

ТОВ «ЕСКО Енерго Проект»

РП «Капітальний ремонт (термомодернізація) 5-поверхового житлового багатоквартирного будинку. Проектні рішення повторного використання»

РОБОЧИЙ ПРОЕКТ

ТОМ-9

Замовлення № 83382409

**Енергоефективність.
Енергетичний паспорт**

м. Чернігів, 2021 р.

ТОВ «ЕСКО Енерго Проект»

РП «Капітальний ремонт (термомодернізація) 5-поверхового житлового багатоквартирного будинку. Проектні рішення повторного використання»

РОБОЧИЙ ПРОЕКТ

ТОМ-9

**Енергоефективність.
Енергетичний паспорт.**

Замовлення № 83382409

Директор ТОВ «ЕСКО Енерго Проект»

Л.В. Шинкаренко

Головний інженер проекту

А.І. Удовик

м. Чернігів, 2021 р.

Склад Проекту

Том	Позначення	Найменування	Примітка
1.	83382409-ЗП	Загальні положення	
		Вихідні дані	
2.	ТО 2021/86-04.08/2021	Звіт з обстеження об'єкта (існуючої будівлі)	
3.	83382409-АБ	Архітектурно-будівельні рішення.	
4.1.	83382409-ОВ1	Опалення вентиляція та кондиціонування. (Опалення)	
4.2.	83382409-ОВ2	Опалення вентиляція та кондиціонування. (Вентиляція)	
5.	83382409-ВК	Водопостачання та каналізація. (Гаряче водопостачання)	
6.	83382409-ТМ	Тепломеханічні рішення теплових мереж. (Індивідуальний тепловий пункт)	
7.	83382409-ГПВ	Газопостачання внутрішнє	
8.	83382409-ЕТР; 83382409-АТМ	Електротехнічні рішення. Автоматизація тепломеханічних рішень	
9.	83382409-ЕЕ	Енергоефективність.	
10.	83382409-К	Кошторисна документація	
11.	83382409-ПОБ	Проект організації будівництва	
12.	83382409-ПОФ	Паспорт опорядження фасадів	

						83382409 ЕЕ			
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата	Енергоефективність	Стадія	Аркуш	Аркушів
ГАП							РП	1	64
ГП		Удовик А.І.					ТОВ «ЕСКО Енерго Проект»		
Н.контр.									
Розробив		Зінченко С.В							

1. Енергоефективність. Загальні дані

Розділ «Енергоефективність» робочого проекту «Капітальний ремонт (термомодернізація) 5-поверхового житлового багатоквартирного будинку. Проектні рішення повторного використання», виконаний у відповідності з вимогами Закону України «Про енергетичну ефективність будівель»; ДБН В.2.6-31:2016, ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015, ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014, державних норм та стандартів; Звіту з енергетичного аудиту та вихідних даних.

Мета проекту відповідно до Технічного завдання, це створення для використання учасниками Програми підтримки енергомодернізації багатоквартирних будинків «ЕНЕРГОДІМ» державної установи «Фонд енергоефективності» проектів (проектної документації) повторного використання.

Мета розділу – розрахунок теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будинку, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами для забезпечення енергетичної ефективності будівлі на рівні відповідно до встановлених вимог, що визначені у наступних нормативних документах та стандартах:

- ДБН А.2.2-3-2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво
- ДБН В.1.1-11-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів.

Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії

- ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення
- ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення
- ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель
- ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. вимоги до проектування, улаштування та експлуатації
- ДСТУ Б В.2.6-36:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови
- ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу утеплення будівель
- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія
- ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ “Енергоефективність” у складі проектної документації об'єктів
- ДСТУ-Н Б А.2.2-27:2010 Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення
- ДСТУ Б EN 15232:2011 Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями
- ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування
- ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT)
- ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні
- ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 «Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків»

Термомодернізація будівлі - комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівлі, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівлі на рівні не нижчому ніж встановлено мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель, що здійснюється під час виконання робіт з реконструкції, капітального ремонту.

Розділ розроблено на підставі:

- вихідних документів, наданих замовником;
- завдання на проектування;
- Звіту з енергетичного аудиту

Вихідними даними для складання розділу була проектна документація наступних розділів:

						83382409 ЕЕ	Арк.
							3
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

- АБ (Архітектурно-будівельні рішення);
- ОВ (Опалення і вентиляція).

2. Загальна характеристика об'єкту

2.1 Основні об'ємно-планувальні показники

Проектом передбачено проведення робіт з: «Капітальний ремонт (термомодернізація) 5-поверхового житлового багатоквартирного будинку. Проектні рішення повторного використання» у відповідності до Технічного завдання Замовника.

Житлова будівля прямокутної форми, п'ятиповерхова з техпідпіллям.

Загальна кількість квартир – 45.

2.1.1. Основні показники:

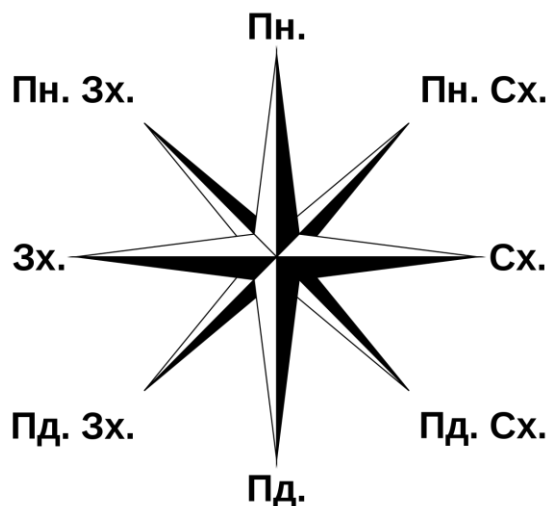
1. Місце розташування об'єкту:
2. Температурна зона: I (більше ніж 4500 градусо-днів опалюваного періоду);
3. Архітектурно-будівельний кліматичний район: I – північно-східний;
4. Середня температура за рік: 8,0°C;
5. Найхолодніша доба із забезпеченістю:
 - із забезпеченістю 0,98 – -29°C;
 - із забезпеченістю 0,92 – -26°C;
6. Найхолодніша п'ятиденка:
 - із забезпеченістю 0,98 – -25°C;
 - із забезпеченістю 0,92 – -22°C;
7. Найжаркіша доба із забезпеченістю 0,95 – 28°C;
8. Найжаркіша п'ятиденка із забезпеченістю 0,99 – 23°C;
9. Тривалість періоду із середньодобовою температурою повітря $\leq 08^{\circ}\text{C}$ (тривалість опалювального періоду) – 176 днів із середньою температурою -0,1°C;
10. Розрахункова температура внутрішнього повітря (тв): +20°C;
11. Розрахункова вологість внутрішнього повітря (фв): 55%;
12. Вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях: Б;
13. Розрахункова температура зовнішнього повітря: -22°C;

2.1.2. Основні об'ємно-планувальні показники

1. Кондиціонована площа – $A_f = 2371,5 \text{ м}^2$;
2. Кондиціонований об'єм – $V = 6317,7 \text{ м}^3$;
3. Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій – $A_{\Sigma} = 2591,2 \text{ м}^2$;
4. Площа зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_i = 1085,4 \text{ м}^2$;
5. Площа стін кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом – $A_{in}, \text{ м}^2 = 54,4 \text{ м}^2$;
6. Площа вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_{wi} = 475,55 \text{ м}^2$;
7. Площа вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом – $A_{wiu}, \text{ м}^2 = 28,39 \text{ м}^2$;
8. Площа дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом – $A_{fdu}, \text{ м}^2 = 0,36 \text{ м}^2$;
9. Площа зовнішніх дверей некондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям $A_{fdu}, \text{ м}^2 = 3,78 \text{ м}^2$;
10. Площа горищних перекриттів неопалювальних горищ – $A_{cci} = 474,3 \text{ м}^2$;
11. Площа перекриттів між кондиціонованим об'ємом і некондиціонованим простором підвалу – $A_{cubi} = 469,4 \text{ м}^2$;

Орієнтація будівлі – за сторонами світу.

						83382409 EE	Арк.
							4
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		



2.1.3. Коефіцієнт скління фасадів будинку та показник компактності будинку

Коефіцієнт скління фасадів будинку m_w визначається за формулою:

$$m_w = \frac{\Sigma A_{wi}}{(\Sigma A_{wi} + \Sigma A_i + \Sigma A_{fdi})}$$

де ΣA_{wi} - загальна сума площ світлопрозорих огорожувальних конструкцій фасадів, м²;

ΣA_j та ΣA_{fdj} - загальні суми площ не світлопрозорих огорожувальних конструкцій фасадів (відповідно стін та дверей), м².

$$m_w = \frac{503,94}{503,94 + 1139,8 + 3,78} = 0,31$$

$$m_w = 0,31.$$

Показник компактності будівлі визначається за формулою:

$$\Delta bci = A_{\Sigma} / V, \Delta bci = \frac{475,55 + 28,39 + 1085,4 + 54,4 + 474,3 + 469,4 + 3,78}{6317,7} = 0,41$$

де A_{Σ} - загальна площа внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій, включаючи покриття (перекриття) верхнього поверху і переkritтя (підлоги) нижнього опалювального приміщення, м²;

V - кондиціонований об'єм будівлі, м³.

$$\Delta bci = 0,41 \text{ м}^{-1}.$$

2.2 Характеристика огорожувальних конструкцій

						83382409 ЕЕ	Арк.
							5
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

- Перекриття горища:
 - демонтаж цементної стяжки та керамзитового утеплювача;
 - очищення/вирівнювання плит перекриття;
 - улаштування утеплення перекриття;
 - влаштування ходових трапів;
 - улаштування покриття.
- Інженерне забезпечення:
 - перенесення газової труби;
 - встановлення вузла комерційного обліку теплової енергії;
 - встановлення/модернізація індивідуального теплового пункту (ІТП);
 - гідравлічне балансування системи опалення шляхом встановлення автоматичних (балансувальних) клапанів;
 - теплоізоляція /заміна трубопроводів системи внутрішнього теплопостачання в неопалювальних приміщеннях;
 - теплоізоляція /заміна трубопроводів системи гарячого водопостачання в неопалювальних приміщеннях;
 - модернізація системи гарячого водопостачання;
 - заміна /теплоізоляція трубопроводів системи опалення/приладів водяної системи опалення у приміщеннях загального користування будівлі;
 - заміна /теплоізоляція трубопроводів системи опалення/приладів водяної системи опалення у квартирах;
 - встановлення вузлів розподільного обліку теплової енергії на потреби опалення та/або приладів – розподілювачів теплової енергії у квартирах;
 - встановлення автоматичних регуляторів температури повітря у приміщеннях на опалювальних приладах водяної системи опалення у квартирах/приміщеннях загального користування;
 - модернізація та облаштування системи електропостачання та освітлення у місцях загального користування;
 - комплекс робіт із модернізації та облаштування системи вентиляції зі встановленням рекуператорів.

Характеристики огорожувальних конструкцій, проектні рішення.

Зовнішні непрозорі стіни.

Зовнішні стіни будівлі.

Тип 1:

- внутрішнє опорядження штукатуркою товщиною 20 мм;
- зовнішні стіни керамічні блоки товщиною 380 мм;
- утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому товщиною 150 мм;
- оздоблення захисною штукатуркою товщиною 15 мм.

Світлопрозорі конструкції.

Вікна та двері енергоефективні.

Для оздоблення фасадів, а також для заповнення віконних прорізів – проектом передбачається використання ПВХ вікон та дверей із заповненням двокамерними склопакетами.

Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій (вікон, двері балконів) – $R \geq 0,75$ м²К/Вт, дверей – $R \geq 0,6$ м²К/Вт.

Приведений опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій відповідає вимогам ДБН В.2.6-31. Площа світлопрозорих конструкцій відповідає нормам природного освітлення згідно ДБН В.2.5-28. Інсоляційний режим внутрішніх приміщень відповідає вимогам ДСП 173-96. При цьому, надходження надлишкової сонячної радіації в теплий період року мінімізоване згідно з вимогами ДСТУ-Н Б А.2.2-27.

Конструкція перекриття горища

- з/б плита;

						83382409 ЕЕ	Арк.
							7
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

- піщане вирівнювання;
- пароізоляція;
- утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому товщиною 200 мм;
- стяжка цементно-піщана – 50 мм;
- улаштування ходових трапів.

Конструкція перекриття підвалу.

- з/б плита;
- вирівнюваний шар;
- ґрунтуючий шар;
- утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому товщиною 120 мм;
- захисний шар;
- оздоблення захисною штукатуркою.

Цоколь (стіна підвалу) надземна частина

- цегляні блоки товщиною 380 мм;
- утеплення утеплювачем з екструдованого пінополістиролу, товщину утеплювача визначити теплотехнічним розрахунком. Проектним рішенням прийнята товщина утеплювача 100 мм;
- захисний шар, армований склосіткою та опоряджувальне покриття.

Стіна підвалу (підземна частина)

- бетонні блоки ФБС, товщиною 500 мм;
- утеплення утеплювачем з екструдованого пінополістиролу, товщину утеплювача визначити теплотехнічним розрахунком. Проектним рішенням прийнята товщина утеплювача 50 мм для підземної частини;
- захисний шар.

Принципові технічні рішення зовнішніх огорожувальних конструкцій

Зовнішні стіни	
	<p>Зовнішня стіна /існ./ _____</p> <p>Вирівнювальний шар _____</p> <p>Ґрунтуючий шар _____</p> <p>Клейовий шар _____</p> <p>Шар теплової ізоляції - 150 мм _____</p> <p>Захисний шар, армований склосіткою _____</p> <p>Опоряджувальне покриття _____</p>

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата

83382409 ЕЕ

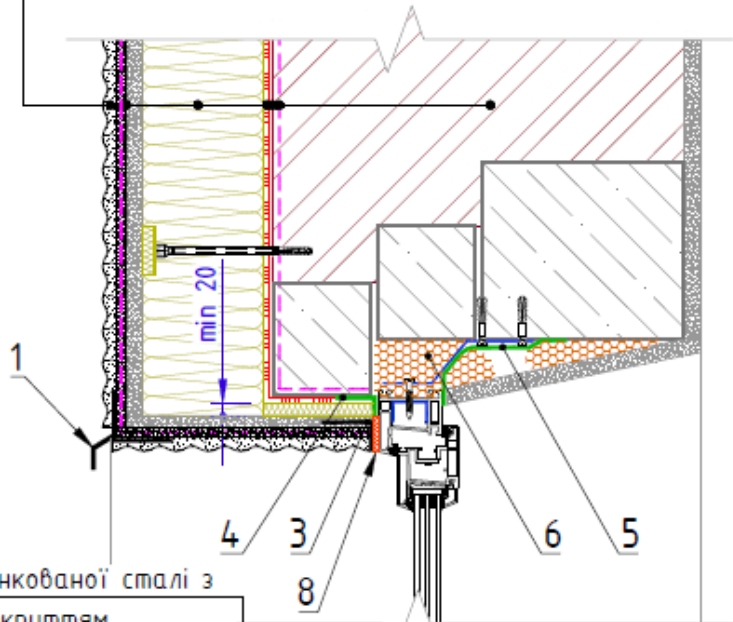
Арк.

8

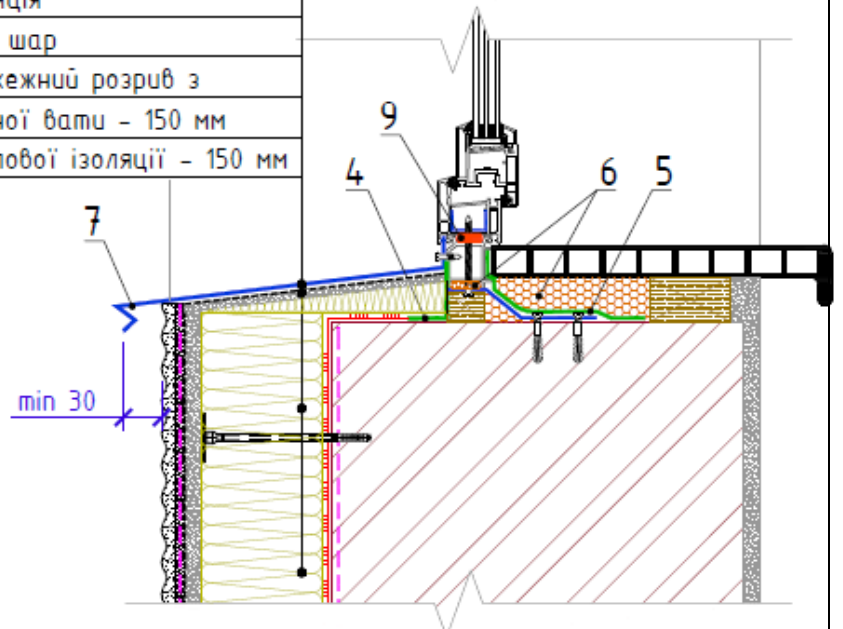
Світло-прозорі
конструкції
ПВХ профіль

Опоряджувальне покриття

- Захисний шар, армований склосіткою
- Шар теплової ізоляції - 150 мм
- Клейовий шар
- Грунтуючий шар
- Вирівнювальний шар
- Зовнішня стіна /існ./



- Відлив з цинкованої сталі з полімерним покриттям
- Гідроізоляція
- Клейовий шар
- Протипожежний розрив з мінеральної вати - 150 мм
- Шар теплової ізоляції - 150 мм



Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата

83382409 ЕЕ

Арк.

9

Перекриття
горища

Вітрозахист

Шар теплової ізоляції - 200 мм

Пароізоляція

Піщане вирівнювання

Плита перекриття /існ./

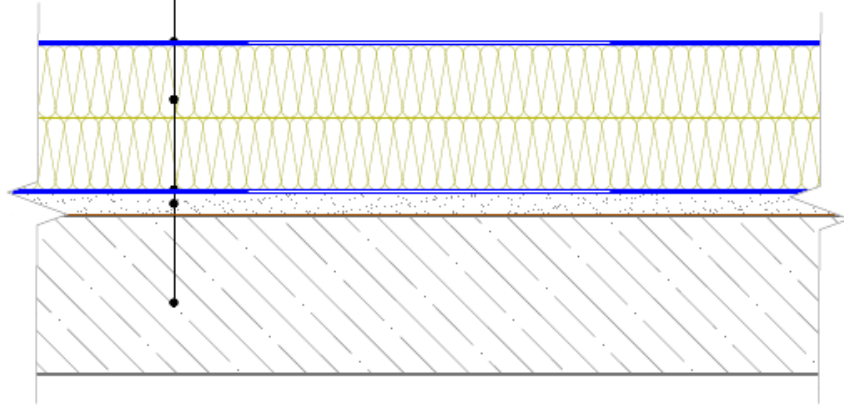


Схема
улаштування
теплоізоляції
перекриття над
неопалювальни
м підвалом

Теплоізоляція перекриття підвалу

Плита перекриття /існ./

Вирівнювальний шар

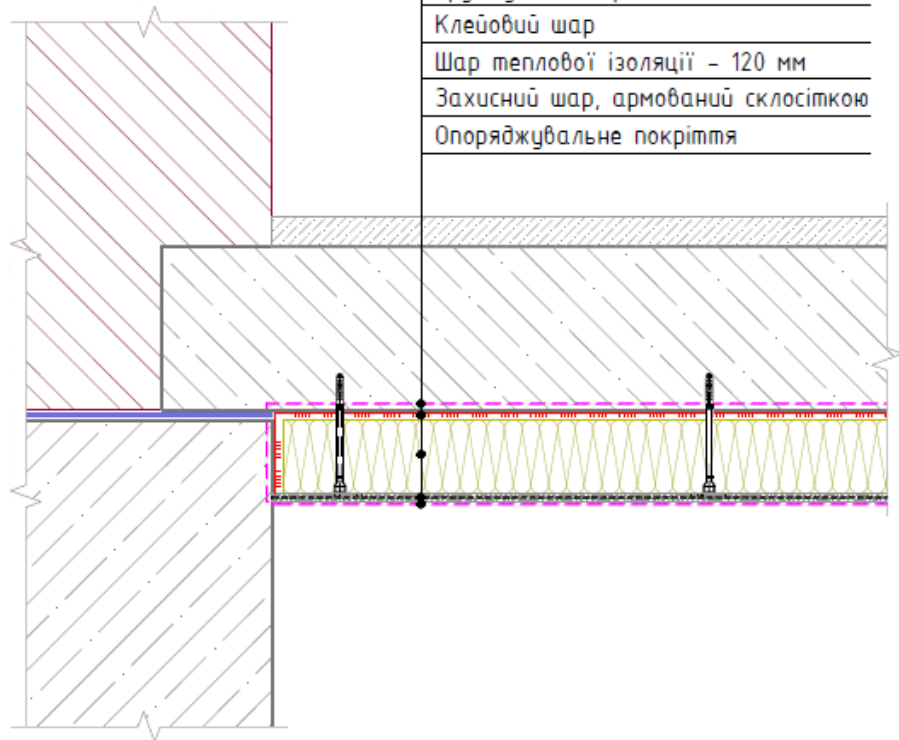
Грунтуючий шар

Клейовий шар

Шар теплової ізоляції - 120 мм

Захисний шар, армований склосіткою

Опоряджувальне покриття



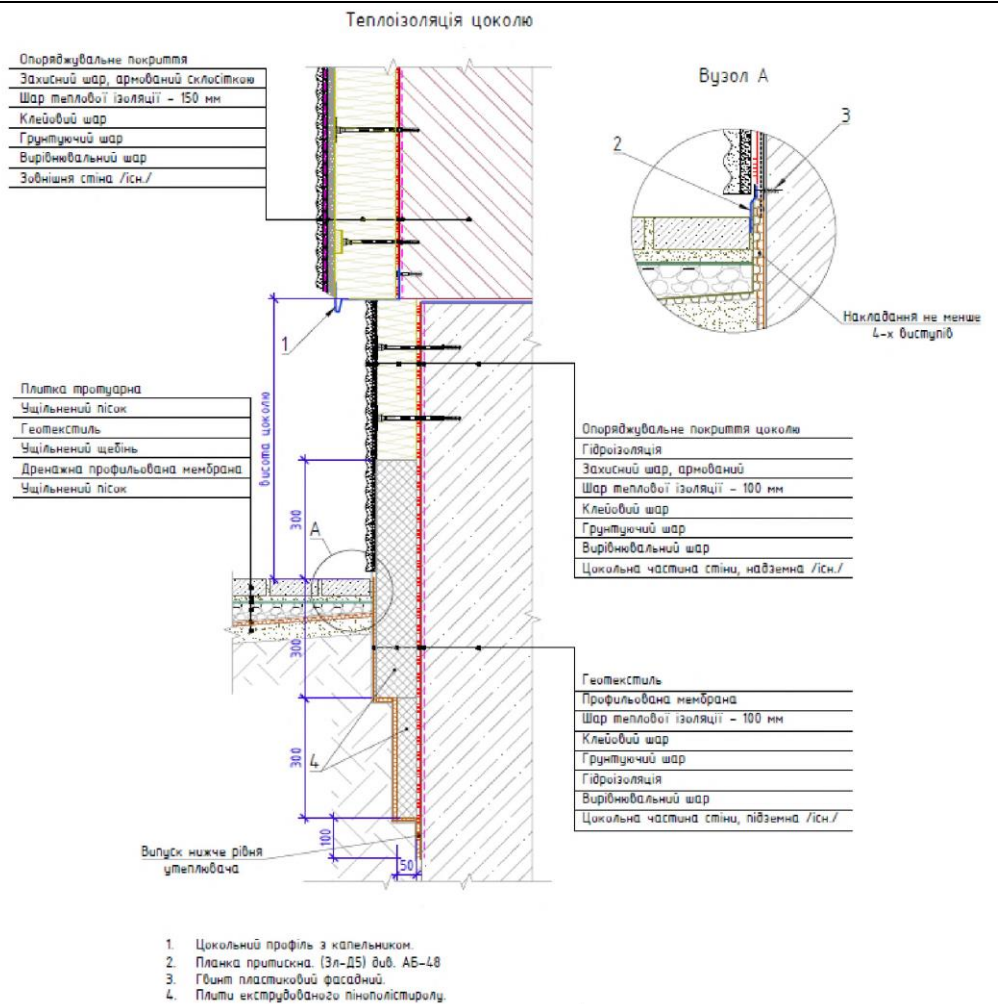
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата

83382409 ЕЕ

Арк.

10

Цоколь (стіна підвалу) (надземна) та підземна частини стіни підвалу
Теплоізоляція утеплювачем з екструдованого пінополістиролу



2.3 Характеристика інженерних систем

2.3.1 Теплопостачання

У будинку існуюча водяна система теплопостачання.

Теплопостачання житлового будинку здійснюється від теплових мереж міста через вузол вводу тепла. Система теплопостачання замкнута. Підключення будівлі до теплових мереж двотрубне.

Графік теплопостачання мереж згідно технічних умов в опалювальний період $T_1/T_2=80/60^{\circ}\text{C}$, в неопалювальний період $T_1/T_2=60/50^{\circ}\text{C}$.

Підключення до теплових мереж залежне, без додаткового регулювання температури теплоносія за погодними умовами.

Облік енергоресурсів:

- теплової енергії для системи опалення - загальний для житлової частини будинку теплолічильником.

Стан мереж опалення та гарячого водопостачання – незадовільний.

Опалення підвального поверху в будівлі не передбачене.

2.3.2 Система опалення

Внутрішня система опалення.

Система опалення будівлі однотрубна вертикальна з верхнім розведенням теплоносія.

Прилади опалення – чавунні радіатори та трубні регістри.

До системи опалення підключені стояки з рушникосушарками ванних кімнат. Рушникосушарки виконані з гладких труб Ду32 довжиною 3,5 м, ГОСТ 3262-75.

На окремих стояках відсутні перемикальні ділянки біля приладів опалення.

Підключення опалювальних приладів одностороннє без арматури для регулювання тепловіддачі.

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата

83382409 ЕЕ

Арк.

11

Трубопроводи гарячого водопостачання теплоізольовані мінераловатним утеплювачем з покриттям руберойдом або склотканиною. Стан теплоізоляції в багатьох місцях незадовільний.

Передбачено проектом

- заміна теплової ізоляції розподільчих мереж гарячого водопостачання у приміщеннях підвалу;

- модернізація системи гарячого водопостачання з метою підвищення стабільності температури гарячої води на всіх поверхах будівлі і мінімізації теплових втрат в контурах циркуляції.

2.3.5. Система освітлення.

Система освітлення представлена світильниками різних типів, від світильників з лампами розжарювання до світлодіодних. Система керування ручна, вимикачі у місцях загального користування та ручна в квартирах.

Передбачено проектом:

- комплекс робіт з модернізації та облаштування системи електропостачання та освітлення у приміщеннях (місцях) загального користування будівлі згідно вимог Переліку заходів Додатку 1 до Порядку дій. Заходом передбачено заміна світильників (ламп розжарювання) на світильники з LED лампами (включаючи засоби автоматизації - сенсори руху, освітлення тощо);

- встановлення шафи освітлення місць загального користування на місці існуючої шафи освітлення;

- встановлення світильників з LED лампою в антивандальному виконанні з вбудованим інфрачервоним датчиком руху та датчиком освітленості, який не дозволяє світильнику включатися в світлий час доби.

3. Розрахункові кліматичні параметри

Згідно з ДБН В.2.6-31 узагальнена розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$, розрахункове значення відносної вологості приміщень 55 %.

Згідно з ДБН В.2.6-31 та ДСТУ-Н Б В.1.1-27 розрахункова температура зовнішнього повітря для умов м.вської області складає: $t_{з} = -22^{\circ}\text{C}$. Середня температура найбільш холодного місяця складає $-4,7^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря найбільш холодного місяця складає 85 %.

Згідно ДСТУ Б А.2.2-12:

- середня місячна температура зовнішнього повітря наведена в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Середньомісячна температура зовнішнього повітря

Область, місто	Середньомісячна температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$												Середня за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5	8,0

- погодинна температура зовнішнього повітря для репрезентативного дня кожного місяця наведена в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Погодинна температура зовнішнього повітря репрезентативного дня місяця (Згідно ДСТУ Б А.2.2-12)

Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	-5,5	-4,5	-0,3	6,9	12,4	15,3	17,2	16,6	12,0	7,0	1,2	-3,1
2	-5,9	-5,0	-0,8	6,2	11,6	14,5	16,4	15,8	11,2	6,3	0,8	-3,6
3	-6,4	-5,5	-1,3	5,5	11,0	14,0	15,8	15,1	10,6	5,7	0,4	-3,9
4	-6,7	-5,8	-1,7	5,1	10,6	13,6	15,3	14,6	10,0	5,2	0,1	-4,2
5	-7,0	-6,1	-2,1	4,7	10,3	13,5	15,1	14,3	9,6	4,8	-0,1	-4,5
6	-7,3	-6,3	-2,2	4,6	10,4	13,7	15,2	14,2	9,4	4,5	-0,3	-4,7
7	-7,4	-6,4	-2,3	4,8	10,9	14,4	15,7	14,5	9,4	4,4	-0,4	-4,8
8	-7,4	-6,4	-2,0	5,4	11,9	15,5	16,6	15,3	9,9	4,4	-0,4	-4,8
9	-7,2	-5,9	-1,3	6,6	13,2	16,8	17,9	16,6	10,9	4,9	-0,1	-4,6
10	-6,4	-5,0	-0,3	8,0	14,8	18,3	19,4	18,2	12,4	6,0	0,6	-4,0
11	-5,3	-3,9	1,0	9,6	16,4	19,8	21,0	19,8	14,1	7,5	1,5	-3,0
12	-4,1	-2,7	2,3	11,1	17,9	21,1	22,4	21,4	15,8	9,1	2,5	-2,0
13	-3,0	-1,7	3,3	12,3	19,1	22,2	23,5	22,7	17,2	10,5	3,4	-1,0
14	-2,2	-1,0	4,0	13,1	19,8	22,9	24,2	23,5	18,1	11,5	4,0	-0,4
15	-2,0	-0,8	4,3	13,4	20,1	23,1	24,5	23,8	18,4	11,8	4,2	-0,2
16	-2,0	-0,8	4,2	13,3	20,0	23,0	24,4	23,7	18,4	11,8	4,2	-0,2
17	-2,1	-1,0	4,1	13,0	19,6	22,6	24,1	23,4	18,1	11,6	4,1	-0,3
18	-2,4	-1,2	3,7	12,6	19,1	22,1	23,5	22,9	17,7	11,3	3,9	-0,5
19	-2,7	-1,5	3,3	12,0	18,4	21,3	22,8	22,2	17,1	10,8	3,6	-0,8
20	-3,0	-1,9	2,8	11,3	17,5	20,4	22,0	21,4	16,4	10,3	3,3	-1,1
21	-3,5	-2,4	2,3	10,5	16,5	19,4	21,1	20,5	15,6	9,7	2,9	-1,4
22	-3,9	-2,9	1,6	9,6	15,5	18,3	20,1	19,5	14,7	9,1	2,5	-1,9
23	-4,4	-3,5	1,0	8,7	14,4	17,2	19,0	18,5	13,8	8,4	2,1	-2,3
24	-4,9	-4,0	0,4	7,8	13,4	16,2	18,1	17,5	12,9	7,7	1,6	-2,7

- сонячна радіація, енергетична освітленість сприймаючої поверхні даної орієнтації та кутом нахилу за середніх умов хмарності наведена в таблиці 3.3 (Згідно ДСТУ Б А.2.2-12)

Таблиця 3.3 – Середньомісячна сумарна сонячна радіація, що надходить на горизонтальну та вертикальну поверхні різної орієнтації за середніх умов хмарності

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м ²								
		поверхня								
		вертикальна								горизон- тальна
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
I	13	14	21	38	50	40	22	14	32	
II	24	25	36	57	70	60	38	25	59	
III	35	41	58	78	90	81	61	41	101	
IV	39	53	77	92	92	88	73	52	149	
V	56	79	104	110	101	107	99	77	211	
VI	67	88	111	110	96	106	105	86	228	
VII	61	83	108	109	98	106	104	81	220	
VIII	40	65	93	107	106	106	89	63	185	
IX	29	41	70	91	102	91	66	41	130	
X	19	22	38	62	75	61	37	21	71	
XI	11	12	17	30	39	32	17	12	31	
XII	9	9	14	27	35	28	15	9	22	

- середній місячний абсолютний вологовміст зовнішнього повітря наведена в таблиці 3.4

						83382409 ЕЕ	Арк.
							14
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Середньомісячні значення абсолютного вологовмісту зовнішнього повітря

Населений пункт	Абсолютний вологовміст, г/кг, для місяця											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	2,1	2,2	3,1	4,8	6,8	9,1	10,1	9,5	7,5	5,3	3,8	2,6

Кліматичні параметри визначені на підставі даних ДСТУ-Н Б В.1.1-27.

4. Нормативні вимоги

Згідно з п. 6.2 ДБН В.2.6-31 нормативне значення приведенного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, становить:

- для зовнішніх стін $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;
- горищні перекриття неопалюваних горищ – $4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;
- для перекриття над неопалювальними підвалами $3,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;
- для світлопрозорих огорожувальних конструкцій $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;
- для зовнішніх дверей $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Згідно з п. 6.2.1 ДБН В.2.6-31 допускається застосовувати окремі конструктивні елементи теплоізоляційної оболонки із зниженим значенням опору теплопередачі – для непрозорих частин зовнішніх стін огорожувальних конструкцій приймаються значення $R_{q \min}$ з коефіцієнтом 0,75 для інших огорожувальних конструкцій приймаються значення $R_{q \min}$ з коефіцієнтом 0,8.

Згідно з Додатком до Мінімальних вимог енергетичної ефективності будівель (пункт 2 розділу II) наказу N 260, від 27.10.2020, максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення та охолодження становить:

$$EP_{\max} = 85 \text{ кВтгод}/\text{м}^2,$$

Згідно з наказом N 260, від 27.10.2020, для будівель, що підлягають термомодернізації, допускається приймати збільшене граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель з коефіцієнтом $1 \div 1,2$ до EP_{\max} :

$$EP_{\max} = 85 \text{ кВтгод}/\text{м}^2 \times 1,2 = 102 \text{ кВтгод}/\text{м}^2$$

Згідно з ДБН В.2.6-31 допустимий перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні огорожень складає $\Delta t_{\text{cr}} = 4,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні $t_{\min} = 10,7 \text{ }^\circ\text{C}$.

5. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій

Для утеплення огорожувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки використовуються наступні матеріали:

Таблиця 5.1. Характеристики теплоізоляційних матеріалів

Показники	Зовнішні стіни			Перекриття неопалювального підвалу	Перекриття горища
	Основне поле	Відкоси зверху і по бокам	Цоколь надземна/Цоколь підземна/Місця ймовірного замощання		
Матеріал утеплення	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 (MW 135) 1*	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 1*	Екструдований пінополістирол ДСТУ Б EN 13164 (XPS) 3*	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 (MW 100) 4*	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 5*
Товщина, мм	150	20	100/50/20	120	200
Густина, $\text{кг}/\text{м}^3$	135	135	30	100	45
Теплопровідність в умовах експлуатації Б*, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	0,045	0,045	0,038	0,041	0,043
Група горючості	НГ	НГ	Г1	НГ	НГ

						83382409 ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		15

Міцність на стиск/ границя міцності при стиску, МПа	0,04	0,04	0,25	0,03	-
Границя міцності при розтягу, МПа	0,015	0,015	-	0,015	-
Строк ефективної експлуатації, умовних років	25	25	50	25	25

Величини розрахункових теплофізичних (параметрів) характеристик будівельних матеріалів шарів огорожувальних конструкцій, (визначені) прийняті згідно з ДСТУ Б В.2.6-189 або за результатами випробувань проведених акредитованими лабораторіями для умов експлуатації Б (для теплоізоляційних матеріалів).

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується відповідно ДСТУ Б В.2.6-189 (№2) за формулою (2):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}$$

де $\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймаються згідно з додатком Б ДСТУ Б В.2.6-189;

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

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м·К);

n – кількість шарів огорожувальної конструкції;

δ_i – товщина i -го шару зовнішніх стін, м.

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується відповідно ДСТУ Б В.2.6-189 за формулою (3):

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^1 \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^1 k_j L_j + \sum_{k=1}^1 \psi_k N_k}$$

де F_{Σ} – загальна площа конструкції (для зовнішніх стін включаючи площу внутрішніх відкосів), м²;

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі i -ої термічно однорідної частини конструкції, м²·К/Вт;

F_i – площа i -ої термічно однорідної частини конструкції, м²;

k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі j -го лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К);

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

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

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

Результати розрахунку опору теплопередачі термічно однорідних непрозорих конструкцій та їх склад наведено в таблиці.

Таблиця 5.2. Склад та опір теплопередачі термічно однорідних непрозорих конструкцій

Склад зовнішніх стін по основному полю	Густина в сухому стані ρ_0 , кг/м ³	Товщина шару δ_i , мм	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні $\alpha_{\text{в}}$, Вт/(м ² ·К)	Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні $\alpha_{\text{з}}$, Вт/(м ² ·К)	Опір теплопередачі конструкції R_{Σ} , м ² ·К/Вт
			Теплопровідність λ_i , Вт/(м·К)	Коефіцієнт теплозасвоєння s_i , Вт/(м ² ·К)	Коефіцієнт паропроникності μ_i , мг/(м·год·Па)	Розрахунковий вміст вологи за масою w_i , %			

1. Зовнішні стіни по основному полю									
Розчин цементно-піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	23	4,26
Кладка керамічної порожнистої цегли густиною 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	1200	380	0,52	6,62	0,17	2			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	135	150	0,045	0,63	0,43	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			
2. Зовнішні стіни, що межують з некондиціонованими об'ємами (внутрішня стіна застеленого балкону)									
Розчин цементно-піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	12	0,91
Кладка керамічної порожнистої цегли густиною 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	1200	380	0,52	6,62	0,17	2			
3. . Перекриття горища									
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3	8,7	23	5,14
Пісок для будівельних робіт	1600	100	0,58	7,91	0,17	2			
Пароізоляційна плівка	1000	0,003	0,17	8,56	0,001	0			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	45	200	0,043	0,63	0,43	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	50	0,93	11,09	0,09	4			
4. Перекриття неопалювального підвалу									
Плити керамічні для підлоги	2000	20	1,1	12,55	0,06	5	8,7	12	3,42
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	100	120	0,041	0,56	0,47	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			

5.1 Зовнішні стіни

Геометричні характеристики зовнішніх стін, виміряні по внутрішнім поверхням наведені в таблиці.

Таблиця 5.3. Геометричні характеристики зовнішніх стін

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м ²
1	Зовнішні стіни, з них:	1139,8
2	Зовнішні стіни, що граничать з зовнішнім повітрям з утепленням MW по основному полю	1085,4
3	Зовнішні стіни без утеплення, що граничать з некондиціонованим об'ємом	54,4

5.1.1. Зовнішні стіни, що межують із зовнішнім середовищем

Ціль теплотехнічного розрахунку зовнішніх стін, що граничать з зовнішнім повітрям:

- визначення необхідної товщини утеплювача виходячи з умов щодо мінімально допустимого значення опору теплопередачі за ДБН В.2.6-31.
- визначення приведенного опору теплопередачі конструкції для розрахунку теплопередачі трансмісією за ДСТУ Б А.2.2-12 (наведений в розділі 10.2).

Відповідно п.5.6 Для визначення мінімально необхідної товщини утеплювача при розрахунку $R_{\Sigma пр}$, враховуються теплопровідні вклучення, що відносяться до характерних особливостей відповідного типу непрозорої огорожувальної конструкції. Теплопровідними

						83382409 ЕЕ	Арк.
							17
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

включеннями, що відносяться до відповідного типу непрозорої огорожувальної конструкції, є: з'єднувальні елементи, дюбелі, кронштейни, віконні відкоси. Термічний вплив теплопровідних включень, що визначаються конструктивними особливостями всієї будівлі, а саме: міжповерхові та балконні перекриття, колони, пілони, кутові примикання тощо, при визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару не враховують. Перелік та характеристики таких включень наведені в таблиці.

Таблиця 5.4. Теплопровідні включення зовнішніх стін, що межують із зовнішнім повітрям, що відносяться до характерних особливостей відповідного типу

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, L, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ, Вт/К,	Значення показника
Примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні підвіконня	388	–	0,116	–	45,01
Примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні перемички	388	–	0,133	–	51,6
Примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні рядового примикання	510	–	0,094	–	47,9
Пластиковий дюбель з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару	–	7595	–	0,005	37,98
Несучі кронштейни для кріплення (газопроводи, кондиціонери)	–	60	–	0,015	0,39

Таблиця 5.4.1. Зведені характеристики зовнішніх стін, що межують із зовнішнім повітрям

№	Конструкція	Площа, А, м ²	Опір теплопередачі конструкції R _Σ , м ² ·К/Вт
1.	Кладка керамічної порожнистої цегли густиною 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині, утеплювач MW – 150 мм	1085,4	4,26

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної стіни кондиціонованого об'єму, що межує із зовнішнім середовищем дорівнює:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} = \frac{1085,4}{\frac{1085,4}{4,26} + 388 * 0,116 + 388 * 0,133 + 510 * 0,094 + 7595 * 0,005 + 90 * 0,015} = 2,48 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Перевіряємо виконання умови п.6.1 ДБН В.2.6-31:2016, за формулою (4):

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}}$$

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq 0,75 * R_{q \text{ min}};$$

$$2,48 > 0,75 * 3,3;$$

$$2,48 \geq 2,48$$

						83382409 ЕЕ	Арк.
							18
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Отже, приведений опір теплопередачі зовнішніх стін будівлі, що межують з зовнішнім повітрям відповідає мінімальним вимогам, товщина утеплювача підібрана вірно.

У будівлі присутні ділянки зовнішніх стін, що не утеплюються. Це стіни фасадів, які знаходяться за зашкеленими балконами на 1-му та 2-му поверхах. Дані по площах та опорах теплопередачі зовнішніх стін наведені у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5. Характеристики зовнішніх стін

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м ²	Значення опору теплопередачі, R, м ² ·К/Вт.
1	Зовнішні стіни, з них:	1139,8	
1.1	Зовнішні стіни, що межують з зовнішнім повітрям	1085,4	2,48
1.2	Зовнішні стіни, що межують з некондиціонованим об'ємом	54,4	0,91

Приведений опір теплопередачі всієї площі фасаду будинку відповідно до (А.3) ДСТУ Б А.2.2-8:2010, становить:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \sum_{i=1}^n \frac{R_{\Sigma i} * Fi}{F_{\Sigma}} = \frac{2,48 * 1085,4 + 54,4 * 0,91}{1139,8} = 2,41 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Де $R_{\Sigma \text{ пр}}$ - приведений опір теплопередачі всієї площі фасаду будинку, м²·К/Вт

$R_{\Sigma i}$ - значення опору теплопередачі ділянки фасаду, м²·К/Вт

Fi - площа ділянки фасаду, м²

F_{Σ} - загальна площа фасаду, м²

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, що контактують з зовнішнім повітрям, з урахуванням усіх теплопровідних включень, який приймається для розрахунку теплопередачі трансмісією, становить:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = 2,41 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

5.1.2. Зовнішні стіни, що межують із некондиціонованим об'ємом

Ціль теплотехнічного розрахунку зовнішніх стін, що межують із некондиціонованим об'ємом - визначення температури в некондиціонованому об'ємі, що необхідна для розрахунку поправочного коефіцієнта b_U . Поправочний коефіцієнт b_U використовується для розрахунку теплопередачі трансмісією за ДСТУ Б А.2.2-12 (наведений в розділі 10.2).

Некондиціоновані об'єми, що наявні в будівлі мають декілька типів. Характеристики огороження та стін, кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованими об'ємами представлені в таблиці:

Таблиця 5.6. Характеристики огорожувальних конструкцій неопалювальних об'ємів

Назва некондиціонованого об'єму	Кількість, шт	Об'єм, м ³	Огороження некондиціонованих об'ємів			Зовнішні стіни, що граничать з некондиціонованим об'ємом		
			Тип огороження	Площа, м ²	Опір теплопередачі, м ² ·К/Вт	Тип ОК	Площа, м ²	Опір теплопередачі, м ² ·К/Вт
Балкон верхній	10	6,59	фасадна частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	3,5	1,09	Зовнішня стіна	3,78	0,91

						83382409 ЕЕ	Арк.
							19
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

			бокова частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	2,15	1,09	Вікно балконного блоку	0,9	0,75
			покрівля: з/б плита $\delta=200$ мм, утеплювач XPS $\delta=50$ мм	2,98	1,61	Двері балконного блоку	1,47	0,75
			скління: однокамерний склопакет	7,88	0,38			
Балкон нижній	10	6,59	фасадна частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	3,5	1,09	Зовнішня стіна	3,78	0,91
			бокова частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	2,15	1,09	Вікно балконного блоку	0,9	0,75
			підлога: з/б плита $\delta=200$ мм, утеплювач XPS $\delta=50$ мм	2,98	1,61	Двері балконного блоку	1,47	0,75
			скління: однокамерний склопакет	7,88	0,38			

Розрахунок температури в некондиціонованому об'ємі θ_u , °С, та поправочного коефіцієнту b_u виконаний виходячи з рівнянь теплового балансу згідно з ДСТУ Б А.2.2-12 п.8.2.2.3.5 за формулами:

$$b_u = \frac{\theta_i - \theta_u}{\theta_i - \theta_e}$$

$$\theta_u = \frac{\Phi + \theta_i H_{iu} + \theta_e H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

де θ_i – розрахункова (задана) температура об'єму, °С;

кондиціонованого

θ_u – розрахункова температура некондиціонованого об'єму, °С;

θ_e – розрахункова температура зовнішнього середовища, °С;

Φ – тепловий потік, що надходить всередину некондиціонованого об'єму, Вт, визначається як сума сонячних та внутрішніх теплонадходжень;

H_{iu} – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі між кондиціонованим об'ємом та некондиціонованим об'ємом, Вт/К, визначається як сума коефіцієнтів теплопередачі трансмісією та вентиляцією;

H_{ue} – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі між некондиціонованим об'ємом та зовнішнім середовищем, Вт/К, визначається як сума коефіцієнтів теплопередачі трансмісією та вентиляцією;

При визначенні параметрів прийняті наступні припущення та спрощення, що суттєво не впливають на точність інженерних розрахунків:

- внутрішні теплонадходження відсутні;

						83382409 ЕЕ	Арк.
							20
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

- сонячні теплонадходження не враховані, оскільки за опалювальний період величина теплонадходжень мінімальна, а за період охолодження приймається, що стулки відкриті та $b_u = 1$ (примітка до табл.3 п.8.2.2.3.9 ДСТУ Б А.2.2-12);
- визначення b_u здійснюється для розрахункової температури зовнішнього середовища -22 °С, а не помісячно, оскільки при відсутніх теплонадходженнях розрахункова величина b_u не змінюється в залежності від температури зовнішнього середовища.

Таблиця 5.7. Результати розрахунку поправочного коефіцієнту b_u .

Тип некондиціонованого об'єму	Теплонадходження до НО від внутрішніх теплових джерел, Вт	Теплонадходження до НО від сонячного випромінювання, Вт	Загальні теплонадходження до НО, Вт	Кратність інфільтрації КО->НО, год-1	Кратність інфільтрації НО->ЗС, год-1	Витрата при інфільтрації КО->НО, м ³ /год	Витрата при інфільтрації НО->ЗС, м ³ /год	Коефіцієнти теплопередачі трансмісією КО->НО, Вт/К	Коефіцієнти теплопередачі трансмісією НО->ЗС, Вт/К	Коефіцієнти теплопередачі вентиляцією КО->НО, Вт/К	Коефіцієнти теплопередачі вентиляцією НО->ЗС, Вт/К	Узагальнений коефіцієнт теплопередачі КО->НО, Вт/К	Узагальнений коефіцієнт теплопередачі НО->ЗС, Вт/К	Температура некондиціонованого об'єму, °С (при $\theta_e = -22$ °С)	Поправочний коефіцієнт
	$\Phi_{int, mn, u}$	$\Phi_{sol, mn, u}$	Φ	n_{iu}	n_{ue}	q_{iu}	q_{ue}	$HT_{,iu}$	$HT_{,ue}$	$HV_{,i}$	$HV_{,u}$	H_{iu}	H_{ue}	θ_u	b_u
Балкон верхній	0	0	0	0	0,5	0	3,30	7,77	27,77	0	1,11	7,77	28,88	-13,1	0,79
Балкон нижній	0	0	0	0	0,5	0	3,30	7,77	27,77	0	1,11	7,77	28,88	-13,1	0,79
Балкон нижній (між осями А-Ж)	0	0	0	0	0,5	0	4,66	18,77	23,24	0	1,57	18,77	24,80	-3,9	0,57

5.2 Перекриття горища

Геометричні характеристики перекриття горища, виміряні по внутрішнім поверхням наведені в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8. Геометричні характеристики перекриття горища

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м ²
1	Перекриття технічного поверху	474,3
1.1	- площа утеплення по основному полю MW	474,3

Склад перекриття горища наведено у таблиці 5.2., табл. 5.8.1.

Таблиця 5.8.1. Склад перекриття горища

Склад зовнішніх стін по основному полю	Густина в сухому стані ρ_0 , кг/м ³	Товщина шару δ , мм	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				Коефіцієнт теплопровідності внутрішньої поверхні α_v , Вт/(м ² ·К)	Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні α_z , Вт/(м ² ·К)	Опір теплопередачі конструкції R_{Σ} , м ² ·К/Вт
			Теплопровідність λ , Вт/(м·К)	Коефіцієнт теплозасвоєння s_i , Вт/(м ² ·К)	Коефіцієнт паропроникності μ , мг/(м·год·Па)	Розрахунковий вміст води за масою w_i , %			
Перекриття горища									
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3	8,7	23	5,14
Пісок для будівельних робіт	1600	100	0,58	7,91	0,17	2			
Пароізоляційна плівка	1000	0,003	0,17	8,56	0,001	0			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	45	200	0,043	0,63	0,43	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	50	0,93	11,09	0,09	4			

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата	83382409 ЕЕ	Арк.
							21

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується відповідно ДСТУ Б В.2.6-189 (№2) за формулою (2):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{п}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}$$

де $\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймаються згідно з додатком Б ДСТУ Б В.2.6-189;

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

$\lambda_{i\text{п}}$ – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м·К);

n – кількість шарів огорожувальної конструкції;

δ_i – товщина і-го шару зовнішніх стін, м.

Ціль теплотехнічного розрахунку перекриття технічного поверху:

- визначення необхідної товщини утеплювача виходячи з умов щодо мінімально допустимого значення опору теплопередачі за ДБН В.2.6-31.
- визначення приведенного опору теплопередачі конструкції для розрахунку теплопередачі трансмісією за ДСТУ Б А.2.2-12 (наведений в розділі 10.2).

В конструкції перекриття технічного поверху відсутні теплопровідні включення, що відносяться до характерних особливостей відповідного типу непрозорої огорожувальної конструкції. З врахуванням цього визначаємо приведений опір теплопередачі перекриття технічного поверху покриття. Відповідно до Таблиці 5.8.1:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,1}{0,58} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,2}{0,043} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{1}{23} = 5,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Перевіряємо виконання умови п.6.1 ДБН В.2.6-31:2016, за формулою (4):

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}, \\ 5,14 > 4,95.$$

Отже, приведений опір теплопередачі перекриття технічного поверху будівлі відповідає мінімальним вимогам, товщину утеплювача підібрано вірно.

5.3 Підлога над технічним підпіллям (неопалювальний підвал). Перекриття неопалювального підвалу

Перекриття неопалювального підвалу розміщене під всією площею будівлі. В місцях сходових клітин відмітка верху перекриття становить -1,000 м. Вертикальна частина стіни, що обумовлена перепадом висот основного перекриття та перекриття в місцях сходових клітин утеплюється з боку неопалювального підвалу для забезпечення суцільної теплоізоляційної оболонки. Площа утеплення враховується в визначенні приведенного опору теплопередачі перекриття.

Склад перекриття неопалювального підвалу наведено у таблиці 5.2.

Ціль теплотехнічного розрахунку неопалювального підвалу:

- визначення необхідної товщини утеплювача виходячи з умов щодо мінімально допустимого значення опору теплопередачі за ДБН В.2.6-31.
- визначення стаціонарного узагальненого коефіцієнту теплопередачі трансмісією до ґрунту H_g , для розрахунку теплопередачі трансмісією за ДСТУ Б А.2.2-12 (наведений в розділі 10.2).

Перекриття над техпідпіллям містить точкові теплопровідні включення у вигляді кріпильних елементів плит утеплювача (6 од./м²).

						83382409 ЕЕ	Арк.
							22
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Таблиця 5.9. Геометричні характеристики перекриття неопалювального підвалу

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м ²	R _Σ , м ² ·К/Вт
1	Перекриття неопалювального підвалу, з них:	469,4	
1.1	- по основному полю	469,4	3,42

Таблиця 5.9.1. Склад перекриття неопалювального підвалу

Склад зовнішніх стін по основному полю	Густина в сухому стані ρ ₀ , кг/м ³	Товщина шару δ _i , мм	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні α _в , Вт/(м ² ·К)	Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні α _з , Вт/(м ² ·К)	Опір теплопередачі конструкції R _Σ , м ² ·К/Вт
			Теплопровідність λ _i , Вт/(м·К)	Коефіцієнт теплозасвоєння s _i , Вт/(м ² ·К)	Коефіцієнт паропроникності μ _i , мг/(м·год·Па)	Розрахунковий вміст вологи за масою w _i , %			
Перекриття неопалювального підвалу									
Плити керамічні для підлоги	2000	20	1,1	12,55	0,06	5	8,7	12	3,42
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	100	120	0,041	0,56	0,47	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується відповідно ДСТУ Б В.2.6-189 (№2) за формулою (2):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_{з}}$$

де α_в, α_з – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймаються згідно з додатком Б ДСТУ Б В.2.6-189;

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

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м·К);

n – кількість шарів огорожувальної конструкції;

δ_i – товщина і-го шару зовнішніх стін, м.

Ціль теплотехнічного розрахунку перекриття технічного поверху:

- визначення необхідної товщини утеплювача виходячи з умов щодо мінімально допустимого значення опору теплопередачі за ДБН В.2.6-31.
- визначення приведенного опору теплопередачі конструкції для розрахунку теплопередачі трансмісією за ДСТУ Б А.2.2-12 (наведений в розділі 10.2).

В конструкції перекриття технічного поверху відсутні теплопровідні включення, що відносяться до характерних особливостей відповідного типу непрозорої огорожувальної конструкції. З врахуванням цього визначаємо приведенний опір теплопередачі перекриття технічного поверху покриття. Відповідно до Таблиці 5.8.1:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{1,1} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,12}{0,041} + \frac{0,15}{0,93} + \frac{1}{12} = 3,42 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = 3,42 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

						83382409 ЕЕ	Арк.
							23
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Таблиця 5.9.2. Теплопровідні включення перекриття неопалювального підвалу, що відносяться до характерних особливостей відповідного типу

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, L, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт тепло передачі, k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ, Вт/К,
Пластиковий дюбель з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару	–	2816	–	0,005

Приведений опір теплопередачі перекриття неопалювального підвалу дорівнює:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} = \frac{469,4}{\frac{469,4}{3,42} + 2816 * 0,005} = 3,10 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Перевіряємо виконання умови п.6.1 ДБН В.2.6-31:2016, за формулою (4):

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}}$$

Відповідно до п.6.2.1 ДБН В.2.6-31:2016, при виконанні умови ($EP \leq EP_{\text{max}}$) згідно з формулою (1) допускається застосовувати перекриття над техпідпіллям зі зниженим значенням опору теплопередачі до рівня 75% від $R_{q \text{ min}}$:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq 0,75 * R_{q \text{ min}};$$

$$3,10 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт} > 0,75 * 3,75 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт};$$

$$3,10 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт} > 2,81 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

Отже, приведений опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом відповідає мінімальним вимогам.

Для визначення приведенного опору теплопередачі конструкції для розрахунку теплопередачі трансмісією за ДСТУ Б А.2.2-12 враховані наступні теплопровідні включення:

Таблиця 5.10. Теплопровідні включення перекриття підвалу, що відносяться до конструктивних особливостей будівлі

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, L, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт тепло передачі, k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ, Вт/К,
Примикання перекриття неопалювального підвалу до несучих стін, що проходять через товщу утеплювача по основному полю	117,4	-	0,652	-

В розрахунку стаціонарного узагальненого коефіцієнту теплопередачі трансмісією через перекриття підвалу використовуються товщина та коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін підвалу вище рівня поверхні ґрунту (включаючи всі шари конструкції, без врахування коефіцієнтів тепловіддачі).

Таблиця 5.11. Розрахунок коефіцієнту теплопередачі зовнішніх стін технічного підпілля вище рівня поверхні ґрунту

						83382409 ЕЕ	Арк.
							24
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Термічний опір (включаючи всі шари), $R_{\Sigma w}$, (м ² ·К)/Вт
1	Кладка керамічної порожнистої цегли густиною 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	380	0,52	3,58
2	Екструдований пінополістирол	100	0,038	
3	Розчин цементно-піщаний	15	0,93	

Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту H_g , Вт/К, розраховується як для технічного підпілля згідно п.Б.1.3 ДСТУ Б А.2.2-12. Розрахунок наведений в таблиці 5.12.

Таблиця 5.12. Розрахунок стаціонарного узагальненого коефіцієнту теплопередачі трансмісією до ґрунту

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Позначення/Формула	Значення
1	Площа підлоги	м ²	A	469,4
2	Зовнішній периметр підлоги	м	P	117,4
3	Характерний розмір підлоги	-	$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}$	7,97
4	Загальна товщина цокольної стіни нижче рівня ґрунту	м	w	0,51
5	Теплопровідність стін підвалу вище ґрунту	Вт/(м ² ·К)	$U_w = \frac{1}{R_{\Sigma w}}$	0,279
6	Тепловий внутрішній поверхневий опір (горизонтальна огорожувальна конструкція (тепловий потік зверху вниз)), згідно з таблицею Б.2 ДСТУ Б А.2.2-12	м ² ·К/Вт	R_{si}	0,17
7	Тепловий зовнішній поверхневий опір, згідно з таблицею Б.2 ДСТУ Б А.2.2-12	м ² ·К/Вт	R_{se}	0,043
8	Термічний опір перекриття над техпідпіллям	м ² ·К/Вт	$R_f = \frac{1}{U_f}$	3,1
9	Коефіцієнт теплопровідності ґрунту, згідно з таблицею Б.1 ДСТУ Б А.2.2-12	Вт/(м·К)	λ	2
10	Висота стін підвалу вище ґрунту	м	h	0,5
11	Площа вентиляційних отворів на 1 м.п.	-	ϵ	0,002
12	Ступінь вітрозахисту, згідно з таблицею Б.3 ДСТУ Б А.2.2-12	-	f_w	0,02
13	Швидкість переважного напрямку вітру, згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27, як середня швидкість вітру за переважним напрямом в січні	м/с	v	2,8
14	Еквівалентна товщина підлоги	м	$d_g = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se})$	7,136
15	Коефіцієнт теплопередачі підлоги техпідпілля	Вт/(м ² ·К)	$U_g = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot B' + d_g} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_g} + 1 \right)$	0,187
16	Еквівалентний коефіцієнт теплопередачі між простором технічного підпілля та зовнішнім середовищем	Вт/(м ² ·К)	$U_x = \frac{2 \cdot h \cdot U_w}{B'} + 1450 \cdot \frac{\epsilon \cdot v \cdot f_w}{B'}$	0,138
17	Коефіцієнт теплопередачі системи огорожувальних конструкцій технічного підпілля	Вт/(м ² ·К)	$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x}$	7,136
18	Лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла примикання конструкції підлоги по ґрунту до стіни цоколя, згідно з табл. Г.1 ДСТУ Б В.2.6-	Вт/(м·К)	Ψ_g	0,880

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата
-----	-------	------	-------	--------	------

83382409 ЕЕ

Арк.

25

	189			
19	Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через перекриття підвалу	Вт/К	$H_g = A \cdot U + P \cdot \Psi_g$	168,089

Отже, стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через перекриття підвалу становить:

$$H_g = 168,089, \text{ Вт/К.}$$

5.4. Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій

Проектом передбачається заміна частини віконних конструкцій, розміщених на фасадах будівлі, на вікна з 5-ти камерного ПВХ-профілю із заповненням склопакетами. Решта віконних конструкцій виконанні з ПВХ-профілів із заповненням двокамерними склопакетами. Існуючі конструкції знаходяться у задовільному стані і заміни не потребують.

Виконаємо розрахунок приведенного опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій що передбачаються до встановлення.

Методика розрахунку коефіцієнту теплопередачі світлопрозорих конструкцій регламентується ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальні умови (EN ISO 10077-1:2006+EN ISO 10077-1:2006/AC:2009, IDT).

Таблиця 5.13. Розрахунок приведенного опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій що передбачаються до встановлення

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Позначення/Формула	Значення		
				Вікно	Двері	Разом
1	Сумарна площа всіх світлопрозорих конструкцій	м ²	$\Sigma A_{w/d}$	61,92	30,54	92,46
2	Загальна площа вікна	м ²	$A_{w/d}$	1,71	1,47	-
3	Площа світлопрозорих елементів конструкції	м ²	A_g	1,38	0,661	-
4	Площа непрозорого заповнення конструкції	м ²	A_p		0,447	-
5	Площа рами	м ²	A_r	0,33	0,362	-
6	Зовнішня довжина периметра скління	м	l_g	7,314	3,44	-
7	Коефіцієнти теплопередачі світлопрозорого заповнення	Вт/м ² ·К	U_g	0,9	0,9	-
8	Теплопровідністю 1 шару сендвіч-панелі	Вт/м·К	λ_1	-	0,22	-
9	Товщина 1 шару сендвіч-панелі	м	δ_1	-	0,005	-
10	Теплопровідністю 2 шару сендвіч-панелі	Вт/м·К	λ_2	-	0,039	-
11	Товщина 2 шару сендвіч-панелі	м	δ_2	-	0,03	-
12	Теплопровідністю 3 шару сендвіч-панелі	Вт/м·К	λ_3	-	0,22	-
13	Товщина 3 шару сендвіч-панелі	м	δ_3	-	0,005	-
14	Опір теплопередачі термічно однорідної тришарової конструкції сендвіч-панелі	м ² ·К/Вт	$R_p = \frac{1}{\alpha_s} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_n}$	-	0,973	-

									83382409 ЕЕ	Арк.
										26
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата					

15	Коефіцієнти теплопередачі непрозорого заповнення	Вт/м ² ·К	U_p	-	1,028	-
16	Коефіцієнт теплопередачі рами	Вт/м ² ·К	U_f	1,25	1,25	-
17	Лінійний коефіцієнт теплопередачі скління	Вт/м·К	ψ_g	0,06	0,06	
18	Приведений коефіцієнт теплопередачі конструкції	Вт/м ² ·К	$U_{W/D} = \frac{\Sigma A_g \cdot U_g + \Sigma A_p \cdot U_p + \Sigma A_f \cdot U_f + \Sigma L_g \cdot \psi_g + \Sigma L_p \cdot \psi_p}{\Sigma A_g + \Sigma A_p + \Sigma A_f}$	1,224	1,165	1,222
19	Приведений опір теплопередачі конструкції	м ² ·К/Вт	$R_{W/D\text{сп}} = \frac{1}{U_w}$	0,817	0,858	0,819

Приведений опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій, що замінюються становить:

$$R_{\Sigma\text{сп}} = 0,819, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Перевіряємо виконання умови п.6.1 ДБН В.2.6-31:2016, за формулою (4):

$$R_{\Sigma\text{сп}} \geq R_{q \text{ min}}, \quad 0,819 \geq 0,75$$

Отже, приведений опір теплопередачі вікон, що підлягають заміні, відповідає мінімальним вимогам.

Для подальших розрахунків приймаємо, що опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій, що встановлюються, становить 0,75 м²·К/Вт згідно з вимогами нормативних документів.

Таблиця 5.14. Світлопрозорі конструкції будівлі

№ п/п	Тип світлопрозорих конструкцій	Кількість, од.	Площа, м ²	Опір теплопередачі, $R_{\Sigma\text{сп}}$, м ² ·К/Вт
1	Світлопрозорі конструкції	196	503,94	0,75

Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій що встановлюються повинен становить 0,75 м²·К/Вт та підтверджуватись протоколом сертифікаційних випробувань, проведених атестованою випробувальною лабораторією. Строк дії протоколу – 5 років.

5.5. Опір теплопередачі входних дверей

В будівлі наявні наступні типи входних дверних конструкцій:

- входні двері в тамбури – металеві, утеплені з приведеним опором теплопередачі - 0,6 м²·К/Вт.
- входні тамбурні двері (з тамбуру до сходової клітини), розміщені в несучій стіні - металопластикові з приведеним опором теплопередачі - 0,6 м²·К/Вт.

Вхідні двері в тамбури не є частиною огорожувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки будівлі, а відносяться до огорожувальних конструкцій некондиціонованого об'єму та відповідно їх вплив врахований в розрахунку температури в некондиціонованому об'ємі та коефіцієнту b_u .

Вхідні тамбурні двері є частиною огорожувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки будівлі, та приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma\text{сп}} = 0,6$, м²·К/Вт, що задовольняє вимогам п.6.1 ДБН В.2.6-31:2016.

Існуючі входні двері металеві глухі, утеплені, в задовільному стані. Опір теплопередачі вказаний у Табл. 5.15.

Таблиця 5.15. Вхідні двері будівлі

№ п/п	Тип входних дверей	Кількість, од.	Площа, м ²	Опір теплопередачі, $R_{\Sigma\text{сп}}$, м ² ·К/Вт
-------	--------------------	----------------	-----------------------	--

									Арк.
									27
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата	83382409 ЕЕ			

1	Вхідні двері	3	3,78	0,6
---	--------------	---	------	-----

Для розрахунку теплопередачі трансмісією за ДСТУ Б А.2.2-12 використовуємо приведений опір теплопередачі існуючих вхідних дверей:

$$R_{\Sigma np} = 0,6, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

5.6. Зведені показники опору теплопередачі елементів теплоізоляційної оболонки

Показники приведенного опору теплопередачі усіх видів огорожувальних конструкцій, що нормуються ДБН В.2.6-31 приведені в таблиці 5.16.

Таблиця 5.16. Показники приведенного опору теплопередачі усіх видів огорожувальних конструкцій будівлі

Вид огорожувальної конструкції	$R_{q \min}$, м ² ·К/Вт	$R_{\Sigma np}$, м ² ·К/Вт	Площа, А м ²
Зовнішні стіни	0,75*3,3=2,48	2,41	1139,8
Перекриття технічного поверху	4,95	5,14	474,3
Перекриття над неопалювальними підвалами	0,75*3,75 = 2,8	3,1	469,4
Світлопрозорі конструкції	0,75	0,75	503,94
Вхідні двері	0,6	0,6	3,78

5.7 Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки.

Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку $k_{\Sigma np}$, Вт/(м²·К), визначається згідно ДСТУ-Н Б.А.2.2-5:2007 за формулою:

$$k_{\Sigma np} = U_{\Sigma np} = \xi \cdot \frac{\left(\frac{A_i}{R_{\Sigma np.i}} + \frac{A_{wi}}{R_{\Sigma np.wi}} + \frac{A_{aciu}}{R_{\Sigma np.aciu}} + \frac{A_{cubiu}}{R_{\Sigma np.cubiu}} + \frac{A_{gwi}}{R_{\Sigma np.gwi}} \right)}{A_{\Sigma}}$$

де: $\xi = 1,13$ – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, що пов'язані з орієнтацією огорожень за сторонами світу, наявністю кутових приміщень, надходженням холодного повітря через входи в будинок.

A_{Σ} загальна площа зовнішніх стін, м²;

$A_i, A_{wi}, A_{aciu}, A_{cubiu}, A_{gwi}$ – площі фасадів, суміщеного перекриття, перекриття над техпідпіллям, світлопрозорих огорожувальних конструкцій та вхідних дверей в будинок відповідно;

$R_{\Sigma np.i}, R_{\Sigma np.wi}, R_{\Sigma np.aciu}, R_{\Sigma np.cubiu}, R_{\Sigma np.gwi}$ – приведений опір теплопередачі відповідно фасадів, суміщеного перекриття, перекриття над техпідпіллям, світлопрозорих огорожувальних конструкцій та вхідних дверей в будинок.

$$k_{\Sigma np} = U_{\Sigma np} = \xi \left(\frac{1139,8}{2,41} + \frac{474,3}{5,14} + \frac{469,4}{3,1} + \frac{503,94}{0,75} + \frac{3,78}{0,6} \right) = 0,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

$$k_{\Sigma np} = 0,54 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Проектне рішення огорожувальних конструкцій забезпечує виконання нормативних вимог ДБН В.2.6-31 за температурними показниками.

Мінімальна температура на внутрішній поверхні зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій не нижче ніж 10,7 °С, на внутрішній поверхні світлопрозорих огорожувальних конструкцій – не нижче ніж 6,0 °С.

						83382409 ЕЕ	Арк.
							28
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні стінових огорожень не перевищує 4,0 °С, покриття та перекриття горіщ – не перевищує 3,0 °С.

Перевірка умови $\Delta T_{np} \leq \Delta T_{сг}$ для внутрішньої поверхні стіни.

Приведена $T_{вн}$ температура внутрішньої поверхні стіни визначається за формулою:

$$\tau_{е} = t_{вн} - \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma np} \cdot \alpha_{е}} = 20 - \frac{20 - (-22)}{2,65 \cdot 8,7} = 18,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°С згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для І температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

$R_{\Sigma np}$ - приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної зовнішньої стіни;

$\alpha_{е1}$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, Вт/(м² К), що приймається згідно з ДСТУ Б В.2.6-189.

Коефіцієнт скління фасадів будівлі становить $m_w = 0,31$.

Оскільки коефіцієнт скління фасадів становить 0,31, що більше ніж 0,18 тому подальші розрахунки ведуться за наступним пунктом А.2.3 ДБН В.2.6-1:2016.

Температуру внутрішньої поверхні віконних блоків визначаємо за формулою:

$$\tau_{е} = t_{вн} - \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma np} \cdot \alpha_{е}} = 20 - \frac{20 - (-22)}{0,75 \cdot 8,7} = 13,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

Знаходимо температурний перепад за формулою:

$$\Delta T_{np} = t_{вн} - \frac{\tau_{вн.нр} \cdot F_H + \tau_{всп.нр} \cdot F_{cn}}{F_{\Sigma}} = 20 - \frac{18,0 \cdot 1139,8 + 13,0 \cdot 503,94}{1139,8 + 503,94} = 3,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°С згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$\tau_{вн.нр}$, F_H - приведена температура внутрішньої поверхні, °С, та площа м², непрозорої частини огорожувальної конструкції;

F_{cn} - площа м², світлопрозорої частини;

$\tau_{всп.нр}$ - приведена температура внутрішньої поверхні, °С світлопрозорої частини огорожувальної конструкції, що розраховується за формулою:

$$\tau_{всп.нр} = \frac{\Sigma \tau_{cn} \cdot F_{cn} + \Sigma \tau_j \cdot F_j}{F_{cn}}$$

де τ_{cn} , F_{cn} - середня температура внутрішньої поверхні, °С та площа м² склопакета або скла;

τ_j , F_j - середня температура внутрішньої поверхні, °С та площа м², конструктивного непрозорого елемента світлопрозорої конструкції.

						83382409 ЕЕ	Арк.
							29
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

За результатами розрахунків запропонована огорожувальна конструкція задовольняє вимоги (5) по 6.1 ДБН В.2.6-31:2016, $\Delta T_{пр} = 3,5 \text{ }^\circ\text{C} \leq 4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні стіни становить $\Delta T_{сг} = 4,0 \text{ }^\circ\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$\Delta T_{пр} \leq \Delta T_{сг}$, $3,5^\circ\text{C} \leq 4,0^\circ\text{C}$. Отже, умова виконується.

Перевірка умови $\Delta T_{пр} \leq \Delta T_{сг}$ для внутрішньої поверхні перекриття горища.

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

$$\Delta T_{пр} = \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma пр} \cdot \alpha_g} = \frac{20 - (-22)}{5,14 \cdot 8,7} = 0,94 \text{ }^\circ\text{C}$$

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус $22 \text{ }^\circ\text{C}$ згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

$R_{\Sigma пр}$ - приведений опір теплопередачі перекриття горища;

α_{g1} - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$, що приймається згідно з ДСТУ Б В.2.6-189.

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для перекриття горища становить $\Delta T_{сг} = 3,0 \text{ }^\circ\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$\Delta T_{пр} \leq \Delta T_{сг}$, $0,94^\circ\text{C} \leq 4,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Отже, умова виконується.

Перевірка умови $\Delta T_{пр} \leq \Delta T_{сг}$ для внутрішньої поверхні перекриття підвалу.

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

$$\Delta T_{пр} = \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma пр} \cdot \alpha_g} = \frac{20 - (-22)}{3,1 \cdot 8,7} = 1,56 \text{ }^\circ\text{C}$$

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°C , згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус $22 \text{ }^\circ\text{C}$ згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для перекриття над підвалом $\Delta T_{сг} = 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$\Delta T_{пр} \leq \Delta T_{сг}$, $1,56^\circ\text{C} \leq 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Отже, умова виконується.

Перевірка умови $T_{в \text{ min}} > T_{\text{min}} (3)$ для температури на внутрішній поверхні T_{min} світлопрозорих огорожувальних конструкцій житлових будівель.

Згідно п.6.4.2 ДБН В.2.6-31:2016 мінімально допустиме значення температури на внутрішній поверхні T_{min} світлопрозорих огорожувальних конструкцій житлових і громадських будівель при розрахункових значеннях температур зовнішнього та внутрішнього повітря, прийнятих згідно з додатком В ДБН В.2.6-31:2016, повинно бути для

						83382409 ЕЕ	Арк.
							30
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

коробок, імпостів та штапиків віконних і дверних блоків, а також світлопрозорих зон, включаючи зони дистанційних рамок, не менше ніж 6 °С.

Температуру внутрішньої поверхні віконних блоків визначаємо за формулою:

$$\Delta T_{np} = t_{вн} - \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma np} \cdot \alpha_b} = 20 - \frac{20 - (-22)}{0,75 \cdot 8,0} = 13,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°С, згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

$T_{в\ min} > T_{min}$, 13,0°С > 6°С. Отже, умова (3) виконується згідно пункту п.6.4.2 ДБН В.2.6-31:2016.

При $t_{в} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$; $\phi_{в} = 50 \%$ температура точки роси внутрішнього повітря становить $T_{min} = T_p = 10,7 \text{ } ^\circ\text{C}$.

$T_{в\ min} > T_{min}$, 13,0°С > 10,7°С. Отже, умова (3) виконується відносно точки роси.

Проектне рішення зовнішніх огорожувальних конструкцій забезпечує нормативні вимоги ДБН В.2.6-31 за показниками теплостійкості. Розрахункова амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні непрозорих стінових огорожувальних конструкцій в літній період не перевищує 2,5 °С, розрахункова амплітуда коливань температури повітря приміщень в зимовий період не перевищує 1,5 °С.

Проектне рішення зовнішніх стін забезпечує не перевищення допустимого, згідно з вимогами ДБН В.2.6-31, значення повітропроникності конструкцій. Розрахункове значення опору повітропроникності зовнішніх стін будівель відповідає нормативним вимогам ДБН В.2.6-31.

6. Розрахунок показників теплостійкості та теплосвоєння огорожувальних конструкцій

6.1. Теплостійкість приміщення в літній період

Згідно з п. 6.7 ДБН В.2.6-31:2016 теплостійкість огорожувальних конструкцій у літній період року дозволяється не перевіряти при виконанні умови - середня температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця для м. складає 19,8°С (19,8°С < 21°С).

6.2 Теплостійкість приміщення в зимовий період

Житловий будинок у м.ської області, з чотирьма зовнішніми стінами та світлопрозорими конструкціями в стінах. В приміщенні функціонує водяна система опалення з безперервним обслуговуванням.

Параметри клімату району будівництва, мікроклімату приміщення, та безрозмірні коефіцієнти наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Розрахункові параметри клімату району будівництва, мікроклімату приміщення, та безрозмірні коефіцієнти

Назва параметра	Значення
Температура внутрішнього повітря $t_{вн}$, °С	20
Температура зовнішнього повітря $t_{зов}$, °С	-22
Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $\alpha_{вн}$, Вт/(м²К):	
– для непрозорих огорожувальних конструкцій	8,7
– для вікон	8,0
Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної	

						83382409 ЕЕ	Арк.
							31
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

конструкції $\alpha_{\text{зов}}, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$:	
– для непрозорих огорожувальних конструкцій	12,0
– для вікон	23,0
Коефіцієнт нерівномірності тепловіддачі системи опалення m	0,1
Коефіцієнт, що враховує неоднорідність влаштування конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками, k	0,85

Конструкція зовнішніх стін складається з наступних елементів:

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

$\rho = 1600 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda_{\text{Б}} = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; $\delta = 0,02 \text{ м}$; $s=11,09 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$;

– кладка керамічної порожнистої цегли густиною $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ (брутто) на цементно-піщаному розчині:

$\rho = 1200 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda_{\text{Б}} = 0,52 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; $\delta = 0,38 \text{ м}$; $s=6,62 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$;

– утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому,

$\rho = 135 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda_{\text{р}} = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; $\delta = 0,15 \text{ м}$; $s=0,63 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$;

– зовнішнє опорядження штукатуркою:

$\rho = 1600 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda_{\text{Б}} = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; $\delta = 0,03 \text{ м}$; $s=10,42 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$;

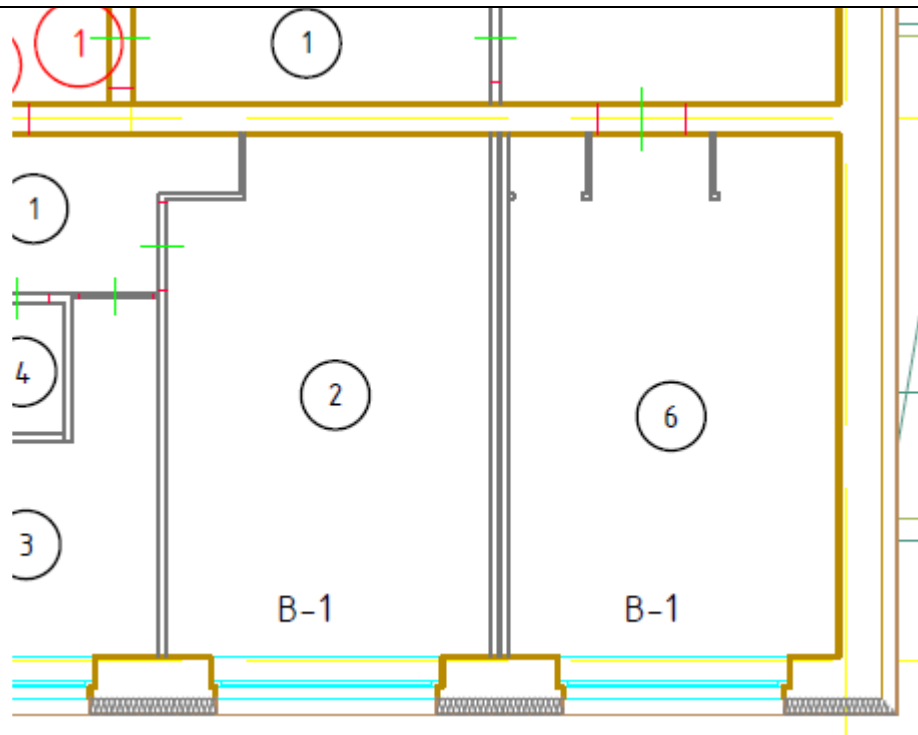
Приведений опір теплопередачі світлопрозорої конструкції становить $R_{\Sigma\text{сп}} = 0,75 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

Геометричні характеристики приміщення наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Геометричні характеристики приміщення

Назва геометричної характеристики	Значення
Площа приміщення $F, \text{м}^2$	46,92
Висота приміщення $h, \text{м}$	2,5
Об'єм приміщення $V, \text{м}^3$	117,3
Площа внутрішньої поверхні непрозорих огорожувальних конструкцій $F_{\text{нп}}, \text{м}^2$	65,7
Площа внутрішньої поверхні світлопрозорих огорожувальних конструкцій $F_{\text{сп}}, \text{м}^2$	8,8

						83382409 ЕЕ	Арк.
							32
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		



Малюнок 2. Фрагмент плану першого поверху

Таблиця 6.2.1. Теплофізичні характеристики матеріалів шарів конструкції

Номер шару	Матеріал	Товщина шару, δ , м	Густина матеріалу в сухому стані, ρ , кг/м ³	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації А	
				Теплопровідність λ , Вт/(м·К)	Коефіцієнт теплосвоєння, s , Вт/(м ² ·К)
1.	Штукатурка цементно-піщаним розчином	0,02	1600	0,76	11,09
2.	Кладка керамічної порожнистої цегли густиною 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	0,38	1200	0,52	6,62
3.	Мінераловатні плити на синтетичному зв'язуючому	0,15	125	0,045	0,63
4.	Штукатурка мінеральним розчином	0,03	1800	0,7	10,42

Теплові опори шарів непрозорої огорожувальної конструкції наведені в таблиці 6.3.

						83382409 ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		33

Таблиця 6.3 – Розрахунок теплових опорів шарів непрозорої огорожувальної конструкції. Тип 1

Номер шару	Познака	Значення, (м ² К)/Вт	Розрахунок
1	R_1	0,025	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,81} = 0,025$
2	R_2	0,73	$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,38}{0,52} = 0,73$
3	R_3	3,33	$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,15}{0,045} = 3,33$
4	R_4	0,037	$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037$

Розрахунок теплових інерцій кожного шару непрозорої огорожувальної конструкції та конструкції в цілому наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунок теплових інерцій кожного шару непрозорої огорожувальної конструкції та конструкції в цілому. Тип 1

Номер шару	Познака	Значення	Розрахунок
1	D_1	0,28	$D_1 = R_1 s_1 = 0,025 \cdot 11,09 = 0,28$
2	D_2	7,97	$D_2 = R_2 s_2 = 0,73 \cdot 10,9 = 7,97$
3	D_3	2,1	$D_3 = R_3 s_3 = 3,33 \cdot 0,63 = 2,1$
4	D_4	0,39	$D_4 = R_4 s_4 = 0,037 \cdot 10,42 = 0,39$
Усієї конструкції	D	10,74	$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 10,74$

Теплова інерція першого шару огорожувальної конструкції $D_1 < 1$, а першого і другого шарів конструкції $D_1 + D_2 \geq 1$, то коефіцієнт теплозасвоєння внутрішньої поверхні розраховується за формулою:

$$\text{Тип 1} \quad Y_B = \frac{R_1 s_1^2 + s_2}{1 + R_1 s_2} = \frac{0,025 \cdot 11,09^2 + 6,62}{1 + 0,025 \cdot 6,62} = 8,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}).$$

Для житлових будинків максимальне значення показника теплозасвоєння внутрішньої поверхні $Y_B = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$.

Розрахунок коефіцієнта теплопоглинання внутрішньою поверхнею світлопрозорих і непрозорих конструкцій наведений в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок коефіцієнта теплопоглинання внутрішньою поверхнею світлопрозорих і непрозорих конструкцій

Тип огорожувальної конструкції	Познака	Одиниця виміру	Значення	Розрахунок

Непрозора. Тип 1	$B_{\text{нп}}$	Вт/(м ² К)	4,25	$B_{\text{нп}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{1}{Y_{\text{в}}}} =$ $= \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{1}{8,3}} = 4,25$
Світлопрозора	$B_{\text{сп}}$	Вт/(м ² К)	1,23	$B_{\text{сп}} = \frac{1}{1,08 \cdot R_{\Sigma \text{сп}}} =$ $= \frac{1}{1,08 \cdot 0,75} = 1,23$

Для визначення тепловтрат приміщення через теплоізоляційну оболонку потрібно розрахувати опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції. Тепловтрати приміщення через теплоізоляційну оболонку наведені в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Розрахунок тепловтрат приміщення через теплоізоляційну оболонку

Теплотехнічний показник, що визначається	Позначка	Одиниця виміру	Значення	Розрахунок
Опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції. Тип 1	$R_{\Sigma \text{нп}}$	(м ² К)/Вт	4,32	$R_{\Sigma \text{нп}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_{\text{зов}}} =$ $= \frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,73 + 3,33 + 0,037 + \frac{1}{12} =$ $= 4,32$
Тепловтрати приміщення через теплоізоляційну оболонку. Тип 1	$Q_{\text{теп}}$	Вт	582,4	$Q_{\text{теп}} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}) \cdot \left[\sum_{j=1}^n \frac{F_j}{R_{\Sigma j \text{нп}} \cdot k} + \frac{F_{\text{сп}}}{R_{\Sigma \text{сп}}} \right] =$ $= (20 - (-22)) \cdot \left[\frac{46,92}{4,32 \cdot 0,85} + \frac{8,8}{0,75} \right] = 647$

Тепловтрати приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції становлять:

$$Q_{\text{інф}} = 0,27 \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}) \cdot V = 0,27 \cdot 42 \cdot 117,3 = 1330,2 \text{ Вт.}$$

Загальні тепловтрати приміщення становлять:

$$\text{Тип 1} \quad Q_{\text{пр}} = Q_{\text{теп}} + Q_{\text{інф}} = 647 + 1330,2 = 1977,2 \text{ Вт.}$$

Амплітуда коливань температури приміщення становить:

$$\text{Тип 1} \quad A_{\text{тв}} = \frac{0,7 Q_{\text{пр}} \cdot m}{B_{\text{нп}} F_{\text{нп}} + B_{\text{сп}} F_{\text{сп}}} = \frac{0,7 \cdot 1977,2 \cdot 0,1}{4,32 \cdot 65,7 + 1,23 \cdot 8,8} = 0,47 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

Амплітуда коливань температури приміщення не перевищує нормованого значення 1,5 °С і становить 0,47°С, що задовольняє вимогам умови (9) п. 6.7 ДБН В.2.6-31.

7. Розрахунок повітропроникності огорожувальних конструкцій будівлі

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалювальних обов'язковим є виконання умови:

$$G^k \leq G_n^k,$$

						83382409 ЕЕ	Арк.
							35
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

G_n^k - нормативна повітропроникність огорожувальної конструкції, кг/(м²·год), яка визначається згідно з таблицею 1 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013. Для зовнішньої непрозорої конструкції житлових і громадських будинків $G_n^k = 0,4$ кг/(м²·год);

G^k - повітропроникність огорожувальної конструкції, кг/(м²·год). Для багатошарових огорожувальних визначається за формулою:

$$G^k = \left(\sum_{i=1}^m \frac{1}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1},$$

де $G_i^{\Delta p}$ - повітропроникність $G^{\Delta p}$ і-го шару конструкції, кг/(м²·год), яка визначається за формулою:

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

де $G^{\Delta p_0}$ - масова повітропроникність огорожувальної конструкції при Δp_0 , яка визначається за результатами випробувань або згідно з таблицею 3 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013;

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

n - показник фільтрації, який визначається за результатами випробувань. За відсутності точних даних приймається: для утеплювачів з мінеральної вати $n=1,5$; для кладки $n=0,8$; для вікон та дверей $n=0,67$;

Δp - розрахункова різниця тисків, Па. Визначається за формулою за формулою:

$$\Delta p = (H - h_i) \cdot (\gamma_z - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_z \cdot v^2 \cdot \beta_v = (14 - 7) \cdot (13,8 - 11,82) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 9 \cdot 0,4 = 15,35 \text{ Па}$$

де H - 14м, висота будинку (від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти).

h_i - 7м, висота від рівня підлоги першого поверху до середини огорожувальної конструкції і-го поверху, для якого проводиться розрахунок.

v - максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами, м/с, повторюваність яких становить 16% та більше, яка приймається згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27. Для м..... $v = 3,0$ м/с;

β_v - коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, який приймається згідно з таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013. Для м..... $\beta_v = 0,4$;

γ_z, γ_e - питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, Н/м³, які розраховуються за формулами:

						83382409 ЕЕ	Арк.
							36
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$$\gamma_3 = \frac{3463}{(273 + t_3)} = 13,8$$

$$\gamma_6 = \frac{3463}{(273 + t_6)} = 11,82$$

де t_3 - розрахункове значення температури зовнішнього повітря, °С, яке приймається залежно від температури зони згідно з додатком Ж ДБН В.2.6-31;

$t_{вн}$ - розрахункове значення температури внутрішнього повітря, °С, яке приймається залежно від призначення будинку згідно з додатком Ж ДБН В.2.6-31.

7.1 Зовнішня стіна:

Тип 1

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_Б = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$; $\delta = 0,02 \text{ м}$;

– кладка керамічної порожнистої цегли густиною 1000 кг/м³ (брутто) на цементно-піщаному розчині:

$\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_Б = 0,52 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$; $\delta = 0,38 \text{ м}$; $s=6,62 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$;

– утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому:

$\rho = 135 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_р = 0,045 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$; $\delta = 0,15 \text{ м}$; $s=0,63 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$;

– зовнішнє опорядження штукатуркою:

$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_Б = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$; $\delta = 0,03 \text{ м}$;

Дана конструкція відноситься до багатошарової конструкції з послідовним розміщенням шарів.

Відповідно до таблиці 3 або за результатами випробувань визначають повітропроникність однорідних ділянок конструкції при різниці тиску $\Delta p = 10 \text{ Па}$.

Повітропроникність

- внутрішньої штукатурки відповідно до таблиці 3 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013:

$G_1^{Ap_0} = 0,07 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{год)}$;

- кладки з керамічної порожнистої цегли густиною 1000 кг/м³ (брутто) на цементно-піщаному розчині відповідно до таблиці 3 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013: $G_2^{Ap_0} = 5 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{год)}$;

- плити мінераловатні жорсткі відповідно до таблиці 3 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013:

$G_2^{Ap_0} = 5 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{год)}$.

Коефіцієнт урахування швидкості руху зовнішнього повітря залежно від висоти будівлі:

$$\Delta p = 15,35 \text{ Па.}$$

Повітропроникність при розрахунковій різниці тисків за формулою :

– повітропроникність внутрішньої штукатурки:

$G_1^{Ap} = 0,07 \cdot (15,35 / 10)^{0,8} = 0,1 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{ год)}$;

– повітропроникність кладки з керамічної порожнистої цегли густиною 1000 кг/м³ (брутто) на цементно-піщаному розчині:

$G_2^{Ap} = 5 \cdot (15,35 / 10)^{0,8} = 7,04 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{ год)}$;

– повітропроникність плит мінеральної вати:

						83382409 ЕЕ	Арк.
							37
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$$G_3^{Ap} = 5 \cdot (15,35/10)^{1,5} = 9,51 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Масова повітропроникність конструкції з послідовним розміщенням шарів визначається за формулою:

$$Tun 1: \quad G^k = \left(\frac{1}{0,1} + \frac{1}{7,04} + \frac{1}{9,51} \right)^{-1} = 0,1 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Нормативна масова повітропроникність стіни становить (максимальне значення): $G_{H}^k = 0,15 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$

Масова повітропроникність стінової конструкції відповідає нормативним вимогам, про що свідчить виконання умови $G_k < G_H^k : 0,1 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}) < 0,15 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$

7.2 Світлопрозорі конструкції

Конструкція віконного блоку та балконної двері відноситься до світлопрозорої конструкції.

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

Для визначення розрахункової різниці тисків, Δp , Па, розраховують питому вагу відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, γ_3 та γ_6 , $\text{Н}/\text{м}^3$, за формулами:

$$\gamma_3 = \frac{3463}{(273 + t_3)} = 13,8$$

$$\gamma_6 = \frac{3463}{(273 + t_6)} = 11,82$$

Розрахункова різниця тисків, Δp , Па, для першого поверху становитиме:

$$\Delta p = (H - h_i) \cdot (\gamma_3 - \gamma_6) + 0,03 \cdot \gamma_3 \cdot v^2 \cdot \beta_v = (5 \cdot 2,8 - 0,5 \cdot 2,8) \cdot (13,8 - 11,82) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 9 \cdot 0,4 = 26,4 \text{ Па}$$

Розрахункова різниця тисків, Δp , Па, для останнього поверху становитиме:

$$\Delta p = (H - h_i) \cdot (\gamma_3 - \gamma_6) + 0,03 \cdot \gamma_3 \cdot v^2 \cdot \beta_v = (5 \cdot 2,8 - 4,5 \cdot 2,8) \cdot (13,8 - 11,82) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 9 \cdot 0,4 = 4,27 \text{ Па}$$

Масова повітропроникність G_k , $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, для світлопрозорої конструкції першого поверху складатиме:

$$G_1^{Ap} = 0,32 \cdot (26,4 / 10)^{0,6} = 0,6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

Масова повітропроникність G_k , $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, для світлопрозорої конструкції останнього поверху складатиме:

$$G_1^{Ap} = 0,32 \cdot (4,27 / 10)^{0,6} = 0,2 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

Нормативна масова повітропроникність світлопрозорої конструкції за таблицею 1 ДСТУ-Н Б В.2.6-191 становить: $G_{Hk} = 4,0 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$

Масова повітропроникність світлопрозорої огорожувальної конструкції відповідає нормативним вимогам, про що свідчить виконання умови $G_k \leq G_{Hk}$. За результатами проведених розрахунків визначено, що даний віконний блок може використовуватись для даного будинку на всіх поверхах.

7.3 Зовнішні двері

						83382409 ЕЕ	Арк.
							38
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

За технічними характеристиками зовнішні двері повинні мати повітропроникненість $G^k \leq 2,3 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

8. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій

Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій здійснюється згідно з ДБН В.2.6-31 для зовнішніх стін та покриття для кліматичних параметрів найбільш холодного місяця згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27.

8.1 Оцінка вологісного режиму зовнішніх стін

Вхідні дані

Тип 1. Прийнята для розрахунку конструкція стіни складає:

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

$\rho = 1600 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda_B = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; $\delta = 0,02 \text{ м}$;

– кладка керамічної порожнистої цегли густиною $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ (брутто) на цементно-піщаному розчині:

$\rho = 1200 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda_B = 0,52 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; $\delta = 0,38 \text{ м}$; $s=6,62 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

– мінераловатні плити на синтетичному зв'язуючому,

$\rho = 135 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda_p = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; $\delta = 0,15 \text{ м}$; $s=0,63 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

– зовнішнє опорядження штукатуркою не враховується.

Теплофізичні дані для розрахунку кожного шару конструкції наведено в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Розрахункові характеристики матеріалів у складі огорожувальної конструкції. Тип 1

Шар	Товщина шару δ , м	Густина ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$	Тепло-провідність λ , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Коефіцієнт паропроникності μ , $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па})$	Опір паро-проникненню R_e , $(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па})/\text{мг}$
Внутрішня штукатурка	0,02	1600	0,81	0,12	0,167
Кладка керамічної порожнистої цегли густиною $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ (брутто) на цементно-піщаному розчині	0,38	1200	0,52	0,17	2,24
Мінераловатні плити	0,15	135	0,045	0,43	0,35
Разом	0,55				2,76

Опір паро-проникненню огорожувальної конструкції та окремих її шарів (R_e) розраховується за формулою:

$$R_{e\Sigma} = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\mu_i},$$

де: n – загальна кількість шарів у конструкції;

δ_i – товщина i -го шару, м;

μ_i – паро-проникність матеріалу i -го шару, $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па})$.

Порядок розрахунку

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 визначаються середньомісячні значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря (табл. 8.2).

						83382409 ЕЕ	Арк.
							39
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Таблиця 8.2 – Середньомісячні значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря для м.

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °C	-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5
Відносна вологість, %	83	79	74	66	62	68	69	68	74	77	84	85

Визначається температура та відносна вологість повітря приміщення. Для житлової будівлі згідно з ДБН В.2.6-31 внутрішня температура та відносна вологість приміщень становитиме $t_{в} = 20\text{ °C}$; $\phi_{в} = 55\%$.

За таблицею Б.1 ДСТУ-Н Б В.2.6-192 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари E , за формулами (6), (7) ДСТУ-Н Б В.2.6-192 – парціальні тиски водяної пари e :

- для внутрішнього повітря: $e_{в} = 0,01 \cdot \phi_{в} \cdot E_{в} = 0,01 \cdot 55 \cdot 2340 = 1287\text{ Па}$;
- для зовнішнього повітря у січні: $e_{з} = 0,01 \cdot \phi_{з} \cdot E_{з} = 0,01 \cdot 83 \cdot 412 = 342\text{ Па}$.

Значення тиску насиченої пари за нормального атмосферного тиску, яка відповідає температурі $t_{в} = +20\text{ °C}$, $E_{в} = 2340\text{ Па}$.

Значення тиску насиченої пари за нормального атмосферного тиску, яка відповідає температурі $t_{з} = -4,7\text{ °C}$, $E_{з} = 412\text{ Па}$.

Знаходимо дійсну пружність водяної пари з формули відносної вологості:

$$\phi = \frac{e}{E} \cdot 100, \text{ звідки: } e = \frac{\phi \cdot E_{тв}}{100} = \frac{55 \cdot 2340}{100} \approx 1287\text{ Па.}$$

Приймаючи рівність: $E = e = 1287\text{ Па}$ знаходимо значення температури точки роси $t_p = 10,7\text{ °C}$.

Висновком цього розрахунку є те, що при даних умовах, оскільки

$t_{в\text{ min}} = 16\text{ °C} > t_p = 10,7\text{ °C}$, конденсату на поверхні не передбачається.

Але конденсат може утворюватися, якщо відносна вологість повітря буде підвищуватися і досягне такого рівня, коли температура внутрішньої поверхні стане точкою роси.

Знаходимо пружність водяної пари, яка відповідає температурі на внутрішній поверхні: $E_{тв=16\text{ °C}} = 1818\text{ Па}$.

Знаходимо відносну вологість, при якій на внутрішній поверхні може випасти конденсат:

$$\phi = \frac{E_{тв=16\text{ °C}}}{E_{тв=20\text{ °C}}} \cdot 100 = \frac{1818}{2340} \cdot 100 = 77,7\%.$$

Зона конденсації визначається за характером розподілу парціального тиску водяної пари $e(x)$ і насиченої водяної пари $E(x)$ у товщі шарів огорожувальної конструкції. Парціальний тиск водяної пари в товщі шару матеріалу в перерізі x , Па, визначається за формулою:

$$e(x) = e_{в} - \frac{e_{в} - e_{з}}{R_{e\Sigma}} \cdot R_{ex},$$

						83382409 ЕЕ	Арк.
							40
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

де: $R_{e\Sigma}$ – опір паропроникненню огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{мг}$;

R_{ex} – опір паропроникненню огорожувальної конструкції на відстані x від внутрішньої поверхні, $\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{мг}$.

Тип 1. Знаходимо значення парціальних тисків в перерізі огороження на кордонах внутрішніх шарів:

- в площині між шарами 0 та 1:
- $e_{(0-1)} = 1287 - (1287 - 342) / 2,76 \cdot 0,167 = 1230 \text{ Па}$;
- в площині між шарами 1 та 2:
- $e_{(1-2)} = 1287 - (1287 - 342) / 2,76 \cdot (0,167 + 2,24) = 463 \text{ Па}$;
- в площині між шарами 2 та 3:
- $e_{(2-3)} = 1287 - (1287 - 342) / 2,76 \cdot (0,167 + 2,24 + 0,35) = 343 \text{ Па}$;

Таблиця 8.3 - Парціальні тиски насиченої водяної пари та водяної пари зовнішнього повітря

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °C	-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5
Відносна вологість, %	83	79	74	66	62	68	69	68	74	77	84	85
E_3 , Па	412	452	675	1148	1729	2105	2310	2197	1588	1081	700	496
e_3 , Па	342	357	500	758	1072	1431	1594	1494	1175	832	588	422

Розраховується розподіл температур на границях шарів конструкції за формулою, $t(x) = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_{\Sigma}} \left(\frac{1}{\alpha_B} + R_x \right)$ (табл. 8.4).

В масштабі опорів паропроникненню R_e будується залежність парціального тиску насиченої водяної пари E та парціального тиску водяної пари e .

Значення E (парціального тиску насиченої водяної пари) на кордонах шарів у відповідності до приведених вище розрахунків становитимуть:

Таблиця 8.4 - Розподіл температур та E на границях шарів конструкції. Тип 1.

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$t(1)$, °C	18,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$t(2)$, °C	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$t(3)$, °C	-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Тип. 1. На основі підрахованих даних робимо висновок про можливість конденсації на кордонах шарів:

- в площині між шарами 0 та 1: $E_{0-1} = 2105 \text{ Па} > e_{0-1} = 1230 \text{ Па}$ – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 1 та 2: $E_{1-2} = 1599 \text{ Па} > e_{1-2} = 463 \text{ Па}$ – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 2 та 3: $E_{2-3} = 562 \text{ Па} > e_{2-3} = 343 \text{ Па}$ – конденсат відсутній.

У відповідності до ДБН В.2.6-31:2016 – оскільки умова $e(x) < E(x)$ для будь-якого шару, то умова за формулою $\Delta w \leq \Delta w_0$ вважається виконаною.

													Арк.
													41
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата	83382409 ЕЕ							

Значного накопичення вологи в конструкції утеплювача не відмічено, що дає змогу зробити висновок, що дана конструкція придатна до застосування.

Лінії E та e не перетинаються, що свідчить про відсутність конденсації вологи в товщі зовнішньої стіни (рисунок 8.1).

Рисунок 8.1. Розподіл температур у товщі огорожувальної конструкції

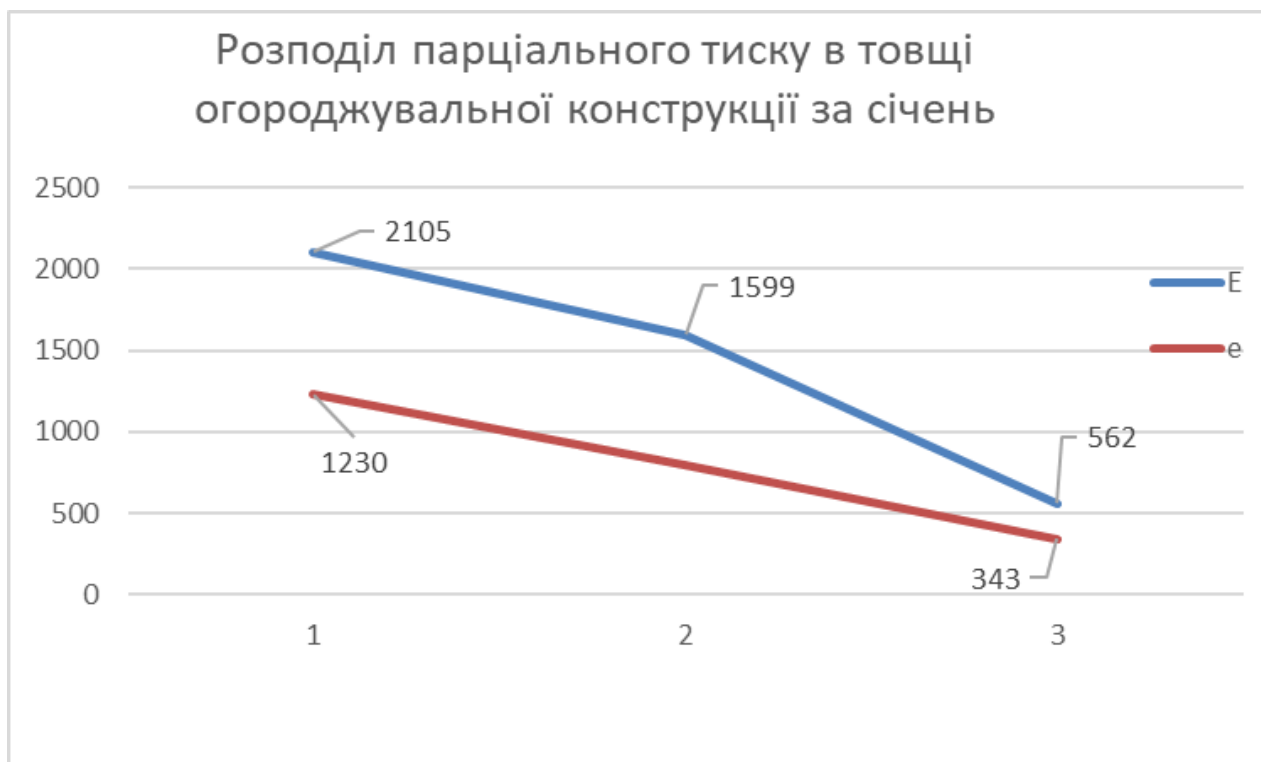
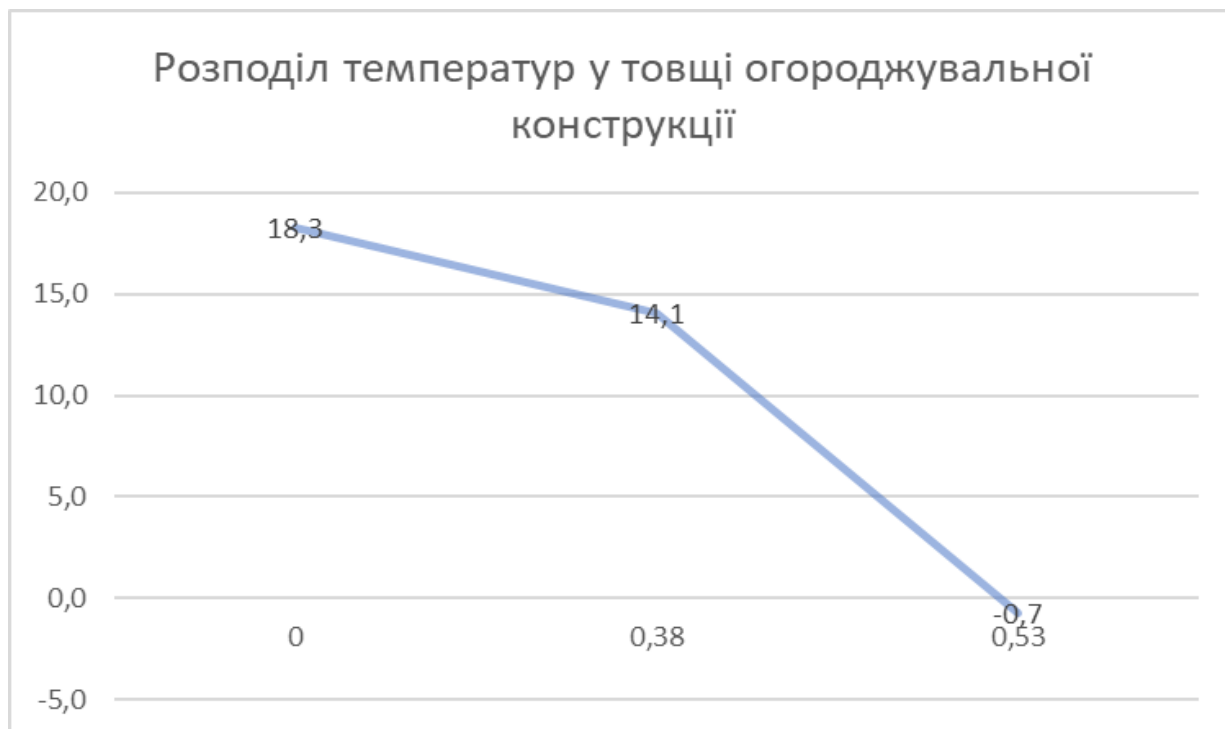


Рисунок 8.2 – Розподіл парціальних тисків в товщі огорожувальної конструкції за січень

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

83382409 ЕЕ

Арк.

42

9. Визначення терміну ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будівлі

Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів складає не менше 50 років, що відповідає вимогам п. 4.19 ДБН В.2.6-31 та підтверджується протоколами випробувань, проведених ДП НДІБК.

10. Енергетичний паспорт будівлі

10.1 Оцінка енергоефективності

Розрахунок виконаний за ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015 з урахуванням положень ДСТУ Б А.2.2-8:2010, ДБН В.2.5-67:2103 та ДСТУ Б EN ISO 13790:2011.

Таблиця 10.1 - Площі зовнішніх огорожень будинку

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Загальна площа, м ²
1	Зовнішні стіни орієнтовані на:	
	- Пн	154,1
	- Зх	415,8
	- Пд	154,1
	- Сх	415,8
2	Підлога по техпідпіллю	469,4
3	Світлопрозорі конструкції орієнтовані на:	
	- Сх	251,96
	- Зх	251,98
4	Вхідні двері	
	- Зх	3,78
5	Покрівля	474,3

Розрахунок проводиться однозонний.

Кондиціонована площа будівлі становить $A_f = 2371,5 \text{ м}^2$.

10.2 Характеристики теплопередачі трансмісії

Розрахунок опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій виконано в п.5.1-5.5.

Вплив теплопровідних включень був врахований при розрахунках приведених опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Значення загальних коефіцієнтів теплопередачі трансмісією розраховується відповідно до розділу 8 ДСТУ Б А.2.2-12.

Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією $H_{tr adj}$, Вт/К, розраховане за формулою:

$$H_{tr adj} = H_D + H_g + H_U + H_A,$$

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.

В загальному випадку H_x , що відображає H_D , H_g , H_U або H_A , складається з трьох доданків та розраховується за формулою:

$$H_x = b_{tr x} \cdot \sum_i A_i U_i,$$

де A_i - площа і-го елемента оболонки будівлі, м²;

U_i - приведений коефіцієнт теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, Вт/(м² К).

що становить $U_i = 1 / R_{\Sigma npi}$;

						83382409 ЕЕ	Арк.
							43
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$R_{\Sigma npi}$ - приведений опір теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, м² К/Вт, що для непрозорих елементів визначають згідно з ДСТУ Б В.2.6-189. Для світлопрозорих елементів приймається за відповідними стандартами;

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

- $b_{tr,x} = 1$, при розрахунках H_D ;

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

Приведені опори теплопередачі та узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією зовнішніх огорожувальних конструкцій приведені в таблиці 10.2, як для режиму опалення так і для режиму охолодження.

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

Узагальнений коефіцієнт теплопередачі по техпідпіллю визначався згідно з ДСТУ Б А.2.2-12.

Таблиця 10.2 - Характеристики теплопередачі трансмісії

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	A_i , м ²	R_{Σ} , м ² ·К/Вт	U , Вт/(м ² ·К)	$b_{tr,x,H}$	$b_{tr,x,C}$	$H_{x,H}$, Вт/К	$H_{x,C}$, Вт/К
1	Зовнішні стіни	1139,8	2,41	0,41	1	1	472	472
2	Перекриття горища	474,3	5,15	0,19	0,9	0	82,813	0
3	Технічне підпілля	469,4	3,1	0,32	1	1	168,089	168,089
4	Світлопрозорі конструкції	503,94	0,75	1,33	1	1	674,24	674,24
5	Вхідні двері	3,78	0,6	1,67	1	1	6,279	6,279

$$H_{tr,adj,H} = H_{tr,adj,C} = H_D + H_g + H_U + H_A = 472 + 82,813 + 168,089 + 674,24 + 6,279 = 1403,451 \text{ Вт/К.}$$

$$H_{tr,adj,C} = 1320,6 \text{ Вт/К.}$$

Сумарна теплопередача трансмісією для кожного місяця приведена в таблиці 10.5 для режиму опалення та в таблиці 10.6 для режиму охолодження.

10.3 Характеристики теплопередачі вентиляцією

Відповідно до п.6.2.2.2, примітка 1: «Для цілей енергетичної сертифікації та документування дотримання будівельних норм будівлі, а також для цілей спрощеного енергоаудиту допускається виконувати однозонний розрахунок будівлі».

Для розрахунку прийнято, що система вентиляції, з рекуперацією тепла, відповідає вимогам ДБН В.2.5-67, величина витрати повітря становить:

Параметр	Значення
Af- Кондиціонована (корисна, вентилярована) площа будівлі, м ²	2371,5
h(level)- Висота поверху, м	2,8
Vvent- Вентилюваний об'єм(зона обслуговування), %	85
Vvent- Вентилюваний об'єм, м ³	5644,17
Норма на: n1 год ⁻¹	0,6
Об'єм повітря на оновлення 1, м ³	3386,502
Значення кондиціонованого об'єму призначеного для вентиляції, м ³ /год	3386,502

Попередній підігрів та охолодження вентиляційного повітря – не передбачено.

Для розрахунку прийнято, що система вентиляції загальнообмінна, природна та механічна з рекуперацією тепла, відповідає вимогам ДБН В.2.5-67. Величина повітрообміну системи вентиляції становить 3386,502 м³/год. Розраховуємо теплопередачу вентиляцією згідно розділу 9 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Попередній підігрів та охолодження вентиляційного повітря передбачено за рахунок застосування рекуперації. Значення загального коефіцієнту теплопередачі вентиляцією

						83382409 ЕЕ	Арк.
							44
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

згідно з формулами (24) та (25) ДСТУ Б А.2.2-12:2015 становлять для опалювального періоду та охолодження розраховують за формулою:

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_a \left(\sum_k b_{ve,k} q_{ve,k,mn} \right), \quad (1)$$

де $\rho_a c_a$ - теплоємність повітря одиниці об'єму дорівнює 0,33 Вт·год/(м³К);

$q_{ve,k,mn}$ - усереднена за часом витрата повітря від k-го елемента, м³/год, визначають за формулою (2);

$b_{ve,k}$ - температурний поправочний коефіцієнт для k-го елемента повітряного потоку $b_{ve,k} \neq 1$, так як температура припливного повітря $\theta_{sup,k}$ не дорівнює температурі зовнішнього середовища, тому що встановлено прилади попереднього нагріву повітря; значення необхідно визначати згідно з 9.2.2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

k - представляє кожен із відповідних елементів повітряного потоку, таких як інфільтрація, природна вентиляція, механічна вентиляція тощо.

Усереднену за часом витрату повітря k-го елемента повітряного потоку $q_{ve,k,mn}$, м³/год, розраховують за формулою:

$$q_{ve,inf,mn} = n_{inf,mn} \cdot V_{ve} \quad (2)$$

де $n_{inf,mn}$ - кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, враховуючи вплив механічної вентиляції, год⁻¹;

V_{ve} - кондиціонований об'єм зони/будівлі (зона обслуговування згідно з ДБН В.2.5-67), призначений для вентиляції, м³.

Значення загального коефіцієнту теплопередачі вентиляцією становлять для опалювального періоду та охолодження становить:

$$H_{ve,adj,H} = 688,546 \text{ Вт/К.}$$

$$H_{ve,adj,C} = 688,546 \text{ Вт/К.}$$

Сумарна теплопередача вентиляцією приведена в таблиці 10.5 для режиму опалення та в таблиці 10.6 для режиму охолодження.

10.4 Характеристики внутрішніх теплонадходжень

Згідно з методикою ДСТУ Б А.2.2- 12:2015 до уваги взяті наступні теплонадходження: внутрішній тепловий потік від людей, внутрішній тепловий потік від обладнання, внутрішній тепловий потік від освітлення. Відповідно загальна сумарна величина усередненого теплового потоку приймається згідно з таблицею 6 ДСТУ Б А.2.2- 12:2015 і становить $\Phi_{int} = 5,8 \text{ Вт/м}^2$.

Значення внутрішніх теплонадходжень для кожного місяця наведені в таблиці 10.4. Наведені значення розраховані за формулою (35) ДСТУ Б А.2.2-12:2015 з урахуванням графіка використання згідно з таблицею 6 та характеристиками періоду невикористання з таблицею 7 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, що розглядається, Q_{int} , Вт·год, для визначеного місяця розраховують за формулою:

$$Q_{H,int} = \left(\sum_k \Phi_{int,mn,k} A_f \right) t,$$

						83382409 ЕЕ	Арк.
							45
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

де $\Phi_{int,mn,k}$ - усереднений за часом тепловий потік від k-го внутрішнього джерела, Вт/м ;

A_f - кондиціонована площа зони будівлі, м²;

t - тривалість періоду використання, виражена у годинах на місяць.

10.5 Характеристики сонячних теплонадходжень

Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини визначені згідно з додатком А ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Світлопрозорі конструкції, що використовуються для застосування будинку:

- коефіцієнт загального пропускання сонячної енергії згідно таблиці 12 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 для потрійного скління $g_n = 0,7$;
- поправочний коефіцієнт для нерозсіюючого скління, приймають згідно п.11.3.3.2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 $F_w = 0,9$;
- коефіцієнт пропускання сонячної енергії $g_{gl} = 0,7 \cdot 0,9 = 0,63$.

В якості рухомих засобів затінення передбачено, що використовуються білі завіси зсередини вікон низької ефективності (понижувальний коефіцієнт згідно з таблицею 9 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 дорівнює $\varepsilon = 0,95$).

Загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за наявності сонячного затінення: $g_{gl} + sh = 0,95 \cdot 0,63 = 0,6$;

Площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними становить:

Таблиця 10.2.1 – Площа світлопрозорих конструкцій

Площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними, м ²			
Сх	Зх	Пн	Пд
251,96	251,98	-	-

Коефіцієнт використання рухомого затінення визначаємо згідно таблиці 11 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 для першого кліматичного району.

Таблиця 10.2.2. – Коефіцієнт затінення $f_{sh,with}$ для відповідного напрямку

Місяць року	Fsh, with			
	ПдСх	ПдЗх	ПнСх	ПнЗх
червень	0,09	0,46	0	0,36
липень	0,18	0,5	0	0,37
серпень	0,23	0,55	0	0,35

Відповідно, понижувальний коефіцієнт затінення для засобів рухомого затінення визначають згідно з формулою (43) ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Прийнято, що будівля затінюється від власних елементів (звісів та ребер). Кут затінення $\alpha=30^\circ$, кут затінення від ребер зліва та справа становить $\beta=40^\circ$. Згідно з таблицями 12, 13, 14-1, 14-2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015, поправочний коефіцієнт затінення становить:

Таблиця 10.2.3. – Понижувальний коефіцієнт затінення

Періоди	Період опалення				Період охолодження			
	ПдСх	ПдЗх	ПнСх	ПнЗх	ПдСх	ПдЗх	ПнСх	ПнЗх
F_{hor}	0,63	0,62	0,91	0,91	0,97	0,89	0,98	0,78
F_{ov}	0,94	0,94	0,88	0,88	0,72	0,87	0,91	0,87
$F_{finleft}$	0,97	0,89	0,96	0,87	0,98	0,93	0,95	0,81
$F_{finright}$	0,89	0,97	0,87	0,96	0,86	0,91	0,96	0,97
F_{sh}	0,511	0,503	0,669	0,669	0,589	0,655	0,813	0,533

Непрозорі елементи, які піддаються інсоляції, - це зовнішні стіни чотирьох фасадів та покрівля. Площа непрозорих елементів згідно з проектними даними становить:

Таблиця 10.2.4. – Площа непрозорих елементів

Площа непрозорих елементів згідно з проектними даними, м ²				
Пд	Зх	Пн	Сх	Гор
154,1	656	154,1	656	474,3

						83382409 ЕЕ	Арк. 46
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів A_{sol} розрахована за формулою (40) ДСТУ Б А.2.2-12:2015. При цьому, безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною згідно з таблицею 10 ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною: $\alpha_{S,нп} = 0,4$ – для штукатурка цементна кремова. Безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною суміщеного покриття $\alpha_{S,пк} = 0,9$ – для руберойду. Тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини приймаємо $R_{se} = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, згідно п. 11.3.4 ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом для даху (покрівлі) $Fr = 1$ згідно п. 11.3.2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом для вертикальної стіни $Fr = 0,5$ згідно п. 11.3.2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери $\Delta\theta_{er} = 11 \text{ К}$ згідно п. 11.5.2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Еквівалентна площа інсоляції вікон $A_{sol,w}$ з урахуванням понижувальних коефіцієнтів затінення зовнішніми перешкодами F_{sh} розрахована за формулою (38) ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Загальний тепловий потік від сонячних теплонадходжень розрахований згідно з формулою (37) ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Теплонадходження від внутрішніх джерел будівлі розраховані за формулою (35) ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Теплонадходження від сонця до будинку розраховані за формулою (36) ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Таблиця 10.3 – Елементи сонячних теплонадходжень

Місяць року	$A_{sol,w} \cdot F_{sh}$				A_{sol}					$A_{sol,w} \cdot F_{sh} \cdot I_{sol}$	$\Phi_r \cdot Fr$	Φ_{sol}
	Сх	Пд	Пн	Зх	Пн	Сх	Пд	Зх	Пер.			
Січень	50,27	0	0	50,27	1,100	3,0	1,100	3,1	0	2270	526	1745
Лютий	50,27	0	0	50,27	1,100	3,0	1,100	3,1	0	3900	526	3374
Березень	50,27	0	0	50,27	1,100	3,0	1,100	3,1	0	6257	526	5731
Квітень	50,27	0	0	50,27	1,100	3,0	1,100	3,1	0	7870	526	7345
Травень	50,27	0	0	50,27	1,100	3,0	1,100	3,1	0	10641	526	10116
Червень	50,27	0	0	49,06	1,100	3,0	1,100	3,1	0	11191	526	10665
Липень	50,27	0	0	49,06	1,100	3,0	1,100	3,1	0	10964	526	10438
Серпень	50,27	0	0	48,96	1,100	3,0	1,100	3,1	0	9405	526	8880
Вересень	50,27	0	0	50,27	1,100	3,0	1,100	3,1	0	7140	526	6615
Жовтень	50,27	0	0	50,27	1,100	3,0	1,100	3,1	0	3950	526	3424
Листопад	50,27	0	0	50,27	1,100	3,0	1,100	3,1	0	1795	526	1270
Грудень	50,27	0	0	50,27	1,100	3,0	1,100	3,1	0	1532	526	1006

Таблиця 10.4 – Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонадходжень

Місяць року	Параметр												
	$\theta_e, ^\circ\text{C}$	$t, \text{ год}$	$I_{sol, Пн} \text{ Вт}/\text{м}^2$	$I_{sol, ПнСх} \text{ Вт}/\text{м}^2$	$I_{sol, Сх} \text{ Вт}/\text{м}^2$	$I_{sol, ПдСх} \text{ Вт}/\text{м}^2$	$I_{sol, Пд} \text{ Вт}/\text{м}^2$	$I_{sol, ПдЗх} \text{ Вт}/\text{м}^2$	$I_{sol, Зх} \text{ Вт}/\text{м}^2$	$I_{sol, ПнЗх} \text{ Вт}/\text{м}^2$	$I_{sol, rop} \text{ Вт}/\text{м}^2$	$Q_{sol} \text{ кВт}\cdot\text{год}$	$Q_{int} \text{ кВт}\cdot\text{год}$
Січень	-4,7	744	13	14	21	38	50	40	22	14	32	1298	6822
Лютий	-3,6	672	24	25	36	57	70	60	38	25	59	2267	6162
Березень	1,0	744	35	41	58	78	90	81	61	41	101	4264	6822
Квітень	9,0	720	39	53	77	92	92	88	73	52	149	5288	6602
Травень	15,2	744	56	79	104	110	101	107	99	77	211	7526	6822
Червень	18,3	720	67	88	111	110	96	106	105	86	228	7679	6602

						83382409 ЕЕ						Арк.
												47
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата							

Липень	19,8	744	61	83	108	109	98	106	104	81	220	7766	6822
Серпень	19,0	744	40	65	93	107	106	106	89	63	185	6606	6822
Вересень	13,9	720	29	41	70	91	102	91	66	41	130	4763	6602
Жовтень	8,1	744	19	22	38	62	75	61	37	21	71	2548	6822
Листопад	1,9	720	11	12	17	30	39	32	17	12	31	914	6602
Грудень	-2,5	744	9	9	14	27	35	28	15	9	22	749	6822

10.6 Динамічні параметри

Сумарна теплопередача та теплові надходження розраховані згідно з формулами (3) та (4) і наведені в таблиці 10.5 для режиму опалення та в таблиці 10.6.

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}, \quad (3)$$

де Q_{tr} - сумарна теплопередача трансмісією, Вт год, визначена згідно з пунктом 10.2;

Q_{ve} - сумарна теплопередача трансмісією, Вт год, визначена згідно з пунктом 10.3;

$$Q_{ht} = Q_{int} + Q_{sol}, \quad (4)$$

де Q_{int} - сума внутрішніх теплонадходжень протягом даного періоду, Вт год, визначена згідно з пунктом 10.4;

Q_{sol} - сума сонячних теплонадходжень протягом даного періоду, Вт год, визначена згідно з пунктом 10.5.

Часова константа будівлі характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Будівля є важкою, згідно з таблицею 15 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить $C = 80 \text{ Вт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

$$C_m = 80 \cdot 2371,5 = 189720 \text{ Вт}\cdot\text{год}/\text{К}.$$

Часова константа будівлі для режиму опалення та охолодження становить:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj,H} + H_{ve,adj}} = 91 \text{ год.} \quad \tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj,C} + H_{ve,adj}} = 94 \text{ год.}$$

Безрозмірний числовий параметр a_H становить:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 7,07. \quad a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} = 7,27.$$

Таблиця 10.4.1. Динамічні показники для режиму опалення

Місяць	Htr,adj, Н,Вт/К	Hve,adj, Н, Вт/К	τ	aH	QH,gn, кВт*год	QH,ht, кВт*год	ґН	Формула	$\eta_{H,gn}$
Січень	1403	689	91	7,067	8120	38444	0,211	46	1
Лютий	1403	689	91	7,067	8430	33177	0,254	46	1
Березень	1403	689	91	7,067	11086	29572	0,375	46	0,999
Квітень	1403	689	91	7,067	11890	16569	0,718	46	0,971
Травень	1403	689	91	7,067	14348	7471	1,921	46	0,518
Червень	1403	689	91	7,067	14281	2561	5,577	46	0,179
Липень	1403	689	91	7,067	14589	311	46,865	46	0,021
Серпень	1403	689	91	7,067	13429	1556	8,628	46	0,116
Вересень	1403	689	91	7,067	11365	9188	1,237	46	0,766

						83382409 ЕЕ				Арк.
										48
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата					

Жовтень	1403	689	91	7,067	9370	18522	0,506	46	0,996
Листопад	1403	689	91	7,067	7516	27263	0,276	46	1
Грудень	1403	689	91	7,067	7571	35020	0,216	46	1

Таблиця 10.4.2. Динамічні показники для режиму охолодження

Місяць	Htr,adj, С,Вт/К	Hve,adj, Н, Вт/К	Hve,extra ,adj,Вт/К	τ	αС	QC,gn, кВт*год	QC,ht, кВт*год	γС	Формула	ηС,ls
Січень	1321	689	0	94	7,27	8383	42818	0,196	51,1	0,196
Лютий	1321	689	0	94	7,27	8836	37189	0,238	51,1	0,238
Березень	1321	689	0	94	7,27	11810	34297	0,344	51,1	0,344
Квітень	1321	689	0	94	7,27	12797	21618	0,592	51,1	0,587
Травень	1321	689	0	94	7,27	15613	13071	1,195	51,1	0,942
Червень	1321	689	0	94	7,27	15577	8164	1,908	51,1	0,996
Липень	1321	689	102	90	7,00	15894	6894	2,306	51,1	0,998
Серпень	1321	689	0	94	7,27	14552	7390	1,969	51,1	0,996
Вересень	1321	689	0	94	7,27	12189	14529	0,839	51,1	0,790
Жовтень	1321	689	0	94	7,27	9836	23684	0,415	51,1	0,415
Листопад	1321	689	0	94	7,27	7720	31889	0,242	51,1	0,242
Грудень	1321	689	0	94	7,27	7747	39529	0,196	51,1	0,196

10.7 Внутрішні умови

Задана температура на опалення будівлі визначена за формулою (1) ДСТУ Б А.2.2-12:2015 на підставі заданих розрахункових температур повітря внутрішніх приміщень частини житлової будівлі $\theta_{int,H,set} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задана температура на охолодження прийнята згідно з таблицею 16 ДСТУ і становить $\theta_{int,C,set} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$.

10.8 Енергопотреби для опалення та охолодження

Енергопотреби для опалення розраховані для кожного місяця згідно з формулою:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn},$$

та наведені в таблиці 10.5. Енергопотреби для охолодження розраховані для кожного місяця згідно з формулою:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,cont} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} Q_{C,ht}.$$

та наведені в таблиці 10.6. Значення в таблицях наведені з урахуванням примітки до 14.1 ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Річні енергопотреби для опалення та охолодження будівлі розраховані згідно з формулою:

$$Q_{H,nd,an} = \frac{\sum_i Q_{H,nd,i}}{1000},$$

$$Q_{C,nd,an} = \frac{\sum_i Q_{C,nd,i}}{1000},$$

де $Q_{H,nd,i}$ - енергопотреба для опалення зони, що розглядається, для і-го місяця, Вт*год,;

$Q_{C,nd,i}$ - енергопотреба для охолодження зони, що розглядається, для і-го місяця, Вт*год.

Таблиця 10.5 – Розрахунок енергопотреби для опалення

Місяць	Qtr,H,	Qve,H,	QH,ht,	Qint,кВт	Qsol,	QH,gn,кВт	ηH,gn	QH,nd,
--------	--------	--------	--------	----------	-------	-----------	-------	--------

						83382409 ЕЕ			Арк.
									49
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата				

	кВт*год	кВт*год	кВт*год	*год	НкВт*год	*год		кВт*год
Січень	25791	12653	38444	6822	1298	8120	1,000	30324
Лютий	22258	10920	33177	6162	2267	8430	1,000	24748
Березень	19839	9733	29572	6822	4264	11086	0,999	18498
Квітень	11115	5453	16569	6602	5288	11890	0,971	5023
Травень	5012	2459	7471	6822	7526	14348	0,518	0
Червень	1718	843	2561	6602	7679	14281	0,179	0
Липень	209	102	311	6822	7766	14589	0,021	0
Серпень	1044	512	1556	6822	6606	13429	0,116	0
Вересень	6164	3024	9188	6602	4763	11365	0,766	483
Жовтень	12426	6096	18522	6822	2548	9370	0,996	9189
Листопад	18290	8973	27263	6602	914	7516	1,000	19746
Грудень	23494	11526	35020	6822	749	7571	1,000	27449
Разом	147359	72296	219655	80327	51668	131995		135 460

Таблиця 10.6 – Розрахунок енергопотреби для охолодження

Місяць	Qtr,C, кВт*год	Qve,C, кВт*год	QC,ht, кВт*год	Qint,кВт *год	Qsol, СкВт*год	QC,gn,кВт *год	ηC,ls	QC,nd,кВт *год
Січень	30164	12653	42818	6822	1560	8383	0,196	0
Лютий	26269	10920	37189	6162	2674	8836	0,238	0
Березень	24564	9733	34297	6822	4988	11810	0,344	0
Квітень	16165	5453	21618	6602	6194	12797	0,587	0
Травень	10612	2459	13071	6822	8791	15613	0,942	3301
Червень	7322	843	8164	6602	8974	15577	0,996	7445
Липень	6092	802	6894	6822	9072	15894	0,998	9014
Серпень	6878	512	7390	6822	7730	14552	0,996	7192
Вересень	11505	3024	14529	6602	5586	12189	0,790	710
Жовтень	17588	6096	23684	6822	3014	9836	0,415	0
Листопад	22916	8973	31889	6602	1117	7720	0,242	0
Грудень	28003	11526	39529	6822	925	7747	0,196	0
Разом	208077	72995	281072	80327	60626	140953		27 662

10.9 Енергопотреби для гарячого водопостачання

Питомі річні енергопотреби ГВП прийняті згідно з таблицею 34 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 для багатоквартирних житлових будівель 20 кВт·год/м².

Тоді $Q_{DHW,nd} = 20 \cdot 2371,5 = 47430$ кВт·год.

10.10 Питома енергопотреба

Розрахункове значення EP для житлових будівель визначається за формулою:

$$EP = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A_f,$$

де $Q_{H,nd}$, $Q_{C,nd}$ та $Q_{DHW,nd}$ – річна енергопотреба будівлі для опалення, охолодження та гарячого водопостачання, відповідно, кВт·год, що визначається згідно з ДСТУ Б А.2.2-12;

A_f – опалювана площа, м², що визначається згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790.

Тоді,

$$EP = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A_f = (135\ 460 + 27\ 662 + 47430) / 2371,5 = 210552 / 2371,5 = 88,78 \approx 89 \text{ кВт·год/м}^2.$$

								Арк.
								50
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата	83382409 ЕЕ		

Різниця між отриманим і максимально допустимим значенням питомої енергопотреби (EP_{max}) становить:

$$100(EP - EP_{max}) / EP_{max} = 100(89 - 83) / 83 = 7 \%$$

Згідно таблиці 2 ДБН В.2.6-31:2016 клас енергоефективності будівлі становить «D».

10.11. Енергоспоживання при опаленні

Джерело опалення – система централізованого опалення. Система опалення однокотельна. В якості опалювальних приладів підсистеми тепловіддачі в будівлі використані радіатори з терморегуляторами та запірною арматурою. Опалювальні прилади встановлюються біля зовнішніх стін під вікнами.

Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення визначаються для кожного місяця за формулою (5) та наведені в таблиці 10.6.1.

$$Q_{H,em,ls} = \left(\frac{f_{hydr} f_{im} f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) Q_{H,em,out}, \quad (5)$$

де $f_{hydr} = 0,98$ - згідно з додатка 3 Наказу від 11.07.18 р. № 169;

$f_{im} = 0,97$ - відповідно до Наказу від 11.07.18 р. № 169;

$f_{rad} = 1$ - згідно з додатка 3 Наказу від 11.07.18 р. № 169;

$\eta_{str} = (0,88+0,88)/2=0,88$, $\eta_{ctr} = 0,97$, $\eta_{emb} = 1$ - згідно з додатка 3 Наказу від 11.07.18 р. № 169;

$\eta_{em} = 0,87$ - згідно з формулою (16) Наказу від 11.07.18 р. № 169.

Енергію входу, що необхідна для підсистеми тепловіддачі/виділення, розраховують для кожного місяця за формулою (6). Результати розрахунків наведені в таблиці 10.6.1.

$$Q_{H,em,in,i} = Q_{H,em,out,i} + Q_{H,em,ls,i}, \quad (6)$$

де $Q_{H,em,out,i}$ - енергія виходу підсистеми тепловіддачі за і-й місяць, кВт·год;

$Q_{H,em,ls,i}$ - загальні тепловтрати підсистем тепловіддачі/виділення впродовж і-го місяця, які вважаються 100 % придатними для утилізації, кВт·год.

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми розподіленні

Тепловтрати підсистеми розподілення визначаються для кожного місяця за формулою (7) та наведені в таблиці 10.6.2. Результатом розрахунку загальних тепловтрат є сума тепловтрат різних типів трубопроводів L_A , L_S , L_V згідно з рисунком 7 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

$$Q_{H,dis,ls,i} = \sum \Psi_{L,i} (\theta_{m,i} - \theta_{i,j}) L_j t_{op,an,i}, \quad (7)$$

де $\Psi_{L,j}$ - лінійний коефіцієнт теплопередачі j -го трубопроводу, Вт/(м·К);

$\theta_{m,i}$ - середня температура теплоносія в зоні упродовж і-го місяця, °С;

θ_i - температура навколишнього середовища, °С;

						83382409 ЕЕ	Арк.
							51
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

L - довжина трубопроводу, м;

j - індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами;

$t_{op,an,i}$ - години опалення упродовж і-го місяця, год.

Трубопроводи типу L_V (від теплогенератора до стояків) ізолювані теплоізоляцією, товщина якої приблизно дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводів, L_A (розподільні трубопроводи, що знаходяться на кожному поверсі) та L_S (стояки).

Довжина трубопроводів відповідного типу визначається згідно з проектних даних:

$L_V = 55,2$ м; $L_S = 59,8$ м; $L_A = 52,9$ м.

Додаткові тепловтрати, пов'язані із засобами кріплення при розрахунку тепловтрат, не враховані.

Лінійні коефіцієнти теплопередачі трубопроводів визначені згідно з додатка 2 Наказу від 11.07.2018 р. № 169 і становлять: $\Psi_{LV} = 0,2$ Вт/(м·К), $\Psi_{LA} = 1$ Вт/(м·К), $\Psi_{LS} = 1$ Вт/(м·К).

Середня температура теплоносія становить $\theta_m = 41,3$ °С (температурний графік 90/70). Температура навколишнього середовища становить: для кондиціонованого об'єму $\theta = 20$ °С.

Середня температура теплоносія в зоні упродовж і-го місяця $\theta_{m,i}$ визначається за допомогою електронного ресурсу _____ за погодними умовами за середньомісячної температури зовнішнього середовища відповідного місяця.

Визначення годин опалення $t_{op,an}$ здійснюється з урахуванням наступних спрощень: з листопада по березень опалення неперервне, в жовтні - тривалість годин опалення становить один тиждень, а в квітні - половину тривалості місяця.

Визначення утилізованих та неутілізованих тепловтрат підсистем розподілення здійснюється за методикою відповідно до 15.5.3 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Неутилізаційні тепловтрати - тепловтрати трубопроводів на технічному поверсі (типу L_V). Розрахунок неутилізаційних тепловтрат здійснюється згідно з 15.5.2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015, результати розрахунків наведені в таблиці 10.6.2.

Утилізовані тепловтрати розраховуються згідно з формулою (8), результати розрахунків наведені в таблиці 10.6.2.

$$Q_{H,dis,ls,rnd,i} = Q_{H,dis,ls,rbl,i} \cdot 0,9 \cdot \eta_{H,gn}, \quad (8)$$

де $Q_{H,dis,ls,rbl,i}$ - утилізаційні тепловтрати в опалювальних об'ємах, Вт·год;

$\eta_{H,gn,i}$ - безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення впродовж і-го місяця, розрахований згідно з пунктом 12.2 ДСТУ Б А.2.2-12.

Неутилізовані тепловтрати розраховуються згідно з формулою (9), результати розрахунків наведені в таблиці 10.6.1.

						83382409 ЕЕ	Арк.
							52
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$$Q_{H,dis,ls,nrvd,i} = Q_{H,dis,ls,nrbl,i} + (Q_{H,dis,ls,rbl,i} - Q_{H,dis,ls,rvd,i}), \quad (9)$$

де $Q_{H,dis,ls,nrbl,i}$ - тепловтрати в неопалювальних об'ємах, Вт·год.

Енергію входу, що необхідна для підсистеми розподілення, розраховують для кожного місяця за формулою (10). Результати розрахунків наведені в таблиці 10.6.2.

$$Q_{H,dis,in,i} = Q_{H,dis,out,i} + Q_{H,dis,ls,nrvd,i}, \quad (10)$$

де $Q_{H,dis,out,i}$ - неутілізовані тепловтрати підсистеми розподілення і-го місяця, кВт·год;

$Q_{H,dis,ls,nrvd,i}$ - енергія виходу з підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, кВт·год.

Таблиця 10.6.1

Розрахунок енергоспоживання при опаленні

Місяць року	Параметр					
	$Q_{H,nd}$, кВт·год	$Q_{H,em,ls}$, кВт·год	$Q_{H,em,in} = Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out}$, кВт·год	$Q_{H,gen,ls}$, кВт·год	$Q_{H,use}$, кВт·год
Січень	30324	0	30324	33657	1402	35059
Лютий	24748	5791	30539	33458	1394	34852
Березень	18498	4328	22826	25573	1066	26638
Квітень	5023	1175	6198	6963	290	7253
Травень	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0
Вересень	483	113	596	596	25	620
Жовтень	9189	2150	11339	12230	510	12739
Листопад	19746	4621	24367	26911	1121	28032
Грудень	27449	6423	33872	37004	1542	38546
Всього за рік	135460	24602	160061	176391	7350	183740

Таблиця 10.6.2

Значення енергетичних потоків в підсистемі розподілення

Місяць року	Параметр						
	$Q_{H,dis,ls,nrbl}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rbl}$, кВт·год	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,dis,ls,rvd}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,nrvd}$, кВт·год	$Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in}$, кВт·год

Січень	866	24667	1	22200	3333	30324	33657
Лютий	763	21561	1	19405	2920	30539	33458
Березень	740	19893	0,999	17886	2747	22826	25573
Квітень	195	4518	0,971	3948	765	6198	6963
Травень	0	0	0,518	0	0	0	0
Червень	0	0	0,179	0	0	0	0
Липень	0	0	0,021	0	0	0	0
Серпень	0	0	0,116	0	0	0	0
Вересень	0	0	0,766	0	0	596	596
Жовтень	258	6109	0,996	5476	891	11339	12230
Листопад	695	18481	1	16633	2543	24367	26911
Грудень	824	23076	1	20768	3132	33872	37004
Разом	4341	118304		106316	16329	160061	176391

10.12. Енергоспоживання при охолодженні

Загальна енергія виходу з системи охолодження визначається згідно з формулою, при цьому $\eta_{c,ac} = 0,93$:

$$Q_{C,gen,out} = \left(\frac{Q_{C,dis,in}}{\eta_{c,ac}} \right) = \frac{27762}{0,93} = 29744 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування розраховуються за формулою:

$$Q_{C,gen,ls} = \left(\frac{Q_{C,gen,out}(1-\eta_{c,gen})}{\eta_{c,gen}} \right) = \frac{29744(1-2,4)}{2,4} = -17351 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

При цьому, ефективність підсистеми виробництва/генерування прийнята згідно з додатка 4 Наказу від 11.07.2018р № 169 і становить $\eta_{c,gen} = 2,4$.

Загальне енергоспоживання при охолодженні визначено згідно з формулою:

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,ls} + Q_{C,gen,out} = -17351 + 29744 = 12393 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Питоме енергоспоживання будівлі при охолодженні становить 4 кВт·год/м².

Результати на річній основі представлені в таблиці 10.7.6.

10.13. Енергоспоживання гарячого водопостачання

						83382409 ЕЕ	Арк.
							54
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Приготування гарячої води на потреби будівлі виконується від індивідуального теплового пункту. Температура води в системі ГВП прийнята 60 °С.

Тепловтрати розподільними трубопроводами від водонагрівача до водорозбору гарячої води користувача розраховуються згідно з формулою:

$$Q_{W,dis,ls} = \left(\frac{\sum \Psi_{W,j} L_{W,j} (\Theta_{W,dis,avg,j} - \Theta_{amb,j}) t_w}{1000} \right)$$

При цьому приймається:

$$\theta_{w,dis,avg} = 60 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\theta_{amb} = 20 \text{ } ^\circ\text{C} - \text{ для опалювального періоду та } \theta_{amb} = 26 \text{ } ^\circ\text{C} - \text{ для періоду поза опаленням};$$

$$t_w = 8760 \text{ год} - \text{ період користування системою};$$

Протяжність трубопроводів від індивідуального теплового пункту до водорозбору гарячої води користувача визначені згідно з проектними даними:

$$L_{w1} = 55,2 \text{ м}, L_{w2} = 59,8 \text{ м}, L_{w3} = 52,9 \text{ м}.$$

$\Psi_{wLv} = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, $\Psi_{wLs} = 1 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, $\Psi_{wLa} = 1 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ - лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводів, визначений згідно з додатка 2 Наказу від 11.07.2018 р. № 169.

Річний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП визначають згідно з формулою:

$$Q_{DHW,USE} = \left(\frac{Q_{DHW} + Q_{W,DIS,LS} + Q_{W,DIS,LS,COLM} + Q_{W,EM,I}}{\eta_{GEN}} \right) \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

при цьому ефективність підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнята згідно з додатка 1 Наказу від 11.07.2018 р. № 169 для електричного проточного водонагрівача, $\eta_{gen} = 0,94$.

де $Q_{DHW,nd}$ - енергопотребы гарячого водопостачання, кВт·год;

$Q_{W,dis,ls}$ - річні тепловитрати підсистеми розподілення постачання гарячого водопостачання, кВт·год;

$Q_{W,dis,ls,col,m}$ - річні тепловитрати циркуляційного контуру постачання гарячого водопостачання, кВт·год;

$Q_{W,em,l}$ - тепловтрати використаної води при водорозборі, кВт·год.

Результати на річній основі представлені в таблиці 10.6.3.

Таблиця 10.6.3

Місяць	Qw,dis,in, кВт*год	Qw,gen,ls, кВт*год	Qw,use, кВт*год
Січень	4859	202	5062
Лютий	4829	201	5030
Березень	4859	202	5062
Квітень	4849	202	5051
Травень	4852	202	5054
Червень	4842	202	5044

						83382409 ЕЕ	Арк.
							55
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Липень	4852	202	5054
Серпень	4852	202	5054
Вересень	4842	202	5044
Жовтень	4859	202	5062
Листопад	4849	202	5051
Грудень	4859	202	5062
Разом	58205	2425	60630

10.14 Загальне енергоспоживання системи вентиляції

Проектом передбачається влаштування системи вентиляції в межах квартир мешканців.

Енергоспоживання вентиляторів, $Q_{v.sys.fan}$, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{v.sys.fan} = P_{el \cdot tv}, \text{ кВт год,}$$

де: P_{el} – електрична потужність вентилятора, кВт;

t_v – час роботи системи вентиляції, год.

Електричну потужність вентиляторів, P_{el} , кВт, розраховують за формулою:

$$P_{el} = SFR \cdot V_1 / 3600, \text{ кВт,}$$

де: SFR – питома потужність вентилятора системи механічної вентиляції, кВт/м³·°С, згідно таблиці 33 ДСТУ Б А.2.2-12:2015;

V_1 – об'ємна витрата повітря в системі механічної вентиляції, м³/год.

Значення кондиціонованого об'єму призначеного для вентиляції – 3386,502 м³/год. Частина повітря видаляється за допомогою природньої вентиляції (через вентиляційні канали), частина завдяки інфільтрації. Об'єм повітря для рекупераційних вентиляційних установок складає – 7000 м³/год. Це 65% від кондиціонованого об'єму призначеного для вентиляції.

Кількість повітря в системі механічної вентиляції складає 3386,502 м³/год.

Ефективність теплоутилізаційної установки складає $\eta_{hu} = 0,65$

Загальна потужність складає: $P_{el} = 2,25 \cdot 3386,502 / 3600 = 2,12$ кВт.

Енергоспоживання установками становитиме:

$$Q_{v.sys.fan} = 2,12 \cdot 8760 = 18545 \text{ кВт год.}$$

10.15 Енергоспоживання при освітленні.

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні W , кВт·год, розраховують за формулою: $W = W_L + W_P$,

де: W_L – енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, кВт·год;

W_P – паразитна енергія, що необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітлення в будівлі, кВт·год.

Значення W_L розраховують за формулою:

$$W_L = (P_N \cdot F_C) \cdot [(t_D \cdot F_0 \cdot F_D) + (t_N \cdot F_0)] \cdot A_f / 1000,$$

де: P_N – 3 Вт/м², питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м²;

						83382409 ЕЕ	Арк.
							56
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$F_C = 1$ – постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання навантаження встановленого освітлення при функціонуючому контролі сталої освітленості зони, приймають згідно з таблицею 36 ДСТУ Б А.2.2-12:2015;

$F_0 = 1$ – коефіцієнт використання освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони, приймають згідно з таблицею 36 ДСТУ Б А.2.2-12:2015;

$F_D = 1$ – коефіцієнт природного освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони, приймають згідно з таблицею 36 ДСТУ Б А.2.2-12:2015;

$t_D = 2500$ год – час використання природного освітлення протягом року, приймають згідно з таблицею 36 ДСТУ Б А.2.2-12:2015;

$t_N = 250$ год – час використання штучного освітлення протягом року, приймають згідно з таблицею 36 ДСТУ Б А.2.2-12:2015;

$A_f = 2371,5$ м² – кондиціонована площа будівлі.

Отже: $W_L = 19564,875$ кВт·год.

Значення W_P розраховують за формулою:

$$W_P = (P_{em} \cdot P_{pc}) \cdot A_f,$$

де: $P_{вт} = 1$ кВт год/м² – загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, приймають згідно з таблицею 36 ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015;

$P_{pc} = 5$ кВт год/м² – загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують, приймають згідно з таблицею 36 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Отже: $W_P = 14229$ кВт·год.

Звідки річний обсяг енергоспоживання при освітленні становитиме:

$$W = 19564,875 + 14229 = 33794 \text{ кВт·год.}$$

Результати розрахунку енергоспоживання на опалення, охолодження, вентиляцію, освітлення та гаряче водопостачання наведено в таблиці 10.7.6.

Таблиця 10.7.1 - Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць)	24.09.2021
Адреса будівлі	Україна
Розробник проекту	ТОВ «ЕСКО ЕНЕРГО ПРОЕКТ»
Адреса і телефон розробника	м.Чернігів, вул.Коцюбинського, 49а, (0462) 61-31-20
Шифр проекту будівлі	
Рік будівництва	1966

Таблиця 10.7.2 - Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця виміру	Величина
1	2	3	4
Розрахункова температура внутрішнього повітря для опалення	$\theta_{int,s,H}$	°C	20
Розрахункова температура внутрішнього повітря для охолодження	$\theta_{int,s,C}$	°C	26
Усереднена за часом витрата повітря на вентиляцію - в кондиціонованому об'ємі - між кондиціонованим та некондиціонованими об'ємами - між некондиціонованим об'ємом та зовнішнім середовищем	$q_{ve,mn}$	м ³ /год	3386,502

											83382409 ЕЕ	Арк.
												57
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата							

Усереднений за часом тепловий потік внутрішніх джерел	$\Phi_{int,mn}$	Вт/м ²	5,8
- в кондиціонованому об'ємі - в некондиціонованому об'ємі			-
Внутрішня теплоємність будівлі	C	Вт·год/(м ² ·К)	80
Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку			
Призначення	Житлова будівля		
Основні конструктивні рішення огорожень	Кладка з керамічної порожнистої цегли, з/б плити перекриття підвалу та перекриття горища		

Таблиця 10.7.3 – Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Показники	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахунок (проектне) значення показника	Фактичне (виміряне) значення показника
Геометричні показники				
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$A_{\Sigma}, \text{м}^2$		2591,2	
В тому числі:				
- зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_i, \text{м}^2$		1085,4	
- стін кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом	$A_{iu}, \text{м}^2$		54,4	
- стін некондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_{ue}, \text{м}^2$		-	
- вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_{wi}, \text{м}^2$		475,55	
- вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом	$A_{wiu}, \text{м}^2$		28,39	
- покриття	$A_{cci}, \text{м}^2$		474,3	
- zenітні ліхтарі	$A_{fi}, \text{м}^2$		-	
- підлоги по техпідпіллю	$A_{gfi}, \text{м}^2$		469,4	
- зовнішніх дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом	$A_{fdie}, \text{м}^2$		3,78	
- зовнішніх дверей некондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_{fde}, \text{м}^2$		-	
Кондиціонована (опалювальна) площа	$A_f, \text{м}^2$		2371,5	
Кондиціонований (опалюваний) об'єм	$V, \text{м}^3$		6317,7	
Об'єм призначений для вентиляції	$V_{ve}, \text{м}^3$		3386,502	
Коефіцієнт скління фасадів будинку	m_w		0,31	
Показник компактності будинку	$\Lambda_{bci}, \text{м}^{-1}$		0,41	
Теплотехнічні та енергетичні показники				
Теплотехнічні показники				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій:	$R_{\Sigma пр}, \text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$			

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата

83382409 ЕЕ

Арк.

58

В тому числі: - зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma пр i}$	3,3	2,41	
стін кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом	$R_{\Sigma пр u}$	3,3	0,91	
- вікон і балконних дверей, світлопрозорих фасадів кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma пр wi}$	0,75	0,75	
- покриття	$R_{\Sigma пр cci}$	4,95	5,14	
- підлоги по техпідпіллю	$R_{\Sigma пр c}$	3,75	3,1	
- зовнішніх дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma пр fdi}$	0,6	0,6	
Енергетичні показники				
Енергопотреба для опалення	$Q_{H,nd}$ кВт·год		135460	
Енергопотреба для охолодження	$Q_{C,nd}$ кВт·год		27662	
Енергопотреба для гарячого водопостачання	$Q_{DHW,nd}$ кВт·год		47430	
Розрахункова (фактична) питома енергопотреба	EP_{use} кВт·год/м ²	83	89	
Максимально допустиме значення питомого енергоспоживання будинку	EP_{pmax} кВт·год/м ²	102	-	
Клас енергетичної ефективності	-		D	
Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів	рік		50	
Відповідність проекту будинку нормативним вимогам	-		НІ	
Необхідність доопрацювання проекту будинку	-		ТАК	

Таблиця А.4 - Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будівлі

Висновки про відповідність вимогам нормативних актів та документів	Не відповідає
За наявності невідповідностей рекомендації щодо підвищення показників енергоефективності	Надаються

Рекомендації щодо підвищення показників енергоефективності

1. Рекомендується зробити утеплення 100% поверхні фасаду.
2. Рекомендується збільшити товщину утеплювача перекриття підвалу з 120 мм до 150мм.
3. Встановити вентиляційні системи з рекуперацією повітря у 100% квартир.

Перевіримо розрахунками відповідно до методик, що наведені вище.

- Зовнішні стіни, що граничать з зовнішнім повітрям з утепленням MW по основному полю – 1139,8 м²;
- Склад та опір теплопередачі термічно однорідних непрозорих конструкцій будівлі наведений у Таблиці 5.2, опір теплопередачі для зовнішньої стіни – 4,26 м²·К/Вт;

						83382409 ЕЕ	Арк.
							59
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

- Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується відповідно ДСТУ Б В.2.6-189 за формулою (3), та становить – 2,53 м²·К/Вт;

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} = \frac{1139,8}{\frac{1139,8}{4,26} + 388 * 0,116 + 388 * 0,133 + 510 * 0,094 + 7595 * 0,005 + 90 * 0,015} = 2,53 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Перевіряємо виконання умови п.6.1 ДБН В.2.6-31:2016, за формулою (4):

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}}$$

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq 0,75 * R_{q \text{ min}};$$

$$2,53 > 0,75 * 3,3;$$

$$2,53 \geq 2,48$$

Отже, приведений опір теплопередачі зовнішніх стін будівлі, що межують з зовнішнім повітрям відповідає мінімальним вимогам, товщина утеплювача підібрана вірно.

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, що контактують з зовнішнім повітрям, з урахуванням усіх теплопровідних включень, який приймається для розрахунку теплопередачі трансмісією, становить:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = 2,53 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Склад та опір теплопередачі перекриття неопалювального підвалу з товщиною утеплювача у 150 мм наведений у Таблиці А4.1.

Таблиці А4.1. Склад перекриття неопалювального підвалу з товщиною утеплювача у 150 мм

Склад зовнішніх стін по основному полю	Густина в сухому стані ρ0, кг/м³	Товщина шару ді, мм	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні αв, Вт/(м²·К)	Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні αз, Вт/(м²·К)	Опір теплопередачі конструкції RΣ, м²·К/Вт
			Теплопровідність λі, Вт/(м·К)	Коефіцієнт теплозасвоєння сі, Вт/(м²·К)	Коефіцієнт паропроникності ді, мг/(м·год·Па)	Розрахунковий вміст вологи за масою wі, %			
Перекриття неопалювального підвалу									
Плити керамічні для підлоги	2000	20	1,1	12,55	0,06	5	8,7	12	4,00
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	100	150	0,041	0,56	0,47	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			

Теплопровідні включення перекриття неопалювального підвалу, що відносяться до характерних особливостей відповідного типу складаються з 2816 шт. пластикових дюбелів з точковим коефіцієнт теплопередачі, ψ, = 0,005 Вт/К.

Приведений опір теплопередачі перекриття неопалювального підвалу дорівнює:

										83382409 ЕЕ	Арк.
											60
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата						

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} = \frac{469,4}{\frac{469,4}{4,00} + 2816 * 0,005} = 3,57 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Перевіряємо виконання умови п.6.1 ДБН В.2.6-31:2016, за формулою (4):

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}},$$

Відповідно до п.6.2.1 ДБН В.2.6-31:2016, при виконанні умови ($EP \leq EP_{\text{max}}$) згідно з формулою (1) допускається застосовувати перекриття над техпідпіллям зі зниженим значенням опору теплопередачі до рівня 75% від $R_{q \text{ min}}$:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq 0,75 * R_{q \text{ min}};$$

$$3,57 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт} > 0,75 * 3,75 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт};$$

$$3,57 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт} > 2,81 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

Отже, приведений опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом відповідає мінімальним вимогам.

Якщо встановити системи вентиляції з рекуперацією у всі квартири будинку, то отримаємо наступний результат:

- значення коефіцієнтів теплопередачі вентиляцією становлять:

$$H_{\text{ve,adj,H}} = 474,046 \text{ Вт/К}.$$

$$H_{\text{ve,adj,C}} = 474,046 \text{ Вт/К}.$$

Врахувавши змінені показники отримаємо наступні показники енергопотреби для опалення та охолодження:

$$Q_{\text{H,nd}} = 112262 \text{ кВт*год}$$

$$Q_{\text{C,nd}} = 29248 \text{ кВт*год}$$

Значення енергопотреби для гарячого водопостачання залишаться незмінним.

$$Q_{\text{DHW,nd}} = 47430 \text{ кВтгод}.$$

Розрахуємо питому енергопотребу для змінених умов.

Розрахункове значення EP для житлових будівель визначається за формулою:

$$EP = (Q_{\text{H,nd}} + Q_{\text{C,nd}} + Q_{\text{DHW,nd}}) / A_f,$$

де $Q_{\text{H,nd}}$, $Q_{\text{C,nd}}$ та $Q_{\text{DHW,nd}}$ – річна енергопотреба будівлі для опалення, охолодження та гарячого водопостачання, відповідно, кВт·год, що визначається згідно з ДСТУ Б А.2.2-12;

A_f – опалювана площа, м², що визначається згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790.

Тоді,

$$EP = (Q_{\text{H,nd}} + Q_{\text{C,nd}} + Q_{\text{DHW,nd}}) / A_f = (112262 + 29248 + 47430) / 2371,5 = 188940 / 2371,5 = 79,7 \approx 80 \text{ кВт*год/м}^2.$$

Різниця між отриманим і максимально допустимим значенням питомої енергопотреби (EP_{max}) становить:

$$100(EP - EP_{\text{max}}) / EP_{\text{max}} = 100(80 - 83) / 83 = -3,6 \text{ \%}.$$

Згідно таблиці 2 ДБН В.2.6-31:2016 клас енергоефективності будівлі становить «С».

Висновок.

При впровадженні всього комплексу енергозберігаючих заходів, а саме: утеплення 100% площі фасаду, утеплення перекриття підвалу мінераловатним утеплювачем товщиною 150 мм, встановлення у 100% квартир систем вентиляції з рекуперацією будівля досягає класу енергоефективності «С».

						83382409 ЕЕ	Арк.
							61
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Таблиця 10.7.4 - Характеристики інженерних систем

Опалення	
Тип системи	Однотрубна
Енергоносіє	Вода
Джерело опалення	Централізоване тепlopостачання
Виробнича система	Індивідуальний тепловий пункт
Розподіл	Трубний
Генерація	Районна котельня
Охолодження	
Тип вентилятора	-
Система охолодження	-
Система управління	-
Охолоджувальні машини	-
Тип насосу	-
Попереднє охолодження	-
Вентиляція	
Вид системи	Індивідуальні квартирні вентиляційні установки з рекуперацією, витяжні канали
Питома потужність	2,25 кВт
Графік використання	8760 год
Гаряче водopостачання	
Тип циркуляції	Примусовий
Потужність	Від індивідуального теплового пункту
Період експлуатації	Цілорічний
Освітлення	
Система контролю	Відсутня
Режим контролю	Регламентні перевірки освітлювальних приладів
Паразитна енергія	-

Таблиця 10.7.5 – Характеристика автоматизації інженерних систем

Характеристика	Клас енергетичної ефективності системи
Регулювання надходження теплової енергії до приміщення	C
Регулювання розподілення за температурою теплоносія у подавальному або зворотному трубопроводі	C
Регулювання циркуляційних, змішувальних та циркуляційно-змішувальних насосів (на різних рівнях системи)	B
Регулювання періодичності зниження споживання енергії системою та/або розподілення теплоносія	B
Взаємозв'язок між регулюванням споживання енергії та/або розподілення тепло/холодоносія у системах опалення та охолодження	B
Регулювання джерела енергії	B
Упорядкування джерел енергії	C
Регулювання витрати повітря у приміщенні	B
Регулювання витрати повітря при його підготовці	C
Захист теплообмінників від переохолодження	A
Захист теплообмінників від перегрівання	A
Використання повітря з низькою температурою (у системах з механічним спонуканням)	C
Регулювання температури припливного повітря	C
Регулювання вологості	C

						83382409 EE	Арк.
							62
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Регулювання за присутністю людей у приміщенні	С
Регулювання зовнішнього освітлення	С
Регулювання жалюзей	С
Система автоматизації та управління будівлею	С
Визначення несправностей систем та забезпечення допомоги у їх діагностиці	С
Формування звітів щодо енергоспоживання та зовнішніх параметрів, а також можливості зниження енергоспоживання	В

						83382409 ЕЕ	Арк.
							63
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Таблиця 10.7.6 – Звітна таблиця за результатами розрахунків обсягів енергоспоживання

Енергетичні послуги	Енергоспоживання	Енергоносії									
		Теплота	Нафта	Природний газ	Вугілля	Централізоване тепlopостачання	Централізоване охолодження	Деревина	Електроенергія	Відновлювані *	Інші, що виробляються на місці
Опалення	Енергопотреба для опалення	135460									
	Енергопотреба для центрального попереднього підігріву вентиляційного повітря										
	Енергоспоживання при опаленні		0	0	0	183740	0	0	0	0	0
	Енергоспоживання при центральному попередньому підігріву										
	Додаткове енергоспоживання при опаленні							0			
	Додаткове енергоспоживання при центральному попередньому підігріву										
	Загальне енергоспоживання при опаленні	0	0	0	0	183740	0	0	0	0	0
Охолодження	Енергопотреба для охолодження (в т.ч. осушення повітря)	27662									
	Енергопотреба для центрального попереднього охолодження										
	Енергоспоживання при охолодженні (в т.ч. осушення повітря)								12393		
	Енергоспоживання при центральному попередньому охолодженні (в т.ч. осушення повітря)										
	Додаткове енергоспоживання при охолодженні							880			
	Додаткове енергоспоживання при центральному попередньому охолодженні										
	Загальне енергоспоживання при охолодженні	0	0	0	0	0	0	0	13273	0	0
Вентиляція	Енергопотреба для зволоження вентиляційного повітря										
	Енергоспоживання вентиляторів, блоків управління та рекуператорів теплоти								18545		
	Загалом енергоспоживання при вентиляції (в т.ч. зволоження повітря)	0	0	0	0	0	0	0	18545	0	0
ГВП	Енергопотреба ГВП	47430									
	Енергоспоживання ГВП		0	0	0	60630	0	0	0	0	0
	Додаткове енергоспоживання ГВП							0			
	Загальне енергоспоживання ГВП	0	0	0	0	60630	0	0	0	0	0
Освітлення	Енергоспоживання при освітленні							33794			
Інші послуги	Енергоспоживання іншими										
Загалом		0	0	0	0	244370	0	0	65612	0	0

* - відновлювані джерела енергії: сонячне тепло, фотоелектрична та вітрова енергія.
 позиція (комірка) в таблиці, що має бути заповнена;
 позиція (комірка) в таблиці, що не заповнюється.

Паспорт заповнений:

Організація	ТОВ «ЕСКО ЕНЕРГО ПРОЕКТ»
Адреса і телефон	м.Чернігів, вул.Коцюбинського, 49а, (0462) 61-31-20
Відповідальний виконавець	Зінченко С.В., ЕЕ № 00115

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Арк.
						64