

ТОВ «ЕСКО Енерго Проект»

"Капітальний ремонт (термомодернізація) 5-поверхового житлового будинку. Проектні рішення повторного використання".

РОБОЧИЙ ПРОЕКТ

ТОМ-10

Замовлення № 13/11-20-5

Енергоефективність.

м. Чернігів, 2021 р.

ТОВ «ЕСКО Енерго Проект»

"Капітальний ремонт (термомодернізація) 5-поверхового житлового будинку. Проектні рішення повторного використання".

РОБОЧИЙ ПРОЕКТ

ТОМ-10

Енергоефективність.

Замовлення № 13/11-20-5

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.	13/11-20-5 ПЗ	Загальна пояснювальна записка	
		Вихідні дані	
2.	13/11-20-5 ПЗ.П	Протоколи кваліфікаційних випробувань теплоізоляційних матеріалів. Енергетичний сертифікат.	
3.	13/11-20-5 АБ	Архітектурно-будівельні рішення. Паспорт опорядження фасадів	
4.	13/11-20-5 ОВ1	Опалення вентиляція та кондиціонування. Опалення	
5.	13/11-20-5 ОВ2	Опалення вентиляція та кондиціонування. Вентиляція	
6.	13/11-20-5 ВК	Водопостачання та каналізація. Гаряче водопостачання	
7.	13/11-20-5 ТМ	Тепломеханічні рішення теплових мереж. Індивідуальний тепловий пункт	
8.	13/11-20-5 ГПВ	Газопостачання внутрішнє	
9.	13/11-20-5 ЕТР,АТМ	Електротехнічні рішення. Автоматизація тепломеханічних рішень	
10.	13/11-20-5 ЕЕ	Енергоефективність.	
11.	13/11-20-5 К	Кошторисна документація	
12.	13/11-20-5 ПОБ	Проект організації будівництва	

Зміст пояснювальної записки:

1. Енергоефективність. Загальні дані.....	5
2. Загальна характеристика об'єкту.....	6
2.1. Основні об'ємно-планувальні показники.....	6
2.1.1 Основні показники.....	6
2.1.2. Основні об'ємно-планувальні показники.....	6
2.1.3 Коефіцієнт скління фасадів будинку та показник компактності будинку.....	7
2.2. Характеристика огорожувальних конструкцій.....	7
2.3 Характеристика інженерних систем.....	12
2.3.1.Теплопостачання.....	12
2.3.2. Система опалення.....	13
2.3.3. Система вентиляції.....	13
2.3.4.Система ГВП.....	13
3. Розрахункові кліматичні параметри.....	14
4. Нормативні вимоги.....	15
5. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій.....	16
5.1. Зовнішні стіни.....	18
5.1.1. Зовнішні стіни, що межують із зовнішнім середовищем.....	18
5.1.2. Зовнішні стіни, що межують із некондиціонованим об'ємом.....	20
5.2 Покриття.....	22
5.3 Підлога над технічним підпіллям (неопалювальний підвал)	23
5.4 Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій.....	25
5.5 Опір теплопередачі входних дверей.....	25
5.6 Показники приведенного опору теплопередачі.....	26
5.7 Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки.	26
6. Розрахунок показників теплостійкості та теплосасвоєння огорожувальних конструкцій..	29
6.1 Теплостійкість приміщення в літній період	29
6.2. Теплостійкість приміщення в зимовий період.....	29
7. Розрахунок повітропроникності огорожувальних конструкцій будівлі.....	32
7.1 Зовнішня стіна.....	34
7.2 Світлопрозорі конструкції.....	35
7.3 Зовнішні двері.....	35
8. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій	36
8.1 Оцінка вологісного режиму зовнішніх стін.....	36
8.2 Оцінка вологісного режиму покриття	38
9. Визначення терміну ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будівлі.....	40
10. Енергетичний паспорт будівлі.....	40
10.1 Оцінка енергоефективності.....	40
10.2 Характеристики теплопередачі трансмісії.....	40
10.3 Характеристики теплопередачі вентиляцією.....	41
10.4 Характеристики внутрішніх теплонадходжень.....	42
10.5 Характеристики сонячних теплонадходжень.....	43
10.6 Динамічні параметри.....	45
10.7 Внутрішні умови.....	46
10.8 Енергопотреб для опалення та охолодження.....	46
10.9 Енергопотреб для гарячого водопостачання.....	47
10.10 Питома енергопотреба.....	47
10.11. Енергоспоживання при опаленні.....	48
10.12. Енергоспоживання при охолодженні.....	51
10.13. Енергоспоживання гарячого водопостачання.....	52
10.14. Енергоспоживання систем вентиляції.....	53
10.15. Енергоспоживання при освітленні.....	54

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		4

1. Енергоефективність. Загальні дані

Розділ «Енергоефективність» робочого проекту "Капітальний ремонт (термомодернізація) 5-поверхового житлового 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: "Капітальний ремонт (термомодернізація) 5-поверхового житлового будинку. Проектні рішення 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;

						13/11-20-5 EE	Арк.
							5
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

- Звіту з енергетичного аудиту

Вихідними даними для складання розділу була проектна документація наступних розділів:

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

2. Загальна характеристика об'єкту

Будівля збудована за типовим проектом житлових будівель 87-07 (Серія 87), прямокутної форми, п'ятиповерхова з техпідпіллям, що не опалюється. Висота 1-5 поверхів складає 2,85 м.

2.1 Основні та об'ємно-планувальні показники

2.1.1 Основні показники

Проектом передбачено проведення робіт по РП «Термомодернізація (шляхом капітального ремонту) 5-ти поверхового житлового будинку" Проект повторного використання.

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: ...;
5. Найхолодніша доба із забезпеченістю:
 - із забезпеченістю 0,98 – ...;
 - із забезпеченістю 0,92 – ...;
6. Найхолодніша п'ятиденка:
 - із забезпеченістю 0,98 – ...;
 - із забезпеченістю 0,92 – ...;
7. Найжаркіша доба із забезпеченістю 0,95 – ...;
8. Найжаркіша п'ятиденка із забезпеченістю 0,99 – ...;
9. 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: -23°C;

2.1.2. Основні об'ємно-планувальні показники

1. Кондиціонована площа – $A_f = 4200 \text{ м}^2$;
2. Кондиціонований об'єм – $V = 11595,00 \text{ м}^3$;
3. Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій – $A_{\Sigma} = 5150,06 \text{ м}^2$;
4. Площа зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_i = 2324,5 \text{ м}^2$;
5. Площа стін кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом – $A_{iu}, \text{ м}^2 = 645,01 \text{ м}^2$;
6. Площа стін некондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_{ue}, \text{ м}^2 = 52,1 \text{ м}^2$;
7. Площа вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_{wi} = 388,21 \text{ м}^2$;
8. Площа вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом – $A_{wiu}, \text{ м}^2 = 93,89 \text{ м}^2$;
9. Площа дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом – $A_{fdu}, \text{ м}^2 = 16,38 \text{ м}^2$;
10. Площа суміщених покриттів кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_{cci} = 841,24 \text{ м}^2$;

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							6
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

11. Площа перекриттів між кондиціонованим об'ємом і некондиціонованим простором підвалу – $A_{cubiu} = 841 \text{ м}^2$;

Орієнтація будівлі – за сторонами світу.



2.1.3 Коефіцієнт скління фасадів будинку та показник компактності будинку

Коефіцієнт скління фасадів будинку m_w визначається за формулою:

$$m_w = \frac{\sum A_{wi}}{(\sum A_{wi} + \sum A_i + \sum A_{fdi})} \cdot m_w = \frac{482}{482 + 2969,5 + 16,38} = 0,14$$

де $\sum A_{wi}$ - загальна сума площ світлопрозорих огорожувальних конструкцій фасадів, м^2 ;

$\sum A_i$ та $\sum A_{fdi}$ - загальні суми площ не світлопрозорих огорожувальних конструкцій фасадів (відповідно стін та дверей), м^2 .

$$m_w = 0,14.$$

Показник компактності будинку Λ_{bci} , м^{-1} , визначається за формулою:

$$\Lambda_{bci} = A_{\Sigma} / V, \Lambda_{bci} = \frac{5150,06}{11595} = 0,44 \text{ м}^{-1}$$

де A_{Σ} – загальна площа внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій, включаючи покриття (перекриття) верхнього поверху і переkritтя (підлоги) нижнього опалювального приміщення, м^2 ;

V – кондиціонований об'єм будівлі, м^3 .

$$\Lambda_{bci} = 0,44 \text{ м}^{-1}.$$

2.2 Характеристика огорожувальних конструкцій

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							7
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

Характеристики існуючих огорожувальних конструкцій описані у Томі 2, "Технічний звіт обстеження технічного стану будівлі об'єднання співвласників багатоквартирного будинку".

Характеристики існуючих огорожувальних конструкцій.

Зовнішні непрозорі стіни.

- внутрішнє опорядження штукатуркою;
- стіни з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 510 мм.

Світлопрозорі конструкції .

Вікна та двері балконні частково замінені власниками на енергоефективні. Заповнення віконних та дверних прорізів виконано з ПВХ вікон та балконних дверей із заповненням двокамерними склопакетами.

Опір теплопередачі заміненних світлопрозорих конструкцій (вікон, двері балконів) – $R \geq 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Приведений опір теплопередачі заміненних 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.

Конструкція суміщеного покриття.

- залізобетонна плита перекриття – 220 мм;
- ухилоутворюючий шар з гравію керамзитового – 50-150 мм
- стяжка цементно-піщана;
- гідроізоляційний килим із руберойду.

Конструкція перекриття підвалу

- залізобетонна плита перекриття – 220 мм;
- розчин цементно-піщаний;
- оздоблення плиткою керамічною для підлоги.

Цоколь (надземна та підземна частини)

- бетонні блоки ФБС, товщиною 500 мм
- розчин цементно-піщаний;

Тамбур

- стіни з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 380 мм.

Основні роботи передбачені проектом:

- Цокольна частина:
 - о демонтаж опорядження цоколю;
 - о демонтаж існуючого вимощення навколо будівлі;
 - о улаштування утеплення фундаментів;
 - о улаштування утеплення надземної частини цоколю;
 - о улаштування вимощення.
- Вікна та двері:
 - о частковий демонтаж віконних та дверних блоків, балконних рам;
 - о встановлення нових віконних та дверних блоків;
 - о частина віконних блоків залишається без змін;
 - о монтаж вікон балконів ;
 - о підготовка віконних та дверних прорізів до встановлення віконних та дверних блоків;
 - о улаштування та опорядження зовнішніх, внутрішніх укосів.
- Стіни зовнішні:
 - о підготовка зовнішніх стін;
 - о улаштування системи фасадної теплоізоляції класу А;
 - о опорядження стін штукатуркою, фарбування.
- Місця загального користування:
 - о заміна зовнішніх дверей;

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							8
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

- о заміна дверей тамбуру;
- о заміна дверей входу в підвальне приміщення;
- о заміна дверей виходу на горище та техповерх;
- о заміна віконних блоків цоколю;
- о теплоізоляція перекриття підвалу.
- Дах:
 - о демонтаж руберойдного покриття, цементної стяжки та керамзитового утеплювача;
 - о очищення/вирівнювання плит перекриття;
 - о улаштування утеплення перекриття;
 - о влаштування похилоутворюючого шару;
 - о улаштування багатошарового руберойдного покриття.

Характеристики огорожувальних конструкцій, проектні рішення.

Зовнішні непрозорі стіни.

- стіни з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 510 мм;
- утеплення пінополістирольним утеплювачем, товщину утеплювача визначити теплотехнічним розрахунком;
- оздоблення захисною штукатуркою.

Світлопрозорі конструкції.

Вікна та двері балконні енергоефективні.

Для заповнення віконних прорізів проектом передбачається використання ПВХ вікон та балконних дверей із заповненням двокамерними склопакетами.

Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій (вікон, двері балконів) – $R \geq 0,75$ 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 суміщеного перекриття.

- залізобетонна плита – 220 мм;
- пароізоляція;
- шар теплової ізоляції з екструдованого пінополістиролу, товщину утеплювача визначити теплотехнічним розрахунком;
- стяжка цементно-піщана;
- гідроізоляційний килим із руберойду;

Конструкція перекриття підвалу

- залізобетонна плита – 220 мм;
- вирівнювальний шар (за потреби)
- шар теплової ізоляції, товщину утеплювача визначити теплотехнічним розрахунком;
- захисний шар, армований склосіткою та опоряджувальне покриття.

Цоколь (надземна та підземна частини)

- бетонні блоки ФБС, товщиною 500 мм;
- утеплення утеплювачем з екструдованого пінополістиролу, товщину утеплювача визначити теплотехнічним розрахунком. Проектним рішенням прийнята товщина утеплювача 100 мм для надземної та 50 мм для підземної частини;
- захисний шар, армований склосіткою та опоряджувальне покриття.

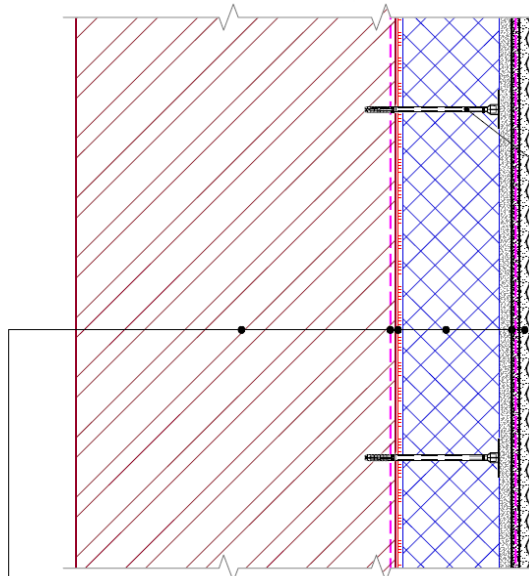
Тамбур

- стіни з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 380 мм;
- утеплення пінополістирольним утеплювачем, проектним рішенням прийнята товщина утеплювача 50 мм;
- оздоблення захисною штукатуркою.

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							9
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

Принципові технічні рішення зовнішніх огорожувальних конструкцій

Зовнішні стіни
Теплоізоляція
пінополістирольн
ими плитами



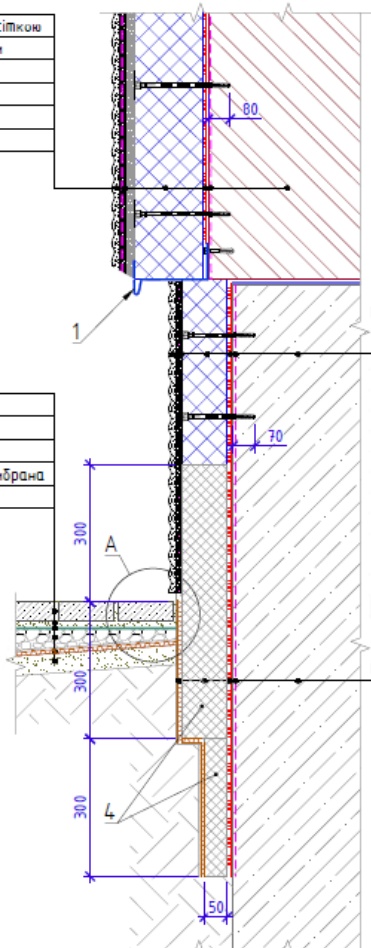
Зовнішня стіна /існ./
Вирівнювальний шар
Грунтуючий шар
Клейовий шар
Шар теплової ізоляції - 150 мм
Захисний шар, армований склосіткою
Опоряджувальне покриття

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

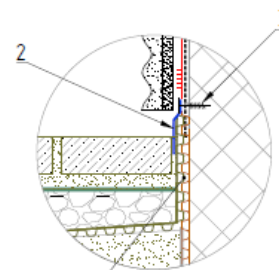
Теплоізоляція цоколю

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

Плитка тротуарна
Ущільнений пісок
Геотекстиль
Ущільнений щебінь
Дренажна профільована мембрана
Ущільнений пісок



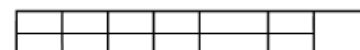
Вузол А



Накладання не менше
4-х выступів

Опоряджувальне покриття цоколю
Гідроізоляція
Захисний шар, армований
Шар теплової ізоляції - 100 мм
Клейовий шар
Грунтуючий шар
Вирівнювальний шар
Цокольна частина стіни, надземна /існ./

Геотекстиль
Профільована мембрана
Шар теплової ізоляції - 100 мм
Клейовий шар
Грунтуючий шар
Гідроізоляція
Вирівнювальний шар
Цокольна частина стіни, підземна /існ./



13/11-20-5 ЕЕ

Арк.

10

Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата

Світло-прозорі
конструкції
ПВХ профіль

Опоряджувальне покриття

Захисний шар, армований склосіткою

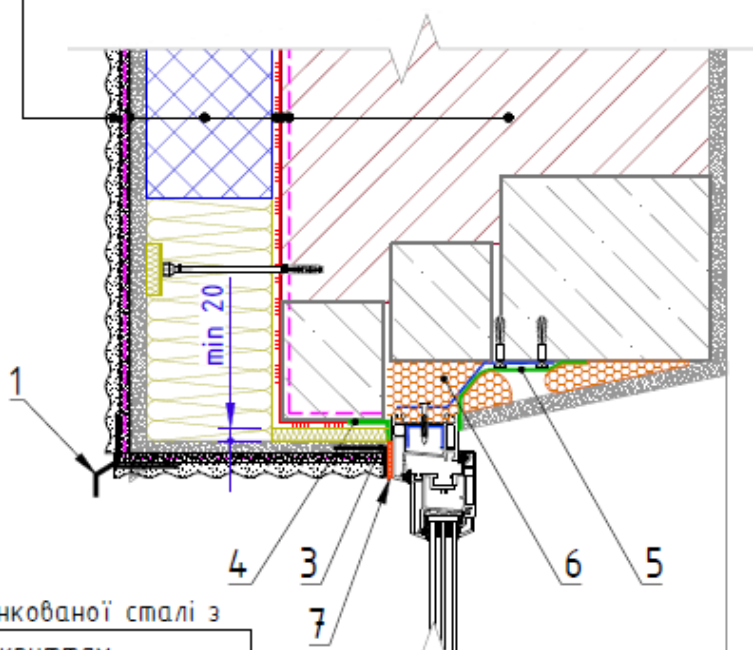
Шар теплової ізоляції - 150 мм

Клейовий шар

Грунтуючий шар

Вирівнювальний шар

Зовнішня стіна /існ./



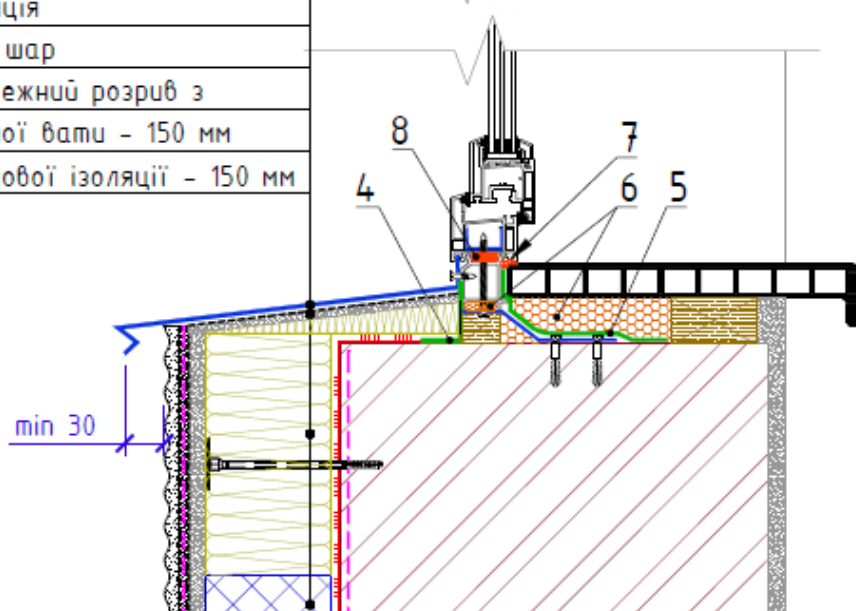
Відлив з цинкованої сталі з
полімерним покриттям

Гідроізоляція

Клейовий шар

Противопожежний розрив з
мінеральної вати - 150 мм

Шар теплової ізоляції - 150 мм



1. Кутловий профіль ПВХ з капельником і армуючою сіткою.
2. Кутловий профіль з армуючою сіткою.
3. Віконний профіль примикання ПВХ з армуючою сіткою.
4. Стрічка водонепроникна, паропроникна.

5. Стрічка пароізоляційна.
6. Монтажна піна.
7. Герметик.
8. Попередньо стиснута ущільнююча стрічка.

Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата

13/11-20-5 ЕЕ

Арк.

11

Покриття -
Суміщене
перекриття

Гідроізоляція

Похилоутворюючий шар - цементно-піщана стяжка
з легкого бетону, армована сталеву сіткою -
 $i=0,025$

Відокремлюючий шар - плівка поліетиленова, 100мкм

Шар теплової ізоляції - 200 мм

Пароізоляція

Вирівнююча цементно-піщана стяжка

Плита перекриття /існ./

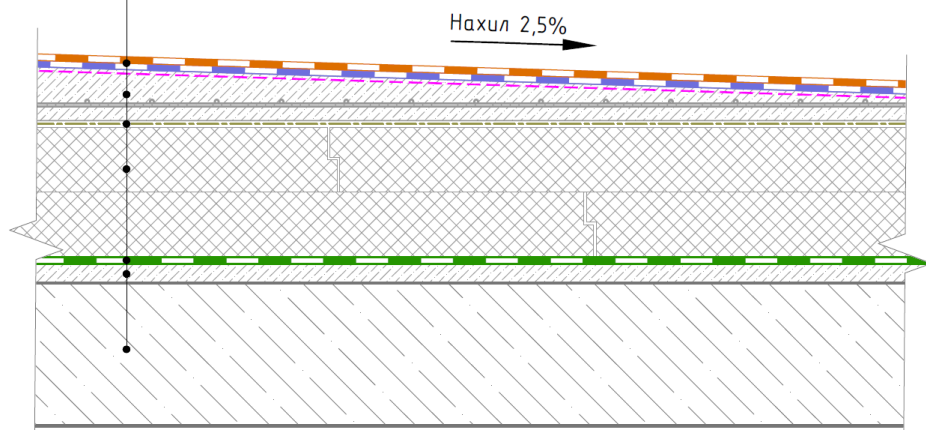


Схема
улаштування
теплоізоляції
перекриття над
неопалювальним
підвалом

Плита перекриття /існ./

Вирівнювальний шар

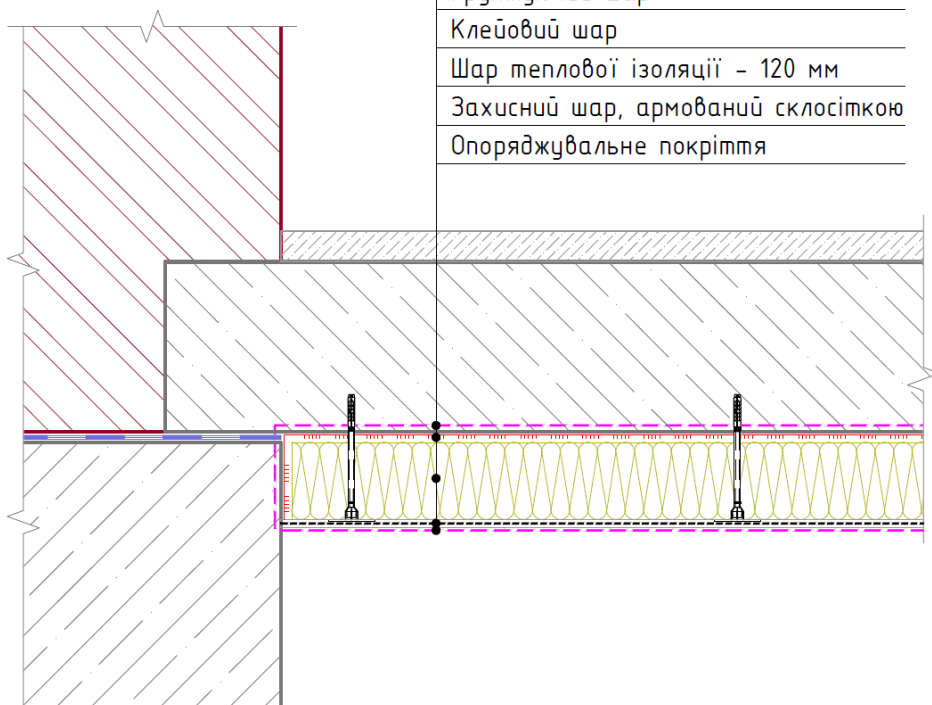
Грунтуючий шар

Клеювий шар

Шар теплової ізоляції - 120 мм

Захисний шар, армований склосіткою

Опоряджувальне покриття



2.3 Характеристика інженерних систем

2.3.1 Теплопостачання

У будинку існуюча водяна система теплопостачання.

Джерелом теплопостачання є централізоване опалення.

Графік теплопостачання мереж згідно технічних умов $T_1/T_2=95/70^0C$.

Облік енергоресурсів:

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

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата

13/11-20-5 ЕЕ

Арк.

12

Стан мереж опалення та гарячого водопостачання – незадовільний.
Опалення підвального поверху в будівлі не передбачене.

2.3.2 Система опалення

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

Внутрішня система опалення. Система опалення будівлі однотрубна тупикова з нижнім розведенням магістралей, з "П"-подібними стояками. Прилади опалення – чавунні радіатори та трубні реєстри. Підключення опалювальних приладів одностороннє без арматури для регулювання тепловіддачі.

Опалення сходових клітин виконано ребристими трубами розташованими тільки на першому поверсі.

Розподільчі трубопроводи системи опалення нижче відм. 0,000 прокладені в підпільних каналах, по стінам та під стелею підвального поверху.

Матеріал розподільчої системи - сталеві водогазопровідні та електрозварні труби.

Трубопроводи підвального поверху системи опалення теплоізовані мінераловатним утеплювачем з покриттям.

Передбачено проектом:

- гідравлічне балансування системи опалення шляхом встановлення по стояках автоматичних балансувальних клапанів;
- встановлення автоматичних регуляторів температури повітря на опалювальних приладах;
- заміна, де це необхідно, розподільчих трубопроводів, трубопроводів стояків, приладів опалення;
- відновлення антикорозійного покриття трубопроводів;
- заміна теплової ізоляції трубопроводів системи внутрішнього теплопостачання в неопалювальних приміщеннях;
- встановлення розподільвачів тепла на прилади опалення;
- встановлення концентраторів сигналу на сходових клітинах.

2.3.3 Система вентиляції

Існуюча система вентиляція в будинку припливно-витяжна з природним спонуканням. Приплив повітря здійснюється через вікна, видалення - через вентиляційні канали. Провітрювання здійснюється завдяки відкриванню вікон та балконних дверей.

Передбачено проектом.

Для вентиляції будівлі передбачені індивідуальні, квартирні припливно-витяжні системи з механічним спонуканням, з рекуперацією.

Видалення повітря з санвузлів та кухонь передбачено через існуючі окремі витяжні індивідуальні канали.

2.3.4 Система ГВП

Вода на гаряче водопостачання готується за межами житлового будинку. Її температура не потребує додаткового коригування на ввіді в будівлю. Циркуляція води в контурі забезпечується зовнішнім джерелом (котельня або ЦТП).

Облік енергоресурсів:

- теплової енергії для системи гарячого водопостачання - поквартирний лічильниками гарячої води.

Передбачено проектом

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

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							13
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

21	-4,4	-3,4	1,3	9,6	15,9	18,9	20,7	19,9	14,9	8,8	2,1	-2,3
22	-5,0	-4,1	0,6	8,6	14,7	17,6	19,5	18,7	13,9	8,0	1,7	-2,8
23	-5,6	-4,7	-0,1	7,6	13,5	16,3	18,3	17,5	12,8	7,2	1,2	-3,3
24	-6,2	-5,4	-0,8	6,6	12,3	15,1	17,2	16,3	11,7	6,4	0,7	-3,7

- сонячна радіація, енергетична освітленість сприймаючої поверхні даної орієнтації та кутом нахилу за середніх умов хмарності наведена в таблиці 3.3

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	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	I	12	12	18	31	40	32	18	12	27
	II	22	24	33	53	64	55	34	24	54
	III	34	41	57	82	94	85	61	41	102
	IV	39	52	78	93	94	89	75	51	148
	V	53	77	102	108	100	103	96	73	203
	VI	68	90	111	114	100	110	110	87	230
	VII	61	84	108	111	99	108	104	81	217
	VIII	43	66	95	108	107	106	91	64	184
	IX	29	40	66	87	96	88	64	40	123
	X	18	20	36	57	69	56	34	20	65
	XI	10	10	15	27	34	27	15	10	27
	XII	8	9	12	21	27	22	12	9	18

- середній місячний абсолютний вологовміст зовнішнього повітря наведена в таблиці 3.4

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
	1,9	2,1	3,0	4,8	6,9	9,0	10,1	9,6	7,3	5,2	3,7	2,5

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 мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій житлових будинків для I температурної зони, $R_{q \min}$, м²·К/Вт, становить:

- для зовнішніх стін 3,3 м²·К/Вт;
- для суміщеного покриття 6,0 м²·К/Вт;
- для перекриття над неопалювальними підвалами 3,75 м²·К/Вт;
- для світлопрозорих огорожувальних конструкцій 0,75 м²·К/Вт;
- для зовнішніх дверей 0,6 м²·К/Вт.

Згідно з п. 6.2.1 ДБН В.2.6-31 при виконанні умови згідно з формулою (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

						13/11-20-5 ЕЕ					Арк.
											15
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата						

огороджувальних конструкцій приймаються значення $R_{q \min}$ з коефіцієнтом 0,8 відповідно до умови згідно з формулою (4) ДБН В.2.6-31 та при обов'язковому виконанні умов для цих елементів теплоізоляційної оболонки за формулами (5) та (6) ДБН В.2.6-31.

Для цілей сертифікації згідно Додатку до Мінімальних вимог енергетичної ефективності будівель (пункт 2 розділу II) наказу Мінрегіону від 27.10.2020 № 260 граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових будівель поверховістю від 4 до 9 поверхів становить:

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

а згідно п. 2 Мінімальних вимог енергетичної ефективності будівель (пункт 2 розділу II) наказу Мінрегіону від 27.10.2020 № 260 при капітальному ремонті будівель в цілому або їх відокремлених частин мінімальною вимогою є виконання умови: $EP_{\text{use}} < 1,2 \times EP_{\text{p}}$.

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

Згідно з п. 6.3 ДБН В.2.6-31 для житлових будинків допустимий перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні стін складає $\Delta t_{\text{cr}} = 4,0 \text{ }^\circ\text{C}$, покриття та перекриття горищ складає $\Delta t_{\text{cr}} = 3,0 \text{ }^\circ\text{C}$, перекриття над підвалами $\Delta t_{\text{cr}} = 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

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					Огородження лоджій	Перекриття неопалювального підвалу	Суміщене покриття	
	Основне поле	Протипожежні пояси	Відкоси зверху і по бокам	Відкоси знизу	Цоколь			Основне поле	Протипожежні пояси
Матеріал утеплення	Спінений полістирол за ДСТУ EN 13163 (EPS 90)	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 (MW 135)	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167	Екструдований пінополістирол ДСТУ Б EN 13164 (XPS)	Екструдований пінополістирол ДСТУ Б EN 13164 (XPS)	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 (MW 135)	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 (MW 100)	Екструдований пінополістирол ДСТУ Б EN 13164	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167
Товщина, мм	150	150	20	20	50	150	100	200	200
Густина, кг/м³	16	135	135	30	30	135	100	30	135
Теплопровідність в умовах експлуатації Б*, Вт/(м·К)	0,04	0,045	0,045	0,038	0,038	0,045	0,041	0,038	0,045
Група горючості	Г1	НГ	НГ	Г1	Г1	НГ	НГ	Г1	НГ
Міцність на стиск/ границя міцності при стиску, МПа	0,09	0,04	0,04	0,25	0,25	0,04	0,03	0,25	0,04
Границя міцності при розтягу, МПа	0,1	0,015	0,015	-	-	0,015	0,015	-	0,015
Строк ефективної експлуатації, умовних років	50	25	25	25	25	25	25	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):

						13/11-20-5 ЕЕ			Арк.
									16
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата				

17

Кладка силікатної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині	1800	510	0,87	10,9	0,11	4			
4. Суміщене покриття по основному полю									
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3	8,7	23	6,15
Гравій керамзитовий	600	100	0,19	2,83	0,23	3			
Пароізоляційна плівка	1000	0,003	0,17	8,56	0,001	0			
Вироби із екструдованого пінополістиролу	32	200	0,038	0,34	0,008	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	50	0,93	11,09	0,09	4			
Руберойд	1000	5	0,17	3,53	0,001	0			
5. Суміщене покриття в місцях протипожежних поясів									
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3	8,7	23	5,33
Гравій керамзитовий	600	100	0,19	2,83	0,23	3			
Пароізоляційна плівка	1000	0,003	0,17	8,56	0,001	0			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	135	200	0,045	0,63	0,43	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	50	0,93	11,09	0,09	4			
Руберойд	1000	5	0,17	3,53	0,001	0			
6. Перекриття неопалювального підвалу									
Плити керамічні для підлоги	2000	20	1,1	12,55	0,06	5	8,7	12	3,29
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	20	0,93	11,09	0,09	4			
7. Стіна між сходовою клітиною та неопалювальним підвалом									
Розчин цементно-піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	12	3,6
Кладка силікатної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині	1800	380	0,87	10,9	0,11	4			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	100	120	0,041	0,56	0,47	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4			

5.1 Зовнішні стіни

Геометричні характеристики зовнішніх стін, виміряні по внутрішнім поверхням наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Геометричні характеристики зовнішніх стін

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м²
1	Зовнішні стіни, з них:	2969,51
2	Зовнішні стіни, що межують з зовнішнім повітрям	2324,5
2.1	- стіни по основному полю з утепленням EPS	1475,5
2.2	- стіни по основному полю з утепленням MW	849
2.3	- відкоси	90,7
3	Зовнішні стіни, що межують з некондиціонованим об'ємом	645,01

5.1.1. Зовнішні стіни, що межують із зовнішнім середовищем

Ціль теплотехнічного розрахунку зовнішніх стін, що межують 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 ДСТУ Б В.2.6-0189 для визначення необхідної товщини утеплювача при розрахунку $R_{\Sigma \text{пр}}$, враховуються теплопровідні включення, що відносяться до характерних особливостей відповідного типу непрозорі огорожувальної конструкції. Теплопровідними включеннями, що відносяться до відповідного типу непрозорі

						13/11-20-5 ЕЕ			Арк.
									18
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата				

огороджувальної 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 тепло передачі, k , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К,	Значення
Примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні підвіконня	150,48	—	0,116	—	17,46
Примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні перемички	150,48	—	0,133	—	20,01
Примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні рядового примикання	482,4	—	0,094	—	45,53
Пластиковий дюбель з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару	—	13950	—	0,005	69,75
Несучі кронштейни для кріплення (газопроводи, кондиціонери)	—	160	—	0,015	2,4

Приклад визначення лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі на підставі розрахунків двовірних та тривірних температурних полів відповідно наведено у **Додатку 1**.

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

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} = \frac{1475,5 + 849 + 90,7}{\frac{1475,5}{4,53} + \frac{849}{4,12} + 150,48 \cdot 0,116 + 150,48 \cdot 0,133 + 482,4 \cdot 0,094 + 13950 \cdot 0,005 + 160 \cdot 0,015} = 3,52 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

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

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}} \\ 3,52 \geq 3,3$$

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 та лоджіями 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

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							19
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м²	Значення опору теплопередачі, R, м²·К/Вт.
1	Зовнішні стіни, з них:	2969,51	
2	Зовнішні стіни, що межують з зовнішнім повітрям	2324,5	3,52
3	Зовнішні стіни, що межують з некондиціонованим об'ємом	645,01	0,82

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

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \sum_{i=1}^n \frac{R_{\Sigma i} * Fi}{F_{\Sigma}} = \frac{3,52 * 2324,5}{2969,5} + \frac{0,82 * 645,01}{2969,5} = 2,94 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

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

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = 2,94 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

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_v . Поправочний коефіцієнт b_v 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

Тип	Назва некондиціонованого об'єму	Кількість, шт	Об'єм, м³	Огороження некондиціонованих об'ємів			Зовнішні стіни, що граничать з некондиціонованим об'ємом		
				Тип огороження	Площа, м²	Опір теплопередачі, м²·К/Вт	Тип ОК	Площа, м²	Опір теплопередачі, м²·К/Вт
Тип-1	Балкон рядовий	1	6,59	фасадна частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	3,5	1,09	Зовнішня стіна	8,8	0,82
				бокова частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	2,15	1,09	Вікно балконного блоку	0,9	0,75
				скління: однокамерний склопакет	7,88	0,38	Двері балконного блоку	1,47	0,75
Тип-2	Балкон верхній	2	6,59	фасадна частина: сендвіч-панель з MW $\delta=40$ мм	3,5	1,09	Зовнішня стіна	8,8	0,82
				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			
Тип-	Балкон	2	6,59	фасадна частина:	3,5	1,09	Зовнішня стіна	8,8	0,82

						13/11-20-5 ЕЕ			Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата				20

3	нижній			сендвіч-панель з MW $\delta = 40$ мм					
				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			
Тип-4	Балкон нижній (між осями А-В)	1	9,32	фасадна частина: цегляна кладка $\delta = 120$ мм, утеплювач XPS $\delta = 50$ мм	6,86	1,72	Зовнішня стіна	12,71	0,82
				бокова частина: цегляна кладка $\delta = 120$ мм, утеплювач XPS $\delta = 50$ мм	5,58	1,72	Вікно балконного блоку	0,9	0,75
				підлога та частина покриття: з/б плита $\delta = 200$ мм, утеплювач XPS $\delta = 50$ мм	6,87	1,61	Двері балконного блоку	1,47	0,75
				скління: однокамерний склопакет	4,46	0,38			
Тип-5	Лоджія між осями 1-7	12	10,02	фасадна частина: цегляна кладка $\delta = 120$ мм, утеплювач MW $\delta = 150$ мм	3,38	3,63	Зовнішня стіна	12,36	0,82
				скління: двокамерний склопакет	3,9	0,45	Вікно блоку лоджії	0,9	0,75
							Двері блоку лоджії	1,47	0,75
Тип-6	Лоджія між осями 7-1	12	14,34	фасадна частина: цегляна кладка $\delta = 120$ мм, утеплювач MW $\delta = 150$ мм	5,53	3,63	Зовнішня стіна	15,08	0,82
				скління: двокамерний склопакет	5,67	0,45	Вікно блоку лоджії	1,95	0,75
							Двері блоку лоджії	1,47	0,75
Тип-7	Тамбур прибудований	6	6,23	стіни: цегляна кладка $\delta = 120$ мм, утеплювач MW $\delta = 50$ мм	6,558	1,41	Зовнішня стіна	8,68	0,82
				покрівля: з/б плита $\delta = 200$ мм, утеплювач XPS $\delta = 50$ мм	2,608	1,61	Двері тамбурні металопластикові	2,73	0,6
				двері: металеві утеплені	4,62	0,6			

Розрахунок температури в некондиціонованому об'ємі θ_u , °C, 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 кондиціонованого об'єму, °C;

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

θ_e – розрахункова температура зовнішнього середовища, °C;

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							21
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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;
- 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, м³/год	Витрата при інфільтрації НО->ЗС, м³/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, i_u	HT, u_e	HV, i_u	HV, u_e	H_{iu}	H_{ue}	θ_u	b_u
Тип-1	0	0	0	0	0,5	0	3,30	13,89	25,92	0	1,11	13,89	27,03	-7,7	0,66
Тип-2	0	0	0	0	0,5	0	3,30	13,89	27,77	0	1,11	13,89	28,88	-8,4	0,68
Тип-3	0	0	0	0	0,5	0	3,30	13,89	27,77	0	1,11	13,89	28,88	-8,4	0,68
Тип-4	0	0	0	0	0,5	0	4,66	18,66	23,24	0	1,57	18,66	24,80	-4,0	0,57
Тип-5	0	0	0	0	0,4	0	4,01	18,23	9,60	0	1,35	18,23	10,94	4,2	0,38
Тип-6	0	0	0	0	0,4	0	5,74	22,95	14,12	0	1,93	22,95	16,05	2,7	0,41
Тип-7	0	0	0	0	1	0	6,23	13,94	13,97	0	2,09	13,94	16,06	-2,5	0,54

5.2 Суміщене покриття

Суміщене покриття має теплову ізоляцію 2х типів: з екструдованого пінополістиролу та мінеральної вати. Вставки мінеральної вати виконують функції – протипожежного поясу та конструктивного елементу для влаштування вентиляційної осушувальної системи.

Геометричні характеристики суміщеного покриття, виміряні по внутрішнім поверхням наведені в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8. Геометричні характеристики суміщеного покриття

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м²	Опір теплопередачі, м²·К/Вт
1	Суміщені покриття, з них:	841,24	

						13/11-20-5 ЕЕ		Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата			22

1.1	- по основному полю з утепленням XPS	741,47	6,15
1.2	- по основному полю з утепленням MW	99,77	5,33

Склад суміщеного покриття наведено у таблиці 5.2.

Ціль теплотехнічного розрахунку суміщеного покриття:

- 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 суміщеного перекриття відсутні теплопровідні включення, що відносяться до характерних особливостей відповідного типу непрозорої огорожувальної конструкції. З врахуванням цього визначаємо приведений опір теплопередачі суміщеного покриття.

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}}} = \frac{741,47 + 99,7}{\frac{741,47}{6,15} + \frac{99,7}{5,33}} = 6,04 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

де: F_{Σ} – загальна площа конструкції, м²;

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

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

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

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}}, \\ 6,04 \geq 6,0.$$

Отже, приведений опір теплопередачі суміщеного покриття будівлі відповідає мінімальним вимогам, товщину утеплювача підібрано вірно.

5.3 Перекриття над неопалювальним підвалом

Перекриття над неопалювальним підвалом 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 над неопалювальним підвалом наведено у таблиці 5.2.

Ціль теплотехнічного розрахунку суміщеного покриття:

- 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 підвалом (техпідпіллям) містить точкові теплопровідні включення у вигляді кріпильних елементів плит утеплювача (6 шт. дюбелів на од./м²).

Таблиця 5.9. Геометричні характеристики перекриття над неопалювальним підвалом

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м ²	ΣR, м ² ·К/Вт
1	Перекриття неопалювального підвалу, з них:	841,24	
1.1	- по основному полю	763,6	3,29

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							23
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

1.2	- вертикальні ділянки стін	77,64	3,6
-----	----------------------------	-------	-----

Таблиця 5.9.1. Теплопровідні включення перекриття над неопалювальним підвалом, 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
Пластиковий дюбель з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару	—	3438	—	0,005

Приведений опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом дорівнює:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{763,6 + 77,64}{\frac{763,6}{8,29} + \frac{77,64}{8,6} + 0,005 \cdot 3438} = 3,107, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

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, при виконанні умови ($EP \leq EP_{\text{max}}$) згідно з формулою (1) допускається застосовувати окремі конструктивні елементи теплоізоляційної оболонки зі зниженим значенням опору теплопередачі до рівня 80% від $R_{q \text{ min}}$:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq 80\% \cdot R_{q \text{ min}}; \quad R_{\Sigma \text{пр}} \geq 0,8 \cdot 3,75; \quad 3,107 \geq 3,0$$

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

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

№ 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	Залізобетонні блоки ФБС	500	2,04	2,92
2	Екструдований пінополістирол	100	0,038	
3	Бітумна гідроізоляція	10	0,22	

Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту H_g , Вт/К, розраховується як для технічного підпілля згідно п. Б.1.3 додатку Б 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	841,24
2	Зовнішній периметр підлоги	м	P	206,98
3	Характерний розмір підлоги	-	$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}$	8,13
4	Загальна товщина цокольної стіни нижче рівня ґрунту	м	w	0,56
5	Теплопровідність стін підвалу вище ґрунту	Вт/(м ² ·К)	$U_w = \frac{1}{R_{\Sigma w}}$	0,342
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	м ² ·К/Вт	R_{se}	0,043

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							24
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

	ДСТУ Б А.2.2-12			
8	Термічний опір перекриття над техпідпіллям	м²·К/Вт	$R_f = \frac{1}{U_f}$	3,107
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	0,05
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	4,2
14	Еквівалентна товщина підлоги	м	$d_g = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se})$	7,2
15	Коефіцієнт теплопередачі підлоги техпідпілля	Вт/(м²·К)	$U_g = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot B' + d_g} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_g} + 1 \right)$	0,185
16	Еквівалентний коефіцієнт теплопередачі між простором технічного підпілля та зовнішнім середовищем	Вт/(м²·К)	$U_x = \frac{2 \cdot h \cdot U_w}{B'} + 1450 \cdot \frac{\varepsilon \cdot v \cdot f_w}{B'}$	0,117
17	Коефіцієнт теплопередачі системи огорожувальних конструкцій технічного підпілля	Вт/(м²·К)	$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x}$	6,417
18	Лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла примикання конструкції підлоги по ґрунту до стіни цоколя, згідно з табл. Г.1 ДСТУ Б В.2.6-189	Вт/(м·К)	Ψ_g	0,880
19	Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через перекриття підвалу	Вт/К	$H_g = A \cdot U + P \cdot \Psi_g$	313,233

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

$$H_g = 313,233, \text{ Вт/К.}$$

5.4. Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій

Проектом передбачається заміна частини існуючих віконних конструкцій на вікна з 5-ти камерного ПВХ-профілю із варіантом скління (заповненням склопакетами) 4i-12Ar-4-12Ar-4i. Решта віконних конструкцій виконанні з ПВХ-профілів із заповненням двокамерними склопакетами, знаходяться у задовільному стані, відповідають вимогам нормативних документів та заміни не потребують.

Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій що встановлюються становить $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ згідно з протоколом № ____ сертифікаційних випробувань від _____ р., проведених атестованою випробувальною лабораторією.

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

Таблиця 5.13. Світлопрозорі конструкції

№ п/п	Тип світлопрозорих конструкцій	Кількість, од.	Площа, м²	Опір теплопередачі, $R_{\Sigma \text{сп}}$, м²·К/Вт
1	Вікна та двері балконні, вікна місць загального користування	234	482,1	0,75

5.5. Опір теплопередачі входних дверей

В будівлі наявні наступні типи входних дверних конструкцій:

- входні двері в тамбури – металеві, утеплені з приведеним опором теплопередачі - $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.
- входні тамбурні двері (з тамбуру до сходової клітини), розміщені в несучій стіні - металопластикові з приведеним опором теплопередачі - $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Вхідні двері в тамбури не є частиною огорожувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки будівлі, а відносяться до огорожувальних конструкцій некондиціонованого

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							25
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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 $R_{\Sigma np} = 0,6$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, що задовольняє вимогам п. 6.1 ДБН В.2.6-31:2016.

Існуючі вхідні двері: металеві глухі, утеплені, в задовільному стані. Опір теплопередачі вказаний у таблиці 5.14.

Таблиця 5.14. Вхідні двері будівлі

№ п/п	Тип вхідних дверей	Кількість, од.	Площа, м^2	Опір теплопередачі, $R_{\Sigma np}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
1	Вхідні тамбурні двері	6	16,38	0,6

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

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

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 5.15.

Таблиця 5.15. Показники приведенного опору теплопередачі усіх видів огорожувальних конструкцій будівлі

Вид огорожувальної конструкції	$R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	$R_{\Sigma np}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	Площа, А м^2
Зовнішні стіни	$0,8 \cdot 3,3 = 2,64$	2,94	2969,5
Суміщене покриття	6,0	6,04	841
Перекрытия над неопалювальними підвалами	$0,8 \cdot 3,75 = 3,0$	3,107	841,24
Світлопрозорі конструкції	0,75	0,75	481,93
Вхідні двері	0,6	0,6	16,38

5.7 Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки.

Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку $k_{\Sigma np}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, 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, м^2 ;

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

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							26
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$R_{\Sigma \text{ прі}}, R_{\Sigma \text{ пріw}}, R_{\Sigma \text{ асіu}}, R_{\Sigma \text{ кубіu}}, R_{\Sigma \text{ ґwu}}$ - приведений опір теплопередачі відповідно фасадів, суміщеного перекриття, перекриття над техпідпіллям, світлопрозорих огорожувальних конструкцій та входних дверей в будинок.

$$k_{\Sigma \text{ пр}} = U_{\Sigma \text{ пр}} = \zeta \left(\frac{\frac{2969,5}{2,94} + \frac{841}{6,04} + \frac{841,24}{3,11} + \frac{481,93}{0,75} + \frac{16,38}{0,6}}{5150,05} \right) = 0,41 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

$$k_{\Sigma \text{ пр}} = 0,41 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

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 $10,7^\circ\text{C}$, на внутрішній поверхні світлопрозорих огорожувальних конструкцій – не нижче ніж $6,0^\circ\text{C}$.

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні стінових огорожень не перевищує $4,0^\circ\text{C}$, покриття – не перевищує $3,0^\circ\text{C}$.

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

Приведена $t_{\text{в}}$ температура внутрішньої поверхні стіни визначається за формулою:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{вн}} - \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}}{R_{\Sigma \text{ пр}} \cdot \alpha_{\text{в}}} = 20 - \frac{20 - (-22)}{2,94 \cdot 8,7} = 18,3^\circ\text{C}$$

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

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

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

$\alpha_{\text{в1}}$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, $\text{Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$, що приймається згідно з ДСТУ Б В.2.6-189.

Коефіцієнт скління фасадів будівлі становить $m_w = 0,14$.

Оскільки коефіцієнт скління фасадів становить $0,14$ що менше ніж $0,18$ тоді температурний перепад між внутрішньою температурою огороження та температурою внутрішнього повітря становить:

Знаходимо температурний перепад за формулою:

$$\Delta T_{\text{пр}} = t_{\text{вн}} - \frac{\tau_{\text{вн}} \cdot g_{\text{Fcm}}}{F_{\text{cm}}} = 20 - \frac{18,3 \cdot 2969,5}{2969,5} = 1,7^\circ\text{C}$$

За результатами розрахунків запропонована огорожувальна конструкція задовольняє вимоги (5) по 6.1 ДБН В.2.6-31:2016, $\Delta T_{\text{пр}} = 1,7^\circ\text{C} \leq 4^\circ\text{C}$.

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

$\Delta T_{\text{пр}} \leq \Delta T_{\text{сг}}$, $1,7^\circ\text{C} \leq 4,0^\circ\text{C}$. Отже, умова виконується.

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		27

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

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

$$\Delta T_{np} = \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma np} \cdot \alpha_g} = \frac{20 - (-22)}{6,04 \cdot 8,7} = 0,84 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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 І температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

$R_{\Sigma np}$ - приведений опір теплопередачі суміщеного перекриття;

α_{b1} - 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 суміщеного перекриття становить $\Delta T_{сг} = 3,0^\circ\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$\Delta T_{np} \leq \Delta T_{сг}$, $0,84^\circ\text{C} \leq 4,0^\circ\text{C}$. Отже, умова виконується.

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

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

$$\Delta T_{np} = \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma np} \cdot \alpha_g} = \frac{20 - (-22)}{3,11 \cdot 8,7} = 1,5^\circ\text{C}$$

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 І температурної зони мінус 22°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 $\Delta T_{сг} = 2,0^\circ\text{C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$\Delta T_{np} \leq \Delta T_{сг}$, $1,5^\circ\text{C} \leq 2,0^\circ\text{C}$. Отже, умова виконується.

Перевірка умови $T_{вн} \geq T_{мін}$ (3) для температури на внутрішній поверхні $T_{мін}$ світлопрозорих огорожувальних конструкцій житлових будівель.

Згідно п.6.4.2 ДБН В.2.6-31:2016 мінімально допустиме значення температури на внутрішній поверхні $T_{мін}$ 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 коробок, імпостів та штапиків віконних і дверних блоків, а також світлопрозорих зон, включаючи зони дистанційних рамок, не менше ніж 6°C .

Температуру внутрішньої поверхні віконних блоків визначаємо за формулою:

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

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		28

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 І температурної зони мінус 22°C згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

$T_{вн} > T_{min}$, $13,0^{\circ}\text{C} > 6^{\circ}\text{C}$. Отже, умова (3) виконується згідно пункту п.6.4.2 ДБН В.2.6-31:2016.

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

$T_{вн} > T_{min}$, $13,0^{\circ}\text{C} > 10,7^{\circ}\text{C}$. Отже, умова (3) виконується відносно точки роси.

Проектне рішення зовнішніх огорожувальних конструкцій забезпечує нормативні вимоги ДБН В.2.6-31. 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 складає $19,2^{\circ}\text{C}$ ($19,2^{\circ}\text{C} < 21^{\circ}\text{C}$).

6.2 Теплостійкість приміщення в зимовий період

Приміщення в житловому будинку з чотирма зовнішніми стінами та світлопрозорими конструкціями в стінах. В приміщенні функціонує водяна система опалення з безперервним обслуговуванням. Розрахунок проводиться згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013.

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 $t_{вн}$, $^{\circ}\text{C}$	20
Температура зовнішнього повітря $t_{зов}$, $^{\circ}\text{C}$	-22
Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $\alpha_{вн}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{K})$:	
– для непрозорих огорожувальних конструкцій	8,7
– для вікон	8,0
Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції $\alpha_{зов}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{K})$:	
– 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

Зовнішні стіни знаходяться під кутом 90° по відношенню одна до одної. Конструкція зовнішніх стін складається з наступних елементів:

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		29

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_{\text{Б}} = 0,81 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$; $\delta = 0,02 \text{ м}$; $s=8,69 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$;

– кладка з силікатної цегли:

$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_{\text{Б}} = 0,87 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$; $\delta = 0,53 \text{ м}$; $s=10,9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$;

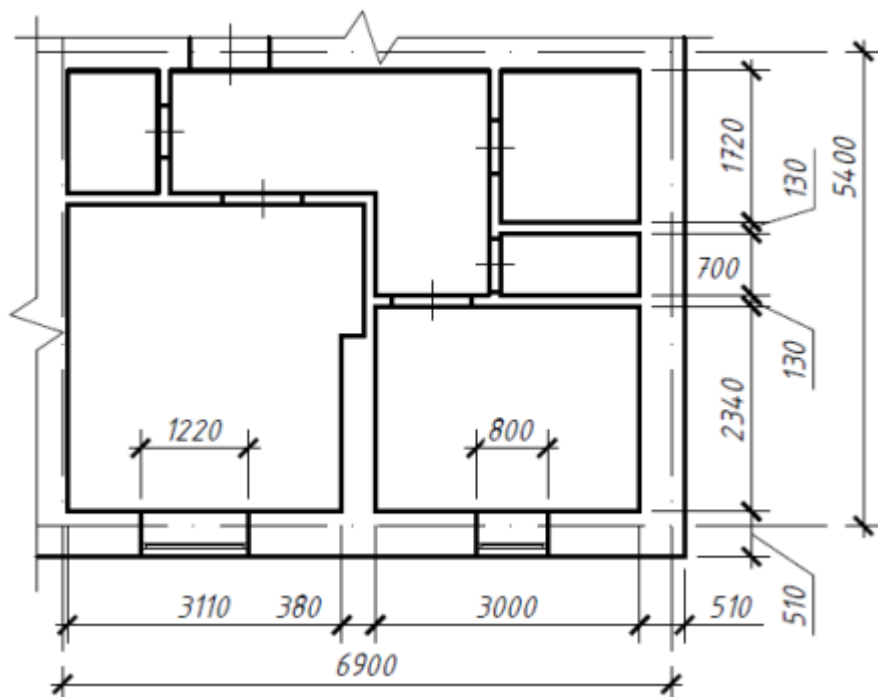
– утеплення пінополістирольним утеплювачем;

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

Геометричні характеристики приміщення наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Геометричні характеристики приміщення

Назва геометричної характеристики	Значення
Площа приміщення F , м^2	12,9
Висота приміщення h , м	2,5
Об'єм приміщення V , м^3	32,27
Площа внутрішньої поверхні непрозорих огорожувальних конструкцій $F_{\text{нп}}$, м^2	16,56
Площа внутрішньої поверхні світлопрозорих огорожувальних конструкцій $F_{\text{сп}}$, м^2	1,59



Малюнок 2. Фрагмент плану квартири першого поверху

Теплові опори шарів непрозорої огорожувальної конструкції наведені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок теплових опорів шарів непрозорої огорожувальної конструкції

Номер шару	Познака	Значення, ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт	Розрахунок
------------	---------	---	------------

1	R_1	0,025	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,81} = 0,025$
2	R_2	0,61	$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,53}{0,87} = 0,61$
3	R_3	3,66	$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,15}{0,041} = 3,66$
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

Номер шару	Познака	Значення	Розрахунок
1	D_1	0,22	$D_1 = R_1 s_1 = 0,025 \cdot 8,69 = 0,22$
2	D_2	6,65	$D_2 = R_2 s_2 = 0,61 \cdot 10,9 = 6,65$
3	D_3	1,68	$D_3 = R_3 s_3 = 3,66 \cdot 0,46 = 1,68$
4	D_4	0,32	$D_4 = R_4 s_4 = 0,037 \cdot 8,69 = 0,32$
Усієї конструкції	D	8,87	$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 8,87$

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:

$$Y_v = \frac{R_1 s_1^2 + s_2}{1 + R_1 s_2} = \frac{0,025 \cdot 8,69^2 + 10,9}{1 + 0,025 \cdot 10,9} = 10,05 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}.$$

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

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	$B_{\text{нп}}$	Вт/(м ² К)	4,66	$B_{\text{нп}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{1}{Y_{\text{в}}}} =$ $= \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{1}{10,05}} = 4,66$
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	Познака	Одиниця виміру	Значення	Розрахунок
Опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції	$R_{\Sigma \text{нп}}$	(м ² К)/Вт	4,53	$R_{\Sigma \text{нп}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_{\text{зов}}} =$ $= \frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,61 + 3,66 + 0,037 + \frac{1}{12} =$ $= 4,53$
Тепловтрати приміщення через теплоізоляційну оболонку	$Q_{\text{теп}}$	Вт	276,06	$Q_{\text{теп}} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}) \cdot \left[\sum_{j=1}^n \frac{F_j}{R_{\Sigma j \text{нп}}} + \frac{F_{\text{сп}}}{R_{\Sigma \text{сп}}} \right] =$ $= (20 - (-23)) \cdot \left[\frac{16,56}{4,53 \cdot 0,85} + \frac{1,59}{0,75} \right] = 276,06$

Тепловтрати приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції становлять:

$$Q_{\text{інф}} = 0,27 \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}) \cdot V = 0,27 \cdot 43 \cdot 32,27 = 374,65 \text{ Вт.}$$

Загальні тепловтрати приміщення становлять:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{теп}} + Q_{\text{інф}} = 276,06 + 374,65 = 650,71 \text{ Вт.}$$

Амплітуда коливань температури приміщення становить:

$$A_{t_{\text{в}}} = \frac{0,7 Q_{\text{пр}} m}{B_{\text{нп}} F_{\text{нп}} + B_{\text{сп}} F_{\text{сп}}} = \frac{0,7 \cdot 650,71 \cdot 0,1}{4,66 \cdot 16,56 + 1,23 \cdot 1,59} = 0,6 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

Амплітуда коливань температури приміщення не перевищує нормованого значення 1,5 °С і становить 0,6 °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:

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							32
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

$$G^{\kappa} \leq G_n^{\kappa},$$

G_n^{κ} - 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 $G_n^{\kappa} = 0,4$ кг/(м²·год);

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

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

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 пінополістиролу $n=1,5$; для кладки $n=0,8$; для вікон та дверей $n=0,67$;

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

$$\Delta p = (H - h_i) \cdot (\gamma_s - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_s \cdot v^2 \cdot \beta_v = 18,155 \text{ Па},$$

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

h_i - 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 _____ $v = 4,2$ 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 _____ $\beta_v = 0,4$;

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							33
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

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

$$\gamma_z = \frac{3463}{(273 + t_z)} = 13,85$$

$$\gamma_e = \frac{3463}{(273 + t_e)} = 11,82$$

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

t_{en} - 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:

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

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

– кладка з силікатної цегли:

$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_b = 0,87 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$; $\delta = 0,51 \text{ м}$;

– пінополістирольний утеплювач:

$\rho = 35 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_p = 0,041 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$; $\delta = 0,15 \text{ м}$;

– зовнішнє опорядження штукатуркою:

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

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: $G_1^{\Delta p_0} = 0,07 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{год)}$;

- кладки з силікатної цегли відповідно до таблиці 3: $G_2^{\Delta p_0} = 0,56 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{год)}$;

- пінополістирол відповідно до таблиці 3: $G_3^{\Delta p_0} = 0,127 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{год)}$.

Коефіцієнт урахування швидкості руху зовнішнього повітря залежно від висоти будівлі:

$$\Delta p = 18,155 \text{ Па.}$$

Повітропроникність при розрахунковій різниці тисків за формулою :

– повітропроникність внутрішньої штукатурки:

$$G_1^{\Delta p} = 0,07 \cdot (18,155 / 10)^{0,8} = 0,11 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

– повітропроникність кладки з кладки з силікатної цегли:

$$G_2^{\Delta p} = 0,56 \cdot (18,155 / 10)^{0,8} = 0,90 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

– повітропроникність плит пінополістиролу:

$$G_3^{\Delta p} = 0,127 \cdot (18,155 / 10)^{1,5} = 0,2 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							34
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

Масова повітропроникність конструкції з послідовним розміщенням шарів визначається за формулою:

$$G^k = \left(\frac{1}{0,11} + \frac{1}{0,9} + \frac{1}{0,2} \right)^{-1} = 0,067 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Нормативна масова повітропроникність стіни становить: $G_n^k = 0,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, масова повітропроникність стіни становить $G_k = 0,067 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

Масова повітропроникність стінової конструкції відповідає нормативним вимогам, про що свідчить виконання умови $G_k < G_n^k$.

7.2 Світлопрозорі конструкції

За даними результатів випробувань повітропроникність віконного блока 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 , P_a , розраховують питому вагу відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, γ_z та γ_v , $\text{Н}/\text{м}^3$, за формулами:

$$\gamma_z = \frac{3463}{(273 + (-23))} = 13,85, \text{ Н}/\text{м}^3; \quad \gamma_v = \frac{3463}{(273 + 20)} = 11,82, \text{ Н}/\text{м}^3.$$

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

$$\Delta p = (14,5 - 2,5) \cdot (13,85 - 11,82) + 0,03 \cdot 13,85 \cdot 4,2^2 \cdot 0,4 = 27,29, \text{ Па}.$$

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

$$\Delta p = (14,5 - 7,0) \cdot (13,85 - 11,82) + 0,03 \cdot 13,85 \cdot 4,2^2 \cdot 0,4 = 18,155, \text{ Па}.$$

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

$$G^k = G^{\Delta p} = 0,32 \cdot (27,29/10)^{0,6} = 0,58, \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

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

$$G^k = G^{\Delta p} = 0,32 \cdot (18,155/10)^{0,6} = 0,46, \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

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

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

7.3 Зовнішні двері

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

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							35
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

8. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій

Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій здійснюється згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-192 на виконання п. 6.12 ДБН В.2.6-31:2016.

8.1 Оцінка вологісного режиму зовнішніх стін

Прийнята для розрахунку конструкція стін та теплофізичні дані для розрахунку кожного шару конструкції наведено в таблиці 8.1

Таблиця 8.1. Розрахункові характеристики матеріалів у складі огорожувальної конструкції

Склад зовнішніх стін	Густина в сухому стані ρ_0 , кг/м ³	Товщина шару δ_i , мм	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації		
			Термічний опір R, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності μ_i , мг/(м·год·Па)	Опір паропроникненню Re, (м ² ·год·Па)/мг
Розчин цементно-піщаний	1800	20	0,022	0,09	0,22
Кладка силікатної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині	1800	510	0,59	0,11	4,64
Вироби зі спіненого пінополістиролу	16	150	3,75	0,05	3
Розчин цементно-піщаний	1800	15	0,016	0,09	0,17

Опір паропроникненню 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, мг/(м·год·Па).

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

Таблиця 8.2. Середньомісячні значення температури, відносної вологості, парціальних тисків насиченої водяної пари та водяної пари зовнішнього повітря для м.

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °C	-5,9	-4,9	-1,0	8,0	14,4	17,6	19,2	18,1	12,9	6,9	1,0	-3,5
Відносна	85	83	80	71	67	71	72	73	77	82	88	88
E_z , Па	372	405	562	1073	1642	2014	2227	2079	1488	995	675	456
e_z , Па	316	336	450	762	1100	1430	1603	1518	1146	816	594	401

Визначається температура та відносна вологість повітря приміщення. Для житлової будівлі згідно з ДБН В.2.6-31 відносна вологість приміщень становитиме $\phi_g = 55 \%$.

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

						13/11-20-5 ЕЕ		Арк.
								36
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

- для внутрішнього повітря: $e_B = 0,01 \cdot \varphi_B \cdot E_B = 0,01 \cdot 55 \cdot 2340 = 1287 \text{ Па}$
Значення тиску насиченої пари за нормального атмосферного тиску, яка відповідає температурі $t_B = +20^\circ\text{C}$, $E_B = 2340 \text{ Па}$;

- для зовнішнього повітря у січні: $e_3 = 0,01 \cdot \varphi_3 \cdot E_3 \text{ Па}$ (табл. 8.2).
Розраховується розподіл температур на границях шарів конструкції за формулою,

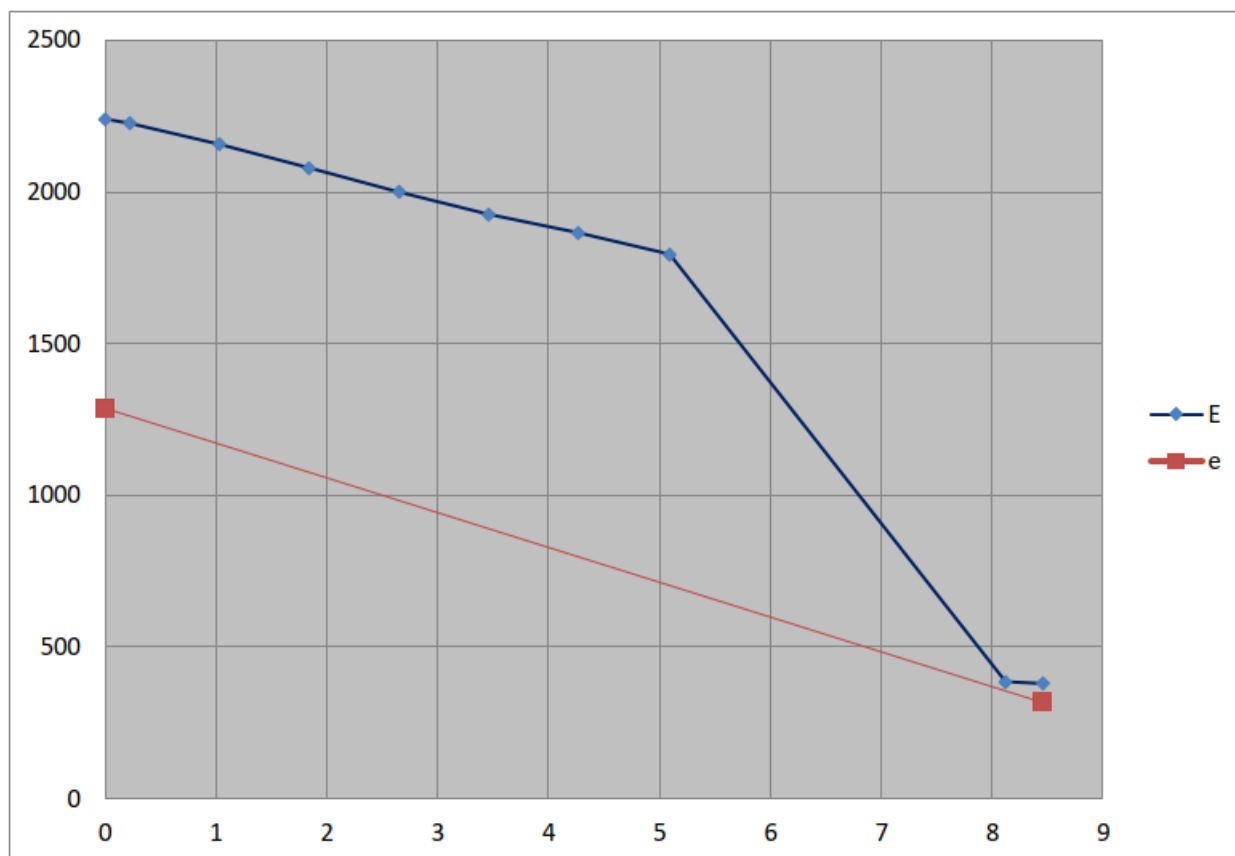
$$t(x) = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_\Sigma} \left(\frac{1}{\alpha_B} + R_X \right) \text{ (табл. 8.3).}$$

Значення парціального тиску насиченої водяної пари на границях шарів у відповідності до приведених вище розрахунків наведено у таблиці 8.3.

Таблиця 8.3. Розподіл температур та парціальних тисків на границях шарів конструкції

Місяць	I		II		III		IV		X		XI		XII	
Перетин шарів	$t(x),$ °C	$E(x),$ Па	$t(x),$ °C	$E(x),$ Па	$t(x),$ °C	$E(x),$ Па	$t(x),$ °C	$E(x),$ Па	$t(x),$ °C	$E(x),$ Па	$t(x),$ °C	$E(x),$ Па	$t(x),$ °C	$E(x),$ Па
<i>в</i>	19,3	2241	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2	19,3	2241	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-3	19,2	2227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-4	18,7	1795	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-5	-5,5	385	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
з	-5,7	379	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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



						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							38
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

- в площині між шарами 0 та 1: $E_{0-1} = 2241$ Па;
- в площині між шарами 1 та 2: $E_{1-2} = 2001$ Па;
- в площині між шарами 2 та 3: $E_{2-3} = 1103$ Па;
- в площині між шарами 3 та 4: $E_{3-4} = 572$ Па;
- в площині між шарами 4 та 5: $E_{4-5} = 552$ Па;
- в площині між шарами 5 та 6: $E_{5-6} = 547$ Па;

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

- в площині між шарами 0 та 1: $E_{0-1} = 2241$ Па $> e_{0-1} = 1104$ Па – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 1 та 2: $E_{1-2} = 2001$ Па $> e_{1-2} = 1095$ Па – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 2 та 3: $E_{2-3} = 1103$ Па $> e_{2-3} = 821$ Па – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 3 та 4: $E_{3-4} = 572$ Па $> e_{3-4} = 547$ Па – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 4 та 5: $E_{4-5} = 552$ Па $> e_{4-5} = 535$ Па – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 5 та 6: $E_{5-6} = 547$ Па $> e_{5-6} = 316$ 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.

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 8.2).

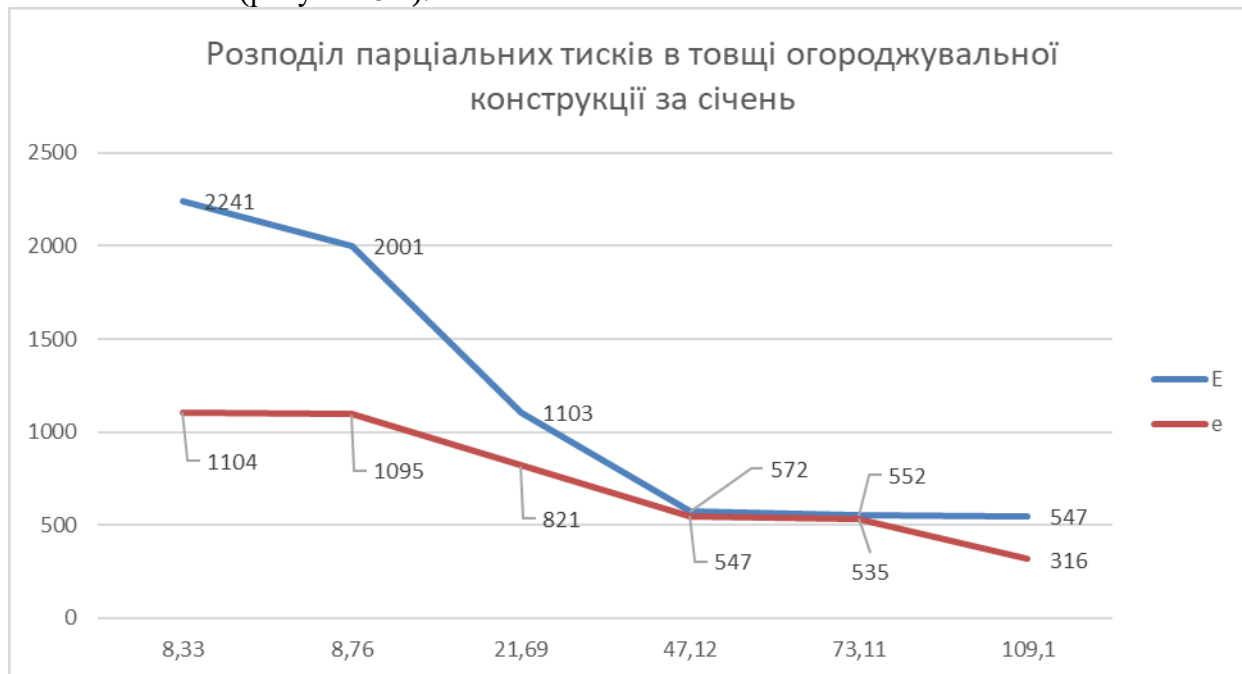


Рисунок 8.2 – Розподіл парціальних тисків в товщі огорожувальної конструкції за січень

Результати розрахунків показують, що для конструкцій покриття будівлі конденсація вологи в товщі конструкції не відбувається. Нормативні вимоги п. 6.12 ДБН В.2.6-31:2016 виконуються.

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							39
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

9. Визначення терміну ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будівлі

Строк ефективної експлуатації теплоізоляційних виробів, що використовують для теплоізоляційної заглиблених конструкцій будівлі, цокольних конструкцій складає не менше 50 років, для інших конструкцій необхідно використовувати теплоізоляційні вироби зі строком ефективної експлуатації не менше ніж 25 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: - Північ - Схід - Південь - Захід	323,4 1165,7 325,9 1154,51
2	Переkritтя над неопалювальним підвалом	841
3	Світлопрозорі конструкції орієнтовані на: - Північ - Схід - Південь - Захід	- 214 17,5 250,6
4	Вхідні двері - Північ - Схід - Південь - Захід	- - - 16,38
5	Суміщене переkritтя	841,24

Розрахунок проводиться однозонний.

Кондиціонована площа будівлі становить $A_f = 4200 \text{ м}^2$.

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.

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							40
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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

$R_{\Sigma npi}$ - 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 .

Таблиця 10.2. Характеристики теплопередачі трансмісії (для нормативних опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій)

№ п/п	Тип огорожувальної конструкції	Некондиціонований об'єм	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	Зовнішня стіна кондиціонованого об'єму, що межує з зовнішнім повітрям	-	2324,5	3,52	0,28	1	1	650,86	650,86
2	Зовнішня стіна кондиціонованого об'єму, що межує з некондиціонованим об'ємом	-	645,01	0,82	1,22	0,66	1	519,36	786,91
3	Суміщені покриття	-	841,24	6,04	0,16	1	1	143	143
4	Перекриття над неопалювальним підвалом	Технічне підпілля	841,24	3,11	0,32	-	-	313,233	313,233
5	Вікно кондиціонованого об'єму, що межує з зовнішнім повітрям	-	388,2	0,75	1,33	1	1	516,31	516,31
6	Вікно кондиціонованого об'єму, що межує з некондиціонованим об'ємом	-	93,89	0,75	1,33	0,66	1	82,27	124,65
7	Двері кондиціонованого об'єму, що межує з некондиціонованим об'ємом	Тип-7	16,38	0,6	1,667	0,51	1	13,94	27,3
	Разом							2238,97	2562,26

Загальні коефіцієнти теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища для періоду опалення $H_{tr,adj,H}$ та охолодження $H_{tr,adj,C}$ дорівнюють:

$$H_{tr,adj,H} = 2238,97 \text{ Вт/К}; \quad H_{tr,adj,C} = 2562,26 \text{ Вт/К}$$

10.3 Характеристики теплопередачі вентиляцією

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 5997,6 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

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		41

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 коефіцієнта теплопередачі вентиляцією становлять для будівлі:

- для опалювального періоду $H_{ve,adj,H} = 735,108$ Вт/К;

- для періоду охолодження $H_{ve,adj,C} = 735,108$ Вт/К.

Сумарна теплопередача вентиляцією розрахована згідно з формулами (22) та (23) ДСТУ Б А.2.2-12:2015 для кожного місяця і наведені 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 $\Phi_{int} = 5,8$ Вт/м².

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.

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		42

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

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

де $\Phi_{\text{int},mn,k}$ - 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

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

10.5.2. Світлопрозорі конструкції, що використовуються для застелення 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 $g_{gl} = 0,7 \cdot 0,9 = 0,63$.

10.5.3. 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 $\epsilon = 0,95$).

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

10.5.5. Площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними становить:

Таблиця 10.2.1 – Площа світлопрозорих конструкцій

Площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними, м ²			
Пд	Зх	Сх	Пн
17,5	250,6	214	0

10.5.6. 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			
	Пн	Пд	З	Сх
червень	0,09	0,27	0,48	0,02
липень	0,08	0,37	0,49	0,07
серпень	0,04	0,36	0,52	0,08

10.5.7. 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 (звисів 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			
	Пн	Пд	З	Сх	Пн	Пд	З	Сх
Fhor	0.95	0.56	0.77	0.77	0.93	0.97	0.75	0.99
Fov	0.88	0.96	0.9	0.9	0.89	0.66	0.88	0.81
Ffinleft	0.95	0.95	0.82	0.96	0.86	0.97	0.92	0.97

						13/11-20-5 EE		Арк.
								43
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

$F_{finright}$	0.95	0.95	0.96	0.82	0.96	0.85	0.97	0.87
F_{sh}	0.75	0.48	0.55	0.55	0.68	0.53	0.59	0.68

10.5.8 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				
Пн	Пд	Зх	Сх	Гор
323,4	325,94	1154,51	1165,7	841

10.5.9. Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів $Asol$ 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 $R_{se} = 0,043$ м²·К/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 $\Delta\theta_{er} = 11$ К згідно п. 11.5.2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

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

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

10.5.12. 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	$Asolw \cdot F_{sh}$				$Asol$					$Asol,w \cdot F_{sh} \cdot Isol$	$\Phi_r \cdot Fr$	Φ_{sol}
	Пн	Пд	Зах	Сх	Пн	Пд	Зах	Сх	Сум. пер.			
Січень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	3345	1373	1972
Лютий	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	6216	1373	4843
Березень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	10902	1373	9529
Квітень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	14014	1373	12641
Травень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	18120	1373	16747
Червень	6,369	0,000	89,371	78,118	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	20069	1373	18696
Липень	6,369	0,000	89,371	77,883	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	19179	1373	17806
Серпень	6,382	0,000	89,188	77,883	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	16744	1373	15371
Вересень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	11894	1373	10521
Жовтень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	6436	1373	5063
Листопад	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	2788	1373	1415
Грудень	6,395	0,000	91,569	78,196	2,3	2,1	6,849	8,2	2,7	2231	1373	858

Таблиця 10.4 – Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонадходжень

Місяць року	Параметр								
	$\theta_e, ^\circ\text{C}$	$t, \text{год}$	$Isol_{Пн}$ Вт/м ²	$Isol_{Пд}$ Вт/м ²	$Isol_{3x}$ Вт/м ²	$Isol_{Cx}$ Вт/м ²	$Isol_{гор}$ Вт/м ²	Q_{sol} кВт·год	Q_{int} кВт·год

						13/11-20-5 EE				Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата					44

Січень	-5,9	744	12	40	18	18	27	1467	12083
Лютий	-4,9	672	22	64	34	33	54	3254	10913
Березень	-0,1	744	34	94	61	57	102	7090	12083
Квітень	8,0	720	39	94	75	78	148	9101	11693
Травень	14,4	744	53	100	96	102	203	12460	12083
Червень	17,6	720	68	100	110	111	230	13461	11693
Липень	19,2	744	61	99	104	108	217	13248	12083
Серпень	18,1	744	43	107	91	95	184	11436	12083
Вересень	12,9	720	29	96	64	66	123	7575	11693
Жовтень	6,9	744	18	69	34	36	65	3767	12083
Листопад	1,0	720	10	34	15	15	27	1019	11693
Грудень	-3,5	744	8	27	12	12	18	638	12083

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 $C = 80 \text{ Вт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Будівля є важкою, внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить $C = 80 \text{ Вт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Внутрішня теплоємність будівлі становить:

$$C_m = 80 \cdot 4200,0 = 336000,0 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{К}.$$

Часова константа будівлі для режиму опалення становить:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{336000,0}{2238,97 + 735,11} = 113 \text{ год}.$$

Часова константа будівлі для режиму опалення та охолодження становить:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{336000,0}{2562,26 + 735,11} = 101,9 \text{ год}.$$

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		45

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\eta_{H,gn}$, розрахований для кожного місяця згідно з формулами (46)-(49) ДСТУ Б А.2.2-12:2015 на підставі співвідношення надходжень і втрат теплоти H і числового параметра γ_H , наведений у таблиці 10.5. Безрозмірний числовий параметр a_H становить:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 1 + \frac{113}{15} = 8,5.$$

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для охолодження $\eta_{C,ls}$, розрахований для кожного місяця згідно з формулами (46)-(49) ДСТУ Б А.2.2-12:2015 на підставі співвідношення надходжень і втрат теплоти H і числового параметра γ_H , наведений у таблиці 10.6. Безрозмірний числовий параметр a_H визначається за формулою і становить:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 1 + \frac{101,9}{15} = 7,8.$$

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 $\theta_{int,H,set} = 20^\circ\text{C}$.

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

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 i -го місяця, Вт·год,;

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

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		46

Таблиця 10.5 – Розрахунок енергопотребы для опалення

Місяць	Qtr,H, кВт*год	Qve,H, кВт*год	QH,ht,к Вт*год	Qint,кВ т*год	Qsol, НкВт*год	QH,gn,к Вт*год	γ_H	$\eta_{H,gn}$	QH,nd, кВт*год
Січень	43147	14165	57312	12083	1467	13550	0,236	1,000	43763
Лютий	37467	12300	49767	10913	3254	14168	0,285	1,000	35600
Березень	33485	10993	44478	12083	7090	19172	0,431	1,000	25306
Квітень	19346	6351	25697	11693	9101	20794	0,809	0,964	5652
Травень	9329	3063	12392	12083	12460	24542	1,981	0,504	0
Червень	3869	1270	5139	11693	13461	25154	4,894	0,204	0
Липень	1333	438	1770	12083	13248	25330	14,309	0,070	0
Серпень	3165	1039	4204	12083	11436	23518	5,594	0,179	0
Вересень	11446	3758	15204	11693	7575	19268	1,267	0,765	464
Жовтень	21823	7165	28988	12083	3767	15850	0,547	0,997	13186
Листопад	30631	10056	40688	11693	1019	12712	0,312	1,000	27976
Грудень	39149	12853	52002	12083	638	12721	0,245	1,000	39281
Разом									191 228

Таблиця 10.6 – Розрахунок енергопотребы для охолодження

Місяць	Qtr,C, кВт*год	Qve,C, кВт*год	QC,ht, кВт*год	Qint,кВТ *год	Qsol, СкВт*год	QC,gn,к Вт*год	γ_C	$\eta_{C,ls}$	QC,nd,кВ т*год
Січень	53143	14165	67308	12083	1486	13569	0,20	0,202	0
Лютий	46495	12300	58796	10913	3286	14200	0,24	0,242	0
Березень	43480	10993	54473	12083	7151	19233	0,35	0,353	0
Квітень	29019	6351	35370	11693	9179	20872	0,59	0,587	0
Травень	19325	3063	22387	12083	12562	24645	1,10	0,933	3758
Червень	13542	1270	14813	11693	13568	25261	1,705	0,996	10508
Липень	11328	1748	13076	12083	13356	25438	1,945	0,998	12389
Серпень	13161	1039	14200	12083	11533	23616	1,663	0,995	9487
Вересень	21119	3758	24877	11693	7642	19335	0,77	0,755	553
Жовтень	31819	7165	38984	12083	3806	15888	0,40	0,408	0
Листопад	40304	10056	50361	11693	1035	12728	0,25	0,253	0
Грудень	49144	12853	61997	12083	651	12734	0,20	0,205	0
Разом									36 695

10.9 Енергопотребы для гарячого водопостачання

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

Тоді $Q_{DHW,nd} = 20 \cdot 4200 = 84000,0$ кВтгод.

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,

$$EP = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A_f = (191\,228 + 36\,695 + 84000,0) / 4200,0 =$$

						13/11-20-5 ЕЕ			Арк.
									47
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата				

$$= 311\,923/4200,0 = 74,3 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2.$$

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

$$100(EP - EP_{\max}) / EP_{\max} = 100(74,3 - 83) / 83 = -10,4 \, \%$$

Згідно таблиці 2 ДБН В.2.6-31:2016 клас енергоефективності будівлі становить «С», що відповідає нормативним вимогам.

10.11. Енергоспоживання при опаленні

Джерело опалення – система централізованого опалення. Система опалення однотрубна. 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 розподілення

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.

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

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							48
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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

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

θ_i - температура навколишнього середовища, °С;

L - довжина трубопроводу, м;

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

$t_{op,an,i}$ - години опалення упродовж i -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:

$L_V = 711,85$ м;

$L_S = 885,5$ м;

$L_A = 326,6$ 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: $\Psi_{LV} = 0,4$ Вт/(м·К), $\Psi_{LA} = 3$ Вт/(м·К), $\Psi_{LS} = 2$ Вт/(м·К).

Середня температура теплоносія становить $\theta_m = 56,66$ °С (температурний графік 95/70). Температура навколишнього середовища становить: для кондиціонованого об'єму $\theta = 20$ °С.

Середня температура теплоносія в зоні упродовж i -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 неутилізованих тепловтрат підсистем розподілення здійснюється за методикою відповідно до 15.5.3 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Неутилізаційні тепловтрати - тепловтрати трубопроводів (типу L_V). Розрахунок неутілізаційних 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.

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							49
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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

де $Q_{H,dis,ls,rbl,i}$ - утилізаційні тепловтрати в опалювальних об'єктах, 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.

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

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

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

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

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

$Q_{H,dis,ls,nrnd,i}$ - 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	43763	4070	47833	64610	2692	67302
Лютий	35600	3311	38910	53650	2235	55886
Березень	25306	2353	27659	41688	1737	43425
Квітень	5652	526	6177	11627	484	12111
Травень	0	-	-	-	-	-
Червень	0	-	-	-	-	-
Липень	0	-	-	-	-	-
Серпень	0	-	-	-	-	-
Вересень	464	43	508	508	21	529
Жовтень	13186	1226	14412	21514	896	22411
Листопад	27976	2602	30577	43267	1803	45070

						13/11-20-5 ЕЕ		Арк.
								50
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

Грудень	39281	3653	42934	58337	2431	60767
Всього за рік	191 228	17784	209011	295201	12300	307501

Таблиця 10.6.2

Значення енергетичних потоків в підсистемі розподілення

Місяць року	Параметр						
	$Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,nrbl}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rbl}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rvd}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,nrvd}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in}$, кВт·год
Січень	47833	16777	8898	78797	70918	16777	64610
Лютий	38910	14740	7845	68948	62053	14740	53650
Березень	27659	14029	7626	64023	57621	14029	41688
Квітень	6177	5449	2768	20255	17574	5449	11627
Травень	-	-	-	-	-	-	-
Червень	-	-	-	-	-	-	-
Липень	-	-	-	-	-	-	-
Серпень	-	-	-	-	-	-	-
Вересень	508	-	-	-			508
Жовтень	14412	7102	4018	30026	26942	7102	21514
Листопад	30577	12690	6970	57192	51472	12690	43267
Грудень	42934	15403	8262	71410	64269	15403	58337
Разом	209011	86190	46388	3900651	350848	86190	295201

10.12. Енергоспоживання при охолодженні

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

$$Q_{C,gen,out} = \left(\frac{Q_{C,dis,in}}{\eta_{C,ac}} \right) = \frac{36695}{0.93} = 39457 \text{ кВт·год.}$$

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування розраховуються за формулою:

$$Q_{C,gen,Is} = \left(\frac{Q_{C,gen,out}(1-\eta_{c,gen})}{\eta_{c,gen}} \right) = \frac{39457(1-2,4)}{2,4} = -23017 \text{ кВт·год.}$$

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							51
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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:

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,Is} + Q_{C,gen,out} = -23017 + 39457 = 16440 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

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

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:

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

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:

$$L_{w1} = 338,1 \text{ м.}, L_{w2} = 358,8 \text{ м.}, L_{w3} = 207 \text{ м.}$$

$\Psi_{wLv} = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, $\Psi_{wLs} = 2 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, $\Psi_{wLa} = 1 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ - 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:

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

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.

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							52
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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	10553	794	11347
Лютий	10310	776	11086
Березень	10553	794	11347
Квітень	10472	788	11260
Травень	10511	791	11302
Червень	10431	785	11216
Липень	10511	791	11302
Серпень	10511	791	11302
Вересень	10431	785	11216
Жовтень	10553	794	11347
Листопад	10472	788	11260
Грудень	10553	794	11347
Разом	125860	9473	135333

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:

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

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

t_v – час роботи системи вентиляції, год.

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

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

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

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

Значення кондиціонованого об'єму призначеного для вентиляції – 5997,6 м³/год. Частина повітря видаляється за допомогою природної вентиляції (через вентиляційні канали), частина завдяки інфільтрації. Об'єм повітря для рекупераційних вентиляційних установок складає – 5000 м³/год. Це 83% від кондиціонованого об'єму призначеного для вентиляції.

Кількість повітря в системі механічної вентиляції складає 5800 м³/год.

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

Загальна потужність складає: $P_{el} = 2,25 \cdot 5800 / 3600 = 3,625$, кВт.

Енергоспоживання установками становитиме:

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							53
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

$$Q_{v.sys.fan} = 3,625 \cdot 8760 = 31755 \text{ кВт год};$$

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 – питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м²;

$F_C = 1$ – постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання навантаження встановленого освітлення при функціонуєму 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;

$A_f = 4200 \text{ м}^2$ – кондиціонована площа будівлі.

Отже: $W_L = 34650 \text{ кВт·год}$.

Значення W_P розраховують за формулою:

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

де: $P_{вт} = 1 \text{ кВт год/м}^2$ – загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, приймають згідно з таблицею 36 ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015;

$P_{рс} = 5 \text{ кВт год/м}^2$ – 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: $W_P = 25200 \text{ кВт·год}$.

Звідки річний обсяг енергоспоживання при освітленні становитиме:

$$W = 34650 + 25200 = 59850 \text{ кВт·год}; \quad EPW_{use} = 59850/4200 = 14,25 \text{ кВт·год/м}^2$$

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

Визначення класу енергетичної ефективності будівлі за питомим енергоспоживанням

Відповідно до Наказу N 260, від 27.10.2020: «При реконструкції, капітальному ремонті будівель в цілому або їх відокремлених частин мінімальною вимогою є виконання умови:

$$EP_{use} \leq 1,2 \times EP_p$$

де: EP_{use} - загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, кВтгод/м², що розраховується за Методикою визначення енергетичної ефективності будівель;

EP_p - граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель, кВтгод/м², (кВтгод/м³), що наведене у додатку до цих Мінімальних вимог.

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		54

Граничне значення питомого енергоспоживання житлових будівель від 4 до 9 поверхів при опаленні та охолодженні, EP_p , кВт·год/м², для І-ї температурної зони України становить 85 кВт·год/м². Перевіримо цей показник.

Розрахунки виконуємо у відповідності до ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Визначаємо питоме енергоспоживання при опаленні та охолодженні:

$$EP_H \text{ use} = Q_{H, \text{ use}} / Af = 307501/4200 = 73,2 \text{ кВт·год/м}^2$$

$$EP_C \text{ use} = Q_{C, \text{ use}} / Af = 16440/4200 = 3,91 \text{ кВт·год/м}^2$$

$$EP_{\text{use}} = EP_H \text{ use} + EP_C \text{ use} = 73,2 + 3,91 = 77,1 \text{ кВт·год/м}^2$$

Відповідно до вимог Наказу N 260, від 27.10.2020 «Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель», визначаємо клас енергоефективності будівлі. Враховуючи умову $EP_{\text{use}} \leq 1,2 \times EP_p$, маємо значення

$$EP_{p\max} = 85 \cdot 1,2 = 102 \text{ кВт·год/м}^2$$

$$\Delta EP = 100(EP_{\text{use}} - EP_p) / EP_p = 100(77,1 - 85)/85 = -7,9 \%$$

Згідно таблиці 1 Наказу N 260, від 27.10.2020 клас енергоефективності будівлі становить «С», що відповідає нормативним вимогам.

Таблиця 10.7.1 - Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць)	30.01.2020
Адреса будівлі	
Розробник проекту	ТОВ «ЕСКО ЕНЕРГО ПРОЕКТ»
Адреса і телефон розробника	м.Чернігів, вул.Коцюбинського, 49а, (0462) 61-31-20
Шифр проекту будівлі	
Рік будівництва	1998

Таблиця 10.7.2 - Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця виміру	Величина
1	2	3	4
Розрахункова температура внутрішнього повітря для опалення	$\theta_{\text{int},s,H}$	°C	20
Розрахункова температура внутрішнього повітря для охолодження	$\theta_{\text{int},s,C}$	°C	26
Усереднена за часом витрата повітря на вентиляцію	$q_{\text{ve},mn}$	м ³ /год	
- в кондиціонованому об'ємі			
- між кондиціонованим та некондиціонованими об'ємами			5997,6
- між некондиціонованим об'ємом та зовнішнім середовищем			
Усереднений за часом тепловий потік внутрішніх джерел	$\Phi_{\text{int},mn}$	Вт/м ²	5,8
- в кондиціонованому об'ємі			
- в некондиціонованому об'ємі			-
Внутрішня теплоємність будівлі	C	Вт·год/(м ² ·K)	80
Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку			
Призначення	Житлова будівля		
Основні конструктивні рішення огорожень	Кладка з силікатної цегли, з/б плити перекриття підвалу та суміщеного перекриття		

Таблиця 10.7.3 – Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							55
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

Показники	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне (виміряне) значення показника
Геометричні показники				
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$A_{\Sigma}, \text{м}^2$		5150,06	
В тому числі: - зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_i, \text{м}^2$		2324,5	
- стін кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом	$A_{iu}, \text{м}^2$		645,01	
- стін некондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_{ue}, \text{м}^2$		52,1	
- вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_{wi}, \text{м}^2$		388,2	
вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом	$A_{wiu}, \text{м}^2$		93,89	
- покриття	$A_{cci}, \text{м}^2$		841,24	
- zenітні ліхтарі	$A_{fi}, \text{м}^2$		-	
- підлоги по техпідпіллю	$A_{gfi}, \text{м}^2$		841,24	
- зовнішніх дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом	$A_{fdie}, \text{м}^2$		16,38	
- зовнішніх дверей некондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_{fdue}, \text{м}^2$		16,38	
Кондиціонована (опалювальна) площа	$A_f, \text{м}^2$		4200,00	
Кондиціонований (опалюваний) об'єм	$V, \text{м}^3$		12400,00	
Об'єм призначений для вентиляції	$V_{ve}, \text{м}^3$		5997,6	
Коефіцієнт скління фасадів будинку	m_w		0,14	
Показник компактності будинку	$\Lambda_{bci}, \text{м}^{-1}$		0,44	
Теплотехнічні та енергетичні показники				
Теплотехнічні показники				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій:	$R_{\Sigma пр}, \text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$			

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							56
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

В тому числі: - зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma \text{пр } i}$	3,3	3,45	
- стін кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом	$R_{\Sigma \text{пр } u}$	3,3	0,78	
- вікон і балконних дверей, світлопрозорих фасадів кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma \text{пр } wi}$	0,75	0,75	
- покриття	$R_{\Sigma \text{пр } cci}$	6,0	6,04	
- підлоги по техпідпіллю	$R_{\Sigma \text{пр } c}$	3,75 (3,75*0,8=2,96)	3,1	
- зовнішніх дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma \text{пр } fdi}$	0,6	0,6	
Енергетичні показники				
Енергопотреба для опалення	$Q_{H,nd}$, кВт·год		191228	
Енергопотреба для охолодження	$Q_{C,nd}$, кВт·год		36695	
Енергопотреба для гарячого водопостачання	$Q_{DHW,nd}$, кВт·год		84000,0	
Розрахункова (фактична) питома енергопотреба	EP_{max} , кВт·год/м ²	85	74,3	
Клас енергетичної ефективності	-		C	
Термін ефективної експлуатації тепло- ізоляційної оболонки та її елементів	рік		25	
Відповідність проекту будинку нормативним вимогам	-		ТАК	
Необхідність доопрацювання проекту будинку	-		НІ	

Таблиця 10.7.4 - Характеристики інженерних систем

Опалення	
Тип системи	Однотрубна
Енергоносії	Вода
Джерело опалення	Централізоване тепlopостачання
Виробнича система	Індивідуальний тепловий пункт
Розподіл	Трубний
Генерація	Районна котельня
Охолодження	
Тип вентилятора	-
Система охолодження	-
Система управління	-
Охолоджувальні машини	-

						13/11-20-5 ЕЕ	Арк.
							57
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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

						13/11-20-5 EE	Арк.
							58
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 теплопостачання	Централізоване холодопостачання	Деревина	Електроенергія	Відновлювані *
Опалення	Енергопотреба для опалення	191228								
	Енергопотреба для центрального попереднього підігріву вентиляційного повітря									
	Енергоспоживання при опаленні		0	0	0	307501	0	0	0	0
	Енергоспоживання при центральному попередньому підігріві									
	Додаткове енергоспоживання при опаленні							0		
	Додаткове енергоспоживання при центральному попередньому підігріві									
	Загальне енергоспоживання при опаленні	0	0	0	0	307501	0	0	0	0
Охолодження	Енергопотреба для охолодження (в т.ч. осушення повітря)	36695								
	Енергопотреба для центрального попереднього охолодження									
	Енергоспоживання при охолодженні (в т.ч. осушення повітря)							16440		
	Енергоспоживання при центральному попередньому охолодженні (в т.ч. осушення повітря при попередньому охолодженні)									
	Додаткове енергоспоживання при охолодженні							1035		
	Додаткове енергоспоживання при центральному попередньому									
	Загальне енергоспоживання при охолодженні	0	0	0	0	0	0	0	17475	0
Вентиляція	Енергопотреба для зволоження вентиляційного повітря									
	Енергоспоживання вентиляторів, блоків управління та рекуператорів теплоти							31755		
	Загалом енергоспоживання при вентиляції (в т.ч. зволоження повітря)	0	0	0	0	0	0	0	31755	0
ГВП	Енергопотреба ГВП	84000								
	Енергоспоживання ГВП		0	0	0	135333	0	0	0	0
	Додаткове енергоспоживання ГВП							0		
	Загальне енергоспоживання ГВП	0	0	0	0	135333	0	0	0	0
Освітлення	Енергоспоживання при освітленні							59850		
Інші послуги	Енергоспоживання іншими									
Загалом		0	0	0	0	442834	0	0	109080	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

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

Додаток 1

Визначення лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі здійснено на підставі розрахунків двовірних та тривірних температурних полів відповідно. Методика розрахунків згідно з ДСТУ ISO 10211-1, ДСТУ ISO 10211-2. Інформація надана для ознайомлення. Дані для розрахунків необхідно використовувати виключно з нормативної документації, а саме ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

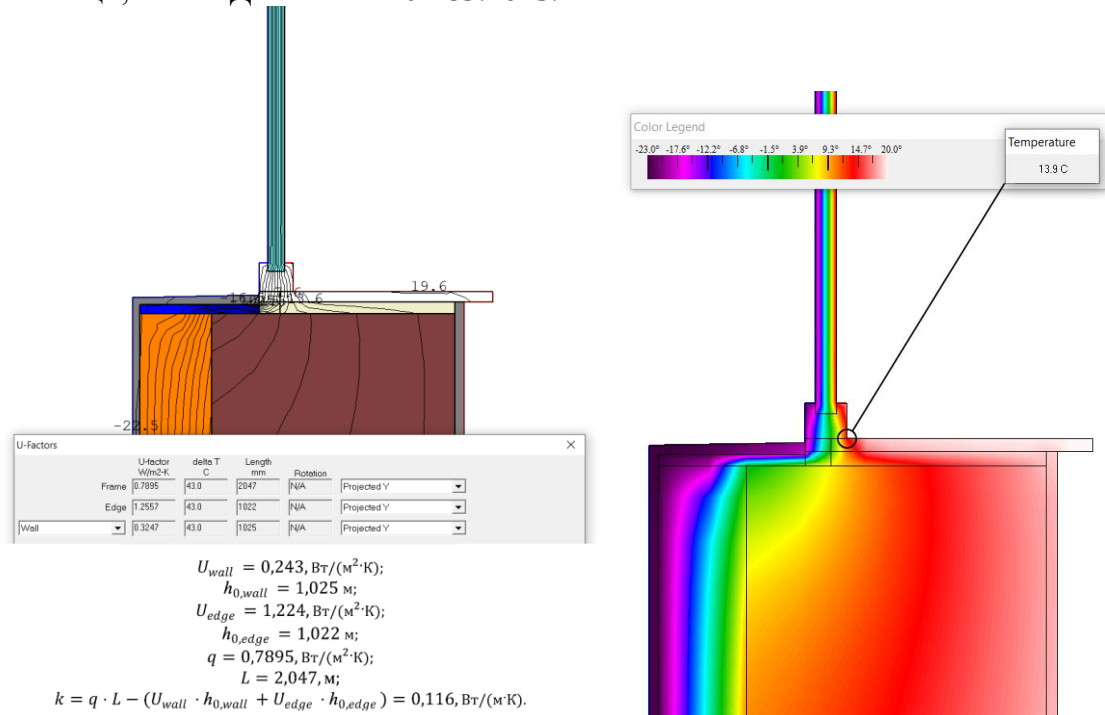


Рисунок А.1. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні підвіконня

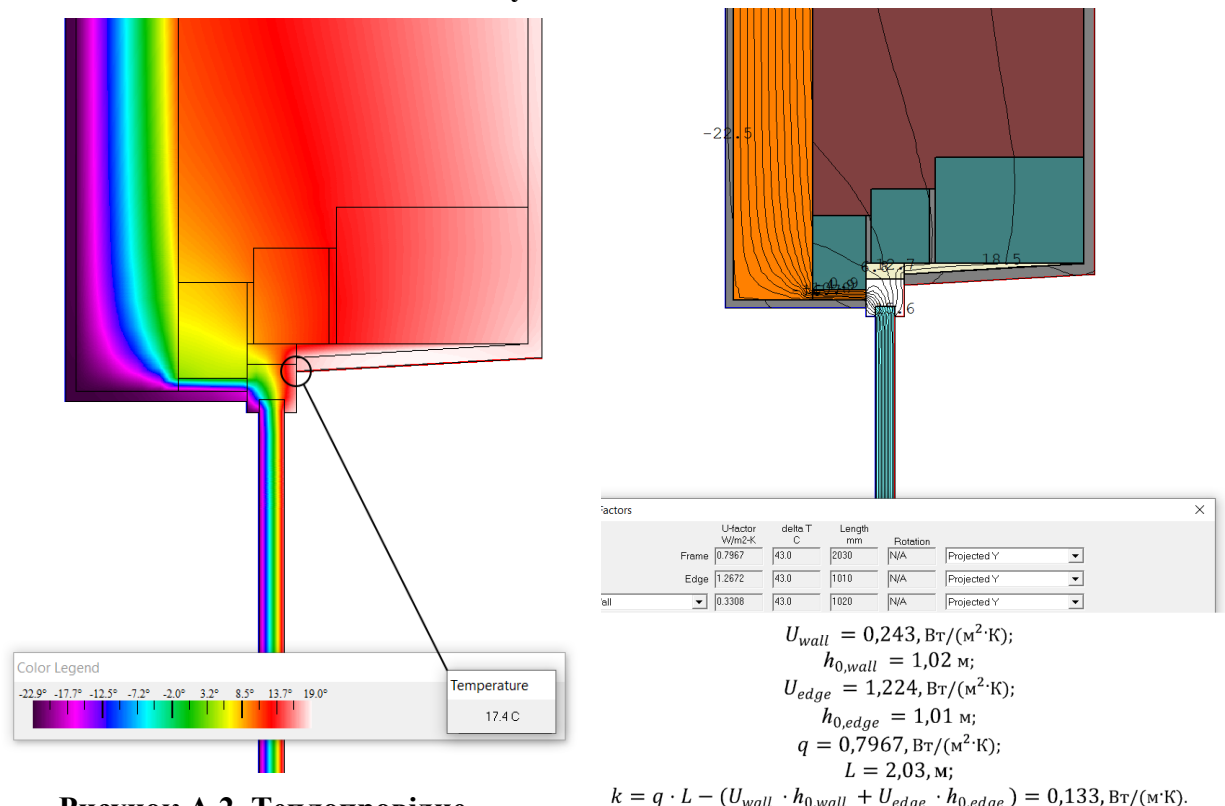
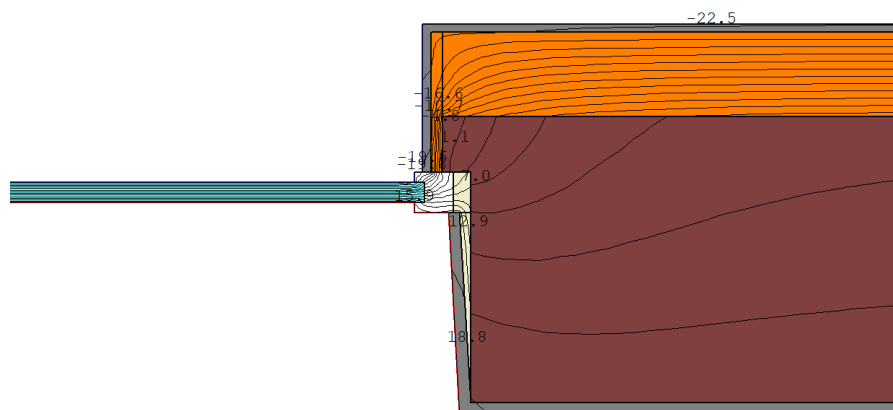


Рисунок А.2. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні перемички



U-Factors					
	U-factor W/m ² ·K	delta T C	Length mm	Rotation	
Frame	0.7775	43.0	2030	N/A	Projected X
Edge	1.2598	43.0	1010	N/A	Projected X
Frame	0.2999	43.0	1020	N/A	Projected X

$$\begin{aligned}
 U_{wall} &= 0,243, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \\
 h_{0,wall} &= 1,02 \text{ м}; \\
 U_{edge} &= 1,224, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \\
 h_{0,edge} &= 1,01 \text{ м}; \\
 q &= 0,7775, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \\
 L &= 2,03 \text{ м}; \\
 k &= q \cdot L - (U_{wall} \cdot h_{0,wall} + U_{edge} \cdot h_{0,edge}) = 0,094, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).
 \end{aligned}$$

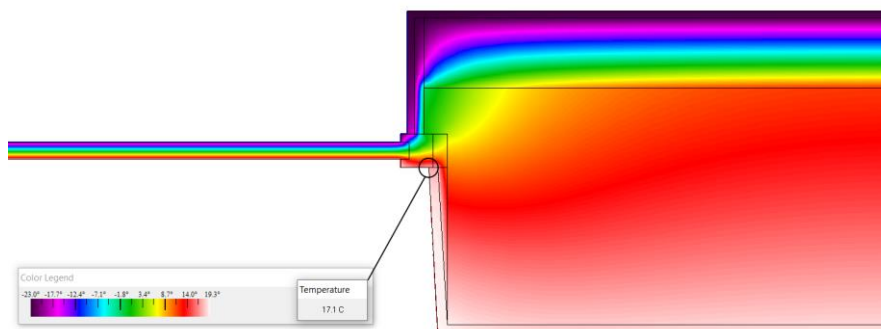


Рисунок А.3. Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні рядового примикання

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

Таблиця А.1. Теплопровідні включення зовнішніх стін, що межують із зовнішнім повітрям, що відносяться до конструктивних особливостей будівлі

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, L, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ, Вт/К
Примикання зовнішніх стін до міжповерхового перекриття	491,52	—	0,059	—
Примикання зовнішніх стін до міжповерхової плити відкритого балкону	3,25	—	0,547	—
Примикання зовнішніх стін до міжповерхової плити відкритого балкону	13	—	0,223	—
Примикання зовнішніх стін до нижньої плити відкритого балкону	3,25	—	0,346	—
Кутове сполучення зовнішніх стін	55,2	—	0,192	—
Примикання зовнішніх стін до суміщеного покриття	128,21	—	0,394	—
Примикання зовнішніх стін до перекриття неопалювального підвалу	105,4	—	0,202	—
Примикання зовнішніх стін до верхньої плити заасфальтованого балкону	16,25	—	0,517	—
Примикання зовнішніх стін до міжповерхової плити заасфальтованого балкону	17,82	—	0,373	—

Примикання зовнішніх стін до нижньої плити заасклоного балк	65	—	0,064	—
Примикання зовнішніх стін до огороження заасклоного балкону	138	—	0,275	—
Примикання зовнішніх стін до верхньої плити заасклоної лоджії	58,41	—	0,337	—
Примикання зовнішніх стін до нижньої плити заасклоної лоджії	58,41	—	0,719	—
Примикання зовнішніх стін до плити навісної конструкції над зовнішнім тамбуром	23,4	—	0,215	—
Примикання зовнішніх стін до огороження зовнішнього тамбуру	27,96	—	0,188	—

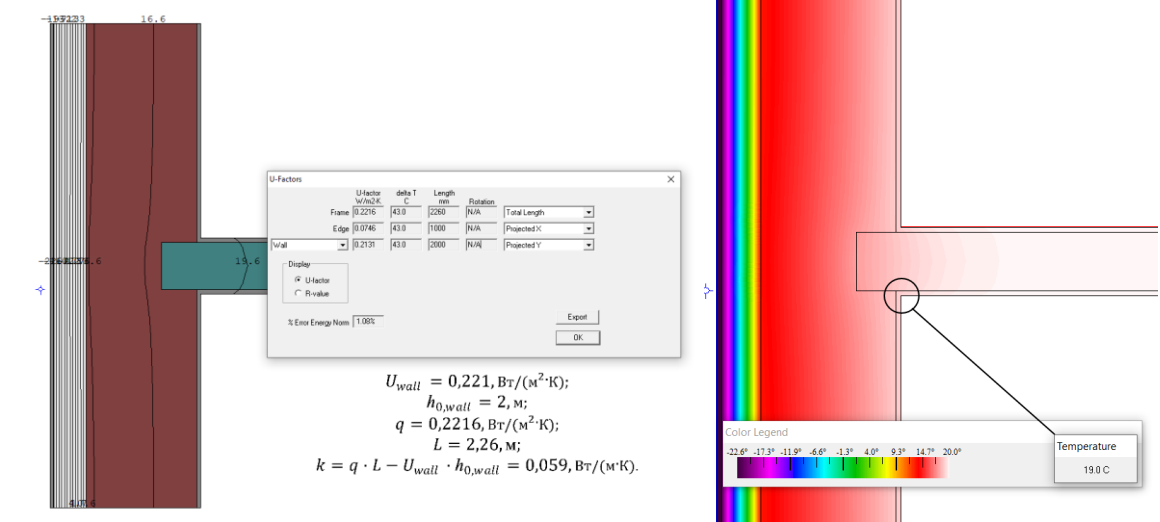


Рисунок А.4. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін до міжповерхового перекриття

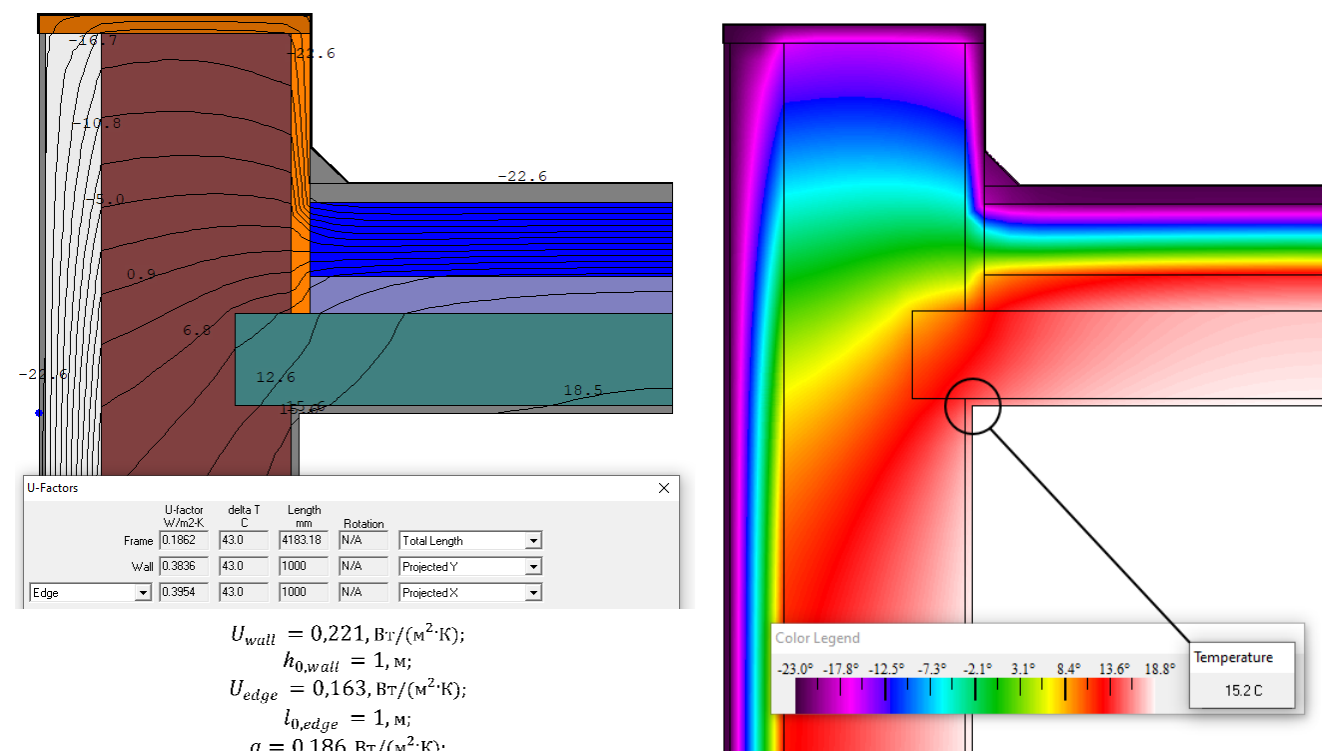


Рисунок А.5. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін до суміщеного покриття

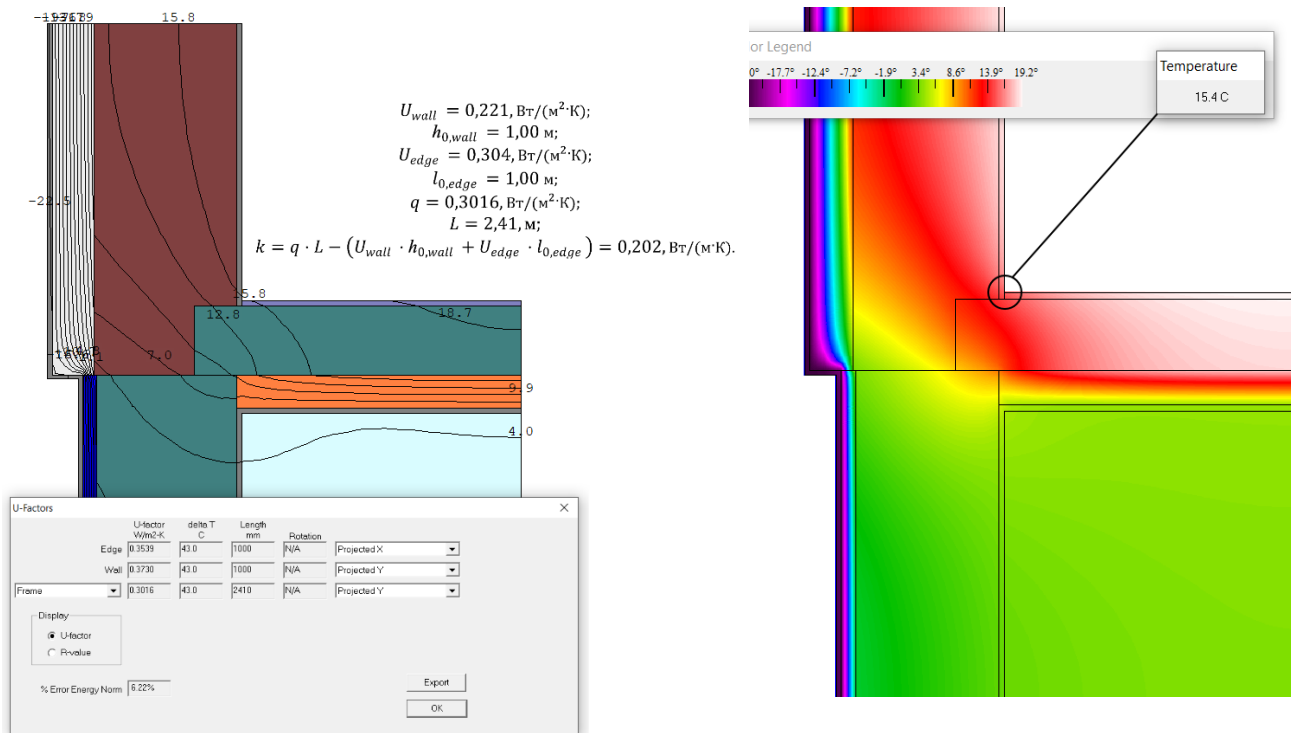


Рисунок А.6. Теплопроводные включения примыкания zewnętrzных стін до перекрыття неопалювального підвалу

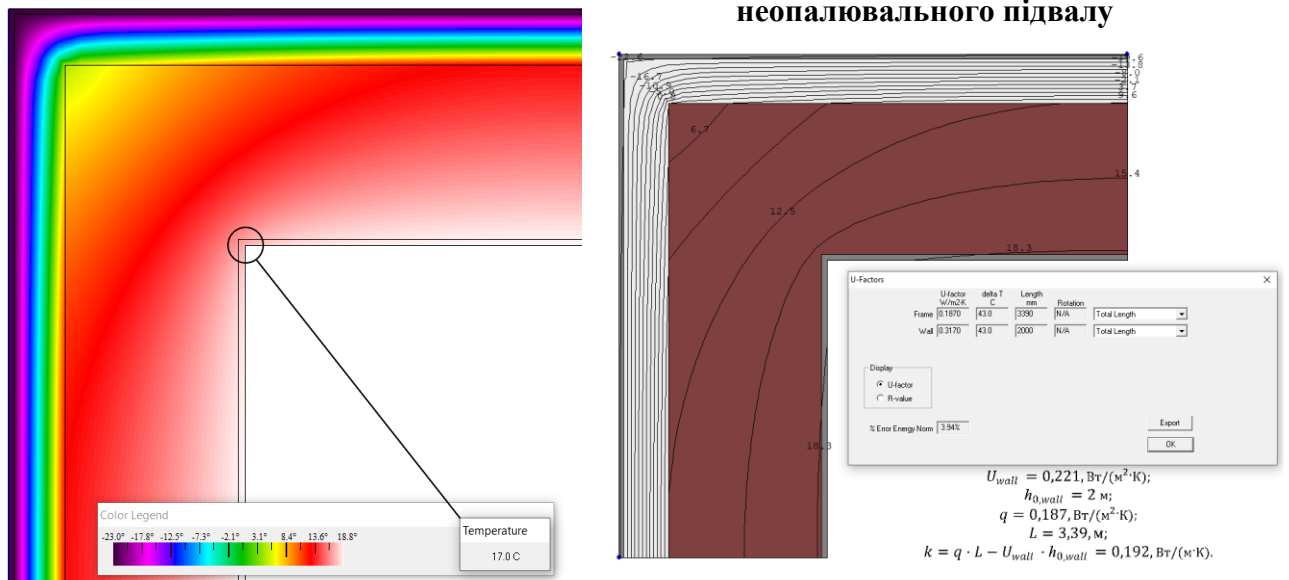
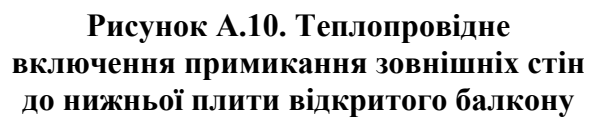
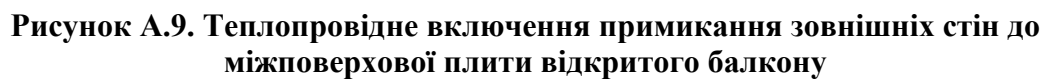
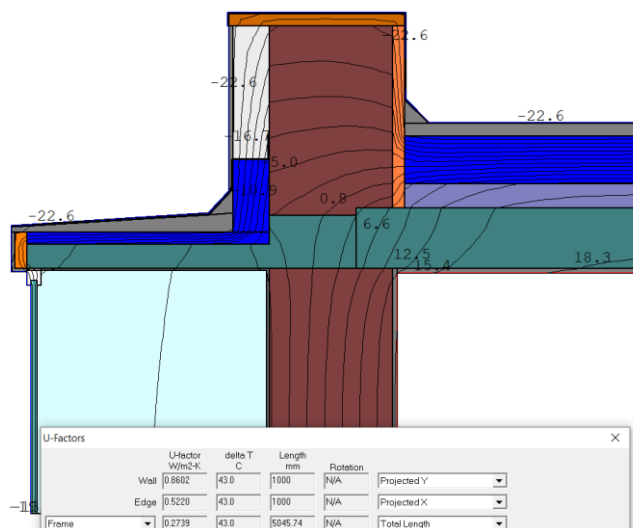


Рисунок А.7. Теплопроводные включения углового сполучення зовнєшніх стін





$$U_{wall} = 0,702, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$h_{0,wall} = 1,00 \text{ м};$$

$$U_{edge} = 0,163, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

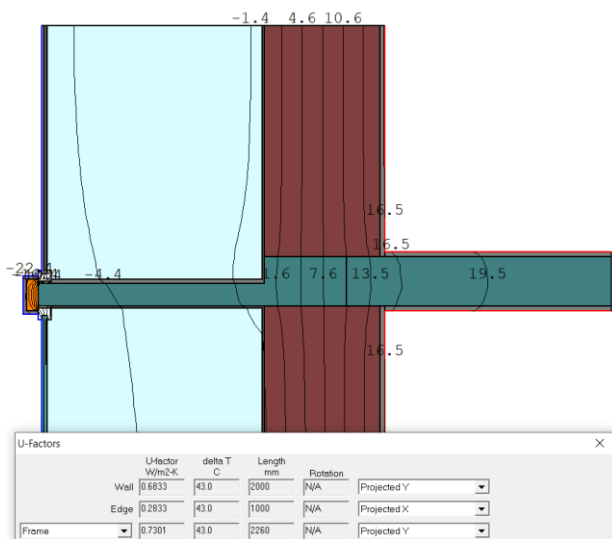
$$l_{0,edge} = 1,00 \text{ м};$$

$$q = 0,2739, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$L = 5,046, \text{м};$$

$$k = q \cdot L - (U_{wall} \cdot h_{0,wall} + U_{edge} \cdot l_{0,edge}) = 0,517, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

Рисунок А.11 Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін до верхньої плити заскленого балкону



$$U_{wall} = 0,702, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$h_{0,wall} = 2,26 \text{ м};$$

$$q = 0,7301, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$L = 2,26, \text{м};$$

$$k = q \cdot L - U_{wall} \cdot h_{0,wall} = 0,064, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

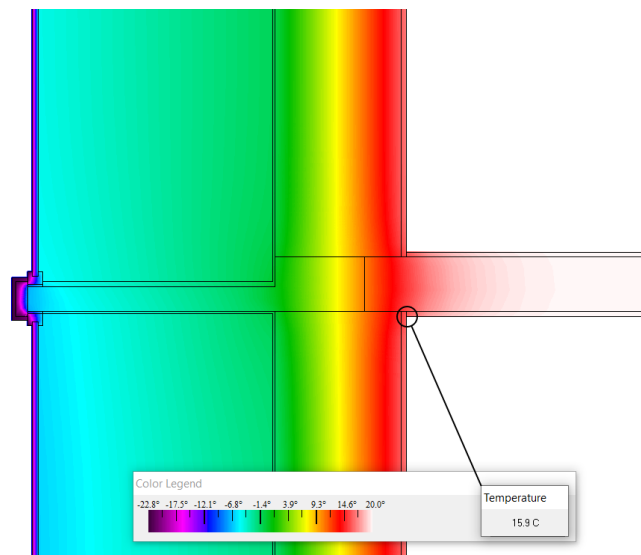
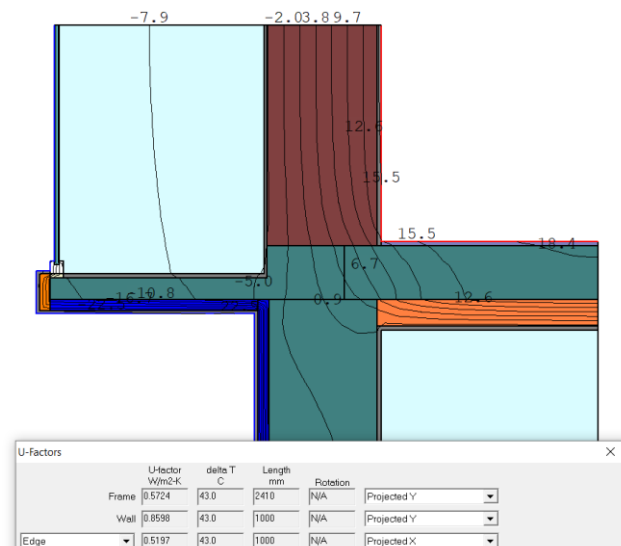
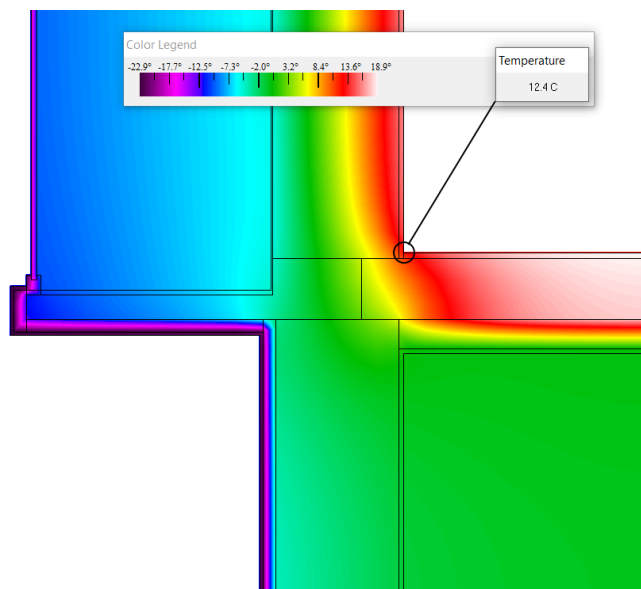
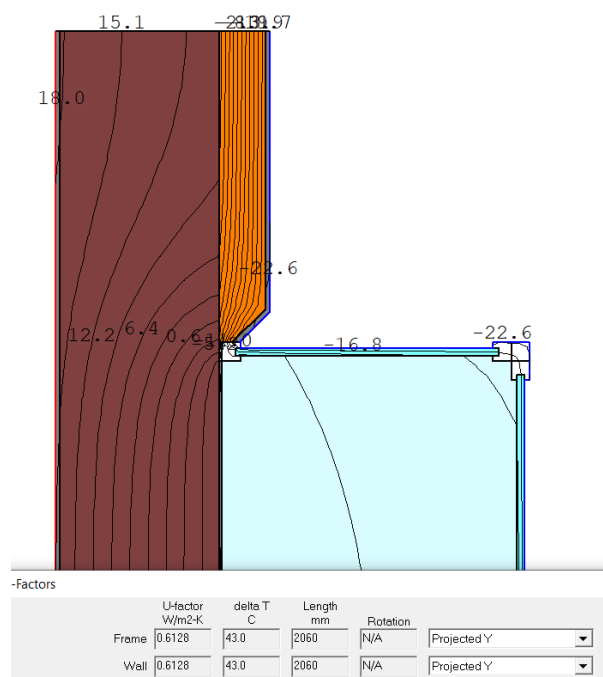
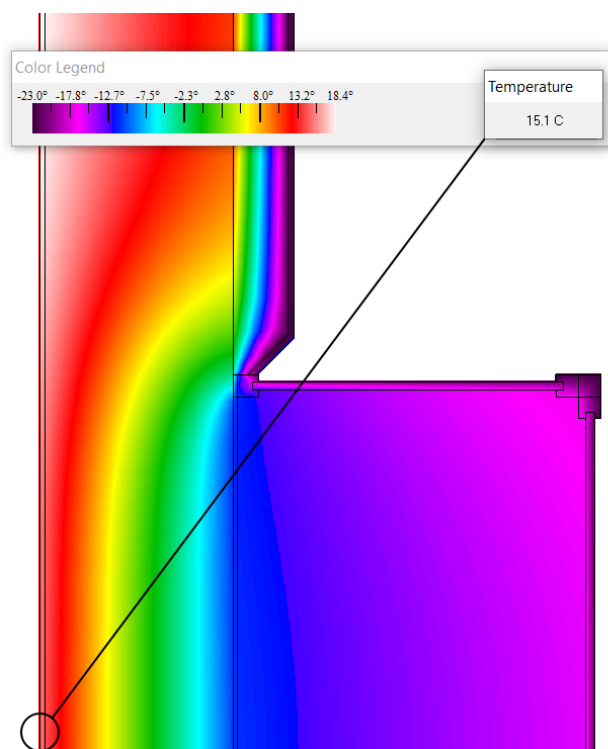


Рисунок А.12. Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін до міжповерхової плити заскленого балкону



$$\begin{aligned}
 U_{wall} &= 0,702, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \\
 h_{0,wall} &= 1,00 \text{ м}; \\
 U_{edge} &= 0,304, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \\
 l_{0,edge} &= 1,00 \text{ м}; \\
 q &= 0,5724, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \\
 L &= 2,41, \text{м}; \\
 k &= q \cdot L - (U_{wall} \cdot h_{0,wall} + U_{edge} \cdot l_{0,edge}) = 0,373, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).
 \end{aligned}$$

Рисунок А.13. Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін до нижньої плити зашкленого балкону



$$\begin{aligned}
 U_{wall1} &= 0,243, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \\
 h_{0,wall1} &= 1,00 \text{ м}; \\
 U_{wall2} &= 0,702, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \\
 h_{0,wall2} &= 1,06 \text{ м}; \\
 q &= 0,6128, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \\
 L &= 2,06, \text{м}; \\
 k &= q \cdot L - (U_{wall1} \cdot h_{0,wall1} + U_{wall2} \cdot h_{0,wall2}) = 0,275, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).
 \end{aligned}$$

Рисунок А.14. Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін до огороження зашкленого балкону

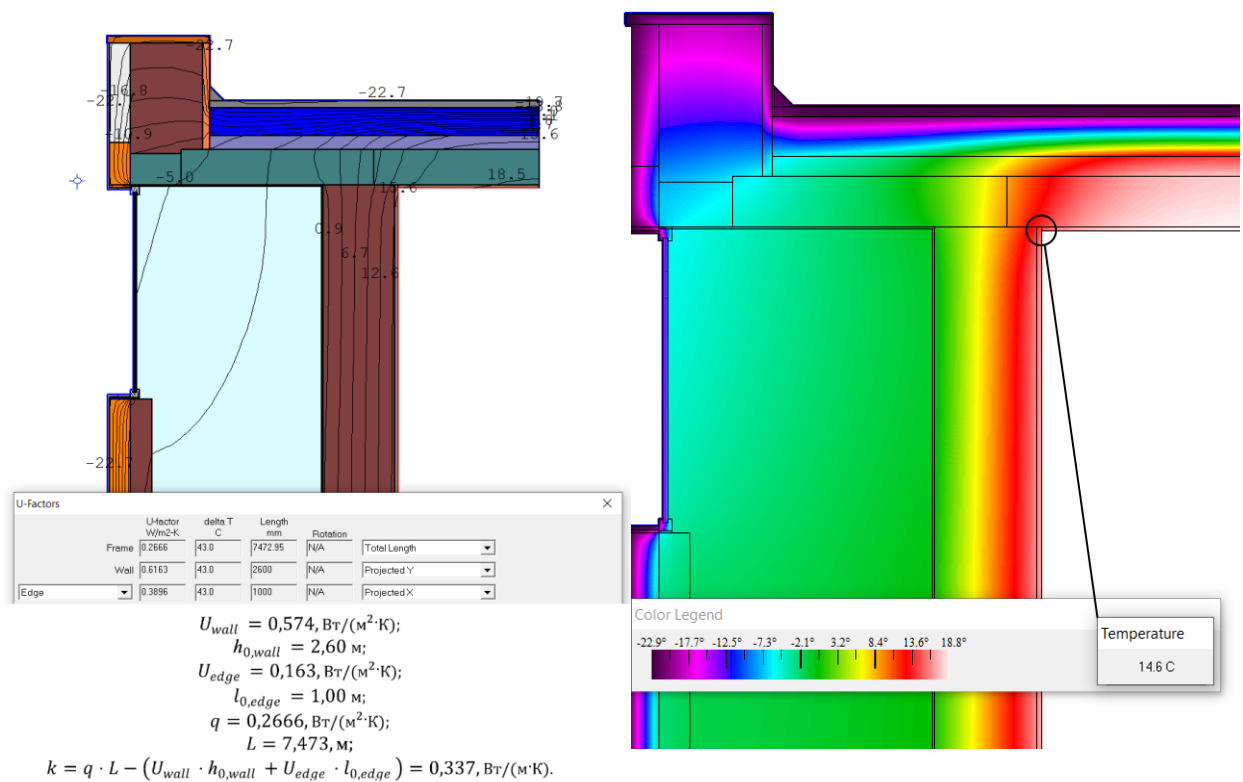


Рисунок А.15. Теплопроводные включения примыкания внешних стен до верхней плиты застекленной лоджии

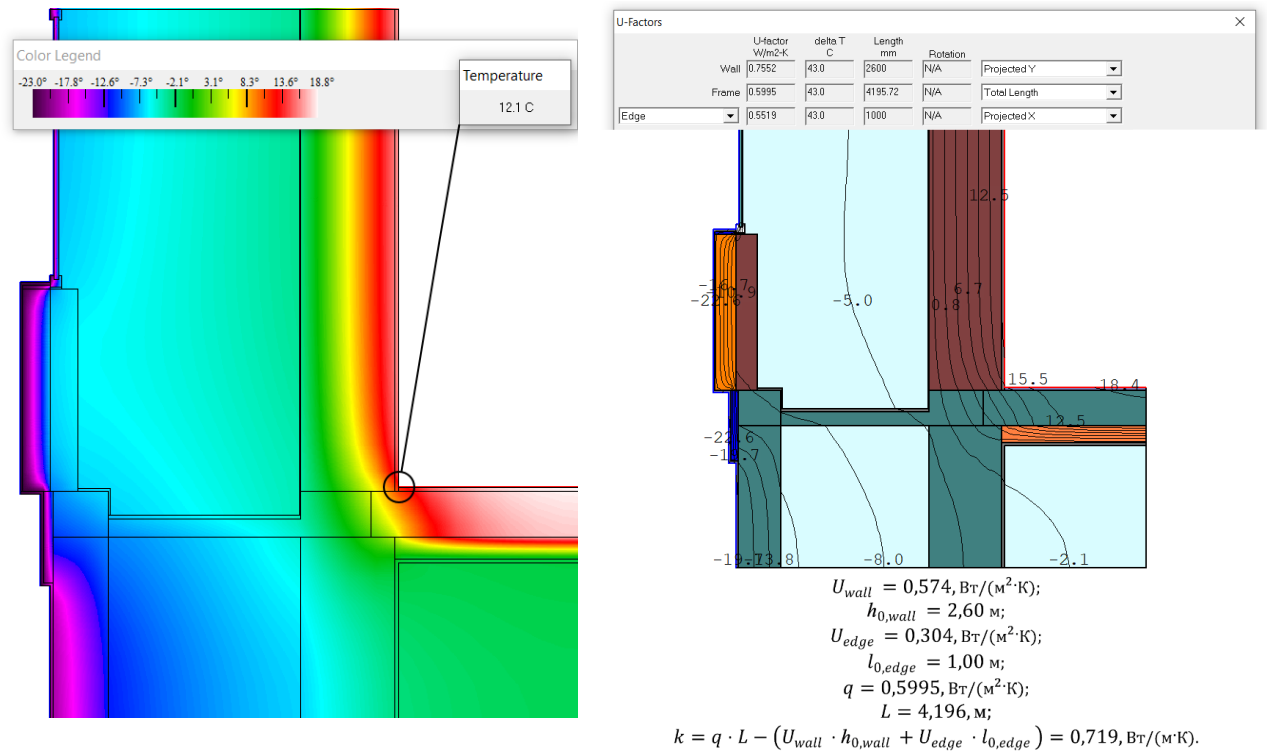


Рисунок А.16. Теплопроводные включения примыкания внешних стен до нижней плиты застекленной лоджии

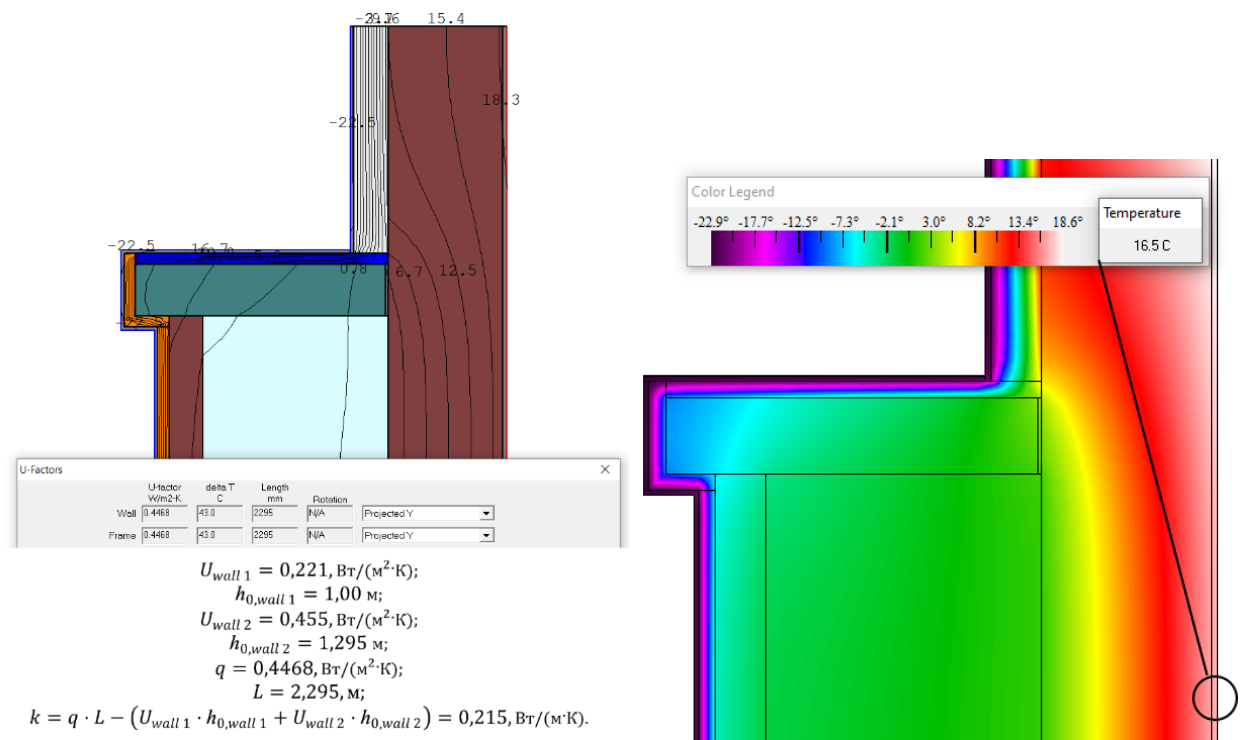


Рисунок А.17. Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін до плити навісної конструкції над зовнішнім тамбуром

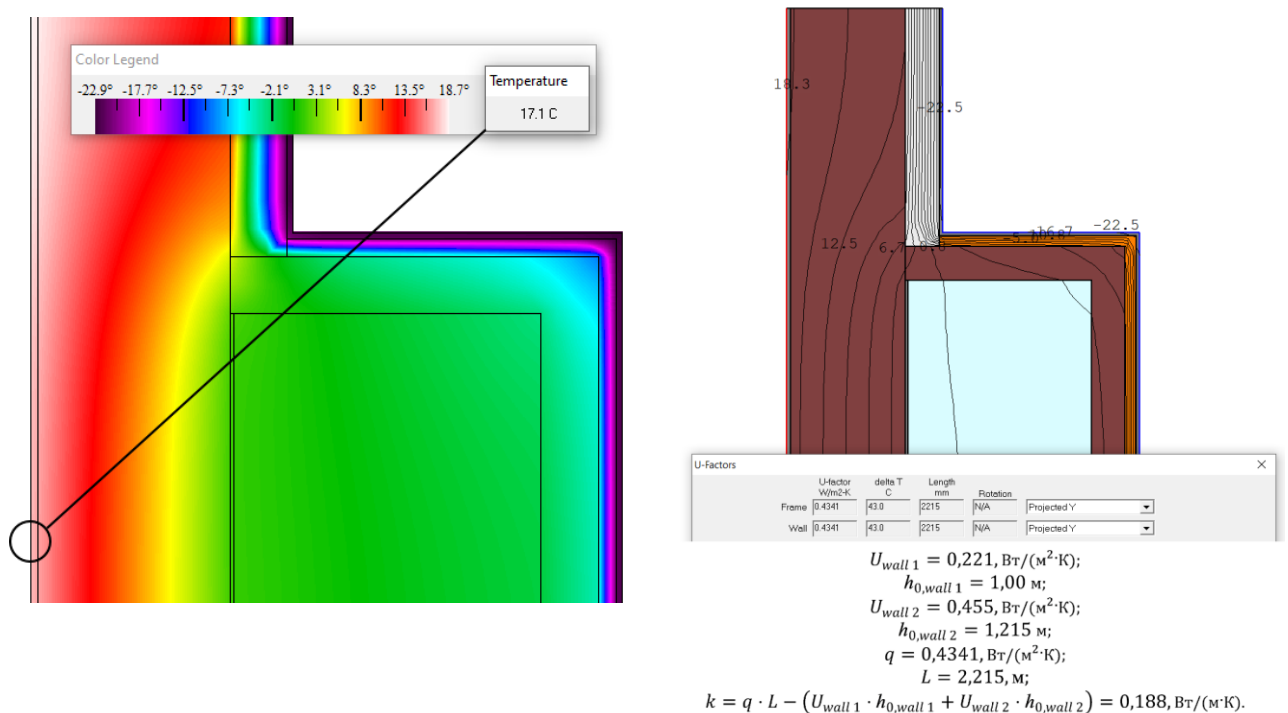


Рисунок А.18. Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін до огороження зовнішнього тамбуру

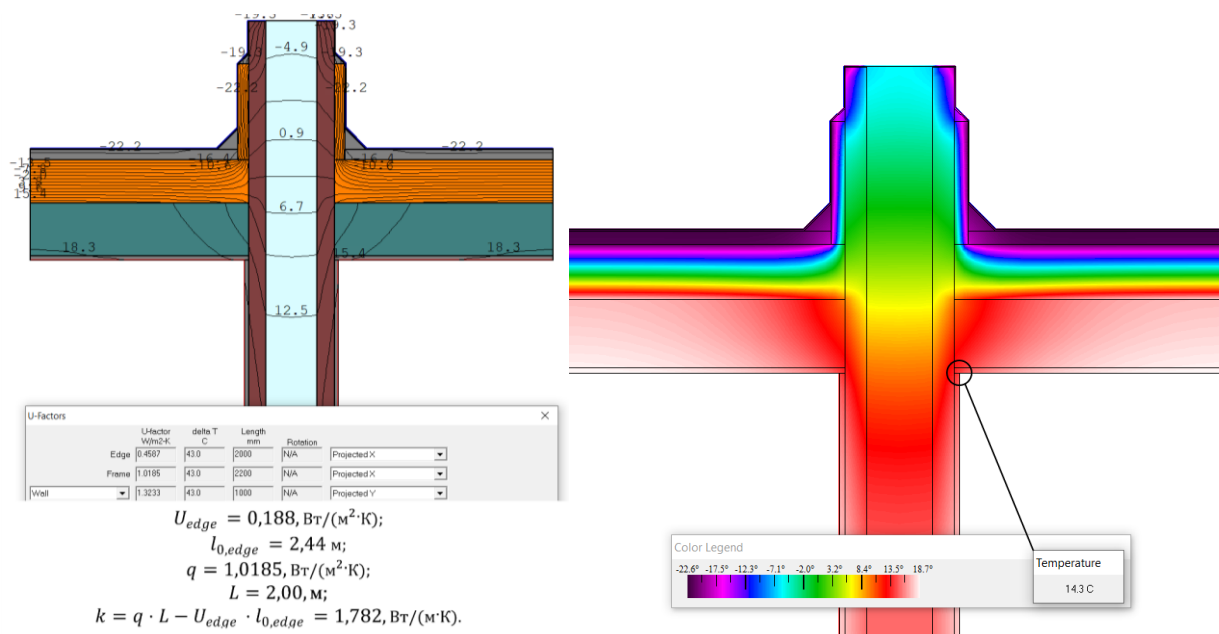


Рисунок А.19. Теплопроводне включення примикання суміщеного перекриття до вентканалів, що проходять через товщу утеплювача

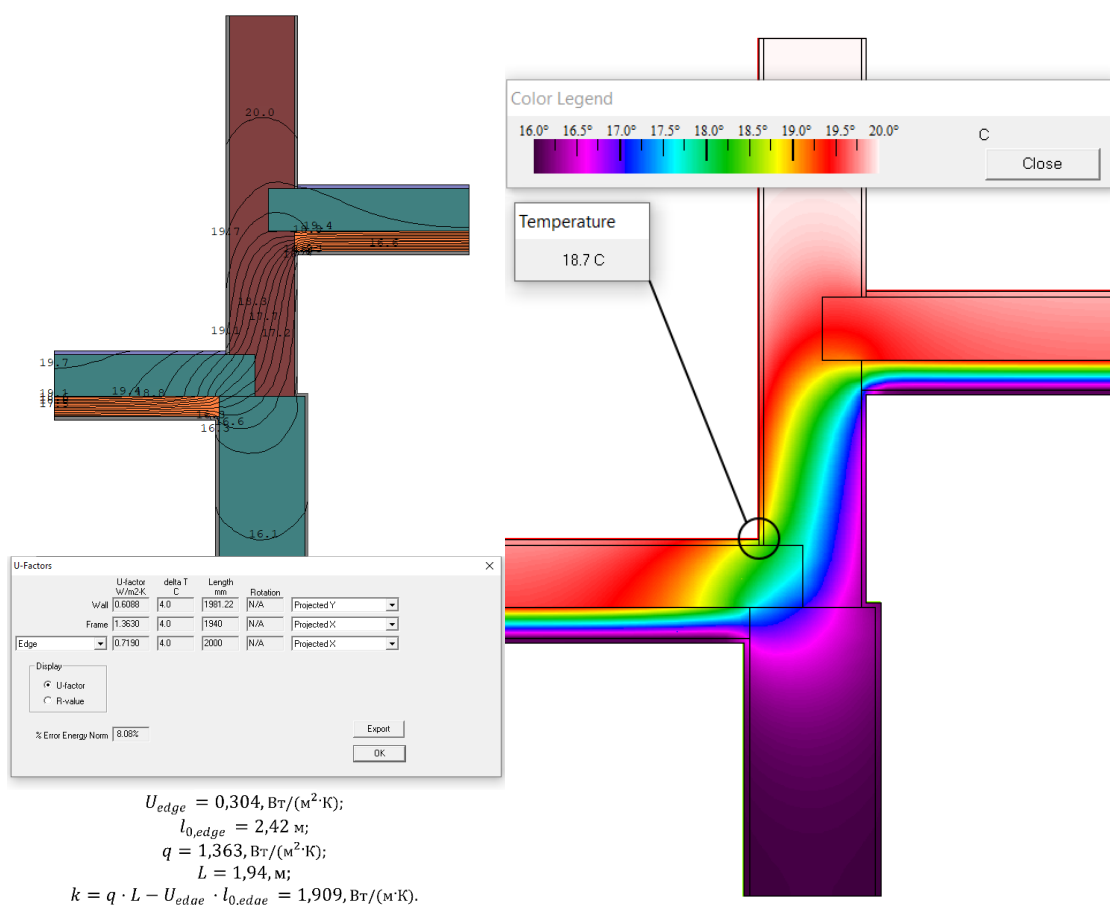


Рисунок А.20. Теплопроводне включення примикання перекриття неопалювального підвалу до несучих стін, що проходять через товщу утеплювача в місцях сходових клітин

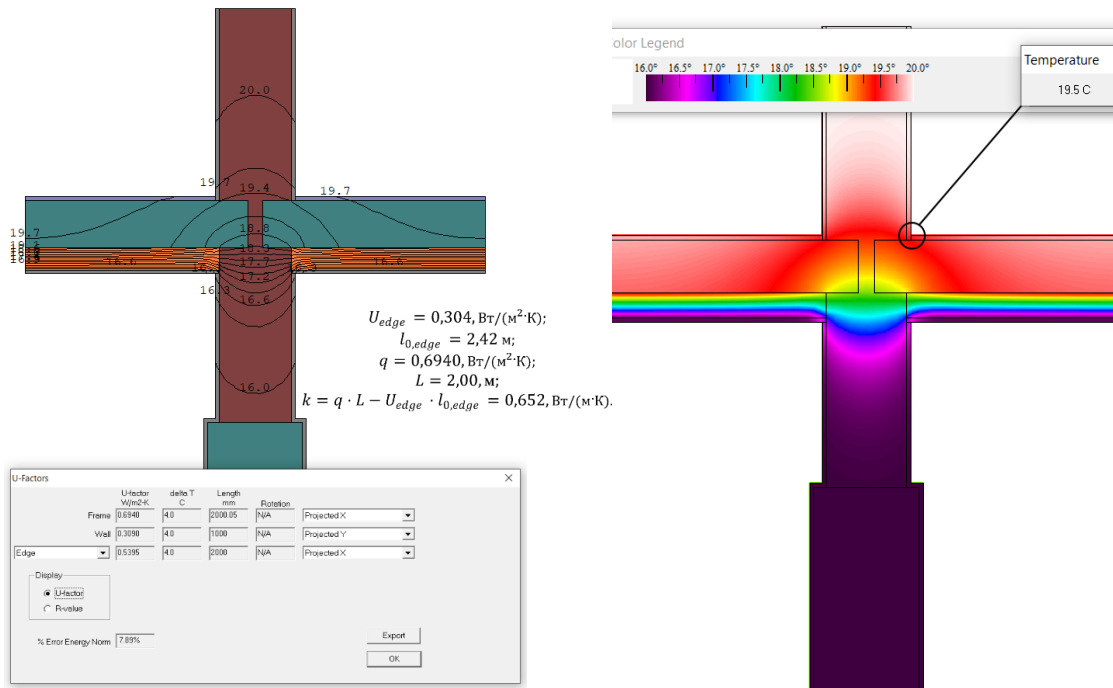


Рисунок А.21. Теплопровідне включення примикання перекриття неопалювального підвалу до несучих стін, що проходять через товщу утеплювача по основному полю