

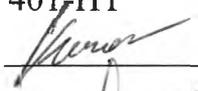
Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра

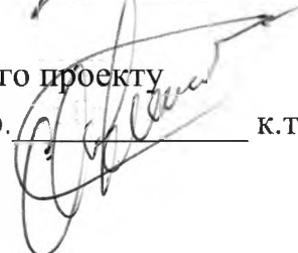
401-НТ

Тема проекту (роботи) «Порівняльний аналіз методик розрахунку
тепловтрат житлового будинку»

Розробив студент гр. 401-НТ

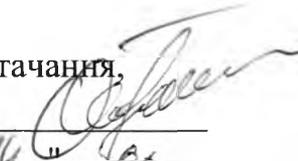
"14" 06 2024 р.  Костандян А. А.

Керівник дипломного проекту

"14" 06 2024 р.  к.т.н., проф.
Голік Ю.С.

Допустити до захисту:

завідувач кафедри "Теплогазопостачання,
вентиляції та теплоенергетики"

 к.т.н., проф. Голік Ю.С.
"14" 06 2024 р.

Полтава, 2024 р.

__ Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» _____

Інститут, факультет, відділення _ Навчально-науковий інститут нафти і газу _____

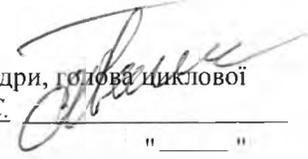
Кафедра _ теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики _____

Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ бакалавр _____

Спеціальність _____ 144 - Теплоенергетика _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової комісії Голік Ю.С.



" _____ "

_____ 2-0-2-4 р-о-к-у-

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТА

_____ Костандян Артем Арманович _____

Тема проекту _ Порівняльний аналіз методик розрахунку тепловтрат житлового будинку.

1. Керівник проекту _____ Голік Ю.С. _____ к.т.н. кафедри ТГВ _____

затвержені наказом вищого навчального закладу _____ №156-фа _____ від "1" _____ 04 _____
року 2024

2. Строк подання студентом проекту _____ 14.06. 2024 р. _____

3. Вихідні дані до проекту генеральний план житлового будинку.

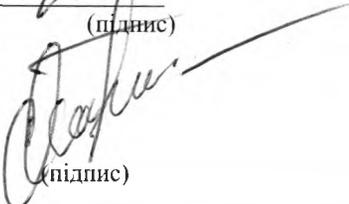
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розрахунок теплонавантаження на систему вентиляції; Розрахунок повітрообміну приміщень об'єкту проектування;

Студент


(підпис)

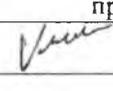
Костандян А.А. _
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту


(підпис)

Голік Ю.С.
(прізвище та ініціали)

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|--|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| — | — |  |  |

7. Дата видачі завдання 13.04. 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| | | | |
| 1 | Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій | 13.04 – 27. 04 2024 р. | |
| 2 | Етапи розрахунку проектної теплової потужності системи опалення приміщення | 28.04 – 10. 05 2024 р. | |
| 3 | Порівняння результатів розрахунків тепловтрат будинку за різними методиками | 11.05 – 1.06 2024 р. | |

ЗМІСТ

| | Стор. |
|--|-------|
| Зміст..... | 4 |
| 1. Вихідні дані для розрахунку | 8 |
| 1.1. Параметри зовнішнього повітря | 8 |
| 1.2. Параметри внутрішнього повітря | 9 |
| 1.3. Визначення розмірів елементів будинку..... | 10 |
| 2. Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій..... | 20 |
| 2.1. Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій..... | 20 |
| 2.2. Визначення термічного опору зовнішньої стіни | 21 |
| 2.2.1. Розрахунок теплової інерційності конструкції стіни..... | 24 |
| 2.2.2. Розрахунок теплової інерційності конструкції перекриття над неопалювальним підвалом..... | 24 |
| 2.2.3. Розрахунок теплового опору вікон та дверей..... | 26 |
| 2.2.4. Розрахунок теплової інерційності конструкції покриття | 26 |
| 2.2.5. Розрахунок теплової інерційності конструкції покриття підлоги з лаг на ущільненому ґрунті | 28 |
| 3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ | 31 |
| 3.1. Загальні вимоги за СНиП 2.04.05-91* «Опалення, вентиляція та кондиціонування» | 31 |
| 3.2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВТРАТ ЗА ЄВРОПЕЙСЬКОЮ МЕТОДИКОЮ ДСТУ EN 12831-1:2017..... | 38 |
| 3.2.1. Етапи розрахунку проектної теплової потужності системи опалення приміщення: | 39 |
| 3.2.2. Етапи розрахунку проектної теплової потужності системи опалення будівлі..... | 40 |
| 3.2.3. ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕННЯ | 40 |
| 3.2.4. Розрахунок проектних вентиляційних втрат тепла у випадку природної вентиляції | 47 |
| 3.2.5. Об'ємна витрата вентиляційного повітря | 48 |
| 3.3. Порівняння результатів розрахунків тепловтрат будинку за різними методиками..... | 56 |
| 4. ВИСНОВКИ..... | 61 |
| ЛІТЕРАТУРА | 62 |

| | | | | | | | | |
|-------------|------|----------------|---|------|----------------------|---|------|---------|
| | | | | | ДР 401-НТ 20118 | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Пояснювальна записка | Літ. | Арк. | Архувів |
| Розроб. | | Костандян А.А. |  | | | | | |
| Перевір. | | Голік Ю.С. |  | | | | 4 | 63 |
| Зав.кафедри | | Голік Ю.С. |  | | | Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», кафедра ТГВтаТ | | |

ВСТУП

До набуття чинності ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» для розрахунків тепловтрат будівель через огорожувальні конструкції керувалися дод. 12* СНиП 2.04.05-91* «Опалення, вентиляція і кондиціонування». З набуттям чинності у 2017 році ДБН В.2.5-67:2013 та проведенням інтеграції української нормативної бази під вимоги європейських норм в галузі проектування інженерних систем будівель, для розрахунку тепловтрат будівель слід використовувати методику, викладену в європейському стандарті ДСТУ CEN/TR 12831-1:2017 «Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження. Частина 2. Пояснення та обґрунтування EN 12831 (CEN/TR 12831-2:2017, IDT)».

Мета бакалаврської дипломної роботи є проведення порівняльного аналізу результатів розрахунків тепловтрат будівлі для двоповерхового будинку катедрного типу загальною площею 149,34 м², який проектується для кліматичних умов (м. Лебель-сюр-Кевійон (Lebel-sur-Quévillon) канадської провінції Квебек, за європейською та вітчизняною методиками.

Проект для зведення приватного будинку сьогодні вибирають, орієнтуючись на зовнішній вигляд, все більше уваги приділяють енергоефективним характеристикам будівлі [1].

Основні причини обирати енергоефективні характеристики будинку:

- з'являється все більше енергозберігаючих будівельних матеріалів і опалювальних рішень у сфері альтернативної енергетики;
- все більше з'являється енергоефективних будинків із газобетону і блоків теплої кераміки.
- з одного боку, зростає вартість енергоносіїв, з іншого – збільшуються можливості економії витрат енергоресурсів;

Одне лише використання газоблоків або керамічних блоків не робить будинок енергоефективним. Будівля може втрачати тепло не тільки через

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 5 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

ДР 401-НТ 20118

зовнішні несучі стіни, а й через інші огорожувальні конструкції – вікна, дах, фундамент.

Методика проведення досліджень. Виконання розрахунків передбачене з використанням моделі енергоефективного 2-поверхового 5-кімнатного житлового будинку з неопарювальними підвалом і горищем. Проект будинку вже містить планувально-конструктивне рішення.

Хоч відмінності теоретичних підходів вітчизняної та європейської методик достатньо зрозумілі, залишається відкритим питання про те, наскільки суттєво відрізняються результати розрахунків, виконаних за вищезгаданими методиками, і як це впливає на прийняття проектних рішень.

В роботі зроблено аналіз тепловтрат котеджного енергоефективного будинку.

На сьогодні, оцінка енергоефективності будинків у нашій країні пов'язана з труднощами. Система енергетичної сертифікації будівель працює в не повну силу, а послуги енергоаудиторів обходяться в чималу суму. Енергоефективний будинок повинен бути спроектований компактно і раціонально. Його площа і поверховість повинні в точності відповідати потребам домовласника.

Теоретично можна виділити декілька основних характеристик, які дозволяють оцінити будинок з точки зору енергоефективності. При проектуванні будинку повинні бути раціонально враховані наступні характеристики:

- **1. Розміри будинку** і його житлова і загальна площа.
- **2. Форма будинку** і його окремих конструкцій повинна бути максимально простою.
- **3. Поверховість будинку** повинна відповідати площі і вимогам до максимальної простоти форми будівлі.
- **4. Приміщення в будинку** повинні бути спроектовані з урахуванням енергоефективних потреб.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 6 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

•5. **Інженерні системи** енергоефективного будинку повинні бути спроектовані за принципом мінімізації витрат енергоресурсів.

•6. **Сантехнічні та господарські приміщення** з мінімум вікон розташовують з північного боку.

Крім того, енергоефективний будинок повинен бути вписаний у ландшафт таким чином, щоб вплив навколишнього середовища мінімізував тепловтрати котеджу і забезпечував пасивне використання корисної енергії природи. Врахуємо це при проектуванні котеджного будинку.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
| | | | | | ДР 401-НТ 20118 | Арк. |
| | | | | | | 7 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ

1.1. Параметри зовнішнього повітря

Кліматичний район проектування – м. Лебель-сюр-Кевійон (Lebel-sur-Quévillon) канадської провінції Квебек.

Розрахункові географічні координати:

- північна широта: $49^{\circ} 2'45,67''$;
- західна довгота: $76^{\circ}58'57,19''$.

Висота над рівнем моря: 304 м.

Згідно з п. 5.13 ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», як проекту зовнішню температуру приймають температуру зовнішнього повітря для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92, яку визначають з табл. 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» як для міста, що знаходиться на аналогічній широті.

Холодний період року:

- Температура: -23°C ;
- Швидкість повітря: 2,4 м/с.

Теплий період року:

- Температура: $+20,5^{\circ}\text{C}$;
- Швидкість повітря: 2,2 м/с.

Температура повітря у січні: $-5,6^{\circ}\text{C}$.

Температура повітря у липні: $20,5^{\circ}\text{C}$.

Середньорічна температура повітря: $+7,8^{\circ}\text{C}$.

Температура найбільш холодної доби забезпеченістю 0,92 складає -27°C .

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
| | | | | | ДР 401-НТ 20118 | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Температура найбільш холодної п'ятиднівки забезпеченістю 0,92 складає -23 °С.

Середня швидкість повітря по напрямкам за січень, м/с :

| Пн | ПнСх | Сх. | ПдСх | Пд. | ПдЗх | Зх | ПнЗх | Штиль |
|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-------|
| 3,1 | 2,9 | 3,5 | 2,8 | 3,2 | 3,4 | 3,6 | 3,6 | 2,5 |

Середня швидкість повітря по напрямкам за липень:

| Пн | Пнях | Сх | ПдСх | Пд | ПдЗх | Зх | ПнЗх | Штиль |
|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-------|
| 2,4 | 2,3 | 2,2 | 2,0 | 2,1 | 2,5 | 2,7 | 2,5 | 7,4 |

Мінімальна з середніх швидкостей за румбами за липень: 0 м/с.

Повторюваність напрямків повітря за січень, % :

| Пн | ПнСх | Сх. | ПдСх | Пд. | ПдЗх | Зх | ПнЗх | Штиль |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 9,0 | 10,0 | 11,9 | 8,7 | 14,7 | 14,9 | 20,2 | 10,6 | 2,5 |

Повторюваність напрямків повітря за липень, % :

| Пн | ПнСх | Сх | ПдСх | Пд | ПдЗх | Зх | ПнЗх | Штиль |
|------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|
| 19,5 | 12,3 | 11,0 | 5,3 | 7,5 | 8,3 | 20,4 | 15,7 | 7,4 |

Середньодобова кількість сонячної радіації , що надходить у липні на горизонтальну поверхню при безхмарному небі на широті 49° Пн. ш. складає 328 Вт/м².

1.2. Параметри внутрішнього повітря

При розрахунку втрат тепла за рахунок теплопередачі за стандартом ДСТУ EN 12831-1:2017, замість температури повітря використовують результуючу температуру, що дорівнює **середньому арифметичному значень температури внутрішнього повітря та середньої радіаційної температури у приміщенні.**

Оптимальні параметри повітря у приміщеннях котеджу приймаємо у відповідності до ДБН В .2.2-15:2019 [3,4]:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
| | | | | | ДР 401-НТ 20118 | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Діапазон температури приміщення для опалення

Таблиця 1.1

| Тип будівлі/приміщення | Умови мікроклімату | Температура, °С | |
|--|--------------------|---|--|
| | | Діапазон в опалювальний період (у холодний період), приблизно 1,0 кло | Діапазон в період охолодження (у теплий період), приблизно 0,5 кло |
| Житлові будівлі: житлові об'єми (спальна кімната, вітальня, кабінет, кухня-їдальня тощо). Сидяча діяльність – приблизно 1,2 мет | Оптимальні | 22,0±2,0 | 24,5±1,5 |
| Житлові будівлі: інші об'єми (кухня, гардеробна, комора тощо). Стояння-ходіння – приблизно 1,5 мет | Оптимальні | 19,5±3,0 | - |
| Житлові будівлі: ванна кімната. Стояння-ходіння при 0,2 кло – приблизно 1,6 мет | Оптимальні | 25,0±1,5 | |

Приймаємо температури:

- загальна кімната, спальна, дитяча кімната, кабінет - температура оптимальна: 22 °С;

- кухня-студія – $19,5 + 2,5 = 22^{\circ}\text{C}$;

- ванна – 24 °С ;

- суміщений санвузол - 24 °С.

1.3. Визначення розмірів елементів будинку

В бакалаврській дипломній роботі проводиться розрахунок тепловтрат індивідуального житлового будинку на базі газового котла в м. Лебель-сюр-Кевійон (Lebel-sur-Quévillon) в канадській провінції Квебек, розташоване на шосе 113 у регіоні Жамесі за методиками, що викладені у СНиП 2.04.05-91* та ДСТУ EN 12831-1:2017, та порівняння отриманих результатів.

Вихідними даними даного дипломного проекту є викреслені схеми, які представлено на рисунках нижче. На них вказані креслення житлового будинку з кількістю поверхів, позначками ґрунту, першого та другого поверхів, висотою приміщень, товщиною підлоги, перекриттів, покрівлі, а

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
| | | | | | ДР 401-НТ 20118 | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

також розміри таких огорожувальних конструкцій як вікна та зовнішні двері, плани будинку, з площею приміщень, товщинами стін.

Нижче, в якості вихідної інформації для проекту, наведені фасади житлового будинку (рис. 1.1-1.4), плани першого та другого поверхів житлового будинку (рис. 1.5-1.6) та розрізи даного житлового будинку (рис. 1.7-1.8).

В житловому будинку мешкає 4 людини: 2 чоловіка і 2 жінки.

Будинок представляє собою двоповерхову конструкцію загальною площею 149,34 м² з неопалювальними підвалом та горищем, оснащений газовим котлом в технічному приміщенні. В будинку присутній критий гараж без воріт. Загальна протяжність стін: 19,56 м, висота стелі обох поверхів 2,6 м. Покрівля виконана із бітумної черепиці з утеплювачем.

Стіни виконані з перлітобетону товщиною 200 мм, що виконують роль несучої конструкції, пінопласту товщиною 200 мм. У віконні прорізи встановлено двокамерні склопакети, метало-пластикові віконні рами розмірами:

| Елемент | Розміри, мм | Кількість, шт. |
|---------|-------------|----------------|
| Вікна: | 2100 × 1500 | 3 |
| | 1800 × 1500 | 2 |
| | 2910 × 1000 | 1 |
| | 1220 × 1500 | 1 |
| | 750 × 1000 | 1 |
| | 700 × 1300 | 1 |
| Двері: | 600 × 2250 | 1 |

Загальна площа вікон становить 21,25 м².

Загальна площа зовнішніх дверей дерев'яних, метало-пластикових дверей 6,09 м².

Перекрыття: залізобетонний багатопорожнинний збірний настил, утеплювач – мінеральна вату на синтетичному зв'язуючому, товщиною 200 мм.

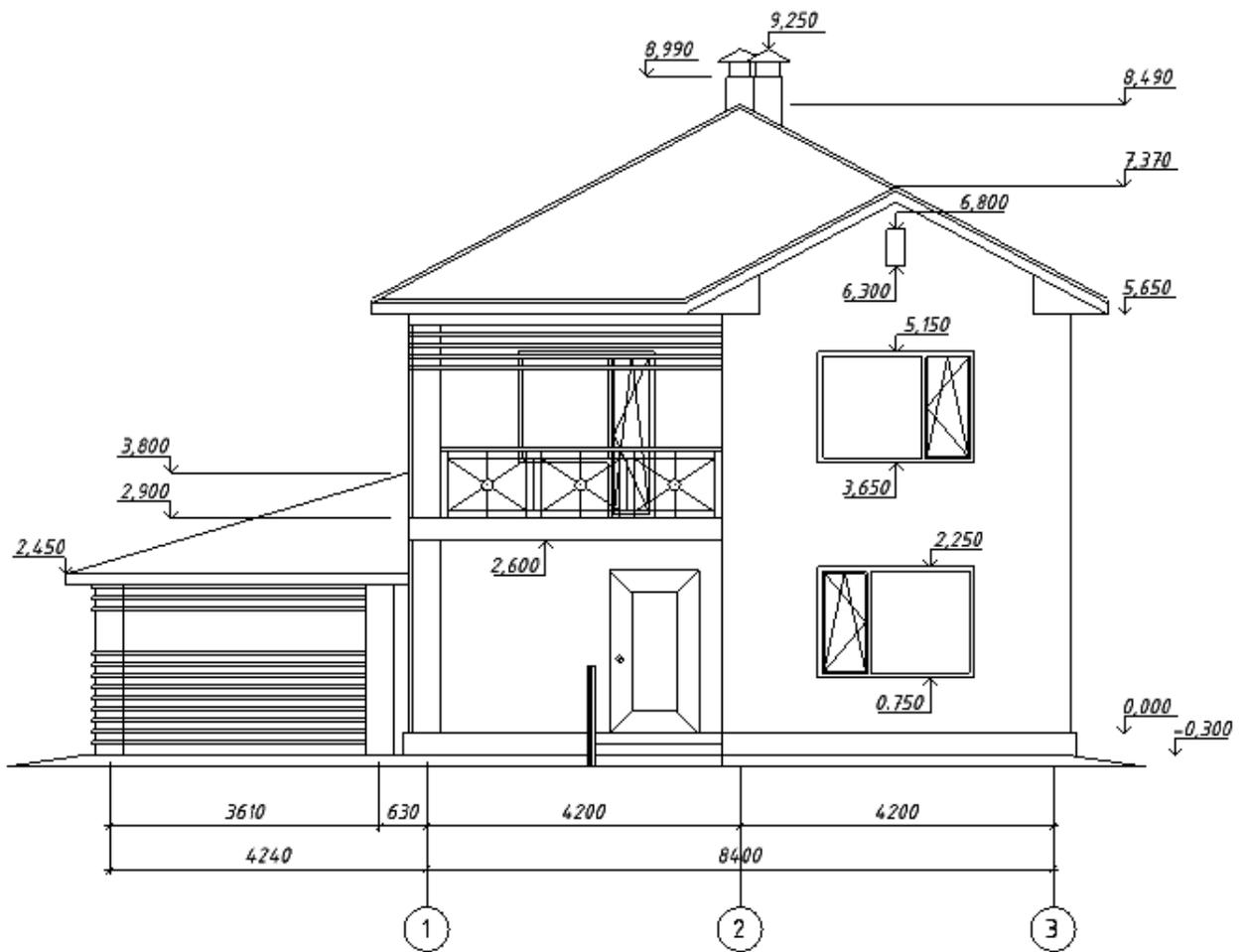


Рисунок 1.1 – Фасад 1-3

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
| | | | | | ДР 401-НТ 20118 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 12 |

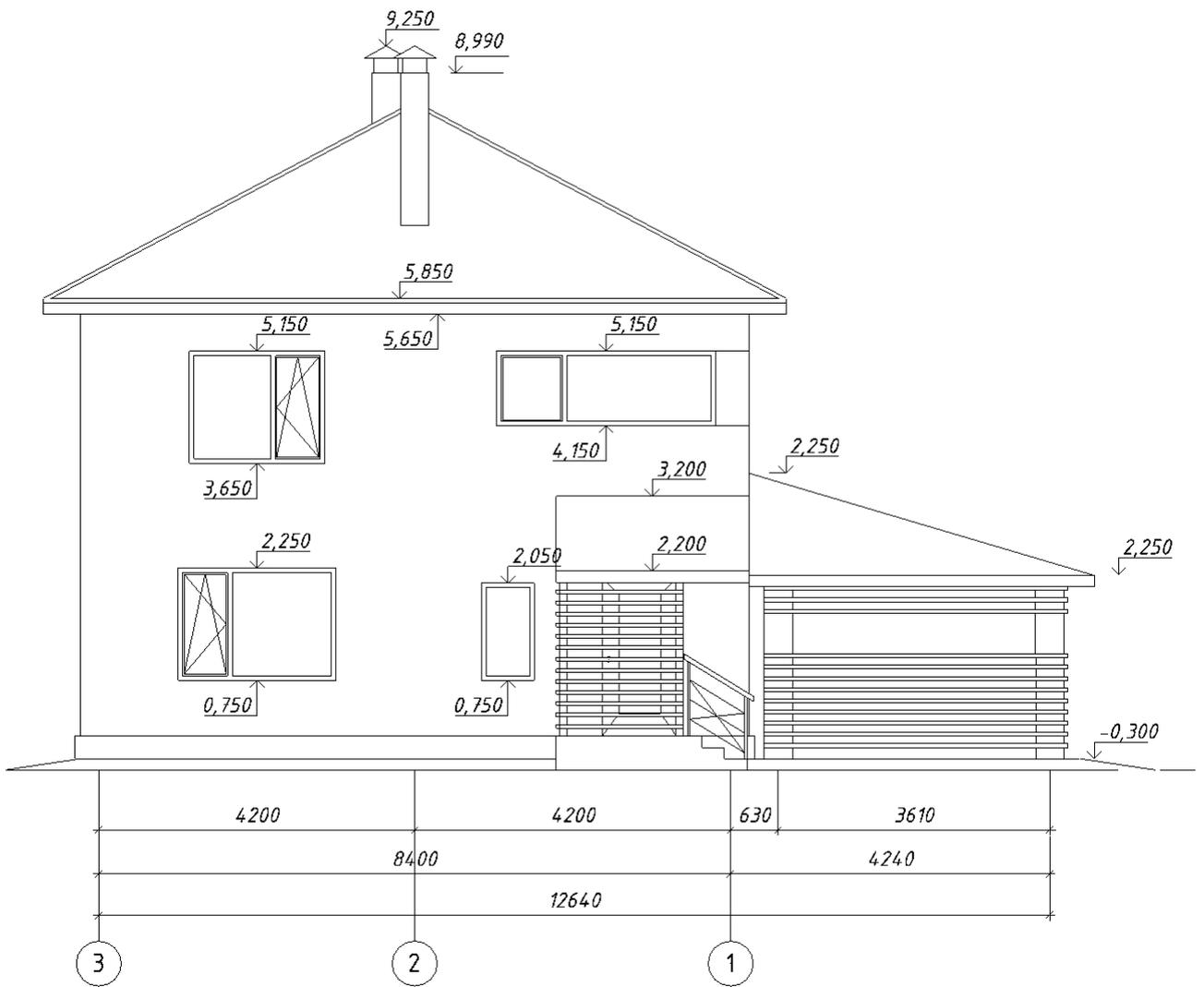


Рисунок 1.2 – Фасад 3-1

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДР 401-НТ 20118

Арк.

13

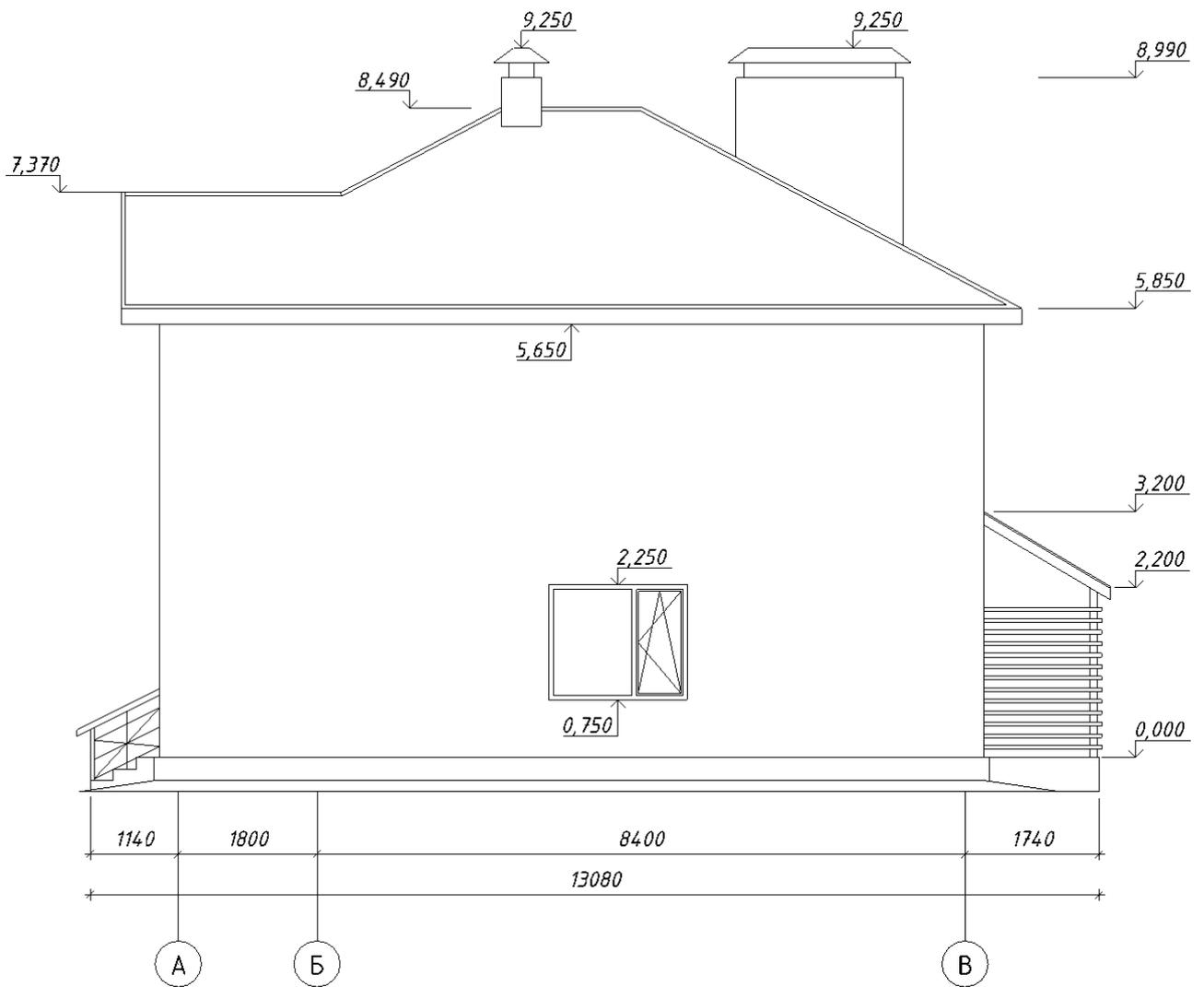


Рисунок 1.3– Фасад А-В

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДР 401-НТ 2018

Арк.

14

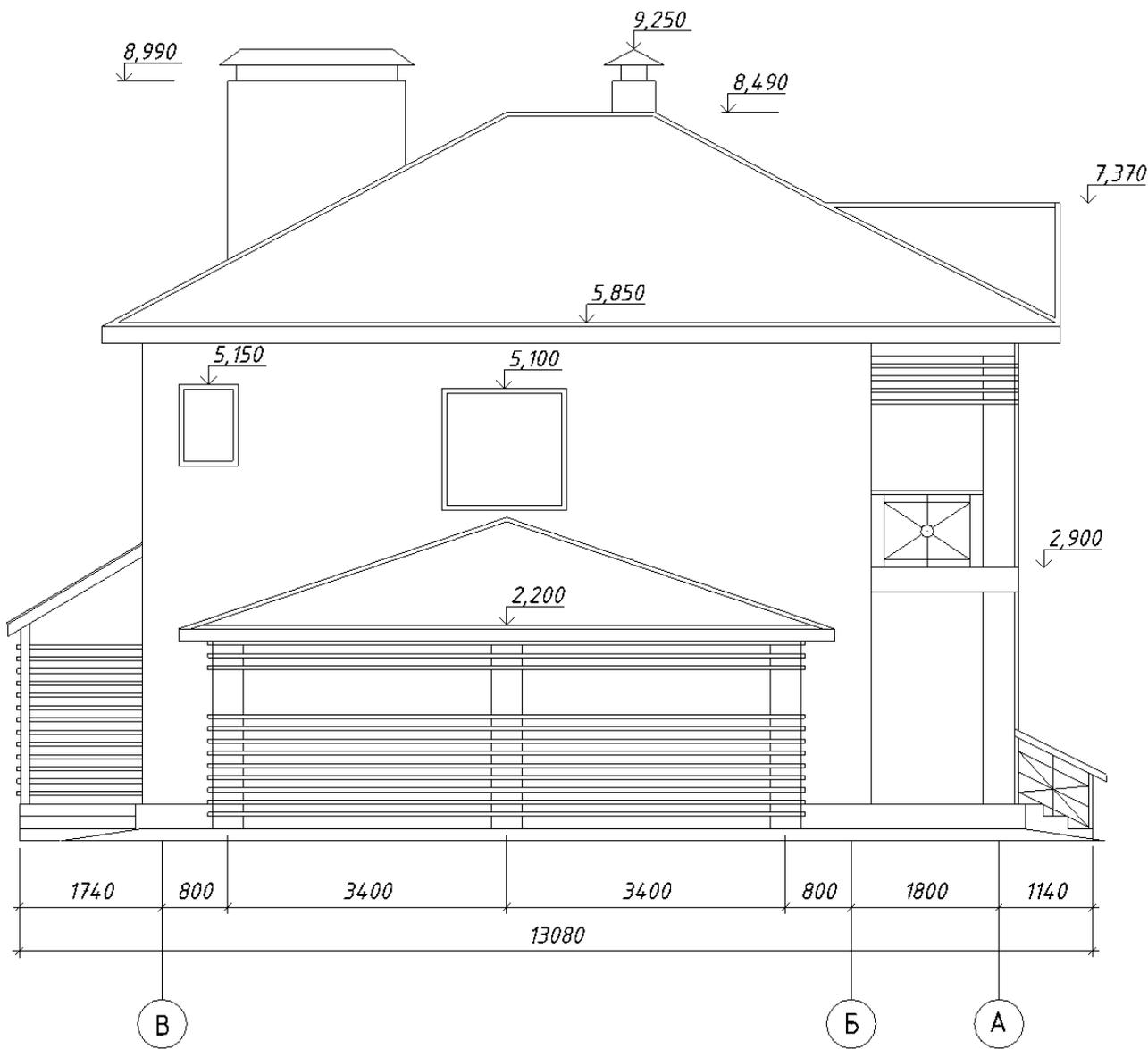


Рисунок 1.4 – Фасад В-А

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
| | | | | | ДР 401-НТ 20118 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 15 |

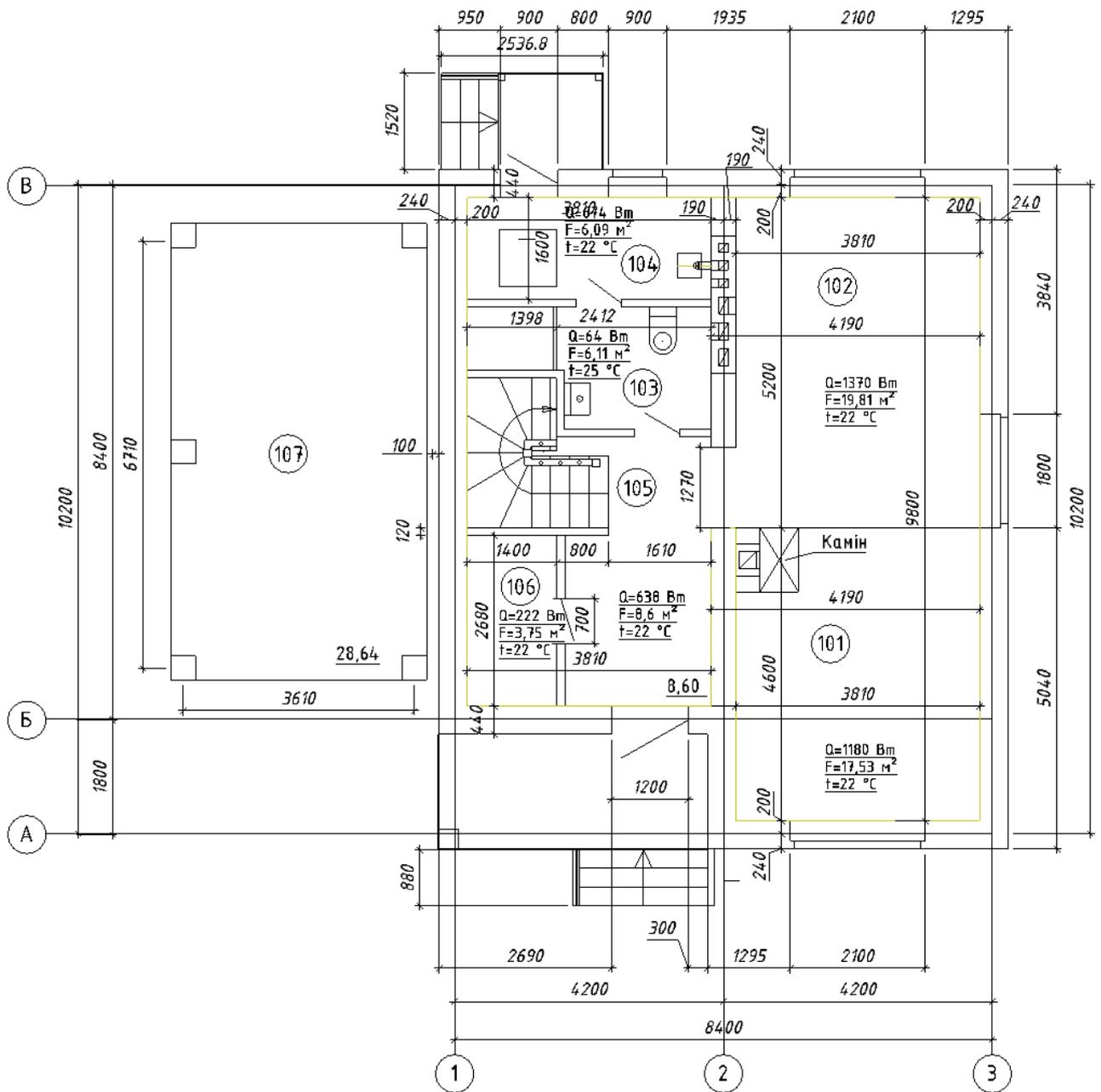


Рисунок 1.5 – План 1-го поверху

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

ДР 401-НТ 20118

Арк.

16

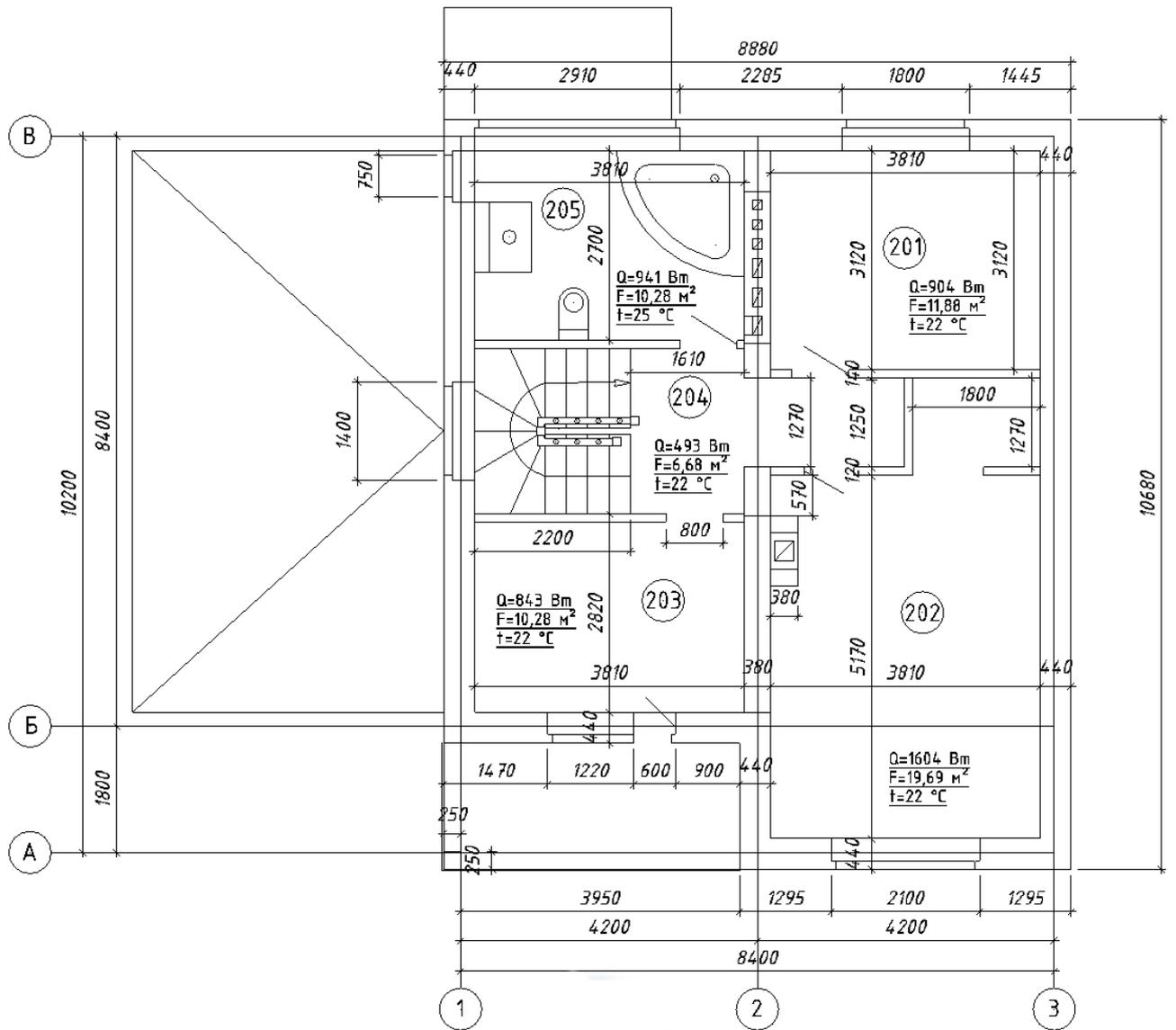


Рисунок 1.6 – План 2-го поверху

| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |

ДР 401-НТ 20118

Арк.

17

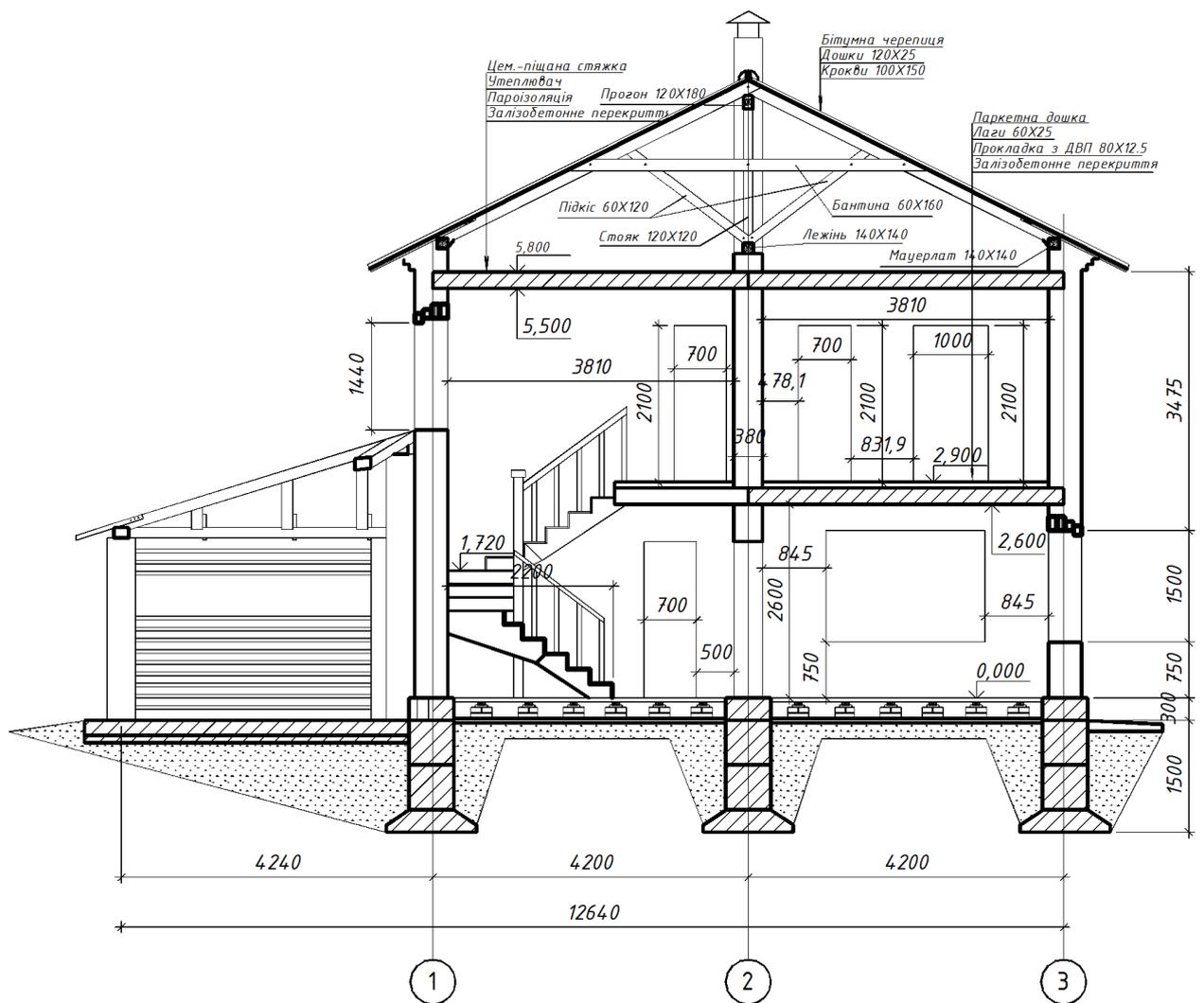


Рисунок 1-8. Розріз Б-Б.

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДР 401-НТ 20118

Арк.

19

2. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

Мета теплотехнічного розрахунку – визначити нормативний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій та товщину теплової ізоляції для масивних огорож; підібрати конструкцію заповнення вікон і дверей. Теплотехнічний розрахунок виконується, виходячи з того, що опір теплопередачі огорожувальної конструкції повинен бути не менше необхідного опору теплопередачі конструкції.

$$R_0 \geq R_{q\min}, \text{ де} \quad (2.1)$$

R_0 – опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

$R_{q\min}$ – нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

2.1. Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій

При проведенні теплотехнічного розрахунку враховано, що місто Лебель-сюр-Кевійон (Lebel-sur-Quévillon) розташовано в 1 температурній зоні. Для цієї зони відповідно до ДБН В 2.6.-341:2016 [5] мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій приймаємо.

Таблиця 2.1

| № поз. | Вид огорожувальної конструкції | Значення $R_{q\min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для температурної зони | |
|--------|---|---|------|
| | | I | II |
| 1 | Зовнішні стіни | 3,3 | 2,8 |
| 2 | Суміщені покриття | 6,0 | 5,5 |
| 3 | Горищні покриття та перекриття неопалювальних горищ | 4,95 | 4,5 |
| 4 | Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами | 3,75 | 3,3 |
| 5 | Світлопрозорі огорожувальні конструкції | 0,75 | 0,6 |
| 6 | Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та в громадські будинки | 0,5 | 0,45 |
| 7 | Вхідні двері в малоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверхах багатоповерхових будинків | 0,6 | 0,5 |

2.2. Визначення термічного опору зовнішньої стіни

Теплотехнічний розрахунок виконуємо для температури внутрішнього повітря 22 °С.

Зовнішня стіна складається з:

- 1 – вапняно-піщаного розчину, ширина якого $\delta_1 = 20$ мм;
- 2 – основного стінового матеріалу, який виконаний у даному проекті з перлітобетону;
- 3 – тепло ізолюючий матеріал пінопласт;
- 4 – цементно-піщаного розчину, ширина якого $\delta_4 = 20$ мм.

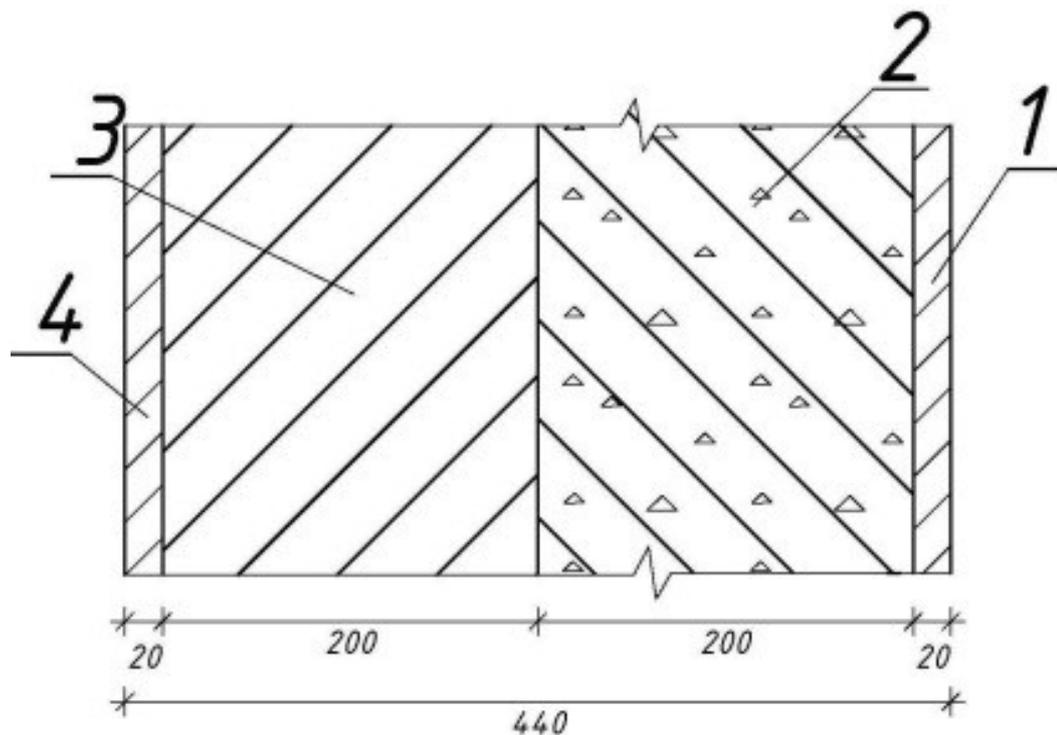


Рисунок 2.1. Конструкція зовнішньої стіни

Визначаємо необхідний опір теплопередачі огорожуючої конструкції $R_0^{нр}$:

$$R_0^{нр} = \frac{t_e + t_n}{\Delta t_n} \times \frac{1}{\alpha_e} \times n \times m, \quad (2.2)$$

де t_e – температура внутрішнього повітря у робочій зоні для холодного періоду року; $t_e = 22$ °С, приймаємо $t_e = 22$ °С;

t_n – розрахункова зовнішня температура повітря.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
| | | | | | ДР 401-НТ 20118 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 21 |

В залежності від масивності конструкції (масивна, середня чи мала) задаються параметром t_n . Вважаємо, що конструкція буде масивна і у початковому наближенні задаємося розрахунковою зовнішньою температурного t_n на рівні найбільш холодної п'ятиднівки $t_{нб}$. $t_{нб} = -23$ °С

Δt_n – температурний перепад, що нормується:

$$\Delta t_n = t_e - t_{en}, \quad (2.3)$$

Визначимо режим приміщення по відношенню до вологості:

$t = 12-24$ °С; $\varphi = 55$ %, тому режим приміщення нормальний, і приймаємо

$\Delta t_n = 6$ °С.

α_B – це параметр, який визначає умови теплообміну на внутрішній поверхні конструкції (додаток Б, ДСТУ Б В.2.6-189:2013): $\alpha_B = 8,7$ Вт/м²×°С.

$n = 1$ – коефіцієнт, який вказує положення зовнішньої поверхні по відношенню до зовнішнього повітря.

m – коефіцієнт, який вказує ступінь індустріальності конструкцій, $m = 1$

Отже,

$$R_0^{mp.} = \frac{22 + 23}{4} \times \frac{1}{8,7} \times 1 \times 1 = 1,29 \text{ м}^2 \times \text{°С/Вт.}$$

Визначаємо фактичний термічний опір огорожуючої конструкції:

$$R_0\Phi = R_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_n = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_n}, \text{ де (2.4)}$$

R_B – опір на внутрішній поверхні конструкції;

R_1, R_2, R_3, R_4 – опір відповідно у шарах перлітобетону, утеплювача і у шарів вапняно-піщаного та цементно-піщаного розчину;

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ – товщина цих шарів відповідно;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ – коефіцієнти теплопровідності відповідно.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

Значення розрахункових теплофізичних характеристик будівельних матеріалів

Таблиця 2.2

| № шару | Найменування матеріалу шару | Густина ρ , кг/м ³ | Товщина шару δ , м | Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м×К) | Розрахунковий коефіцієнт теплосасвоєння s , Вт/(м ² ×К) | Термічний опір шару $R = \delta/\lambda$, м ² ×К/Вт |
|--------|--|------------------------------------|---------------------------|--|--|---|
| 1. | Штукатурка – (складний розчин: вапно, цемент, пісок) | 1700 | 0,02 | 0,87 | 10,42 | 0,023 |
| 2. | Перлітобетон | 1200 | 0,2 | 0,5 | 8,01 | 0,4 |
| 3. | Пінопласт ПХВ-1 | 50 | - | 0,064 | 1,18 | - |
| 4. | Штукатурка – піщано-цементна | 1600 | 0,02 | 0,81 | 9,76 | 0,025 |

R_n – опір на зовнішній поверхні;

α_v, α_n – коефіцієнти, що визначають умови теплообміну на внутрішній та зовнішній поверхнях. Приймаємо $\alpha_v = 8,7$ Вт/м²×°С; $\alpha_n = 23$ Вт/м²×°С.

Товщина основного шару стіни δ_3 невідома. Припустимо, що $R_0\Phi = R_0^{TP}$, ми можемо знайти δ_3 :

$$\delta_3 = \lambda_3 \left[R_{q \min} - \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_v} \right) \right]$$

$$\delta_3 = 0,064 \left[3,3 - \left(0,023 + 0,4 + 0,012 + \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,172 \text{ м.}$$

δ_3 приймаємо кратному цілому числу в сантиметрах. $\delta_3 = 20$ см = 0,2 м.

Його термічний опір дорівнюватиме:

$$R_3 = \frac{0,2 \text{ (м)}}{0,064 \text{ (Вт/(м×К))}} = 3,125 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Фактичний опір теплопередачі конструкції :

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,4 + 3,125 + 0,025 + \frac{1}{23} = 3,7 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Умова виконується, оскільки $R_{\Sigma}\Phi = 3,7 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right) > R_{q \min} = 3,37 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right)$, опір теплопередачі зовнішньої стіни більший за мінімально допустиме значення опору теплопередачі.

2.2.1. Розрахунок теплової інерційності конструкції стіни

Визначаємо теплову інерційність D огорожуючої конструкції:

$$D = \sum_{i=1}^n R_i s_i = R_1 s_1 + R_2 s_2 + R_3 s_3 + R_4 s_4, \text{ де} \quad (2.5)$$

R_i – опір теплопередачі огорожуючої конструкції (таблиця 2.1);

s_i – розрахункові коефіцієнти теплозасвоєння:

$$D = 0,023 \times 10,42 + 0,4 \times 8,01 + 3,125 \times 1,18 + 0,025 \times 9,76 = 7,372$$

В залежності від ступеня масивності огорожувальної конструкції, теплова інерційність D приймає такі значення:

$D > 7$ – масивна

$4 < D < 7$ – середня

$1,5 < D < 4$ – легка

$D < 1,5$ дуже легка.

В даному випадку $D = 7,372$, тобто, за тепловою інерційністю огорожуюча конструкція (зовнішня стіна) є масивна, ми початково задалися масивною конструкцією із t_n на рівні $t_{нб}$, тобто вибрана t_n п'ятиденки вибрана правильно.

2.2.2. Розрахунок теплової інерційності конструкції перекриття над неопалювальним підвалом

Визначаємо термічний опір перекриття над неопалювальним підвалом.

Перекриття над неопалювальним підвалом складається з наступних елементів:

1 – залізобетонної багатопорожнинної плити-перекриття ПК-42-15-8, $\delta_1 = 220$ мм;

2 – утеплювач (плити мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого з масою від 3,5% до 4,2%));

3 – стяжка цементно-піщана, армована скловолокном, $\delta_3 = 20$ мм;

4 – керамічна плитка для підлоги, $\delta_4 = 20$ мм.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
| | | | | | ДР 401-НТ 20118 | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

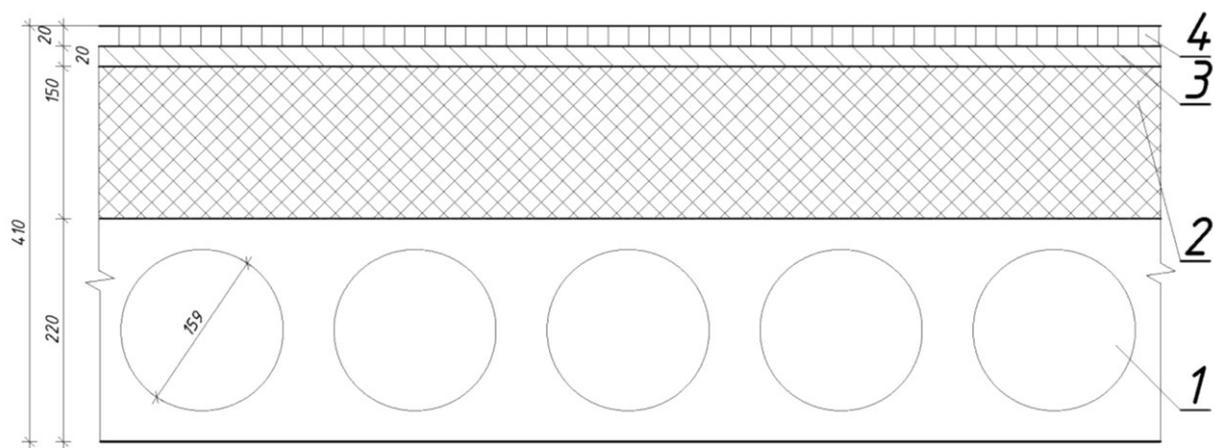


Рисунок 2.2. Конструкція перекриття над неопалювальним підвалом

Значення розрахункових теплофізичних характеристик будівельних матеріалів

Таблиця 2.3

| № шару | Найменування матеріалу шару | Густина ρ , кг/м ³ | Товщина шару δ , м | Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м×К) | Розрахунковий коефіцієнт теплосвоєння s , Вт/(м ² ×К) | Термічний опір шару $R = \delta/\lambda$, м ² ×К/Вт |
|--------|--|------------------------------------|---------------------------|--|--|---|
| 1. | Багатопорожниста плита-перекриття (залізобетон) | 2500 | 0,061* | 2,04 | 18,95 | 0,03 |
| 2. | Утеплювач -плити мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого з масою від 3,5% до 4,2%) | 50 | - | 0,042 | 0,37 | - |
| 3. | Стяжка - розчин цементно-піщаний | 1600 | 0,02 | 0,81 | 9,76 | 0,02 |
| 4. | Плити керамічні для підлоги | 2000 | 0,02 | 1,1 | 12,55 | 0,02 |

Примітка: * - В розрахунку плиту-перекриття вважаємо термічно-однорідною, товщиною $\delta_2 = 220 - 159 = 61$ мм, тобто від загальної товщини плити віднята товщина шару, рівному діаметру круглого отвору плити. Термічні опори шарів плити товщиною 159 мм в розрахунку не враховуються.

$\alpha_{\text{в}}$, $\alpha_{\text{н}}$ – коефіцієнти, які визначають умови теплообміну на внутрішній і зовнішній поверхнях відповідно приймаємо $\alpha_{\text{в}} = 8,7$ Вт/м²×°С; $\alpha_{\text{н}} = 6$ Вт/м²×°С. (ДБН В.2.6-31)-

$$\delta_2 = \lambda_2 \left[R_{q \min} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \right]$$

$$\delta_2 = 0,042 \left[3,75 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,03 + 0,02 + 0,02 + \frac{1}{6} \right) \right] = 0,142 \text{ м.}$$

δ_2 приймаємо рівною кратному цілому показнику в сантиметрах. Тоді,
 $\delta_2 = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$. Термічний опір дорівнюватиме:

$$R_2 = \frac{0,15 \text{ (м)}}{0,042 \text{ (Вт/(м}\times\text{К))}} = 3,75 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Визначаємо фактичний опір теплопередачі конструкції :

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,03 + 3,75 + 0,02 + 0,02 + \frac{1}{6} = 3,93 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Оскільки $R_{\Sigma} \Phi = 3,93 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right) > R_{q \text{ min}} = 3,75 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right)$, умова виконується, тобто опір теплопередачі перекриття над холодним підвалом більший за мінімально допустиме значення опору теплопередачі.

2.2.3. Розрахунок теплового опору вікон та дверей

Вікна та двері в даному проекті прийняті (замовлені) з необхідним значенням опору теплопередачі $R_{q \text{ min}}$ зовнішніх дверей : $(R_{q \text{ min}} \text{ двері} = 0,6 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}})$ та світлопрозорих огорожувальних конструкцій $(R_{q \text{ min}} \text{ вікна} = 0,75 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}})$, відповідно ДБН В.2.6.31-2016 «Теплова ізоляція будівель».

2.2.4. Розрахунок теплової інерційності конструкції покриття

Перекриття над неопалювальним горищем складається з:

- 1 – залізо-бетонної багатопорожнинної плити-перекриття ПК-42-15-8, $\delta_1 = 220 \text{ мм}$;
- 2 - пароізоляція (один шар руберойду та бітумна мастика);
- 3 – утеплювач (плита з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст 3,5-4,2%));
- 4 – стяжка цементно-піщана, армована скловолокном, $\delta_3 = 20 \text{ мм}$.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 26 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

ДР 401-НТ 2018

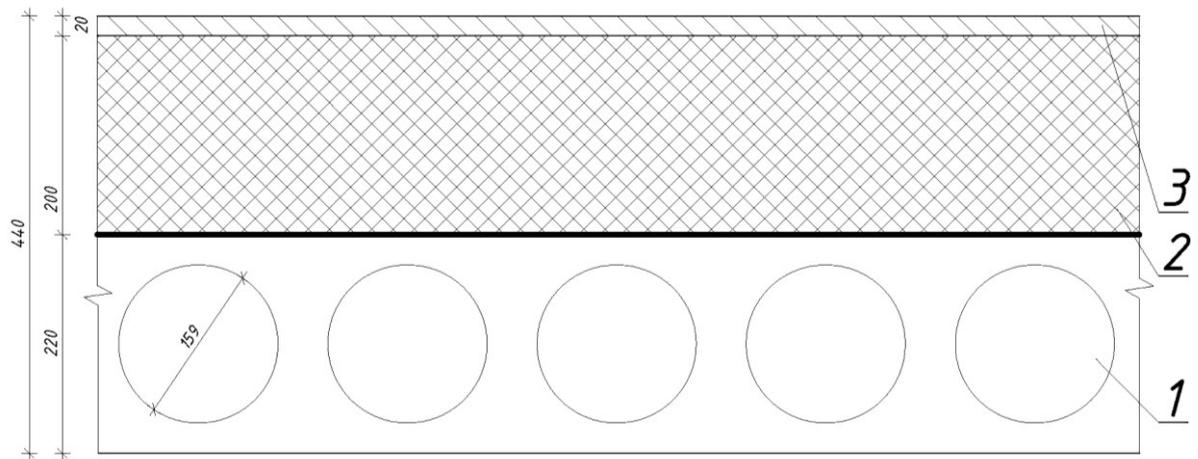


Рисунок 2.3. Конструкція перекриття над неопалювальним горіщем.

Значення розрахункових теплофізичних характеристик будівельних матеріалів

Таблиця 2.4

| № шару | Найменування матеріалу шару | Густина ρ , кг/м ³ | Товщина шару δ , м | Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м×К) | Розрахунковий коефіцієнт теплосвоєння s , Вт/(м ² ×К) | Термічний опір шару $R = \delta/\lambda$, м ² ×К/Вт |
|--------|--|------------------------------------|---------------------------|--|--|---|
| 1. | Багатопорожниста плита-перекриття (залізобетон) | 2500 | 0,061* | 2,04 | 18,95 | 0,03 |
| 2. | Утеплювач -плити мінеральної вати на синтетичному звязуючому (вміст звязуючого з масою від 3,5% до 4,2%) | 70 | - | 0,040 | 0,43 | - |
| 3. | Стяжка - розчин цементно-піщаний | 1600 | 0,02 | 0,81 | 9,76 | 0,02 |

Примітка: * - В розрахунку плиту-перекриття вважаємо термічно-однорідною, товщиною $\delta_2 = 220 - 159 = 61$ мм, тобто від загальної товщини плити віднята товщина шару, рівному діаметру круглого отвору плити. Термічні опори шарів плити товщиною 159 мм та шар пароізоляції в розрахунку не враховуються.

$\alpha_{\text{в}}$, $\alpha_{\text{н}}$ – коефіцієнти, які визначають умови теплообміну на внутрішній і зовнішній поверхнях відповідно приймаємо $\alpha_{\text{в}} = 8,7$ Вт/м²×°С; $\alpha_{\text{н}} = 12$ Вт/м²×°С. (ДБН В.2.6-31)-

$$\delta_2 = \lambda_2 \left[R_{q \text{ min}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_3 + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \right]$$

$$\delta_2 = 0,04 \left[4,95 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,03 + 0,02 + \frac{1}{12} \right) \right] = 0,188 \text{ м.}$$

δ_2 приймаємо рівною кратному цілому числу в сантиметрах. Тоді, $\delta_2 = 20$ см = 0,2 м. Тоді, його термічний опір дорівнюватиме:

$$R_2 = \frac{0,2 \text{ (м)}}{0,04 \text{ (Вт/(м}\times\text{К))}} = 5,0 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Визначаємо фактичний опір теплопередачі конструкції :

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,03 + 5,0 + 0,02 + \frac{1}{12} = 5,25 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Оскільки $R_{\Sigma} \Phi = 5,25 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right) > R_{q \text{ min}} = 4,95 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right)$, умова виконується, тобто опір теплопередачі покриття над неопалювальним горищем більший за мінімально допустиме значення опору теплопередачі.

2.2.5. Розрахунок теплової інерційності конструкції покриття підлоги з лаг на ущільненому ґрунті

Підлога першого поверху будинку прийнята з лаг на ущільненому ґрунті складається з:

- 1 - ущільнений ґрунт;
- 2 - гідроізоляція (два шари руберойду та бітумна мастика), 10 мм;
- 3 – цегляний стовпчик 250×250×150 мм;
- 4 - гравій керамзитовий, $\delta_1 = 100$ мм;
- 5 - повітряний прошарок, 50 мм;
- 6 - дощата підкладка, 20 мм;
- 7 - лаги 140×40 мм;
- 8 - деревностружкова плита, $\delta_2 = 20$ мм;
- 9 - пароізоляція, 5 мм;
- 10 – утеплювач (плити мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого з масою 3,5-4,2%));
- 11 – амортизаційна підкладка, 5 мм;
- 12 – паркетна дошка, $\delta_4 = 15$ мм.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
| | | | | | ДР 401-НТ 20118 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 28 |

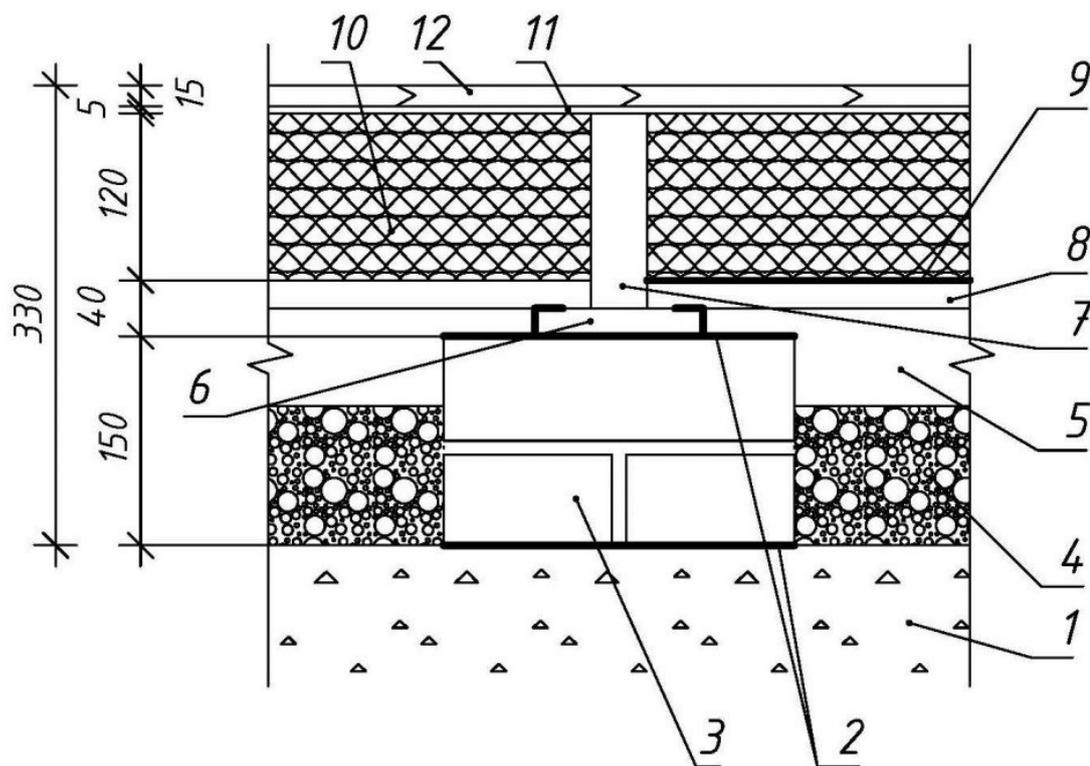


Рисунок 2.4. Конструкція підлоги першого поверху

Значення розрахункових теплофізичних характеристик будівельних матеріалів

Таблиця 2.5

| № шару | Найменування матеріалу шару | Густина ρ , кг/м ³ | Товщина шару δ , м | Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м×К) | Розрахунковий коефіцієнт теплосвоєння s , Вт/(м ² ×К) | Термічний опір шару $R = \delta/\lambda$, м ² ×К/Вт |
|--------|---|------------------------------------|---------------------------|--|--|---|
| 1. | Керамзит | 800 | 0,10 | 0,23 | 3,6 | 0,43 |
| 2. | ДСП | 600 | 0,02 | 0,18 | 4,73 | 0,11 |
| 3. | Утеплювач - плити мінеральної вати на синтетичному звязуючому (вміст звязуючого з масою від 3,5% до 4,2%) | 70 | - | 0,04 | 0,4 | - |
| 4. | Паркетна дошка | 700 | 0,015 | 0,41 | 7,83 | 0,04 |

Примітка: * - Термічні опори шарів гідро- та пароізоляції в розрахунку не враховуються.

$\alpha_{в}$, $\alpha_{н}$ – коефіцієнти, які визначають умови теплообміну на внутрішній і зовнішній поверхнях відповідно приймаємо $\alpha_{в} = 8,7$ Вт/м²×°С; $\alpha_{н} = 23$ Вт/м²×°С. (ДБН В.2.6-31)-

$$\delta_3 = \lambda_2 \left[R_{q \min} - \left(\frac{1}{\alpha_B} + R_1 + R_2 + R_4 + \frac{1}{\alpha_H} \right) \right]$$

$$\delta_3 = 0,04 \left[3,75 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,43 + 0,11 + 0,04 + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,12 \text{ м.}$$

δ_3 приймаємо рівною кратному цілому числу сантиметрів. Приймаємо $\delta_3 = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$. Тоді, його термічний опір дорівнюватиме:

$$R_3 = \frac{0,12 \text{ (м)}}{0,04 \text{ (Вт/(м}\times\text{К))}} = 3,0 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Визначаємо фактичний опір теплопередачі конструкції :

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,43 + 3,0 + 0,04 + \frac{1}{23} = 3,75 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Оскільки $R_{\Sigma} \Phi = 3,75 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right) = R_{q \min} = 3,75 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right)$, умова виконується, тобто опір теплопередачі перекриття над ущільненим ґрунтом дорівнює мінімально допустимому значенню опору теплопередачі.

Європейський стандарт EN 12831 не містить однозначних вказівок щодо способу вимірювання розмірів огорожень будинку, натомість він обмежується такими рекомендаціями [2, п. 6.3]:

- вибір способу вимірювання розмірів огорожень має бути чітко окреслений;
- у розрахунках необхідно враховувати втрати тепла через всю поверхню зовнішніх огорожень;
- прийнятий спосіб вимірювання розмірів огорожень має застосовуватися строго без змін у всіх обчисленнях.

Відтак, традиційний для вітчизняної практики спосіб визначення розмірів огорожень не суперечить вимогам EN 12831 і може бути застосований в обох методиках.

вертикальних огорожень (зовнішні стіни, вікна та двері) ми приймаємо у розмірі 5% базових втрат тепла (у кутових приміщеннях житлових та подібних будинків підвищують структурну температуру повітря в приміщенні на 2 °С і додавання 5% не входить).

3) надбавка при надходженні холодного повітря через входи й в'їзди в будинки, не обладнаних повітряними або повітряно-тепловими шторами. При короткочасному відкриванні зовнішніх дверей в N-Поверхових будинках при подвійних дверях з тамбуром між ними приймають добавку в розмірі 0,27 N, при одинарних дверях — 0,22 N, при наявності двох тамбурів між потрійними дверима — 0,2 N основних тепловтрат через ці двері.

Втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря

Зовнішнє повітря потрапляє в приміщення через протікання у закритих конструкціях будівлі (вікна, балконні двері, стикові панелі тощо) та перепади тиску між внутрішнім і зовнішнім повітрям. Це повітря компенсує кількість повітря, що видаляється з приміщень природним провітрюванням. Таким чином, виконується природна (гравітаційна) вентиляція приміщень.

Втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря розраховують за формулою:

$$Q_{\text{инф.}} = \frac{1005}{3600} \cdot G_{\text{инф.}} \cdot (t_e - t_{н5}) \cdot A, \text{ де} \quad (3.4)$$

$G_{\text{инф.}} = V_n \cdot \rho_e$ - витрати повітря, м³/год; питома нормована витрата приймається рівною 3 м³/год на 1 м² площі; V_n - об'єм кімнати;

ρ - густина зовнішнього повітря, кг/м³;

A – коефіцієнт економайзерного ефекту, який залежить від виду вікна, тобто для подвійного скління в дерев'яних чи пластмасових спарених перешлетах він буде дорівнювати, A=0,8

$$Q_{\text{инф.}} = 0,28 V_n \cdot \frac{353}{273 + t_e} \cdot (t_e - t_{н5}) \cdot A, \quad (3.5)$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 32 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\Sigma} + Q_{\text{інф}} . \quad (3.6)$$

$Q_{\text{заг}}$ заокруглюється до цілого числа.

Всі ці розрахунки зведемо в таблицю 3.1:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | ДР 401-НТ 2018 | Арк. |
| | | | | | | 33 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ТАБЛИЦЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИТРАТ БУДИНКУ
за СНиП 2.04.05-91* «Опалення, вентиляція та кондиціонування»

Таблиця 3.1

| Найменування огорожуючої конструкції | Розмір a × b, м | | F, м ² | Орієнтація | K, Вт/м ² × °C | t _в - t _н , °C | n | Q _{осн} | Додатки, % | | | Q _Σ | Q _{інф} | Q _{заг} | |
|--|-----------------|---|-------------------|------------|---------------------------|--------------------------------------|----|------------------|------------|--------|--------|----------------|------------------|------------------|-------------|
| | | | | | | | | | Орієнтація | Іншого | Усього | | | | |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
| I ПОВЕРХ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Вітальня (101), F=17,53 м², h=2,6 м, t_в=22 °C | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 5,11 | × | 2,6 | 13,3 | Пн | 0,27 | 45 | 1 | 160 | 10 | 5 | 15 | 184 | | |
| Зовнішня стіна | 4,69 | × | 2,6 | 12,2 | Сх | 0,27 | 45 | 1 | 147 | 10 | 5 | 15 | 169 | | |
| Вікно | 2,1 | × | 1,5 | 3,2 | Сх | 1,07 | 45 | 1 | 151 | 10 | 5 | 15 | 174 | | |
| Зовнішня стіна | 2,02 | × | 2,6 | 5,3 | Пд | 0,27 | 45 | 1 | 63 | 0 | 5 | 5 | 67 | | |
| Підлога | 3,81 | × | 5,04 | 19,2 | - | 0,13 | 45 | 0,6 | 65 | 0 | 0 | 0 | 65 | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | 659 | 548 | 1207 |
| Кухня-студія (102), F=19,81 м², h=2,6 м, t_в=22 °C | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 5,58 | × | 2,6 | 14,5 | Пн | 0,27 | 45 | 1 | 175 | 10 | 5 | 15 | 201 | | |
| Вікно | 1,8 | × | 1,5 | 2,7 | Пн | 1,07 | 45 | 1 | 129 | 10 | 5 | 15 | 149 | | |
| Зовнішня стіна | 4,44 | × | 2,6 | 11,5 | Зх | 0,27 | 45 | 1 | 139 | 5 | 5 | 10 | 153 | | |
| Вікно | 2,1 | × | 1,5 | 3,2 | Зх | 1,07 | 45 | 1 | 151 | 5 | 5 | 10 | 166 | | |
| Підлога | 3,81 | × | 5,14 | 19,6 | - | 0,13 | 45 | 0,6 | 66 | 0 | 0 | 0 | 66 | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | 736 | 619 | 1355 |
| Санвузол (103), F=6,11 м², h=2,6 м, t_в=24 °C | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 1,12 | × | 2,6 | 2,9 | Пд | 0,27 | 47 | 1 | 37 | 0 | 0 | 0 | 37 | | |
| Підлога | 4 | × | 2,05 | 6,9 | - | 0,13 | 47 | 0,6 | 24 | 0 | 0 | 0 | 24 | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | 61 | 0 | 61 |
| Технічне приміщення (104), F=6,09 м², h=2,6 м, t_в=22 °C | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 4,42 | × | 2,6 | 11,5 | Зх | 0,27 | 45 | 1 | 139 | 5 | 5 | 10 | 152 | | |

ДР 401-НТ 20118

| Эчн. | Дрк. | № док.м. | Підпис | Дата | Найменування огорожуючої конструкції | Розмір a × b, м | | F, м ² | Орієнтація | K, Вт/м ² × °C | t _в - t _н , °C | n | Q _{осн} | Додатки, % | | | Q _Σ | Q _{інф} | Q _{заг} | |
|------|------|----------|--------|------|---|-----------------|--------|-------------------|------------|---------------------------|--------------------------------------|----|------------------|------------|----|----|----------------|------------------|------------------|-------------|
| | | | | | | Орієнтація | Іншого | | | | | | | Усього | | | | | | |
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | |
| | | | | | Вікно | 0,9 | × | 1,3 | 1,2 | 3х | 1,07 | 45 | 1 | 56 | 5 | 5 | 10 | 62 | | |
| | | | | | Двері | 0,9 | × | 2,2 | 2,0 | 3х | 1,40 | 45 | 1 | 125 | 5 | 5 | 10 | 137 | | |
| | | | | | Зовнішня стіна | 2,1 | × | 2,6 | 5,5 | Пд | 0,27 | 45 | 1 | 66 | 0 | 5 | 5 | 69 | | |
| | | | | | Підлога над підвалом | 3,81 | × | 1,66 | 6,3 | - | 0,25 | 45 | 0,6 | 43 | 0 | 0 | 0 | 43 | | |
| | | | | | Разом: | | | | | | | | | | | | 464 | 190 | 654 | |
| | | | | | Тамбур (105), F=8,6 м², h=2,6 м, t_в=22 °C | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Зовнішня стіна | 2,29 | × | 2,6 | 6,0 | Сх | 0,27 | 45 | 1 | 72 | 10 | 0 | 10 | 79 | | |
| | | | | | Двері | 1,2 | × | 2,2 | 2,6 | Сх | 1,40 | 45 | 1 | 166 | 10 | 0 | 10 | 183 | | |
| | | | | | Зовнішня стіна | 2,48 | × | 2,6 | 6,4 | Пд | 0,27 | 45 | 1 | 78 | 0 | 0 | 0 | 78 | | |
| | | | | | Підлога | 2,41 | × | 4,29 | 14,5 | - | 0,13 | 45 | 0,6 | 49 | 0 | 0 | 0 | 49 | | |
| | | | | | Разом: | | | | | | | | | | | | 389 | 269 | 658 | |
| | | | | | Гардеробна (106), F=3,75 м², h=2,6 м, t_в=22 °C | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Зовнішня стіна | 1,92 | × | 2,6 | 5,0 | Сх | 0,27 | 45 | 1 | 60 | 10 | 5 | 15 | 69 | | |
| | | | | | Зовнішня стіна | 3,18 | × | 2,6 | 8,3 | Пд | 0,27 | 45 | 1 | 100 | 0 | 5 | 5 | 105 | | |
| | | | | | Підлога | 2,41 | × | 4,29 | 14,5 | - | 0,13 | 45 | 0,6 | 49 | 0 | 0 | 0 | 49 | | |
| | | | | | Разом: | | | | | | | | | | | | 223 | 0 | 223 | |
| | | | | | Разом I поверх: | | | | | | | | | | | | | | | 4158 |
| | | | | | II ПОВЕРХ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Спальня (201), F=11,88 м², h=2,6 м, t_в=22 °C | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Зовнішня стіна | 3,62 | × | 2,6 | 9,4 | Пн | 0,27 | 45 | 1 | 114 | 10 | 5 | 15 | 131 | | |
| | | | | | Зовнішня стіна | 4,44 | × | 2,6 | 11,5 | 3х | 0,27 | 45 | 1 | 139 | 5 | 5 | 10 | 153 | | |
| | | | | | Вікно | 1,8 | × | 1,5 | 2,7 | 3х | 1,07 | 45 | 1 | 129 | 5 | 5 | 10 | 142 | | |
| | | | | | Горище | 3,81 | × | 3,12 | 12,1 | - | 0,19 | 45 | 0,9 | 93 | 0 | 0 | 0 | 93 | | |

ДР 401-НТ 20118

| Эчн. | Арк. | № докдн. | Підпис | Дата | Найменування огорожуючої конструкції | Розмір а × в, м | | F, м ² | Орієнтація | K, Вт/м ² × °C | t _в - t _н , °C | n | Q _{осн} | Додатки, % | | | Q _Σ | Q _{інф} | Q _{заг} | |
|--------------------------------------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|-----------------|---|-------------------|------------|---------------------------|--------------------------------------|----|------------------|------------|------------|---|----------------|------------------|------------------|---|
| | | | | | | 1 | 2 | | | | | | | 3 | 4 | 5 | | | | 6 |
| | | | | | Вікно | 2,91 | × | 1 | 2,9 | 3x | 1,07 | 47 | 1 | 146 | 5 | 5 | 10 | 160 | | |
| | | | | | Горище | 3,81 | × | 2,7 | 12,1 | - | 0,19 | 47 | 0,9 | 97 | 0 | 0 | 0 | 97 | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | 567 | 332 | 899 | | | | | |
| Разом II поверх: | | | | | | | | | | | | | | | | | 4766 | | | |
| Загальні тепловтрати будинку: | | | | | | | | | | | | | | | | | 8924 | | | |

ДР 401-НТ 20118

3.2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВТРАТ ЗА ЄВРОПЕЙСЬКОЮ МЕТОДИКОЮ ДСТУ EN 12831-1:2017

З набуттям чинності ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» в Україні вводяться нові методики для визначення теплового навантаження системи опалення приміщення та визначення проектної (розрахункової) потужності системи опалення будівлі, які регламентуються гармонізованим до європейських норм ДСТУ EN 12831-1:2017 «Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження. Частина 1. Теплове навантаження, Модуль М3-3 (EN 12831-1:2017, IDT)», який вступив у дію з 15.12.2017 року.

При визначенні проектних теплових навантажень системи опалення для приміщення та будівлі в цілому, згідно з нормативними вимогами [4], слід враховувати наступні складові, що можуть мати місце при певних архітектурно-планувальних рішеннях приміщень та будівель:

1. Трансмісійні тепловтрати опалюваними приміщеннями через зовнішні огорожувальні будівельні конструкції, що контактують із зовнішнім повітрям.

2. Трансмісійні тепловтрати опалювальними приміщеннями через неопалювані приміщення.

3. Трансмісійні тепловтрати опалюваними приміщеннями через конструкцію підлоги та ґрунт.

4. Трансмісійні тепловтрати опалюваними приміщеннями до приміщень із більш низькою розрахунковою температурою.

5. Вентиляційні тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря в опалюваних приміщеннях будівлі, за винятком теплоти, що передана з повітрям у середині будівлі.

6. Компенсаційну теплову потужність в опалюваних приміщеннях будівлі при періодичному режимі роботи системи опалення.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 38 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

ДР 401-НТ 20118

3.2.1. Етапи розрахунку проектної теплової потужності системи опалення приміщення:

- 1) Визначити розрахункові значення температури зовнішнього повітря θ_e та середньої річної температури зовнішнього повітря θ_{me} ;
- 2) Встановити тип приміщення (опалюване чи неопалюване) та визначити значення внутрішньої температури кожного опалюваного приміщення $\theta_{int,i}$;
- 3) Визначити просторові та теплові характеристики ψ_l усіх використаних будівельних матеріалів для опалюваних та неопалюваних приміщень;
- 4) Обчислити характеристику трансмісійних втрат теплоти приміщенням $H_{T,i}$ та помножити на визначену різницю температур внутрішнього та зовнішнього повітря ($\theta_{int,i} - \theta_e$) для отримання величини трансмісійних (теплопровідних) тепловтрат даного опалюваного приміщення $\Phi_{T,i}$;
- 5) Обчислити характеристику вентиляційних теплових втрат приміщення $H_{V,i}$ та помножити на значення різниці температур внутрішнього та зовнішнього повітря ($\theta_{int,i} - \theta_e$) для отримання величини вентиляційних теплових втрат даного опалюваного приміщення $\Phi_{V,i}$;
- 6) Визначити загальну величину теплових втрат опалюваного приміщення Φ_i додаванням показників трансмісійних $\Phi_{T,i}$ та вентиляційних $\Phi_{V,i}$ тепловтрат;
- 7) Проаналізувати та визначити інші можливі теплонадходження (або тепловтрати) опалюваного приміщення $\Phi_{Q,i}$, наприклад, наявність додаткового джерела енергії, для врегулювання збалансованості опалення (забезпечення балансу теплоти) або теплонадходження від людей, освітлення тощо;
- 8) Обчислити загальне теплове навантаження опалення приміщення $\Phi_{HL,i}$ як суму значень загальних теплових втрат приміщення Φ_i та величини інших теплонадходжень (тепловтрат) до приміщення $\Phi_{Q,i}$.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|-----------------|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 39 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | ДР 401-НТ 20118 | |

$\Phi_{V,i}$ – вентиляційні тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря, що надходить до приміщення, Вт;

$\Phi_{RH,i}$ – додаткова компенсаційна теплова потужність для системи періодичного опалення, яка враховує ефект тимчасовості обігріву приміщення, Вт;

$\Phi_{Q,i}$ – інші можливі регулярні тепловтрати (із знаком «+») або теплонадходження (із знаком «-») до опалюваного приміщення, Вт.

3.2.3.1 Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення

Розрахункові теплові втрати приміщення за рахунок теплопередачі через будівельні огороження $\Phi_{T,i}$ Вт, слід обчислювати за формулою, що наведена нижче і враховує основні можливі варіанти улаштування приміщення:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ де} \quad (3.8)$$

$H_{T,ie}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалювального простору (i) до навколишнього середовища (e) через оболонку будівлі, Вт/°С;

$H_{T,iue}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалювального простору (i) до навколишнього середовища (e) через неопалювані простори (u), Вт/°С;

$H_{T,ig}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалювального простору (i) до ґрунту (g) у сталих умовах, Вт/°С;

$H_{T,ij}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалювального простору (i) до суміжного опалюваного простору (j) за різниці температур більше 3°С (тобто до суміжного опалювального простору в тій самій частині будинку або в прилеглій частині будинку), Вт/°С;

$\theta_{int,i}$ – проєктна внутрішня температура опалювального простору (i), °С;

θ_e – проєктна зовнішня температура, °С.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|-----------------|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 41 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | ДР 401-НТ 20118 | |

Кліматичні параметри, а саме, швидкість та повторюваність вітру за сторонами світу, визначають за ДСТУ-Н Б В.1.1- 27:2010 «Будівельна кліматологія».

Коефіцієнт теплопередачі огороження приміщення U_k та лінійний коефіцієнт теплопередачі ψ_l теплового мосту k -тої будівельної конструкції визначаються на попередніх етапах проектування системи опалення при теплотехнічному розрахунку зовнішніх будівельних конструкцій згідно з ДБН В.2.5-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» [4]. Довжина лінійного теплового моста l визначається за будівельними кресленнями відповідних вузлів зовнішніх будівельних огорожень.

3.2.3.3 Втрати тепла через неопалюваний простір

Характеристика трансмісійних тепловтрат опалювального приміщення через неопалюване приміщення до зовнішнього середовища визначається за формулою:

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l \cdot b_u, \text{ Вт/}^\circ\text{C} \text{ де} \quad (3.10)$$

b_u – температурний коефіцієнт кореляції, що враховує різницю температур у неопалювальному приміщенні та розрахункову температуру зовнішнього середовища. Розраховується за формулою:

$$b_u = H_{ue} / (H_{iu} + H_{ue}), \text{ де} \quad (3.11)$$

H_{iu} – характеристика повних тепловтрат через огорожувальні конструкції від опалюваного приміщення до неопалюваного, з урахуванням трансмісійних та вентиляційних теплових потоків, Вт/°C;

H_{ue} – характеристика повних тепловтрат неопалюваного приміщення через зовнішні огорожувальні конструкції з урахуванням трансмісійних та вентиляційних теплових потоків, Вт/°C.

За відсутності національних стандартів, значення b_u визначають за додатком D.4.2 [2].

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 43 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

3.2.3.4 Втрати тепла до суміжного опалювального простору з нижчою внутрішньою температурою

Характеристика тепловтрат через огороджувальні конструкції між приміщеннями, що опалюються при різних розрахункових температурах ($>3^{\circ}\text{C}$ згідно п.6.3.4 [1]) $H_{T,ij}$ визначається за формулою:

$$H_{T,ij} = \sum k_{ij} \cdot A_k \cdot U_k, \text{ Вт}/^{\circ}\text{C}, \text{ де} \quad (3.12)$$

f_{ij} – поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур у суміжних опалювальних приміщеннях.

Коефіцієнт пониження температури обчислюється за наступним виразом:

$$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ де}$$

$\theta_{int,i}$ – проектна внутрішня температура опалювального простору (i), $^{\circ}\text{C}$;

θ_j – температура в сусідньому j-му приміщенні або у прилеглому просторі, $^{\circ}\text{C}$;

θ_e – проектна зовнішня температура, $^{\circ}\text{C}$.

За відсутності національних вимог, орієнтовні значення температури прилеглого опалюваного простору обчислюють за додатком D.4.4 [2].

Згідно з новим стандартом температуру в суміжному приміщенні слід приймати на підставі його призначення тільки в тому випадку, якщо це приміщення належить до тієї самої групи приміщень (наприклад, до тієї самої квартири). Якщо ж суміжне приміщення відноситься до іншої групи, і є можливість індивідуального регулювання внутрішньої температури у групах, то при обчисленні втрат тепла в цьому приміщенні приймають середнє арифметичне значень проектної внутрішньої температури та середньої річної зовнішньої температури. Натомість, якщо суміжне приміщення належить до окремого прилеглого будинку, то в розрахунку приймають середню річну зовнішню температуру.

Відтак, у новому стандарті суттєво змінено підхід до визначення температур у суміжних приміщеннях. Дотепер, при розгляді огороження,

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 44 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

що розділяє два суміжні приміщення, за однакових розрахункових внутрішніх температур втрати тепла вважалися рівними нулю.

Такий підхід був виправданий за відсутності індивідуального регулювання теплоспоживання. Проте, він втратив свою актуальність у сучасних умовах, коли чинні нормативні документи зобов'язують застосовувати засоби індивідуального регулювання, а фактичний спосіб використання приміщень зазнав суттєвих змін.

Така методика, хоч і не є точною, дозволяє при підборі опалювальних приладів хоча б приблизно врахувати ризик пониження внутрішньої температури в суміжних групах приміщень при індивідуальному регулюванні теплоспоживання.

Слід звернути увагу, що описаним (способом визначають тепловтрати лише при розрахунку проектного теплового навантаження окремих приміщень з метою підбору їх опалювальних приладів. Водночас, ці тепловтрати не враховують при визначенні проектного теплового навантаження всього будинку, яке роблять з метою підбору джерела тепла. В масштабі всього будинку, якщо частина приміщень буде опалюватися з меншою за проектну потужністю, то отриманий у цьому випадку надлишок теплової потужності джерела тепла може бути використаний на покриття збільшеної потреби в тепловій енергії суміжних приміщень.

3.2.3.5 Втрати тепла до ґрунту

Згідно зі стандартом EN 12831, коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (*i*) до ґрунту (*g*) у сталих умовах визначають за таким виразом:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w, \text{ ВТ/}^\circ\text{С, де} \quad (3.13)$$

f_{g1} – поправковий коефіцієнт, що враховує вплив річних коливань зовнішньої температури;

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 45 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

f_{g2} – коефіцієнт зниження температури, що враховує різницю між середньою річною зовнішньою температурою та проектною зовнішньою температурою;

$U_{equiv,k}$ – рівноважний коефіцієнт теплопередачі елемента огородження (k), Вт/(м·К);

G_w – коефіцієнт, що враховує вплив ґрунтових вод.

За відсутності національних вимог поправковий коефіцієнт f_{g1} приймають рівним 1,45.

Коефіцієнт пониження температури f_{g2} обчислюють за наступним виразом:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e}, \quad (3.14)$$

де $\theta_{int,i}$ – проектна внутрішня температура опалюваного простору (i), °С;
 $\theta_{m,e}$ – середня річна зовнішня температура, °С; θ_e – проектна зовнішня температура, °С.

Зазвичай ґрунтові води не чинять суттєвого впливу на теплопередачу у ґрунт, за винятком тих випадків, коли рівень ґрунтових вод високий і потік тепла порівняно значний. Коефіцієнт G_w приймаємо рівним $G_w=1,15$ у випадку, якщо відстань від дзеркала ґрунтових вод до рівня підлоги менша 1 м; $G_w=1,0$ в усіх інших випадках.

Втрати тепла через підлогу опалювального простору можемо визначити за наступною формулою:

$$\Phi_{T,ig} = f_{g1} \cdot \left(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w \cdot (\theta_{int,i} - \theta_{m,e}). \quad (3.15)$$

3.2.3.6 Характеристичний розмір підлоги

Для визначення втрат тепла через підлогу крізь ґрунт використовується характеристичний розмір підлоги B' , що визначається за формулою:

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 46 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

$$B' = \frac{A}{0.5 \cdot P}, \text{ м, де} \quad (3.16)$$

A – площа підлоги, м^2 ;

P – периметр підлоги по обводу зовнішніх стін, м.

Периметр підлоги P враховує повну довжину зовнішніх стін, що відділяють опалюваний будинок від зовнішнього середовища чи від неопалюваного простору, який знаходиться поза ізолюваною оболонкою будинку (наприклад, добудовані гаражі, господарські приміщення тощо).

3.2.3.7 Рівноважний коефіцієнт теплопередачі

Значення рівноважного коефіцієнта теплопередачі підлог на рівні ґрунту та стін, що примикають до ґрунту, можна визначати за графіками, наведеними на рисунку 3.1 та 3.2 (згідно з EN 12831). У курсовій роботі приймаємо, що підлога добре утеплена та значення $U=0,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. За відомими B' та U за графіками визначаємо $U_{\text{equiv},k}$.

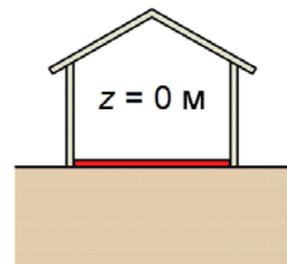
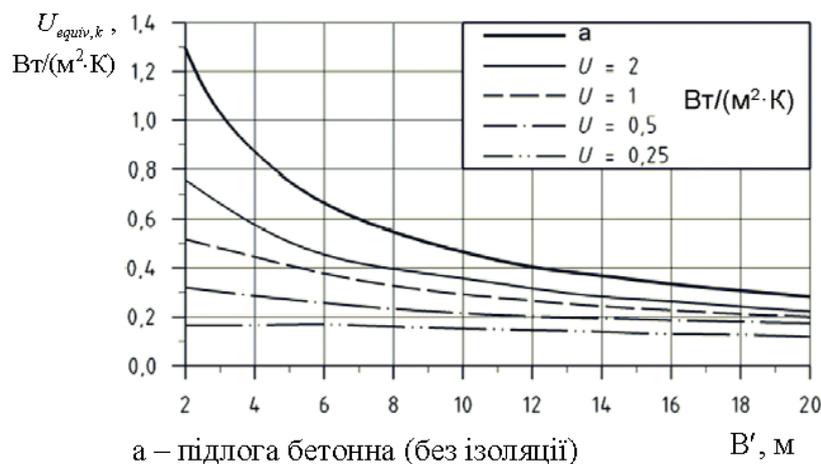


Рисунок 3.1. Рівноважний коефіцієнт теплопередачі підлоги на рівні ґрунту

3.2.4. Розрахунок проектних вентиляційних втрат тепла у випадку природної вентиляції

У стандарті EN 12831 для розрахунку проектних вентиляційних втрат тепла опалюваного простору наведена наступна формула:

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 47 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт, де} \quad (3.17)$$

$H_{V,i}$ – коефіцієнт проектних вентиляційних втрат тепла, Вт/К;

$\theta_{int,i}$ – проектна внутрішня температура опалюваного простору (i), °С;

θ_e – проектна зовнішня температура, °С.

Коефіцієнт проектних вентиляційних втрат тепла обчислюють за формулою:

$$H_{V,i} = \dot{V}_i \cdot \rho \cdot c_p, \quad \text{Вт/К, де} \quad (3.18)$$

\dot{V}_i – об'ємна витрата вентиляційного повітря опалюваного простору (i), м³/с;

ρ – густина повітря при температурі $\theta_{int,i}$, кг/м³;

c_p – питома теплоємність повітря при температурі $\theta_{int,i}$, Дж/(кг·К). В інтервалі температур від – 40 до + 60 °С питому теплоємність сухого повітря при постійному тиску можна вважати постійною: $c_p = 1005$ Дж/(кг·°С).

Густина повітря можна визначити за формулою

$$\rho = \frac{353}{273 + \theta_{int,i}}. \quad (3.19)$$

3.2.5. Об'ємна витрата вентиляційного повітря

Визначення об'ємної витрати вентиляційного повітря залежить від наявності або відсутності механічної вентиляції.

За відсутності механічної вентиляції вважають, що повітря, яке надходить у приміщення, має параметри зовнішнього повітря.

Значення об'ємної витрати вентиляційного повітря вибирають як найбільше з двох величин:

– витрати повітря, що інфільтрується у приміщення, $\dot{V}_{inf,i}$;

– мінімальні витрати вентиляційного повітря, що вимагається з гігієнічних міркувань, $\dot{V}_{min,i}$.

Таким чином.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 48 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

$$\dot{V}_i = \max(\dot{V}_{inf,i}, \dot{V}_{min,i}), \text{ м}^3/\text{ГОД.} \quad (3.20)$$

В дипломній роботі приймаємо $\dot{V}_i = \dot{V}_{min,i}$. Значення $\dot{V}_{min,i}$ приймаємо з таблиці для кожного приміщення окремо.

Мінімальна об'ємна витрата повітря, що, згідно з гігієнічними вимогами, надходить в опалюваний простір (і), може бути обчислена за наступним виразом:

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot V_i, \text{ м}^3/\text{ГОД, де}$$

n_{min} - мінімальна кратність повітрообміну згідно з гігієнічними вимогами, год⁻¹;

V_i - об'єм опалюваного простору (і), обчислений на підставі внутрішніх розмірів (у світлі стін і перекриттів), м.

Норми повітрообміну у приміщеннях житлових будинків

Таблиця 3.2

| Приміщення | Вимоги до повітрообміну | |
|---|-------------------------|---|
| | Приплив | Витяжка |
| Загальна кімната, спальня, кабінет | 0,5 | - |
| Кабінет | 1,0 | |
| Кухня | 0,5 | за повітряним балансом квартири, але не менше, м ³ /ГОД: |
| Кухня-їдальня | 0,5 | |
| Суміщений санвузол з вікном | 0,5 | 90 ^{б)} |
| Вестибюль, загальний коридор, сходові клітки, передпокії квартири | - | 50 |
| | | |

Коефіцієнт проєктних вентиляційних втрат тепла

Таблиця 3.3

| 1 | Назва приміщення | Об'єм опалювального простору, V_i , м ³ | Кратність повітрообміну, годин ⁻¹ | Об'ємна витрата повітря, $V_{min,i}$ | | $\theta_{int,i}$, °C | θ_e , °C | ρ | c_p , Дж/(кг·°C) | $H_{V,i}$ Вт/К |
|-----------|------------------|--|--|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------|--------|--------------------|----------------|
| | | | | м ³ /год | м ³ /с | | | | | |
| 1 | Підвал | 11,571 | 5 | 57,855 | 0,0161 | 12 | -23 | 1,239 | 1005 | 20 |
| I ПОВЕРХ | | | | | | | | | | |
| 103 | Санвузол | 15,886 | 1,5 | 23,829 | 0,0066 | 24 | -23 | 1,189 | 1005 | 8 |
| 104 | Теплогенераторна | 15,834 | 3 | 47,502 | 0,0132 | 22 | -23 | 1,197 | 1005 | 16 |
| 102 | Кухня-їдальня | 51,506 | 1,5 | 77,259 | 0,0215 | 22 | -23 | 1,197 | 1005 | 26 |
| 101 | Вітальня | 45,578 | 0,6 | 27,347 | 0,0076 | 22 | -23 | 1,197 | 1005 | 9 |
| 105 | Холл | 22,36 | | | | 22 | -23 | 1,197 | 1005 | 0 |
| 106 | Гардеробна | 9,75 | | | | 22 | -23 | 1,197 | 1005 | 0 |
| II ПОВЕРХ | | | | | | | | | | |
| 205 | Санвузол | 26,728 | 1,5 | 40,092 | 0,0111 | 24 | -23 | 1,189 | 1005 | 13 |
| 201 | Спальня | 30,888 | 0,6 | 18,533 | 0,0051 | 22 | -23 | 1,197 | 1005 | 6 |
| 202 | Спальня | 51,194 | 0,6 | 30,716 | 0,0085 | 22 | -23 | 1,197 | 1005 | 10 |
| 203 | Спальня | 26,728 | 0,6 | 16,037 | 0,0045 | 22 | -23 | 1,197 | 1005 | 5 |
| 204 | Холл | 17,368 | | | | 22 | -23 | 1,197 | 1005 | 0 |

ДР 401-НТ 20118

ТАБЛИЦЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИТРАТ БУДИНКУ
за ДСТУ EN 12831-1:2017 Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження.
Частина 1. Теплове навантаження, Модуль МЗ-3 (EN 12831-1:2017, IDT)

Таблиця 3.4

| Найменування огорожуючої конструкції | Огороджувальні конструкції | | | | | | $H_{T,ij}$ Вт/К | $H_{T,iue}$ Вт/К | $H_{T,ig}$ Вт/К | $H_{T,ie}$ Вт/К | $\theta_{m,i}$, °C | $\Phi_{V,i}$ Вт | $\Phi_{T,i}$ Вт | Φ_i Вт |
|--|----------------------------|------------------------|------------|----------------------------------|-----------------------|------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| | Розмір a × b, м | A_k , м ² | Орієнтація | U_k , Вт/м ² ×°C | e_k поправ.коэф. | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
| I ПОВЕРХ | | | | | | | | | | | | | | |
| Вітальня (101), F=17,53 м ² , h=2,6 м, t _b =22 °C | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 5,11 × 2,6 | 13,3 | Пн | 0,27 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,92 | 45 | | 176 | | |
| Зовнішня стіна | 4,69 × 2,6 | 12,2 | Сх | 0,27 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,60 | 45 | | 162 | | |
| Вікно | 2,1 × 1,5 | 3,2 | Сх | 1,07 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,69 | 45 | | 166 | | |
| Зовнішня стіна | 2,02 × 2,6 | 5,3 | Пд | 0,27 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,41 | 45 | | 63 | | |
| Підлога | 3,81 × 5,04 | 19,2 | - | 0,13 | 1,00 | 0,00 | 1,93 | 1,58 | 2,41 | 45 | | 266 | | |
| $H_{V,i}$ | | 9,1 | | | | | | | | | 411,09 | 834 | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | 1245 | |
| Кухня-столова (102), F=19,81 м ² , h=2,6 м, t _b =22 °C | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 5,58 × 2,6 | 14,5 | Пн | 0,27 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,28 | 45 | | 192 | | |
| Вікно | 1,8 × 1,5 | 2,7 | Пн | 1,07 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,16 | 45 | | 142 | | |
| Зовнішня стіна | 4,44 × 2,6 | 11,5 | Зх | 0,27 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,25 | 45 | | 146 | | |
| Вікно | 2,1 × 1,5 | 3,2 | Зх | 1,07 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,52 | 45 | | 159 | | |
| Підлога | 3,81 × 5,14 | 19,6 | - | 0,13 | 1,00 | 0,00 | 1,97 | 1,61 | 2,46 | 45 | | 272 | | |
| $H_{V,i}$ | | 25,8 | | | | | | | | | 1161,4 | 911 | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | 2073 | |

ДР 401-НТ 20118

| Экз. | Арк. | № док-т. | Підпис | Дата | ДР 401-НТ 20118 | Арк. | 52 | Огороджувальні конструкції | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|----------|--------|------|-----------------|------|------|--------------------------------------|-----------------|------|-------------------|------------|---------------------------------------|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | Найменування огорожуючої конструкції | Розмір а × b, м | | $A_k, \text{м}^2$ | Орієнтація | $U_k, \text{Вт/м}^2 \times \text{°C}$ | e_k поправ.коэф. | $H_{T,ij}$ Вт/К | $H_{T,iue}$ Вт/К | $H_{T,ig}$ Вт/К | $H_{T,ie}$ Вт/К | $\theta_{m,i} - \theta_e, \text{°C}$ | $\Phi_{V,i}$ Вт | $\Phi_{T,i}$ Вт |
| 1 | | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | | | | | |
| Санвузол (103), F=6,11 м ² , h=2,6 м, t _в =24 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 1,12 | × | 2,6 | 2,9 | Пд | 0,27 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,78 | 47 | | 37 | | | | | | | |
| Підлога | 4 | × | 2,05 | 6,9 | - | 0,13 | 1,00 | 0,00 | 0,69 | 0,62 | 0,86 | 47 | | 102 | | | | | | | |
| $H_{V,i}$ | | | | 7,9 | | | | | | | | | 371,61 | 138 | | | | | | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | | 510 | | | | | | | |
| Технічне приміщення (104), F=6,09 м ² , h=2,6 м, t _в =22 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 4,42 | × | 2,6 | 11,5 | Зх | 0,27 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,23 | 45 | | 146 | | | | | | | |
| Вікно | 0,9 | × | 1,3 | 1,2 | Зх | 1,07 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,31 | 45 | | 59 | | | | | | | |
| Двері | 0,9 | × | 2,2 | 2,0 | Зх | 1,40 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,91 | 45 | | 131 | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 2,1 | × | 2,6 | 5,5 | Пд | 0,27 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,46 | 45 | | 66 | | | | | | | |
| Підлога над підвалом | 3,81 | × | 1,66 | 6,3 | - | 0,25 | 1,00 | 0,00 | 0,81 | 0,00 | 1,61 | 45 | | 109 | | | | | | | |
| $H_{V,i}$ | | | | 15,9 | | | | | | | | | 714,07 | 510 | | | | | | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | | 1224 | | | | | | | |
| Тамбур (105), F=8,6 м ² , h=2,6 м, t _в =22 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 2,29 | × | 2,6 | 6,0 | Сх | 0,27 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,76 | 45 | | 79 | | | | | | | |
| Двері | 1,2 | × | 2,2 | 2,6 | Сх | 1,40 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,06 | 45 | | 183 | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 2,48 | × | 2,6 | 6,4 | Пд | 0,27 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,73 | 45 | | 78 | | | | | | | |
| Підлога | 2,41 | × | 4,29 | 14,5 | - | 0,13 | 1,00 | 0,00 | 1,46 | 1,20 | 1,82 | 45 | | 201 | | | | | | | |
| $H_{V,i}$ | | | | 0,0 | | | | | | | | | 0 | 541 | | | | | | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | | 541 | | | | | | | |

| Эчн. | Арк. | № док-т. | Підпис | Дата | ДР 401-НТ 2018 | Арк. | Огороджувальні конструкції | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|----------|--------|------|-------------------|------|--------------------------------------|-----------------|------|---------------------------------|------------|--|-----------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--|---------------------|---------------------|
| | | | | | | | Найменування огорожуючої конструкції | Розмір a × b, м | | A _k , м ² | Орієнтація | U _k , Вт/м ² ×°С | e _k поправ.коэф. | H _{T,ij} Вт/К | H _{T,iue} Вт/К | H _{T,ig} Вт/К | H _{T,ie} Вт/К | θ _{mi,i} -θ _e , °С | Φ _{V,i} Вт | Φ _{T,i} Вт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | | | | | | |
| Гардеробна (106), F=3,75 м ² , h=2,6 м, t _B =22 °С | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 1,92 | × | 2,6 | 5,0 | Сх | 0,27 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,47 | 45 | | 66 | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 3,18 | × | 2,6 | 8,3 | Пд | 0,27 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,22 | 45 | | 100 | | | | | | |
| Підлога | 2,41 | × | 4,29 | 14,5 | - | 0,13 | 1,00 | 0,00 | 1,46 | 1,20 | 1,82 | 45 | | 201 | | | | | | |
| H _{V,i} | | | | 0,0 | | | | | | | | | 0 | 367 | | | | | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | 367 | | | | | | | |
| Разом I поверх: | | | | | | | | | | | | | 5960 | | | | | | | |
| II ПОВЕРХ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Спальня (201), F=11,88 м ² , h=2,6 м, t _B =22 °С | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 3,62 | × | 2,6 | 9,4 | Пн | 0,27 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,77 | 45 | | 125 | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 4,44 | × | 2,6 | 11,5 | Зх | 0,27 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,25 | 45 | | 146 | | | | | | |
| Вікно | 1,8 | × | 1,5 | 2,7 | Зх | 1,07 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,02 | 45 | | 136 | | | | | | |
| Горище | 3,81 | × | 3,12 | 12,1 | - | 0,19 | 1,00 | 0,00 | 1,62 | 0,00 | 2,31 | 45 | | 177 | | | | | | |
| H _{V,i} | | | | 6,2 | | | | | | | | | 278,59 | 583 | | | | | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | 862 | | | | | | | |
| Спальня (202), F=19,69 м ² , h=2,6 м, t _B =22 °С | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 7,06 | × | 2,6 | 18,4 | Пн | 0,27 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,41 | 45 | | 244 | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 4,69 | × | 2,6 | 12,2 | Сх | 0,27 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,60 | 45 | | 162 | | | | | | |
| Вікно | 2,1 | × | 1,5 | 3,2 | Сх | 1,07 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,69 | 45 | | 166 | | | | | | |
| Зовнішня стіна | 1,8 | × | 2,6 | 4,7 | Пд | 1,07 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,99 | 45 | | 224 | | | | | | |
| Горище | 3,81 | × | 5,17 | 22,5 | - | 0,19 | 1,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 4,29 | 45 | | 328 | | | | | | |

| Экн. | Дрк. | № док-т. | Підпис | Дата | ДР 401-НТ 2018 | Дрк. | Огороджувальні конструкції | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|----------|--------|------|----------------|------|--------------------------------------|-----------------|------|-------------------|------------|---------------------------------------|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|---|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | Найменування огорожуючої конструкції | Розмір а × b, м | | $A_k, \text{м}^2$ | Орієнтація | $U_k, \text{Вт/м}^2 \times \text{°C}$ | e_k поправ.коэф. | $H_{T,ij}$ Вт/К | $H_{T,iue}$ Вт/К | $H_{T,ig}$ Вт/К | $H_{T,ie}$ Вт/К | $\theta_{\text{int},i} - \theta_e, \text{°C}$ | $\Phi_{V,i}$ Вт | $\Phi_{T,i}$ Вт |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | | | | |
| $H_{V,i}$ | | | | 10,3 | | | | | | | | | 461,74 | 2444 | | | | | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | | | 2906 | | | | | |
| Спальня (203), F=10,28 м ² , h=2,6 м, t _в =22 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | | 4,44 | × | 2,6 | 11,5 | Сх | 0,27 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,40 | 45 | | 153 | | | | | |
| Вікно | | 1,22 | × | 1,5 | 1,8 | Сх | 1,07 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,14 | 45 | | 97 | | | | | |
| Двері | | 0,6 | × | 2,22 | 1,3 | Сх | 1,40 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,05 | 45 | | 92 | | | | | |
| Зовнішня стіна | | 3,2 | × | 2,6 | 8,3 | Пд | 0,27 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,23 | 45 | | 100 | | | | | |
| Горище | | 3,81 | × | 2,82 | 11,0 | - | 0,19 | 1,00 | 0,00 | 1,47 | 0,00 | 2,10 | 45 | | 161 | | | | | |
| $H_{V,i}$ | | | | | 5,4 | | | | | | | | | 241,07 | 1362 | | | | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | | | 1603 | | | | | |
| Холл (204), F=6,68 м ² , h=2,6 м, t _в =22 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | | 2,48 | × | 2,6 | 6,4 | Пд | 0,27 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,73 | 45 | | 78 | | | | | |
| Вікно | | 1,4 | × | 1,5 | 2,1 | Пд | 1,07 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,24 | 45 | | 101 | | | | | |
| Горище | | 6,14 | × | 2,48 | 12,6 | - | 0,19 | 1,00 | 0,00 | 1,67 | 0,00 | 2,39 | 45 | | 183 | | | | | |
| $H_{V,i}$ | | | | | 0,0 | | | | | | | | | 0 | 361 | | | | | |
| Разом: | | | | | | | | | | | | | | | 361 | | | | | |
| Сумісний санвузол (205), F=10,28 м ² , h=2,6 м, t _в =24 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зовнішня стіна | | 3,2 | × | 2,6 | 8,3 | Пд | 0,27 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,23 | 47 | | 105 | | | | | |
| Вікно | | 0,75 | × | 1 | 0,8 | Пд | 1,07 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 47 | | 38 | | | | | |
| Зовнішня стіна | | 4,44 | × | 2,6 | 11,5 | Зх | 0,27 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,25 | 47 | | 153 | | | | | |
| Вікно | | 2,91 | × | 1 | 2,9 | Зх | 1,07 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,26 | 47 | | 153 | | | | | |

| Экз. | Арк. | № док-т. | Підпис | Дата | Найменування огорожуючої конструкції | Огороджувальні конструкції | | | | | $H_{T,ij}$ Вт/К | $H_{T,iue}$ Вт/К | $H_{T,ig}$ Вт/К | $H_{T,ie}$ Вт/К | $\theta_{m,i} - \theta_e$ °C | $\Phi_{V,i}$ Вт | $\Phi_{T,i}$ Вт | Φ_i Вт |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|----------------------------|---|------------|------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|
| | | | | | | Розмір a × b, м | | A_k, m^2 | Орієнтація | $U_k,$ Вт/м ² ×°C | | | | | | | | |
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| | | | | | Горище | 3,81 | × | 2,7 | 12,1 | - | 0,19 | 1,00 | 0,00 | 1,61 | 0,00 | 2,30 | 47 | 184 |
| | | | | | $H_{V,i}$ | | | | 13,3 | | | | | | | 625,23 | 632 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Разом: | | <u>1257</u> |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Разом II поверх: | | <u>6990</u> |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Загальні тепловтрати будинку: | | <u>12950</u> |

ДР 401-НТ 20118

55

Арк.

3.3. Порівняння результатів розрахунків тепловтрат будинку за різними методиками

Відмінності європейської та вітчизняної методик до теоретичних підходів достатньо зрозумілі, залишається питання про те, наскільки суттєво відрізняються результати розрахунків, виконаних за вищезгаданими методиками, і як це впливає на прийняття проектних рішень.

В роботі проаналізовані основні положення нової методики в порівнянні з вимогами, які визначали порядок розрахунку тепловтрат будівель до набуття чинності ДБН В.2.5.67:2013.

За методикою СНиП 2.04.05-91* під час розрахунку трансмісійних втрат тепла у формулі використовується **розрахункова температура внутрішнього повітря t_B** , в той час як за європейським стандартом у розрахункових формулах використовують **результуючу температуру $\theta_{int,i}$** , що дорівнює середньому арифметичному значень температури внутрішнього повітря та середньої радіаційної температури. У приміщеннях житлових і громадських будівель, через відсутність нагрітих або охолоджених поверхонь, результуюча температура і температура внутрішнього повітря практично однакові, тому для житлового будинку приймаємо $\theta_{int,i} = t_B$. Дана відмінність у досліджуваних методиках не має суттєвого впливу на результати розрахунків.

Отже, провівши розрахунки з визначення тепловтрат будинку $Q_{заг}$ за вітчизняною (таблиця 3.1) та Φ_i європейською (таблиця 3.4) методиками, маємо можливість порівнювати та аналізувати результати. Результати розрахунків тепловтрат наведено у таблиці 3.5.

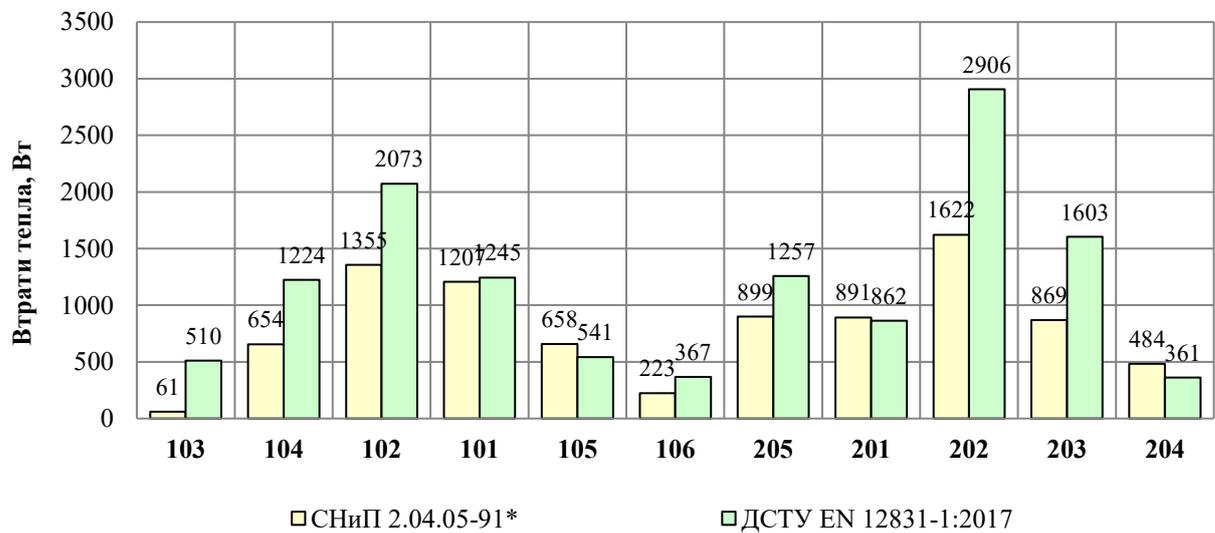
| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 56 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

Розрахунок сумарних тепловтрат

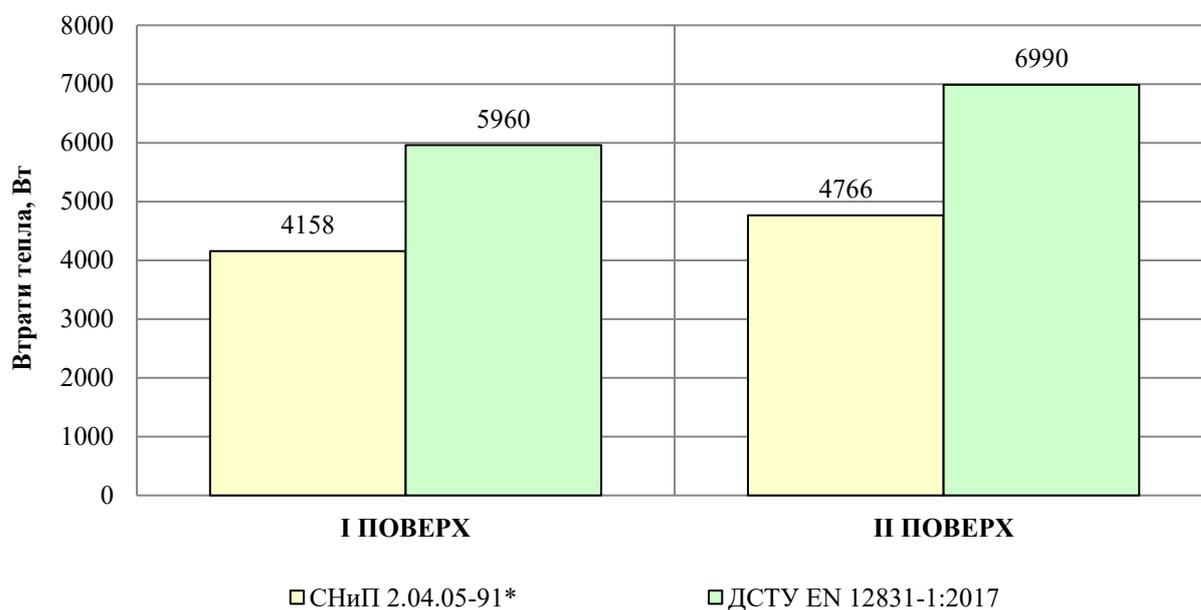
Таблиця 3.5

| I поверх | | | | | | II поверх | | | | | |
|---------------|-----------------|-----------------------------|------------------------|-----|---|-----------|-----------------|-----------------------------|------------------------|----|---|
| № кімн. | $F, \text{м}^2$ | $Q_{\text{заг}}, \text{Вт}$ | $\Phi_{i,}, \text{Вт}$ | % | | № кімн. | $F, \text{м}^2$ | $Q_{\text{заг}}, \text{Вт}$ | $\Phi_{i,}, \text{Вт}$ | % | |
| 101 | 17,53 | 1207 | 1245 | 3 | ↑ | 201 | 11,88 | 891 | 862 | 3 | ↓ |
| 102 | 19,81 | 1355 | 2073 | 5 | ↑ | 202 | 19,69 | 1622 | 2906 | 79 | ↑ |
| 103 | 6,11 | 61 | 510 | 737 | ↑ | 203 | 10,28 | 869 | 1603 | 84 | ↑ |
| 104 | 6,09 | 654 | 1224 | 87 | ↑ | 204 | 6,68 | 484 | 361 | 25 | ↓ |
| 105 | 8,6 | 658 | 541 | 18 | ↓ | 205 | 10,28 | 899 | 1257 | 40 | ↑ |
| 106 | 3,75 | 223 | 367 | 65 | ↑ | | | | | | |
| Разом: | 61,89 | 4158 | 5960 | 43 | ↑ | | 58,81 | 4766 | 6990 | 47 | ↑ |
| Разом буд. | 120,7 | <u>8924</u> | <u>12950</u> | 45 | ↑ | | | | | | |

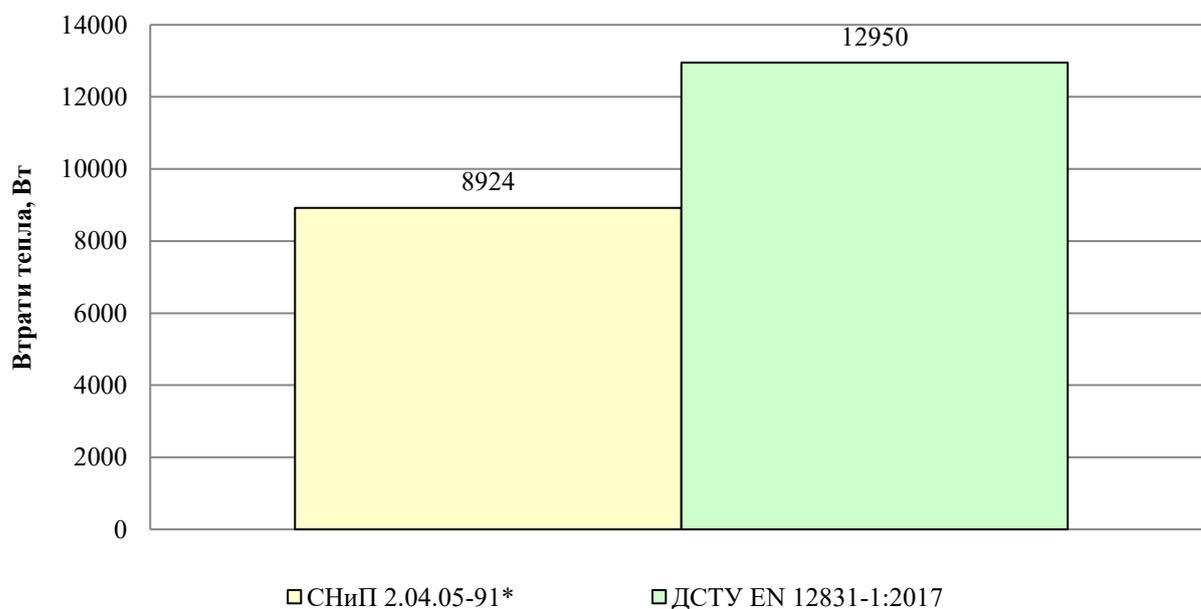
Порівняльна діаграма тепловтрат житлового будинку по приміщеннях



Порівняльна діаграма тепловтрат житлового будинку по поверхах



Порівняльна діаграма тепловтрат житлового будинку вцілому



Порівняння загальних результатів розрахунку тепловтрат за рахунок теплопередачі через огорожуючі поверхні для всього будинку показує, що значення тепловтрат, які було обчислено за європейською методикою ДСТУ

CEN/TR 12831-1:2017, на 45 % перевищують величини, пораховані за методикою СНиП 2.04.05-91* (через урахування додаткових проектних вентиляційних втрати тепла опалюваного простору $\Phi_{V,i}$). Порівнюючі значення тепловтрат без урахування цього показника отримаємо наступне:

Розрахунок тепловтрат огорожуючих конструкцій

Таблиця 3.6

| I ПОВЕРХ | | | | | II ПОВЕРХ | | | | |
|--|--------------------|-------------------|----|---|---------------------------------------|--------------------|-------------------|----|---|
| Констр. | Q_{Σ} Вт | Φ_{Tb} Вт | % | | Констр. | Q_{Σ} Вт | Φ_{Tb} Вт | % | |
| Вітальня (101), F=17,53 м ² | | | | | Спальня (201), F=11,88 м ² | | | | |
| Зовнішня стіна | 176 | 184 | 5 | ↑ | Зовнішня стіна | 125 | 131 | 5 | ↑ |
| Зовнішня стіна | 162 | 169 | 5 | ↑ | Зовнішня стіна | 146 | 153 | 5 | ↑ |
| Вікно | 166 | 174 | 5 | ↑ | Вікно | 136 | 142 | 5 | ↑ |
| Зовнішня стіна | 63 | 67 | 5 | ↑ | Горище | 177 | 93 | 47 | ↓ |
| Підлога | 266 | 65 | 76 | ↓ | Разом: | 583 | 520 | 11 | ↓ |
| Разом: | 834 | 659 | 21 | ↓ | | | | | |
| Кухня-студія (102), F=19,81 м ² | | | | | Спальня (202), F=19,69 м ² | | | | |
| Зовнішня стіна | 192 | 201 | 5 | ↑ | Зовнішня стіна | 244 | 255 | 5 | ↑ |
| Вікно | 142 | 149 | 5 | ↑ | Зовнішня стіна | 162 | 169 | 5 | ↑ |
| Зовнішня стіна | 146 | 153 | 5 | ↑ | Вікно | 166 | 174 | 5 | ↑ |
| Вікно | 159 | 166 | 5 | ↑ | Зовнішня стіна | 224 | 236 | 5 | |
| Підлога | 272 | 66 | 76 | ↓ | Горище | 328 | 174 | 47 | ↓ |
| Разом: | 911 | 736 | 19 | ↓ | Разом: | 2444 | 1011 | 59 | ↓ |
| Санвузол (103), F=6,11 м ² | | | | | Спальня (203), F=10,28 м ² | | | | |
| Зовнішня стіна | 37 | 37 | - | - | Зовнішня стіна | 153 | 160 | 5 | ↑ |
| Підлога | 102 | 24 | 76 | ↓ | Вікно | 97 | 101 | 5 | ↑ |
| Разом: | 138 | 61 | 56 | ↓ | Двері | 92 | 96 | 5 | ↑ |
| Технічне приміщення (104), F=6,09 м ² | | | | | Зовнішня стіна | | | | |
| Зовнішня стіна | 146 | 152 | 5 | ↑ | Горище | 161 | 85 | 47 | ↓ |
| Вікно | 59 | 62 | 5 | ↑ | Разом: | 1362 | 552 | 59 | ↓ |
| Двері | 131 | 137 | 5 | ↑ | | | | | |
| Зовнішня стіна | 66 | 69 | 5 | ↑ | Холл (204), F=6,68 м ² | | | | |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДР 401-НТ 20118

Арк.

59

| I ПОВЕРХ | | | | | II ПОВЕРХ | | | | |
|---|--------------|-------------|-----|---|---|--------------|-------------|-----|---|
| Констр. | Q_{Σ} | Φ_{Tb} | % ↓ | | Констр. | Q_{Σ} | Φ_{Tb} | % ↓ | |
| | Вт | Вт | | | | Вт | Вт | | |
| Підлога над підвалом | 109 | 43 | 60 | ↓ | Зовнішня стіна | 78 | 78 | - | |
| <i>Разом:</i> | 510 | 464 | 9 | ↓ | Вікно | 101 | 101 | - | |
| Тамбур (105), F=8,6 м ² | | | | | Горище | 183 | 97 | 47 | ↓ |
| Зовнішня стіна | 79 | 79 | - | | <i>Разом:</i> | 361 | 275 | 24 | ↓ |
| Двері | 183 | 183 | - | - | Сумісний санвузол (205), F=10,28 м ² | | | | |
| Зовнішня стіна | 78 | 78 | - | - | Зовнішня стіна | 105 | 110 | 5 | ↑ |
| Підлога | 201 | 49 | 76 | ↓ | Вікно | 38 | 39 | 5 | ↑ |
| <i>Разом:</i> | 541 | 389 | 28 | ↓ | Зовнішня стіна | 153 | 160 | 5 | ↑ |
| Гардеробна (106), F=3,75 м ² | | | | | Вікно | 153 | 160 | 5 | ↑ |
| Зовнішня стіна | 66 | 69 | 5 | ↑ | Горище | 184 | 97 | 47 | ↓ |
| Зовнішня стіна | 100 | 105 | 5 | ↑ | <i>Разом:</i> | 632 | 567 | 10 | ↓ |
| Підлога | 201 | 49 | 76 | ↓ | | | | | |
| <i>Разом:</i> | 367 | 223 | 39 | ↓ | | | | | |
| Разом I поверх: | | | | | Разом II поверх | | | | |
| | 3302 | 2531 | 23 | ↓ | | 5383 | 2925 | 46 | ↓ |

Порівняння результатів розрахунку тепловтрат за рахунок теплопередачі через огорожуючі поверхні для всього будинку показує, що значення тепловтрат через:

- зовнішні стіни, які було обчислено за вітчизняною методикою, на 5 % нижче величини, пораховані за методикою ДСТУ СЕН/TR 12831-1:2017;
- двері та вікна – показники, обраховані за вітчизняною методикою, на 0-5 % нижче величини, пораховані за методикою ДСТУ СЕН/TR 12831-1:2017.

Значення тепловтрат, отримані за вітчизняною методикою, також є більшими для перекриття до горища (на 47 %), підлоги (на 76%) та перекриття до неопалювального підвалу (на 60 %), що можна пояснити різними підходами до визначення тепловтрат з опалюваного простору назовні через неопалюваний простір.

4. ВИСНОВКИ

Данна дипломна кваліфікаційна робота являє собою проектний розрахунок тепловтрат житлового будинку, що знаходиться в м. Лебель-сюр-Кевійон (Lebel-sur-Quévillon), провінції Квебек в Канаді за різними методиками: вітчизняною з додатку 12* СНиП 2.04.05-91* «Опалення, вентиляція і кондиціонування» та європейською, що викладена в ДСТУ СЕН/TR 12831-1:2017 «Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження» Частина 1-4.»

Результати проведених досліджень показують, що для розглянутого будинку результати обчислень загальних втрат тепла через огороження, підлогу та горище, за вітчизняною та європейською методиками є достатньо близькими, але значення втрат тепла для окремих зовнішніх огорожень відрізняються в середньому на 45%, що можна пояснити різними підходами до визначення тепловтрат з опалюваного простору назовні через неопалюваний простір.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
| | | | | | ДР 401-НТ 20118 | Арк. |
| | | | | | | 61 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ЛІТЕРАТУРА

1. Інтернет ресурс. <https://www.maximuscentr.com.ua/enerhoefektyvnyi-budynok/>
2. ДСТУ-Н.Б В.1.1-27: 2010р.Будівельна кліматологія. . К.: Мінрегіонбуд, 2011р.94с.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К.: Мінрегіонбуд, 2013р.131с.
4. ДБН В .2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення. Мінрегіонбуд. К.: 2020р.
5. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель. К.: Мінрегіонбуд, 2017р. 31с.
6. Навчальний посібник до виконання курсової роботи «Індивідуальне опалення та вентиляція котеджу» із дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика»/ Голік Ю.С., Череднікова О.В. – м. Полтава:Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка. – 2020 р.
7. Внутренние санитарно-технические устройства.3 ч. Ч.1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
8. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: Навч. посіб./ М.Ф.Боженко, В.П.Сало, – К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2004. – 192 с.
12. Енергетична ефективність будівель настанова з проведення енергетичної оцінки будівель: ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 - – [Чинний від 2016-01-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2015. – 25 с. – (Національний стандарт України)

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
| | | | | | ДР 401-НТ 20118 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 62 |