



Національний університет
водного господарства та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра основ архітектурного проектування,
конструювання та графіки

03-06-33

Методичні вказівки

до виконання теплотехнічного розрахунку в курсовому та дипломному проектуванні студентами, що навчаються за напрямками підготовки 6.060101 "Будівництво", 6.060102 "Архітектура" та спеціальностями 7.06010101, 8.06010101 „Промислове та цивільне будівництво” і 7.06010201, 8.06010201 „Архітектура” денної та заочної форм навчання

Рекомендовано методичними комісіями за напрямками підготовки 6.060101 "Будівництво"; 7.06010101, 8.06010101 „Промислове та цивільне будівництво”; 6.060102, 7.06010201, 8.06010201 "Архітектура"
Протоколи: № 7 від 23.04.2014
№7 від 29.05.2014, № 4 від 11.06.14
№8 від 29.04.2014

Рівне - 2014



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Методичні вказівки до виконання теплотехнічного розрахунку в курсовому та дипломному проектуванні студентами, що навчаються за напрямами підготовки 6.060101 „Будівництво”, 6.060102 „Архітектура” та спеціальностями 7.06010101, 8.06010101 „Промислове та цивільне будівництво” і 7.06010201, 8.06010201 „Архітектура” денної та заочної форм навчання / Є. В. Пугачов, Л. Т. Гарбарук, В. А. Зданевич. – Рівне: НУВГП, 2014. – 43 с.

Упорядники: Є. В. Пугачов, д. т. н., професор;
Л. Т. Гарбарук, ст. викладач;
В. А. Зданевич, ст. викладач

Відповідальний за випуск: В. М. Ромашко, к. т. н., проф.,
в. о. завідувача кафедри основ
архітектурного проектування,
конструювання та графіки



© Пугачов Є. В., Гарбарук Л. Т.,
Зданевич В. А., 2014
© НУВГП, 2014



ЗМІСТ

Вступ	3
1. Короткі теоретичні основи теплотехнічних розрахунків	4
1.1. Розрахунок однорідної огорожувальної конструкції	4
1.2. Особливості розміщення теплоізоляційних матеріалів та повітряних прошарків в огорожувальних конструкціях..	5
2. Методичні рекомендації до виконання теплотехнічного розрахунку огорожувальної конструкції	6
3. Приклади теплотехнічних розрахунків	8
3.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни за зимових стаціонарних умов	8
3.1.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни житлового будинку	8
3.1.2. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни громадської будівлі	10
3.1.3. Теплотехнічний розрахунок вентилярованої стіни житлового будинку	13
3.1.4. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни промислової будівлі	15
3.2. Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття	18
3.2.1. Теплотехнічний розрахунок конструкції горищного перекриття лікарні	18
3.2.2. Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття школи	22
3.3. Теплотехнічний розрахунок покриття промислової будівлі	24
3.4. Теплотехнічний розрахунок перекриття над неопалюваним підвалом, розташованим нижче рівня землі	26
Додаток А. Карта-схема температурних зон України	29
Додаток Б. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції	30
Додаток В. Визначення теплофізичних характеристик будівельних матеріалів	32
Додаток Г. Розрахункові значення коефіцієнтів теплообміну поверхонь	41
Додаток Д. Терміни	42
Список використаної літератури	43



Вступ

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій виконується у курсовому і дипломному проектуванні студентами, що навчаються за напрямками підготовки 6.060101 „Будівництво”, 6.060102 „Архітектура” та спеціальностями 7.06010101 „Будівництво” і 7.06010201 „Архітектура”. Необхідність даних методичних вказівок викликана появою нових теплотехнічних норм проектування [1], в яких суттєво підвищені вимоги щодо мінімального термічного опору огорожувальних конструкцій та змінені деякі підходи до розрахунку. В методичних вказівках розглянуті характерні приклади теплотехнічного розрахунку різних огорожувальних конструкцій будівель різного призначення і наведений необхідний довідковий матеріал.

1. Короткі теоретичні основи теплотехнічних розрахунків

1.1. Розрахунок однорідної огорожувальної конструкції

Теплообмін між тілами, що знаходяться в деякому середовищі, може відбуватися за рахунок теплопровідності, конвекції та випромінювання. Залежності 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 огорожувальними конструкціями, що дозволяє створити в них необхідний мікроклімат. При незмінному стаціонарному тепловому потоці кількість теплоти Q (*питома*), що проходить через 1 м^2 однорідної огорожувальної 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 δ – товщина однорідної конструкції, м; $\tau_в, \tau_з$ – значення температур на внутрішній та зовнішній поверхнях відповідно, °C.

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



Величину, яка є відношенням товщини δ шару до коефіцієнта теплопровідності λ його матеріалу, називають *термічним опором шару* R і визначають за формулою:

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

Опір теплопередачі всієї огорожувальної конструкції (термічно однорідної непрозорі) розраховують за формулою [1, додаток II]:

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

де α_6, α_3 – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь конструкції з внутрішнім та зовнішнім повітрям, $Вт/(м^2 \cdot К)$ [1, додаток Е].

Опір теплопередачі¹ конструкції R_{Σ} має бути не меншим від мінімально допустимого значення опору $R_{q \min}$ [1, табл. 1, 2]:

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

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, $Вт/(м^2 \cdot К)$; n – число шарів конструкції, рахуючи за напрямом теплового потоку.

1.2. Особливості розміщення теплоізоляційних матеріалів та повітряних прошарків в огорожувальних конструкціях

При проектуванні теплоізоляційної оболонки будинку у вигляді багат шарових конструкцій теплоізоляційні матеріали (утеплювачі) слід розташовувати з зовнішньої сторони огорожувальної

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



конструкції для запобігання накопичення в них вологи; ненаскрізнi теплопровiднi вклучення розташовувати ближче до теплої сторони огородження, а наскрiзнi – мають бути iзольованi матерiалами з коефiцієнтом теплопровiдностi не бiльше $0,35 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$.

Повiтрянi прошарки можуть бути як замкненi, так i вентиляванi. Замкненi прошарки рекомендують розташовувати ближче до зовнiшньої поверхнi i використовувати для пiдвищення термiчного опору конструкцiй. Товщина прошаркiв – вiд 20 мм до 100 мм, а висота до 6 м, але не бiльше висоти поверху. Повiтряний прошарок, вiдокремлений вiд зовнiшнього повiтря кладкою товщиною в одну цеглину або менше, не є замкненим [1].

Вентильованi прошарки проектують для видалення вологи з товщi конструкцiй, а також для пiдвищення теплостiйкостi конструкцiй. Оптимальна товщина вентильованих прошаркiв у стiнах становить вiд 60 мм до 100 мм, у покриттях – вiд 40 мм до 60 мм, довжина – не бiльше 24 м, а нахил покрiвлi – не менше 6 %.

Вентильованi повiтрянi прошарки мають бути розташованi мiж зовнiшнiм захисно-опоряджувальним шаром та теплоiзоляцiєю, поверхню якої захищають повiтрогiдрозахисним шаром. Шари конструкцiй, що розташованi мiж повiтрогiдрозахисним шаром та зовнiшньою поверхнею конструкцiй, в розрахунку не враховуються.

2. Методичнi рекомендацiї до виконання теплотехнiчного розрахунку огороджувальної конструкцiї

Необхiднi для розрахунку величини наведенi в додатках методичних вказiвок та ДБН В.2.6–31:2006. Змiна №1 (рис. 1).

Визначаємо товщину шару утеплювача $\delta_{утепл.}$, прирiвнюючи в рiвняннi (3) значення опору теплопередачi конструкцiї R_{Σ} до його мiнiмально допустимого (нормативного) $R_{q \text{ min}}$. Отриману товщину утеплювача заокруглюємо до бiльшого значення. За рiвнянням (3) розраховуємо опiр теплопередачi всiєї огороджувальної конструкцiї та порiвнюємо з нормативним значенням (4).

Для промислових будiвель мiнiмально допустиме значення опору теплопередачi огороджувальних конструкцiй залежить не тiльки вiд температурної зони (як для житлових будiвель), а й вiд тепловологiсного режиму внутрiшнього середовища та теплової



інерції конструкції D . На початку розрахунку оцінюють сумарну теплову інерцію шарів (5), товщини яких відомі, та визначають за відповідними додатками (рис. 1) мінімально допустиме значення опору теплопередачі для заданої конструкції. Після розрахунку товщини утеплювача необхідно обчислити теплову інерцію всієї огорожувальної конструкції (5); визначити мінімально допустиме значення опору теплопередачі $R_{q \min}$ та порівняти з опором теплопередачі огорожувальної конструкції R_{Σ} промислової будівлі (4).

що визначити та в якій послідовності:

джерело:

Відповідно до району будівництва:	Методичні вказівки	ДБН В.2.6-31:2006
1. Температурну зону	ДОДАТОК А	ДОДАТОК В
2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції $R_{q \min}$	ДОДАТОК Б, табл. Б.1, Б.2	табл. 1 або 2, стр. 6-7
Відповідно до призначення будівлі:		
3. Відносну вологість ϕ_g та температуру внутрішнього повітря t_g	ДОДАТОК В, табл. В.1	ДОДАТОК Г, табл. Г.2
4. Вологісний режим приміщень	ДОДАТОК В, табл. В.2	ДОДАТОК Г, табл. Г.1
5. Умови експлуатації матеріалів огорожувальної конструкції	ДОДАТОК В, табл. В.3	ДОДАТОК К
6. Коефіцієнти теплопровідності λ матеріалів шарів конструкції відповідно до умов експлуатації	ДОДАТОК В, табл. В.4	ДОДАТОК Л, табл. Л.1
7. Коефіцієнти теплообміну внутрішньої α_6 та зовнішньої α_3 поверхонь конструкції	ДОДАТОК Г, табл. Г.1	ДОДАТОК Е

Рис. 1. Послідовність визначення величин та джерела їх знаходження



3. ПРИКЛАДИ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ

3.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни за зимових стаціонарних умов

3.1.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни житлового будинку

ВИХІДНІ ДАНІ:

1. Район будівництва: *м. Рівне*.
2. Призначення будівлі: *житловий будинок*.
3. Конструкція стіни наведена на рис. 2.

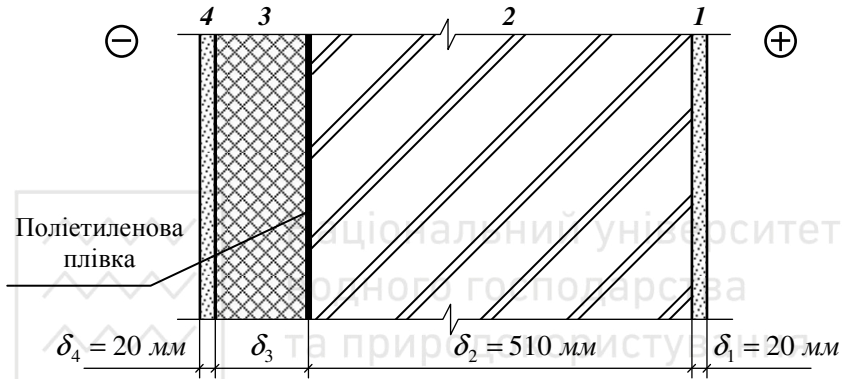


Рис. 2. Розрахункова схема зовнішньої стіни

РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться в I-й температурній зоні (додаток А) [1, додаток В].
2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни для першої температурної зони становить $R_{q \min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ (додаток Б, табл. Б.1) [1, табл. 1].
3. Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщеннях житлового будинку дорівнюють $t_{\theta} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ та $\phi_{\theta} = 55 \%$, відповідно (додаток В, табл. В.1) [1, додаток Г, табл. Г.2].
4. Вологісний режим – *нормальний*. Визначається залежно від відносної вологості ϕ_{θ} і температури внутрішнього повітря t_{θ} за додатком В, табл. В.2 [1, додаток Г, табл. Г.1].
5. Зовнішня стіна експлуатується в умовах Б, (додаток В, табл. В.3) [1, додаток К].



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

Таблиця 1

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів стіни*

№ 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.	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	0,51	0,81	$\frac{0,51}{0,81} = 0,630$
3.	утеплювач – плити з мін. вати на синтетичному в'язучому (вміст до 5,0 %)	50	-	0,046	-
4.	штукатурка – цементно-піщана	1600	0,01	0,81	$\frac{0,01}{0,81} = 0,012$

* Термічний опір пароізоляції (поліетиленова плівка тощо) є незначним і в даному розрахунку для спрощення не враховується

Визначимо товщину утеплювача δ_3 , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі (4). Для цього привіряємо праву частину формули (3) до $R_{q \min}$:

$$R_{q \min} = \frac{1}{\alpha_e} + R_1 + R_2 + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_4 + \frac{1}{\alpha_3} \Rightarrow \quad (6)$$

$$\delta_3 = \left(R_{q \min} - \left(\frac{1}{\alpha_e} + R_1 + R_2 + R_4 + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right) \cdot \lambda_3, \quad (7)$$



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];

$$\delta_3 = \left(3,3 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,630 + 0,012 + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,046 = 0,114 (\text{ м }).$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_3 = 0,12 \text{ м}$. Тоді його термічний опір дорівнюватиме $R_3 = \frac{0,12 (\text{ м })}{0,046 \text{ Вт}/(\text{ м} \cdot \text{ К})} = 2,6 \frac{\text{ м}^2 \cdot \text{ К}}{\text{ Вт}}$. Отримані значення заносимо в табл. 1.

Конструкцію вважаємо термічно однорідною, тоді опір теплопередачі конструкції R_{Σ} розраховується за формулою (3):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,630 + \frac{0,12}{0,046} + 0,012 + \frac{1}{23} = 3,42 \left(\frac{\text{ м}^2 \cdot \text{ К}}{\text{ Вт}} \right).$$

Оскільки $R_{\Sigma} = 3,42 \left(\frac{\text{ м}^2 \cdot \text{ К}}{\text{ Вт}} \right) > R_{q \text{ min}} = 3,3 \left(\frac{\text{ м}^2 \cdot \text{ К}}{\text{ Вт}} \right)$, то умова (4)

виконується, тобто опір теплопередачі зовнішньої стіни більший за мінімально допустиме значення опору теплопередачі.

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. 3).

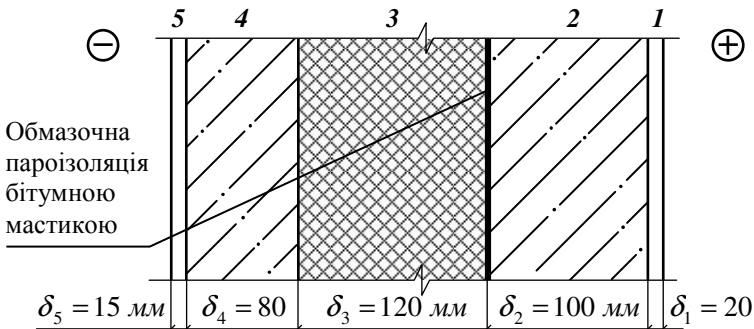


Рис. 3. Розрахункова схема зовнішньої стіни



РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться в II-й температурній зоні (додаток А) [1, додаток В].
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) [1, табл. 1].
3. Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщенні дорівнюють $t_{\text{в}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ та $\varphi_{\text{в}} = 60 \%$, відповідно (додаток В, табл. В.1) [1, додаток Г, табл. Г.2].
4. Вологісний режим – *нормальний*. Визначається за додатком В, табл. В.2 [1, додаток Г, табл. Г.1].
5. Зовнішня стіни експлуатуються в умовах *Б*, (додаток В, табл. В.3) [1, додаток К].

Значення теплотехнічних характеристик матеріалів шарів стіни визначаємо для умов експлуатації *Б* за додатком В, табл. В.4 [1, додаток Л] і записуємо в таблицю 2.

Таблиця 2

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. Прошарок 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 (рис. 3), а його максимально можливе значення коефіцієнту теплопровідності $\lambda_{max\ ут.}$. Враховуючи конструктивні особливості стінової панелі, підбираємо матеріал утеплювача (додаток В, табл. В.4), значення коефіцієнту теплопровідності λ_3 якого не більше за розраховане, та записуємо в табл. 2.

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

$$R_{q\ min} = \frac{1}{\alpha_6} + R_1 + R_2 + \frac{\delta_3}{\lambda_{max\ ут.}} + R_4 + R_5 + \frac{1}{\alpha_3} \Rightarrow \quad (8)$$

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

де $\alpha_6 = 8,7\ Bm / (m^2 \cdot K)$, $\alpha_3 = 23\ Bm / (m^2 \cdot K)$ приймаються згідно додатку Г, табл. Г.1 [1, додаток Е];

$$\lambda_{max\ ут.} = \frac{0,12}{2,8 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,109 + 0,087 + 0,019 + \frac{1}{23} \right)} = 0,0498 \left(\frac{Bm}{m \cdot K} \right).$$

В якості утеплювача використаємо, наприклад, плити з мінеральної вати на синтетичному в'язучому (густиною $110\ kg/m^3$), значення коефіцієнту теплопровідності яких становить $\lambda_3 = 0,047\ Bm / (m \cdot K)$, що є меншим за розраховане. Тоді термічний опір утеплювача дорівнюватиме $R_3 = \frac{0,12\ m}{0,047\ Bm / (m \cdot K)} = 2,55 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$. Отримані значення заносимо в табл. 2.

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

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

$$\text{Оскільки } R_{\Sigma} = 2,938 \frac{m^2 \cdot K}{Bm} > R_{q\ min} = 2,8 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}, \text{ то умова (4)}$$

виконується, тобто опір теплопередачі зовнішньої стіни адміністративної будівлі більший за мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції.



3.1.3. 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.

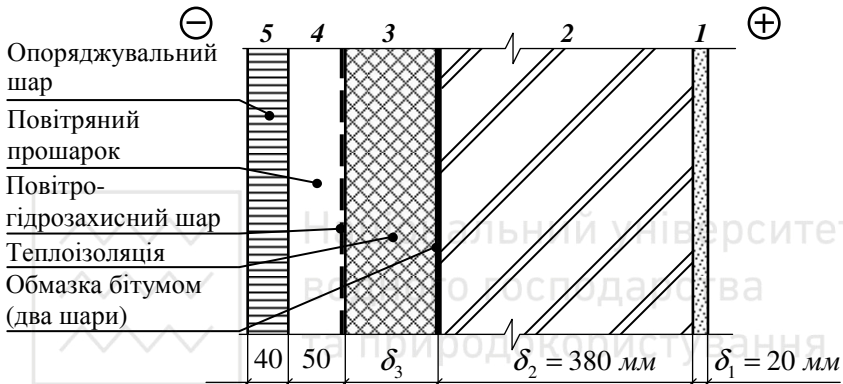


Рис. 4. Розрахункова схема стіни вентиляованого фасаду

РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться в I-й температурній зоні (додаток А) [1, додаток В].
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) [1, табл. 1].
3. Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщеннях житлового будинку дорівнюють $t_g = 20^\circ \text{C}$ та $\varphi_g = 55\%$, відповідно (додаток В, табл. В.1) [1, додаток Г, табл. Г.2].
4. Вологісний режим – *нормальний*. Визначається залежно від відносної вологості φ_g і температури внутрішнього повітря t_g за додатком В, табл. В.2 [1, додаток Г, табл. Г.1].
5. Зовнішня стіна експлуатується в умовах Б, (додаток В, табл. В.3) [1, додаток К].



Значення теплотехнічних характеристик матеріалів шарів стіни визначаємо за додатком В, табл. В.4 [1, дод. Л] і записуємо в табл. 3.

Таблиця 3

**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.	утеплювач – плити з мін. вати на синтетичному в'язучому (вміст до 5,0 %)	50	-	0,046	

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 δ_3 , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі (4):

$$\delta_3 = \left(3,3 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,469 + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,046 = 0,12 (м).$$

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

Тоді його термічний опір дорівнюватиме

$$R_3 = \frac{0,13 (м)}{0,046 Вт / (м \cdot К)} = 2,8 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}.$$



Отримані значення заносимо в табл. 3.

Конструкцію вважаємо термічно однорідною, тоді опір теплопередачі конструкції R_{Σ} розраховується за формулою (3):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,469 + \frac{0,13}{0,046} + \frac{1}{23} = 3,4 \left(\frac{m^2 \cdot K}{Вт} \right).$$

Оскільки $R_{\Sigma} = 3,4 \frac{m^2 \cdot K}{Вт} > R_{q \min} = 3,3 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}$, то умова (4)

виконується.

3.1.4. 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. 5).

РОЗРАХУНОК

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

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

Обчислимо теплову інерцію огорожувальної конструкції (5):

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

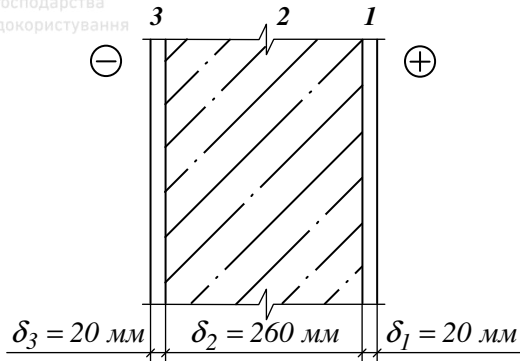


Рис. 5. Розрахункова схема зовнішньої стіни

Таблиця 4

**Розрахункові теплофізичні характеристики
матеріалів шарів стіни**

№ шару	Найменування матеріалу шару	Густина на $\rho, \frac{кг}{м^3}$	Товщина шару, $\delta, м$	Розрахункові коефіцієнти		Термічний опір шару $R = \frac{\delta}{\lambda}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
				теплопровідності $\lambda, \frac{Вт}{м \cdot К}$	теплозасвоєння $s, \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	
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 $R_{q \min} = 1,7 м^2 \cdot К / Вт$ (додаток Б, табл. Б.2) [1, табл. 2].



Опір теплопередачі огорожувальної конструкції $R_{\Sigma np}$ розраховуємо

за формулою (3):

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,839 + 0,025 + \frac{1}{23} = 1,039 \left(\frac{m^2 \cdot K}{Bm} \right),$$

Оскільки $R_{\Sigma np} = 1,039 \left(\frac{m^2 \cdot K}{Bm} \right) < R_{q \min} = 1,7 m^2 \cdot K / Bm$, 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 $\rho = 75 \text{ кг/м}^3$, коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,062 \text{ Bm / (м} \cdot \text{K)}$, коефіцієнт теплозасвоєння $S = 0,61 \text{ Bm / (м}^2 \cdot \text{K)}$.

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: $\delta = (R_{q \min} - R_{\Sigma np}) \cdot \lambda = (1,7 - 1,039) \cdot 0,062 = 0,041 \text{ м}$.

Приймаємо товщину утеплювача дещо більшою (із запасом) $\delta = 0,045 \text{ м}$.

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: $R_{q \min} = 1,7 m^2 \cdot K / Bm$.

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

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,839 + 0,025 + \frac{0,045}{0,062} + \frac{1}{23} = 1,765 \left(\frac{m^2 \cdot K}{Bm} \right).$$

Оскільки $R_{\Sigma np} = 1,765 m^2 \cdot K / Bm > R_{q \min} = 1,7 m^2 \cdot K / Bm$, 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. 6.

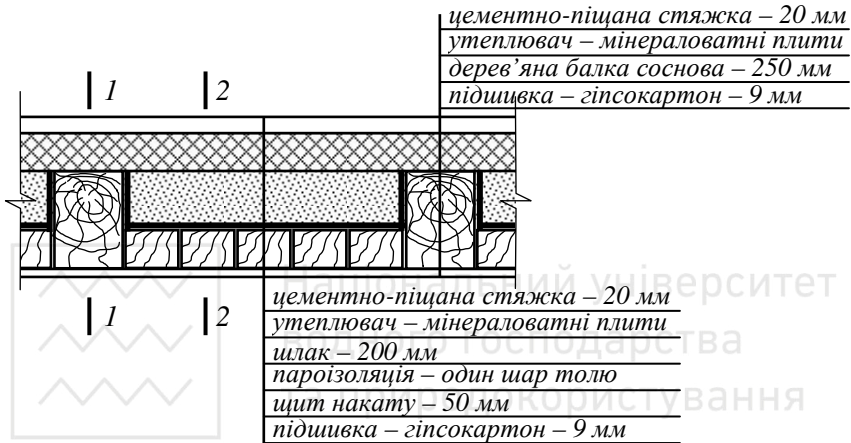


Рис. 6. Конструкція горищного перекриття

РОЗРАХУНОК

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



Визначимо товщину утеплювача δ_3 , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі (4). Теплотехнічний розрахунок конструкції горищного перекриття проводимо для двох перерізів 1-1 та 2-2.

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

ПЕРЕРІЗ 1-1

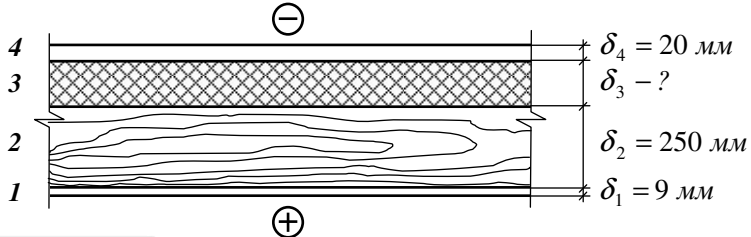


Рис. 7. Розрахункова схема конструкції горищного перекриття (переріз 1-1)

Таблиця 5

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів горищного перекриття в перерізі 1-1

№ 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.	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.	утеплювач – плити з мін. вати на синтетичному в'язучому (вміст до 5,0 %)	50	-	0,046	
4.	стяжка – цементно-піщана	1600	0,020	0,81	$\frac{0,02}{0,81} = 0,025$



Товщину утеплювача δ_3 в перерізі 1-1 визначаємо з формули (3), порівнюючи її праву частину до $R_{q \min}$:

$$\delta_3 = \left(4,95 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,043 + 1,389 + 0,025 + \frac{1}{12} \right) \right) \cdot 0,046 = 0,152 \text{ (м)}.$$

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. Е].

ПЕРЕРІЗ 2-2

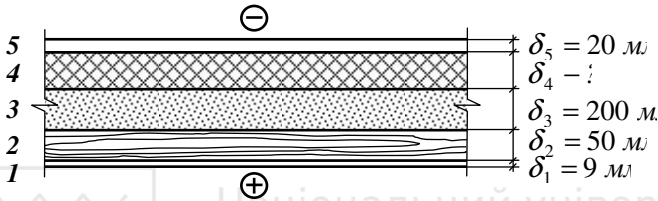


Рис. 8. Розрахункова схема конструкції горіщного перекриття (переріз 2-2)

Товщину утеплювача δ_4 в перерізі 2-2 визначаємо аналогічно:

$$\delta_4 = \left(4,95 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,043 + 0,278 + 1,538 + 0,025 + \frac{1}{12} \right) \right) \cdot 0,046 = 0,13 \text{ (м)}.$$

Порівнюємо товщини утеплювача в перерізах 1-1 та 2-2, вибираємо більшу $\delta = 0,152 \text{ м}$ і заокруглюємо її в бік збільшення до $\delta = 0,155 \text{ м}$. Термічний опір утеплювача дорівнюватиме

$$R_{\text{утпл.}} = \frac{0,155 \text{ м}}{0,046 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}} = 3,37 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Заносимо його в табл. 5, 6.

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

для перерізу 1-1:

$$R_{\Sigma 1-1} = \frac{1}{8,7} + 0,043 + 1,389 + \frac{0,155}{0,046} + 0,025 + \frac{1}{12} = 5,02 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right);$$



для перерізу 2-2:

$$R_{\Sigma 2-2} = \frac{1}{8,7} + 0,043 + 0,278 + 1,538 + \frac{0,155}{0,046} + 0,025 + \frac{1}{12} = 5,45 \left(\frac{m^2 \cdot K}{Вт} \right).$$

Таблиця 6

**Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів
горіщного 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.	утеплювач – плити з мін. вати на синтетичному в'язучому (вміст до 5,0 %)	50	-	0,046	
5.	стяжка – цементно-піщана	1600	0,020	0,81	$\frac{0,02}{0,81} = 0,025$

Оскільки $R_{\Sigma 1-1} = 5,02$
 $R_{\Sigma 2-2} = 5,45 > R_{q \min} = 4,95 \left(\frac{m^2 \cdot K}{Вт} \right)$, 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. 9.

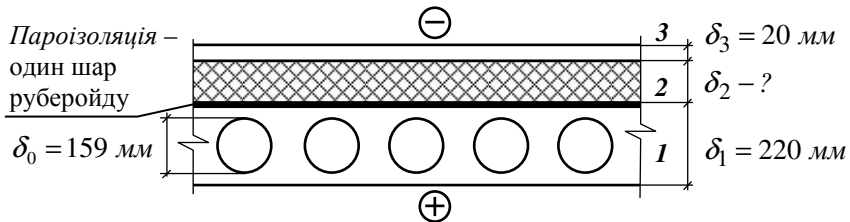


Рис. 9. Розрахункова схема горищного перекриття

РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться в I-й температурній зоні (додаток А) [1, додаток В].
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) [1, табл. 1].
3. Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщеннях школи дорівнюють $t_e = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ та $\varphi_e = 50 \%$, відповідно (додаток В, табл. В.1) [1, додаток Г, табл. Г.2];
4. Вологісний режим – *нормальний* (додатком В, табл. В.2 [1, додаток Г, табл. Г.1];
5. Горищне перекриття експлуатується в умовах *Б*, (додаток В, табл. В.3) [1, додаток К].

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

Визначимо товщину утеплювача δ_2 , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі (4):

$$\delta_2 = \left(4,95 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,029 + 0,025 + \frac{1}{12} \right) \right) \cdot 0,046 = 0,216 \text{ (м)}.$$



**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.	утеплювач – плити з мін. вати на синтетичному в'язучому (вміст до 5,0 %)	50	-	0,046	
3.	стяжка – цементно-піщана, армована скловолокном	1600	0,020	0,81	$\frac{0,02}{0,81} = 0,025$

*Примітка. В розрахунку плиту перекриття вважаємо термічно однорідною, товщиною $\delta_1 = 220 \text{ мм} - 159 \text{ мм} = 61 \text{ мм}$, тобто від загальної товщини плити відніmemo 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 $\delta_2 = 0,22 \text{ м}$ та записуємо в табл. 7. Тоді його термічний опір дорівнюватиме

$$R_2 = \frac{0,22 \text{ м}}{0,046 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})} = 4,783 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Опір теплопередачі перекриття R_{Σ} розрахуємо за формулою (3):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,029 + \frac{0,22}{0,046} + 0,025 + \frac{1}{12} = 5,035 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right).$$

Оскільки $R_{\Sigma} = 5,035 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} > R_{q \text{ min}} = 4,95 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$, 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. 10.

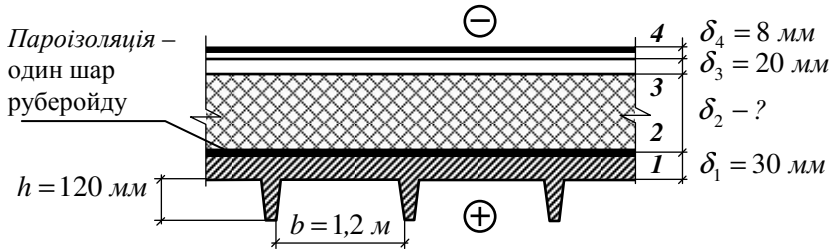
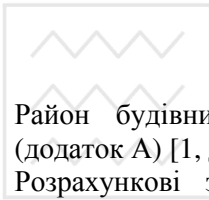


Рис. 10. Розрахункова схема покриття



РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться у I-й температурній зоні (додаток А) [1, дод. В].
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) [1, додаток Г, табл. Г.2].
3. Вологісний режим – *нормальний*. Визначається за додатком В, табл. В.2 [1, додаток Г, табл. Г.1].
4. Умови експлуатації – *Б*, (додаток В, табл. В.3) [1, додаток К].

Значення теплотехнічних характеристик матеріалів шарів покриття визначаємо за додатком В, табл. В.4 [1, додаток Л] 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 $R_{q \min} = 2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ (додаток Б, табл. Б.2) [1, табл. 2].



**Розрахункові теплофізичні характеристики
матеріалів шарів покриття**

№ шару	Найменування матеріалу шару	Густина $\rho, \frac{кг}{м^3}$	Товщина шару, $\delta, м$	Розрахункові коефіцієнти		Термічний опір шару $R = \frac{\delta}{\lambda}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
				теплопровідності $\lambda, \frac{Вт}{м \cdot К}$	теплозасвоєння $s, \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	
1.	ребриста плита – залізобетон	2500	0,030*	2,04	18,95	$\frac{0,03}{2,04} = 0,015$
2.	утеплювач – плити з мінвати на синтетичному в'язучому (до 5,0 %)	50	-	0,046	0,4	
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 δ_2 , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі (4). Для цього порівняємо 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 $\alpha_6 = 8,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ (бо $\frac{h}{b} = \frac{0,12 м}{1,2 м} = 0,1 < 0,3$ (рис. 9)), $\alpha_3 = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$

для покриття приймаються згідно додатку Г, табл. Г.1 [1, додаток Е];

$$\delta_2 = \left(2,2 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,015 + 0,025 + 0,047 + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,046 = 0,0903 (м)$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_2 = 0,092 м$. Тоді його

$$\text{термічний опір дорівнюватиме } R_2 = \frac{0,092 м}{0,046 Вт/(м \cdot К)} = 2,0 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$$

Отримані значення заносимо в табл. 8.

Обчислюємо теплову інерцію огорожувальної конструкції (5):

$$\begin{aligned} D &= R_1 s_1 + R_2 s_2 + R_3 s_3 + R_4 s_4 = \\ &= 0,015 \cdot 18,95 + 1,957 \cdot 0,4 + 0,025 \cdot 9,76 + 0,047 \cdot 3,53 = 1,49 < 1,5. \end{aligned}$$

Отже, мінімально допустиме значення опору теплопередачі покриття дійсно дорівнює $R_{q \min} = 2,2 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$.

Опір теплопередачі покриття R_Σ розраховуємо за формулою (3):

$$R_\Sigma = \frac{1}{8,7} + 0,015 + 2,0 + 0,025 + 0,047 + \frac{1}{23} = 2,237 \left(\frac{м^2 \cdot К}{Вт} \right)$$

Оскільки $R_\Sigma = 2,237 \left(\frac{м^2 \cdot К}{Вт} \right) > R_{q \min} = 2,2 \left(\frac{м^2 \cdot К}{Вт} \right)$, 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. 11.

РОЗРАХУНОК

1. Район будівництва знаходиться в І-й температурній зоні (додаток А) [1, додаток В].



- Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції перекриття над неопалюваним підвалом, що розташований нижче рівня землі для I-ої температурної зони становить $R_{q \min} = 3,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ (додаток Б, табл. Б.1) [1, табл. 1].
- Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщеннях дитячого садка дорівнюють $t_e = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ та $\varphi_e = 50 \%$, відповідно (додаток В, табл. В.1) [1, додаток Г, табл. Г.2].
- Вологісний режим – *нормальний*. Визначається залежно від відносної вологості φ_e і температури внутрішнього повітря t_e за додатком В, табл. В.2 [1, додаток Г, табл. Г.1].
- Перекриття над підвалом експлуатується в умовах *Б*, (додаток В, табл. В.3) [1, додаток К].

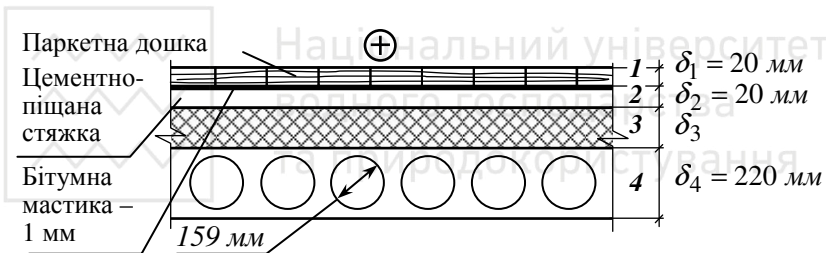


Рис. 11. Розрахункова схема конструкції перекриття над підвалом

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

Визначаємо товщину утеплювача δ_3 , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі (4):

$$\delta_3 = \left(3,75 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,087 + 0,025 + 0,03 + \frac{1}{6} \right) \right) \cdot 0,046 = 0,153 \text{ (м)}$$

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

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_3 = 0,155 \text{ м}$.



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

№ 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.	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.	утеплювач – плити з мін. вати на синтетичному в'язучому (вміст до 5,0 %)	50	-	0,046	
4.	багатопорожниста плита – залізобетон	2500	0,061	2,04	$\frac{0,061}{2,04} = 0,03$

* Плита переkritтя 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 $R_3 = \frac{0,155 \text{ м}}{0,046 \text{ Вт}/(м \cdot К)} = 3,37 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$. Отримані значення заносимо в табл. 9.

Опір теплопередачі конструкції переkritтя над холодним підвалом R_{Σ} розраховується за формулою (3):

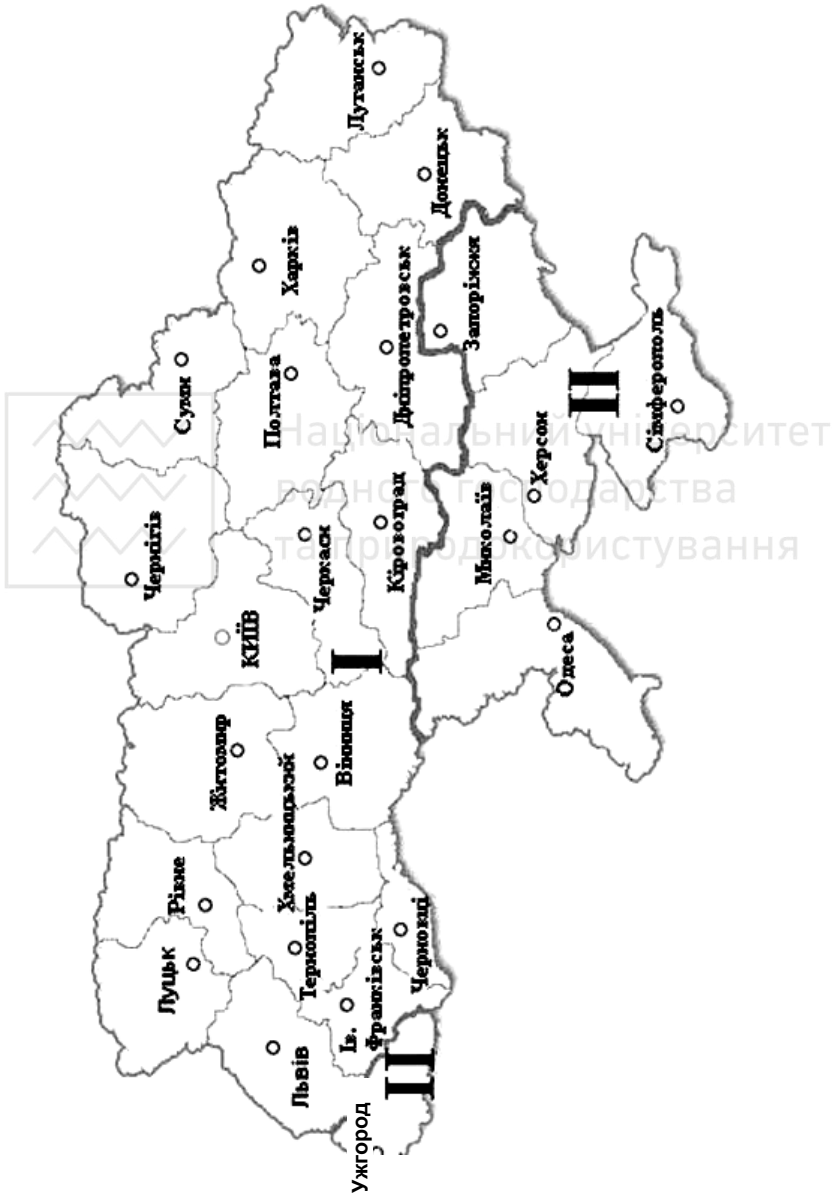
$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,087 + 0,025 + 3,37 + 0,03 + \frac{1}{6} = 3,789 \left(\frac{м^2 \cdot К}{Вт} \right).$$

Оскільки $R_{\Sigma} = 3,789 \left(\frac{м^2 \cdot К}{Вт} \right) > R_{q \text{ min}} = 3,75 \left(\frac{м^2 \cdot К}{Вт} \right)$, то умова (4)

виконується.



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 $R_{q \min}$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	5,35	4,9
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	0,65	0,6



**Мінімально допустиме значення
опору теплопередачі огорожувальних конструкцій
промислових будинків, $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$**

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 Вт/м^3)	0,55	0,45
<i>Покриття та перекриття неопалювальних горіщ 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 Вт/м^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 Вт/м^3)	0,2	0,2
<i>Вікна й zenітні 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 Вт/м^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, $t_e, ^\circ\text{C}$	Розрахункове значення відносної вологості, $\varphi_e, \%$
Житлові будинки	20	55
Громадські та адміністративні будинки	20	50-60
Лікувальні й дитячі навчальні установи	21	50
Дошкільні установи	22	50

Примітка. При проектуванні огорожувальних конструкцій окремих приміщень розрахункові параметри температури й вологості повітря уточнюються з урахуванням вимог інших чинних нормативних документів

Таблиця В.2

Градація вологісного режиму приміщень

Вологісний режим	Вологість внутрішнього повітря φ_e , при температурі t_e		
	$t_e \leq 12 ^\circ\text{C}$	$12 ^\circ\text{C} < t_e \leq 24 ^\circ\text{C}$	$t_e > 24 ^\circ\text{C}$
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 (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**

№ п/п	Назва матеріалу	Густина, $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації			
			тепло- провідність, $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$		коефіцієнт тепло- засвоєння, $s, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	
			А	Б	А	Б
1	2	3	4	5	6	7
1. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ						
1.1. Волокнисті матеріали						
1	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому гофрованої структури	75	0,055	0,062	0,55	0,61
		125	0,060	0,070	0,73	0,82
		150	0,055	0,066	0,75	0,87
		175	0,058	0,072	0,83	0,98
		200	0,064	0,081	0,93	1,11
2	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому гофрованої структури	175	0,065	0,079	0,88	1,04
		200	0,071	0,087	0,98	1,16
3	Плити мінераловатні гофрованої структури	70	0,050	0,055	0,49	0,54
		100	0,053	0,060	0,60	0,68
		170	0,059	0,070	0,82	0,97



1	2	3	4	5	6	7
4	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого за масою від 6,5% до 8,0 %)	150	0,054	0,064	0,76	0,88
		170	0,055	0,065	0,82	0,97
		180	0,056	0,066	0,86	1,02
5	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого за масою від 4,0% до 5,0 %)	20	0,048	0,049	0,25	0,26
		30	0,046	0,047	0,30	0,31
		50	0,045	0,046	0,39	0,40
		80	0,044	0,045	0,50	0,53
		110	0,045	0,047	0,56	0,57
		190	0,047	0,052	0,78	0,82
6	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого за масою від 3,5% до 4,2 %)	30	0,044	0,045	0,29	0,30
		50	0,041	0,042	0,36	0,37
		70	0,039	0,040	0,42	0,43
		110	0,043	0,044	0,55	0,56
		140	0,044	0,045	0,62	0,61
		180	0,047	0,048	0,72	0,75
7	Плити негорючі теплоізоляційні базальто-волокнисті	40	0,053	0,059	0,58	0,66
		90	0,050	0,054	0,48	0,54
8	Мати прошивні із мінеральної вати теплоізоляційні	75	0,060	0,064	0,55	0,61
		125	0,064	0,070	0,73	0,82
9	Мати мінераловатні прошивні будівельні	70	0,049	0,054	0,48	0,54
		95	0,053	0,059	0,58	0,66
10	Мати прошивні теплоізоляційні	50	0,045	0,048	0,39	0,43
11	Плити зі скляного штапельного волокна	30	0,061	0,065	0,35	0,39
		75	0,062	0,067	0,56	0,62
		160	0,064	0,070	0,83	0,93
		190	0,070	0,073	0,95	1,03
12	Плити зі скляного штапельного волокна (вміст зв'язуючого за масою, від 3,5% до 4,0 %)	15	0,050	0,051	0,21	0,23
		55	0,045	0,048	0,38	0,42
		140	0,049	0,051	0,66	0,73
13	Плити зі скляного штапельного волокна (вміст зв'язуючого за масою від 4,0% до 4,5 %)	20	0,043	0,047	0,25	0,27
		80	0,042	0,049	0,48	0,52
14	Мати зі скляного штапельного волокна (вміст зв'язуючого за масою від 3,5% до 4,0 %)	10	0,050	0,053	0,18	0,19



1	2	3	4	5	6	7
15	Мати зі скляного штапельного волокна (вміст зв'язуючого за масою від 4,0% до 4,5%)	10	0,051	0,054	0,19	0,20
		15	0,047	0,052	0,23	0,24
16	Мати зі скляного штапельного волокна (вміст зв'язуючого за масою від 5,0% до 5,5%)	25	0,061	0,065	0,32	0,35
		35	0,060	0,064	0,38	0,41
		50	0,061	0,065	0,45	0,49
17	Вироби теплоізоляційні скловолкнисті	45	0,044	0,046	0,36	0,40
18	Вата мінеральна	80	0,060	0,064	0,55	0,61
		100	0,064	0,070	0,71	0,80
1.2. Полімерні матеріали						
19	Плити 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
20	Плити пінополістирольні екструзійні	50	0,038	0,043	0,47	0,54
		80	0,041	0,049	0,59	0,73
21	Плити пінополістирольні екструзійні	20	0,039	0,041	0,29	0,32
		25	0,038	0,040	0,32	0,36
		30	0,037	0,039	0,34	0,39
22	Плити пінополістирольні екструзійні	39	0,037	0,037	0,40	0,40
23	Блоки пінополістирольні	20	0,044	0,045	0,24	0,35
		30	0,041	0,043	0,29	0,42
24	Вироби з жорсткого пінополіуретану	40	0,040	0,040	0,40	0,42
		60	0,041	0,041	0,53	0,55
		80	0,050	0,050	0,67	0,70
25	Плити з резольно-формальдегідного пінопласта	40	0,041	0,060	0,48	0,66
		50	0,050	0,064	0,59	0,77
		100	0,052	0,076	0,85	1,18
26	Вироби зі спіненої карбомідно-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
27	Вироби зі спіненого пінополіетілену	30	0,044	0,047	0,30	0,33
		50	0,042	0,045	0,38	0,41
28	Вироби зі спіненого хімічно шитого пінополіетілену	30	0,042	0,043	0,38	0,40
1.3. Вироби з природної органічної та неорганічної сировини						
29	Вироби перлітофосфогельові	200	0,070	0,090	1,10	1,43
		300	0,080	0,120	1,43	2,02



1	2	3	4	5	6	7
30	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
31	Вироби теплоізоляційні перлітоцементні та перлітогипсові	300	0,098	0,108	0,92	1,26
		450	0,118	0,202	1,89	2,63
32	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
33	Блоки перлітобетонні стінові	500	0,110	0,130	2,24	2,63
		600	0,120	0,140	2,57	3,01
		650	0,130	0,150	2,78	3,22
34	Вироби 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
		550	0,15	0,21	2,78	3,28
35	Піноскло	160	0,060	0,061	0,80	0,81
36	Блоки 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
37	Вироби з арболіту на 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
38	Плити теплоізоляційні очеретяні	200	0,07	0,09	1,67	1,96
		300	0,09	0,14	2,31	2,99
39	Вироби перлітобітумні теплоізоляційні	300	0,09	0,099	1,84	1,95
		400	0,12	0,13	2,45	2,59
40	Плити деревноволокнисті та деревно-стружечні	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
1.4. Бетони теплоізоляційні						
41	Бетони ніздруваті	200	0,069	0,074	1,01	1,08
		300	0,09	0,10	1,41	1,48
		400	0,11	0,13	1,84	2,1
		500	0,15	0,16	2,38	2,48
42	Вермікулітобетон	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



1	2	3	4	5	6	7
1.5. Матеріали теплоізоляційні засипні						
43	Щебінь перлітовий	300	0,115	0,12	1,42	1,51
44	Гравій шлаковий	300	0,12	0,13	1,56	1,65
45	Щебінь шлаковий	350	0,17	0,19	2,00	2,16
46	Щебінь вермікулітовий	250	0,13	0,15	1,48	1,62
47	Гравій керамзитовий	200	0,11	0,12	1,22	1,3
		300	0,12	0,13	1,56	1,66
		400	0,13	0,14	1,87	1,99
		600	0,17	0,2	2,62	2,91
		800	0,21	0,23	3,36	3,6
48	Щебінь шлакопемзовий	400	0,21	0,23	2,35	2,52
49	Пісок вермікулітовий	100	0,076	0,08	0,7	0,75
		200	0,09	0,11	1,08	1,24
50	Пісок для будівельних робіт	1600	0,47	0,58	6,95	7,91
1.6. Розчини теплоізоляційні						
51	Розчини цементноперлітові	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
52	Розчини гіпсоперлітові	400	0,13	0,15	2,03	2,35
		500	0,15	0,19	2,44	2,95
53	Розчини цементно-кремнезитові	200	0,072	0,08	1,03	1,17
		300	0,082	0,09	1,34	1,52
54	Розчини цементно-шлакові	1200	0,47	0,58	6,16	7,15
		1400	0,52	0,64	7,0	8,11
55	Розчини цементно-пінополістирольні	600	0,12	0,17	2,33	3,06
2. КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ						
2.1. Бетони ніздрюваті						
56	Бетони ніздрюваті	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
57	Газо-тапінозолобетон	1000	0,44	0,5	6,86	8,01
		1200	0,52	0,58	8,17	9,46
2.2. Бетони легкі						
58	Керамзитобетон на керамзитовому піску	500	0,17	0,23	2,55	3,25
		600	0,20	0,26	3,03	3,78



1	2	3	4	5	6	7
	Керамзитобетон на керамзитовому піску	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
59	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
60	Керамзитобетон на перлітовому піску	800	0,29	0,35	4,54	5,32
		1000	0,35	0,41	5,57	6,43
61	Керамзи́тошлакобетон	1000	0,33	0,41	5,06	5,91
62	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
63	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
64	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
65	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
2.3. Вироби гіпсові						
66	Плити з гіпсу	1000	0,29	0,35	4,62	5,28
		1200	0,41	0,47	6,01	6,7
67	Листи гіпсокартонні	800	0,19	0,21	3,34	3,66
2.4. Вироби бетонні						
68	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
2.5. Деревина та вироби з неї						
69	Сосна та ялина поперек волокон	500	0,14	0,18	3,87	4,54
70	Сосна та ялина уздовж волокон	500	0,29	0,35	5,56	6,33
71	Дуб поперек волокон	700	0,18	0,23	5,0	5,86
72	Дуб уздовж волокон	700	0,35	0,41	6,9	7,83



1	2	3	4	5	6	7
73	Фанера клеєна	600	0,15	0,18	4,22	4,73
74	Картон облицовальний	1000	0,21	0,23	6,2	6,75
75	Картон будівельний багат шаровий	650	0,15	0,18	4,26	4,89
2.6. Цегляна кладка з порожнистої цегли						
76	Керамічної порожнистої густиною 1400 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	1600	0,58	0,64	7,91	8,48
77	Керамічної порожнистої густиною 1300 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	1400	0,52	0,58	7,01	7,56
78	Керамічної порожнистої густиною 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	1200	0,47	0,52	6,16	6,62
2.7. Кладка з виробів бетонних						
79	3 блоків керамзитшлако-бетонних на цементно-піщаному розчині густиною 850 кг/м ³ (брутто)	1350	0,46	0,51	5,95	6,41
	густиною 800 кг/м ³ (брутто)	1400	0,37	0,43	5,06	5,91
80	3 блоків кременезито-цементних на вапняному розчині із сіпоорового та кварцового піску	400	0,09	0,092	1,62	1,74
3. МАТЕРІАЛИ КОНСТРУКЦІЙНІ						
3.1. Бетони конструкційні						
81	Залізобетон	2500	1,92	2,04	17,98	18,95
82	Бетон на гравію або щебені з природного каменю	2400	1,74	1,86	16,77	17,88
3.2. Розчини будівельні						
83	Розчин цементно-піщаний	1600	0,70	0,81	8,69	9,76
84	Розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	0,70	0,87	8,95	10,42
85	Розчин вапняно-піщаний	1800	0,76	0,93	9,6	11,09
3.3. Облицювання природним каменем та керамічною плиткою						
86	Плити та вироби з природного каменю: - граніт, гнейс та базальт	2800	3,49	3,49	25,04	25,04



1	2	3	4	5	6	7
87	- мрамур	2800	2,91	2,91	22,86	22,86
88	- 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
89	- 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
90	Плити керамічні для підлоги	2000	0,96	1,1	11,63	12,55
3.4. Кладка цегляна з повнотілої цегли						
91	Глиняної звичайної на цементно-піщаному розчині	1800	0,70	0,81	9,2	10,12
92	Глиняної звичайної на цементно-шлаковому розчині	1700	0,64	0,76	8,64	9,7
93	Глиняної звичайної на цементно-перлітовому розчині	1600	0,58	0,70	8,08	9,23
94	Силікатної на цементно-піщаному розчині	1800	0,76	0,87	9,77	10,9
95	Трепельної на цементно-піщаному розчині	1000	0,41	0,47	5,35	5,96
		1200	0,47	0,52	6,26	6,49
96	Шлакової на цементно-піщаному розчині	1500	0,64	0,70	8,12	8,76
3.5. Матеріали покрівельні, гідроізоляційні та покриття полімерні для підлог						
97	Листи азбестоцементні	1600	0,35	0,41	6,14	6,8
		1800	0,47	0,52	7,55	8,12
98	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
99	Асфальтобетон	2100	1,05	1,05	16,43	16,43
100	Руберойд, пергамін	600	0,17	0,17	3,53	3,53
101	Лінолеум полівініл-хлоридний на теплоізоляційній підоснові	1600	0,33	0,33	7,52	7,52
		1800	0,38	0,38	8,56	8,56



1	2	3	4	5	6	7
102	Лінолеум полівінілхлоридний на тканинній основі	1400	0,23	0,23	5,87	5,87
		1600	0,29	0,29	7,05	7,05
103	Лінолеум полі вініл- хлоридний багат шаровий та одношаровий без підоснови	800	0,17	0,17	3,32	3,32
		1200	0,21	0,21	4,51	4,51
3.6. Мегали						
104	Сталь арматурна	7850	58	58	126,5	126,5
105	Чавун	7200	50	50	112,5	112,5
106	Алюміній	2600	221	221	187,6	187,6
107	Латунь, мідь	8500	407	407	326	326
108	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 α_6 та зовнішньої α_3 поверхонь огороджувальних конструкцій

Тип конструкції	Коефіцієнт теплообміну, $Вт/(м^2 \cdot К)$	
	α_6	α_3
Зовнішні стіни, дахи, покриття, перекриття над проїздами плоскі та з ребрами при відношенні висоти ребра h до відстані між гранями b сусідніх ребер:		
$h/b \leq 0,3$	8,7	23
$h/b > 0,3$	7,6	23
Перекриття горищ та холодних підвалів	8,7	12
Перекриття над холодними підвалами та технічними поверхами, що розташовані нижче рівня землі	8,7	6
Вікна, балконні двері, вітражі та світлопрозорі фасадні системи	8,0	23
Зенітні ліхтарі	9,9	23



Додаток Д Терміни

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.6–31:2006. Зміна №1. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2013. – 70 с.
2. ДБН В.2.6–31:2006. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2006. – 64 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – К.: Мінбуд України, 2010. –128 с.
4. Гусев Н.М. Основы строительной физики. – М.: Стройиздат, 1975. – 440 с.
5. Ильинский В.М. Строительная теплофизика (ограждающие конструкции и микроклимат зданий). – М.: Высшая школа, 1974. – 320 с.
6. Сергейчук О.В. Архітектурно-будівельна фізика. Теплотехніка огорожуючих конструкцій будинків. – К.: „Такісправи”, 1992. – 156 с.
7. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 256 с.
8. Малявина Е.Г. Теплопотери здания. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с.