 120,0 \text{ м}; Lv_{25} = 46,0 \text{ м}; Lv_{15} = 130,0 \text{ м};$$

Лінійний коефіцієнт теплопередачі теплоізованих трубопроводів, що проходять в межах неопалюваних приміщень:

$$\Psi_{a32} = 0,246 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{K)}; \Psi_{a25} = 0,210 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{K)}; \Psi_{a15} = 0,162 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{K)}.$$

Довжина трубопроводів ГВП в межах опалюваних приміщень, м:

$$Ls_{15} = 110,0 \text{ м}; La_{15} = 88,0.$$

Лінійний коефіцієнт теплопередачі нетеплоізованих трубопроводів, що проходять в межах опалюваних приміщень:

$$\Psi_{s15} = 0,879 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{K)}; \Psi_{a15} = 0,879 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{K)}.$$

Річні тепловтрати підсистеми розподілення ГВП:

- в неопалюваних приміщеннях

$$Q_{w.dis.is.D} = (((0,246 \cdot 120,0 + 0,210 \cdot 46,0 + 0,162 \cdot 130,0) \cdot (60 - 13) \cdot 1457) + ((0,246 \cdot 120,0 + 0,210 \cdot 46,0 + 0,162 \cdot 130,0) \cdot (60 - 13) \cdot 1150)) / 1000 = 7384,13 \text{ кВт}^{\circ}\text{год/рік}$$

- в опалюваних приміщеннях

$$Q_{w.dis.is.U} = (((0,879 \cdot 110,0 + 0,879 \cdot 88,0) \cdot (60 - 20) \cdot 1457) + ((0,879 \cdot 110,0 + 0,879 \cdot 88,0) \cdot (60 - 24) \cdot 1150)) / 1000 = 17966,95 \text{ кВт}^{\circ}\text{год/рік}$$

Сумарні річні тепловтрати підсистеми розподілення ГВП:

$$Q_{w.dis.is} = Q_{w.dis.is.D} + Q_{w.dis.is.U} = 7384,13 + 17966,95 = 25\,351,08 \text{ кВт}^{\circ}\text{год/рік}$$

5.10.3. Тепловтрати в циркуляційному контурі ГВП

Тепловтрати трубопроводами циркуляційного контуру (при наявності) враховані в тепловитратах трубопроводами системи ГВП відповідно до розд. 16.2.1.5. ДСТУ 9190:2022, та їх окремо не розраховують.

Додаткові тепловитрати циркуляційного контуру під час зупинки циркуляції (від охолодження теплоносія), Вт*год, визначають для кожного місяця за формулою 150 ДСТУ 9190:2022:

$$Q_{w.dis.is.col.off} = \sum \rho_w \cdot C_w \cdot V_{w.dis.j} \cdot (\theta_{w.dis.avg,j} + \theta_{amb,j}) \cdot n_{norm}$$

де $\rho_w \cdot C_w$ – теплоємність води, приймається $1150 \text{ Вт}^{\circ}\text{год/(м}^3\text{K)}$;

$\theta_{w.dis.avg,j}$ – середня температура гарячої води в секції трубопроводу, $^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{amb,j}$ – середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалювального або неопалювального приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$V_{w.dis,j}$ – об'єм води, що міститься в секції трубопроводу, м^3 ;

n_{norm} – кількість робочих циклів (зупинок) циркуляційного насоса протягом місяця; за відсутності точних даних та для сертифікації приймають $n_{norm} = 2$ цикли в день;

j – індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами.

Циркуляційні контур відсутній

$$Q_{w.dis.is.col.off} = 0 \text{ кВт}^{\circ}\text{год/рік.}$$

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.10.4. Тепловтрати використаної води при водорозборі.

Теплова енергія води у водорозбірному крані до моменту досягнення мінімально допустимої температури ГВП втрачається і вважається тепловтратами. Тепловтрати використаної води при водорозборі вважаються на 100% неутилізаційними.

Тепловтрати використаної води при водорозборі визначаються за (151) ДСТУ 9190:2022

$$Q_{w.em.is} = Q_{DHW.nd} * \eta_{eq} / 100$$

де η_{eq} - еквівалент збільшення, що враховує тепловтрати використаної води при водорозборі
 $\eta_{eq} = 10,0\%$ (для навчальних закладів (інші)) без циркуляційних контурів.

$$Q_{w.em.is} = 81\,476,6 * 10,0 / 100 = 8\,147,66 \text{ кВт*год/рік}$$

5.10.5. Річне енергоспоживання ГВП.

Річний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП визначається за ф. (154) ДСТУ 9190:2022, при цьому ефективність підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнято згідно з табл. 27 – $\eta_{gen} = 0,95$ (ГВП – централізоване).

$$Q_{DHW.USE} = (Q_{DHW.nd} + Q_{w.em.is} + Q_{w.dis.is} + Q_{w.dis.is.col.m}) / \eta_{gen}, \text{ кВт*год/рік.}$$

$$Q_{DHW.USE} = (81\,476,6 + 8\,147,66 + 25\,351,08 + 0) / 0,95 = 121\,026,68 \text{ кВт*год/рік}$$

Питоме енергоспоживання системи ГВП

$$EP_{DHW.use} = Q_{DHW.use} / V = 121\,026,68 / 28\,116,01 = 4,3 \text{ кВт*год/м}^3.$$

5.11. Енергоспоживання при вентиляції.

Система вентиляції будівлі – природня витяжна.

Системи механічної припливно-витяжної вентиляції в будівлі відсутні.

Енергоспоживання при вентиляції:

$$Q_{v.use} = 0,0 \text{ кВт*год/рік.}$$

Питоме енергоспоживання систем вентиляції

$$EP_{v.use} = Q_{v.use} / V = 0 / 28\,116,01 = 0,0 \text{ кВт*год/м}^3.$$

5.12. Енергоспоживання при освітленні.

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні W , кВт*год, визначається за формулою (156) ДСТУ 9190:2022:

$$Q_{Wuse} = Q_{WL} + Q_{WP},$$

де Q_{WL} – енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, кВт*год;

Q_{WP} – паразитна енергія, що необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергії для управління/регулювання освітлення в будинку, кВт*год.

$$Q_{WL} = (P_N * F_C) * ((t_D * F_O * F_D) + (t_N * F_O)) * A_f / 1000$$

де P_N – питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м²;

Прилади освітлення в будівлі:

- світильник світлодіодний з світлодіодними лампами 2x1200 мм (12,7 Вт) – 40 шт;
- світильник світлодіодний з світлодіодними лампами 2x1200 мм (25,4 Вт) – 358 шт;
- світильник на дві люмінесцентні лампи L=1,2 м (72,0 Вт) (існ.) – 162 шт;
- світильник на чотири люмінесцентні лампи L=0,59 м (72,0 Вт) (існ.) – 274 шт;
- світлодіодні панелі 595x595 (28 Вт) – 69 шт;
- світлодіодні панелі 595x595 (28 Вт) (існ.) – 74 шт.

Загальна потужність освітлювальних приладів:

$$N = 40 * 12,7 + 358 * 25,4 + 162 * 72,0 + 274 * 72,0 + 69 * 28,0 + 74 * 28,0 = 44997,2 \text{ Вт.}$$

$$P_N = N / A_f = 44997,2 / 8147,44 = 5,52 \text{ Вт/м}^2.$$

F_C – постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання навантаження встановленого освітлення при функціонуючому контролі сталої освітленої зони;

$F_C = 1,0$ – відсутня система контролю/регулювання постійної освітленості;

F_O – коефіцієнт використання освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони;

$F_O = 1,0$ - відсутня система контролю/регулювання постійної освітленості;

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

F_D – коефіцієнт природного освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони;

$F_D = 1,0$ - відсутня система контролю/регулювання постійної освітленості;

t_D – час використання природного освітлення протягом року, год;

$t_D = 1800$ год – для будівель навчальних закладів;

t_N – час використання штучного освітлення протягом року, год;

$t_N = 200$ год – для будівель навчальних закладів;

$A_f = 8147,44 \text{ м}^2$ – кондиціонована площа будинку.

$$W_L = (5,52 \cdot 1,0) \cdot ((1800 \cdot 1,0 \cdot 1,0) + (200 \cdot 1,0)) \cdot 8147,44 / 1000 = 89\,994,4 \text{ кВт*год.}$$

$$W_p = P_{em} \cdot A_{em} + P_{rc} \cdot A_{rc}$$

де P_{em} – загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, кВт*год/м²;

$P_{em} = 1$ – для будівель закладів охорони здоров'я;

P_{rc} – загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовуються, кВт*год/м²;

$P_{rc} = 5$ – для будівель закладів охорони здоров'я.

A_{em} – площа будівлі, на якій передбачено застосування аварійного освітлення, м²;

$A_{em} = 1860,0 \text{ м}^2$;

A_{rc} – площа будівлі, на якій передбачено застосування регульованого освітлення, м²;

$A_{rc} = 0 \text{ м}^2$.

$$W_p = (1 \cdot 1860,0 + 5 \cdot 0) = 1860,0 \text{ кВт*год.}$$

Питоме енергоспоживання системи освітлення

$$W = W_L + W_p = 89994,4 + 1860,0 = 91\,854,40 \text{ кВт*год.}$$

Питоме енергоспоживання системи освітлення

$$EP_{W_{use}} = W / A_f = 91854,4 / 8147,44 = 11,27 \text{ кВт*год/м}^2.$$

6. Визначення енергетичної ефективності будівлі (енергоспоживання).

Загальний показник енергетичної ефективності будівлі EP_{use} визначається за умови (1) ДБН В.2.6-31:2021:

$$EP_{use} \leq EP_p$$

EP_{use} – річне розрахункове або фактичне значення загального показника питомого енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні, що визначається згідно з п. 4.2. ф. (1) ДБН В.2.6-31:2021:

для громадських будівель (заклади освіти) – $EP_{use} = (Q_{H,use} + Q_{C,use}) / V$

$Q_{H,use} = 897\,167,24 \text{ кВт*год/м}^3$ – річне енергоспоживання будівлі на опалення;

$Q_{C,use} = 17\,756,97 \text{ кВт*год/м}^3$ – річне енергоспоживання будівлі на охолодження;

$V = 28\,116,01 \text{ м}^3$ – кондиціонований (опалювальний) об'єм будівлі.

$$EP_{use} = (Q_{H,use} + Q_{C,use}) / V = (892\,808,10 + 17\,963,78) / 28\,116,01 = 32,39 \text{ кВт*год/м}^3.$$

Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні громадських будівель, що наведено у додатку до Наказу Мінрегіону №260 від 27.10.2020, яка визначається згідно з додатком А цього наказу – $EP_p = 55 \times \Delta b_{ci} + 24 = 55 \times 0,3 + 24 = 40,5 \text{ кВт*год/м}^3$.

Клас енергетичної ефективності будівлі встановлюється відповідно даним, наведеним у таблиці 1 (наказ №169 від 11.07.2018р із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства розвитку громад та територій №261 від 27.10.2020), залежно від показника, ΔEP , %, який є відсотковою різницею між загальним показником питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, EP_{use} , кВт*год/м³, та граничним значенням питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, EP_p кВт*год/м³ та розраховується за формулою:

$$\Delta EP = ((EP_{use} - EP_p) / EP_p) \times 100 = ((32,39 - 40,5) / 40,5) \times 100 = -19,98\%$$

$$\text{Згідно табл. 1 при } -20 < \Delta EP < 0 \rightarrow -20 < -19,98 < 0$$

Клас енергетичної ефективності будинку за питомим енергоспоживанням – “С”

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗВЕДЕНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВЛІ

1. Загальні характеристики.

Призначення будівлі (відповідно до таблиці 1 Методики [2])	Будівлі закладів освіти
Призначення будівлі (згідно з ДСТУ XXXX)	Будівлі навчальних закладів
Загальна площа, м ²	10624,15
Загальний об'єм, м ³	40691,50
Кондиціонована (опалювана) площа, м ²	8147,66
Кондиціонований (опалюваний) об'єм, м ³	28116,01
Об'єм для вентиляції, м ³	28116,01
Кількість поверхів	3
Рік введення в експлуатацію	2000
Тип зовнішніх огорожувальних конструкцій	цегляні стіни утеплені
Температурна зона	I
Архітектурно-будівельний кліматичний район	I – Північно-західний
Вологісний режим приміщень	Б
Тип ґрунту	Пісок
Тип місцевості	IV – міські території
Середня висота приміщення, м	3,0
Внутрішня теплоємність, Вт·год/(м ² ·К)	80,0
Наявність приміщень з різним функціональним призначенням у складі 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	0,3
Кількість під'їздів або входів	6 входів
Графік опалення, год/тиждень	50
Графік охолодження, год/тиждень	50
Задана температура зони будівлі для опалення, °С	20
Задана температура зони будівлі для охолодження, °С	24
Температура чергового режиму опалення, °С	17
Температура чергового режиму охолодження, °С	27

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:			
- що межують із зовнішнім повітрям	3,732	4,0	2423,74
- що межують із некондиціонованим об'ємом	-	х	-
- що межують із суміжними будівлями	-	х	-
Покриття, з них:			
- суміщені	1,712	7,0	2711,63
- опалюваних горищ	-	6,0	-
- технічних поверхів	-	-	-
- мансард	-	-	-
Перекриття, з них:			
- неопалюваних горищ	-	6,0	-
- над проїздами та під еркерами	0,723	5,0	89,35
- над неопалюваними підвалами	0,723	5,0	2375,37
Конструкції, що межують з ґрунтом:			
- підлоги по ґрунту	0,212	х	2479,3
- стіни цокольного поверху	-	х	-
- перекриття над техпідпіллям	-	х	-
Світлопрозорі огорожувальні конструкції, з них:			
- вікна	0,62	0,9	791,15
- вікна і балконні двері	-	0,9	-
- вітражі	-	0,9	-
- світлопрозорі фасади	-	0,9	-
- світлопрозорі зовнішні двері	0,62	0,9	13,17
- в місцях загального користування*	-	0,9	-
Зенітні ліхтарі	0,62	0,8	
Зовнішні двері	0,6	0,7	20,09
*Для багатоквартирних житлових будинків			

3. Характеристики інженерних систем.

Система опалення

Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1

Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів)

Система генерування теплової енергії в приміщенні відсутня. Теплопостачання будівлі на потреби опалення здійснюється від теплових мереж, що йдуть від центрального теплового пункту існуючої міської газової котельні. На вводі теплових мереж в будівлю встановлено індивідуальний тепловий пункт (ІТП) з функцією погодозалежного регулювання.

Теплоносій – вода підготовлена, питної якості. Температурний графік-90/70⁰С. Система підключення – залежна.

Прокладання трубопроводів: ізольовані трубопроводи в межах приміщень неопалювального підвалу; неізольовані прокладені відкрито в межах приміщень встановлення опалювальних приладів.

Регулювання температури у системі

Регулювання температури теплоносія в системі опалення будівлі відбувається в межах індивідуального теплового пункту шляхом погодозалежної корекції температури теплоносія.

Регулювання витрати у системі

Регулювання витрати теплоносія відбувається в ЦТП з наступною його корекцією в ІТП.

Циркуляція теплоносія у системі

Циркуляція теплоносія здійснюється за рахунок тиску, що створюють циркуляційні насоси ЦТП та ІТП.

Тип опалювальних приладів

Чавунні секційні радіатори (існ. та проект), конвектор опалювальний «Аккорд» (існ.).

Регулювання температури приміщення

На всіх опалювальних приладах проектом передбачається встановлення термостатичних клапанів з терморегулюючими головками

Гідравлічне налагоджування (балансування) системи

Автоматичні балансувальні клапани на стояках та на приладових гілках

Теплова ізоляція трубопроводів в неопалюваних приміщеннях

Всі трубопроводи системи опалення в межах приміщень неопалювального підвалу теплоізолювані.

Облік споживання теплової енергії

Облік споживання теплової енергії, що надходить до споживача, відбувається на вводі теплових мереж в будівлю існуючим вузлом обліку теплової енергії.

Система гарячого водопостачання

Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1

Тип та опис системи (джерело енергії, розведення трубопроводів, забезпечення циркуляцією)

Система гарячого водопостачання будівлі функціонує від модуля ГВП (кожухотрубний теплообмінний апарат) індивідуального теплового пункту, розташованого в межах неопалювального підвалу будівлі; для потреб харчоблоку (кухні) встановлюється геліосистема. Джерело енергії – ІТП будівлі, приєднаний до теплової мережі міської котельні, яка працює на природному газі.

Система гарячого водопостачання працює відповідно до графіків, розроблених для споживача (будівлі ліцею).

Система гарячого водопостачання будівлі – існуюча.

Температура гарячої води на виході – 60⁰С.

Трубопроводи: в межах неопалювального підвалу – сталеві, пофарбовані, теплоізолювані, відкритого прокладання; в межах опалювальних приміщень – сталеві, пофарбовані, неутеплені, відкритого прокладання.

Циркуляція – відсутня.

Циркуляція теплоносія у системі

Циркуляція відсутня

Регулювання витрати у системі

Запірна арматура перед санітарними приладами (споживачами гарячої води)

Гідравлічне налагоджування (балансування) системи

Система гідравлічно незбалансована

Облік споживання гарячої води

Окремий вузол обліку гарячої води відсутній

Система охолодження

Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1

Система охолодження – відсутня.

Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів)

Система охолодження – відсутня.

Регулювання температури у системі

Система охолодження – відсутня.

Регулювання витрати у системі

Система охолодження – відсутня.

Циркуляція теплоносія у системі

Система охолодження – відсутня.

Тип приладів тепловіддачі

Система охолодження – відсутня.

Регулювання температури приміщення

Система охолодження – відсутня.

Гідравлічне налагоджування (балансування) системи

Система охолодження – відсутня.

Теплова ізоляція трубопроводів

Система охолодження – відсутня.

Облік споживання енергії системами охолодження

Система охолодження – відсутня.

Система вентиляції та кондиціонування

Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1

Тип та опис систем

Природня витяжна без механічного спонуканням. Витяжка відбувається з приміщень за межі будівлі витяжними індивідуальними каналами. Кратність повітрообміну нормована у відповідності з призначенням приміщень.

Утилізація теплоти повітря, що видаляється

Система утилізації теплової енергії з повітря, що видаляється, відсутня

Попередній підігрів припливного повітря

Система попереднього підігріву припливного повітря відсутня.

Попереднє охолодження припливного повітря

Відсутнє

Зволоження та осушення припливного повітря

Відсутнє

Регулювання температури повітря у системі

Відсутнє

Регулювання витрати повітря у системі

Відсутнє

Регулювання температури повітря у приміщеннях

Відсутнє

Регулювання витрати повітря у приміщеннях

Відсутнє

Облік споживання енергії системами (електрична, теплова)

Система вентиляції – природня, споживання енергії відсутнє

Системи освітлення

Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1

Тип та опис системи (зони будівлі з різними параметрами, прилади освітлення, питома встановлена потужність освітлення)

Система освітлення складається з освітлювальних приладів різної конструкції:

- світильник світлодіодний з світлодіодними лампами 2х1200 мм (12,7 Вт);
- світильник світлодіодний з світлодіодними лампами 2х1200 мм (25,4 Вт);
- світильник на дві люмінесцентні лампи L=1,2 м (72,0 Вт);
- світильник на чотири люмінесцентні лампи L=0,59 м (72,0 Вт);
- світлодіодні панелі 595х595 (28 Вт);
- світлодіодні панелі 595х595 (28 Вт).

Зонування – в межах окремих приміщень. Питома встановлена потужність приладів освітлення складає 5,52 Вт/м².

Регулювання систем (рівень освітленості, період використання)

Регулювання освітлення здійснюється в ручному режимі вимикачами без плавної регулювання світлового потоку (димерування). Рівень освітлення – згідно санітарно-гігієнічних вимог.

Аварійне освітлення

Існуюче.

Облік споживання електричної енергії

Облік споживання електричної енергії в будівлі на освітлення не ведеться (окремий лічильник відсутній – лічильник електричної енергії встановлений на всіх споживачів електроенергії будівлі (загально-будинковий комерційний електролічильник).

Технічне управління будівлею

Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1

Технічне управління будівлею – відсутнє.

4. Енергетичні характеристики.

Показник	Одиниця виміру	Значення	Мінімальні вимоги
Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.:	тис. кВт·год	1123,65	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	11,27 [36,70]	
Річне енергоспоживання систем опалення	тис. кВт·год	892,808	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	[31,75]	
Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання	тис. кВт·год	121,027	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	[4,3]	
Річне енергоспоживання систем охолодження	тис. кВт·год	17,964	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	[0,64]	
Річне енергоспоживання систем вентиляції	тис. кВт·год	0,0	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	[0,0]	
Річне енергоспоживання систем освітлення	тис. кВт·год	91,854	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	11,27	
Річна сумарна енергопотреба в т.ч.:	тис. кВт·год	741,61	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	[26,38]	
- в опаленні	тис. кВт·год	624,429	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	[22,21]	
- в охолодженні	тис. кВт·год	32,598	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	[1,16]	
- в гарячому водопостачанні	тис. кВт·год	81,477	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	[2,9]	
Річне споживання первинної енергії	тис. кВт·год	1346,244	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	[47,88]	
Річні викиди парникових газів	т	265,575	
	кг/м² [кг/м³]	[32,60]	
Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	[32,39]	40,5
Клас енергетичної ефективності при опаленні та охолодженні		С	
Висновки за результатами оцінки енергетичних показників будівлі	Будівля відповідає мінімальним вимогам енергетичної ефективності		

Рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі

Згідно з запропонованими заходами щодо часткової термомодернізації зовнішніх огорожувальних конструкцій та часткової модернізації внутрішніх інженерних систем будівлі (опалення, гаряче водопостачання, вентиляція, освітлення) не досягаються відповідні вимоги згідно ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» щодо теплотехнічних та енергетичних показників огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівлі. Досягнення відповідних нормативних показників можливо лише за рахунок впровадження широкого комплексу заходів щодо термомодернізації будівлі та модернізації та вдосконалення існуючих інженерних систем.

Комплекс рекомендованих заходів щодо підвищення енергоефективності будівлі та приведення її енергетичних показників до нормативних значень:

- теплоізоляція суміщеного перекриття над опалювальними приміщеннями будівлі шляхом улаштування теплоізоляційного шару з покриттям гідроізоляційним прошарком;
- теплоізоляція перекриття з неопалювальним підвалом шляхом улаштування теплоізоляційного шару в приміщенні підвалу;
- теплоізоляція перекриття з другим поверхом будівлі, що межує з зовнішнім повітрям, шляхом улаштування теплоізоляційного шару та прошарку опорядження зі сторони вулиці;
- улаштування нової теплоізоляції трубопроводів систем внутрішнього опалення та гарячого водопостачання в межах приміщень неопалювального підвалі шляхом заміни існуючої на ізоляцію відповідної товщини з наступним її покриттям захисними оболонками;
- заміна існуючих люмінесцентних ламп освітлення на енергозберігаючі світлодіодні з відповідними світловими характеристиками.

При реалізації комплексу запропонованих заходів для підвищення енергетичної ефективності будівля буде відповідати вимогам ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» до теплотехнічних та енергетичних показників огорожувальних конструкцій та інженерних систем, що дасть змогу забезпечувати:

- раціональне використання енергетичних ресурсів на опалення та вентиляцію приміщень будівлі;
- нормативні показники санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень;
- довговічність огорожувальних конструкцій під час експлуатації будівлі.

Підсумовуючи вище сказане, позитивний клас енергоефективності будівлі досягається комплексного впровадження енергоефективних заходів шляхом застосування енергоефективного обладнання та арматури в системах опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та електроустаткування, а також комплексного утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій відповідно до діючих нормативних вимог.

8. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

1. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель
2. ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва
3. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення
4. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування
5. ДБН В.2.6-14-97 Покриття будинків і споруд
6. ДБН В.2.6-33:2006 Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією
7. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів
8. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання.
9. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель
10. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожеж. Будівельна кліматологія
11. ДСТУ Б В.2.2-19:2007 Будинки і споруди. Метод визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій в натурних умовах
12. ДСТУ Н Б В.2.2-27:2010 Будинки і споруди. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення
13. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Будинки і споруди. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель
14. ДСТУ Б В.2.6-17-2000 (ГОСТ 26602.1-99) Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі
15. ДСТУ Б В.2.6-34-2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги
16. ДСТУ Б В.2.6-36-2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови
17. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.
18. ДСТУ- Н Б В.2.6-190:2013 Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та тепло засвоєння огорожувальних конструкцій
19. ДСТУ- Н Б В.2.6-191:2013 Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій
20. ДСТУ- Н Б В.2.6-192:2013 Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій
21. ДСТУ Б В.2.7-182-2009 Будівельні матеріали Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних умовах
22. ДСТУ Б В.2.7-276-2011 Матеріали полімерні рулонні і плиткові для підлог. Метод визначення показника тепло засвоєння (ГОСТ 25609-83, MOD)
23. ДСТУ Б EN 15217:2013 Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації будівель (EN 15217:2007,IDT)
24. ДСТУ Б EN 15459:2014 Енергетична ефективність будівель. Процедура енергетичної оцінки систем будівель (EN 15459:2007,IDT)
25. ДСТУ Б EN 15603:2013 Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки (EN 15603:2007,IDT)
26. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT)
27. Закон України « Про енергозбереження»

					139/12-22 – ЕЕ.ПЗ	Арк
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток 1 до Договору 47 fig 03.03.2023**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Виконавчий комітет
Славутицької міської ради
Вишгородського району Київської області

Перший заступник міського голови з питань
діяльності виконавчих органів ради

Віктор ШЕВЧЕНКО

« 03 » 03 2023 р.

ПОГОДЖЕНО:

Товариство з обмеженою
відповідальністю «ДІОРО»



Директор

Володимир ПАВЛЕНКО

« 03 » 03 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

по об'єкту: «Капітальний ремонт будівлі Славутицького ліцею Славутицької міської ради Вишгородського району Київської області шляхом впровадження енергоефективних заходів, розташованого за адресою: вул. Героїв Дніпра, 6, м. Славутич, Вишгородський район, Київська область, 07101»

№ з/п	Перелік основних даних та вимог	Основні дані та вимоги
1.	Назва та місцезнаходження об'єкта	«Капітальний ремонт будівлі Славутицького ліцею Славутицької міської ради Вишгородського району Київської області шляхом впровадження енергоефективних заходів, розташованого за адресою: вул. Героїв Дніпра, 6, м. Славутич, Вишгородський район, Київська область, 07101»
2.	Підстава для проектування	Виконання проєкту «Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС про енергоефективність в Україні», в рамках Грантової угоди від 23.06.2022 № 81280637 між виконавчим комітетом Славутицької міської ради Вишгородського району Київської області та Німецьким товариством з міжнародного співробітництва GIZ GmbH щодо впровадження енергоефективних заходів у будівлі «Славутицький ліцей», що знаходиться за адресою: м. Славутич, вул. Героїв Дніпра, 6.
3.	Вид будівництва	Капітальний ремонт
4.	Дані про замовника	Виконавчий комітет Славутицької міської ради Вишгородського району Київської області
5.	Джерело фінансування	В рамках Грантової угоди від 23.06.2022 № 81280637: – Співфінансування (власний внесок виконавчого комітету Славутицької міської ради Вишгородського району Київської області)-місцевий бюджет.

		– Грантові кошти (німецьке товариство з міжнародного співробітництва GIZ GmbH)
6.	Необхідність розрахунків ефективності інвестицій	Не потрібно
7.	Дані про генерального проектувальника	
8.	Стадійність проектування з визначенням затверджувальної стадії (визначається спільно замовником та проектувальником)	Одностадійне (робочий проєкт)
9.	Інженерні вишукування	Топогеодезична зйомка М 1:500
10.	Дані про особливі умови будівництва (сейсмічність, просадні ґрунти, підроблюванні і підтоплювані території тощо)	Не має
11.	Основні архітектурно-планувальні вимоги і характеристики об'єкта будівництва	Здійснити капітальний ремонт будівлі: – Утеплення зовнішніх стін та зовнішніх віконних, дверних відкосів. – Утеплення світових ліхтарів на покрівлі. – Заміна люмінесцентних світильників на світлодіодні. – Встановлення балансувальних клапанів на магістральних стояках системи опалення та балансування системи опалення. – Встановлення радіаторних терморегуляторів. – Встановлення геліосистеми для підігріву гарячої води. Роботи виконувати з урахуванням діючих нормативних документів: ДБН В.2.2-3:2018 «Будинки і споруди. Заклади освіти» зі змінами, ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення» та інших.
12.	Черговість будівництва, необхідність виділення пускових комплексів	В одну чергу

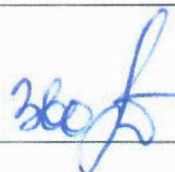
13.	Клас (наслідки) відповідальності, установлений строк експлуатації	Визначається при проектуванні
14.	Вказівки про необхідність: Розроблення індивідуальних технічних вимог;	Не потрібно
	Розроблення окремих проектних рішень у декількох варіантах і на конкурсних засадах;	Не потрібно
	Необхідність попередніх погоджень проектних рішень;	Потребує попереднього погодження проектних рішень з фахівцями Німецького товариства з міжнародного співробітництва GIZ GmbH та Замовником
	Необхідність виконання демонстраційних матеріалів, макетів, креслень інтер'єрів, їх склад та форма;	Не потрібно
	Необхідність виконання науково-дослідних та дослідно-експериментальних робіт у процесі проектування і будівництва, виконання науково-технічного супроводу;	Не потрібно
	Необхідність технічного захисту інформації	Не потрібно
15.	Потужність або характеристика об'єкта, виробнича програма	Будівля Славутицького ліцею окремо розташована, три поверхова. Кількість персоналу – 46, кількість учнів 260 учнів. Загальна кількість присутніх в робочі дні – 312 осіб.

		Інтенсивність користування об'єктом: цілий рік, але літо є канікулярним періодом. Щотижневий графік: 5 днів на тиждень Години роботи: 10 годин на день - з 08.00 до 18.00
16.	Вимоги до благоустрою територій	Немає
17.	Склад передпроектних робіт	Обміри, технічний звіт про обстеження будівлі.
18.	Склад проектних робіт	Проектна документація розробляється в розділах згідно ДБН А.2.2-3-2014, а саме: ■ ПЗ - Пояснювальна записка; ■ ОК - Обмірні креслення; ■ АБ - Архітектурно-будівельні рішення; ■ ПЗО - Паспорт зовнішнього опорядження; ■ ОВ - Опалення та вентиляція; ■ ЕТР - Електротехнічні рішення; ■ К - Кошторисна документація.
19.	Вимоги до інженерного захисту території і захисту будинків, будівель і споруд від небезпечних природних чи техногенних факторів	Не передбачені
20.	Вимоги щодо розроблення розділу «Оцінка впливів на навколишнє середовище»	Запланована діяльність не належить до переліку об'єктів та видів діяльності, що становить підвищену екологічну небезпеку
21.	Вимоги з енергозбереження та енергоефективності	Згідно до нормативних вимог чинних будівельних норм та державних стандартів.
22.	Дані про технології і (або) науково-дослідні роботи, які пропонує застосувати замовник	Відсутні
23.	Вимоги до режиму безпеки та охорони праці	Згідно до нормативних вимог чинних будівельних норм та державних стандартів.
24.	Вимоги щодо розроблення розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони)	Не потрібно
25.	Вимоги до систем протипожежного захисту об'єкта	Не потрібно (виконана раніше).

26.	Вимоги до розробки заходів по доступності об'єкту для мало мобільних груп населення	Згідно до нормативних вимог чинних будівельних норм та державних стандартів.
27.	Вихідні дані для розробки проектної документації	Завдання на проектування
28.	Вимоги до проектної документації	Проектна документація передається замовнику на паперовому (в чотирьох примірниках) та електронному носії. Мова проектної документації – українська.
29.	Додаткові вимоги	Кошторисну вартість будівництва визначити у відповідності до Настанови з визначення вартості будівництва від 01.11.2021 та врахувати: ▪ витрати на авторський нагляд; ▪ витрати на технагляд; ▪ кошти на покриття ризиків згідно Настанови з визначення вартості будівництва; ▪ кошти на відрядження – відповідно розрахунку. У зведеному кошторисі врахувати витрати на отримання: – енергетичного сертифікату; – сертифікату введення в експлуатацію; – технічну інвентаризацію будівлі. Замовник визначає Проектувальника замовником експертизи проектної документації на будівництво (або її частини), доручає Підряднику здійснити організацію проведення даної експертизи, виконати супровід проектної документації з усуненням зауважень (за наявності) та отримати позитивний експертний звіт.
30.	Склад кошторисної документації	Кошторисну документацію розробити відповідно до діючих норм та правил
31.	Строки виконання	Термін виконання робіт з розробки проектної документації визначається в Договорі на закупівлю робіт з будівництва з розробленням проектної документації

Проектувальник :

Головний інженер проекту

 Свгеній ЗВОЛЬ



**ВСЕУКРАЇНСЬКА ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ
«ГІЛЬДІЯ ПРОЕКТУВАЛЬНИКІВ У БУДІВНИЦТВІ»
САМОРЕГУЛІВНА ОРГАНІЗАЦІЯ У СФЕРІ АРХІТЕКТУРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
АТЕСТАЦІЙНА АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА КОМІСІЯ**

Серія AP

№ 014533

**КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ СЕРТИФІКАТ
відповідального виконавця окремих видів робіт (послуг),
пов'язаних зі створенням об'єктів архітектури**

інженер-проектувальник

(найменування професії)

Зволь Євгеній Сергійович

Виданий про те, що

(прізвище, ім'я, по батькові)

пройшов(ла) професійну атестацію, що підтверджує його (її) відповідність кваліфікаційним вимогам у сфері діяльності, пов'язаної із створенням об'єктів архітектури, професійну спеціалізацію, необхідний рівень кваліфікації і знань.

Категорія: **інженер-проектувальник I категорії**

Кваліфікаційний сертифікат видано згідно з рішенням Атестаційної архітектурно-будівельної комісії (далі - Комісія) від **10.07.2018** № **36**

(рішенням _____ секції Комісії
від _____ № _____, затвердженим президією
Комісії _____).

Зареєстрований у реєстрі атестованих осіб **11.04** 20 **18** року
за № **12394**

Роботи (послуги), пов'язані із створенням об'єктів архітектури, спроможність виконання яких визначено кваліфікаційним сертифікатом:

**інженерно-будівельне проектування у частині забезпечення механічного
опору та стійкості щодо об'єктів будівництва класу наслідків
(відповідальності) CC2 (середні наслідки)**

Дата видачі **10.07** 20 **18** рокуГолова (заступник голови) Атестаційної
архітектурно-будівельної комісії

(підпис)

Папка В.В.

(прізвище)



Копія згідно
з оригіналом
Зволь Євгеній
Сергійович

3607/18-010231



Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет будівництва і архітектури



КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ АТЕСТАТ

№ AA000055

Цей кваліфікаційний атестат засвідчує, що

Кравчук Олександр Сергійович

на підставі рішення атестаційної комісії
Київського національного університету будівництва і архітектури
від 22 лютого 2019 року № AA000055
має право провадити діяльність з
проведення аудиту енергетичної ефективності будівель.

Строк дії кваліфікаційного атестата до 21 лютого 2024 року.

Голова атестаційної комісії,
Д.Т.Н., проф.



В. О. Плоский

м. Київ

*Копія згідно з
оригіналом*
А

Серія АР

№ 014152

(найменування професії)

Зволь Євгеній Сергійович

Виданий про те, що

(прізвище, ім'я, по батькові)

пройшов(ла) професійну атестацію, що підтверджує його (її) відповідність кваліфікаційним вимогам у сфері діяльності, пов'язаної із створенням об'єктів архітектури, професійну спеціалізацію, необхідний рівень кваліфікації і знань.

Категорія: **інженер-проектувальник II категорії**

Кваліфікаційний сертифікат видано згідно з рішенням Атестаційної архітектурно-будівельної комісії (далі - Комісія) від 11.04.2018 № 33

(рішенням _____ секції Комісії
від _____ № _____, затвердженим президією
Комісії _____).

Зареєстрований у реєстрі атестованих осіб 11.04 2018 року
за № 12394

Роботи (послуги), пов'язані із створенням об'єктів архітектури, спроможність виконання яких визначено кваліфікаційним сертифікатом:

інженерно-будівельне проектування у частині забезпечення безпеки

експлуатації, забезпечення захисту від шуму щодо об'єктів будівництва класу наслідків (відповідальності) СС1 (незначні наслідки)

Дата видачі 11.04 20 18 року

Голова (заступник голови) Атестаційної
архітектурно-будівельної комісії _____

Рубан Ю.Я.

(прізвище, ім'я, по батькові)



Кане гинжа
Јеринка
Званб.С.



05, 2023



ВУГІП

Всеукраїнська громадська організація
«Гільдія проєктувальників у будівництві»

Товариство з обмеженою відповідальністю
«Науково-методичний центр «Проектувальник»

СВІДОЦТВО № 00089

Інженер-проектувальник

Зволь Євгеній Сергійович

(кваліфікаційний сертифікат серія АР № 014152)

з 20.03.2023 по 24.03.2023

відповідно до ст. 17 Закону України «Про архітектурну діяльність»

підвищив(ла) кваліфікацію за напрямом

*інженерно-будівельне проєктування у частині забезпечення
безпеки експлуатації, забезпечення захисту від шуму*

Т.в.о. виконавчого директора ВУГіП

Директор ТОВ «НМЦ «Проектувальник»



Микола Гордов

Дмитро РУБАН

Дата видачі 24.03.2023

м. Київ