



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та  
природокористування

Кафедра основ архітектурного проектування,  
конструювання та графіки

**03-07-66**

# **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних занять  
та самостійної роботи

**З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«БУДІВЕЛЬНА ТЕПЛОФІЗИКА»**

**ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК**  
**ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ**

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
за освітньо-професійною програмою  
«Теплогазопостачання і вентиляція»  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
денної та заочної форм навчання

## **Рекомендовано**

науково-методичною радою з якості  
Навчально-наукового інституту  
Будівництва та архітектури  
Протокол № 1 від 10 жовтня 2019 р.

Рівне – 2019



Методичні вказівки до виконання практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Будівельна теплофізика» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Теплогазопостачання і вентиляція» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання. Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції [Електронне видання] / Пугачов Є. В., Літницький С. І., Кундрат Т. М., Зданевич В. А. – Рівне : НУВГП, 2019. – 46 с.

**Укладачі:** Пугачов Є. В., доктор технічних наук, професор, професор кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки НУВГП;

Літницький С. І., к. т. н., доцент кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки НУВГП;

Кундрат Т. М., к. т. н., доцент кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки НУВГП;

Зданевич В. А., старший викладач кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки НУВГП.

Відповідальний за випуск: Ромашко В. М., д.т.н., професор, завідувач кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки НУВГП.

Керівник групи забезпечення спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

д.т.н., проф. Бабич Є. М.



## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| Вступ .....  | 4  |
| 1. Теоретичні відомості .....  | 5  |
| 1.1. Розрахунок термічно однорідної огорожувальної<br>конструкції .....  | 5  |
| 1.2. Особливості розміщення теплоізоляційних матеріалів та<br>повітряних прошарків в огорожувальних конструкціях ..... | 6  |
| 2. Методичні рекомендації до виконання теплотехнічного<br>розрахунку огорожувальної конструкції .....                  | 8  |
| 3. Приклади теплотехнічних розрахунків .....   | 9  |
| 3.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни за зимових<br>стаціонарних умов .....                                  | 9  |
| 3.1.1. Теплотехнічний розрахунок вентилярованої стіни<br>житлового будинку .....                                       | 9  |
| 3.1.2. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни<br>адміністративної будівлі .....                                    | 11 |
| 3.1.3. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни<br>промислової будівлі .....   | 14 |
| 3.2. Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття .....  | 18 |
| 3.2.1. Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття<br>лікарні .....   | 18 |
| 3.2.2. Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття<br>школи .....   | 22 |
| 3.3. Теплотехнічний розрахунок покриття промислової будівлі ..   | 24 |
| 3.4. Теплотехнічний розрахунок перекриття над<br>неопалюваним підвалом, розташованим нижче рівня землі ..              | 27 |
| 4. Питання для самостійної підготовки .....  | 29 |
| 5. Список рекомендованої літератури .....  | 30 |
| Додаток А. Карта-схема температурних зон України .....   | 31 |



|   |    |
|---|----|
| Додаток Б. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції ..... | 32 |
| Додаток В. Визначення теплофізичних характеристик будівельних матеріалів .....                | 34 |
| Додаток Г. Розрахункові значення коефіцієнтів теплообміну поверхонь .....                     | 44 |
| Додаток Д. Терміни .....  | 45 |

## ВСТУП

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій виконується у курсовому і дипломному проектуванні студентами, що навчаються за спеціальностями 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Необхідність даних методичних вказівок викликана появою нових теплотехнічних норм проектування, в яких суттєво підвищені вимоги щодо мінімального термічного опору огорожувальних конструкцій та змінені деякі підходи до розрахунку [1, 2]. В методичних вказівках розглянуті характерні приклади теплотехнічного розрахунку різних огорожувальних конструкцій будівель різного призначення і наведений необхідний довідковий матеріал.

Методичні вказівки можуть бути використані в курсовому та дипломному проектуванні студентами спеціальності 191 “Архітектура та містобудування” для виконання теплотехнічних розрахунків огорожувальних конструкцій.



## ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

### 1.1. РОЗРАХУНОК ТЕРМІЧНО ОДНОРІДНОЇ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Теплообмін між тілами, що знаходяться в деякому середовищі, може відбуватися за рахунок теплопровідності, конвекції та випромінювання. Залежно від фізико-хімічних та геометричних характеристик (температури, структури, форми тощо) матеріалів та оточуючого середовища переважатиме той чи інший вид теплообміну.

Приміщення будівель ізолювані від зовнішнього середовища огороджувальними конструкціями, що дозволяє створити в них необхідний мікроклімат. При незмінному стаціонарному тепловому потоці кількість теплоти  $Q$  (*питома*), що проходить через  $1 \text{ м}^2$  однорідної огороджувальної конструкції нормально до її поверхні за одиницю часу, визначають за рівнянням Фур'є для теплопровідності:

$$Q = \lambda \cdot \frac{\tau_в - \tau_з}{\delta}, \quad (1)$$

де  $\delta$  – товщина однорідної конструкції,  $\text{м}$ ;  $\tau_в, \tau_з$  – значення температур на внутрішній та зовнішній поверхнях відповідно,  $^{\circ}\text{C}$ .

Величину, що показує, яка кількість теплоти передається нормально до поверхні матеріалу шару площею  $1 \text{ м}^2$ , товщиною  $1 \text{ м}$  за час  $1 \text{ с}$  при різниці температур на внутрішній та зовнішній поверхнях шару  $1 \text{ К}$ , називають *коефіцієнтом теплопровідності матеріалу*  $\lambda$ ,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ . Коефіцієнт теплопровідності матеріалів визначають у сухому та зволоженому стані на підставі експериментальних випробувань [1, додаток А].

Величину, яка є відношенням товщини  $\delta$  шару до коефіцієнта теплопровідності  $\lambda$  його матеріалу, називають *тепловим (термічним) опором шару*  $R$  і визначають за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad \text{де } i - \text{номер шару матеріалу.} \quad (2)$$



Опір теплопередачі всієї огорожувальної конструкції (термічно однорідної непрозорої) розраховують за формулою [1]:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (3)$$

де  $\alpha_6, \alpha_3$  – коефіцієнти теплообміну (тепловіддачі) внутрішньої і зовнішньої поверхонь конструкції з внутрішнім та зовнішнім повітрям,  $Bm/(m^2 \cdot K)$  [1, додаток Б].

Опір теплопередачі<sup>1</sup> конструкції  $R_{\Sigma}$  має бути не меншим від мінімально допустимого значення опору  $R_{q \min}$  [1]:

$$R_{\Sigma} \geq R_{q \min}. \quad (4)$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі  $R_{q \min}$  огорожувальної конструкції промислових будівель визначають залежно від значення безрозмірної величини теплової інерції огорожувальної конструкції  $D$ , що розраховується за формулою:

$$D = \sum_{i=1}^n (R_i \cdot s_i), \quad (5)$$

де  $s_i$  – коефіцієнт теплосасвоєння матеріалу  $i$ -го шару,  $Bm/(m^2 \cdot K)$ ;  $n$  – число шарів конструкції, рахуючи за напрямом теплового потоку.

## 1.2. ОСОБЛИВОСТІ РОЗМІЩЕННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ПОВІТРЯНИХ ПРОШАРКІВ В ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ

При проектуванні теплоізоляційної оболонки будинку у вигляді багатошарових конструкцій теплоізоляційні матеріали

---

<sup>1</sup> для термічно неоднорідної конструкції розраховують приведені опір теплопередачі  $R_{\Sigma \text{пр}}$  та порівнюють з мінімально допустимим.



(утеплювачі) слід розташовувати з зовнішньої сторони огорожувальної конструкції для запобігання накопичення в них вологи; ненаскрізні теплопровідні включення – ближче до теплої сторони огороження, а наскрізні – мають бути ізольовані матеріалами з коефіцієнтом теплопровідності не більше  $0,35 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ .

Повітряні прошарки можуть бути як замкнені, так і вентилязовані. Замкнені прошарки рекомендують розташовувати ближче до зовнішньої поверхні і використовують для підвищення термічного опору конструкцій. Товщина прошарків – від 20 мм до 100 мм, а висота до 6 м, але не більше висоти поверху. Повітряний прошарок, відокремлений від зовнішнього повітря кладкою товщиною в одну цеглину або менше, не є замкненим [1].

Вентильовані прошарки проектують для видалення вологи з товщі конструкцій, а також для підвищення теплостійкості конструкцій. Оптимальна товщина вентильованих прошарків у стінах становить від 60 мм до 100 мм, у покриттях – від 40 мм до 60 мм, довжина – не більше 24 м, а нахил покрівлі – не менше 6 %.

Вентильовані повітряні прошарки мають бути розташовані між зовнішнім захисно-опоряджувальним шаром та теплоізоляцією, поверхню якої захищають повітрогідрозахисним шаром. Шари конструкції, що розташовані між повітрогідрозахисним шаром та зовнішньою поверхнею конструкції, в розрахунок не враховуються.



## 2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНОГО РОЗРАХУНКУ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Необхідні для розрахунку величини наведені в додатках методичних вказівок, ДБН В.2.6–31:2016 та ДСТУ Б В.2.6–189:2013 [1, 2].

Спочатку визначаємо товщину шару утеплювача  $\delta_{утепл.}$ , прирівнюючи в рівнянні (3) значення опору теплопередачі конструкції  $R_{\Sigma}$  до його мінімально допустимого (нормативного)  $R_{q\ min}$ . Отриману товщину утеплювача заокруглюємо до більшого значення. За рівнянням (3) розраховуємо опір теплопередачі всієї огороджувальної конструкції та порівнюємо з нормативним значенням (4).

Для промислових будівель мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій залежить не тільки від температурної зони (як для житлових будівель), а й від тепловологісного режиму внутрішнього середовища та теплової інерції конструкції  $D$ . На початку розрахунку оцінюють сумарну теплову інерцію шарів (5), товщини яких відомі (рис. 1), та визначають за відповідними додатками мінімально допустиме значення опору теплопередачі для заданої конструкції. Після розрахунку товщини утеплювача необхідно обчислити теплову інерцію всієї огороджувальної конструкції (5); визначити мінімально допустиме значення опору теплопередачі  $R_{q\ min}$  та порівняти з опором теплопередачі огороджувальної конструкції  $R_{\Sigma}$  промислової будівлі (4).





### 3. ПРИКЛАДИ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ

#### 3.1. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗОВНІШНЬОЇ СТІНИ ЗА ЗИМОВИХ СТАЦІОНАРНИХ УМОВ

##### 3.1.1. Теплотехнічний розрахунок вентиляованої стіни житлового будинку

ВИХІДНІ ДАНІ:

1. Район будівництва: *м. Львів*.
2. Призначення будівлі: *житловий будинок*.
3. Конструкція стіни. Стіна вентиляованого фасаду складається з штукатурки, цегляної кладки, пароізоляції (обмазка бітумом), утеплювача, шару вітрозахисного ізолю, повітряного прошарку та опоряджувального шару (рис. 1).

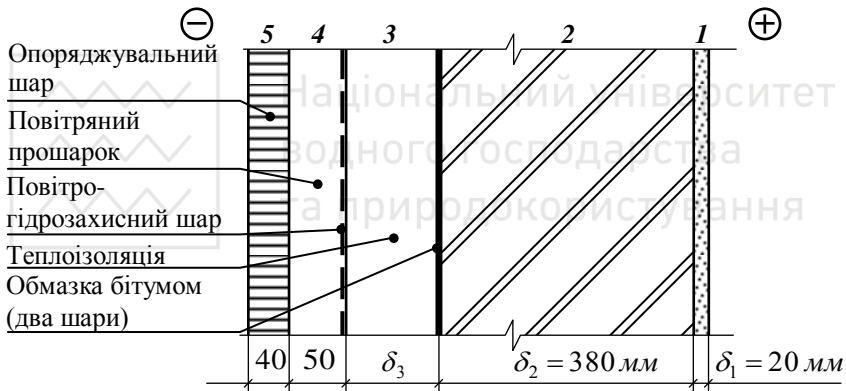


Рис. 1. Розрахункова схема стіни вентиляованого фасаду

#### РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться в I-ій температурній зоні (додаток А) [2, додаток Б].
2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції стіни для I-ої температурної зони становить  $R_{q \min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$  (додаток Б, табл. Б.1) [2, табл. 3].
3. Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщеннях житлового будинку дорівнюють  $t_e = 20^\circ\text{C}$  та  $\varphi_e = 55\%$ , відповідно (додаток В, табл. В.1) [2, додаток В, табл. В.2].



4. Вологісний режим – *нормальний*. Він визначається залежно від відносної вологості  $\varphi_v$  і температури внутрішнього повітря  $t_v$  за додатком В, табл. В.2 [2, додаток В, табл. В.1].
  5. Зовнішня стіна експлуатується в умовах *Б*, (додаток В, табл. В.3) [2, додаток В, табл. В.3].
- Значення теплотехнічних характеристик матеріалів шарів стіни визначаємо за додатком В, табл. В.4 [1, дод. А] і записуємо в таблицю 2.

Таблиця 2

**Розрахункові теплофізичні характеристики  
матеріалів шарів стіни**

| № шару | Найменування матеріалу шару  | Густина $\rho, \frac{кг}{м^3}$ | Товщина шару, $\delta, м$ | Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, $\lambda, \frac{Вт}{м \cdot К}$ | Термічний опір шару $R = \frac{\delta}{\lambda}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$ |
|--------|--|--------------------------------|---------------------------|--|--|
| 1.     | штукатурка – розчин складний (пісок, вапно, цемент)                      | 1700                           | 0,02                      | 0,87   | $\frac{0,02}{0,87} = 0,023$  |
| 2.     | цегляна кладка – глиняна звичайна цегла на цементно-піщаному розчині     | 1800                           | 0,38                      | 0,81   | $\frac{0,38}{0,81} = 0,469$  |
| 3.     | вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна | 50                             | -                         | 0,048  |  |

Оскільки повітряний прошарок є вентиляльованим, то розрахунок теплопередачі проводиться для шарів, розташованих від внутрішньої поверхні конструкції до повітряного прошарку.



При цьому повітрогідрозахисний шар теж до уваги не береться, оскільки має дуже малий термічний опір.

Визначимо товщину утеплювача  $\delta_3$ , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі (4):

$$\delta_3 = \left( 3,3 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,469 + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,048 = 0,127 \text{ (м)}.$$

Приймаємо товщину утеплювача  $\delta_3 = 0,13 \text{ м}$ .

Тоді його термічний опір дорівнюватиме

$$R_3 = \frac{0,13 \text{ (м)}}{0,048 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}} = 2,71 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Отримані значення заносимо в таблицю 2.

Конструкцію вважаємо термічно однорідною, тоді опір теплопередачі конструкції  $R_\Sigma$  розраховується за формулою (3):

$$R_\Sigma = \frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,469 + \frac{0,13}{0,048} + \frac{1}{23} = 3,36 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right).$$

Оскільки  $R_\Sigma = 3,36 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} > R_{q \text{ min}} = 3,3 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ , то умова

(4) виконується.

### 3.1.2. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни адміністративної будівлі

ВИХІДНІ ДАНІ:

1. Район будівництва: *м. Запоріжжя*.
2. Призначення будівлі: *адміністративна будівля*.
3. Конструкція стіни: *тришарова бетонна стінова панель* (рис. 2).

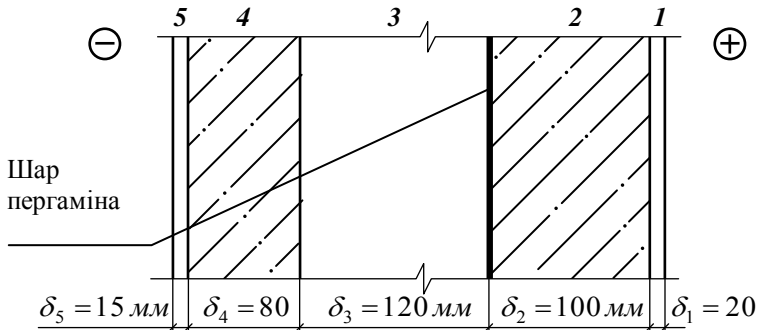
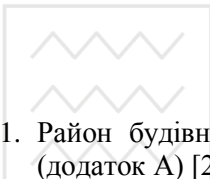


Рис. 2. Розрахункова схема зовнішньої стіни



## РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться в II-ій температурній зоні (додаток А) [2, додаток Б].
2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни будівлі для другої температурної зони становить  $R_{q \min} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$  (додаток Б, табл. Б.1) [2, табл. 3].
3. Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщенні дорівнюють  $t_e = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  та  $\varphi_e = 60\%$ , відповідно (додаток В, табл. В.1) [2, додаток В, табл. В.2].
4. Вологісний режим – *нормальний*. Він визначається за додатком В, табл. В.2 [2, додаток В, табл. В.1].
5. Зовнішня стіни експлуатуються в умовах *Б*, (додаток В, табл. В.3) [2, додаток В, табл. В.3].

Значення теплотехнічних характеристик матеріалів шарів стіни визначаємо для умов експлуатації *Б* за додатком В, табл. В.4 [1, дод. А] і записуємо в таблицю 3.



Таблиця 3

**Розрахункові теплофізичні характеристики  
матеріалів шарів стіни**

| № шару | Найменування матеріалу шару                         | Густина $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | Товщина шару, $\delta, \text{м}$ | Коефіцієнт теплопровідності, $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ | Термічний опір шару $R = \frac{\delta}{\lambda}, \text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ |
|--------|---|--|----------------------------------|---|---|
| 1.     | штукатурка – розчин складний (пісок, вапно, цемент) | 1700   | 0,020                            | 0,87  | $\frac{0,02}{0,87} = 0,023$   |
| 2.     | керамзитобетон на керамзитопіску                    | 1800   | 0,100                            | 0,92  | $\frac{0,10}{0,92} = 0,109$   |
| 3.     | утеплювач   | -  | 0,120*                           | -   | -   |
| 4.     | керамзитобетон на керамзитопіску                    | 1800   | 0,080                            | 0,92  | $\frac{0,08}{0,92} = 0,087$   |
| 5.     | штукатурка – цементно-піщана                        | 1600   | 0,015                            | 0,81  | $\frac{0,015}{0,81} = 0,019$  |

\* Ширина тришарової бетонної панелі 300 мм. Прощарок між шарами бетону (рис. 3) повністю заповнюємо утеплювачем

Оскільки стінові панелі випускаються за номенклатурою певної товщини і їх шари мають відповідні товщини, то з формули (3) визначаємо не товщину утеплювача, а його максимально можливе значення коефіцієнту теплопровідності  $\lambda_{\text{max ут}}$ . Враховуючи конструктивні особливості стінової панелі, підбираємо матеріал утеплювача (додаток В, табл. В.4), значення коефіцієнту теплопровідності  $\lambda_3$  якого не більше за розраховане, та записуємо в таблицю 3.

Порівняємо праву частину формули (3) до  $R_{q \text{ min}}$ :

$$R_{q \text{ min}} = \frac{l}{\alpha_6} + R_1 + R_2 + \frac{\delta_3}{\lambda_{\text{max ут}}} + R_4 + R_5 + \frac{l}{\alpha_3} \Rightarrow \quad (8)$$



$$\lambda_{max \text{ ум.}} = \delta_3 / \left( R_{q \text{ min}} - \left( \frac{1}{\alpha_6} + R_1 + R_2 + R_4 + R_5 + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right), \quad (9)$$

де  $\alpha_6 = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ,  $\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  приймаються згідно додатку Г, табл. Г.1 [1, додаток Е];

$$\lambda_{max \text{ ум.}} = \frac{0,12}{2,8 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,109 + 0,087 + 0,019 + \frac{1}{23} \right)} = 0,0498 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \right).$$

В якості утеплювача використаємо, наприклад, плити з мінеральної вати на синтетичному в'язучому (густиною  $75 \text{ кг}/\text{м}^3$ ), значення коефіцієнту теплопровідності яких становить  $\lambda_3 = 0,048 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , що є меншим (як це і необхідно) за розраховане. Тоді термічний опір утеплювача дорівнюватиме

$$R_3 = \frac{0,12 \text{ м}}{0,048 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})} = 2,55 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}. \text{ Отримані значення заносимо в табл. 2.}$$

Конструкцію приймаємо як термічно однорідну, тоді її опір теплопередачі  $R_{\Sigma}$  розраховується за формулою (3):

$$R_{\Sigma} = 1/8,7 + 0,023 + 0,109 + 2,55 + 0,087 + 0,019 + 1/23 = 2,938 \left( \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \right)$$

Оскільки  $R_{\Sigma} = 2,938 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} > R_{q \text{ min}} = 2,8 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ , то умова (4) виконується, тобто опір теплопередачі зовнішньої стіни адміністративної будівлі більший за мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції.

### 3.1.3. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни промислової будівлі

ВИХІДНІ ДАНІ:

1. Район будівництва: *м. Полтава.*
2. Призначення будівлі: *механоскладальний цех промислової будівлі.*
3. Конструкція стіни: *бетонна стінова панель (легкий бетон)* (рис. 3).



## РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться в I-ій температурній зоні (додаток А) [2, додаток Б].
2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни визначимо після розрахунку її теплової інерції.
3. Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщенні дорівнюють  $t_e = 16^\circ\text{C}$  та  $\varphi_e = 55\%$ , відповідно (додаток В, табл. В.1) [2, додаток В, табл. В.2].
4. Вологісний режим – *нормальний*. Він визначається за додатком В, табл. В.2 [2, додаток В, табл. В.1].
5. Зовнішня стіна експлуатується в умовах *Б*, (додаток В, табл. В.3) [2, додаток В, табл. В.3].

Значення теплотехнічних характеристик матеріалів шарів стіни визначаємо для умов експлуатації *Б* за додатком В, табл. В.4 [1, додаток А] і записуємо в таблицю 4.

Обчислимо теплову інерцію огорожувальної конструкції (5):

$$D = R_1 s_1 + R_2 s_2 + R_3 s_3 = \\ = 0,025 \cdot 9,76 + 0,839 \cdot 4,77 + 0,025 \cdot 9,76 = 4,49 > 1,5.$$

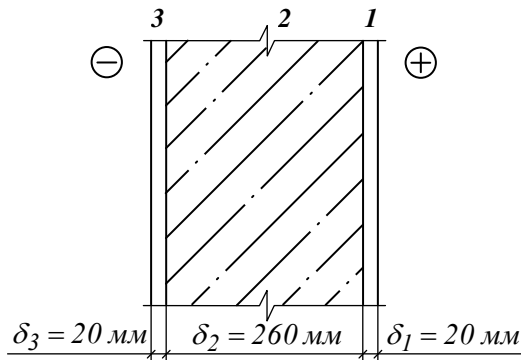


Рис. 3. Розрахункова схема зовнішньої стіни



**Розрахункові теплофізичні характеристики  
матеріалів шарів стіни**

| № шару | Найменування матеріалу шару           | Густина $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | Товщина шару, $\delta, \text{м}$ | Розрахункові коефіцієнти  |   | Термічний опір шару<br>$R = \frac{\delta}{\lambda},$<br>$\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ |
|--------|---------------------------------------|--|----------------------------------|---|---|---|
|        |                                       |  |                                  | теплопровідності $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ | теплозасвоєння $s, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ |   |
| 1.     | фактурний шар цементно-піщаний розчин | 1600   | 0,02                             | 0,81  | 9,76  | $\frac{0,02}{0,81} = 0,025$   |
| 2.     | керамзитобетон                        | 800  | 0,26                             | 0,31  | 4,77  | $\frac{0,26}{0,31} = 0,839$   |
| 3.     | фактурний шар цементно-піщаний розчин | 1600   | 0,02                             | 0,81  | 9,76  | $\frac{0,02}{0,81} = 0,025$   |

Тоді мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції стіни промислової будівлі визначаємо залежно від температурної зони (*перша*), вологісного режиму приміщень (*нормальний*) та теплової інерції конструкції  $D$ . Воно дорівнює  $R_{q \min} = 1,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$  (додаток Б, табл. Б.2) [2, табл. 4].

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції  $R_{\Sigma np}$  розраховуємо за формулою (3):

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,839 + 0,025 + \frac{1}{23} = 1,039 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right),$$

$$\text{Оскільки } R_{\Sigma np} = 1,039 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right) < R_{q \min} = 1,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт},$$

то умова (4) не виконується. Тому необхідно збільшити опір теплопередачі стіни, розмістивши ззовні шар утеплювача. В





якості утеплювача приймаємо мінераловатні плити на синтетичному в'язучому, з такими характеристиками матеріалу: густина  $\rho = 225 \text{ кг/м}^3$ , коефіцієнт теплопровідності  $\lambda = 0,054 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ , коефіцієнт теплосвоєння  $S = 0,88 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ .

Для розрахунку товщини утеплювача за формулою (2) необхідно різницю між значеннями нормативного опору теплопередачі  $R_{q \min}$  і фактичного  $R_{\Sigma np}$  помножити на коефіцієнт теплопровідності утеплювача:  $\delta = (R_{q \min} - R_{\Sigma np}) \cdot \lambda = (1,7 - 1,039) \cdot 0,054 = 0,036 \text{ м}$ .

Приймаємо товщину утеплювача дещо більшою (із запасом)  $\delta = 0,04 \text{ м}$ .

Теплова інерція огорожувальної конструкції з утеплювачем буде більшою, ніж попередньо розраховане значення  $D = 4,49$ , тому мінімально допустиме значення опору теплопередачі стіни залишається таким же:

$$R_{q \min} = 1,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Виконаємо перевірку, розрахувавши опір теплопередачі огорожувальної конструкції  $R_{\Sigma np}$  за формулою (3) та порівнявши з мінімально допустимим значенням для даної огорожувальної конструкції  $R_{q \min}$ .

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,839 + 0,025 + \frac{0,04}{0,054} + \frac{1}{23} = 1,788 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right).$$

$$\text{Оскільки } R_{\Sigma np} = 1,788 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} > R_{q \min} = 1,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт},$$

то умова (4) виконується.



### 3.2. Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття

#### 3.2.1. Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття лікарні

ВИХІДНІ ДАНІ:

1. Район будівництва: *м. Луцьк*.
2. Призначення будівлі: *лікарня*.
3. Конструкція горищного перекриття наведена на рис. 4.

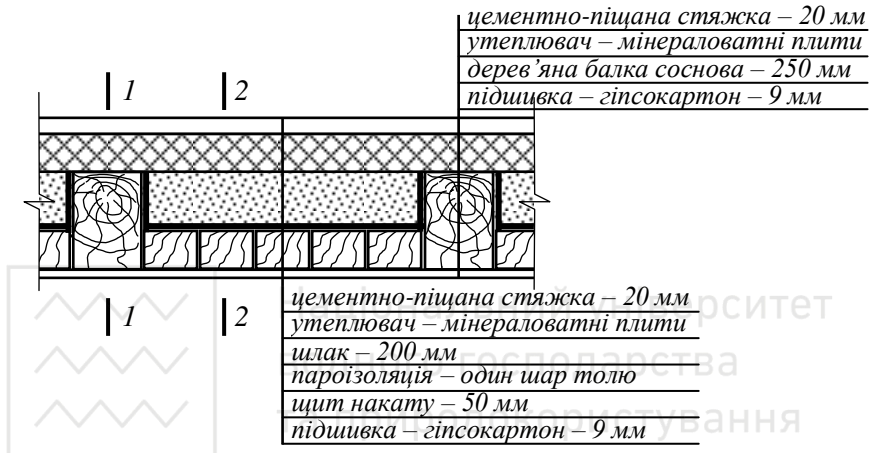


Рис. 4. Конструкція горищного перекриття

#### РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться в I-ій температурній зоні (додаток А) [2, додаток Б].
2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі горищного перекриття для другої температурної зони становить  $R_{q\ min} = 4,95\ m^2 \cdot K / Wm$  (додаток Б, табл. Б.1) [2, табл. 3].
3. Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщеннях лікарні дорівнюють  $t_e = 21^\circ C$  та  $\phi_e = 50\%$ , відповідно (додаток В, табл. В.1) [2, додаток В, табл. В.2].
4. Вологісний режим – *нормальний*. Він визначається залежно від відносної вологості  $\phi_e$  і температури внутрішнього повітря  $t_e$  за додатком В, табл. В.2 [2, додаток В, табл. В.1].
5. Горищне перекриття експлуатується в умовах *Б*, (додаток В, табл. В.3) [2, додаток В, табл. В.3].



Визначимо товщину утеплювача  $\delta_3$ , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі (4). Теплотехнічний розрахунок конструкції горіщного перекриття проводимо для двох перерізів 1-1 та 2-2.

Значення теплотехнічних характеристик матеріалів шарів перекриття визначаємо для умов експлуатації *Б* за додатком В, табл. В.4 [1, дод. А] і записуємо в таблиці 5 та 6 відповідно.

### ПЕРЕРІЗ 1-1

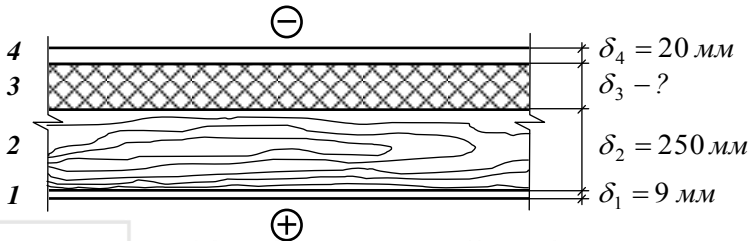


Рис. 5. Розрахункова схема конструкції горіщного перекриття (переріз 1-1)

Таблиця 5  
Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів горіщного перекриття в перерізі 1-1

| № шару | Найменування матеріалу шару  | Густина $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | Товщина шару, $\delta, \text{м}$ | Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ | Термічний опір шару $R = \frac{\delta}{\lambda}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ |
|--------|--|--|----------------------------------|---|---|
| 1.     | підшивка – листи гіпсокартону  | 800  | 0,009                            | 0,21  | $\frac{0,009}{0,21} = 0,043$  |
| 2.     | дерев'яна балка – сосна поперек волокон                                  | 500  | 0,250                            | 0,18  | $\frac{0,25}{0,18} = 1,389$   |
| 3.     | вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна | 50   | -                                | 0,048   |   |
| 4.     | стяжка – цементно-піщана   | 1600   | 0,020                            | 0,81  | $\frac{0,02}{0,81} = 0,025$   |



Товщину утеплювача  $\delta_3$  в перерізі 1-1 визначаємо з формули (3), прирівнюючи її праву частину до  $R_{q \min}$ :

$$\delta_3 = \left( 4,95 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,043 + 1,389 + 0,025 + \frac{1}{12} \right) \right) \cdot 0,048 = 0,158 \text{ (м)} \cdot$$

Коефіцієнти теплообміну для горіщного перекриття  $\alpha_6 = 8,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ ,  $\alpha_3 = 12 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$  приймаємо згідно додатку Г [1, дод. Б].

### ПЕРЕРІЗ 2-2



Рис. 6. Розрахункова схема конструкції горіщного перекриття (переріз 2-2)

Товщину утеплювача  $\delta_4$  в перерізі 2-2 визначаємо аналогічно:

$$\delta_4 = \left( 4,95 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,043 + 0,278 + 1,538 + 0,025 + \frac{1}{12} \right) \right) \cdot 0,048 = 0,138 \text{ (м)} \cdot$$

Порівнюємо товщини утеплювача в перерізах 1-1 та 2-2, вибираємо більшу  $\delta = 0,158 \text{ м}$  і заокруглюємо її в бік збільшення до  $\delta = 0,16 \text{ м}$ . Термічний опір утеплювача дорівнюватиме  $R_{\text{утепл}} = \frac{0,16 \text{ м}}{0,048 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}} = 3,33 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$ . Заносимо його в табл. 5, 6.

Визначаємо опір теплопередачі горіщного перекриття  $R_{\Sigma}$  за формулою (3) та порівнюємо з  $R_{q \min}$ :

для перерізу 1-1:

$$R_{\Sigma 1-1} = \frac{1}{8,7} + 0,043 + 1,389 + \frac{0,16}{0,048} + 0,025 + \frac{1}{12} = 4,99 \left( \frac{м^2 \cdot К}{Вт} \right);$$



для перерізу 2-2:

$$R_{\Sigma 2-2} = \frac{1}{8,7} + 0,043 + 0,278 + 1,538 + \frac{0,16}{0,048} + 0,025 + \frac{1}{12} = 5,42 \left( \frac{m^2 \cdot K}{Вт} \right).$$

Таблиця 6

**Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів  
горищного перекриття в перерізі 2-2**

| № шару | Найменування матеріалу шару  | Густина $\rho, \frac{кг}{м^3}$ | Товщина шару, $\delta, м$ | Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, $\lambda, \frac{Вт}{м \cdot К}$ | Термічний опір шару $R = \frac{\delta}{\lambda}, \frac{m^2 \cdot K}{Вт}$ |
|--------|--|--------------------------------|---------------------------|--|--|
| 1.     | підшивка – листи гіпсокартону  | 800                            | 0,009                     | 0,21   | $\frac{0,009}{0,21} = 0,043$   |
| 2.     | щит накату – сосна поперек волокон                                       | 500                            | 0,050                     | 0,18   | $\frac{0,05}{0,18} = 0,278$  |
| 3.     | засипка – гравій шлаковий  | 300                            | 0,200                     | 0,13   | $\frac{0,20}{0,13} = 1,538$  |
| 4.     | вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна | 50                             | -                         | 0,048  |  |
| 5.     | стяжка – цементно-піщана   | 1600                           | 0,020                     | 0,81   | $\frac{0,02}{0,81} = 0,025$  |

Оскільки  $R_{\Sigma 1-1} = 4,99$   
 $R_{\Sigma 2-2} = 5,42 > R_{q \min} = 4,95 \left( \frac{m^2 \cdot K}{Вт} \right)$ , то умова

(4) виконуються.



### 3.2.2. Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття школи

ВИХІДНІ ДАНІ:

1. Район будівництва: *м. Хмельницький*.
2. Призначення будівлі: *школа*.
3. Конструкція горищного перекриття наведена на рис. 7.

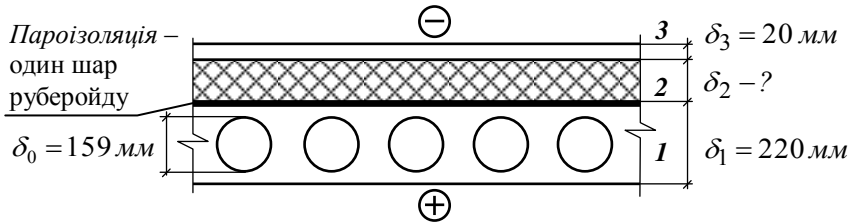


Рис. 7. Розрахункова схема горищного перекриття

#### РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться в I-ій температурній зоні (додаток А) [2, додаток Б].
2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі становить  $R_{q \min} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$  (додаток Б, табл. Б.1) [2, табл. 3].
3. Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщеннях школи дорівнюють  $t_{\theta} = 21^{\circ}\text{C}$  та  $\varphi_{\theta} = 50\%$ , відповідно (додаток В, табл. В.1) [2, додаток В, табл. В.2];
4. Вологісний режим – *нормальний*. Він визначається за додатком В, табл. В.2 [2, додаток В, табл. В.1];
5. Горищне перекриття експлуатується в умовах *Б*, (додаток В, табл. В.3) [2, додаток В, табл. В.3].

Значення теплотехнічних характеристик матеріалів шарів перекриття визначаємо для умов експлуатації *Б* за додатком В, табл. В.4 [1, дод. А] і записуємо в таблицю 7.

Визначимо товщину утеплювача  $\delta_2$ , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі (4):

$$\delta_2 = \left( 4,95 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,029 + 0,025 + \frac{1}{12} \right) \right) \cdot 0,048 = 0,225 \text{ (м)} .$$



Таблиця 7

### Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів горизонтального перекриття

| № шару | Найменування матеріалу шару  | Густина $\rho, \frac{кг}{м^3}$ | Товщина шару, $\delta, м$ | Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, $\lambda, \frac{Вт}{м \cdot К}$ | Термічний опір шару $R = \frac{\delta}{\lambda}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$ |
|--------|--|--------------------------------|---------------------------|--|--|
| 1.     | багатопорожниста плита – залізобетон                                     | 2500                           | 0,061*                    | 2,04   | $\frac{0,061}{2,04} = 0,029$   |
| 2.     | вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна | 50                             | -                         | 0,048  |  |
| 3.     | стяжка – цементно-піщана, армована скловолокном                          | 1600                           | 0,020                     | 0,81   | $\frac{0,02}{0,81} = 0,025$  |

\*Примітка. В розрахунку плити перекриття вважаємо термічно однорідною, товщиною  $\delta_1 = 220 \text{ мм} - 159 \text{ мм} = 61 \text{ мм}$ , тобто від загальної товщини плити віднімемо товщину шару, рівну діаметру круглого отвору плити. Термічні опори шарів плити товщиною 159 мм та пароізоляції йдуть в запас та в розрахунку не враховуються.

Приймаємо товщину утеплювача  $\delta_2 = 0,23 \text{ м}$  та записуємо в табл. 7. Тоді його термічний опір дорівнюватиме

$$R_2 = \frac{0,23 \text{ м}}{0,048 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}} = 4,792 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Опір теплопередачі перекриття  $R_{\Sigma}$  розрахуємо за формулою (3):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,029 + \frac{0,23}{0,048} + 0,025 + \frac{1}{12} = 5,04 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

Оскільки  $R_{\Sigma} = 5,04 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} > R_{q \text{ min}} = 4,95 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ , то умова

(4) виконується.



### 3.3. Теплотехнічний розрахунок покриття промислової будівлі

ВИХІДНІ ДАНІ:

1. Район будівництва: *м. Донецьк*.
2. Призначення будівлі: *промислова будівля*.
3. Конструкція покриття наведена на рис. 8.

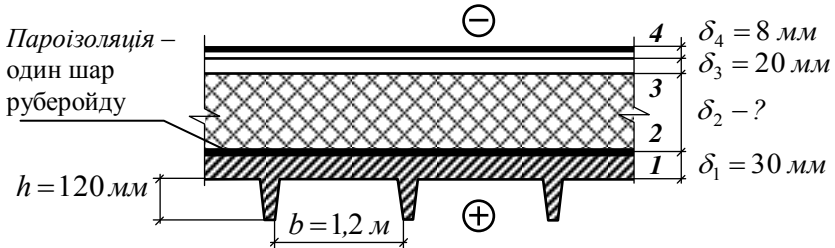


Рис. 8. Розрахункова схема покриття

#### РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться у I-ій температурній зоні (додаток А) [2, додаток Б].
2. Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщеннях промислової будівлі дорівнюють  $t_e = 16^\circ\text{C}$  та  $\varphi_e = 55\%$  відповідно (додаток В, табл. В.1) [2, додаток В, табл. В.2].
3. Вологісний режим – *нормальний*. Він визначається за додатком В, табл. В.2 [2, додаток В, табл. В.1].
4. Умови експлуатації – *Б*, (додаток В, табл. В.3) [2, додаток В, табл. В.3].

Значення теплотехнічних характеристик матеріалів шарів покриття визначаємо за додатком В, табл. В.4 [1, дод. А] та записуємо в таблицю 7.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції покриття промислової будівлі визначається залежно від температурної зони (*перша*), вологісного режиму приміщень (*нормальний*) та теплової інерції (5) конструкції *D*. Приймаємо його попередньо рівним  $R_{q \min} = 2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$  (додаток Б, табл. Б.2) [2, табл. 4].





**Розрахункові теплофізичні характеристики  
матеріалів шарів покриття**

| № шару | Найменування матеріалу шару  | Густина $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | Товщина шару, $\delta, \text{м}$ | Розрахункові коефіцієнти  |   | Термічний опір шару $R = \frac{\delta}{\lambda}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ |
|--------|--|--|----------------------------------|---|---|---|
|        |  |  |                                  | теплопровідності $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ | теплозасвоєння $s, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ |   |
| 1.     | ребриста плита – залізобетон   | 2500   | 0,030*                           | 2,04  | 18,95   | $\frac{0,03}{2,04} = 0,015$   |
| 2.     | вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна | 50   | -                                | 0,048   | 0,39  |   |
| 3.     | стяжка – цементно-піщана   | 1600   | 0,020                            | 0,81  | 9,76  | $\frac{0,02}{0,81} = 0,025$   |
| 4.     | чотири шари руберойду**  | 600  | 0,008                            | 0,17  | 3,53  | $\frac{0,008}{0,17} = 0,047$  |

\*Примітка. Термічні опори пароізоляції та ребер залізобетонної плити (висота ребер 120 мм) йдуть в запас та в розрахунку не враховуються;

\*\* верхній шар – броньований руберойд.

Визначимо товщину утеплювача  $\delta_2$ , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі (4). Для цього прирівняємо праву частину формули (3) до  $R_{q \min}$ :

$$R_{q \min} = \frac{1}{\alpha_6} + R_1 + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_3} \Rightarrow \quad (10)$$

$$\delta_2 = \left( R_{q \min} - \left( \frac{1}{\alpha_6} + R_1 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right) \cdot \lambda_2, \quad (11)$$



де  $\alpha_6 = 8,7 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$  (бо  $\frac{h}{b} = \frac{0,12 m}{1,2 m} = 0,1 < 0,3$  (рис. 8)),

$\alpha_3 = 23 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$  для покриття приймаються згідно додатку Г, табл.

Г.1 [1, дод. Б];

$$\delta_2 = \left( 2,2 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,015 + 0,025 + 0,048 + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,048 = 0,0938 (m)$$

Приймаємо товщину утеплювача  $\delta_2 = 0,094 m$ . Тоді його термічний опір дорівнюватиме

$$R_2 = \frac{0,094 m}{0,048 Bm / (m \cdot K)} = 1,958 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}. \quad \text{Отримані значення}$$

заносимо в таблицю 8.

Обчислюємо теплову інерцію огорожувальної конструкції (5):

$$D = R_1 s_1 + R_2 s_2 + R_3 s_3 + R_4 s_4 = 0,015 \cdot 18,95 + 1,958 \cdot 0,39 + 0,025 \cdot 9,76 + 0,047 \cdot 3,53 = 1,46 < 1,5.$$

Отже, мінімально допустиме значення опору теплопередачі покриття дійсно дорівнює  $R_{q \min} = 2,2 m^2 \cdot K / Bm$ .

Опір теплопередачі покриття  $R_\Sigma$  розраховуємо за формулою (3):

$$R_\Sigma = \frac{1}{8,7} + 0,015 + 1,958 + 0,025 + 0,047 + \frac{1}{23} = 2,203 \left( \frac{m^2 \cdot K}{Bm} \right).$$

Оскільки  $R_\Sigma = 2,203 \left( \frac{m^2 \cdot K}{Bm} \right) > R_{q \min} = 2,2 \left( \frac{m^2 \cdot K}{Bm} \right)$ , то умова (4)

виконується.



### 3.4. Теплотехнічний розрахунок перекриття над неопалюваним підвалом, розташованим нижче рівня землі ВИХІДНІ ДАНІ:

1. Район будівництва: *м. Чернівці*.
2. Призначення будівлі: *дитячий садок*.
3. Конструкція перекриття над підвалом наведена на рис. 9.

#### РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться в I-ій температурній зоні (додаток А) [2, додаток Б].
2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції перекриття над неопалюваним підвалом, що розташований нижче рівня землі для I-ої температурної зони становить  $R_{q\ min} = 3,75\ m^2 \cdot K / Wm$  (додаток Б, табл. Б.1) [2, табл. 3].
3. Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщеннях дитячого садка дорівнюють  $t_g = 22^\circ C$  та  $\varphi_g = 50\%$ , відповідно (додаток В, табл. В.1) [2, додаток В, табл. В.2].
4. Вологісний режим – *нормальний*. Він визначається залежно від відносної вологості  $\varphi_g$  і температури внутрішнього повітря  $t_g$  за додатком В, табл. В.2 [2, додаток В, табл. В.1].
5. Перекриття над підвалом експлуатується в умовах Б, (додаток В, табл. В.3) [2, додаток В, табл. В.3].

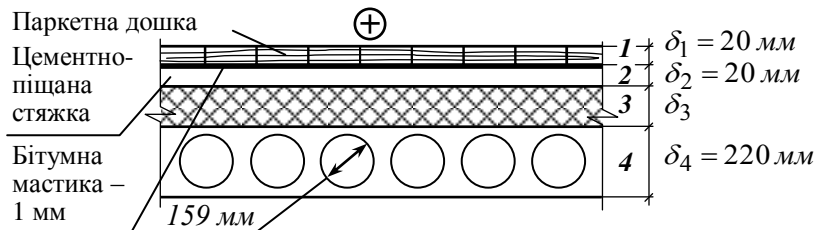


Рис. 9. Розрахункова схема конструкції перекриття над підвалом



Значення теплотехнічних характеристик матеріалів шарів перекриття визначаємо для умов експлуатації *B* за додатком *B*, табл. В.4 [1, дод. А] і записуємо в таблицю 9.

Визначаємо товщину утеплювача  $\delta_3$ , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі (4):

$$\delta_3 = \left( 3,75 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,087 + 0,025 + 0,03 + \frac{1}{6} \right) \right) \cdot 0,048 = 0,16 \text{ (м)}$$

При цьому приймаємо  $\alpha_6 = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ,  $\alpha_3 = 6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  для перекриття над холодним підвалом, який розташований нижче рівня землі, згідно додатку Г, табл. Г.1 [1, дод. Б].

Приймаємо товщину утеплювача  $\delta_3 = 0,16 \text{ м}$ .

Таблиця 9  
**Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів перекриття над підвалом**

| № шару | Найменування матеріалу шару  | Густина $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | Товщина шару, $\delta, \text{м}$ | Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ | Термічний опір шару $R = \frac{\delta}{\lambda}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ |
|--------|--|--|----------------------------------|---|---|
| 1.     | паркетна дошка – дуб <i>поперек волокон</i>                              | 700  | 0,020                            | 0,23  | $\frac{0,02}{0,23} = 0,087$   |
| 2.     | стяжка – цементно-піщана, армована скловолокном                          | 1600   | 0,020                            | 0,81  | $\frac{0,02}{0,81} = 0,025$   |
| 3.     | вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна | 50   | -                                | 0,048   |   |
| 4.     | багатопорожниста плита* – залізобетон                                    | 2500   | 0,061                            | 2,04  | $\frac{0,061}{2,04} = 0,03$   |



\* Плита перекриття є термічно неоднорідною конструкцією. В розрахунку вважаємо її термічно однорідною конструкцією, що має товщину  $\delta_4 = 220 \text{ мм} - 159 \text{ мм} = 61 \text{ мм}$ , тобто від загальної товщини плити віднімаємо діаметр круглого отвору.

Тоді його термічний опір дорівнюватиме

$$R_3 = \frac{0,16 \text{ м}}{0,048 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}} = 3,33 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

в табл. 9.

Опір теплопередачі конструкції перекриття над холодним підвалом  $R_\Sigma$  розраховується за формулою (3):

$$R_\Sigma = \frac{1}{8,7} + 0,087 + 0,025 + 3,33 + 0,03 + \frac{1}{6} = 3,754 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

Оскільки  $R_\Sigma = 3,754 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right) > R_{q \text{ min}} = 3,75 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$ , то умова (4) виконується.

#### 4. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

1. Якими параметрами характеризується мікроклімат приміщень?
2. Для чого призначена карта-схема температурних зон України?
3. Для чого в огорожувальних конструкціях влаштовують шари пароізоляції?
4. Від яких величин залежить значення термічного опору шару конструкції?
5. Від чого залежить вибір мінімально допустимого значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій промислових будинків?
6. Від яких параметрів залежить вологісний режим приміщень?
7. Де вказані розрахункові значення коефіцієнтів теплообміну поверхонь огорожувальних конструкцій?



## 5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### Базова

1. ДСТУ Б В.2.6–189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Київ : Мінрегіон України. 2017. 85 с.
2. ДБН В.2.6–31:2016. Теплова ізоляція будівель. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2017. 30 с.
3. ДСТУ-НБ В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Київ : Мінбуд України. 2010. 128 с.
4. Ильинский В.М. Строительная теплофизика (ограждающие конструкции и микроклимат зданий). Москва : Высшая школа. 1974. 320 с.
5. Сергейчук О.В. Архитектурно-будівельна фізика. Теплотехніка огорожуючих конструкцій будинків. Київ : „Такі справи”. 1992. 156 с.

### Допоміжна

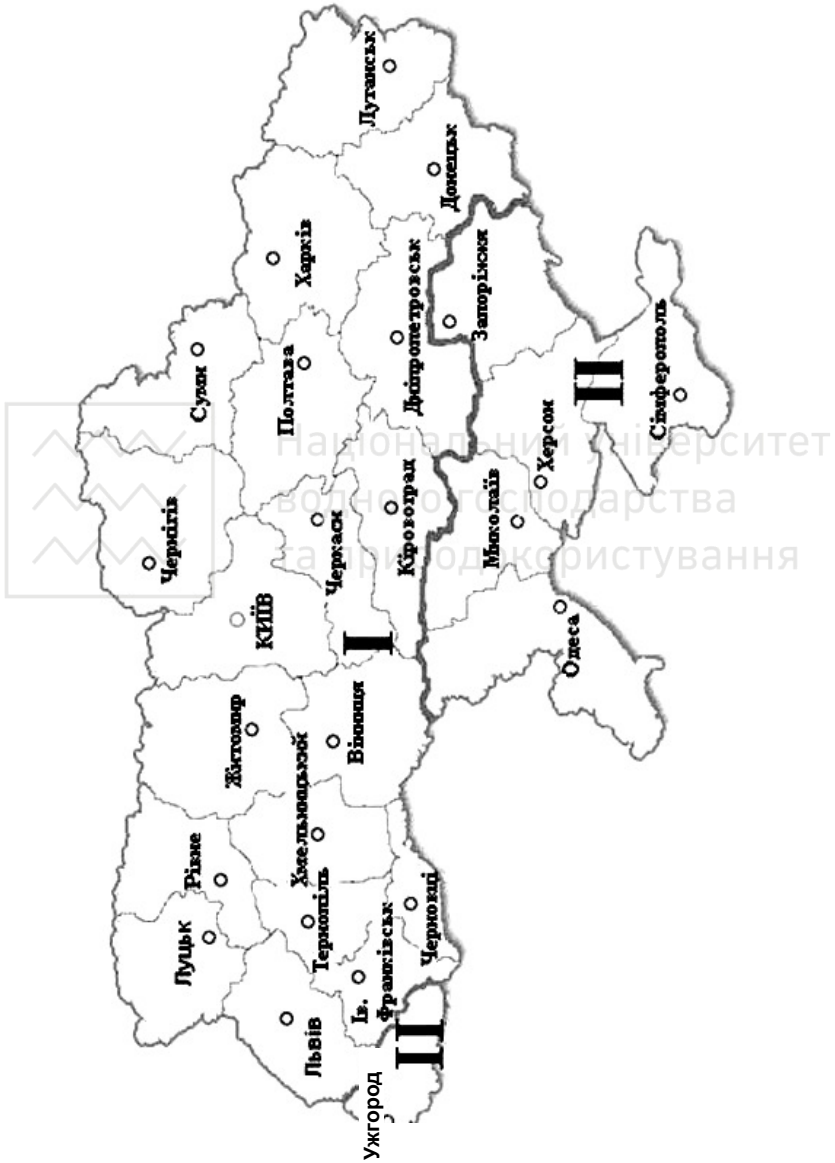
1. Гусев Н.М. Основы строительной физики. Москва : Стройиздат. 1975. 440 с.
2. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Москва : АВОК-ПРЕСС. 2007. 256 с.
3. Малявина Е.Г. Теплопотери здания. Москва : АВОК-ПРЕСС. 2007. 144 с.

### Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuu.gov.ua/>
2. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6). URL: <http://www.libr.rv.ua/>
3. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>
4. Цифровий репозиторій НУВГП. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/view/types/methods/>



## ДОДАТОК А Карта-схема температурних зон України





**Додаток Б**  
**Мінімально допустиме значення**  
**опору теплопередачі огорожувальної конструкції**

**Таблиця Б.1**

**Мінімально допустиме значення**  
**опору теплопередачі огорожувальної конструкції**  
**житлових та громадських будинків,  $R_{q\ min}, m^2 \cdot K / Вт$**

| № поз. | Вид огорожувальної конструкції   | Значення $R_{q\ min}$ ,<br>для температурної зони |     |
|--------|--|---|-----|
|        |  | I   | II  |
| 1      | Зовнішні стіни   | 3,3   | 2,8 |
| 2      | Суміщені покриття  | 6,0   | 5,5 |
| 3      | Покриття опалюваних<br>горищ (технічних поверхів)<br>та покриття мансардного<br>типу | 4,95  | 4,5 |
| 4      | Горищні перекриття<br>неопалювальних горищ   | 4,95  | 4,5 |
| 5      | Перекриття над проїздами та<br>неопалювальними підвалами                             | 3,75  | 3,3 |
| 6      | Світлопрозорі огорожувальні<br>конструкції   | 0,75  | 0,6 |
| 7      | Зовнішні двері   | 0,6   | 0,5 |





Таблиця Б.2

**Мінімально допустиме значення  
опору теплопередачі огорожувальних конструкцій  
промислових будинків,  $R_{q \min}$ ,  $m^2 \cdot K / W$**

| Вид огорожувальної конструкції та тепловологісний режим експлуатації будинків   | Значення $R_{q \min}$ , для температурної зони |      |
|---|--|------|
|   | I  | II   |
| <i>Зовнішні непрозорі стіни будинків:</i>                                       |  |      |
| - з сухим і нормальним режимом із конструкціями з:                              |  |      |
| $D > 1,5$   | 1,7  | 1,5  |
| $D \leq 1,5$  | 2,2  | 2,0  |
| - з вологим і мокрим режимом із конструкціями з:                                |  |      |
| $D > 1,5$   | 1,8  | 1,6  |
| $D \leq 1,5$  | 2,4  | 2,2  |
| - з надлишками тепла (більше ніж $23 W/m^3$ )                                   | 0,55   | 0,45 |
| <i>Покриття та перекриття неопалювальних горщиків будинків:</i>                 |  |      |
| - з сухим і нормальним режимом із конструкціями з:                              |  |      |
| $D > 1,5$   | 1,7  | 1,6  |
| $D \leq 1,5$  | 2,2  | 2,1  |
| - з вологим і мокрим режимом із конструкціями з:                                |  |      |
| $D > 1,5$   | 1,7  | 1,6  |
| $D \leq 1,5$  | 1,9  | 1,8  |
| - з надлишками тепла (більше ніж $23 W/m^3$ )                                   | 0,55   | 0,45 |
| <i>Перекриття над проїздами й неопалювальними підвалами із конструкціями з:</i> |  |      |
| $D > 1,5$   | 1,9  | 1,8  |
| $D \leq 1,5$  | 2,4  | 2,2  |
| <i>Двері й ворота будинків:</i>   |  |      |
| - з сухим і нормальним режимом  | 0,6  | 0,55 |
| - з вологим і мокрим режимом  | 0,75   | 0,7  |
| - з надлишками тепла (більше ніж $23 W/m^3$ )                                   | 0,2  | 0,2  |
| <i>Вікна й зенітні ліхтарі будинків:</i>  |  |      |
| - з сухим і нормальним режимом  | 0,45   | 0,42 |
| - з вологим і мокрим режимом  | 0,5  | 0,45 |
| - з надлишками тепла (більше ніж $23 W/m^3$ )                                   | 0,18   | 0,18 |



## Додаток В

### Визначення теплофізичних характеристик будівельних матеріалів

Таблиця В.1

#### Розрахункові значення температури й вологості повітря приміщень

| Призначення будинку   | Розрахункова температура внутрішнього повітря, $t_e, ^\circ C$ | Розрахункове значення відносної вологості, $\varphi_e, \%$ |
|---|--|--|
| Житлові будівлі та готелі   | 20   | 55   |
| Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси, заклади торгівлі | 20   | 50   |
| Навчальні заклади та заклади охорони здоров'я                             | 21   | 50   |
| Дитячі дошкільні заклади  | 22   | 50   |

Таблиця В.2

#### Градація вологісного режиму приміщень

| Вологісний режим | Вологість внутрішнього повітря $\varphi_e$ , при температурі $t_e$ |                                      |                                   |
|------------------|--|--------------------------------------|-----------------------------------|
|                  | $t_e \leq 12 ^\circ C$   | $12 ^\circ C < t_e \leq 24 ^\circ C$ | $t_e > 24 ^\circ C$               |
| Сухий            | $\varphi_e < 60 \%$  | $\varphi_e < 50 \%$                  | $\varphi_e < 40 \%$               |
| Нормальний       | $60 \% \leq \varphi_e \leq 75 \%$                                  | $50 \% \leq \varphi_e \leq 60 \%$    | $40 \% \leq \varphi_e \leq 50 \%$ |
| Вологий          | $75 \% < \varphi_e$  | $60 \% < \varphi_e \leq 75 \%$       | $50 \% < \varphi_e \leq 60 \%$    |
| Мокрий           | –  | $75 \% < \varphi_e$                  | $60 \% < \varphi_e$               |



Таблиця В.3

**Вологісні умови експлуатації матеріалу  
в огорожувальних конструкціях**

| Вологісний режим приміщень<br>(за таблицею В.2) | Умови експлуатації |
|---|--------------------|
| Сухий   | А                  |
| Нормальний                                      | Б                  |
| Вологий   | Б                  |
| Мокрий  | Б                  |

*Примітка.* Матеріали внутрішніх конструкцій будинків із нормальним режимом експлуатації розраховуються для умов експлуатації А

Таблиця В.4

**Значення розрахункових теплофізичних характеристик  
будівельних матеріалів**

| №<br>п/п                         | Назва матеріалу  | Густина,<br>$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | Розрахункові характеристики<br>в умовах експлуатації                           |       |  |      |
|----------------------------------|--|--|--|-------|--|------|
|                                  |  |  | тепло-<br>провідність,<br>$\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ |       | коефіцієнт<br>тепло-<br>засвоєння,<br>$s, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ |      |
|                                  |  |  | А  | Б     | А  | Б    |
| 1                                | 2  | 3  | 4  | 5     | 6  | 7    |
| <b>1. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ</b>        |  |  |  |       |  |      |
| <b>1.1. Волокнисті матеріали</b> |  |  |  |       |  |      |
| 1                                | Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна | 30   | 0,046  | 0,050 | 0,29   | 0,31 |
|                                  |  | 40   | 0,046  | 0,049 | 0,34   | 0,35 |
|                                  |  | 50   | 0,044  | 0,048 | 0,37   | 0,39 |
|                                  |  | 75   | 0,043  | 0,047 | 0,45   | 0,48 |
|                                  |  | 100  | 0,044  | 0,048 | 0,53   | 0,56 |
|                                  |  | 125  | 0,045  | 0,049 | 0,59   | 0,63 |
|                                  |  | 150  | 0,048  | 0,050 | 0,67   | 0,69 |
|                                  |  | 175  | 0,049  | 0,052 | 0,73   | 0,76 |
|                                  |  | 200  | 0,050  | 0,053 | 0,79   | 0,83 |
| 225                              | 0,050  | 0,054  | 0,84   | 0,88  |  |      |



продовження табл. В.4

| 1   | 2  | 3   | 4     | 5     | 6    | 7    |
|---|--|-----|-------|-------|------|------|
| 2   | Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі скляного штапельного волокна | 10  | 0,055 | 0,057 | 0,19 | 0,20 |
|   |  | 15  | 0,050 | 0,052 | 0,22 | 0,23 |
|   |  | 20  | 0,047 | 0,050 | 0,25 | 0,27 |
|   |  | 35  | 0,044 | 0,047 | 0,31 | 0,34 |
|   |  | 70  | 0,042 | 0,045 | 0,43 | 0,47 |
| <b>1.2. Полімерні матеріали</b>                                   |  |     |       |       |      |      |
| 3   | Вироби пінополістирольні   | 15  | 0,045 | 0,055 | 0,28 | 0,33 |
|   |  | 25  | 0,043 | 0,053 | 0,34 | 0,40 |
|   |  | 35  | 0,041 | 0,050 | 0,40 | 0,46 |
|   |  | 50  | 0,040 | 0,045 | 0,46 | 0,53 |
| 4   | Плити пінополістирольні екструзійні  | 30  | 0,035 | 0,036 | 0,34 | 0,34 |
|   |  | 35  | 0,036 | 0,037 | 0,37 | 0,38 |
|   |  | 40  | 0,040 | 0,040 | 0,40 | 0,42 |
| 5   | Вироби з жорсткого пінополіуретану   | 60  | 0,041 | 0,041 | 0,53 | 0,55 |
|   |  | 80  | 0,050 | 0,050 | 0,67 | 0,70 |
|   |  | 40  | 0,041 | 0,060 | 0,48 | 0,66 |
| 6   | Плити з резольно-формальдегідного пінопласту                                     | 50  | 0,050 | 0,064 | 0,59 | 0,77 |
|   |  | 100 | 0,052 | 0,076 | 0,85 | 1,18 |
| 7   | Вироби зі спіненої карбамідно - формальдегідної смоли                            | 15  | 0,058 | 0,064 | 0,27 | 0,34 |
|   |  | 25  | 0,063 | 0,074 | 0,36 | 0,47 |
|   |  | 30  | 0,070 | 0,085 | 0,42 | 0,56 |
| 8   | Вироби зі спіненого пінополіетилену  | 30  | 0,044 | 0,047 | 0,30 | 0,33 |
| 9   | Вироби зі спіненого хімічно зшитого пінополіетилену                              | 50  | 0,042 | 0,045 | 0,38 | 0,41 |
|   |  | 30  | 0,042 | 0,043 | 0,38 | 0,40 |
| <b>1.3 Вироби з природної органічної та неорганічної сировини</b> |  |     |       |       |      |      |
| 10  | Вироби перлітофосфогельові   | 200 | 0,070 | 0,090 | 1,10 | 1,43 |
|   |  | 300 | 0,080 | 0,120 | 1,43 | 2,02 |
| 11  | Блоки полістиролбетонні стінові  | 200 | 0,070 | 0,080 | 1,12 | 1,28 |
|   |  | 300 | 0,090 | 0,110 | 1,55 | 1,83 |
|   |  | 600 | 0,175 | 0,200 | 3,07 | 3,49 |
| 12  | Вироби теплоізоляційні перлітоцементні та перлітогіпсові                         | 300 | 0,098 | 0,108 | 0,92 | 1,26 |
|   |  | 450 | 0,118 | 0,202 | 1,89 | 2,63 |
| 13  | Вироби перлітобентонітові теплоізоляційні  | 250 | 0,083 | 0,091 | 1,38 | 1,55 |
|   |  | 300 | 0,098 | 0,110 | 1,64 | 1,85 |
|   |  | 400 | 0,140 | 0,160 | 2,26 | 2,59 |



продовження табл. В.4

| 1  | 2  | 3    | 4     | 5     | 6    | 7    |
|--|--|------|-------|-------|------|------|
| 14   | Целюлозний утеплювач                           | 35   | 0,045 | 0,048 | 0,41 | 0,45 |
|  |  | 50   | 0,048 | 0,052 | 0,50 | 0,57 |
|  |  | 65   | 0,052 | 0,056 | 0,60 | 0,68 |
|  |  | 100  | 0,066 | 0,070 | 0,85 | 0,97 |
| 15   | Вироби<br>цементополістирольні                 | 250  | 0,09  | 0,1   | 1,29 | 1,45 |
|  |  | 300  | 0,10  | 0,11  | 1,53 | 1,74 |
|  |  | 400  | 0,12  | 0,15  | 2,02 | 2,33 |
|  |  | 500  | 0,14  | 0,19  | 2,53 | 2,95 |
| 16   | Вироби перлітобітумні<br>теплоізоляційні       | 550  | 0,15  | 0,21  | 2,78 | 3,28 |
|  |  | 300  | 0,09  | 0,099 | 1,84 | 1,95 |
|  |  | 400  | 0,12  | 0,13  | 2,45 | 2,59 |
| 17   | Піноскло                                       | 120  | 0,053 | 0,054 | 0,63 | 0,65 |
| 18   | Блоки<br>кремнезитоцементні                    | 300  | 0,08  | 0,086 | 1,30 | 1,43 |
|  |  | 400  | 0,09  | 0,096 | 1,59 | 1,75 |
|  |  | 500  | 0,10  | 0,11  | 1,87 | 2,1  |
| 19   | Вироби з арболіту на<br>портландцементі        | 300  | 0,11  | 0,14  | 2,56 | 2,99 |
|  |  | 400  | 0,13  | 0,16  | 3,21 | 3,70 |
|  |  | 600  | 0,18  | 0,23  | 4,63 | 5,43 |
|  |  | 800  | 0,24  | 0,3   | 6,17 | 7,16 |
| 20   | Плити теплоізоляційні<br>очеретяні             | 200  | 0,07  | 0,09  | 1,67 | 1,96 |
|  |  | 300  | 0,09  | 0,14  | 2,31 | 2,99 |
| 21   | Плити деревноволокнисті<br>та деревностружкові | 200  | 0,07  | 0,08  | 1,67 | 1,81 |
|  |  | 400  | 0,11  | 0,13  | 2,95 | 3,26 |
|  |  | 600  | 0,13  | 0,16  | 3,93 | 4,43 |
|  |  | 800  | 0,19  | 0,23  | 5,49 | 6,13 |
|  |  | 1000 | 0,23  | 0,29  | 6,75 | 7,7  |
| <b>1.4 Бетони теплоізоляційні</b>            |  |      |       |       |      |      |
| 22   | Бетони ніздрюваті                              | 200  | 0,069 | 0,074 | 1,01 | 1,09 |
|  |  | 250  | 0,078 | 0,088 | 1,20 | 1,32 |
|  |  | 300  | 0,09  | 0,10  | 1,41 | 1,54 |
|  |  | 350  | 0,10  | 0,12  | 1,60 | 1,83 |
| 23   | Вермикулітобетон                               | 400  | 0,11  | 0,13  | 1,94 | 2,29 |
|  |  | 600  | 0,16  | 0,17  | 2,87 | 3,21 |
|  |  | 800  | 0,23  | 0,26  | 3,97 | 4,58 |
| <b>1.5 Матеріали теплоізоляційні засипні</b> |  |      |       |       |      |      |
| 24   | Щебінь перлітовий                              | 300  | 0,115 | 0,12  | 1,42 | 1,51 |
| 25   | Гравій шлаковий                                | 300  | 0,12  | 0,13  | 1,56 | 1,65 |



продовження табл. В.4

| 1   | 2                                   | 3    | 4     | 5     | 6    | 7    |
|---|-------------------------------------|------|-------|-------|------|------|
| 26  | Щебінь шлаковий                     | 350  | 0,17  | 0,19  | 2,00 | 2,16 |
| 27  | Вермикулітова засипка               | 100  | 0,067 | 0,08  | 0,66 | 0,75 |
|   |                                     | 150  | 0,074 | 0,098 | 0,84 | 1,02 |
|   |                                     | 200  | 0,08  | 0,105 | 1,01 | 1,16 |
|   |                                     | 250  | 0,09  | 0,11  | 1,20 | 1,39 |
|   |                                     | 300  | 0,11  | 0,12  | 1,22 | 1,3  |
| 28  | Гравій керамзитовий                 | 300  | 0,12  | 0,13  | 1,56 | 1,66 |
|   |                                     | 400  | 0,13  | 0,14  | 1,87 | 1,99 |
|   |                                     | 600  | 0,17  | 0,19  | 2,62 | 2,83 |
|   |                                     | 600  | 0,17  | 0,2   | 2,62 | 2,91 |
|   |                                     | 800  | 0,21  | 0,23  | 3,36 | 3,6  |
| 29  | Щебінь шлакопемзовий                | 400  | 0,14  | 0,16  | 1,94 | 2,12 |
|   |                                     | 500  | 0,16  | 0,19  | 2,32 | 2,59 |
|   |                                     | 600  | 0,18  | 0,21  | 2,70 | 2,98 |
|   |                                     | 700  | 0,19  | 0,23  | 2,99 | 3,37 |
|   |                                     | 800  | 0,21  | 0,26  | 3,36 | 3,83 |
| 30  | Крихта з піноскла                   | 80   | 0,070 | 0,071 | 0,60 | 0,62 |
| 31  | Пісок для будівельних робіт         | 1600 | 0,47  | 0,58  | 6,95 | 7,91 |
| <b>1.6 Розчини теплоізоляційні</b>              |                                     |      |       |       |      |      |
| 32  | Розчини цементно-перлітові          | 600  | 0,19  | 0,23  | 3,24 | 3,84 |
|   |                                     | 800  | 0,21  | 0,26  | 3,73 | 4,51 |
|   |                                     | 1000 | 0,26  | 0,30  | 4,64 | 5,42 |
| 33  | Розчини гіпсоперлітові              | 400  | 0,13  | 0,15  | 2,03 | 2,35 |
|   |                                     | 500  | 0,15  | 0,19  | 2,44 | 2,95 |
| 34  | Розчини цементно-кремнезитові       | 200  | 0,072 | 0,08  | 1,03 | 1,17 |
|   |                                     | 300  | 0,082 | 0,09  | 1,34 | 1,52 |
| 35  | Розчини цементно-шлакові            | 1200 | 0,47  | 0,58  | 6,16 | 7,15 |
|   |                                     | 1400 | 0,52  | 0,64  | 7,0  | 8,11 |
| 36  | Розчини цементно-пінополі-стирольні | 600  | 0,12  | 0,17  | 2,33 | 3,06 |
| 37  | Вироби на основі перліту            | 320  | 0,091 | 0,095 | 1,49 | 1,63 |
|   |                                     | 330  | 0,096 | 0,104 | 1,63 | 1,82 |
|   |                                     | 370  | 0,107 | 0,115 | 1,69 | 1,87 |
|   |                                     | 450  | 0,13  | 0,14  | 2,14 | 2,44 |
| <b>2 КОНСТРУКЦИНО-ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ</b> |                                     |      |       |       |      |      |
| <b>2.1 Бетони ніздрюваті</b>                    |                                     |      |       |       |      |      |



продовження табл. В.4

| 1                       | 2   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7     |
|-------------------------|---|------|------|------|------|-------|
| 38                      | Бетони ніздрюваті                               | 300  | 0,09 | 0,10 | 1,41 | 1,54  |
|                         |   | 350  | 0,10 | 0,12 | 1,60 | 1,83  |
|                         |   | 400  | 0,11 | 0,13 | 1,84 | 2,1   |
|                         |   | 500  | 0,15 | 0,16 | 2,38 | 2,48  |
|                         |   | 600  | 0,16 | 0,18 | 2,65 | 2,9   |
|                         |   | 700  | 0,24 | 0,27 | 3,66 | 3,98  |
|                         |   | 800  | 0,27 | 0,30 | 4,16 | 4,51  |
|                         |   | 900  | 0,33 | 0,36 | 4,82 | 5,23  |
|                         |   | 1000 | 0,38 | 0,44 | 5,72 | 6,59  |
|                         |   | 1100 | 0,45 | 0,51 | 6,74 | 7,74  |
|                         |   | 1200 | 0,49 | 0,55 | 7,37 | 8,48  |
| 39                      | Газо- та пінозобетон                            | 1000 | 0,44 | 0,5  | 6,86 | 8,01  |
|                         |   | 1200 | 0,52 | 0,58 | 8,17 | 9,46  |
| <b>2.2 Бетони легкі</b> |   |      |      |      |      |       |
| 40                      | Керамзитобетон на керамзитовому піску           | 600  | 0,20 | 0,26 | 3,03 | 3,78  |
|                         |   | 800  | 0,24 | 0,31 | 3,83 | 4,77  |
|                         |   | 1000 | 0,33 | 0,41 | 5,03 | 6,13  |
|                         |   | 1200 | 0,44 | 0,52 | 6,36 | 7,57  |
|                         |   | 1400 | 0,56 | 0,65 | 7,75 | 9,14  |
|                         |   | 1600 | 0,67 | 0,79 | 9,06 | 10,77 |
|                         |   | 1800 | 0,80 | 0,92 | 10,5 | 12,33 |
| 41                      | Керамзитобетон на кварцовому піску з поризацією | 800  | 0,29 | 0,35 | 4,13 | 4,9   |
|                         |   | 1000 | 0,41 | 0,47 | 5,49 | 6,35  |
|                         |   | 1200 | 0,52 | 0,58 | 6,77 | 7,72  |
| 42                      | Керамзитобетон на перлітовому піску             | 800  | 0,29 | 0,35 | 4,54 | 5,32  |
|                         |   | 1000 | 0,35 | 0,41 | 5,57 | 6,43  |
| 43                      | Керамзитошлакобетон                             | 1000 | 0,33 | 0,41 | 5,06 | 5,91  |
| 44                      | Перлітобетон                                    | 600  | 0,19 | 0,23 | 3,24 | 3,84  |
|                         |   | 800  | 0,27 | 0,33 | 4,45 | 5,32  |
|                         |   | 1000 | 0,33 | 0,38 | 5,5  | 6,38  |
|                         |   | 1200 | 0,44 | 0,5  | 6,96 | 8,01  |
| 45                      | Шлакопемзобетон                                 | 1000 | 0,31 | 0,37 | 4,87 | 5,63  |
|                         |   | 1200 | 0,37 | 0,44 | 5,83 | 6,73  |
|                         |   | 1400 | 0,44 | 0,52 | 6,87 | 7,9   |
|                         |   | 1600 | 0,52 | 0,63 | 7,98 | 9,29  |



продовження табл. В.4

| 1   | 2  | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
|---|--|------|------|------|------|------|
| 46  | Бетон на доменних гранульованих шлаках   | 1200 | 0,47 | 0,52 | 6,57 | 7,31 |
|   |  | 1400 | 0,52 | 0,58 | 7,46 | 8,34 |
|   |  | 1600 | 0,58 | 0,64 | 8,43 | 9,37 |
| 47  | Бетон на зольному гравії   | 1000 | 0,30 | 0,35 | 4,79 | 5,48 |
|   |  | 1200 | 0,41 | 0,47 | 6,14 | 6,95 |
|   |  | 1400 | 0,52 | 0,58 | 7,46 | 8,34 |
| <b>2.3 Вироби гіпсові</b>                     |  |      |      |      |      |      |
| 48  | Плити з гіпсу  | 1000 | 0,29 | 0,35 | 4,62 | 5,28 |
|   |  | 1200 | 0,41 | 0,47 | 6,01 | 6,7  |
| 49  | Листи гіпсокартонні  | 800  | 0,19 | 0,21 | 3,34 | 3,66 |
| <b>2.4 Вироби бетонні</b>                     |  |      |      |      |      |      |
| 50  | Блоки кремнезитоцементні   | 700  | 0,21 | 0,23 | 3,28 | 3,63 |
|   |  | 800  | 0,22 | 0,24 | 3,59 | 4,05 |
|   |  | 1000 | 0,23 | 0,27 | 4,28 | 4,81 |
|   |  | 1200 | 0,27 | 0,29 | 4,87 | 5,45 |
| <b>2.5 Деревина та вироби з неї</b>           |  |      |      |      |      |      |
| 51  | Сосна та ялина поперек волокон   | 500  | 0,14 | 0,18 | 3,87 | 4,54 |
| 52  | Сосна та ялина вздовж волокон  | 500  | 0,29 | 0,35 | 5,56 | 6,33 |
| 53  | Дуб поперек волокон  | 700  | 0,18 | 0,23 | 5,0  | 5,86 |
| 54  | Дуб вздовж волокон   | 700  | 0,35 | 0,41 | 6,9  | 7,83 |
| 55  | Фанера клеєна  | 600  | 0,15 | 0,18 | 4,22 | 4,73 |
| 56  | Картон облицювальний   | 1000 | 0,21 | 0,23 | 6,2  | 6,75 |
| 57  | Картон будівельний багатошаровий   | 650  | 0,15 | 0,18 | 4,26 | 4,89 |
| <b>2.6 Цегляна кладка з порожнистої цегли</b> |  |      |      |      |      |      |
| 58  | Керамічної порожнистої густиною 1400 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-піщаному розчині | 1600 | 0,29 | 0,35 | 4,62 | 5,28 |
| 59  | Керамічної порожнистої густиною 1300 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-піщаному розчині | 1400 | 0,41 | 0,47 | 6,01 | 6,7  |





продовження табл. В.4

| 1  | 2   | 3    | 4    | 5     | 6     | 7     |
|--|---|------|------|-------|-------|-------|
| 60   | Керамічної порожнистої густиною 1000 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-піщаному розчині        | 1200 | 0,47 | 0,52  | 6,16  | 6,62  |
| <b>2.7 Кладка з виробів бетонних</b>                           |   |      |      |       |       |       |
| 61   | 3 блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 800 кг/м <sup>3</sup> (брутто) | 1350 | 0,37 | 0,43  | 5,06  | 5,91  |
| 62   | 3 блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 850 кг/м <sup>3</sup> (брутто) | 1400 | 0,46 | 0,51  | 5,95  | 6,41  |
| 63   | 3 блоків кремнезитоцементних на вапняному розчині із сіопорового та кварцового піску                | 400  | 0,09 | 0,092 | 1,62  | 1,74  |
| <b>3 МАТЕРІАЛИ КОНСТРУКЦІЙНІ</b>                               |   |      |      |       |       |       |
| <b>3.1 Бетони конструкційні</b>                                |   |      |      |       |       |       |
| 64   | Залізобетон   | 2500 | 1,92 | 2,04  | 17,98 | 18,95 |
| 65   | Бетон на гравії або щебені з природного каменю  | 2400 | 1,74 | 1,86  | 16,77 | 17,88 |
| <b>3.2 Розчини будівельні</b>                                  |   |      |      |       |       |       |
| 66   | Розчин вапняно-піщаний  | 1600 | 0,70 | 0,81  | 8,69  | 9,76  |
| 67   | Розчин складний (пісок, вапно, цемент)  | 1700 | 0,70 | 0,87  | 8,95  | 10,42 |
| 68   | Розчин цементно-піщаний   | 1800 | 0,76 | 0,93  | 9,6   | 11,09 |
| <b>3.3 Облицювання природним каменем та керамічною плиткою</b> |   |      |      |       |       |       |
| 69   | Плити та вироби з природного каменю: граніт, гнейс та базальт                                       | 2800 | 3,49 | 3,49  | 25,04 | 25,04 |
| 70   | мармур  | 2800 | 2,91 | 2,91  | 22,86 | 22,86 |



продовження табл. В.4

| 1  | 2   | 3    | 4    | 5    | 6     | 7     |
|--|---|------|------|------|-------|-------|
| 71   | вапняк  | 1600 | 0,73 | 0,81 | 9,06  | 9,75  |
|  |   | 1800 | 0,93 | 1,05 | 10,85 | 11,77 |
|  |   | 2000 | 1,16 | 1,28 | 12,77 | 13,7  |
| 72   | туф   | 1000 | 0,24 | 0,29 | 4,2   | 4,8   |
|  |   | 1200 | 0,35 | 0,41 | 5,55  | 6,25  |
|  |   | 1400 | 0,43 | 0,52 | 6,64  | 7,6   |
|  |   | 1600 | 0,52 | 0,64 | 7,81  | 9,02  |
|  |   | 1800 | 0,7  | 0,81 | 9,61  | 10,76 |
|  |   | 2000 | 0,93 | 1,05 | 11,68 | 12,92 |
| 73   | Плити керамічні для підлоги   | 2000 | 0,96 | 1,1  | 11,63 | 12,55 |
| <b>3.4 Кладка цегляна з повнотілої цегли</b>   |   |      |      |      |       |       |
| 74   | Керамічної звичайної на цементно-піщаному розчині                   | 1800 | 0,70 | 0,81 | 9,2   | 10,12 |
| 75   | Керамічної звичайної на цементно-шлаковому розчині                  | 1700 | 0,64 | 0,76 | 8,64  | 9,7   |
| 76   | Керамічної звичайної на цементно-перлітовому розчині                | 1600 | 0,58 | 0,70 | 8,08  | 9,23  |
| 77   | Силікатної на цементно-піщаному розчині                             | 1800 | 0,76 | 0,87 | 9,77  | 10,9  |
| 78   | Трепельної на цементно-піщаному розчині                             | 1000 | 0,41 | 0,47 | 5,35  | 5,96  |
|  |   | 1200 | 0,47 | 0,52 | 6,26  | 6,49  |
| 79   | Шлакової на цементно-піщаному розчині                               | 1500 | 0,64 | 0,70 | 8,12  | 8,76  |
| <b>3.5 Матеріали покрівельні, гідроізоляційні, пароізоляційні та покриття полімерні для підлог</b> |   |      |      |      |       |       |
| 80   | Листи азбестоцементні   | 1600 | 0,35 | 0,41 | 6,14  | 6,8   |
|  |   | 1800 | 0,47 | 0,52 | 7,55  | 8,12  |
| 81   | Матеріали бітумні, бітумно-полімерні покрівельні та гідроізоляційні | 1000 | 0,17 | 0,17 | 4,56  | 4,56  |
|  |   | 1200 | 0,22 | 0,22 | 5,69  | 5,69  |
|  |   | 1400 | 0,27 | 0,27 | 6,8   | 6,8   |
| 82   | Асфальтобетон   | 2100 | 1,05 | 1,05 | 16,43 | 16,43 |
| 83   | Руберойд, пергамін  | 1000 | 0,17 | 0,17 | 3,53  | 3,53  |



продовження табл. В.4

| 1                         | 2  | 3    | 4    | 5    | 6     | 7     |
|---------------------------|--|------|------|------|-------|-------|
| 84                        | Мембрана ПВХ   | 1000 | 0,23 | 0,23 | 5,87  | 5,87  |
| 85                        | Пароізоляційна плівка  | 1600 | 0,3  | 0,3  | 8,56  | 8,56  |
| 86                        | Лінолеум<br>полівінілхлоридний на<br>теплоізоляційній<br>підоснові                 | 1600 | 0,33 | 0,33 | 7,52  | 7,52  |
|                           |  | 1800 | 0,38 | 0,38 | 8,56  | 8,56  |
| 87                        | Лінолеум<br>полівінілхлоридний на<br>тканинній основі                              | 1400 | 0,23 | 0,23 | 5,87  | 5,87  |
|                           |  | 1600 | 0,29 | 0,29 | 7,05  | 7,05  |
| 88                        | Лінолеум<br>полівінілхлоридний<br>багатошаровий та<br>одношаровий без<br>підоснови | 800  | 0,17 | 0,17 | 3,32  | 3,32  |
|                           |  | 1200 | 0,21 | 0,21 | 4,51  | 4,51  |
| <b>3.6 Метали та скло</b> |  |      |      |      |       |       |
| 89                        | Сталь арматурна  | 7850 | 58   | 58   | 126,5 | 126,5 |
| 90                        | Чавун  | 7200 | 50   | 50   | 112,5 | 112,5 |
| 91                        | Алюміній   | 2600 | 221  | 221  | 187,6 | 187,6 |
| 92                        | Латунь, мідь   | 8500 | 407  | 407  | 326   | 326   |
| 93                        | Скло віконне   | 2500 | 0,76 | 0,76 | 10,79 | 10,79 |



## Додаток Г

### Розрахункові значення коефіцієнтів теплообміну поверхонь Таблиця Г.1

#### Розрахункові значення коефіцієнтів теплообміну внутрішньої $\alpha_6$ та зовнішньої $\alpha_3$ поверхонь огороджувальних конструкцій

| Тип конструкції  | Коефіцієнт теплообміну,<br>$Вт / (м^2 \cdot К)$ |            |
|--|---|------------|
|  | $\alpha_6$                                      | $\alpha_3$ |
| Зовнішні стіни, суміщені покриття, перекриття над проїздами  | 8,7   | 23         |
| Перекриття над холодними підвалами, що межують з холодним повітрям   | 8,7   | 17         |
| Горищні покриття та перекриття, перекриття над неопалювальними підвалами зі світловими прорізами у стінах, а також зовнішні стіни з вентиляльованим повітряним прошарком, що вентилюються зовнішнім повітрям | 8,7   | 12         |
| Горищні перекриття та перекриття над неопалювальними підвалами та техпідпіллями, що не вентилюються зовнішнім повітрям   | 8,7   | 6          |
| Вікна, двері балконні та входні, вітражі, зовнішні стіни з опорядженням світлопрозорими елементами   | 8,0   | 23         |
| Зенітні ліхтарі  | 9,9   | 23         |



## Додаток Д Терміни

|   |   |
|---|---|
| <b>Теплоізоляційна оболонка будинку</b>       | система огорожувальних конструкцій будинку, що забезпечує збереження теплоти для опалення приміщень   |
| <b>Непрозорі конструкції</b>                  | ділянки теплоізоляційної оболонки будинку (стіни, покриття, перекриття тощо), до складу яких входить один і більше шарів матеріалів, що не пропускають видиме світло  |
| <b>Багат шарова огорожувальна конструкція</b> | огорожувальна конструкція, що складається в перерізі з шарів матеріалу, теплофізичні характеристики яких відрізняються одне від одного не менше ніж на 20 %   |
| <b>Опір теплопередачі</b>                     | величина, що визначає здатність конструкції чинити опір тепловому потоку, що через неї проходить  |
| <b>Приведений опір теплопередачі</b>          | середньозважений по площі опір теплопередачі термічно неоднорідної огорожувальної конструкції, в якому враховується двомірний перенос теплоти у перерізі конструкції  |
| <b>Коефіцієнт теплозасвоєння</b>              | коефіцієнт, що визначає зміну температури матеріалу в конструкції, при гармонійній зміні температури зовнішнього середовища з періодом 24 години  |
| <b>Коефіцієнт теплообміну (тепловіддачі)</b>  | коефіцієнт, що визначає кількість теплоти, яка сприймається чи віддається 1 м <sup>2</sup> поверхні конструкції за одиницю часу при різниці температури середовища і температури поверхні конструкції в 1 К |
| <b>Основне поле конструкції</b>               | масив огорожувальної конструкції, що визначає її опір теплопередачі і не має теплопровідних включень  |
| <b>Теплопровідне включення</b>                | елемент огорожувальної конструкції, розташований в її об'ємі паралельно напрямку теплового потоку, який має термічний опір менший від термічного опору основного поля більш ніж на 20 %                     |



**Термічна  
неоднорідність**

наявність зон загальною площею більш ніж 2 % від внутрішньої поверхні конструкції з температурами, відмінними від середньозваженої температури основного поля більше ніж на  $2^{\circ}\text{C}$

**Термічно  
однорідна  
конструкція**

одношарова чи багатшарова огорожувальна конструкція, що не має у своєму об'ємі теплопровідних включень

**Термічно  
неоднорідна  
огорожувальна  
конструкція**

огорожувальна конструкція окремого приміщення, що має у своєму об'ємі теплопровідні включення, які призводять до термічної неоднорідності

**Розрахункові  
умови  
експлуатації**

розрахункові температура і вологість матеріалу, які визначають перенесення тепла і вологи через матеріал при його експлуатації в огорожувальних конструкціях

**Замкнений  
повітряний  
прошарок**

прошарок, що надійно огорожений від повітря приміщення чи вулиці конструктивними шарами зі спеціальною герметизацією притулів і швів