

Зміст пояснювальної записки:

1. Енергоефективність. Загальні дані.....	2
2. Загальна характеристика об'єкту.....	2
2.1. Основні об'ємно-планувальні показники.....	2
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.....	4
2.3 Характеристика інженерних систем.....	8
3. Розрахункові кліматичні параметри.....	8
4. Нормативні вимоги.....	10
5. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій.....	10
5.1. Зовнішні стіни.....	13
5.1.1. Зовнішні стіни, що межують із зовнішнім середовищем.....	13
5.1.2. Зовнішні стіни, що межують із некондиціонованим об'ємом.....	28
5.2 Покриття.....	31
5.3 Підлога над технічним підпіллям (неопалювальний підвал)	32
5.4 Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій.....	36
5.5 Опір теплопередачі входних дверей.....	38
5.6 Показники приведенного опору теплопередачі.....	38
5.7 Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки.	39
6. Розрахунок показників теплостійкості та теплоспоживання огорожувальних конструкцій..	39
6.1 Теплостійкість приміщення в літній період	39
6.2. Теплостійкість приміщення в зимовий період.....	40
7. Розрахунок повітропроникності огорожувальних конструкцій будівлі.....	47
7.1 Зовнішня стіна.....	48
7.2 Світлопрозорі конструкції.....	50
7.3 Зовнішні двері.....	51
8. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій	51
8.1 Оцінка вологісного режиму зовнішніх стін.....	51
9. Визначення терміну ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будівлі.....	57
10. Енергетичний паспорт будівлі.....	58
10.1 Оцінка енергоефективності.....	58
10.2 Характеристики теплопередачі трансмісії.....	58
10.3 Характеристики теплопередачі вентиляцією.....	59
10.4 Характеристики внутрішніх теплонадходжень.....	59
10.5 Характеристики сонячних теплонадходжень.....	59
10.6 Динамічні параметри.....	60
10.7 Внутрішні умови.....	61
10.8 Енергопотреби для опалення та охолодження.....	61
10.9 Енергопотреби для гарячого водопостачання.....	62
10.10 Питома енергопотреба.....	62
10.11. Загальне енергоспоживання системи вентиляції	63
10.12. Енергоспоживання при опаленні.....	63
10.13. Енергоспоживання гарячого водопостачання.....	63
10.14. Енергоспоживання систем вентиляції.....	63
10.15. Енергоспоживання при освітленні.....	64

						13/11-20-9-ЕЕ			
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата	Енергоефективність	Стадія	Аркуш	Аркушів
ГП		Удовик А.І.					РП	1	69
Н.контр.		Раєвич К.В.					ТОВ « »		
Розробив		Вінченко С.В							

1. Енергоефективність. Загальні дані

Розділ «Енергоефективність» робочого проекту «Капітальний ремонт (термомодернізація) 9-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) 9-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;
- Звіту з енергетичного аудиту

Вихідними даними для складання розділу була проектна документація наступних розділів:

						13/11-20-9-EE	Арк.
							2
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

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

2. Загальна характеристика об'єкту

2.1 Основні об'ємно-планувальні показники

Проектом передбачено проведення робіт з «Термомодернізація (шляхом капітального ремонту) 9-ти поверхового житлового будинку». Проект повторного використання» у відповідності до Технічного завдання Замовника.

Житлова будівля Г-образної форми, дев'ятиповерхова з техпідпіллям.

Загальна кількість квартир – 144.

2.1.1. Основні показники:

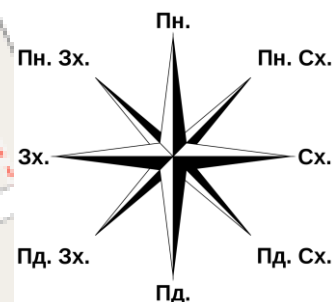
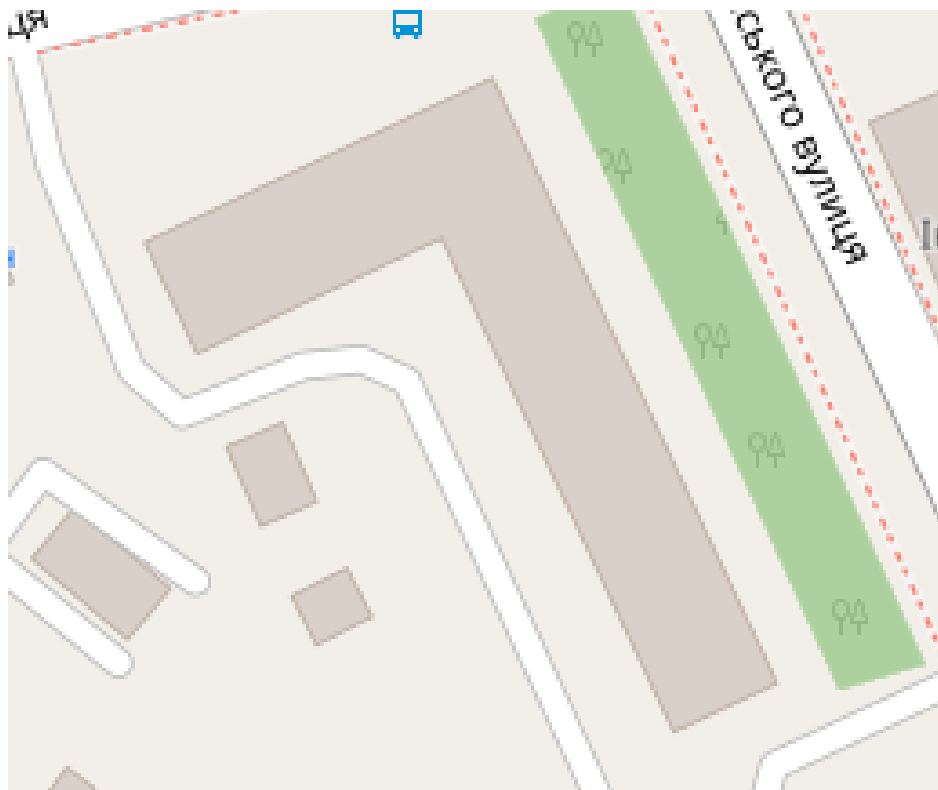
1. Місце розташування об'єкту:
2. Температурна зона: I (більше ніж 4500 градусо-днів опалюваного періоду);
3. Архітектурно-будівельний кліматичний район: I – північно-східний;
4. Середня температура за рік:°C;
5. Найхолодніша доба із забезпеченістю:
 - із забезпеченістю 0,98 – ...°C;
 - із забезпеченістю 0,92 – ...°C;
6. Найхолодніша п'ятиденка:
 - із забезпеченістю 0,98 – ...°C;
 - із забезпеченістю 0,92 – ...°C;
7. Найжаркіша доба із забезпеченістю 0,95 – ...;
8. Найжаркіша п'ятиденка із забезпеченістю 0,99 – ...;
9. Тривалість періоду із середньодобовою температурою повітря $\leq 08^{\circ}\text{C}$ (тривалість опалювального періоду) – 180 днів із середньою температурою ...°C;
10. Розрахункова температура внутрішнього повітря (тв): $+20^{\circ}\text{C}$;
11. Розрахункова вологість внутрішнього повітря (фв): 55%;
12. Вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях: Б;
13. Розрахункова температура зовнішнього повітря: -22°C ;

2.1.2. Основні об'ємно-планувальні показники

1. Кондиціонована площа – $A_f = 9566,9 \text{ м}^2$;
2. Кондиціонований об'єм – $V = 26553,47 \text{ м}^3$;
3. Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій – $A_{\Sigma} = 8720,8 \text{ м}^2$;
4. Площа зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_i = 4488,96 \text{ м}^2$;
5. Площа стін кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом – $A_{iu}, \text{ м}^2 = 224,82 \text{ м}^2$;
6. Площа стін некондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_{ue}, \text{ м}^2 = 483,29 \text{ м}^2$;
7. Площа вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям – $A_{wi} = 1358,14 \text{ м}^2$;
8. Площа вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом – $A_{wiu}, \text{ м}^2 = 71,93 \text{ м}^2$;
9. Площа дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом – $A_{fdu}, \text{ м}^2 = 23,13 \text{ м}^2$;
10. Площа горищних перекриттів неопалювальних горищ – $A_{cci} = 1009,70 \text{ м}^2$;
11. Площа перекриттів між кондиціонованим об'ємом і некондиціонованим простором підвалу – $A_{cuiu} = 1060,82 \text{ м}^2$;

Орієнтація будівлі – за сторонами світу.

						13/11-20-9-EE	Арк.
							3
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		



2.1.3. Коефіцієнт скління фасадів будинку та показник компактності будинку

Коефіцієнт скління фасадів будинку m_w визначається за формулою:

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

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

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

$$m_w = \frac{762,86 + 667,21}{762,86 + 667,21 + 4488,96 + 483,29 + 224,82 + 23,13} = 0,22$$

$$m_w = 0,22.$$

Показник компактності будівлі визначається за формулою:

$$\Lambda_{bsi} = A_{\Sigma} / V, \quad \Lambda_{bsi} = \frac{5197,07 + 1430,07 + 1009,7 + 1060,82 + 23,13}{26553,47} = 0,33$$

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

V - кондиціонований об'єм будівлі, m^3 .

$$\Lambda_{bsi} = 0,33 \, m^{-1}.$$

						13/11-20-9-EE	Арк.
							4
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

2.2 Характеристика огорожувальних конструкцій

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

Характеристики існуючих огорожувальних конструкцій.

Зовнішні стіни будівлі.

Тип 1:

- внутрішнє опорядження штукатуркою товщиною 20 мм;
- стіни з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 380 мм;

Тип 2:

- внутрішнє опорядження штукатуркою товщиною 20 мм;
- стіни з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 510 мм;

Тип 3:

- внутрішнє опорядження штукатуркою товщиною 20 мм;
- стіни з блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині товщиною 400 мм;

Тип 4:

- внутрішнє опорядження штукатуркою товщиною 20 мм;
- стіни з блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині товщиною 300 мм;

Зовнішні стіни Тип 1 та Тип 4 – це зовнішні стіни лоджій, з опалювальним об'ємом не контактують. Зовнішні стіни Тип 2 та Тип 4 – це зовнішні стіни опалювального об'єму.

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 перекриття технічного поверху.

- з/б плита;
- шлак керамзитовий;
- стяжка цементно-піщана – 50 мм;

Конструкція перекриття підвалу.

- з/б плита.

Цоколь (надземна та підземна частини)

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

Основні роботи передбачені проектом:

- Цокольна частина:
 - демонтаж опорядження цоколю;
 - демонтаж існуючого вимощення навколо будівлі;
 - улаштування утеплення фундаментів;
 - улаштування утеплення надземної частини цоколю;
 - улаштування вимощення.
- Вікна та двері:
 - частковий демонтаж віконних та дверних блоків, балконних рам;

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							5
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

- встановлення нових віконних та дверних блоків;
- частина віконних блоків залишається без змін;
- монтаж вікон балконів ;
- підготовка віконних та дверних прорізів до встановлення віконних та дверних блоків;
- улаштування та опорядження зовнішніх, внутрішніх укосів.
- Стіни зовнішні:
 - підготовка зовнішніх стін;
 - улаштування системи фасадної теплоізоляції класу А;
 - опорядження стін штукатуркою, фарбування.
- Місця загального користування:
 - заміна зовнішніх дверей;
 - заміна дверей тамбуру;
 - заміна дверей входу в підвальне приміщення;
 - заміна дверей виходу на горище та техповерх;
 - заміна віконних блоків цоколю;
 - теплоізоляція перекриття підвалу.
- Перекриття технічного поверху:
 - демонтаж руберойдного покриття, цементної стяжки та керамзитового утеплювача
 - очищення/вирівнювання плит перекриття;
 - улаштування утеплення перекриття;
 - влаштування ухилоутворюючого шару;
 - улаштування багатошарового руберойдного покриття.
- Інженерне забезпечення:
 - перенесення газової труби;
 - встановлення вузла комерційного обліку теплової енергії;
 - встановлення/модернізація індивідуального теплового пункту (ІТП);
 - гідравлічне балансування системи опалення шляхом встановлення автоматичних (балансувальних) клапанів;
 - теплоізоляція /заміна трубопроводів системи внутрішнього тепlopостачання в неопалювальних приміщеннях;
 - теплоізоляція /заміна трубопроводів системи гарячого водopостачання в неопалювальних приміщеннях;
 - модернізація системи гарячого водopостачання;
 - заміна /теплоізоляція трубопроводів системи опалення/приладів водяної системи опалення у приміщеннях загального користування будівлі;
 - заміна /теплоізоляція трубопроводів системи опалення/приладів водяної системи опалення у квартирах;
 - встановлення вузлів розподільного обліку теплової енергії на потреби опалення та/або приладів – розподілювачів теплової енергії у квартирах;
 - встановлення автоматичних регуляторів температури повітря у приміщеннях на опалювальних приладах водяної системи опалення у квартирах/приміщеннях загального користування;
 - модернізація та облаштування системи електропостачання та освітлення у місцях загального користування;
 - комплекс робіт із модернізації та облаштування системи вентиляції зі встановленням рекуператорів.

Характеристики огорожувальних конструкцій, проектні рішення.

Зовнішні непрозорі стіни.

Зовнішні стіни будівлі.

Тип 1:

- внутрішнє опорядження штукатуркою товщиною 20 мм;
- стіни з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 380 мм;
- утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому товщиною 150 мм;

						13/11-20-9-EE	Арк.
							6
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

- оздоблення захисною штукатуркою товщиною 15 мм.

Тип 2:

- внутрішнє опорядження штукатуркою товщиною 20 мм;
- стіни з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 510 мм;
- утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому товщиною 150 мм;
- оздоблення захисною штукатуркою товщиною 15 мм.

Тип 3:

- внутрішнє опорядження штукатуркою товщиною 20 мм;
- стіни з блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині товщиною 400 мм;
- утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому товщиною 150 мм;
- оздоблення захисною штукатуркою товщиною 15 мм.

Тип 4:

- внутрішнє опорядження штукатуркою товщиною 20 мм;
- стіни з блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині товщиною 300 мм;
- утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому товщиною 150 мм;
- оздоблення захисною штукатуркою товщиною 15 мм.

Зовнішні стіни Тип 1 та Тип 4 – це зовнішні стіни лоджій, з опалювальним об'ємом не контактують. Зовнішні стіни Тип 2 та Тип 4 – це зовнішні стіни опалювального об'єму.

Світлопрозорі конструкції.

Вікна та двері енергоефективні.

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

Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій (вікон, двері балконів) – $R \geq 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, дверей – $R \geq 0,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

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

Конструкція перекриття технічного поверху

- з/б плита;
- піщане вирівнювання;
- пароізоляція;
- утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому товщиною 200 мм;
- стяжка цементно-піщана – 50 мм;
- вітрозахист;

Конструкція перекриття підвалу.

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

Цоколь (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;

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							7
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

- захисний шар, армований склосіткою та опоряджувальне покриття.

Принципові технічні рішення зовнішніх огорожувальних конструкцій

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

Світло-прозорі
конструкції
ПВХ профіль

Опоряджувальне покриття

Захисний шар, армований склосіткою

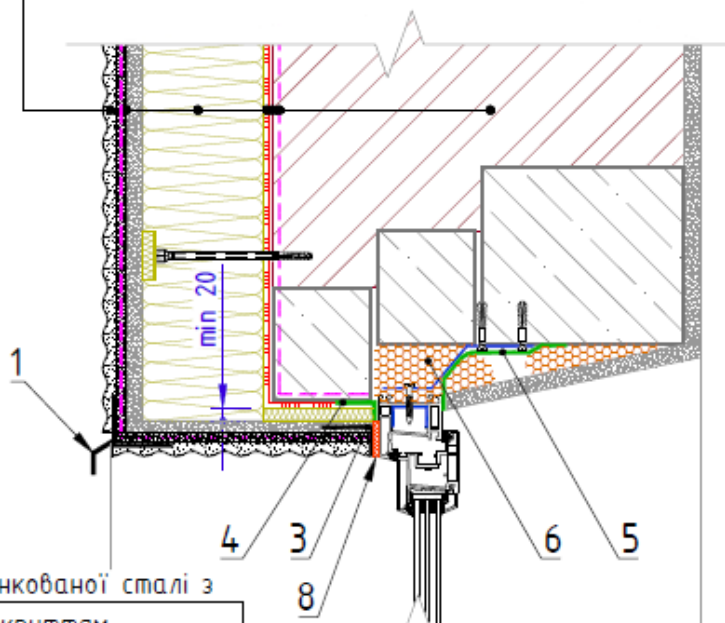
Шар теплової ізоляції - 150 мм

Клейовий шар

Грунтуючий шар

Вирівнювальний шар

Зовнішня стіна /існ./



Відлив з цинкованої сталі з
полімерним покриттям

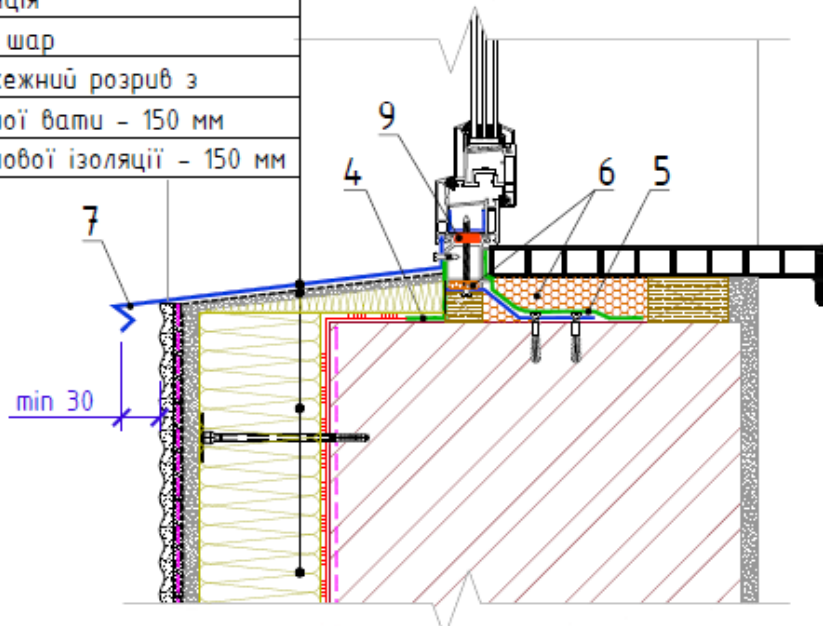
Гідроізоляція

Клейовий шар

Противопожежний розрив з

мінеральної вати - 150 мм

Шар теплової ізоляції - 150 мм



Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата

13/11-20-9-EE

Арк.

9

Технічний
поверх

Теплоізоляція підлоги технічного поверху

Вітрозахист

Шар теплової ізоляції – 200 мм

Пароізоляція

Піщане вирівнювання

Плита перекриття /існ./

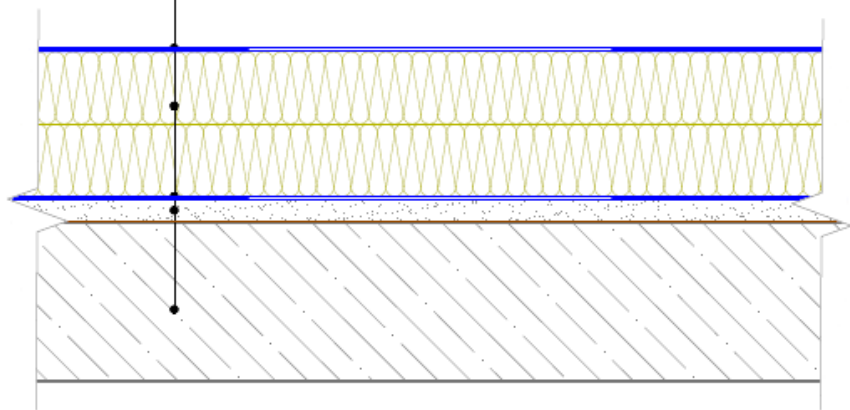


Схема
улаштування
теплоізоляції
перекриття над
неопалювальни
м підвалом

Теплоізоляція перекриття підвалу

Плита перекриття /існ./

Вирівнювальний шар

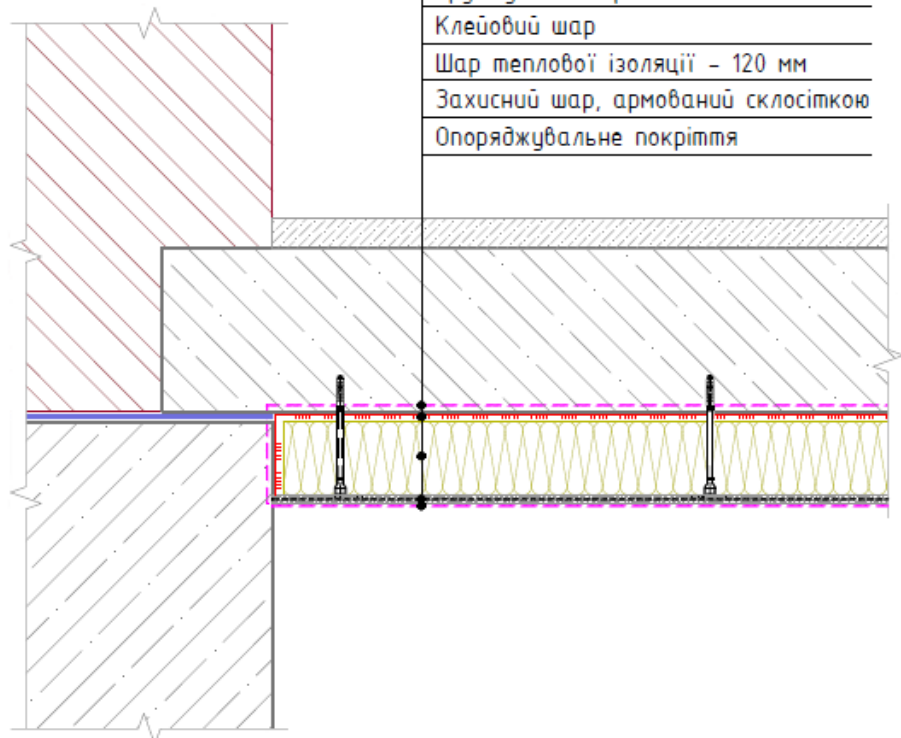
Грунтуючий шар

Клейовий шар

Шар теплової ізоляції – 120 мм

Захисний шар, армований склосіткою

Опоряджувальне покриття



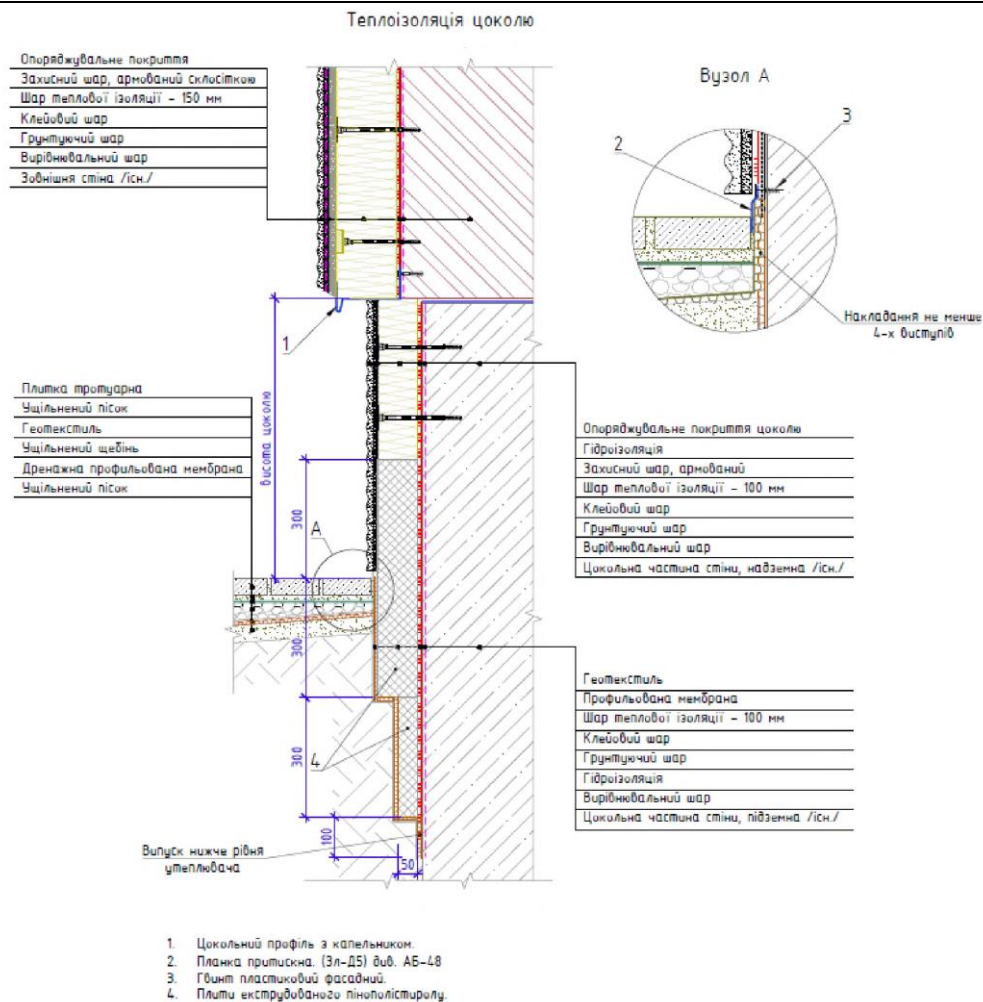
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата

13/11-20-9-EE

Арк.

10

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



2.3 Характеристика інженерних систем

2.3.1 Теплопостачання

У будинку існуюча водяна система теплопостачання.

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

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

До вузла вводу тепла підключено два індивідуальних теплових пункти (ІТП) кожний з яких розміщено під своєю парою секцій житлового будинку. ІТП-1 обслуговує секції III та IV, ІТП-2 обслуговує секції I та II.

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

Облік енергоресурсів:

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

Стан мереж опалення та гарячого водопостачання – незадовільний.

Опалення підвального поверху в будівлі не передбачене.

2.3.2 Система опалення

Внутрішня система опалення.

Система опалення будівлі однотрубна вертикальна з верхнім розведенням теплоносія.

Прилади опалення – чавунні радіатори та трубні регістри.

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

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата

13/11-20-9-ЕЕ

Арк.

11

На окремих стояках відсутні перемикальні ділянки біля приладів опалення.

Підключення опалювальних приладів одностороннє без арматури для регулювання тепловіддачі.

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

Розподільчі трубопроводи системи опалення технічного поверху прокладені під стелею та над підлогою поверху.

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

Матеріал розподільчої системи - сталіні водогазопровідні та електрозварні труби.

Трубопроводи системи опалення підвального та технічного поверху теплоізолювані мінераловатним утеплювачем з покриттям руберойдом або склотканиною. Стан теплоізоляції в багатьох місцях незадовільний.

Передбачено проектом

- гідравлічне балансування системи опалення шляхом встановлення по стояках автоматичних комбінованих балансувальних клапанів;

- встановлення автоматичних регуляторів температури повітря на опалювальних приладах;

- заміна, де це необхідно, розподільчих трубопроводів, трубопроводів стояків, приладів опалення в житлових приміщеннях;

- заміна трубопроводів та приладів опалення у приміщеннях загального користування будівлі;

- відновлення антикорозійного покриття трубопроводів;

- заміна теплової ізоляції трубопроводів системи внутрішнього тепlopостачання 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

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

До вузла вводу тепла підключено два індивідуальних теплових пункти (ІТП) кожний з яких розміщено під своєю парою секцій житлового будинку. ІТП-1 обслуговує секції III та IV, ІТП-2 обслуговує секції I та II.

Вода на гаряче водопостачання готується у кожному ІТП окремо за допомогою швидкісних розбірних теплообмінників. Автоматизація ГВП відсутня. Циркуляція води в контурі забезпечується циркуляційними насосами.

Прилади контролю витрати теплової енергії на гаряче водопостачання відсутні.

Внутрішня система гарячого водопостачання.

По підвальному поверху прокладено загальні магістралі Т3 та Т4 окремо для пар секцій I, II та III, IV. Відгалуження до стояків по секціях виконані з використанням запірної арматури.

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							12
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

На кожній секції змонтовані чотири стояки ТЗ з циркуляцією через один стояк Т4. Перемикання стояків зроблене під стелею восьмого поверху з запірною арматурою на кожний стояк ТЗ.

Стояки гарячого водопостачання прокладені в нішах.

Відгалуження від магістралей і стояки виконані із сталевих водогазопровідних поцинкованих труб за ГОСТ 3265-75.

Магістралі і відгалуження до стояків систем гарячого водопостачання нижче відм. 0,000 прокладені по стінам та під стелею підвального поверху.

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

Передбачено проектом

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

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

2.3.5. Система освітлення.

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

Передбачено проектом:

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

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

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

3. Розрахункові кліматичні параметри

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

Згідно з ДБН В.2.6-31 та ДСТУ-Н Б В.1.1-27 розрахункова температура зовнішнього повітря для умов м.ської області складає: $t_z = -22^{\circ}\text{C}$. Середня температура найбільш холодного місяця складає $-5,9^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря найбільш холодного місяця складає 85 %.

Згідно ДСТУ Б А.2.2-12:

- середня місячна температура зовнішнього повітря наведена в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Середньомісячна температура зовнішнього повітря

Область, місто	Середньомісячна температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$												Середня за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	-5,4	-4,6	0,3	8,6	15,3	18,5	20,2	19,1	13,7	7,6	1,3	-3,3	7,6

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

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

						13/11-20-9-EE						Арк.
												13
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата							

Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-6,3	-5,6	-0,9	6,9	12,7	15,7	17,7	17,1	12,3	6,6	0,6	-3,8
2	-6,8	-6,1	-1,4	6,1	11,8	14,8	16,8	16,1	11,5	5,9	0,1	-4,3
3	-7,2	-6,6	-2,0	5,5	11,0	14,1	16,1	15,3	10,7	5,2	-0,3	-4,7
й	-7,6	-7,0	-2,4	4,9	10,5	13,6	15,6	14,7	10,1	4,7	-0,6	-5,0
5	-8,0	-7,3	-2,7	4,6	10,1	13,4	15,3	14,3	9,6	4,2	-0,9	-5,3
6	-8,3	-7,5	-2,9	4,4	10,0	13,4	15,2	14,2	9,3	3,9	-1,1	-5,5
7	-8,4	-7,7	-3,0	4,4	10,3	14,0	15,7	14,4	9,2	3,7	-1,3	-5,7
8	-8,5	-7,7	-2,8	5,0	11,3	15,1	16,7	15,2	9,6	3,6	-1,3	-5,7
9	-8,5	-7,3	-2,2	6,2	12,7	16,6	18,1	16,6	10,7	4,0	-1,0	-5,7
10	-7,8	-6,4	-1,2	7,7	14,5	18,3	19,8	18,5	12,3	5,1	-0,3	-5,1
11	-6,6	-5,2	0,1	9,4	16,3	20,0	21,6	20,4	14,3	6,8	0,7	-4,2
12	-5,2	-3,9	1,4	11,1	18,1	21,6	23,3	22,3	16,3	8,6	1,9	-3,0
13	-3,9	-2,8	2,6	12,4	19,5	22,9	24,6	23,9	17,9	10,3	2,9	-1,9
14	-3,0	-2,0	3,3	13,3	20,5	23,8	25,5	24,9	19,0	11,4	3,6	-1,1
15	-2,7	-1,7	3,6	13,6	20,8	24,0	25,8	25,2	19,4	11,8	3,9	-0,9
16	-2,7	-1,8	3,5	13,6	20,7	23,9	25,7	25,1	19,3	11,7	3,9	-0,9
17	-2,8	-1,9	3,4	13,3	20,3	23,6	25,3	24,8	19,0	11,5	3,7	-1,0
18	-3,1	-2,2	3,1	12,8	19,8	23,0	24,8	24,2	18,5	11,2	3,5	-1,2
19	-3,4	-2,5	2,7	12,2	19,0	22,2	24,0	23,5	17,9	10,7	3,2	-1,5
20	-3,8	-2,9	2,2	11,5	18,1	21,2	23,1	22,6	17,1	10,2	2,9	-1,8
21	-4,2	-3,4	1,6	10,6	17,1	20,1	22,0	21,5	16,3	9,5	2,5	-2,1
22	-4,7	-3,9	1,0	9,7	16,0	19,0	20,9	20,4	15,3	8,8	2,0	-2,5
23	-5,2	-4,5	0,4	8,8	14,8	17,8	19,8	19,3	14,3	8,1	1,5	-3,0
24	-5,7	-5,0	-0,3	7,8	13,7	16,7	18,7	18,2	13,3	7,3	1,1	-3,4

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

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

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м ²								
		поверхня								
		вертикальна								горизон- тальна
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	I	12	13	21	39	51	40	22	14	32
	II	24	25	38	60	74	64	40	25	62
	III	32	39	58	76	93	83	62	40	106
	IV	40	55	80	96	96	93	77	54	155
	V	55	74	108	114	102	111	102	77	217
	VI	67	93	119	115	100	113	111	90	243
	VII	60	86	115	115	102	112	110	84	231
	VIII	44	69	101	117	113	115	96	67	199
	IX	28	43	75	103	115	102	73	43	143
	X	18	22	41	71	86	69	41	22	77
	XI	10	11	19	35	45	36	19	11	34

						13/11-20-9-EE					Арк.
											14
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата						

	XII	9	9	14	28	36	28	15	9	22
--	-----	---	---	----	----	----	----	----	---	----

- 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
	2,0	2,1	3,1	4,8	6,8	8,9	10,1	9,3	7,1	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 значення приведенного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, становить:

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

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

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

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

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

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

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

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

5. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій

Для утеплення огорожувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки використовуються наступні матеріали:

Таблиця 5.1. Характеристики теплоізоляційних матеріалів

Показники	Зовнішні стіни			Огороження лоджій	Перекриття неопалюваного підвалу	Технічний поверх
	Основне поле	Відкоси зверху і по бокам	Цоколь надземна/ Цоколь підземна/ Місця ймовірного замощання			
Матеріал утеплення	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 (MW 135) 1*	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 1*	Екструдований пінополістирол ДСТУ Б EN 13164 (XPS) 3*	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 (MW 135) 1*	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 (MW 100) 4*	Мінеральна вата ДСТУ Б В.2.7-167 5*
Товщина, мм	150	20	100/50/20	150	120	200

						13/11-20-9-EE		Арк.
								15
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

Густина, кг/м³	135	135	30	135	100	45
Теплопровідність в умовах експлуатації Б*, Вт/(м·К)	0,045	0,045	0,038	0,045	0,041	0,043
Група горючості	НГ	НГ	Г1	НГ	НГ	НГ
Міцність на стиск/ границя міцності при стиску, МПа	0,04	0,04	0,25	0,04	0,03	-
Границя міцності при розтягу, МПа	0,015	0,015	-	0,015	0,015	-
Строк ефективної експлуатації, умовних років	25	25	50	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):

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

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

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

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

n – кількість шарів огорожувальної конструкції;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 5.2. Склад та опір теплопередачі термічно однорідних непрозорих конструкцій

Склад зовнішніх стін по основному полю	Густина в сухому стані ρ_0 , кг/м³	Товщина шару δ_i , мм	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації	Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні $\alpha_{\text{в}}$, Вт/(м²·К)	Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні $\alpha_{\text{з}}$, Вт/(м²·К)	Опір теплопередачі конструкцій R_{Σ} , м²·К/Вт
--	---	------------------------------	---	--	---	---

			Тепло- провідні сть λ, Вт/(м·К)	Коефіцієн т тепло- засвоєння α, Вт/(м²·К)	Коефіцієнт паропроник- ності μ, мг/ (м·год·Па)	Розрахун- ковий вміст вологи за масою wі, %			
1. Зовнішні стіни по основному полю Тип 1									
Розчин цементно- піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	23	4,01
Кладка силікатної повнотілої цегли на цементно- піщаному розчині	1800	380	0,87	10,9	0,11	4			
Вироби тепло- ізоляційні мінераловатні	135	150	0,045	0,63	0,43	1			
Розчин цементно- піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			
1. Зовнішні стіни по основному полю Тип 2									
Розчин цементно- піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	23	4,12
Кладка силікатної повнотілої цегли на цементно- піщаному розчині	1800	510	0,87	10,9	0,11	4			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	135	150	0,045	0,63	0,43	1			
Розчин цементно- піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			
1. Зовнішні стіни по основному полю Тип 3									
Розчин цементно- піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	23	4,12
Кладка з блоків керамзитшлакобе- тонних на цемен- тно-піщаному розчині густиною 850 кг/м3 (брутто)	1400	300	0,51	6,41	0,15	2			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	135	150	0,045	0,63	0,43	1			
Розчин цементно- піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			
1. Зовнішні стіни по основному полю Тип 4									
Розчин цементно- піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	23	4,31
Кладка з блоків керамзитшлакобе- тонних на цемен- тно-піщаному розчині густиною 850 кг/м3 (брутто)	1400	400	0,51	6,41	0,15	2			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	135	150	0,045	0,63	0,43	1			
Розчин цементно- піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			
3. Зовнішні стіни, що межують з некондиціонованими об'ємами (балкони, лоджії, прибудовані тамбури) Тип 2									
Розчин цементно- піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	12	0,78
Кладка силікатної повнотілої цегли на цементно- піщаному розчині	1800	510	0,87	10,9	0,11	4			
Розчин цементно- піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			
3. Зовнішні стіни, що межують з некондиціонованими об'ємами (балкони, лоджії, прибудовані тамбури) Тип 4									
Розчин цементно- піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	12	0,98
Кладка з блоків керамзитшлакобе- тонних на цемен- тно-піщаному розчині густиною 850 кг/м3 (брутто)	1400	400	0,51	6,41	0,15	2			

						13/11-20-9-EE	Арк.
							17
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Розчин цементно-піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			
4. . Перекриття технічного поверху									
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3	8,7	23	5.14
Пісок для будівельних робіт	1600	100	0,58	7,91	0,17	2			
Пароізоляційна плівка	1000	0,003	0,17	8,56	0,001	0			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	45	200	0,043	0,63	0,43	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	50	0,93	11,09	0,09	4			
5. Перекриття неопалювального підвалу									
Плити керамічні для підлоги	2000	20	1,1	12,55	0,06	5	8,7	12	3,43
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	100	120	0,041	0,56	0,47	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			
6. Стіна між сходовою клітиною та неопалювальним підвалом									
Розчин цементно-піщаний	1800	20	0,93	11,09	0,09	4	8,7	12	3,34
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	15	0,93	11,09	0,09	4			

5.1 Зовнішні стіни

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

Таблиця 5.3. Геометричні характеристики зовнішніх стін

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м²
1	Зовнішні стіни, з них:	5197,07
1.1	Тип 1	96,00
1.2	Тип 2	1355,8
1.3	Тип 3	3650,08
1.4	Тип 4	95,14
2	Зовнішні стіни, що граничать з зовнішнім повітрям	4488,96
2.1	- стіни по основному полю з утепленням MW	4488,96
2.2	- відкоси	548,04
3	Зовнішні стіни, що граничать з некондиціонованим об'ємом, з них:	224,82
3.1	- Площа фасадів всередині балконів, лоджій, тамбурів, надбудов	224,82
3.2	- відкоси всередині балконів, лоджій	30,9
4	Зовнішні стіни некондиціонованого об'єму, що утеплюються	483,29

5.1.1. Зовнішні стіни, що межують із зовнішнім середовищем

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

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

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

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							18
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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

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

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, L, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ, Вт/К,	Значення показника
Примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні підвіконня	800	—	0,116	—	92,8
Примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні перемички	800	—	0,133	—	106,4
Примикання зовнішніх стін до віконного відкосу в зоні рядового примикання	1064	—	0,094	—	100,02
Пластиковий дюбель з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару	—	21600	—	0,005	108
Несучі кронштейни для кріплення (газопроводи, кондиціонери)	—	350	—	0,015	5,25

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

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

№	Конструкція	Площа, А, м²	Опір теплопередачі конструкції RΣ, м²·К/Вт
1.	Блоки керамзитшлакобетонні, товщиною 400 мм., утеплювач MW – 150 мм	3445,58	4,31
2.	Кладка силікатної повнотілої цегли товщиною 400 мм., утеплювач MW – 150 мм	1043,38	4,12

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

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} = \frac{3445,58 + 1043,38}{\frac{3445,58}{4,53} + \frac{1043,38}{4,12} + 800 \cdot 0,116 + 800 \cdot 0,133 + 1064 \cdot 0,094 + 21600 \cdot 0,005 + 350 \cdot 0,015} = 3,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Перевіряємо виконання умови п.6.1 ДБН В.2.6-31:2016, за формулою (4), та з врахуванням п.6.2.1, а саме: «при виконанні умови ($EP \leq EP_{max}$) допускається застосовувати окремі конструктивні елементи теплоізоляційної оболонки із зниженими значеннями опору теплопередачі до рівня 75 % від Rq min для непрозорих частин зовнішніх стін...»

						13/11-20-9-EE	Арк.
							19
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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

$$3,15 > 0,75 \cdot 3,3;$$

$$3,15 > 2,48$$

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

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м²	Значення опору теплопередачі, R, м²·К/Вт.
1	Зовнішні стіни, з них:	5197,07	
2	Зовнішні стіни, що межують з зовнішнім повітрям	4488,96	3,15
3	Зовнішні стіни, що межують з некондиціонованим об'ємом (Тип 4)	224,82	0,98
4	Зовнішні стіни некондиціонованого об'єму, що утеплюються	483,29	3,15

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

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \sum_{i=1}^n \frac{R_{\Sigma i} \cdot F_i}{F_{\Sigma}} = \frac{3,15 \cdot 4488,96}{5197,07} + \frac{0,98 \cdot 224,82}{5197,07} + \frac{3,15 \cdot 483,29}{5197,07} = 3,06 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

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

F_i - площа ділянки фасаду, м²

F_{Σ} - загальна площа фасаду, м²

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

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = 3,06 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

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

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

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

					м²·К/Вт			
Балкон верхній	13	6,59	фасадна частина: сендвіч- панель з MW δ= 40 мм	3,5	1,09	Зовнішня стіна	3,78	0,82
			бокова частина: сендвіч- панель з MW δ= 40 мм	2,15	1,09	Вікно балконного блоку	0,9	0,75
			покрівля: з/б плита δ= 200 мм, утеплювач XPS δ= 50 мм	2,98	1,61	Двері балконного блоку	1,47	0,75
			скління: однокамерни й склопакет	7,88	0,38			
Балкон нижній	10	6,59	фасадна частина: сендвіч- панель з MW δ= 40 мм	3,5	1,09	Зовнішня стіна	3,78	0,82
			бокова частина: сендвіч- панель з MW δ= 40 мм	2,15	1,09	Вікно балконного блоку	0,9	0,75
			підлога: з/б плита δ= 200 мм, утеплювач XPS δ= 50 мм	2,98	1,61	Двері балконного блоку	1,47	0,75
			скління: однокамерни й склопакет	7,88	0,38			
Балкон нижній (між осями А-Ж)	3	9,32	фасадна частина: цегляна кладка δ= 120 мм, утеплювач XPS δ= 50 мм	6,86	1,72	Зовнішня стіна	12,8	0,82
			бокова частина: цегляна кладка δ= 120 мм, утеплювач XPS δ= 50 мм	5,58	1,72	Вікно балконного блоку	0,9	0,75
			підлога та частина покриття: з/б плита δ= 200 мм,	6,87	1,61	Двері балконного блоку	1,47	0,75

						13/11-20-9-EE			Арк.
									21
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата				

			утеплювач XPS $\delta= 50$ мм					
			скління: однокамерни й склопакет	4,46	0,38			
Лоджія між осями 1-17	54	10,0 2	фасадна частина: цегляна кладка $\delta=$ 120 мм, утеплювач MW $\delta= 150$ мм	3,38	3,63	Зовнішня стіна	5,29	0,82
			скління: двокамерний склопакет	3,9	0,45	Вікно блоку лоджії	0,9	0,75
						Двері блоку лоджії	1,47	0,75
Лоджія між осями 17-1	54	14,3 4	фасадна частина: цегляна кладка $\delta=$ 120 мм, утеплювач MW $\delta= 150$ мм	5,53	3,63	Зовнішня стіна	6,74	0,82
			скління: двокамерний склопакет	5,67	0,45	Вікно блоку лоджії	1,95	0,75
						Двері блоку лоджії	1,47	0,75
Тамбур прибудовани й	3	6,23	стіни: цегляна кладка $\delta=$ 120 мм, утеплювач MW $\delta= 50$ мм	6,558	1,41	Зовнішня стіна	8,684	0,82
			покрівля: з/б плита $\delta= 200$ мм, утеплювач XPS $\delta= 50$ мм	2,608	1,61	Двері тамбурні металопластико ві	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:

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

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

						13/11-20-9-EE	Арк.
							22
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

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

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

θ_e – розрахункова температура зовнішнього середовища, °С;

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

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

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

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

- внутрішні теплонадходження відсутні;
- 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}	$H_{T, iu}$	$H_{T, ue}$	$H_{V, iu}$	$H_{V, ue}$	H_{iu}	H_{ue}	θ_u	b_u
Балкон верхній	0	0	0	0	0,5	0	3,30	7,77	27,77	0	1,11	7,77	28,88	-13,1	0,79
Балкон нижній	0	0	0	0	0,5	0	3,30	7,77	27,77	0	1,11	7,77	28,88	-13,1	0,79
Балкон нижній (між осями А-Ж)	0	0	0	0	0,5	0	4,66	18,77	23,24	0	1,57	18,77	24,80	-3,9	0,57
Лоджія між осями 1-17	0	0	0	0	0,4	0	4,01	9,61	9,60	0	1,35	9,61	10,94	-2,4	0,53
Лоджія між осями 17-1	0	0	0	0	0,4	0	5,74	12,78	14,12	0	1,93	12,78	16,05	-3,4	0,56
Тамбур прибудований	0	0	0	0	1	0	6,23	15,14	13,97	0	2,09	15,14	16,06	-1,6	0,51

5.2 Перекриття технічного поверху

Перекриття технічного поверху має теплову ізоляцію з мінеральної вати.

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

Таблиця 5.8. Геометричні характеристики перекриття технічного поверху

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							23
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м²
1	Перекриття технічного поверху	1009,7
1.1	- площа утеплення по основному полю MW	963,38

Склад перекриття технічного поверху наведено у таблиці 5.2 та таблиці 5.8.1.

Ціль теплотехнічного розрахунку перекриття технічного поверху:

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

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

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

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

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

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

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

n – кількість шарів огорожувальної конструкції;

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

Таблиця 5.8.1. Склад перекриття технічного поверху

Склад зовнішніх стін по основному полю	Густина в сухому стані ρ_0 , кг/м³	Товщин а шару δ_i , мм	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні $\alpha_{\text{в}}$, Вт/(м²·К)	Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні $\alpha_{\text{з}}$, Вт/(м²·К)	Опір тепло-передачі конструкції R_{Σ} , м²·К/Вт
			Тепло-провідні сть λ_i , Вт/(м·К)	Коефіцієн т тепло-засвоєння s_i , Вт/(м²·К)	Коефіцієнт паропроник-ності μ_i , мг/(м·год·Па)	Розрахун-ковий вміст вологи за масою w_i , %			
Перекриття технічного поверху									
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3	8,7	23	5,14
Пісок для будівельних робіт	1600	100	0,58	7,91	0,17	2			
Пароізоляційна плівка	1000	0,003	0,17	8,56	0,001	0			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	45	200	0,043	0,63	0,43	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	50	0,93	11,09	0,09	4			

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

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = 5,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

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

						13/11-20-9-EE	Арк.
							24
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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

$$5,14 > 4,95.$$

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

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

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

Склад перекриття неопалювального підвалу наведено у таблиці 5.2 та таблиці 5.9.

Ціль теплотехнічного розрахунку неопалювального підвалу:

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

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

Таблиця 5.9. Склад перекриття неопалювального підвалу

Склад зовнішніх стін по основному полю	Густина в сухому стані ρ_0 , кг/м³	Товщина шару δ , мм	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				Коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні $\alpha_{\text{в}}$, Вт/(м²·К)	Коефіцієнт теплопередачі зовнішньої поверхні $\alpha_{\text{з}}$, Вт/(м²·К)	Опір теплопередачі конструкції R_{Σ} , м²·К/Вт
			Теплопровідність λ , Вт/(м·К)	Коефіцієнт теплозасвоєння s_i , Вт/(м²·К)	Коефіцієнт паропроникності μ , мг/(м·год·Па)	Розрахунковий вміст вологи за масою w_i , %			
Перекриття неопалювального підвалу									
Плити керамічні для підлоги	2000	20	1,1	12,55	0,06	5	8,7	12	3,43
Залізобетон	2500	220	2,04	18,95	0,03	3			
Вироби теплоізоляційні мінераловатні	100	120	0,041	0,56	0,47	1			
Розчин цементно-піщаний	1800	15	0,93	11,09	0,09	4			

Таблиця 5.9.1. Геометричні характеристики перекриття неопалювального підвалу

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Площа А, м ²	R_{Σ} , м ² ·К/Вт
1	Перекриття неопалювального підвалу, з них:	1060,82	
1.1	- по основному полю	1060,82	3,43

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

						13/11-20-9-EE	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		25

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

де $\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймаються згідно з додатком Б ДСТУ Б В.2.6-189;
 Ri – тепловий опір і-го шару конструкції, (м²·К)/Вт;
 λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м·К);
 n – кількість шарів огорожувальної конструкції;
 δ_i – товщина і-го шару зовнішніх стін, м.

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{1,1} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,12}{0,041} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{1}{12} = 3,43 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

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

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, L, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт тепло передачі, k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К,
Пластиковий дюбель з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару	–	4240	–	0,005

Приведений опір теплопередачі перекриття неопалювального підвалу дорівнює:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} = \frac{1060,82}{\frac{1060,82}{3,43} + 4240 \cdot 0,005} = 3,21 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

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

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

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

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

$$3,21 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт} > 0,75 \cdot 3,75 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт};$$

$$3,21 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт} > 2,81 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

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

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

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

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, L, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт тепло передачі, k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К,
Примикання перекриття	266,24	-	0,652	-

						13/11-20-9-ЕЕ		Арк.
								26
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата			

неопалювального підвалу до несучих стін, що проходять через товщу утеплювача по основному полю				
--	--	--	--	--

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_{iw} , (м²·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 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	м²	A	1060,82
2	Зовнішній периметр підлоги	м	P	266,24
3	Характерний розмір підлоги	-	$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}$	7,97
4	Загальна товщина цокольної стіни нижче рівня ґрунту	м	w	0,56
5	Теплопровідність стін підвалу вище ґрунту	Вт/(м²·К)	$U_w = \frac{1}{R_{iw}}$	0,324
6	Тепловий внутрішній поверхневий опір (горизонтальна огорожувальна конструкція (тепловий потік зверху вниз)), згідно з таблицею Б.2 ДСТУ Б А.2.2-12	м²·К/Вт	R_{si}	0,17
7	Тепловий зовнішній поверхневий опір, згідно з таблицею Б.2 ДСТУ Б А.2.2-12	м²·К/Вт	R_{se}	0,043
8	Термічний опір перекриття над техпідпіллям	м²·К/Вт	$R_f = \frac{1}{U_f}$	3,21
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	2,7
14	Еквівалентна товщина підлоги	м	$d_g = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se})$	7,406

						13/11-20-9-EE	Арк.
							27
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

15	Коефіцієнт теплопередачі підлоги техпідпілля	Вт/(м²·К)	$U_g = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot B' + d_g} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_g} + 1 \right)$	0,135
16	Еквівалентний коефіцієнт теплопередачі між простором технічного підпілля та зовнішнім середовищем	Вт/(м²·К)	$U_x = \frac{2 \cdot h \cdot U_w}{B'} + 1450 \cdot \frac{\varepsilon \cdot v \cdot f_w}{B'}$	0,182
17	Коефіцієнт теплопередачі системи огорожувальних конструкцій технічного підпілля	Вт/(м²·К)	$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x}$	6,022
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	$H_g = A \cdot U + P \cdot \Psi_g$	377,5

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

$$H_g = 377,5, \text{ Вт/К.}$$

5.4. Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій

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

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

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

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

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Позначення/Формула	Значення		
				Вікно	Двері	Разом
1	Сумарна площа всіх світлопрозорих конструкцій	м²	$\Sigma A_{w/d}$	70,73	2,94	73,67
2	Загальна площа вікна	м²	$A_{w/d}$	1,71	1,47	-
3	Площа світлопрозорих елементів конструкції	м²	A_g	1,38	0,661	-
4	Площа непрозорого заповнення конструкції	м²	A_p		0,446	-
5	Площа рами	м²	A_f	0,33	0,362	-
6	Зовнішня загальна довжина периметра скління	м	l_g	7,314	3,44	-
7	Коефіцієнти теплопередачі світлопрозорого заповнення	Вт/м²·К	U_g	0,9	0,9	-
8	Теплопровідністю 1 шару сендвіч-панелі	Вт/м·К	λ_1	-	0,22	-
9	Товщина 1 шару сендвіч-панелі	м	δ_1	-	0,005	-

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							28
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

10	Теплопровідністю 2 шару сендвіч-панелі	Вт/м·К	λ_2	-	0,039	-
11	Товщина 2 шару сендвіч-панелі	м	δ_3	-	0,03	-
12	Теплопровідністю 2 шару сендвіч-панелі	Вт/м·К	δ_3	-	0,22	-
13	Товщина 3 шару сендвіч-панелі	м	λ_3	-	0,005	-
14	Опір теплопередачі термічно однорідної тришарової конструкції сендвіч-панелі	м ² ·К/Вт	$R_p = \frac{1}{\alpha_s} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_n}$	-	0,973	-
15	Коефіцієнти теплопередачі непрозорого заповнення	Вт/м ² ·К	U_p	-	1,028	-
16	Коефіцієнт теплопередачі рами	Вт/м ² ·К	U_f	1,25	1,25	-
17	Лінійний коефіцієнт теплопередачі скління	Вт/м·К	ψ_g	0,06	0,06	
18	Приведений коефіцієнт теплопередачі конструкції	Вт/м ² ·К	$U_{W/D} = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_f U_f + \sum l_g \psi_g + \sum l_p \psi_p}{\sum A_g + \sum A_p + \sum A_f}$	1,224	1,165	1,222
19	Приведений опір теплопередачі конструкції	м ² ·К/Вт	$R_{W/D \Sigma p} = \frac{1}{U_w}$	0,817	0,858	0,819

Приведений опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій, що замінюються становить:

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

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

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

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

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

Таблиця 5.14. Світлопрозорі конструкції будівлі

№ п/п	Тип світлопрозорих конструкцій	Кількість, од.	Площа, м ²	Опір теплопередачі, $R_{\Sigma p}$, м ² ·К/Вт
1	Світлопрозорі конструкції	745	1430,07	0,75

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

5.5. Опір теплопередачі входних дверей

В будівлі наявні наступні типи входних дверних конструкцій:

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

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

						13/11-20-9-EE	Арк.
							29
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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.

Існуючи вхідні двері металеві глухі, утеплені, в задовільному стані. Опір теплопередачі вказаний у Табл. 5.15.

Таблиця 5.15. 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	4	23,13	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 5.16.

Таблиця 5.16. 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	$0,75 \cdot 3,3 = 2,64$	3,06	5197,02
Перекриття технічного поверху	4,95	5,14	1009,7
Перекриття над неопалювальними підвалами	$0,75 \cdot 3,75 = 2,8$	3,21	1060,82
Світлопрозорі конструкції	0,75	0,75	1430,07
Вхідні двері	0,6	0,6	23,13

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 перекриття, перекриття над техпідпіллям, світлопрозорих огорожувальних конструкцій та вхідних дверей в будинок відповідно;

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

						13/11-20-9-EE	Арк.
							30
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

$$k_{\Sigma \text{ пр}} = U_{\Sigma \text{ пр}} = \zeta \left(\frac{\frac{5197,07}{3,06} + \frac{1009,7}{5,32} + \frac{1060,82}{3,21} + \frac{1430,07}{0,75} + \frac{23,13}{0,6}}{8720,79} \right) = 0,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

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

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

Мінімальна температура на внутрішній поверхні зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій не нижче ніж $10,7^\circ\text{C}$, 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 та перекриття горіщ – 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:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{вн}} - \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}}{R_{\Sigma \text{ пр}} \cdot \alpha_{\text{в}}} = 20 - \frac{20 - (-22)}{3,4 \cdot 8,7} = 18,6^\circ\text{C}$$

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 $m_w = 0,22$.

Оскільки коефіцієнт скління фасадів становить $0,22$, що більше ніж $0,18$ тому подальші розрахунки ведуться за наступним пунктом А.2.3 ДБН В.2.6-1:2016.

Температуру внутрішньої поверхні віконних блоків визначаємо за формулою:

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

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

Знаходимо температурний перепад за формулою:

$$\Delta T_{\text{пр}} = t_{\text{вн}} - \frac{\tau_{\text{вн.пр}} \cdot gF_{\text{н}} + \tau_{\text{всп.пр}} \cdot gF_{\text{сп}}}{F_{\Sigma}} = 20 - \frac{18,6 \cdot 5197,02 + 13,0 \cdot 1430,07}{5197,02 + 1430,07} = 2,48^\circ\text{C}$$

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

$\tau_{\text{вн.пр}}, F_{\text{н}}$ - приведена температура внутрішньої поверхні, $^\circ\text{C}$, та площа м^2 , непрозорої частини огорожувальної конструкції;

$F_{\text{сп}}$ - площа м^2 , світлопрозорої частини;

$\tau_{\text{всп.пр}}$ - приведена температура внутрішньої поверхні, $^\circ\text{C}$ світлопрозорої частини огорожувальної конструкції, що розраховується за формулою:

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							31
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$$\tau_{всн.пр} = \frac{\sum \tau_{сн} g F_{сн} + \sum \tau_j g F_j}{F_{сн}}$$

де $\tau_{сн}, F_{сн}$ - середня температура внутрішньої поверхні, °C та площа м² склопакета або скла;
 τ_j, F_j - середня температура внутрішньої поверхні, °C та площа м², конструктивного непрозорого елементу світлопрозорої конструкції.

За результатами розрахунків запропонована огорожувальна конструкція задовольняє вимоги (5) по 6.1 ДБН В.2.6-31:2016, $\Delta T_{пр} = 2,48 \text{ °C} \leq 4 \text{ °C}$.

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

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

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

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

$$\Delta T_{пр} = \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma пр} \cdot \alpha_g} = \frac{20 - (-22)}{4,95 \cdot 8,7} = 0,97 \text{ °C}$$

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;

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

α_{b1} - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, Вт/(м² 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 $\Delta T_{сг} = 3,0 \text{ °C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$\Delta T_{пр} \leq \Delta T_{сг}$, $0,84 \text{ °C} \leq 4,0 \text{ °C}$. Отже, умова виконується.

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

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

$$\Delta T_{пр} = \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma пр} \cdot \alpha_g} = \frac{20 - (-22)}{3,09 \cdot 8,7} = 1,56 \text{ °C}$$

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 $\Delta T_{сг} = 2,0 \text{ °C}$ згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

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

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							32
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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

Згідно п.6.4.2 ДБН В.2.6-31:2016 мінімально допустиме значення температури на внутрішній поверхні $T_{\min}$ світлопрозорих огорожувальних конструкцій житлових і громадських будівель при розрахункових значеннях температур зовнішнього та внутрішнього повітря, прийнятих згідно з додатком В ДБН В.2.6-31:2016, повинно бути для коробок, імпостів та штапиків віконних і дверних блоків, а також світлопрозорих зон, включаючи зони дистанційних рамок, не менше ніж 6 °С.

Температуру внутрішньої поверхні віконних блоків визначаємо за формулою:

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

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

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

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

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

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

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

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

6. Розрахунок показників теплостійкості та теплосвоєння огорожувальних конструкцій

6.1. Теплостійкість приміщення в літній період

Згідно з п. 6.7 ДБН В.2.6-31:2016 теплостійкість огорожувальних конструкцій у літній період року дозволяється не перевіряти при виконанні умови - середня температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця для м. складає 19,2°С (19,2°С<21°С).

Згідно з п. 6.7 ДБН В.2.6-31:2016 теплостійкість огорожувальних конструкцій у літній період року дозволяється не перевіряти при виконанні умови - середня температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця для м. складає 20,2°С (20,2°С<21°С).

6.2 Теплостійкість приміщення в зимовий період

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

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

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							33
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

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

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

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

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

– кладка з силікатної цегли:

$\rho = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda_{\text{б}} = 0,87 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$; $\delta = 0,38 \text{ м}$; $s=10,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$;

– кладка з силікатної цегли:

$\rho = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda_{\text{б}} = 0,87 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$; $\delta = 0,51 \text{ м}$; $s=10,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$;

– стіни з блоків керамзитошлакобетонних на цементно-піщаному розчині:

$\rho = 850 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda_{\text{б}} = 0,51 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$; $\delta = 0,30 \text{ м}$; $s= 6,41 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$;

– стіни з блоків керамзитошлакобетонних на цементно-піщаному розчині:

$\rho = 850 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda_{\text{б}} = 0,51 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$; $\delta = 0,40 \text{ м}$; $s= 6,41 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$;

– утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому,

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

– зовнішнє опорядження штукатуркою:

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

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

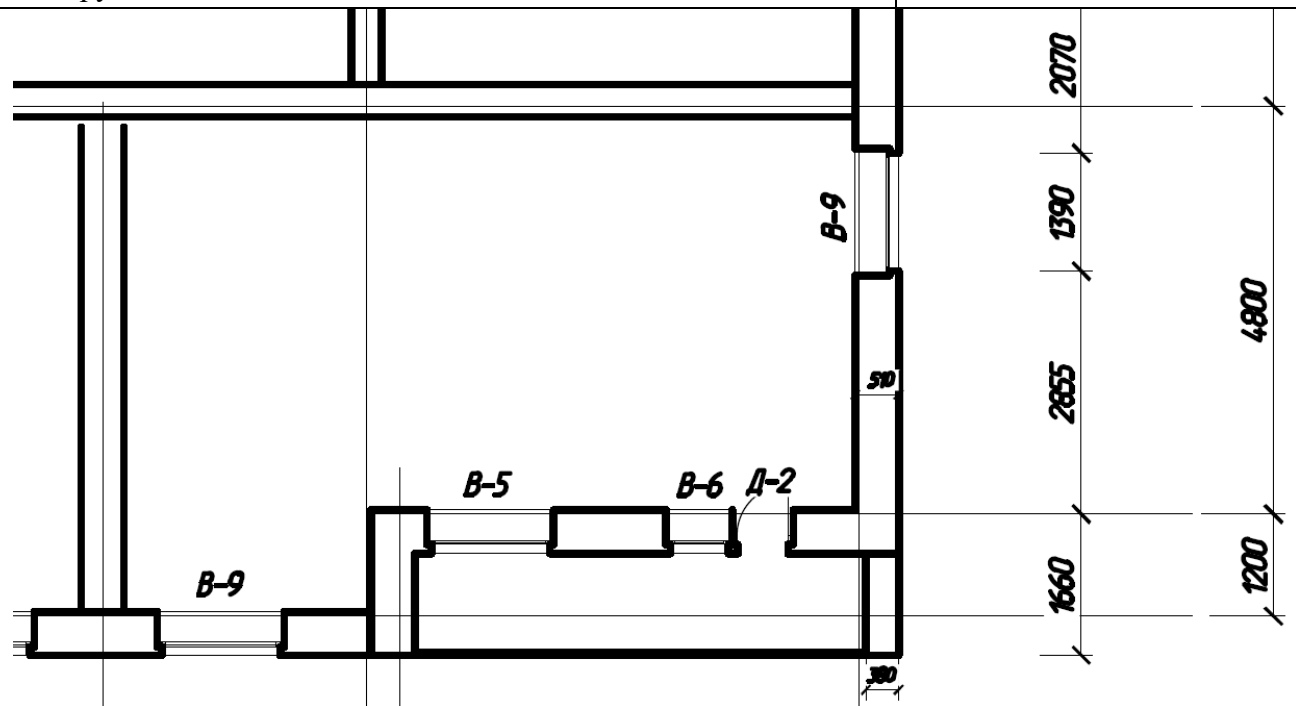
Геометричні характеристики приміщення наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Геометричні характеристики приміщення

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

Площа внутрішньої поверхні світлопрозорих огорожувальних конструкцій $F_{сп}$, м²

8,8



Малюнок 2. Фрагмент плану першого поверху

Таблиця 6.2.1. Теплофізичні характеристики матеріалів шарів конструкції

Номер шару	Матеріал	Товщина шару, δ , м	Густина матеріалу в сухому стані, ρ , кг/м ³	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації А	
				Теплопровідність λ , Вт/(м·К)	Коефіцієнт теплозасвоєння, s , Вт/(м ² ·К)
1.	Штукатурка цементно-піщаним розчином	0,03	1600	0,76	11,09
2.	Мурування цегли силікатної повнотілої на цементно-піщаному розчині	0,38	1800	0,7	10,9
3.	Мурування цегли силікатної повнотілої на цементно-піщаному розчині	0,51	1800	0,7	10,9
4.	Блоки керамзитошлако-бетонні на цементно-піщаному розчині	0,3	850	0,51	6,41

Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата

13/11-20-9-ЕЕ

Арк.

35

5.	Блоки керамзитошлако-бетонні на цементно-піщаному розчині	0,4	850	0,51	6,41
6.	Мінераловатні плити на синтетичному зв'язуючому	0,15	125	0,045	0,63
7.	Штукатурка мінеральним розчином	0,01	1800	0,7	10,42

Теплові опори шарів непрозорої огорожувальної конструкції наведені в таблиці 6.3.

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

Номер шару	Познака	Значення, (м²К)/Вт	Розрахунок
1	R_1	0,025	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,81} = 0,025$
2	R_2	0,44	$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,38}{0,87} = 0,44$
3	R_3	3,33	$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,15}{0,045} = 3,33$
4	R_4	0,037	$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037$

Розрахунок теплових опорів шарів непрозорої огорожувальної конструкції. Тип 2

Номер шару	Познака	Значення, (м²К)/Вт	Розрахунок
1	R_1	0,025	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,81} = 0,025$
2	R_2	0,59	$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,51}{0,87} = 0,59$
3	R_3	3,33	$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,15}{0,045} = 3,33$
4	R_4	0,037	$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037$

Розрахунок теплових опорів шарів непрозорої огорожувальної конструкції. Тип 3

Номер шару	Познака	Значення, (м²К)/Вт	Розрахунок
1	R_1	0,025	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,81} = 0,025$
2	R_2	0,59	$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,3}{0,51} = 0,59$

3	R_3	3,33	$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,15}{0,045} = 3,33$
4	R_4	0,037	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037$

Розрахунок теплових опорів шарів непрозорої огорожувальної конструкції. Тип 4

Номер шару	Познака	Значення, (м²К)/Вт	Розрахунок
1	R_1	0,025	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,81} = 0,025$
2	R_2	0,78	$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,4}{0,51} = 0,78$
3	R_3	3,33	$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,15}{0,045} = 3,33$
4	R_4	0,037	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037$

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

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

Номер шару	Познака	Значення	Розрахунок
1	D_1	0,28	$D_1 = R_1 s_1 = 0,025 \cdot 11,09 = 0,28$
2	D_2	4,8	$D_2 = R_2 s_2 = 0,44 \cdot 10,9 = 4,8$
3	D_3	2,1	$D_3 = R_3 s_3 = 3,33 \cdot 0,63 = 2,1$
4	D_4	0,39	$D_4 = R_4 s_4 = 0,037 \cdot 10,42 = 0,39$
Усієї конструкції	D	7,57	$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 7,57$

Розрахунок теплових інерцій кожного шару непрозорої огорожувальної конструкції та конструкції в цілому. Тип 2

Номер шару	Познака	Значення	Розрахунок
1	D_1	0,28	$D_1 = R_1 s_1 = 0,025 \cdot 11,09 = 0,28$
2	D_2	6,43	$D_2 = R_2 s_2 = 0,59 \cdot 10,9 = 6,43$
3	D_3	2,1	$D_3 = R_3 s_3 = 3,33 \cdot 0,63 = 2,1$
4	D_4	0,39	$D_4 = R_4 s_4 = 0,037 \cdot 10,42 = 0,39$
Усієї конструкції	D	9,2	$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 9,2$

Розрахунок теплових інерцій кожного шару непрозорої огорожувальної конструкції та конструкції в цілому. Тип 3

Номер шару	Познака	Значення	Розрахунок
------------	---------	----------	------------

1	D_1	0,28	$D_1 = R_1 s_1 = 0,025 \cdot 11,09 = 0,28$
2	D_2	3,8	$D_2 = R_2 s_2 = 0,59 \cdot 6,41 = 3,8$
3	D_3	2,1	$D_3 = R_3 s_3 = 3,33 \cdot 0,63 = 2,1$
4	D_4	0,39	$D_4 = R_4 s_4 = 0,037 \cdot 10,42 = 0,39$
Усієї конструкції	D	6,6	$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 6,6$

Розрахунок теплових інерцій кожного шару непрозорої огорожувальної конструкції та конструкції в цілому. Тип 4

Номер шару	Познака	Значення	Розрахунок
1	D_1	0,28	$D_1 = R_1 s_1 = 0,025 \cdot 11,09 = 0,28$
2	D_2	5	$D_2 = R_2 s_2 = 0,78 \cdot 6,41 = 5$
3	D_3	2,1	$D_3 = R_3 s_3 = 3,33 \cdot 0,63 = 2,1$
4	D_4	0,39	$D_4 = R_4 s_4 = 0,037 \cdot 10,42 = 0,39$
Усієї конструкції	D	7,8	$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 7,8$

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

$$\text{Тип 1} \quad Y_B = \frac{R_1 s_1^2 + s_2}{1 + R_1 s_2} = \frac{0,025 \cdot 11,09^2 + 10,9}{1 + 0,025 \cdot 10,9} = 11 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}.$$

$$\text{Тип 2} \quad Y_B = \frac{R_1 s_1^2 + s_2}{1 + R_1 s_2} = \frac{0,025 \cdot 11,09^2 + 10,9}{1 + 0,025 \cdot 10,9} = 11 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}.$$

$$\text{Тип 3} \quad Y_B = \frac{R_1 s_1^2 + s_2}{1 + R_1 s_2} = \frac{0,025 \cdot 11,09^2 + 6,41}{1 + 0,025 \cdot 6,41} = 8,2 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}.$$

$$\text{Тип 4} \quad Y_B = \frac{R_1 s_1^2 + s_2}{1 + R_1 s_2} = \frac{0,025 \cdot 11,09^2 + 6,41}{1 + 0,025 \cdot 6,41} = 8,2 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}.$$

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

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. Тип 1	$B_{\text{нп}}$	Вт/(м²К)	4,86	$B_{\text{нп}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{Y_B}} =$ $= \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{1}{11}} = 4,86$
Непрозора. Тип 2	$B_{\text{нп}}$	Вт/(м²К)	4,86	$B_{\text{нп}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{Y_B}} =$ $= \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{1}{11}} = 4,86$
Непрозора. Тип 3	$B_{\text{нп}}$	Вт/(м²К)	4,22	$B_{\text{нп}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{Y_B}} =$ $= \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{1}{8,2}} = 4,22$
Непрозора. Тип 4	$B_{\text{нп}}$	Вт/(м²К)	4,22	$B_{\text{нп}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{Y_B}} =$ $= \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{1}{8,2}} = 4,22$
Світлопрозора	$B_{\text{сп}}$	Вт/(м²К)	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. Тип 1	$R_{\Sigma \text{нп}}$	(м²К)/Вт	3,99	$R_{\Sigma \text{нп}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_{\text{зов}}} =$ $= \frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,44 + 3,33 + 0,037 + \frac{1}{12} =$ $= 3,99$

Опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції. Тип 2	$R_{\Sigma \text{нп}}$	(м²K)/Вт	4,13	$R_{\Sigma \text{нп}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_{\text{зов}}} =$ $= \frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,58 + 3,33 + 0,037 + \frac{1}{12} =$ $= 4,13$
Опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції. Тип 3	$R_{\Sigma \text{нп}}$	(м²K)/Вт	4,14	$R_{\Sigma \text{нп}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_{\text{зов}}} =$ $= \frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,59 + 3,33 + 0,037 + \frac{1}{12} =$ $= 4,14$
Опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції. Тип 4	$R_{\Sigma \text{нп}}$	(м²K)/Вт	4,33	$R_{\Sigma \text{нп}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_{\text{зов}}} =$ $= \frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,78 + 3,33 + 0,037 + \frac{1}{12} =$ $= 4,33$
Тепловтрати приміщення через теплоізоляційну оболонку. Тип 1	$Q_{\text{теп}}$	Вт	582,4	$Q_{\text{теп}} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}) \cdot \left[\sum_{j=1}^n \frac{F_j}{R_{\Sigma j \text{нп}} \cdot k} + \frac{F_{\text{сп}}}{R_{\Sigma \text{сп}}} \right] =$ $= (20 - (-22)) \cdot \left[\frac{46,92}{3,99 \cdot 0,85} + \frac{8,8}{0,75} \right] = 582,4$
Тепловтрати приміщення через теплоізоляційну оболонку. Тип 2	$Q_{\text{теп}}$	Вт	572,1	$Q_{\text{теп}} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}) \cdot \left[\sum_{j=1}^n \frac{F_j}{R_{\Sigma j \text{нп}} \cdot k} + \frac{F_{\text{сп}}}{R_{\Sigma \text{сп}}} \right] =$ $= (20 - (-22)) \cdot \left[\frac{46,92}{4,13 \cdot 0,85} + \frac{8,8}{0,75} \right] = 572,1$
Тепловтрати приміщення через теплоізоляційну оболонку. Тип 3	$Q_{\text{теп}}$	Вт	571,4	$Q_{\text{теп}} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}) \cdot \left[\sum_{j=1}^n \frac{F_j}{R_{\Sigma j \text{нп}} \cdot k} + \frac{F_{\text{сп}}}{R_{\Sigma \text{сп}}} \right] =$ $= (20 - (-22)) \cdot \left[\frac{46,92}{4,14 \cdot 0,85} + \frac{8,8}{0,75} \right] = 571,4$
Тепловтрати приміщення через теплоізоляційну оболонку. Тип 4	$Q_{\text{теп}}$	Вт	558,5	$Q_{\text{теп}} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}) \cdot \left[\sum_{j=1}^n \frac{F_j}{R_{\Sigma j \text{нп}} \cdot k} + \frac{F_{\text{сп}}}{R_{\Sigma \text{сп}}} \right] =$ $= (20 - (-22)) \cdot \left[\frac{46,92}{4,33 \cdot 0,85} + \frac{8,8}{0,75} \right] = 558,5$

Тепловтрати приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції становлять:

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

Загальні тепловтрати приміщення становлять:

Тип 1 $Q_{\text{пр}} = Q_{\text{теп}} + Q_{\text{інф}} = 582,4 + 1330,2 = 1912,6 \text{ Вт.}$

Тип 2 $Q_{\text{пр}} = Q_{\text{теп}} + Q_{\text{інф}} = 572,1 + 1330,2 = 1902,3 \text{ Вт.}$

Тип 3 $Q_{\text{пр}} = Q_{\text{теп}} + Q_{\text{інф}} = 571,4 + 1330,2 = 1901,6 \text{ Вт.}$

Тип 4 $Q_{\text{пр}} = Q_{\text{теп}} + Q_{\text{інф}} = 558,5 + 1330,2 = 1888,7 \text{ Вт.}$

Амплітуда коливань температури приміщення становить:

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							40
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned} \text{Тип 1} \quad A_{\text{в}} &= \frac{0,7Q_{\text{пр}}m}{B_{\text{нп}}F_{\text{нп}} + B_{\text{сп}}F_{\text{сп}}} = \frac{0,7 \cdot 1912,6 \cdot 0,1}{4,86 \cdot 65,7 + 1,23 \cdot 8,8} = 0,41 \text{ }^{\circ}\text{C}. \\ \text{Тип 2} \quad A_{\text{в}} &= \frac{0,7Q_{\text{пр}}m}{B_{\text{нп}}F_{\text{нп}} + B_{\text{сп}}F_{\text{сп}}} = \frac{0,7 \cdot 1902,3 \cdot 0,1}{4,86 \cdot 65,7 + 1,23 \cdot 8,8} = 0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}. \\ \text{Тип 3} \quad A_{\text{в}} &= \frac{0,7Q_{\text{пр}}m}{B_{\text{нп}}F_{\text{нп}} + B_{\text{сп}}F_{\text{сп}}} = \frac{0,7 \cdot 1901,6 \cdot 0,1}{4,22 \cdot 65,7 + 1,23 \cdot 8,8} = 0,52 \text{ }^{\circ}\text{C}. \\ \text{Тип 4} \quad A_{\text{в}} &= \frac{0,7Q_{\text{пр}}m}{B_{\text{нп}}F_{\text{нп}} + B_{\text{сп}}F_{\text{сп}}} = \frac{0,7 \cdot 1888,7 \cdot 0,1}{4,22 \cdot 65,7 + 1,23 \cdot 8,8} = 0,46 \text{ }^{\circ}\text{C}. \end{aligned}$$

Амплітуда коливань температури приміщення не перевищує нормованого значення $1,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ і становить від $0,4^{\circ}\text{C}$ до $0,52 \text{ }^{\circ}\text{C}$, що задовольняє вимогам умови (9) п. 6.7 ДБН В.2.6-31.

7. Розрахунок повітропроникності огорожувальних конструкцій будівлі

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалювальних об'єктів виконання умови:

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

G_n^{κ} - нормативна повітропроникність огорожувальної конструкції, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, яка визначається згідно з таблицею 1 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013. Для зовнішньої непрозорої конструкції житлових і громадських будинків $G_n^{\kappa} = 0,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$;

G^{κ} - повітропроникність огорожувальної конструкції, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$. 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, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, 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 ($\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$);

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							41
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

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

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

$$\Delta p = (H - h_i) \cdot (\gamma_z - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_z \cdot v^2 \cdot \beta_v = 30,47 \text{ Па},$$

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 i -го поверху, для якого проводиться розрахунок.

v - максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами, м/с, повторюваність яких становить 16% та більше, яка приймається згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27. Для м..... $v = 3,6$ м/с;

β_v - коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, який приймається згідно з таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013. Для м..... $\beta_v = 0,55$;

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

$$\gamma_z = \frac{3463}{(273 + t_z)} = 13,8$$

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

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:

Тип 1

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

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

– кладка з силікатної цегли:

$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_B = 0,87 \text{ Вт/(м·К)}$; $\delta = 0,38 \text{ м}$;

– утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому:

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

– зовнішнє опорядження штукатуркою:

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

Тип 2

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

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

						13/11-20-9-EE	Арк.
							42
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

– кладка з силікатної цегли:

$$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3; \lambda_B = 0,87 \text{ Вт/(м·К)}; \delta = 0,51 \text{ м}; s=10,9 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)};$$

- утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому,

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

– зовнішнє опорядження штукатуркою:

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

Тип 3

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

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

– стіни з блоків керамзитошлакобетонних на цементно-піщаному розчині:

$$\rho = 850 \text{ кг/м}^3; \lambda_B = 0,51 \text{ Вт/(м·К)}; \delta = 0,30 \text{ м}; s= 6,41 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)};$$

– утеплення мінераловатними плитами:

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

– зовнішнє опорядження штукатуркою:

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

Тип 4

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

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

– стіни з блоків керамзитошлакобетонних на цементно-піщаному розчині:

$$\rho = 850 \text{ кг/м}^3; \lambda_B = 0,51 \text{ Вт/(м·К)}; \delta = 0,40 \text{ м}; s= 6,41 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)};$$

– утеплення мінераловатними плитами на синтетичному зв'язуючому,

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

– зовнішнє опорядження штукатуркою:

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

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: $G_2^{\Delta p_0} = 0,56 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{год)};$

- плити мінераловатні жорсткі відповідно до таблиці 3: $G_2^{\Delta p_0} = 5 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{год)};$

- бетон суцільний (без швів)(блоки керамзитошлакобетонні) відповідно до таблиці 3: $G_2^{\Delta p_0} = 0,00051 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{год)}.$

Коефіцієнт урахування швидкості руху зовнішнього повітря залежно від висоти будівлі:

$$\Delta p = 30,47 \text{ Па}.$$

Повітропроникність при розрахунковій різниці тисків за формулою :

– повітропроникність внутрішньої штукатурки:

$$G_1^{\Delta p} = 0,07 \cdot (30,47 / 10)^{0,8} = 0,17 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{год)};$$

– повітропроникність кладки з кладки з силікатної цегли:

						13/11-20-9-EE	Арк.
							43
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$$G_2^{4p} = 0,56 \cdot (30,47 / 10)^{0,8} = 1,37 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

– повітропроникність бетон суцільний:

$$G_2^{4p} = 0,00051 \cdot (30,47 / 10)^{0,8} = 0,001 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

– повітропроникність плит мінеральної вати:

$$G_3^{4p} = 5 \cdot (30,47 / 10)^{1,5} = 12,2 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Масова повітропроникність конструкції з послідовним розміщенням шарів визначається за формулою:

$$Tun1: \quad G^k = \left(\frac{1}{0,17} + \frac{1}{1,37} + \frac{1}{12,2} \right)^{-1} = 0,15 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

$$Tun2: \quad G^k = \left(\frac{1}{0,17} + \frac{1}{1,37} + \frac{1}{12,2} \right)^{-1} = 0,15 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

$$Tun3: \quad G^k = \left(\frac{1}{0,17} + \frac{1}{0,001} + \frac{1}{12,2} \right)^{-1} = 0 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

$$Tu43: \quad G^k = \left(\frac{1}{0,17} + \frac{1}{0,001} + \frac{1}{12,2} \right)^{-1} = 0 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

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

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

7.2 Світлопрозорі конструкції

Конструкція віконного блоку та балконної двері відноситься до світлопрозорі конструкції.

За даними результатів випробувань повітропроникність віконного блоку при тиску $\Delta p = 10 \text{ Па}$ становить $G_{\Delta p0} = 0,32 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, показник режиму фільтрації $n = 0,6$.

Для визначення розрахункової різниці тисків, Δp , Па, розраховують питому вагу відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, γ_z та γ_e , Н/м³, за формулами:

$$\gamma_z = \frac{3463}{(273 + t_z)} = 13,8$$

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

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

$$\Delta p = (H - h_i) \cdot (\gamma_z - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_z \cdot v^2 \cdot \beta_v = 50,47 \text{ Па},$$

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

$$\Delta p = (H - h_i) \cdot (\gamma_z - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_z \cdot v^2 \cdot \beta_v = 30,47 \text{ Па},$$

Масова повітропроникність G_k , кг/(м²·год), для світлопрозорі конструкції першого поверху складатиме:

						13/11-20-9-EE	Арк.
							44
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$$G_1^{Ap} = 0,32 \cdot (50,47 / 10)^{0,6} = 0,85 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

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

$$G_1^{Ap} = 0,32 \cdot (30,47 / 10)^{0,6} = 0,62 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

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

Масова повітропроникність світлопрозорої огорожувальної конструкції відповідає нормативним вимогам, про що свідчить виконання умови $G_k \leq G_{нк}$. 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 повітропроникненість $G^* \leq 2,3 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

8. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій

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

8.1 Оцінка вологісного режиму зовнішніх стін

Вхідні дані

Тун 1. Прийнята для розрахунку конструкція стіни складає:

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

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

– кладка з силікатної цегли:

$$\rho = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3; \lambda_b = 0,87 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); \delta = 0,38 \text{ м};$$

– мінераловатні плити на синтетичному зв'язуючому,

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

– зовнішнє опорядження штукатуркою не враховується.

Тун 2. Прийнята для розрахунку конструкція стіни складає:

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

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

– кладка з силікатної цегли:

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

– мінераловатні плити на синтетичному зв'язуючому,

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

– зовнішнє опорядження штукатуркою не враховується.

Тун 3. Прийнята для розрахунку конструкція стіни складає:

– внутрішнє опорядження штукатуркою:

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

– стіни з блоків керамзитобетонних на цементно-піщаному розчині:

$$\rho = 850 \text{ кг}/\text{м}^3; \lambda_b = 0,51 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); \delta = 0,30 \text{ м}; s=6,41 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

– мінераловатні плити на синтетичному зв'язуючому,

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

– зовнішнє опорядження штукатуркою не враховується.

Тун 4. Прийнята для розрахунку конструкція стіни складає:

						13/11-20-9-EE	Арк.
							45
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

- внутрішнє опорядження штукатуркою:
 $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_B = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$; $\delta = 0,02 \text{ м}$;
- стіни з блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині:
 $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_B = 0,51 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$; $\delta = 0,40 \text{ м}$; $s = 6,41 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$;
- мінераловатні плити на синтетичному зв'язуючому,
 $\rho = 135 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_p = 0,045 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$; $\delta = 0,15 \text{ м}$; $s = 0,63 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$;
- зовнішнє опорядження штукатуркою не враховується.

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

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

Шар	Товщина шару δ , м	Густина ρ , кг/м^3	Тепло-провідність λ , $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	Коефіцієнт паропроникності μ , $\text{мг/(м}\cdot\text{год}\cdot\text{Па)}$	Опір паро-проникненню R_e , $(\text{м}^2\cdot\text{год}\cdot\text{Па})/\text{мг}$
Внутрішня штукатурка	0,02	1600	0,81	0,12	0,167
Кладка з силікатної цегли	0,38	1800	0,87	0,11	3,35
Мінераловатні плити	0,15	135	0,045	0,43	0,35
Разом	0,55				3,867

Таблиця 8.1.1 Розрахункові характеристики матеріалів у складі огорожувальної конструкції. Тип 2

Шар	Товщина шару δ , м	Густина ρ , кг/м^3	Тепло-провідність λ , $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	Коефіцієнт паропроникності μ , $\text{мг/(м}\cdot\text{год}\cdot\text{Па)}$	Опір паро-проникненню R_e , $(\text{м}^2\cdot\text{год}\cdot\text{Па})/\text{мг}$
Внутрішня штукатурка	0,02	1600	0,81	0,12	0,167
Кладка з силікатної цегли	0,51	1800	0,87	0,11	4,64
Мінераловатні плити	0,15	135	0,045	0,43	0,35
Разом	0,68				5,15

Таблиця 8.1.2 Розрахункові характеристики матеріалів у складі огорожувальної конструкції. Тип 3

Шар	Товщина шару δ , м	Густина ρ , кг/м^3	Тепло-провідність λ , $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	Коефіцієнт паропроникності μ , $\text{мг/(м}\cdot\text{год}\cdot\text{Па)}$	Опір паро-проникненню R_e , $(\text{м}^2\cdot\text{год}\cdot\text{Па})/\text{мг}$
Внутрішня штукатурка	0,02	1600	0,81	0,12	0,167
Блоки керамзитшлакобетонні на цементно-піщаному розчині	0,3	850	0,51	0,15	2
Мінераловатні плити	0,15	135	0,045	0,43	0,35
Разом	0,47				2,52

Таблиця 8.1.3 Розрахункові характеристики матеріалів у складі огорожувальної конструкції. Тип 4

Шар	Товщина шару δ , м	Густина ρ , кг/м ³	Тепло-провідність λ , Вт/(м·К)	Коефіцієнт паропроникності μ , мг/(м·год·Па)	Опір паро-проникненню R_e , (м ² ·год·Па)/мг
Внутрішня штукатурка	0,02	1600	0,81	0,12	0,167
Блоки керамзитоплако-бетонні на цементно-піщаному розчині	0,4	850	0,51	0,15	2,67
Мінераловатні плити	0,15	135	0,045	0,43	0,35
Разом	0,57				3,187

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

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

де: n – загальна кількість шарів у конструкції;

δ_i – товщина i -го шару, м;

μ_i – паро-проникність матеріалу i -го шару, мг/(м·год·Па).

Порядок розрахунку

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 та відносної вологості зовнішнього повітря для м.

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °C	-5,4	-4,6	0,3	8,6	15,3	18,5	20,2	19,1	13,7	7,6	1,3	-3,3
Відносна вологість, %	85	82	78	66	61	65	66	64	69	77	86	87

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

- для внутрішнього повітря: $e_g = 0,01 \cdot \phi_g \cdot E_g = 0,01 \cdot 55 \cdot 2340 = 1287$ Па;
- для зовнішнього повітря у січні: $e_z = 0,01 \cdot \phi_z \cdot E_z = 0,01 \cdot 85 \cdot 388 = 330$ Па.

Значення тиску насиченої пари за нормального атмосферного тиску, яка відповідає температурі $t_v = +20^\circ\text{C}$, $E_v = 2340$ Па.

Значення тиску насиченої пари за нормального атмосферного тиску, яка відповідає температурі $t_z = -5,4^\circ\text{C}$, $E_v = 388$ Па.

Знаходимо дійсну пружність водяної пари з формули відносної вологості:

						13/11-20-9-EE	Арк.
							47
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

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

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

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

$\tau_{e \min} = 16^\circ\text{C} > \tau_p = 10,7^\circ\text{C}$, конденсату на поверхні не передбачається.

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

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

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

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

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

$$e(x) = e_e - \frac{e_e - e_z}{R_{e\Sigma}} \cdot R_{ex},$$

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

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

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

- в площині між шарами 0 та 1:
- $e_{(0-1)} = 1287 - (1287 - 330) / 3,867 \cdot 0,167 = 1245,7$ Па;
- в площині між шарами 1 та 2:
- $e_{(1-2)} = 1287 - (1287 - 330) / 3,867 \cdot (0,167 + 3,35) = 416,6$ Па;
- в площині між шарами 2 та 3:
- $e_{(2-3)} = 1287 - (1287 - 330) / 3,867 \cdot (0,167 + 3,35 + 0,35) = 330$ Па;

Тип 2. Аналогічно находимо значення парціальних тисків в перерізі огороження на кордонах внутрішніх шарів:

- в площині між шарами 0 та 1: $e_{(0-1)} = 1265$ Па;
- в площині між шарами 1 та 2: $e_{(1-2)} = 395$ Па;
- в площині між шарами 2 та 3: $e_{(2-3)} = 330$ Па;

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							48
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

Тип 3. Аналогічно находимо значення парціальних тисків в перерізі огороження на кордонах внутрішніх шарів:

- в площині між шарами 0 та 1: $e_{(0-1)} = 1223,6$ Па;
- в площині між шарами 1 та 2: $e_{(1-2)} = 464$ Па;
- в площині між шарами 2 та 3: $e_{(2-3)} = 331$ Па;

Тип 4. Аналогічно находимо значення парціальних тисків в перерізі огороження на кордонах внутрішніх шарів:

- в площині між шарами 0 та 1: $e_{(0-1)} = 1237$ Па;
- в площині між шарами 1 та 2: $e_{(1-2)} = 435$ Па;
- в площині між шарами 2 та 3: $e_{(2-3)} = 330$ Па;

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

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °C	-5,4	-4,6	0,3	8,6	15,3	18,5	20,2	19,1	13,7	7,6	1,3	-3,3
Відносна вологість, %	85	82	78	66	61	65	66	64	69	77	86	87
E_z , Па	388	415	626	1117	1739	2132	2369	2212	1569	1045	672	464
e_z , Па	330	340	488	737	1061	1386	1564	1416	1083	805	578	404

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

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

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

Таблиця 8.4 - Розподіл температур та E на границях шарів конструкції. Тип 1-Тип 4.

Місяць	I							
	Тип 1	E	Тип 2	E	Тип 3	E	Тип 4	E
$t(1)$, °C	19,1	2212	19,1	2212	19,1	2212	19,2	2227
$t(2)$, °C	16,3	1854	15,6	1773	15,5	1762	14,6	1663
$t(3)$, °C	-4,9	405	-4,9	405	-4,9	405	-4,9	405

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

- в площині між шарами 0 та 1: $E_{0-1} = 2212$ Па $> e_{0-1} = 1245,7$ Па – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 1 та 2: $E_{1-2} = 1854$ Па $> e_{1-2} = 416$ Па – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 2 та 3: $E_{2-3} = 405$ Па $> e_{2-3} = 330$ Па – конденсат відсутній.

Тут. 2. На основі підрахованих даних робимо висновок про можливість конденсації на кордонах шарів:

						13/11-20-9-EE	Арк.
							49
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

- в площині між шарами 0 та 1: $E_{0-1} = 2212 \text{ Па} > e_{0-1} = 1256 \text{ Па}$ – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 1 та 2: $E_{1-2} = 1773 \text{ Па} > e_{1-2} = 395 \text{ Па}$ – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 2 та 3: $E_{2-3} = 405 \text{ Па} > e_{2-3} = 330 \text{ Па}$ – конденсат відсутній.

Тун. 3. На основі підрахованих даних робимо висновок про можливість конденсації на кордонах шарів:

- в площині між шарами 0 та 1: $E_{0-1} = 2212 \text{ Па} > e_{0-1} = 1224 \text{ Па}$ – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 1 та 2: $E_{1-2} = 1762 \text{ Па} > e_{1-2} = 464 \text{ Па}$ – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 2 та 3: $E_{2-3} = 405 \text{ Па} > e_{2-3} = 331 \text{ Па}$ – конденсат відсутній.

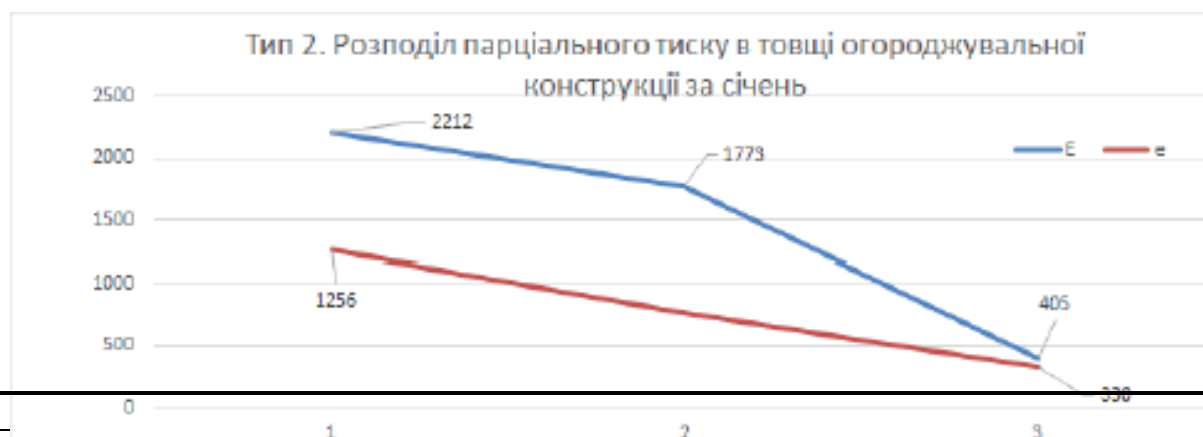
Тун. 4. На основі підрахованих даних робимо висновок про можливість конденсації на кордонах шарів:

- в площині між шарами 0 та 1: $E_{0-1} = 2227 \text{ Па} > e_{0-1} = 1237 \text{ Па}$ – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 1 та 2: $E_{1-2} = 1663 \text{ Па} > e_{1-2} = 435 \text{ Па}$ – конденсат відсутній;
- в площині між шарами 2 та 3: $E_{2-3} = 405 \text{ Па} > e_{2-3} = 330 \text{ Па}$ – конденсат відсутній.

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

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

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



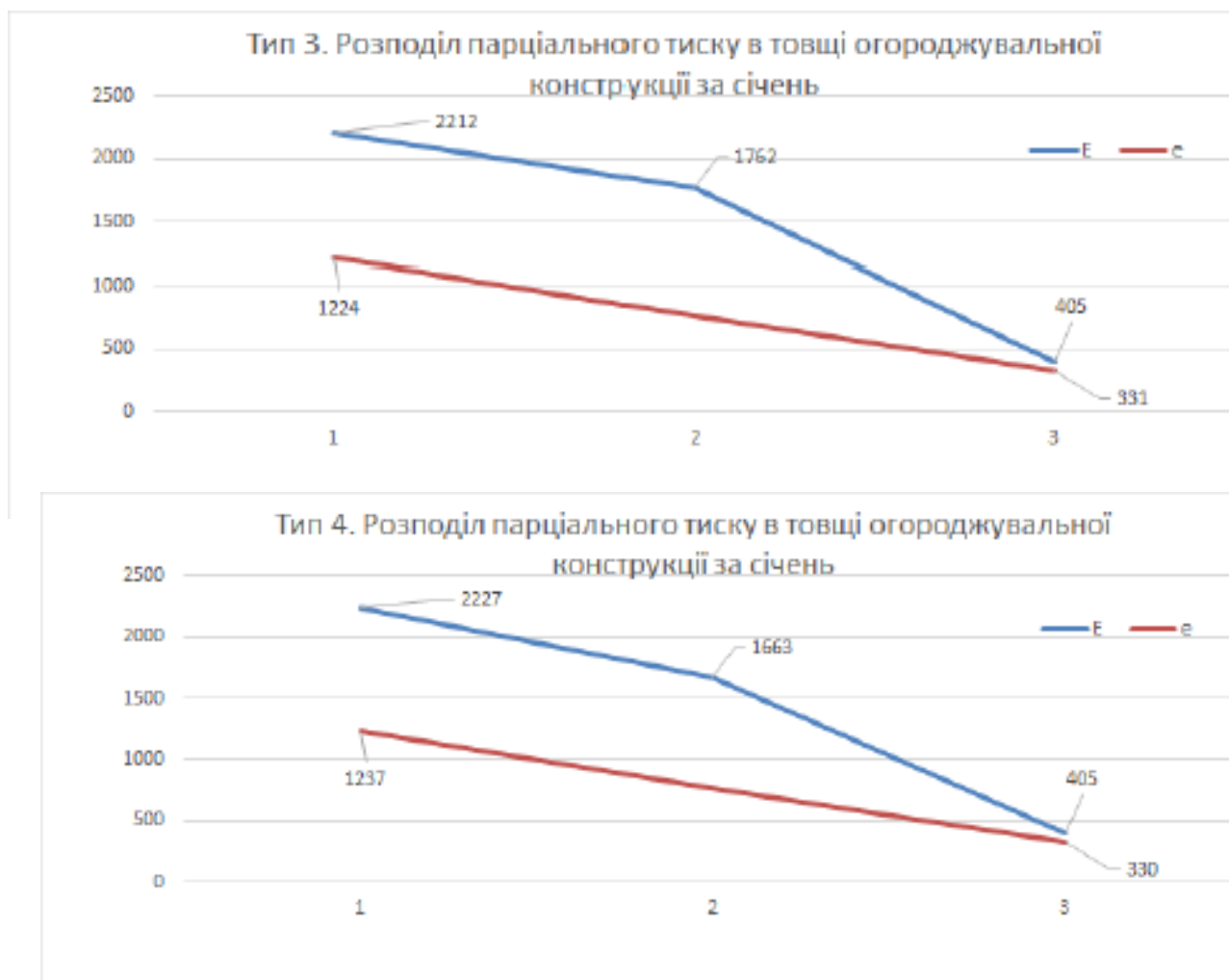


Рисунок 8.1 – Розподіл парціальних тисків в товщі огорожувальної конструкції за січень

9. Визначення терміну ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будівлі

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

10. Енергетичний паспорт будівлі

10.1 Оцінка енергоефективності

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

Таблиця 10.1 - Площі зовнішніх огорожень будинку

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Загальна площа, м ²
------	--------------------------------	--------------------------------

1	Зовнішні стіни орієнтовані на: - ПнСх - ПнЗх - ПдСх - ПдЗх	1479,61 1071,1 1142,78 1503,53
2	Підлога по техпідпіллю	1060,82
3	Світлопрозорі конструкції орієнтовані на: - ПнСх - ПнЗх - ПдСх - ПдЗх	441,26 291,38 255,95 441,21
4	Вхідні двері - ПнСх - ПнЗх - ПдСх - ПдЗх	- - 23,13 -
5	Покрівля	1009,7

Розрахунок проводиться однозонний.

Кондиціонована площа будівлі становить $A_f = 9566,9 \text{ м}^2$.

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 $H_{tr \text{ adj}}$, Вт/К, розраховане за формулою:

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

де H_D - безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

H_g - стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К;

H_U - узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, Вт/К;

H_A - узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К.

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

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

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

U_i - приведений коефіцієнт теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, Вт/(м² К), що становить $U_i = 1 / R_{\Sigma npi}$;

$R_{\Sigma npi}$ - 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 .

						13/11-20-9-EE	Арк.
							52
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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

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

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

Таблиця 10.2 - Характеристики теплопередачі трансмісії

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	$A_i, \text{м}^2$	$R_{\Sigma}, \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	$U, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	$b_{\text{tr},x,H}$	$b_{\text{tr},x,C}$	$H_{x,H}, \text{Вт/К}$	$H_{x,C}, \text{Вт/К}$
1	Зовнішні стіни	5197	3,06	0,326	1	1	1698	1698
2	Перекриття технічного поверху	1009	5,14	0,188	0,9	0	170,84	0
3	Технічне підпілля	1060	3,21	0,311	1	1	377,86	377,86
4	Світлопрозорі конструкції	1430	0,75	1,33	1	1	1913,9	1913,9
5	Вхідні двері	23	0,6	1,67	1	1	38,4	38,4

$$H_{\text{tr},\text{adj},H} = H_{\text{tr},\text{adj},C} = H_D + H_g + H_U + H_A = 1698 + 170,84 + 377,86 + 1913,9 + 38,4 = 4199 \text{ Вт/К.}$$

$$H_{\text{tr},\text{adj},C} = 4028 \text{ Вт/К.}$$

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

10.3 Характеристики теплопередачі вентиляцією

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

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

Параметр	Значення
Af- Кондиціонована (корисна, вентилярована) площа будівлі, м^2	9566,9
h(level)- Висота поверху, м	2,8
Vvent- Вентилюваний об'єм(зона обслуговування), %	85
Vvent- Вентилюваний об'єм, м^3	22769,22
Норма на: н1 год^{-1}	0,6
Об'єм повітря на оновлення 1, м^3	13661,532
Значення кондиціонованого об'єму призначеного для вентиляції, $\text{м}^3/\text{год}$	13661,532

Попередній підігрів та охолодження вентиляційного повітря – не передбачено.

Для розрахунку прийнято, що система вентиляції загальнообмінна природна та механічна з рекуперацією тепла, відповідає вимогам ДБН В.2.5-67. Величина повітрообміну системи вентиляції становить $13661,532 \text{ м}^3/\text{год}$. 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 згідно з формулами (24) та (25) ДСТУ Б А.2.2-12:2015 становлять для опалювального періоду та охолодження розраховують за формулою:

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

де $\rho_a c_a$ - теплоємність повітря одиниці об'єму дорівнює $0,33 \text{ Вт} \cdot \text{год}/(\text{м}^3 \text{К})$;

								Арк.
								53
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		13/11-20-9-ЕЕ	

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

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

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

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

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

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

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

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

$$H_{ve,adj,H} = 2363,3 \text{ Вт/К.}$$

$$H_{ve,adj,C} = 2363,3 \text{ Вт/К.}$$

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

10.4 Характеристики внутрішніх теплонадходжень

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

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

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

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

де $\Phi_{int,mn,k}$ - усереднений за часом тепловий потік від k -го внутрішнього джерела, Вт/м²;

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.

						13/11-20-9-EE	Арк.
							54
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

10.5.2. Світлопрозорі конструкції, що використовуються для застосування будинку:

- коефіцієнт загального пропускання сонячної енергії згідно таблиці 12 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 для потрібного 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 $\varepsilon = 0,95$).

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			
ПдСх	ПдЗх	ПнСх	ПнЗх
255,95	441,21	441,26	291,38

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

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 (звісів та ребер). Кут затінення $\alpha = 30^\circ$, кут затінення від ребер зліва та справа становить $\beta = 40^\circ$. Згідно з таблицями 12, 13, 14-1, 14-2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015, поправочний коефіцієнт затінення становить:

Таблиця 10.2.3. – Понижувальний коефіцієнт затінення

Періоди	Період опалення				Період охолодження			
	ПдСх	ПдЗх	ПнСх	ПнЗх	ПдСх	ПдЗх	ПнСх	ПнЗх
Fhor	0.63	0.62	0.91	0.91	0.97	0.89	0.98	0.78
Fov	0,94	0,94	0,88	0,88	0,72	0,87	0,91	0,87
F _{finleft}	0,97	0,89	0,96	0,87	0,98	0,93	0,95	0,81
F _{finright}	0,89	0,97	0,87	0,96	0,86	0,91	0,96	0,97
Fsh	0,511	0,503	0,669	0,669	0,589	0,655	0,813	0,533

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				
ПдСх	ПдЗх	ПнСх	ПнЗх	Гор
1142,78	1503,53	1479,61	1071,1	1009,7

10.5.9. Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів A_{sol} розрахована за формулою (40) ДСТУ Б А.2.2-12:2015. При цьому, безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною згідно з таблицею 10 ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною: $\alpha_{S, np} = 0,4$ – для штукатурка цементна кремова. Безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною суміщеного покриття $\alpha_{S, pk} = 0,9$ – для руберойду. Тепловий зовнішній

						13/11-20-9-EE	Арк.
							55
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

поверхневий опір непрозорої частини приймаємо $R_{se} = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, згідно п. 11.3.4 ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом для даху (покрівлі) $F_r = 1$ згідно п. 11.3.2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом для вертикальної стіни $F_r = 0,5$ згідно п. 11.3.2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери $\Delta\theta_{er} = 11 \text{ К}$ згідно п. 11.5.2 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

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

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	$A_{sol,w} \cdot F_{sh}$				A_{sol}					$A_{sol,w} \cdot F_{sh} \cdot I_{sol}$	$\Phi_r \cdot F_r$	Φ_{sol}
	ПдСх	ПдЗх	ПнСх	ПнЗх	ПдСх	ПдЗх	ПнСх	ПнЗх	Пер.			
Січень	47,8	81,1	107,9	71,2	6,8	7,6	7,5	5,4	0	7911	1721	6189
Лютий	47,8	81,1	107,9	71,2	6,8	7,6	7,5	5,4	0	13203	1721	11482
Березень	47,8	81,1	107,9	71,2	6,8	7,6	7,5	5,4	0	18339	1721	16618
Квітень	47,8	81,1	107,9	71,2	6,8	7,6	7,5	5,4	0	23067	1721	21346
Травень	47,8	81,1	107,9	71,2	6,8	7,6	7,5	5,4	0	29384	1721	27663
Червень	47,8	81,1	107,9	71,2	6,8	7,6	7,5	5,4	0	32723	1721	31002
Липень	47,8	81,1	107,9	71,2	6,8	7,6	7,5	5,4	0	31399	1721	29678
Серпень	47,8	81,1	107,9	71,2	6,8	7,6	7,5	5,4	0	28565	1721	26844
Вересень	47,8	81,1	107,9	71,2	6,8	7,6	7,5	5,4	0	22012	1721	20291
Жовтень	47,8	81,1	107,9	71,2	6,8	7,6	7,5	5,4	0	13628	1721	11907
Листопад	47,8	81,1	107,9	71,2	6,8	7,6	7,5	5,4	0	6916	1721	5195
Грудень	47,8	81,1	107,9	71,2	6,8	7,6	7,5	5,4	0	5502	1721	3781

Таблиця 10.4 – Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонадходжень

Місяць року	Параметр												
	$\theta_e, ^\circ\text{C}$	$t, \text{ год}$	$I_{\text{sol, Пн}} \text{ Вт/м}^2$	$I_{\text{sol, ПнСх}} \text{ Вт/м}^2$	$I_{\text{sol, Сх}} \text{ Вт/м}^2$	$I_{\text{sol, ПдСх}} \text{ Вт/м}^2$	$I_{\text{sol, Пд}} \text{ Вт/м}^2$	$I_{\text{sol, ПдЗх}} \text{ Вт/м}^2$	$I_{\text{sol, Зх}} \text{ Вт/м}^2$	$I_{\text{sol, ПнЗх}} \text{ Вт/м}^2$	$I_{\text{sol, rop}} \text{ Вт/м}^2$	$Q_{\text{sol}} \text{ кВт} \cdot \text{год}$	$Q_{\text{int}} \text{ кВт} \cdot \text{год}$
Січень	-5,4	744	12	13	21	39	51	40	22	14	32	4605	27522
Лютий	-4,6	672	24	25	38	60	74	64	40	25	62	7716	24859
Березень	0,3	744	32	39	58	76	93	83	62	40	106	12364	27522
Квітень	8,6	720	40	55	80	96	96	93	77	54	155	15369	26634
Травень	15,3	744	55	74	108	114	102	111	102	77	217	20581	27522
Червень	18,5	720	67	93	119	115	100	113	111	90	243	22321	26634
Липень	20,2	744	60	86	115	115	102	112	110	84	231	22080	27522
Серпень	19,1	744	44	69	101	117	113	115	96	67	199	19972	27522
Вересень	13,7	720	28	43	75	103	115	102	73	43	143	14610	26634
Жовтень	7,6	744	18	22	41	71	86	69	41	22	77	8859	27522
Листопад	1,3	720	10	11	19	35	45	36	19	11	34	3740	26634
Грудень	-3,3	744	9	9	14	28	36	28	15	9	22	2813	27522

						13/11-20-9-ЕЕ						Арк.	
												56	
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата								

10.6 Динамічні параметри

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

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

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

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

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

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

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

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

$$C_m = 80 \cdot 9566,9 = 765352 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{К}.$$

Часова константа будівлі для режиму опалення та охолодження становить:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj,H} + H_{ve,adj}} = 117 \text{ год.} \quad \tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj,C} + H_{ve,adj}} = 120 \text{ год.}$$

Безрозмірний числовий параметр a_H становить:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 8,8. \quad a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} = 9,0.$$

Таблиця 10.4.1. Динамічні показники для режиму опалення

Місяць	Htr,adj, Н,Вт/К	Hve,adj, Н, Вт/К	τ	aH	QH,gn, кВт*год	QH,ht, кВт*год	ґН	Формула	ηН,gn
Січень	4199	2363	117	8,8	32039	124004	0,258	46	1
Лютий	4199	2363	117	8,8	32510	108476	0,3	46	1
Березень	4199	2363	117	8,8	39832	96176	0,414	46	1
Квітень	4199	2363	117	8,8	41966	53860	0,779	46	0,973
Травень	4199	2363	117	8,8	48087	22946	2,096	46	0,477
Червень	4199	2363	117	8,8	48718	7087	6,874	46	0,145
Липень	4199	2363	117	8,8	49345	-976	-50,54	48,1	-0,02
Серпень	4199	2363	117	8,8	47214	4394	10,746	46	0,093
Вересень	4199	2363	117	8,8	41200	29765	1,384	46	0,711
Жовтень	4199	2363	117	8,8	36309	60537	0,6	46	0,996
Листопад	4199	2363	117	8,8	30286	88349	0,343	46	1
Грудень	4199	2363	117	8,8	30240	113751	0,266	46	1

Таблиця 10.4.2. Динамічні показники для режиму охолодження

Місяць	Htr,adj, C,Вт/К	Hve,adj, H, Вт/К	Hve,extra ,adj,Вт/К	τ	αC	QC,gn, кВт*год	QC,ht, кВт*год	YC	Формула	ηC,ls
Січень	4028	2363	0	120	9,00	33110	138755	0,239	51,1	0,239
Лютий	4028	2363	0	120	9,00	34086	121891	0,280	51,1	0,280
Березень	4028	2363	0	120	9,00	42118	111652	0,377	51,1	0,377
Квітень	4028	2363	0	120	9,00	44603	69857	0,638	51,1	0,634
Травень	4028	2363	0	120	9,00	51345	40328	1,273	51,1	0,973
Червень	4028	2363	0	120	9,00	52075	24302	2,143	51,1	0,999
Липень	4028	2363	413	112	8,47	52731	19754	2,669	51,1	1,000
Серпень	4028	2363	92	118	8,87	50544	22921	2,205	51,1	1,000
Вересень	4028	2363	0	120	9,00	43954	46389	0,947	51,1	0,874
Жовтень	4028	2363	0	120	9,00	38193	76941	0,496	51,1	0,496
Листопад	4028	2363	0	120	9,00	31223	103449	0,302	51,1	0,302
Грудень	4028	2363	0	120	9,00	31001	128770	0,241	51,1	0,241

10.7 Внутрішні умови

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

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

10.8 Енергопотреби для опалення та охолодження

Енергопотреби для опалення розраховані для кожного місяця згідно з формулою:

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 10.5 – Розрахунок енергопотреб для опалення

Місяць	Qtr,H, кВт*год	Qve,H, кВт*год	QH,ht, кВт*год	Qint,кВт *год	Qsol, НкВт*год	QH,gn,кВт *год	ηH,gn	QH,nd, кВт*год
Січень	79343	44661	124004	27522	4517	32039	1,000	91964
Лютий	69407	39068	108476	24859	7651	32510	1,000	75966
Березень	61538	34639	96176	27522	12310	39832	1,000	56344
Квітень	34462	19398	53860	26634	15332	41966	0,973	13027
Травень	14682	8264	22946	27522	20565	48087	0,477	0
Червень	4534	2552	7087	26634	22083	48718	0,145	0
Липень	-625	-352	-976	27522	21823	49345	-0,020	0
Серпень	2811	1582	4394	27522	19692	47214	0,093	0
Вересень	19045	10720	29765	26634	14566	41200	0,711	0
Жовтень	38734	21803	60537	27522	8787	36309	0,996	24374
Листопад	56529	31820	88349	26634	3652	30286	1,000	58063
Грудень	72783	40968	113751	27522	2718	30240	1,000	83511
Разом	453244	255124	708367	324050	153696	477746		403 249

Таблиця 10.6 – Розрахунок енергопотреб для охолодження

Місяць	Qtr,C, кВт*год	Qve,C, кВт*год	QC,ht, кВт*год	Qint,кВт *год	Qsol, СкВт*год	QC,gn,кВт *год	ηC,ls	QC,nd,кВт *год
Січень	94094	44661	138755	27522	5588	33110	0,239	0
Лютий	82823	39068	121891	24859	9228	34086	0,280	0
Березень	77013	34639	111652	27522	14596	42118	0,377	0
Квітень	50459	19398	69857	26634	17969	44603	0,634	0
Травень	32064	8264	40328	27522	23822	51345	0,973	12105
Червень	21750	2552	24302	26634	25440	52075	0,999	27797
Липень	17380	2374	19754	27522	25209	52731	1,000	32977
Серпень	20677	2245	22921	27522	23021	50544	1,000	27622
Вересень	35670	10720	46389	26634	17320	43954	0,874	3410
Жовтень	55138	21803	76941	27522	10671	38193	0,496	0
Листопад	71629	31820	103449	26634	4589	31223	0,302	0
Грудень	87801	40968	128770	27522	3479	31001	0,241	0
Разом	646498	258511	905009	324050	180931	504981		103 911

10.9 Енергопотреби для гарячого водопостачання

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

Тоді $Q_{DHW,nd} = 20 \cdot 9566,9 = 191338,0$ кВт·год.

10.10 Питома енергопотреба

Розрахункове значення EP для житлових будівель визначається за формулою:

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

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

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

Тоді,

$$EP = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A_f = (403\,249 + 103\,911 + 191\,338,0) / 9566,9 = 698498 / 9566,9 = 73 \text{ кВт·год/м}^2.$$

						13/11-20-9-EE	Арк.
							59
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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

$$100(EP - EP_{\max}) / EP_{\max} = 100(73 - 83) / 83 = -12 \%$$

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 розподіленні

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

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

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

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

						13/11-20-9-ЕЕ	Арк.
							60
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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:

$L_V = 501,3$ м; $L_S = 1587$ м; $L_A = 761,8$ м.

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

Лінійні коефіцієнти теплопередачі трубопроводів визначені згідно з додатка 2 Наказу від 11.07.2018 р. № 169 і становлять: $\Psi_{LV} = 0,2$ Вт/(м·К), $\Psi_{LA} = 3$ Вт/(м·К), $\Psi_{LS} = 3$ Вт/(м·К).

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

Середня температура теплоносія в зоні упродовж 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 на технічному поверсі (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.

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

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

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

						13/11-20-9-EE	Арк.
							61
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 10.6.1

Розрахунок енергоспоживання при опаленні

Місяць року	Параметр					
	$Q_{H,nd}$, кВт·год	$Q_{H,em,ls}$, кВт·год	$Q_{H,em,in} = Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out}$, кВт·год	$Q_{H,gen,ls}$, кВт·год	$Q_{H,use}$, кВт·год
Січень	91964	20416	112380	131691	5487	137178
Лютий	75966	16864	92830	109731	4572	114303
Березень	56344	12508	68852	84570	3524	88094
Квітень	13027	2892	15919	20706	863	21569
Травень	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0
Жовтень	24374	5411	29785	35953	1498	37451
Листопад	58063	12890	70953	85584	3566	89150
Грудень	83511	18539	102051	120164	5007	125171
Всього за рік	403 249	89521	492770	588398	24517	612915

Таблиця 10.6.2

Значення енергетичних потоків в підсистемі розподілення

Місяць	Параметр
--------	----------

						13/11-20-9-ЕЕ		Арк.
								62
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

року	$Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,nrbl}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rbl}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rld}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,nrld}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in}$, кВт·год
Січень	112380	3062	162484	146235	19311	131691
Лютий	92830	2698	142025	127823	16901	109731
Березень	68852	2614	131035	117932	15718	84570
Квітень	15919	752	32463	28428	4787	20706
Травень	0	-	-	-	-	-
Червень	0	-	-	-	-	-
Липень	0	-	-	-	-	-
Серпень	0	-	-	-	-	-
Вересень	0	-	-	-	-	-
Жовтень	29785	1106	48863	43801	6168	35953
Листопад	70953	2458	121736	109562	14631	85584
Грудень	102051	2913	152001	136801	18113	120164
Разом	492770	15603	790607	710581	95628	588398

10.12. Енергоспоживання при охолодженні

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

$$Q_{C,gen,out} = \left(\frac{Q_{C,dis,in}}{\eta_{c,ac}} \right) = \frac{1037911}{0,93} = 111732 \text{ кВт·год.}$$

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування розраховуються за формулою:

$$Q_{C,gen,Is} = \left(\frac{Q_{C,gen,out}(1-\eta_{c,gen})}{\eta_{c,gen}} \right) = \frac{111732(1-2,4)}{2,4} = -65177 \text{ кВт·год.}$$

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

Загальне енергоспоживання при охолодженні визначено згідно з формулою:

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,Is} + Q_{C,gen,out} = -65177 + 111732 = 46555 \text{ кВт·год.}$$

Результати на річній основі представлені в таблиці 10.7.6.

						13/11-20-9-EE	Арк.
							63
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

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:

$$L_{w1} = 497,3 \text{ м}, L_{w2} = 920 \text{ м}, L_{w3} = 828 \text{ м}.$$

$\Psi_{wLv} = 0,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, $\Psi_{wLs} = 3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, $\Psi_{wLa} = 3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ - 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:

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

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

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

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

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

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

Результати на річній основі представлені в таблиці 10.6.3.

Таблиця 10.6.3

Місяць	$Q_{w,dis,in}$, кВт*год	$Q_{w,gen,ls}$, кВт*год	$Q_{w,use}$, кВт*год
Січень	31650	1319	32969
Лютий	30362	1265	31627
Березень	31650	1319	32969
Квітень	31221	1301	32522
Травень	31589	1316	32905

						13/11-20-9-EE	Арк.
							64
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Червень	31161	1298	32460
Липень	31589	1316	32905
Серпень	31589	1316	32905
Вересень	31161	1298	32460
Жовтень	31650	1319	32969
Листопад	31221	1301	32522
Грудень	31650	1319	32969
Разом	376494	15687	392181

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 – 13661,532 м³/год. Частина повітря видаляється за допомогою природньої вентиляції (через вентиляційні канали), частина завдяки інфільтрації. Об'єм повітря для рекупераційних вентиляційних установок складає – 7000 м³/год. Це 65% від кондиціонованого об'єму призначеного для вентиляції.

Кількість повітря в системі механічної вентиляції складає 13661,532 м³/год.

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

Загальна потужність складає: $P_{el} = 2,25 \cdot 13661,532 / 3600 = 8,54$ кВт.

Енергоспоживання установками становитиме:

$$Q_{v.sys.fan} = 8,54 \cdot 8760 = 74793 \text{ кВт год.}$$

10.15 Енергоспоживання при освітленні.

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

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

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

Значення W_L розраховують за формулою:

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

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

						13/11-20-9-EE	Арк.
							65
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

$A_f = 9566,9$ м² – кондиціонована площа будівлі.

Отже: $W_L = 78926,93$ кВт·год.

Значення W_p розраховують за формулою:

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

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

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

Отже: $W_p = 57401,4$ кВт·год.

Звідки річний обсяг енергоспоживання при освітленні становитиме:

$$W = 78926,93 + 57401,4 = 136328 \text{ кВт·год.}$$

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

Таблиця 10.7.1 - Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць)	30.08.2021
Адреса будівлі	
Розробник проекту	ТОВ «НАЙМЕНУВАННЯ»
Адреса і телефон розробника	Адреса
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	$\theta_{int,s,H}$	°C	20
Розрахункова температура внутрішнього повітря для охолодження	$\theta_{int,s,C}$	°C	26
Усереднена за часом витрата повітря на вентиляцію	$q_{ve,mn}$	м ³ /год	
- в кондиціонованому об'ємі			
- між кондиціонованим та некондиціонованими об'ємами			13661,532
- між некондиціонованим об'ємом та зовнішнім середовищем			

						13/11-20-9-EE	Арк.
							66
Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата		

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

Таблиця 10.7.3 – Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Показники	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахунок (проектне) значення показника	Фактичне (виміряне) значення показника
Геометричні показники				
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$A_{\Sigma}, \text{м}^2$		8720,8	
В тому числі:				
- зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_i, \text{м}^2$		4488,96	
- стін кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом	$A_{iu}, \text{м}^2$		224,82	
- стін некондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_{ue}, \text{м}^2$		483,29	
- вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_{wi}, \text{м}^2$		1358,14	
- вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом	$A_{wiu}, \text{м}^2$		71,93	
- покриття	$A_{cci}, \text{м}^2$		1009,70	
- zenітні ліхтарі	$A_{fi}, \text{м}^2$		-	
- підлоги по техпідпіллю	$A_{gfi}, \text{м}^2$		1060,82	
- зовнішніх дверей кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом	$A_{fdie}, \text{м}^2$		23,13	
- зовнішніх дверей некондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_{fdue}, \text{м}^2$		22,97	
Кондиціонована (опалювальна) площа	$A_f, \text{м}^2$		9566,9	
Кондиціонований (опалюваний) об'єм	$V, \text{м}^3$		26553,47	
Об'єм призначений для вентиляції	$V_{ve}, \text{м}^3$		13661,532	
Коефіцієнт скління фасадів будинку	m_w		0,22	
Показник компактності будинку	$\Lambda_{bci}, \text{м}^{-1}$		0,33	
Теплотехнічні та енергетичні показники				
Теплотехнічні показники				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій:	$R_{\Sigma np}, \text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$			

						13/11-20-9-EE	Арк.
							67
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	3,06	
стін кондиціонованого об'єму, що межують з некондиціонованим об'ємом	$R_{\Sigma \text{пр } u}$	3,3	0,78/0,98	
- вікон і балконних дверей, світлопрозорих фасадів кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma \text{пр } wi}$	0,75	0,75	
- покриття	$R_{\Sigma \text{пр } cei}$	4,95	5,14	
- підлоги по техпідпіллю	$R_{\Sigma \text{пр } c}$	3,75 (3,75*0,8=3)	3,21	
- 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		403249	
Енергопотреба для охолодження	$Q_{C,nd}$ кВт·год		103911	
Енергопотреба для гарячого водопостачання	$Q_{DHW,nd}$ кВт·год		191338	
Розрахункова (фактична) питома енергопотреба	EP_{use} кВт·год/м ²	83	73	
Максимально допустиме значення питомої енергопотреби будинку	EP_{pmax} кВт·год/м ²	102	-	
Клас енергетичної ефективності	-		C	
Термін ефективної експлуатації тепло-ізоляційної оболонки та її елементів	рік		50	
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	-
Тип насосу	-
Попереднє охолодження	-
Вентиляція	

						13/11-20-9-EE	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		68

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	С
Регулювання розподілення за температурою теплоносія у подавальному або зворотному трубопроводі	С
Регулювання циркуляційних, змішувальних та циркуляційно-змішувальних насосів (на різних рівнях системи)	В
Регулювання періодичності зниження споживання енергії системою та/або розподілення теплоносія	В
Взаємозв'язок між регулюванням споживання енергії та/або розподілення тепло/холодоносія у системах опалення та охолодження	В
Регулювання джерела енергії	В
Упорядкування джерел енергії	С
Регулювання витрати повітря у приміщенні	В
Регулювання витрати повітря при його підготовці	С
Захист теплообмінників від переохолодження	А
Захист теплообмінників від перегрівання	А
Використання повітря з низькою температурою (у системах з механічним спонуканням)	С
Регулювання температури припливного повітря	С
Регулювання вологості	С
Регулювання за присутністю людей у приміщенні	С
Регулювання зовнішнього освітлення	С
Регулювання жалюзей	С
Система автоматизації та управління будівлею	С
Визначення несправностей систем та забезпечення допомоги у їх діагностиці	С
Формування звітів щодо енергоспоживання та зовнішніх параметрів, а також можливості зниження енергоспоживання	В

Таблиця 10.7.6 – Звітна таблиця за результатами розрахунків обсягів енергоспоживання

Енергетичні послуги	Енергоспоживання	Енергоносії									Інші, що виробляються на місці
		Теплота	Нафта	Природний газ	Вугілля	Централізоване тепlopостачання	Централізоване холодопостачання	Деревина	Електроенергія	Відновлювані *	
Опалення	Енергопотреба для опалення	403249									
	Енергопотреба для центрального попереднього підігріву вентиляційного повітря										
	Енергоспоживання при опаленні		0	0	0	612915	0	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	612915	0	0	0	0	0
Охолодження	Енергопотреба для охолодження (в т.ч. осушення повітря)	103911									
	Енергопотреба для центрального попереднього охолодження вентиляційного повітря (в т.ч. осушення повітря)										
	Енергоспоживання при охолодженні (в т.ч. осушення повітря)								46555		
	Енергоспоживання при центральному попередньому охолодженні (в т.ч. осушення повітря при попередньому охолодженні)										
	Додаткове енергоспоживання при охолодженні								4063		
	Додаткове енергоспоживання при центральному попередньому охолодженні										
	Загальне енергоспоживання при охолодженні	0	0	0	0	0	0	0	50618	0	0
Вентиляція	Енергопотреба для зволоження вентиляційного повітря										
	Енергоспоживання вентиляторів, блоків управління та рекуператорів теплоти								74793		
	Загалом енергоспоживання при вентиляції (в т.ч. зволоження повітря)	0	0	0	0	0	0	0	74793	0	0
ГВП	Енергопотреба ГВП	191338									
	Енергоспоживання ГВП		0	0	0	392181	0	0	0	0	0
	Додаткове енергоспоживання ГВП								0		
	Загальне енергоспоживання ГВП	0	0	0	0	392181	0	0	0	0	0
Освітлення	Енергоспоживання при освітленні								136328		
Інші послуги	Енергоспоживання іншими послугами										
Загалом		0	0	0	0	1005096	0	0	261739	0	0

* - відновлювані джерела енергії: сонячне тепло, фотоелектрична та вітрова енергія.

позиція (комірка) в таблиці, що має бути заповнена;

позиція (комірка) в таблиці, що не заповнюється.

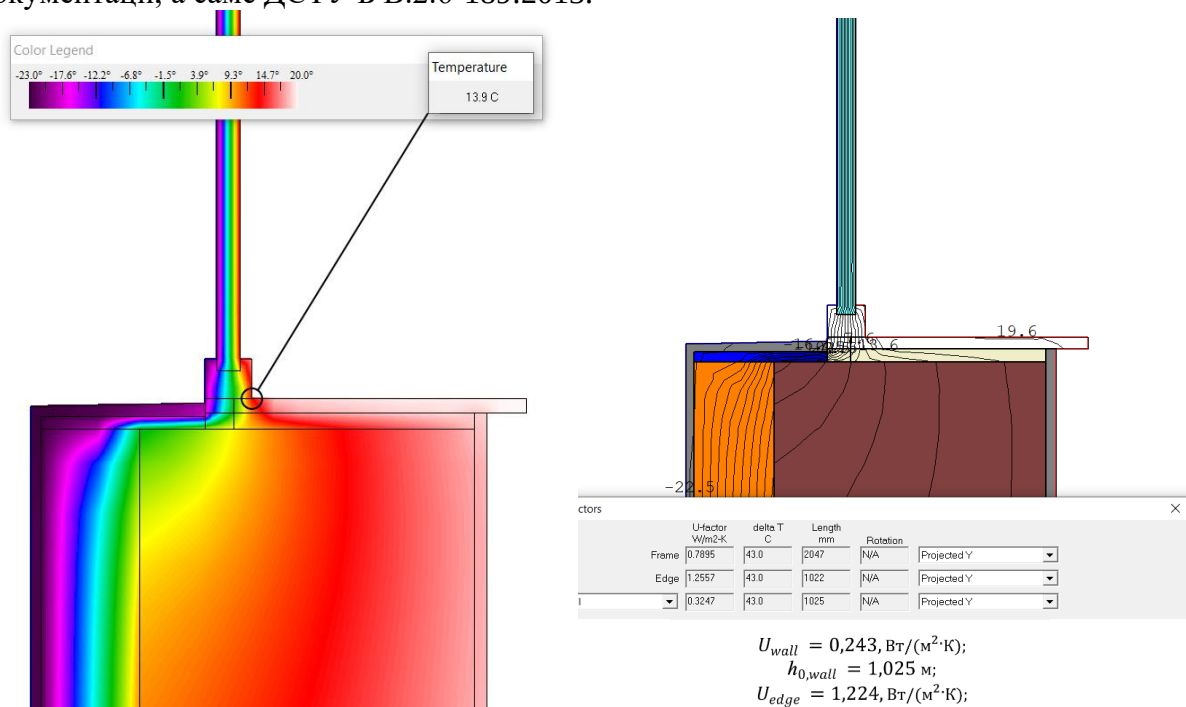
Паспорт заповнений:

Організація	ТОВ «НАЙМЕНУВАННЯ»
Адреса і телефон	Адреса
Відповідальний виконавець	Зінченко С.В., ЕЕ № 00115

									Арк.
									70
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата				

Додаток 1

Визначення лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі здійснено на підставі розрахунків двовірних та тримірних 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.



$$U_{wall} = 0,243, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$h_{0,wall} = 1,025 \text{ м};$$

$$U_{edge} = 1,224, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$h_{0,edge} = 1,022 \text{ м};$$

$$q = 0,7895, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$L = 2,047, \text{ м};$$

$$k = q \cdot L - (U_{wall} \cdot h_{0,wall} + U_{edge} \cdot h_{0,edge}) = 0,116, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

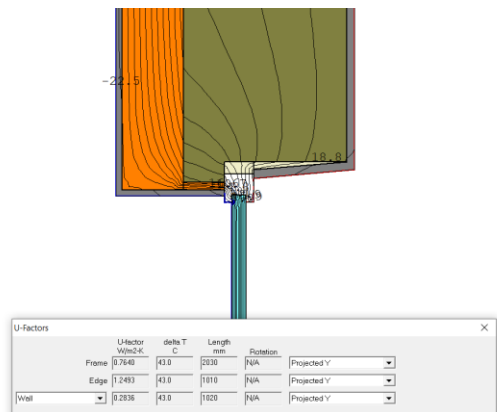
Рисунок 5.1. Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін Тип 2 до віконного відкосу в зоні підвіконня

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата

217-5554.17-01-ЕЕ.ПЗ

Арк.

71



$$U_{wall} = 0,232, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$h_{0,wall} = 1,02 \text{ м};$$

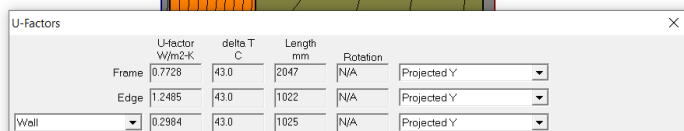
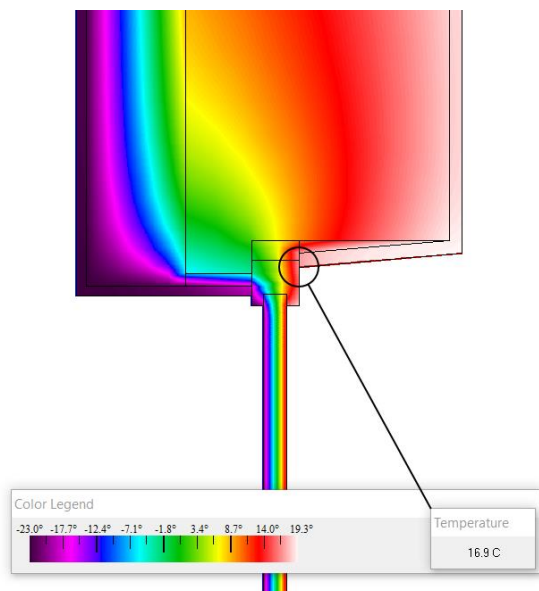
$$U_{edge} = 1,224, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$h_{0,edge} = 1,01 \text{ м};$$

$$q = 0,7640, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$L = 2,03, \text{м};$$

$$k = q \cdot L - (U_{wall} \cdot h_{0,wall} + U_{edge} \cdot h_{0,edge}) = 0,078, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$



$$U_{wall} = 0,232, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$h_{0,wall} = 1,025 \text{ м};$$

$$U_{edge} = 1,224, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$h_{0,edge} = 1,022 \text{ м};$$

$$q = 0,7728, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$L = 2,047, \text{м};$$

$$k = q \cdot L - (U_{wall} \cdot h_{0,wall} + U_{edge} \cdot h_{0,edge}) = 0,093, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

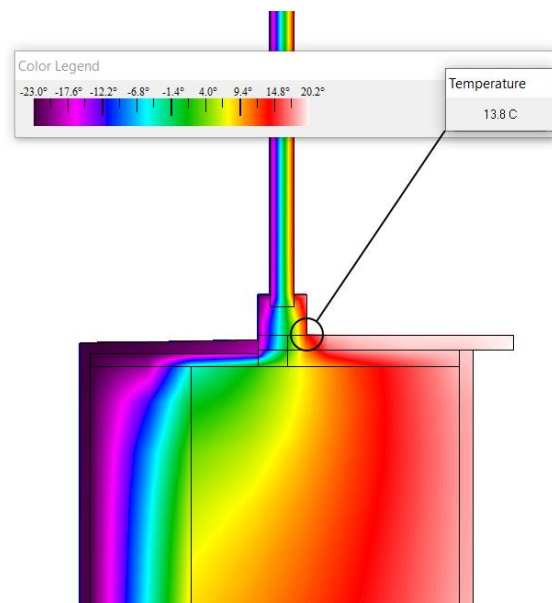


Рисунок 5.1.1. Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін Тип 4 до віконного відкосу в зоні підвіконня та перемички

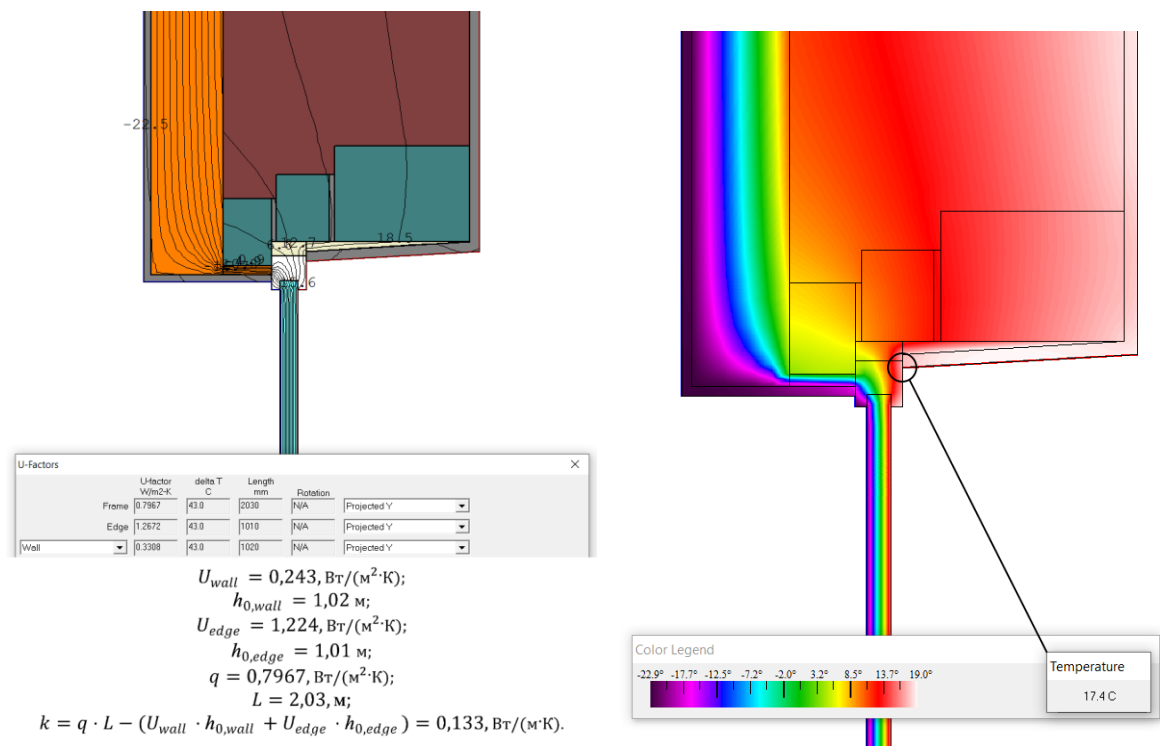


Рисунок 5.2. Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін Тип 2 до віконного відкосу в зоні перемички

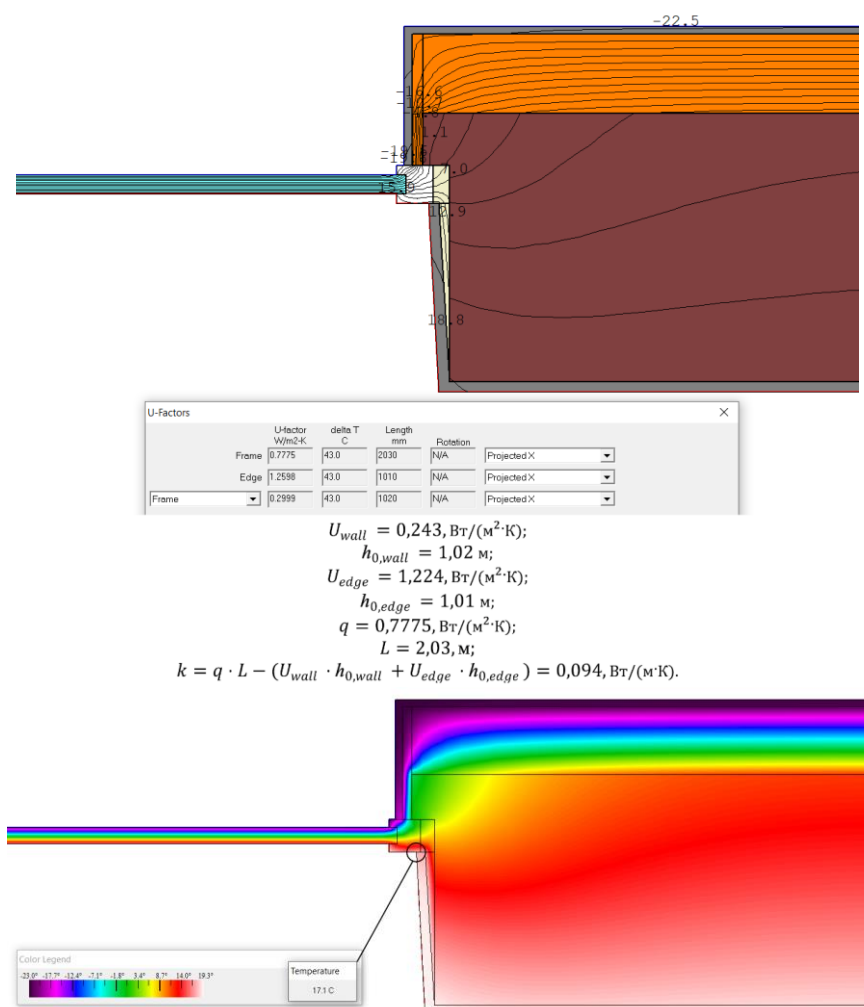
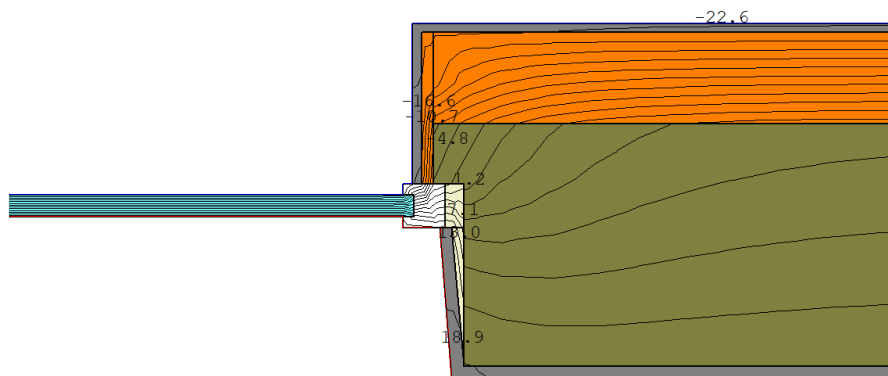


Рисунок 5.3. Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін Тип 2 до віконного відкосу в зоні рядового примикання



U-Factors					
	U-factor W/m ² ·K	delta T C	Length mm	Rotation	
Frame	0.7638	43.0	2030	N/A	Projected X
Edge	1.2477	43.0	1010	N/A	Projected X
Wall	0.2846	43.0	1020	N/A	Projected X

$$\begin{aligned}
 U_{wall} &= 0,232, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \\
 h_{0,wall} &= 1,02 \text{ м}; \\
 U_{edge} &= 1,224, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \\
 h_{0,edge} &= 1,01 \text{ м}; \\
 q &= 0,7638, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \\
 L &= 2,03, \text{ м}; \\
 k &= q \cdot L - (U_{wall} \cdot h_{0,wall} + U_{edge} \cdot h_{0,edge}) = 0,078, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).
 \end{aligned}$$

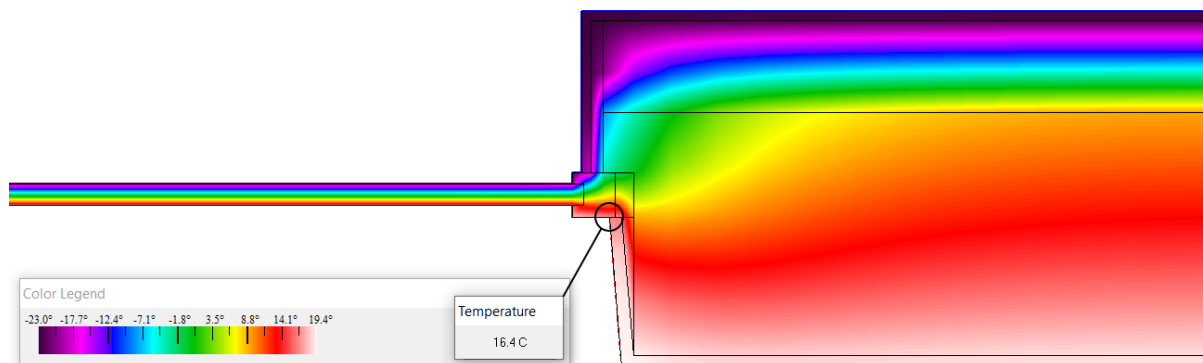
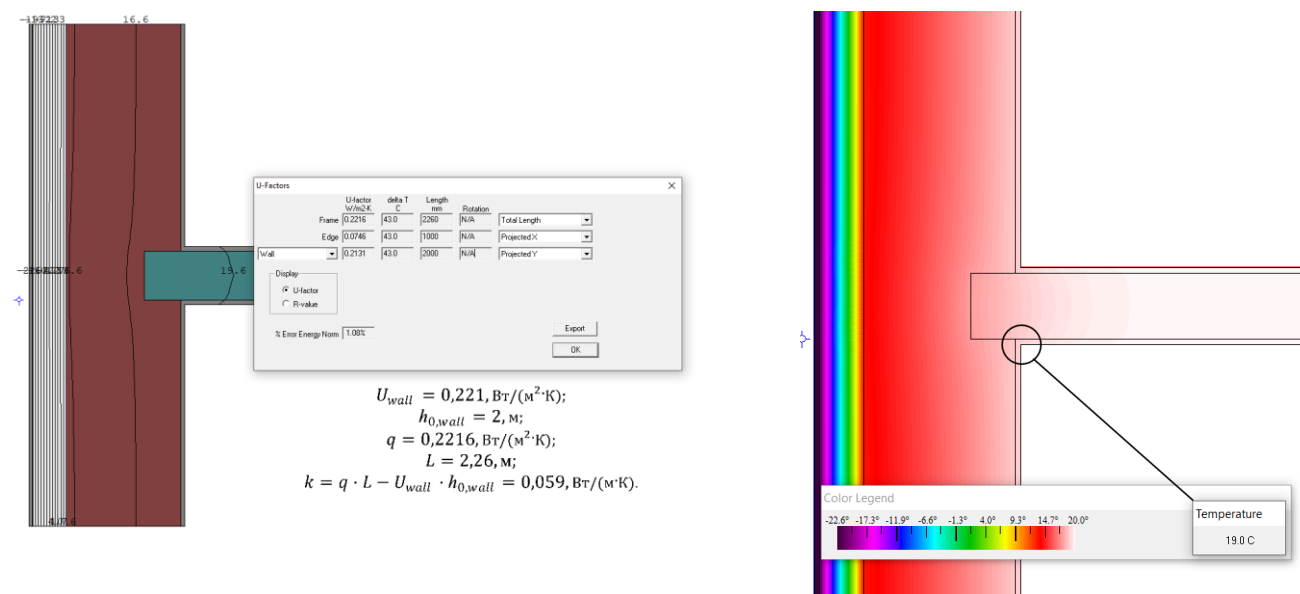


Рисунок 5.3.1. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін Тип 4 до віконного відкосу в зоні рядового примикання

Таблиця 5.5. Теплопровідні включення зовнішніх стін, що межують із зовнішнім повітрям, що відносяться до конструктивних особливостей будівлі

Найменування теплопровідного включення	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт тепло передачі, k , Вт/(м·К)
Примикання зовнішніх стін Тип 2 до міжповерхового перекриття	—	0,059
Примикання зовнішніх стін Тип 4 до міжповерхового перекриття	—	0,065
Примикання зовнішніх стін Тип 2 до міжповерхової плити відкритого балкону	—	0,547
Примикання зовнішніх стін Тип 4 до міжповерхової плити відкритого балкону	—	0,223
Примикання зовнішніх стін Тип 2 до нижньої плити відкритого балкону	—	0,346
Кутове сполучення зовнішніх стін Тип 2	—	0,192
Кутове сполучення зовнішніх стін Тип 4	—	0,148
Примикання зовнішніх стін Тип 2 до перекриття горища	—	0,394
Примикання зовнішніх стін Тип 4 до перекриття горища	—	0,308
Примикання зовнішніх стін Тип 2 до перекриття неопаловального підвалу	—	0,202
Примикання зовнішніх стін Тип 4 до перекриття неопаловального підвалу	—	0,051
Примикання зовнішніх стін Тип 2 до верхньої плити зашкленого балкону	—	0,517
Примикання зовнішніх стін Тип 4 до верхньої плити зашкленого балкону	—	0,501
Примикання зовнішніх стін Тип 2 до міжповерхової плити зашкленого балкону	—	0,373
Примикання зовнішніх стін Тип 4 до міжповерхової плити зашкленого	—	0,263

балкону		
Примикання зовнішніх стін Тип 2 до нижньої плити заасклоного балкону	—	0,064
Примикання зовнішніх стін Тип 4 до нижньої плити заасклоного балкону	—	0,279
Примикання зовнішніх стін Тип 2 до огороження заасклоного балкону	—	0,275
Примикання зовнішніх стін Тип 4 до огороження заасклоного балкону	—	0,199
Примикання зовнішніх стін Тип 2 до верхньої плити заасклоної лоджії	—	0,337
Примикання зовнішніх стін Тип 4 до верхньої плити заасклоної лоджії	—	0,495
Примикання зовнішніх стін Тип 2 до нижньої плити заасклоної лоджії	—	0,719
Примикання зовнішніх стін Тип 4 до нижньої плити заасклоної лоджії	—	0,188
Примикання зовнішніх стін Тип 2 до плити навісної конструкції над зовнішнім тамбуром	—	0,215



Примикання зовнішніх стін Тип 2 до огороження зовнішнього тамбуру	—	0,188
---	---	-------

Рисунок 5.4. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін Тип 2 до міжповерхового перекриття

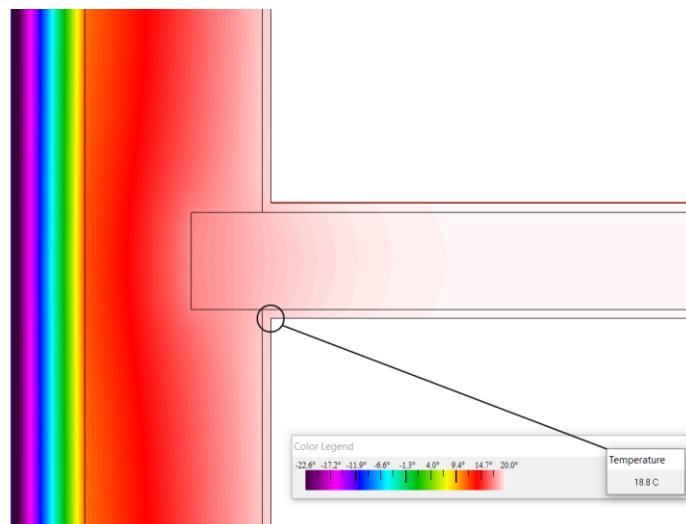
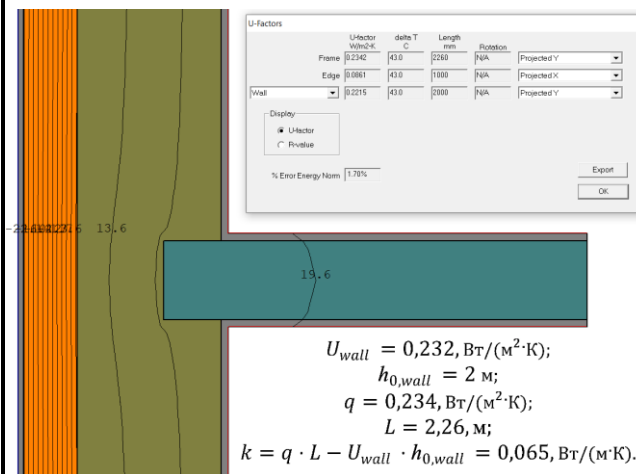


Рисунок 5.4.1. Теплопроводные включения примыкания внешних стен Тип 4 до міжповерхового перекриття

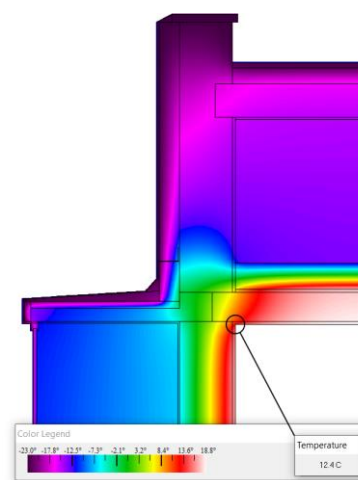
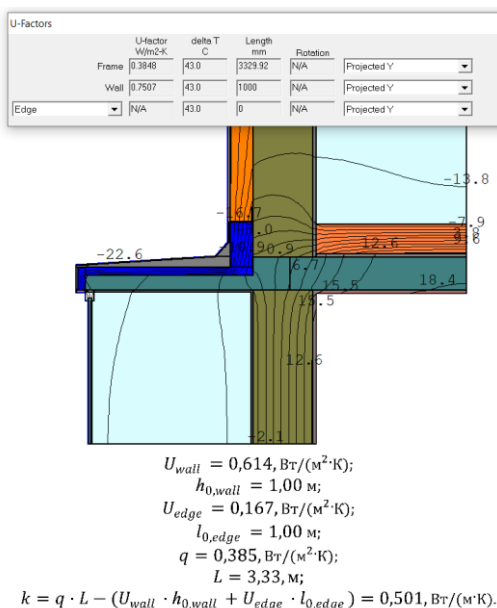


Рисунок 5.5. Теплопроводные включения примыкания внешних стен Тип 4 до верхньої плити застеленого балкону

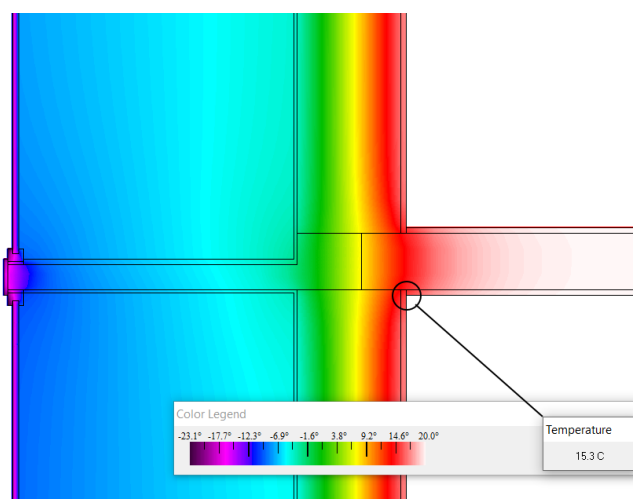
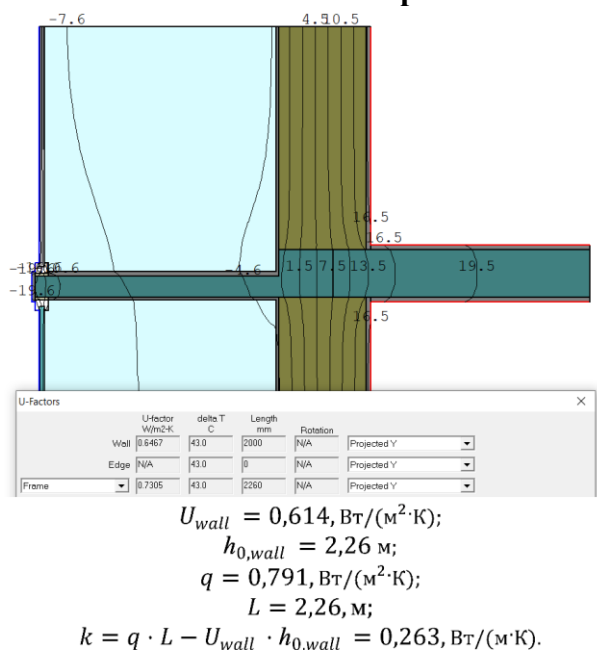


Рисунок 5.5.1. Теплопроводные включения примыкания міжповерхової

Зм.	Кільк	Арк.	Недодк	Підпис	Дата

плити до зашкленого балкону



Рисунок 5.6. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін Тип 2 до перекриття неопалювального підвалу

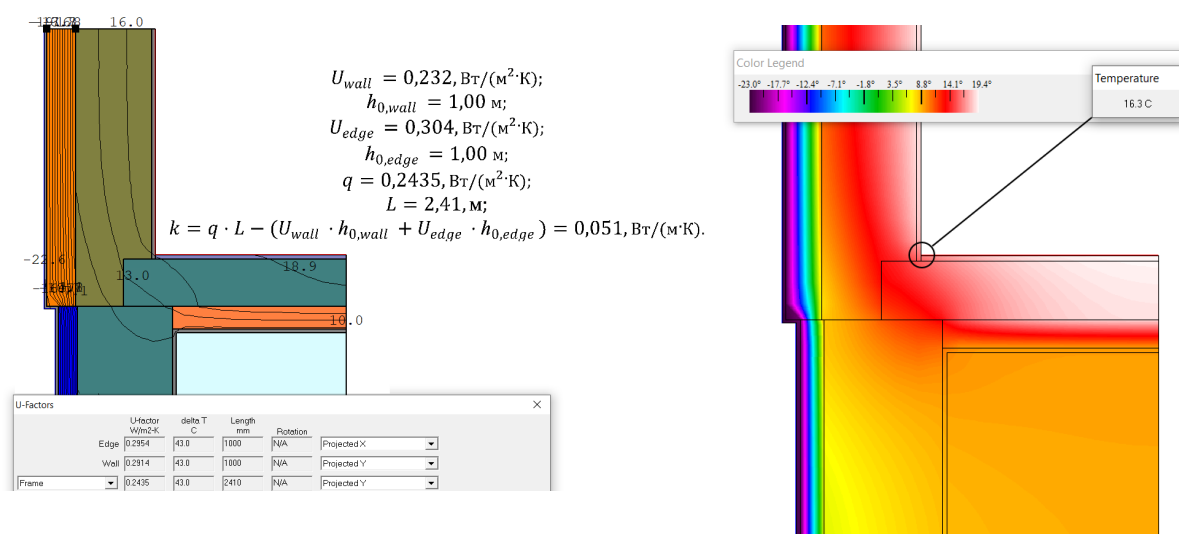


Рисунок 5.6. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін Тип 4 до перекриття неопалювального підвалу

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата

217-5554.17-01-ЕЕ.ПЗ

Арк.

77

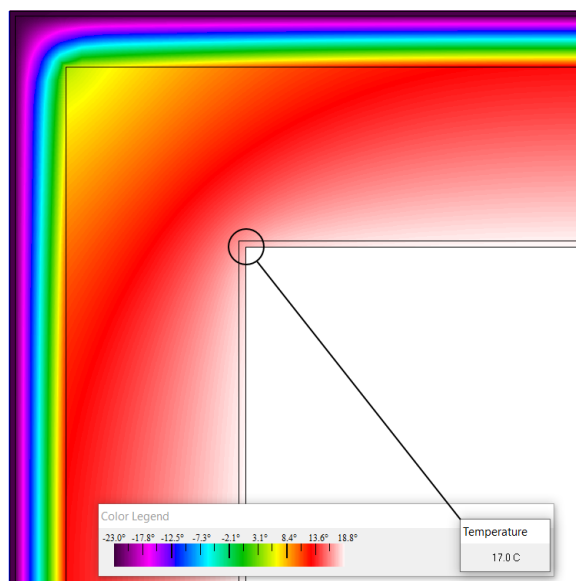
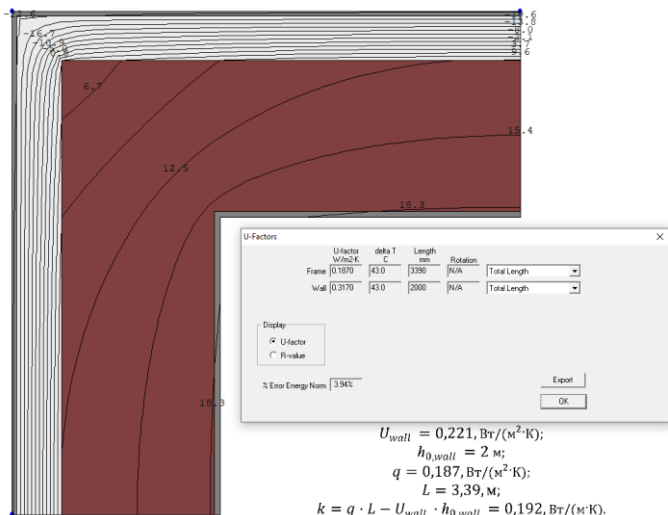


Рисунок 5.7. Теплопроводные включения кутового сплуження зовнішніх стін Тип 2

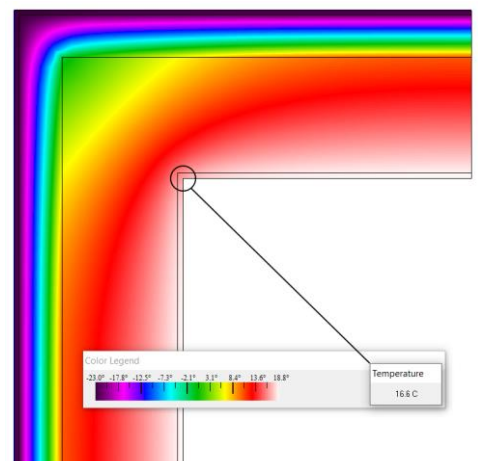
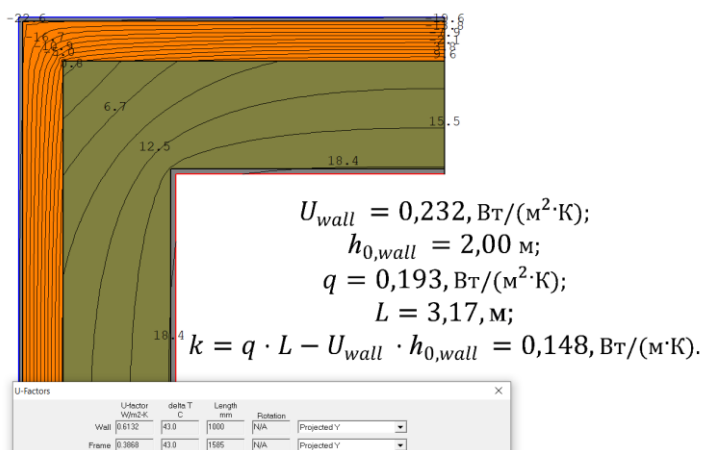


Рисунок 5.7.1. Теплопроводные включения кутового сплуження зовнішніх стін Тип 4

Зм.	Кільк	Арк.	Недок	Підпис	Дата

217-5554.17-01-ЕЕ.ПЗ

Арк.

78

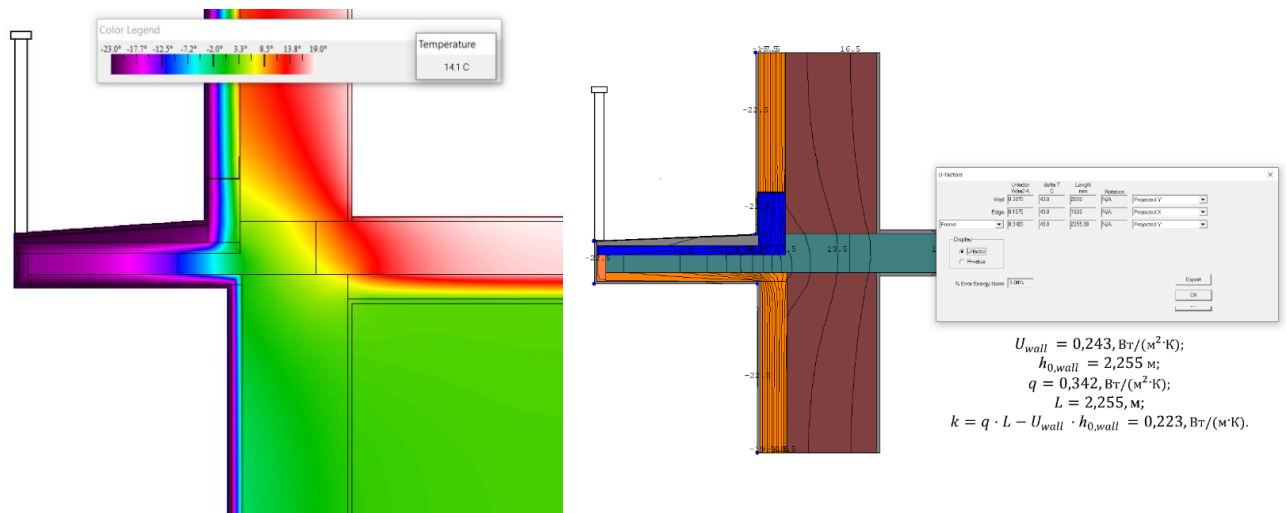
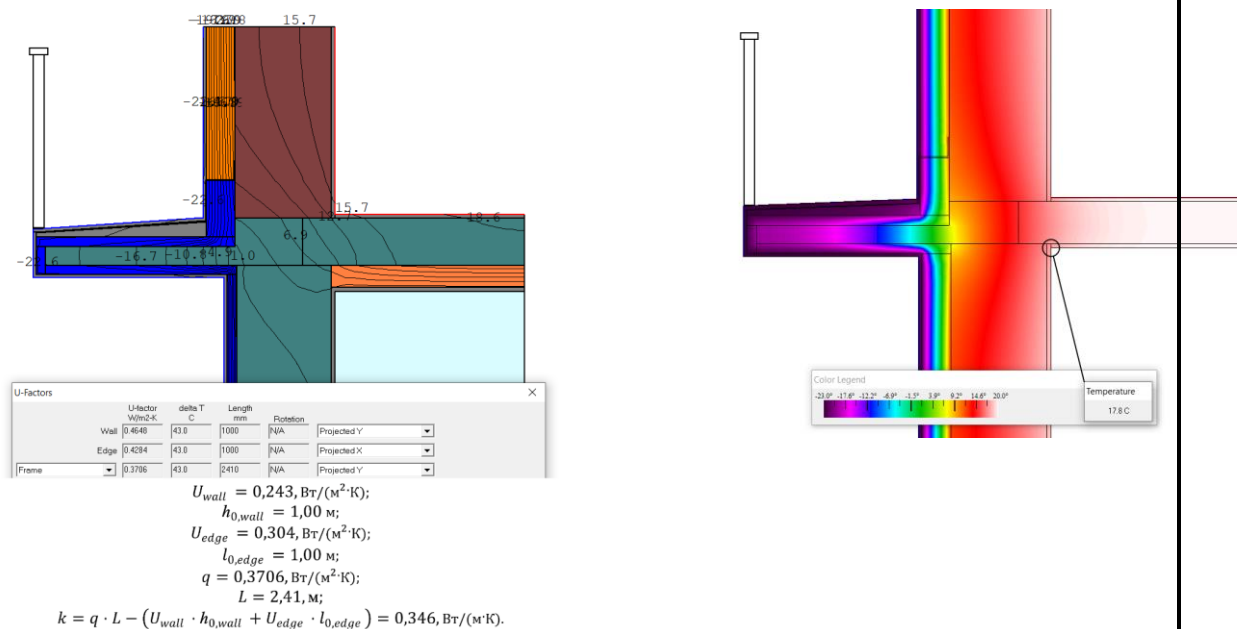


Рисунок 5.9. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін до міжповерхової плити відкритого балкону



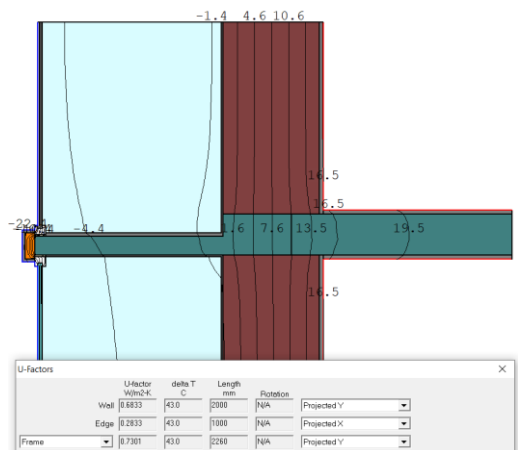
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата

217-5554.17-01-ЕЕ.ПЗ

Арк.

79

Рисунок 5.10. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін до нижньої плити відкритого балкону



$$U_{wall} = 0,702, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$
$$h_{0,wall} = 2,26 \text{ м};$$
$$q = 0,7301, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$
$$L = 2,26, \text{ м};$$
$$k = q \cdot L - U_{wall} \cdot h_{0,wall} = 0,064, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

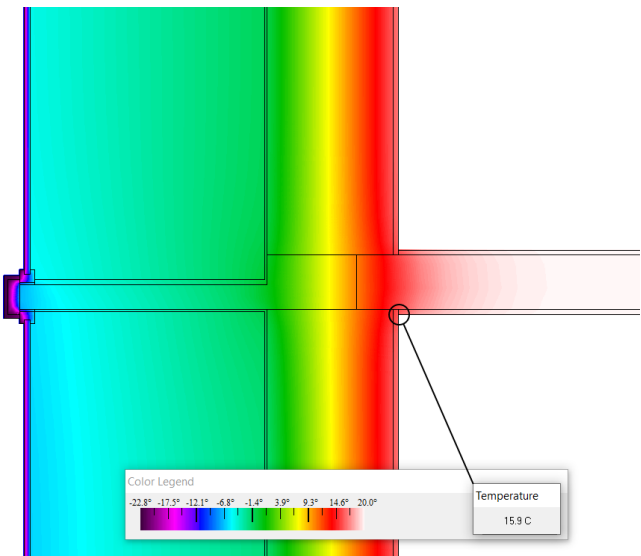
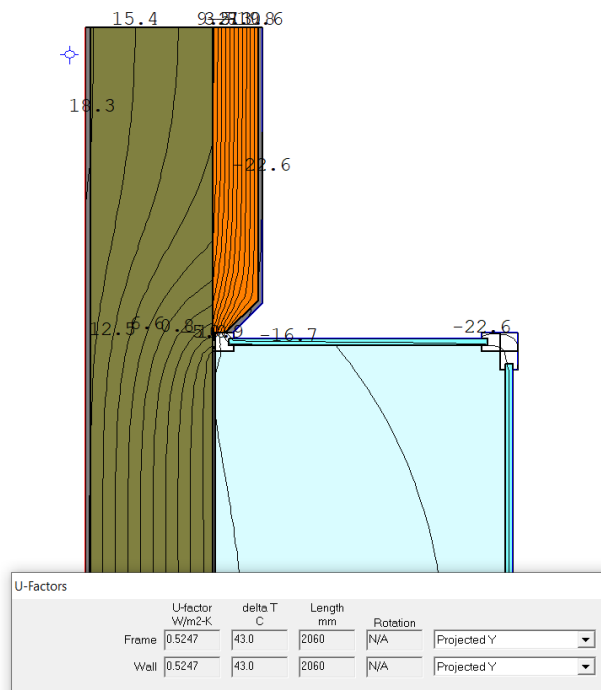
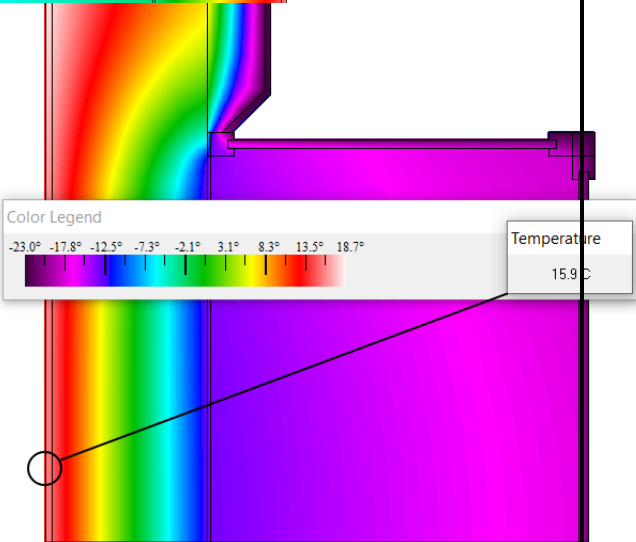


Рисунок 5.12. Теплопровідне включення



$$U_{wall} = 0,232, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$
$$h_{0,wall} = 1,00 \text{ м};$$
$$U_{wall\ 2} = 0,614, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$
$$h_{0,wall} = 1,06 \text{ м};$$
$$q = 0,525, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$
$$L = 2,06, \text{ м};$$
$$k = q \cdot L - (U_{wall} \cdot h_{0,wall} + U_{wall\ 2} \cdot l_{0,wall\ 2}) = 0,199, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$



примикання зовнішніх стін Тип 2 до міжповерхової плити зашкленого балкону

Рисунок 5.12.1. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін Тип 4 до міжповерхової плити зашкленого балкону

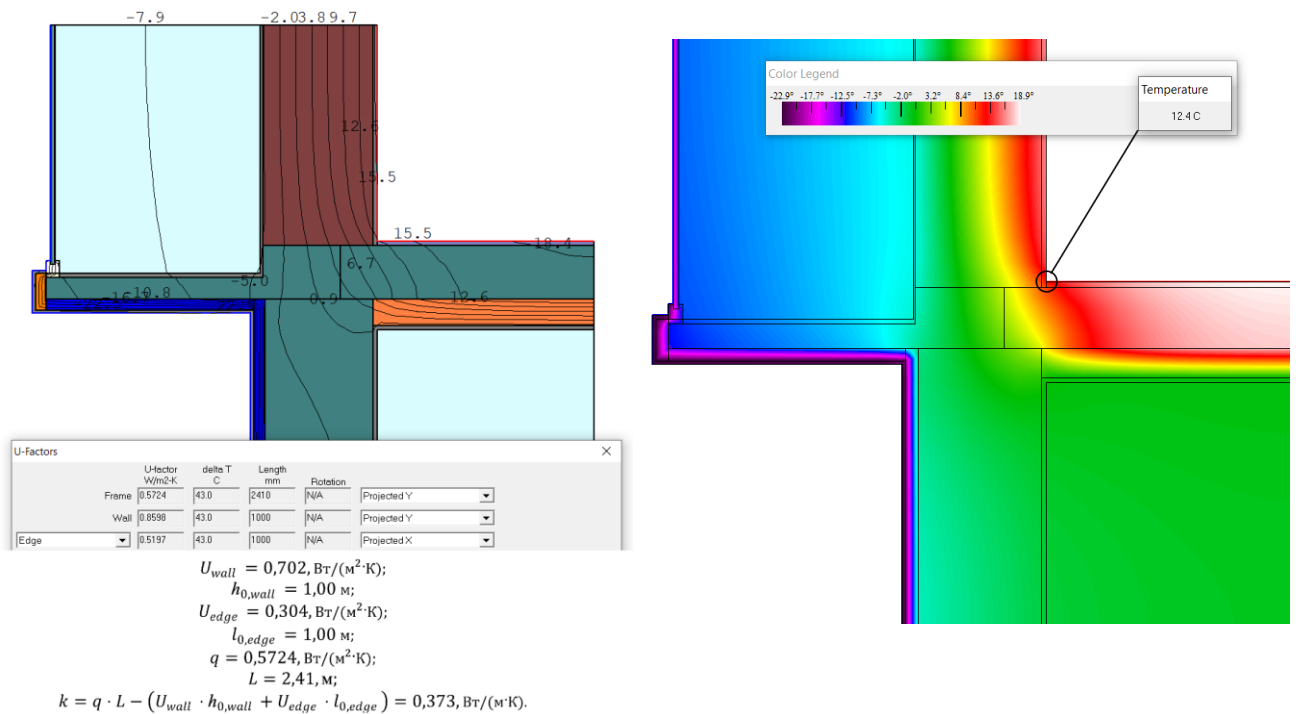


Рисунок 5.13. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін Тип 2 до нижньої плити зашкленого балкону

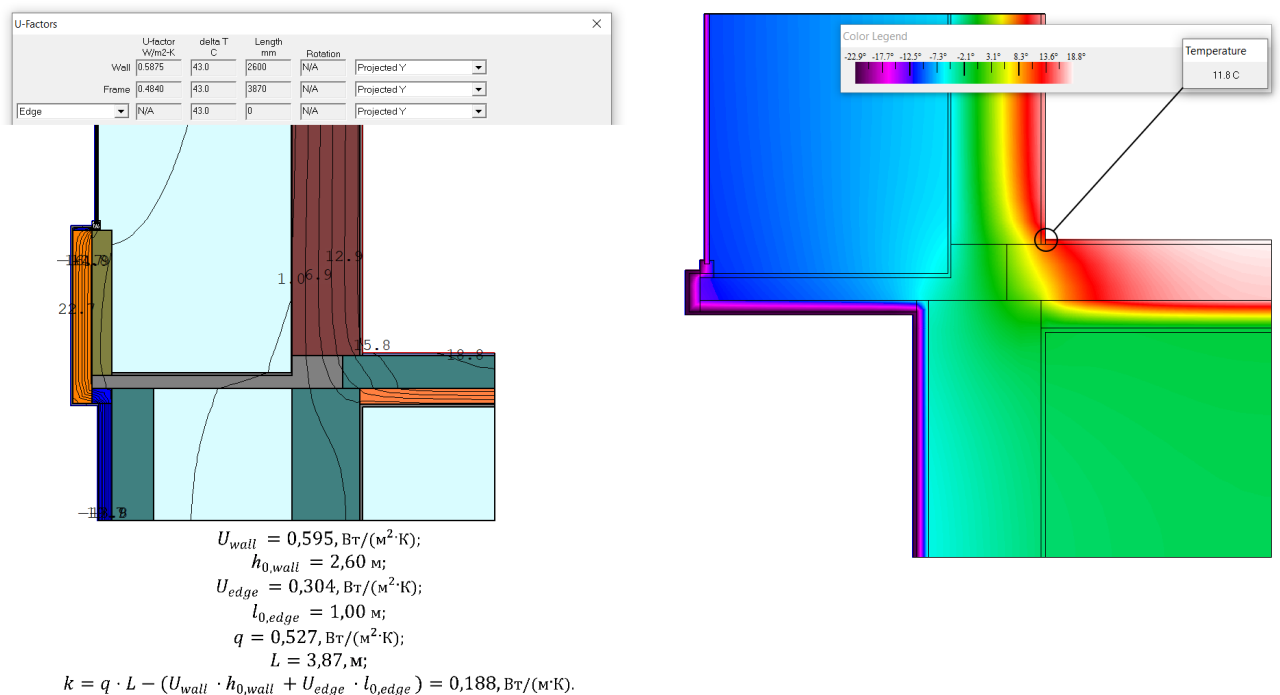


Рисунок 5.13.1. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін Тип 4 до нижньої плити зашкленого балкону

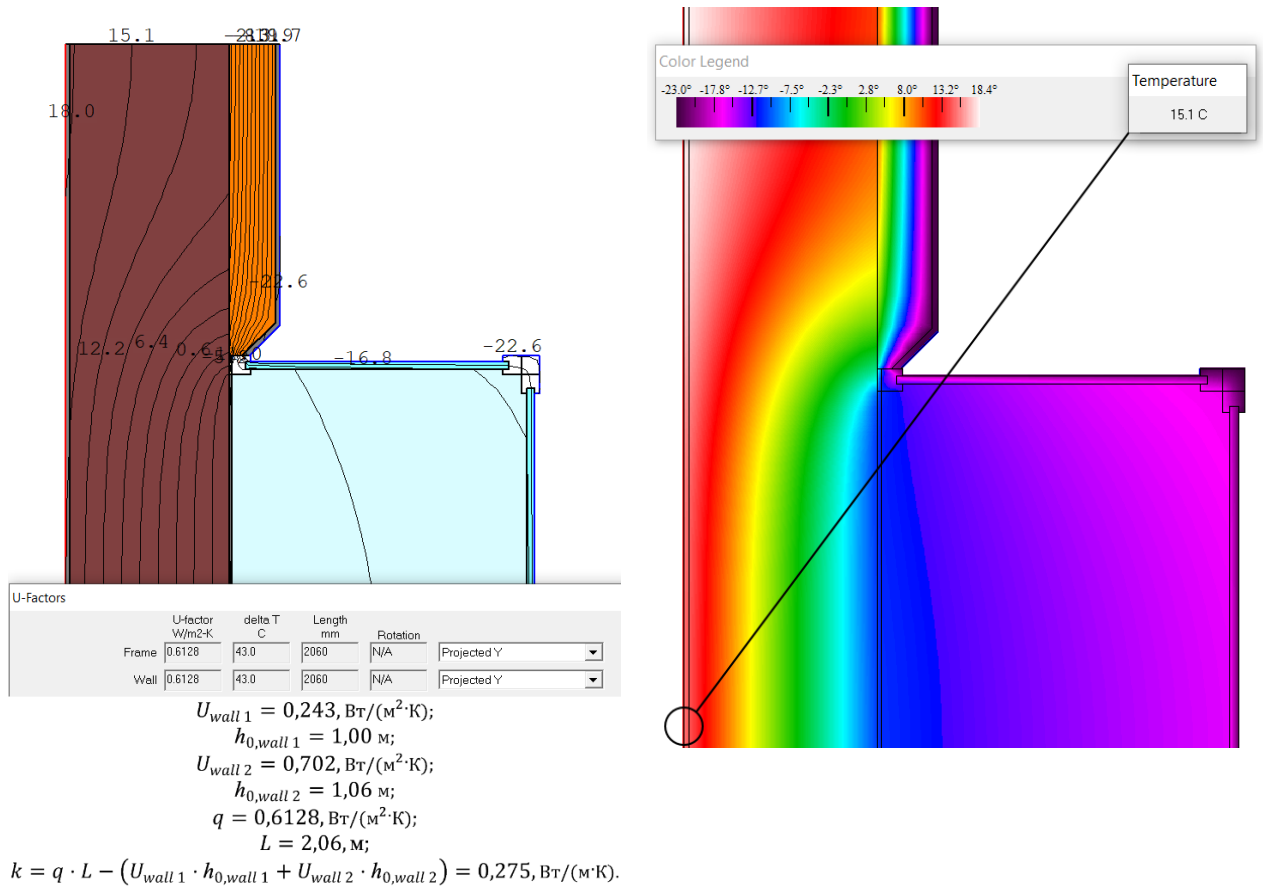


Рисунок 5.14. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін до огороження зашкленого балкону

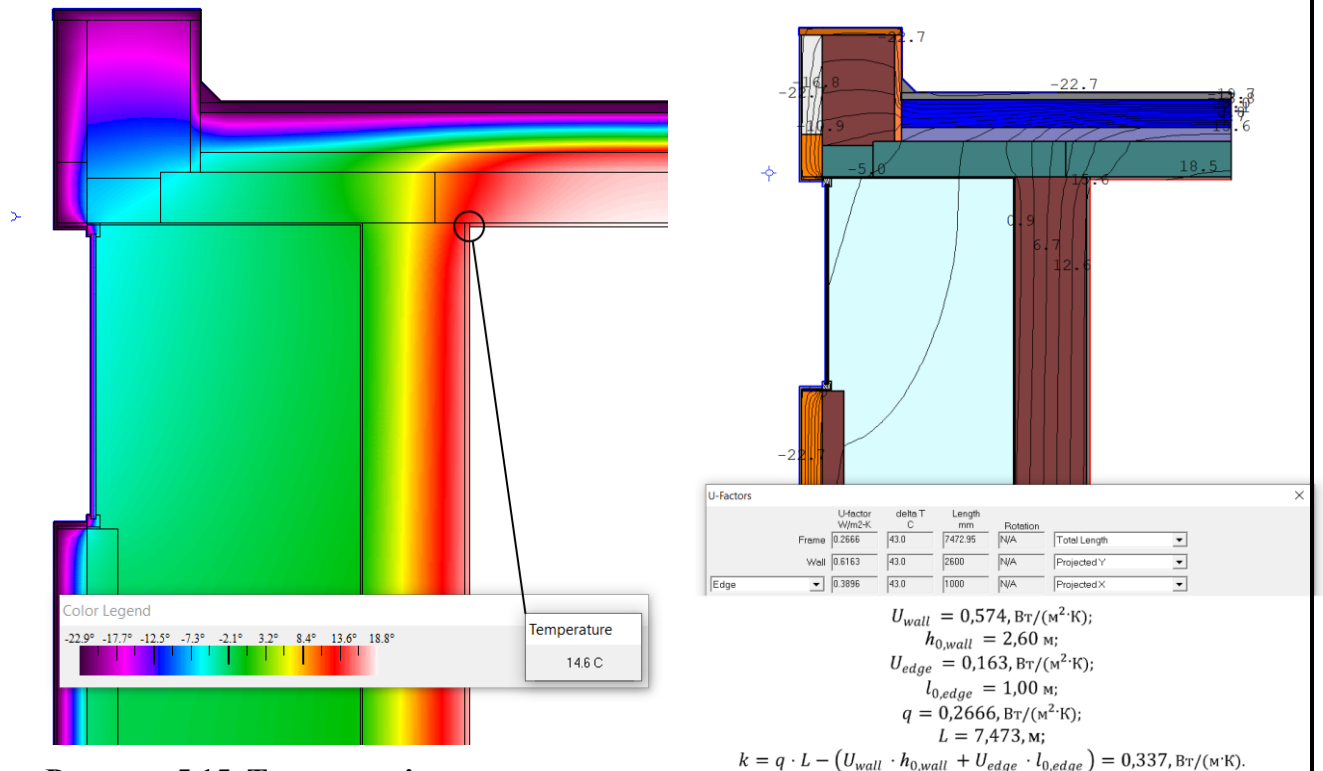


Рисунок 5.15. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін Тип 2 до верхньої плити зашкленої лоджії

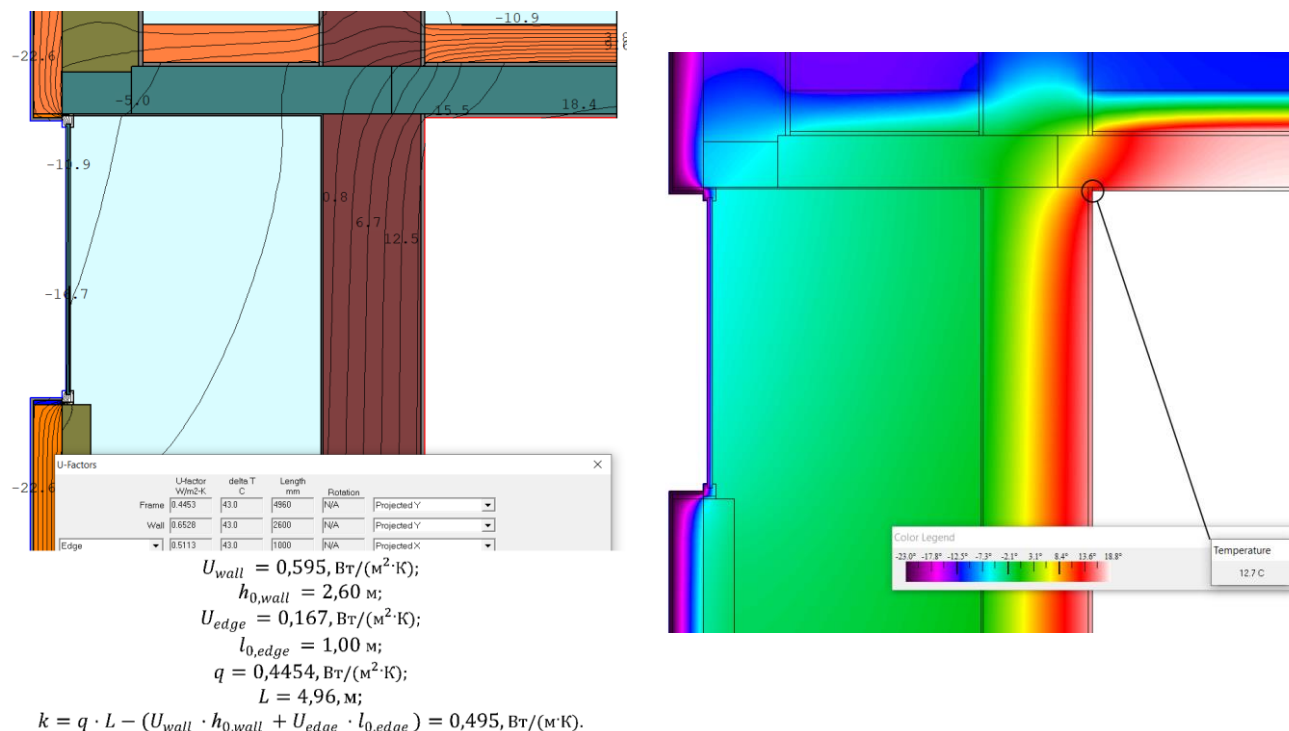


Рисунок 5.15.1 Теплопроводное включення примикання зовнішніх стін Тип 4 до верхньої плити заскленої лоджії

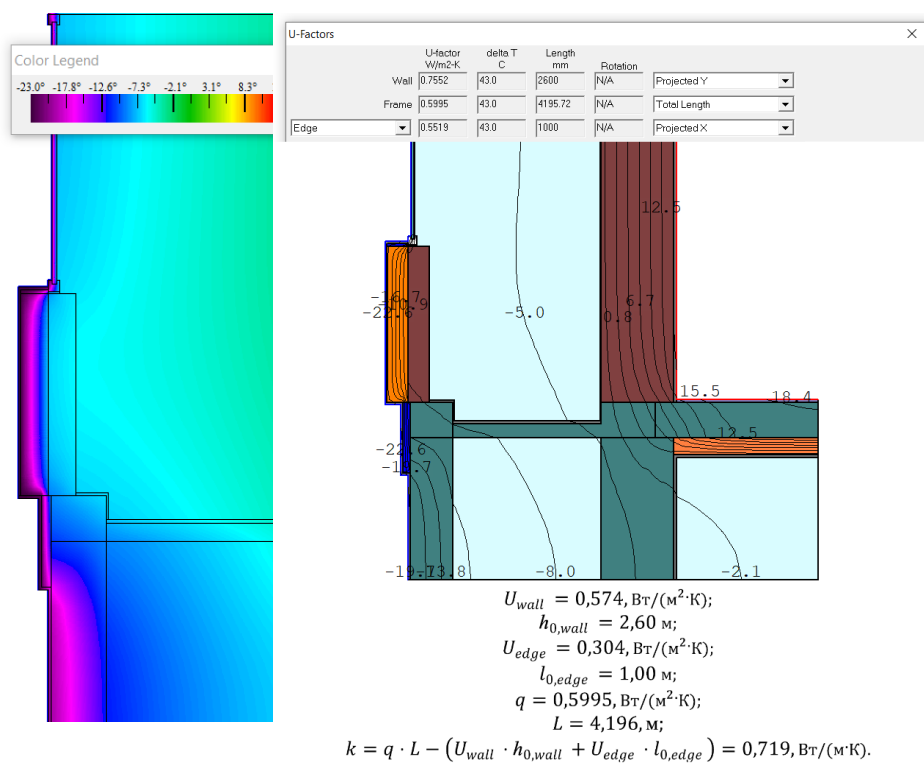
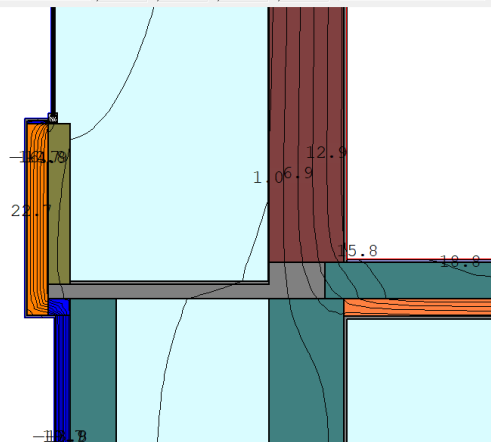


Рисунок 5.16. Теплопроводное включення примикання зовнішніх стін Тип 2 до нижньої плити заскленої лоджії

U-Factors					
	U-factor W/m ² ·K	delta T C	Length mm	Rotation	
Wall	0.5875	43.0	2600	N/A	Projected Y
Frame	0.4840	43.0	3870	N/A	Projected Y
Edge	N/A	43.0	0	N/A	Projected Y



$$U_{wall} = 0,595, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$h_{0,wall} = 2,60 \text{ м};$$

$$U_{edge} = 0,304, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$l_{0,edge} = 1,00 \text{ м};$$

$$q = 0,527, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$L = 3,87, \text{ м};$$

$$k = q \cdot L - (U_{wall} \cdot h_{0,wall} + U_{edge} \cdot l_{0,edge}) = 0,188, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

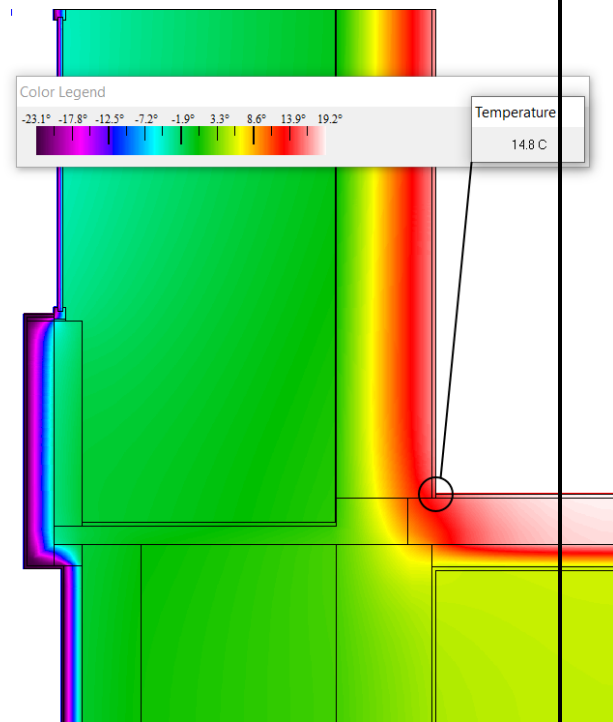
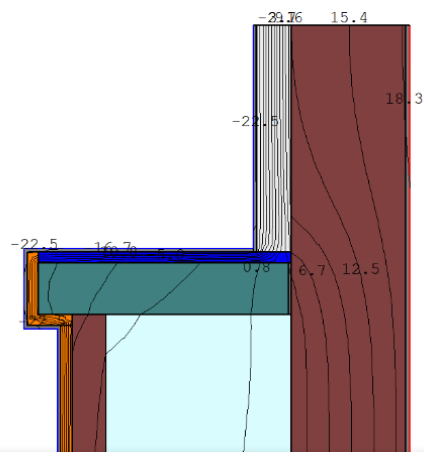


Рисунок 5.16.1. Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін Тип 4 до нижньої плити заскленої лоджії



U-Factors					
	U-factor W/m ² ·K	delta T C	Length mm	Rotation	
Wall	0.4468	43.0	2295	N/A	Projected Y
Frame	0.4468	43.0	2295	N/A	Projected Y

$$U_{wall1} = 0,221, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$h_{0,wall1} = 1,00 \text{ м};$$

$$U_{wall2} = 0,455, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$h_{0,wall2} = 1,295 \text{ м};$$

$$q = 0,4468, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$L = 2,295, \text{ м};$$

$$k = q \cdot L - (U_{wall1} \cdot h_{0,wall1} + U_{wall2} \cdot h_{0,wall2}) = 0,215, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

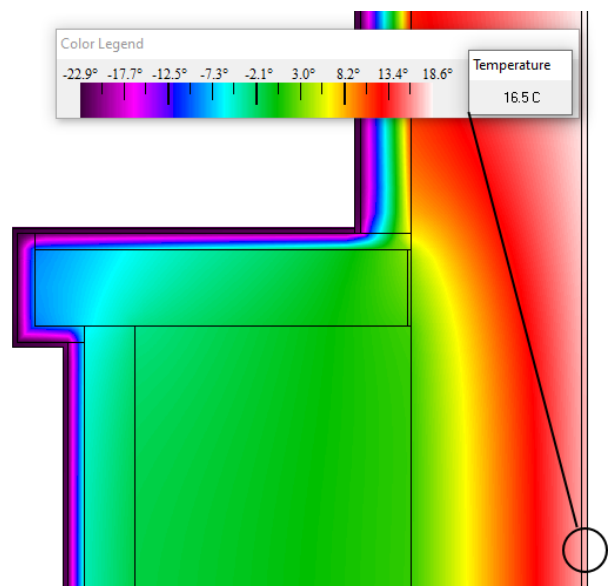


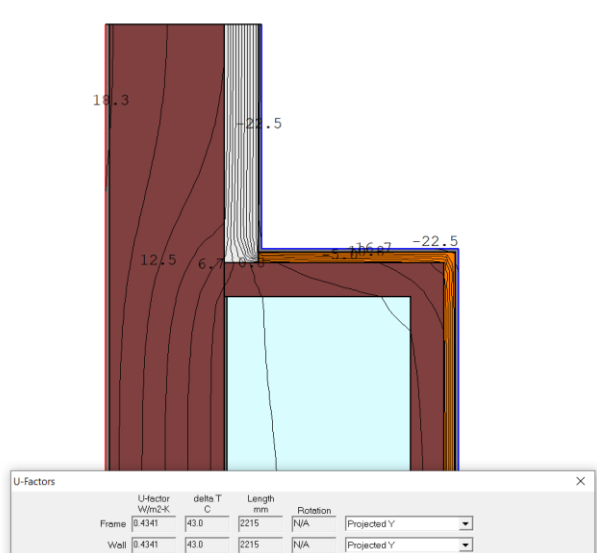
Рисунок 5.17. Теплопроводне включення примикання зовнішніх стін до плити навісної конструкції над зовнішнім тамбуром

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата

217-5554.17-01-ЕЕ.ПЗ

Арк.

84



$$U_{wall\ 1} = 0,221, \text{BT}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$

$$h_{0,wall\ 1} = 1,00 \text{ м};$$

$$U_{wall\ 2} = 0,455, \text{BT}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$

$$h_{0,wall\ 2} = 1,215 \text{ м};$$

$$q = 0,4341, \text{BT}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$

$$L = 2,215, \text{м};$$

$$k = q \cdot L - (U_{wall\ 1} \cdot h_{0,wall\ 1} + U_{wall\ 2} \cdot h_{0,wall\ 2}) = 0,188, \text{BT}/(\text{m} \cdot \text{K}).$$

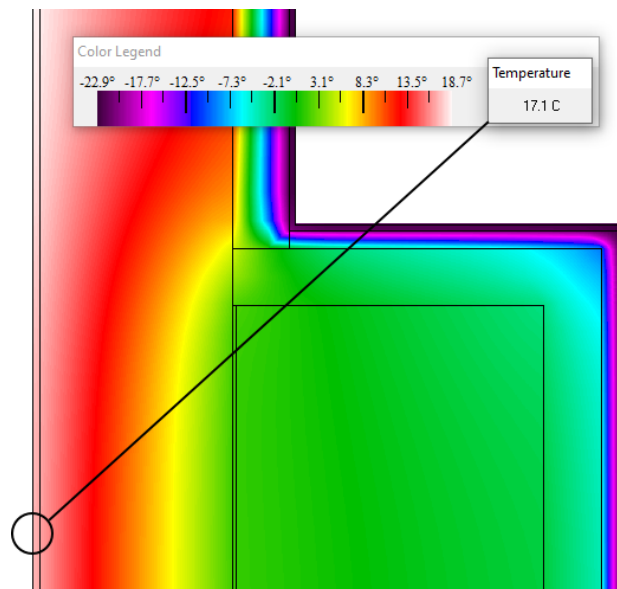


Рисунок 5.18. Теплопровідне включення примикання зовнішніх стін до огороження зовнішнього тамбуру

Зм.	Кільк	Арк.	Нодок	Підпис	Дата

217-5554.17-01-ЕЕ.ПЗ

Арк.

85

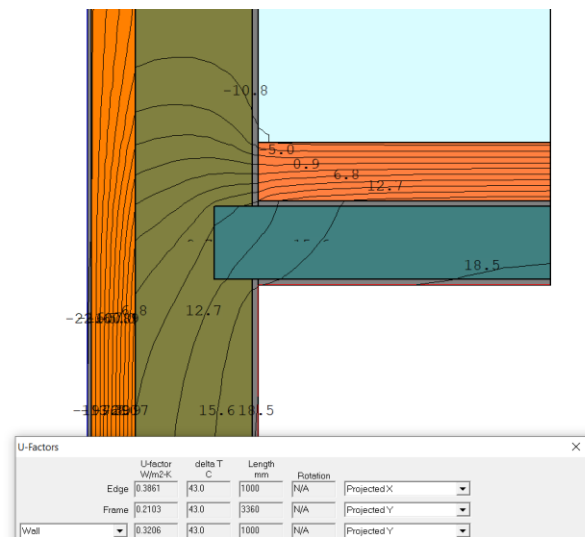
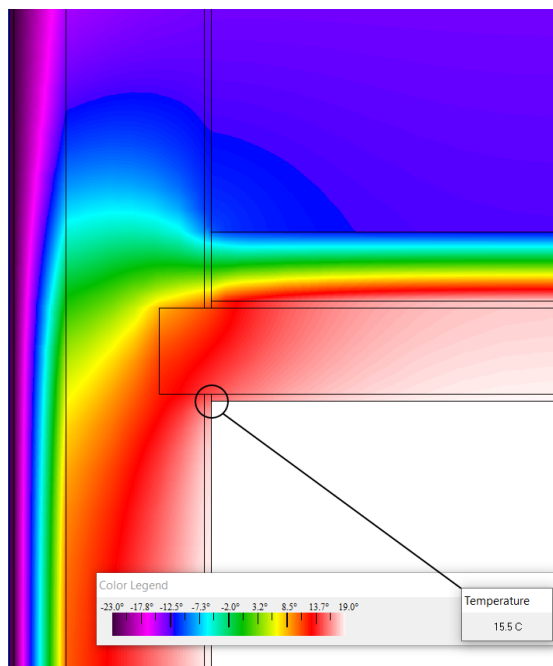


Рисунок 5.20. Теплопровідне включення примикання перекриття горища

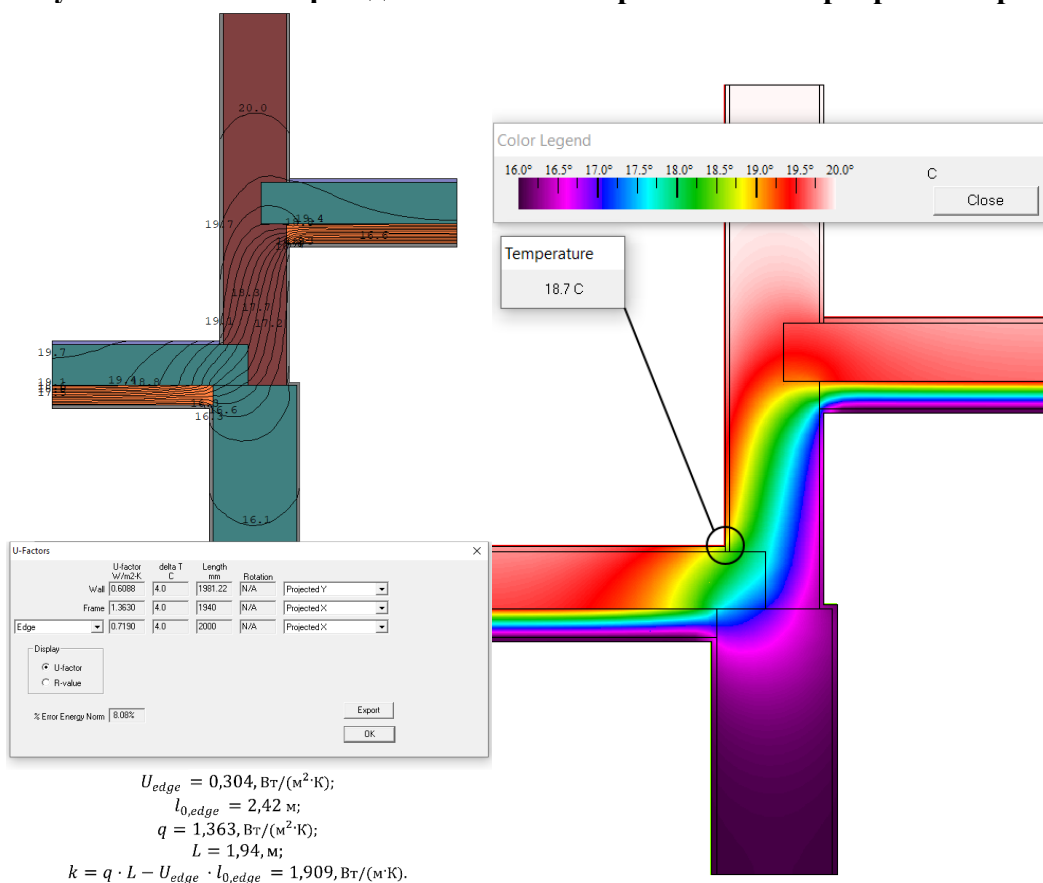


Рисунок 5.20. Теплопровідне включення примикання перекриття неопалювального підвалу до несучих стін Тип 2, що проходять через товщу утеплювача в місцях сходових клітин

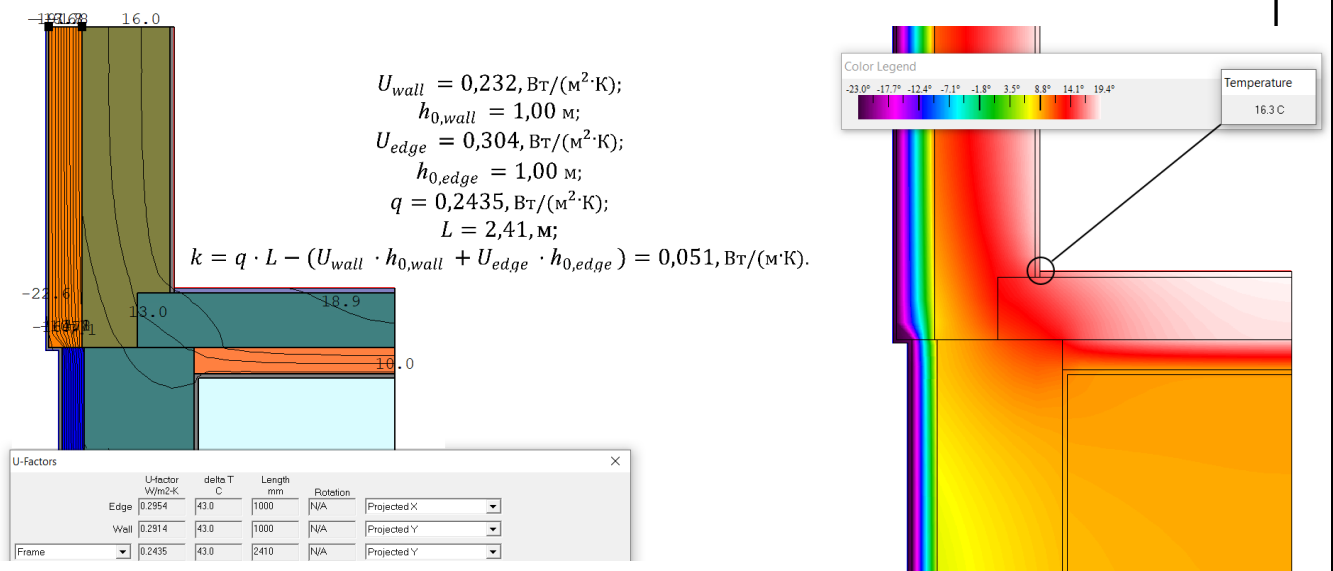


Рисунок 5.20.1. Теплопровідне включення примикання перекриття неопалювального підвалу до несучих стін Тип 4, що проходять через товщу утеплювача в місцях сходових клітин

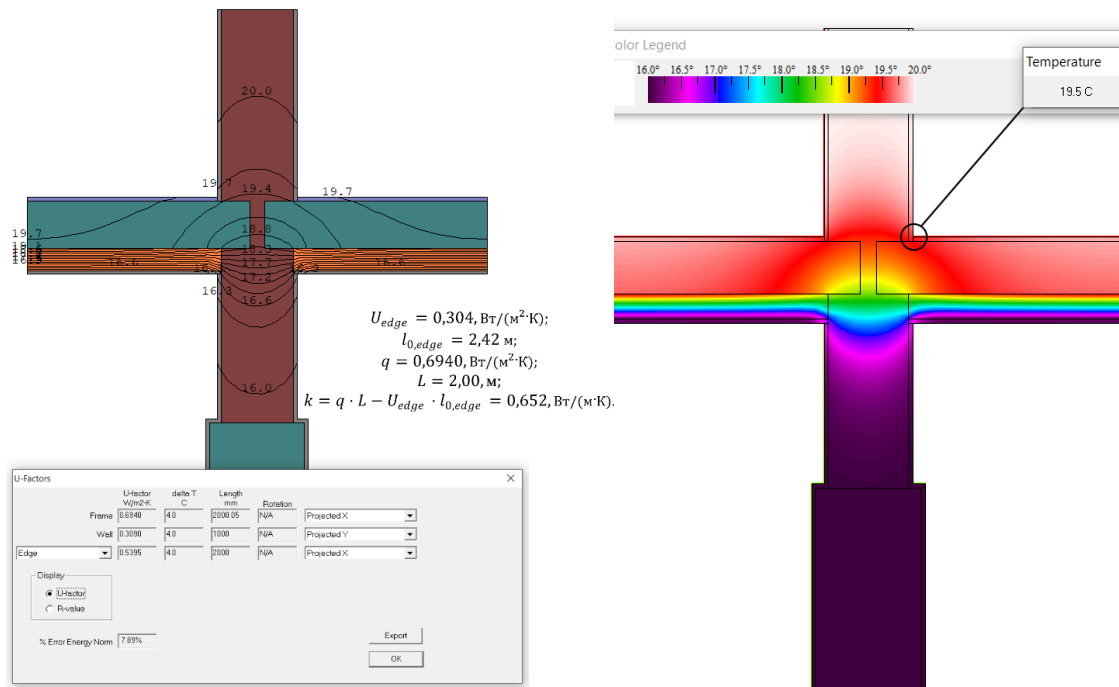


Рисунок 5.21. Теплопровідне включення примикання перекриття неопалювального підвалу до несучих стін, що проходять через товщу утеплювача по основному полю