

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В БУДІВНИЦТВІ**

Методичні вказівки до практичних занять для студентів  
спеціальності 192 «Будівництво і цивільна інженерія»  
спеціалізації 192.04 «Технологія будівельних  
конструкцій, виробів і матеріалів»

Київ 2022

УДК 624.04:697.11  
ББК 38.6

Укладачі: В.І. Гоц, доктор технічних наук, професор  
О.В. Ластівка, канд. техн. наук, доцент

Рецензент О.Г. Гелевера, канд. техн. наук, доцент

*Затверджено на засіданні кафедри технології будівельних конструкцій і виробів, протокол № від « » травня 2022 року.*

В авторській редакції.

**Енергоефективність в будівництві: методичні вказівки до практичних занять /уклад.: В.І. Гоц, О.В. Ластівка. – Київ: КНУБА, 2022. – 28 с.**

Розглянуто особливості розв'язання технологічних задач, пов'язаних із розрахунками приведеного опору теплопередачі зовнішніх стін та теплопровідних включень, обумовлених характерними особливостями стінової конструкції.

Призначено для студентів спеціальності 192 «Будівництво і цивільна інженерія» спеціалізації 192.04 «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів».

## Загальні положення

Згідно з робочою програмою курсу «Енергоефективність в будівництві» студенти розв'язують технологічні задачі на практичних заняттях та самостійно.

**Мета практичних занять** – продемонструвати послідовність розрахунку приведеного опору теплопередачі стінових огорожувальних конструкцій; показати приклади розрахунку різних типів утеплення.

**Завдання** даних методичних вказівок – навчити студентів методиці розрахунку приведеного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій та товщини теплоізоляційного шару та вміння використовувати дану інформацію.

Розрахунок виконується з урахуванням підвищених нормативів опору теплопередачі зовнішніх конструкцій, відповідно до ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель», що встановлюють вимоги до теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій (теплоізоляційної оболонки) будинків і споруд і порядку їх розрахунку з метою забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів на обігрівання, забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень, довговічності огорожувальних конструкцій під час експлуатації будинків та споруд.

Для розв'язання задач кожен студент отримує завдання згідно з вихідними даними або завданням, які видає викладач за варіантами.

Аналогічні завдання розглядають разом з викладачем на практичних заняттях, задачі відповідно з варіантами студенти розв'язують самостійно.

Закінчену роботу студенти оформляють згідно з вимогами даних методичних вказівок і подають до захисту.

Студент, який не захистив роботу, до складання заліку не допускається.

## Розрахунок теплотехнічних параметрів огорожувальних конструкцій

Виконання теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій будинків має за мету забезпечити підвищений теплозахист житлових та адміністративних будинків і споруд для нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту.

Мінімальною вимогою енергетичної ефективності при реконструкції та капітальному ремонті огорожувальних конструкцій є виконання умови:

$$R\Sigma_{np} \geq Rq_{min} \quad (1)$$

де,  $R\Sigma_{np}$  – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$Rq_{min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Методика розрахунку приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції та визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару регламентується розділом 5 згідно ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель».

Мінімально допустимі значення приведенного опору теплопередачі для непрозорих огорожувальних конструкцій наведено в табл. 1., які встановлено згідно ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель».

Таблиця 1

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель  $Rq_{min}$

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $Rq_{min}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	6,0	5,5
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	4,95	4,5
4	Горищні перекриття неопалюваних горищ	4,95	4,5
5	Перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами	3,75	3,3

Температурна зона визначається за картою-схемою, що наведено на рис.1.

Обраний теплоізоляційний матеріал має забезпечувати досягнення приведенного опору теплопередачі конструкції, який дорівнює або перевищує мінімально допустиме значення.



Рис.1. Карта-схема температурних зон України

### Розрахунок приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін

Визначення приведенного опору теплопередачі стіни можна умовно поділити на дві частини:

- 1) визначення опору теплопередачі термічно однорідної стіни;
- 2) врахування теплопровідних включень, обумовлених характерними особливостями стінової конструкції.

**Опір теплопередачі термічно однорідної стіни** визначається за допомогою умовної побудови складу матеріалів стіни та їх товщин.

Термін «однорідна стіна» в даному випадку означає основне поле стінової конструкції без прорізів, кутів, перемичок, перекриттів, балконних плит, елементів кріплення тощо.

Сума відношень товщин кожного шару матеріалу стіни до коефіцієнтів теплопровідності цих матеріалів (в умовах експлуатації «Б» згідно додатку В) з врахуванням зовнішнього та внутрішнього коефіцієнту тепловіддачі визначає термічний опір однорідної стінової конструкції, який розраховують за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (2)$$

де,  $\alpha_6$  та  $\alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі, відповідно, внутрішньої та зовнішньої поверхні стіни, Вт/(м<sup>2</sup>·К), які приймаються згідно додатку Б методичних вказівок;

$R_i$  – тепловий опір і-го шару конструкції, (м<sup>2</sup>·К)/Вт;

$\delta_i$  – товщина і-го шару стінової конструкції, м;

$\lambda_i$  – коефіцієнти теплопровідності матеріалу і-го шару стінової конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К), який приймається згідно додатку В методичних вказівок;

$n$  – кількість шарів огорожувальної конструкції, м.

***Врахування теплопровідних включень, обумовлених характерними особливостями стінової конструкції.***

Теплопровідні включення є так званими «містками холоду», слабкими місцями конструкції з точки зору теплопередачі, крізь які назовні втрачається суттєва частина теплової енергії. Вони мають бути враховані при підборі товщини теплоізоляційного шару для забезпечення високого рівня енергетичної ефективності огорожувальної конструкції в цілому. Типи теплопровідних включень, які мають бути враховані при визначенні товщини теплоізоляційного шару, визначено в п. 5.6 ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Теплопровідні включення за своєю геометричною структурою поділяються на лінійні (відкоси та стики) та точкові (з'єднувальні елементи, кріплення). Для лінійних включень кількісною характеристикою є довжина ( $L_j$ , м), а для точкових – кількість ( $N_k$ , од.). Слід зазначити, що точкові кріплення у вигляді дюбелів або систем кріплення оздоблювального шару вент.фасадів відсутні для неутепленої стіни, але неодмінно з'являються в розрахунку при проектуванні системи фасадної теплоізоляції. Для кожного з видів теплопровідних включень є відповідно, лінійні ( $k_j$ ) та точкові ( $\psi_k$ ) коефіцієнти теплопередачі, які враховують тепловтрати крізь одиницю виміру такого включення та можуть бути прийняті за довідковими додатками Г і Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 в залежності від типу стіни, розрахункової теплопровідності матеріалу утеплювача та товщини теплоізоляції.

Тому для визначення **приведеного опору теплопередачі** стінової конструкції використовується більш розширена формула, яка враховує зазначені теплопровідні включення:

$$R_{\Sigma np} = \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_t}{R_{\Sigma i}} + (\sum L_i * k_i) + (\sum \Psi_k * N_k)} \quad (3)$$

де,  $F_{\Sigma}$  – загальна площа стінової конструкції, м<sup>2</sup>;

$F_t$  – площа однорідної стіни, м<sup>2</sup>;

$R_{\Sigma i}$  – термічний опір однорідної стінової конструкції, (м<sup>2</sup>·К)/Вт, який визначають згідно з формулою (2);

$l_i$  – лінійний розмір (проекція) і-го лінійного теплопровідного включення, м;

$k_i$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі і-го лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К);

$\Psi_k$  – точковий коефіцієнт теплопередачі і-го точкового теплопровідного включення, Вт/К;

$N_k$  – загальна кількість і-их точкових теплопровідних включень, шт;

**Приклади розрахунків товщини теплоізоляційного шару для стінових огорожувальних конструкцій.**

**Приклад №1.** Розрахунок товщини теплоізоляційного шару з мінераловатних плит конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням у вигляді штукатурки (клас А згідно з ДБН В.2.6-33).

**Вихідні дані:**

В розрахунку прийнято типовий фрагмент фасаду будівлі – стінова панель з легкого бетону (керамзитобетону) розмірами 3,0 м × 3,75 м (висота × ширина), що по горизонталі та вертикалі примикає до аналогічних стінових панелей. Товщина стінової панелі складає 350 мм, теплоізоляційний шар передбачається влаштовувати з мінераловатних плит теплопровідністю 0,045 Вт/м·К густиною 125-135 кг/м<sup>3</sup> з опорядженням у вигляді штукатурки товщиною 10 мм. Мінераловатні плити кріпляться до несучої стіни за допомогою пластикових дюбелів з металевим стрижнем. Кількість дюбелів з розрахунку 8 од. на 1 м<sup>2</sup>. З внутрішньої сторони зовнішніх стін влаштовується цементно-піщана штукатурка товщиною 10 мм. Стінова панель має віконний проріз розмірами 1,5 м × 1,5 м. Температурна зона I,  $R_{q_{min}} = 3,3$  м<sup>2</sup>·К/Вт.

**1) Визначення опору теплопередачі термічно однорідної стіни.**

Із використанням вихідних даних, розрахункових значень теплофізичних характеристик згідно «додатку В» та коефіцієнтів тепловіддачі поверхонь згідно «додатку Б» визначаємо склад шарів стінової конструкції та їх характеристик за формулою (2) даних методичних вказівок, та зводимо дані до табл. 2.

Таблиця 2

Зведені дані складу шарів стінової конструкції та їх характеристик

Шари утепленої стіни	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Коефіцієнт теплопровідності в умовах «Б», $\lambda_i$ , Вт/(м·К)	Відношення $\delta_i / \lambda_i$
Штукатурка внутрішня (пісок, вапно, цемент)	0,01	0,87	0,011
Панель з легкого бетону (керамзитобетон щільністю 1200 кг/м <sup>3</sup> )	0,35	0,52	0,673
Теплоізоляційний шар (мінеральна вата густиною 125-135 кг/м <sup>3</sup> )	0,15	0,045	3,333
Штукатурка опоряджувальна (цементно-піщана)	0,01	0,93	0,011
			<b><math>1 / \alpha</math></b>
Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, $\alpha_в$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	8,7		0,115
Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, $\alpha_з$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	23		0,043
Опір теплопередачі (без урахування теплопровідних включень), $R_{\Sigma i}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт		<b><math>\Sigma</math></b>	<b>4,19</b>

**2) Визначення теплопровідних включень, обумовлених характерними особливостями стінової конструкції.** Із використанням



розрахункової теплопровідності матеріалу утеплювача та товщини теплоізоляції визначаємо значення лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі в залежності від типу стіни згідно довідкових «додатків Г і Д» за ДСТУ Б В.2.6-189:2013, та зводимо дані до табл. 3.

Таблиця 3

Зведені дані теплопровідних включень

Найменування теплопровідного включення	Вузол (додатки Г та Д - ДСТУ Б В.2.6-189:2013)	Довжина, $L_i$ , м	Кількість, $N_k$ , од.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, $k_i$ , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, $\psi_k$ , Вт/К
Віконний відкос в зоні перемички	14 (для 150 мм)	1,5	–	0,081	–
Віконний відкос в зоні підвіконня	15 (для 150 мм)	1,5	–	0,064	–
Віконний відкос в зоні рядового примикання	16 (для 150 мм)	3	–	0,071	–
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	Додаток Д 3	–	72	–	0,005

### 3) Визначення площ стінових елементів

- площа однорідної стіни визначається за наступною формулою:

$$F_t = F_{\text{фрагм}} - F_{\text{вік}} = 3,0 \text{ м} \times 3,75 \text{ м} - 1,5 \text{ м} \times 1,5 \text{ м} = 11,25 - 2,25 = 9 \text{ м}^2$$

де,  $F_{\text{фрагм}}$  – розмір фрагменту фасаду будівлі у вигляді стінової панелі, що по горизонталі та вертикалі примикає до аналогічних стінових панелей;  $F_{\text{вік}}$  – розмір віконного прорізу.

- загальна площа стінової конструкції визначається за наступною формулою:

$$F_{\Sigma} = F_t + P_{\text{вік}} \times d_{\text{відк}} = 9 + 6 \times 0,15 = 9,9 \text{ м}^2,$$

де,  $P_{\text{вік}}$  – периметр вікна, 6 м;  $d_{\text{відк}}$  – ширина внутрішнього відкосу, 0,15 м.

#### **4) Визначення приведенного опору теплопередачі стін. конструкції**

- *приведений опір теплопередачі конструкції* визначається за наступною формулою (3)

$$R_{\Sigma np} = \frac{9,9}{\frac{9}{4,19} + (1,5 \cdot 0,081 + 1,5 \cdot 0,064 + 3,0 \cdot 0,071) + (72 \cdot 0,005)} = \frac{9,9}{2,94} = 3,37, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Перевіряємо вимогу енергетичної ефективності при реконструкції та капітальному ремонті огорожувальних конструкцій за формулою (1):

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \min} = 3,37 \geq 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Оскільки нормативна вимога  $R_{\Sigma np} \geq R_{q \min}$  виконується, то товщину теплоізоляційного шару **150 мм** підбрано вірно.

У випадку, якщо вимога не виконуватиметься, необхідно збільшити товщину теплоізоляційного шару та повторити розрахунок.

**Приклад №2.** Розрахунок товщини теплоізоляційного шару зі спіненого полістиролу конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатуркою (клас А згідно з ДБН В.2.6-33)

#### **Вихідні дані:**

В розрахунок прийнято типовий фрагмент фасаду будівлі – стінова панель з силікатної цегли розмірами 3,0 м × 3,75 м (висота × ширина), що по горизонталі та вертикалі примикає до аналогічних стінових панелей. Товщина стінової панелі складає 510 мм, теплоізоляційний шар передбачається влаштовувати плитами зі спіненого полістиролу EPS-80 з теплопровідністю 0,040 Вт/м·К з опорядженням штукатуркою товщиною 10 мм. Плити спіненого полістиролу кріпляться до несучої стіни за допомогою пластикових дюбелів з пластиковим стрижнем. Кількість дюбелів з розрахунку 8 од. на 1 м<sup>2</sup>. З внутрішньої сторони зовнішніх стін влаштовується цементно-піщана штукатурка товщиною 10 мм. Стінова панель має віконний проріз розмірами 1,5 м × 1,5 м. Навколо вікон передбачені протипожежні пояси з мінераловатних плит з теплопровідністю 0,045 Вт/м·К з шириною 1,5 м та 1,9 м, а також товщиною в дві товщини основного утеплювача – 0,2 м. Температурна зона II,  $R_{q \min} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

**1) Визначення опору теплопередачі термічно однорідної стіни з теплоізоляційним шаром зі спіненого полістиролу.** Із використанням вихідних даних, розрахункових значень теплофізичних характеристик

згідно «додатку В» та коефіцієнтів тепловіддачі поверхонь згідно «додатку Б» визначаємо склад шарів стінової конструкції та їх характеристик за формулою (2) даних методичних вказівок, та зводимо дані до табл. 4.

Таблиця 4

Зведені дані складу шарів стінової конструкції та їх характеристик

Шари утепленої стіни	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Коефіцієнт теплопровідності в умовах «Б», $\lambda_i$ , Вт/(м·К)	Відношення $\delta_i / \lambda_i$
Штукатурка внутрішня (пісок, вапно, цемент)	0,01	0,87	0,011
Силікатна цегла	0,51	0,82	0,622
Теплоізоляційний шар (спінений полістирол EPS-80)	0,10	0,040	2,500
Штукатурка опоряджувальна (цементно-піщана)	0,01	0,93	0,011
			$1 / \alpha$
Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, $a_в$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	8,7		0,115
Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, $a_з$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	23		0,043
Опір теплопередачі (без урахування теплопровідних включень), $R_{\Sigma i}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт		$\Sigma$	<b>3,30</b>

**2) Визначення опору теплопередачі термічно однорідної стіни з теплоізоляційним шаром з мінераловатних плит густиною 135 кг/м<sup>3</sup> (протипожежні пояси навколо вікон).** Із використанням вихідних даних, розрахункових значень теплофізичних характеристик згідно «додатку В» та

коефіцієнтів тепловіддачі поверхонь згідно «додатку Б» визначаємо склад шарів стінової конструкції та їх характеристик за формулою (2) даних методичних вказівок, та зводимо дані до табл. 5.

Таблиця 5

Зведені дані складу шарів стінової конструкції та їх характеристик

Шари утепленої стіни	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Коефіцієнт теплопровідності в умовах «Б», $\lambda_i$ , Вт/(м·К)	Відношення $\delta_i / \lambda_i$
Штукатурка внутрішня (пісок, вапно, цемент)	0,01	0,87	0,011
Силікатна цегла	0,51	0,82	0,622
Теплоізоляційний шар (мінеральна вата густиною 135 кг/м <sup>3</sup> )	0,10	0,045	2,222
Штукатурка опоряджувальна (цементно-піщана)	0,01	0,93	0,011
			<b><math>1 / \alpha</math></b>
Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, $\alpha_v$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	8,7		0,115
Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, $\alpha_z$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	23		0,043
Опір теплопередачі (без урахування теплопровідних включень), $R_{ст}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт		<b><math>\Sigma</math></b>	<b>3,02</b>

**3) Визначення теплопровідних включень, обумовлених характерними особливостями стінової конструкції.** Із використанням розрахункової теплопровідності матеріалу утеплювача та товщини теплоізоляції визначаємо значення лінійних та точкових коефіцієнтів

теплопередачі в залежності від типу стіни згідно довідкових «додатків Г і Д» за ДСТУ Б В.2.6-189:2013, та зводимо дані до табл. 6.

Таблиця 6

Зведені дані теплопровідних включень

Найменування теплопровідного включення	Вузол (додатки Г та Д - ДСТУ Б В.2.6-189:2013)	Довжина, $L_i$ , м	Кількість, $N_k$ , од.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, $k_i$ , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, $\psi_k$ , Вт/К
Віконний відкос в зоні перемички	14 (для 150 мм)	1,5	–	0,081	–
Віконний відкос в зоні підвіконня	15 (для 150 мм)	1,5	–	0,059	–
Віконний відкос в зоні рядового примикання	16 (для 150 мм)	3	–	0,068	–
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	Додаток Д 3	–	72	–	0,0015

**4) Визначення площ стінових елементів**

- площа протипожежних поясів навколо вікна з утепленням мінеральною ватою визначається за наступною формулою:

$$F_{m/v} = (1,5 \times 0,2 + 1,9 \times 0,2) \times 2 = 1,36 \text{ м}^2$$

- площа однорідної стіни, утепленої спіненим полістиролом визначається за наступною формулою:

$$F_{ПС} = F_{фрагм} - F_{вік} - F_{m/v} = 3,0 \text{ м} \times 3,75 \text{ м} - 1,5 \text{ м} \times 1,5 \text{ м} - 1,36 \text{ м}^2 = 11,25 - 2,25 - 1,36 = 7,64 \text{ м}^2$$

де,  $F_{фрагм}$  – розмір фрагменту фасаду будівлі у вигляді стінової панелі, що по горизонталі та вертикалі примикає до аналогічних стінових панелей;  $F_{вік}$  – розмір віконного прорізу.

- загальна площа стінової конструкції визначається за наступною формулою:

$$F_{\Sigma} = F_{ПС} + F_{m/v} + P_{вік} \times d_{відк} = 7,64 + 1,36 + 6 \times 0,15 = 9,9 \text{ м}^2$$

де,  $P_{\text{вік}}$  – периметр вікна, 6 м;  $d_{\text{відк}}$  – ширина внутрішнього відкосу, 0,15 м.

### 5) Визначення приведенного опору теплопередачі стін. конструкції

- *приведений опір теплопередачі конструкції* визначається за наступною формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_t}{R_{\Sigma i}} + \frac{F_{\text{м/в}}}{R_{\text{см}}} + (\Sigma L_i * k_i) + (\Sigma \Psi_k * N_k)} =$$
$$= \frac{9,9}{\frac{7,64}{3,30} + \frac{1,36}{3,02} + (1,5 * 0,081 + 1,5 * 0,064 + 3,0 * 0,071) + (72 * 0,005)} = \frac{9,9}{3,289} = 3,01 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Перевіряємо вимогу енергетичної ефективності при реконструкції та капітальному ремонті огорожувальних конструкцій за формулою (1):

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q_{\text{min}}} = 3,01 \geq 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Оскільки нормативна вимога  $R_{\Sigma np} \geq R_{q_{\text{min}}}$  виконується, то товщину теплоізоляційного шару **100 мм** підбрано вірно.

У випадку, якщо вимога не виконуватиметься, необхідно збільшити товщину теплоізоляційного шару з мінеральної вати та спіненого полістиролу та повторити розрахунок.

### Список літератури

1. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель». - К.: Мінрегіон України, 2014.- 51с.
2. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель». – К.: Мінрегіон України 2017. - 31 с.
3. ДСТУ ISO 10211-2:2005 «Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплових потоків і поверхневих температур. Частина 2. Лінійні теплопровідні включення». – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2008. – 17 с.
4. ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною тепловою ізоляцією. Вимоги до проектування» -К.: Мінрегіон України, 2018.-19 с.
5. «Порядок дій учасників програми підтримки енергомодернізації багатоквартирних будинків «Енергодім» (редакція від 16 квітня 2020 року)». – К.: Фонд Енергоефективності, 2020. – 129 с.
6. Ратников Б.Е. Управление энергосбережением: Учебное пособие / Б.Е. Ратников, А.В. Чазов. - Екатеринбург: УГТУ, 1998. - 105 с.

7. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Основы экоразвития. Учебное пособие. - М.: Издательство Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова, 1994. - 312 с.
8. Суходоля О. М. Енергоефективність економіки в контексті національної безпеки: монографія / О. М. Суходоля. – К. : НАДУ, 2006. – 424 с.
9. Голуб А.А. Струкова Е.Б. Экономические методы управления природопользованием. -М.: Наука, 1993. -136 с.
10. Свидерская, О.В. Основы энергосбережения / О.В.Свидерская. - Минск: ТетраСистемс, 2008. – 176 с.
11. Энергосбережение // Вестник энергосбережения Южного Урала. - 2009. - 11. – С.15.

## ДОДАТОК А

## Таблиця А.1

ВАРІАНТИ

Найменування параметру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Варіант										
Температурна зона	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Розмір фрагмента, м	3,0x3,75	4,0x4,0	6,0x5,50	3,0x3,75	4,0x4,0	6,0x5,50	3,0x4,0	4,0x4,5	5,0x5,5	3,0x4,0
	4,0x4,0	6,0x5,50	3,0x3,75	4,0x4,0	6,0x5,50	3,0x3,75	4,0x4,5	5,0x5,5	3,0x4,0	4,0x4,5
	6,0x5,50	3,0x3,75	4,0x4,0	6,0x5,50	3,0x3,75	4,0x4,0	5,0x5,5	3,0x4,0	4,0x4,5	5,0x5,5
Товщина стінової панелі, мм	300 380	320 510	350 380	370 510	250 380	300 510	320 380	350 510	370 380	250 510
Теплопровідність мінераловатних плит, Вт/м·К	0,050	0,049	0,048	0,047	0,045	0,050	0,049	0,048	0,047	0,045
Теплопровідність спіненого полістиролу EPS-80, Вт/м·К	0,045	0,050	0,053	0,055	0,040	0,045	0,050	0,053	0,055	0,040
Розміри віконного прорізу, м	1,5x1,5	1,5x1,0	1,5x1,3	1,5x0,9	1,5x1,0	1,5x1,5	1,5x1,0	1,5x1,3	1,5x0,9	1,5x1,5
Товщина штукатурки, мм	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10



**ДОДАТОК Б**

**РОЗРАХУНКОВІ ЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОВІДДАЧІ**

Таблиця Б.1

Розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої  $\alpha_{в}$  та зовнішньої  $\alpha_{з}$  поверхонь огороджувальних конструкцій

№ поз.	Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м <sup>2</sup> К)	
		$\alpha_{в}$	$\alpha_{з}$
1	Зовнішні стіни, суміщені покриття, перекриття над проїздами	8,7	23
2	Перекриття над холодними підвалами, що межують з холодним повітрям	8,7	17
3	Горищні покриття та перекриття, перекриття над неопалювальними підвалами зі світловими прорізами у стінах, а також зовнішні стіни з вентиляваним повітряним прошарком, що вентилюються зовнішнім повітрям	8,7	12
4	Горищні перекриття та перекриття над неопалювальними підвалами та техпідпіллями, що не вентилюються зовнішнім повітрям	8,7	6
5	Вікна, двері балконні та входні, вітражі, зовнішні стіни з опорядженням світлопрозорими елементами	8,0	23
6	Зенітні ліхтарі	9,9	23

## ДОДАТОК В

## РОЗРАХУНКОВІ ТЕПЛОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Таблиця В.1

## Значення розрахункових теплофізичних характеристик

Ч.ч.	Назва матеріалу	Характеристика в сухому стані			Розрахунковий вміст води за масою в умовах експлуатації $w$ , %		Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				
		густина $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	питома теплоємність $c_0$ , кДж/(кг·К)	теплопровідність $\lambda_0$ , Вт/(м·К)	А	Б	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)		коефіцієнт теплозасвоєння $s$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)		коефіцієнт паропроникності $\mu$ , мг/(м·год·Па)
							А	Б	А	Б	А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>1. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ</b>											
<b>1.1 Волокнисті матеріали</b>											
1	Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна	30	0,84	0,039	0,5	1,0	0,046	0,050	0,29	0,31	0,55
		40	0,84	0,039	0,5	1,0	0,046	0,049	0,34	0,35	0,53
		50	0,84	0,038	0,5	1,0	0,044	0,048	0,37	0,39	0,52
		75	0,84	0,037	0,5	1,0	0,043	0,047	0,45	0,48	0,50
		100	0,84	0,038	0,5	1,0	0,044	0,048	0,53	0,56	0,47
		125	0,84	0,038	0,5	1,0	0,045	0,049	0,59	0,63	0,43
		150	0,84	0,039	0,5	1,0	0,048	0,050	0,67	0,69	0,38
		175	0,84	0,039	0,5	1,0	0,049	0,052	0,73	0,76	0,35
		200	0,84	0,040	0,5	1,0	0,050	0,053	0,79	0,83	0,31
		225	0,84	0,040	0,5	1,0	0,050	0,054	0,84	0,88	0,30
2	Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі скляного штапельного волокна	10	0,84	0,044	1	3	0,055	0,057	0,19	0,20	0,70
		15	0,84	0,040	1	3	0,050	0,052	0,22	0,23	0,65
		20	0,84	0,037	1	3	0,047	0,050	0,25	0,27	0,60
		35	0,84	0,035	1	3	0,044	0,047	0,31	0,34	0,53
		70	0,84	0,032	1	3	0,042	0,045	0,43	0,47	0,45

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>1.2 Полімерні матеріали</b>											
3	Вироби зі спіненого пінополістиролу	15	1,34	0,040	2	10	0,045	0,055	0,28	0,33	0,05
		25	1,34	0,038	2	10	0,043	0,053	0,34	0,40	0,05
		35	1,34	0,037	2	10	0,041	0,050	0,40	0,46	0,05
		50	1,34	0,034	2	10	0,040	0,045	0,46	0,53	0,05
4	Вироби із екструдованого пінополістиролу	30	1,45	0,034	0,5	1	0,035	0,036	0,34	0,34	0,008
		35	1,45	0,035	0,5	1	0,036	0,037	0,37	0,38	0,008
5	Вироби з жорсткого пінополіуретану	40	1,47	0,029	2	5	0,040	0,040	0,40	0,42	0,05
		60	1,47	0,035	2	5	0,041	0,041	0,53	0,55	0,05
		80	1,47	0,041	2	5	0,050	0,050	0,67	0,70	0,05
6	Плити з резольно-формальдегідного пінопласту	40	1,68	0,038	5	20	0,041	0,060	0,48	0,66	0,23
		50	1,68	0,041	5	20	0,050	0,064	0,59	0,77	0,23
		100	1,68	0,047	5	20	0,052	0,076	0,85	1,18	0,15
7	Вироби зі спіненої карбамідно-формальдегідної смоли	15	1,68	0,047	7	30	0,058	0,064	0,27	0,34	0,51
		25	1,68	0,043	7	30	0,063	0,074	0,36	0,47	0,42
		30	1,68	0,041	7	30	0,070	0,085	0,42	0,56	0,40
8	Вироби зі спіненого пінополіетилену	30	1,34	0,043	2	5	0,044	0,047	0,30	0,33	0,02
		50	1,34	0,039	2	5	0,042	0,045	0,38	0,41	0,02
9	Вироби зі спіненого хімічно зшитого пінополіетилену	30	1,34	0,038	2	5	0,042	0,043	0,38	0,40	0,02
<b>1.3 Вироби з природної органічної та неорганічної сировини</b>											
10	Вироби перлітофосфогельові	200	1,05	0,064	3	12	0,070	0,090	1,10	1,43	0,23
		300	1,05	0,076	3	12	0,080	0,120	1,43	2,02	0,20
11	Блоки полістиролбетонні стінові	200	1,06	0,065	4	8	0,070	0,080	1,12	1,28	0,12
		300	1,06	0,085	4	8	0,090	0,110	1,55	1,83	0,10
		600	1,06	0,145	4	8	0,175	0,200	3,07	3,49	0,068
12	Вироби теплоізоляційні перліто-цементні та перлітогіпсові	300	0,84	0,075	10	15	0,098	0,108	0,92	1,26	0,198
		450	0,84	0,086	10	15	0,118	0,202	1,89	2,63	0,18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	Вироби перлітобентонітові теплоізоляційні	250	0,84	0,072	10	15	0,083	0,091	1,38	1,55	0,20
		300	0,84	0,082	10	15	0,098	0,110	1,64	1,85	0,15
		400	0,84	0,110	10	15	0,140	0,160	2,26	2,59	0,10
14	Целюлозний утеплювач	35	0,84	0,039	14	20	0,045	0,048	0,41	0,45	0,35
		50	0,84	0,039	14	21	0,048	0,052	0,50	0,57	0,34
		65	0,84	0,041	15	22	0,052	0,056	0,60	0,68	0,34
		100	0,84	0,056	16	24	0,066	0,070	0,85	0,97	0,33
15	Вироби цементополістирольні	250	0,84	0,066	4	8	0,09	0,1	1,29	1,45	0,1
		300	0,84	0,076	4	8	0,10	0,11	1,53	1,74	0,095
		400	0,84	0,096	4	8	0,12	0,15	2,02	2,33	0,08
		500	0,84	0,116	4	8	0,14	0,19	2,53	2,95	0,070
		550	0,84	0,126	4	8	0,15	0,21	2,78	3,28	0,068
16	Вироби перлітобітумні теплоізоляційні	300	1,68	0,087	1	2	0,09	0,099	1,84	1,95	0,04
		400	1,68	0,111	1	2	0,12	0,13	2,45	2,59	0,04
17	Піноскло	120	0,84	0,045	0,5	1	0,053	0,054	0,63	0,65	0,002
18	Блоки кремнезитоцементні	300	0,84	0,073	3	6	0,08	0,086	1,30	1,43	0,29
		400	0,84	0,083	3	6	0,09	0,096	1,59	1,75	0,23
		500	0,84	0,093	3	6	0,10	0,11	1,87	2,1	0,17
19	Вироби з арболіту на портландцементі	300	2,30	0,07	10	15	0,11	0,14	2,56	2,99	0,30
		400	2,30	0,08	10	15	0,13	0,16	3,21	3,70	0,26
		600	2,30	0,12	10	15	0,18	0,23	4,63	5,43	0,11
		800	2,30	0,16	10	15	0,24	0,3	6,17	7,16	0,11
20	Плити теплоізоляційні очеретян	200	2,30	0,06	10	15	0,07	0,09	1,67	1,96	0,49
		300	2,30	0,07	10	15	0,09	0,14	2,31	2,99	0,45
21	Плити деревноволокнисті та деревностружкові	200	2,30	0,06	10	12	0,07	0,08	1,67	1,81	0,24
		400	2,30	0,08	10	12	0,11	0,13	2,95	3,26	0,19
		600	2,30	0,11	10	12	0,13	0,16	3,93	4,43	0,13
		800	2,30	0,13	10	12	0,19	0,23	5,49	6,13	0,12
		1000	2,30	0,15	10	12	0,23	0,29	6,75	7,7	0,12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

<b>1.4 Бетони теплоізоляційні</b>											
22	Бетони ніздрюваті	200	0,84	0,055	4	6	0,069	0,074	1,01	1,09	0,28
		250	0,84	0,065	4	6	0,078	0,088	1,20	1,32	0,28
		300	0,84	0,080	4	6	0,09	0,10	1,41	1,54	0,26
		350	0,84	0,090	4	6	0,10	0,12	1,60	1,83	0,24
23	Вермикулітобетон	400	0,84	0,09	8	13	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
		600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
		800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	0,12
<b>1.5 Матеріали теплоізоляційні засипні</b>											
24	Щебінь перлітовий	300	0,84	0,112	1	2	0,115	0,12	1,42	1,51	0,26
25	Гравій шлаковий	300	0,84	0,112	1	3	0,12	0,13	1,56	1,65	0,22
26	Щебінь шлаковий	350	0,84	0,162	1	3	0,17	0,19	2,00	2,16	0,21
27	Вермикулітова засипка	100	0,84	0,055	1	3	0,067	0,08	0,66	0,75	0,3
		150	0,84	0,060	1	3	0,074	0,098	0,84	1,02	0,26
		200	0,84	0,065	1	3	0,08	0,105	1,01	1,16	0,23
		250	0,84	0,070	2	3	0,09	0,11	1,20	1,39	0,20
28	Гравій керамзитовий	200	0,84	0,009	2	3	0,11	0,12	1,22	1,3	0,27
		300	0,84	0,11	2	3	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
		400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,14	1,87	1,99	0,24
		600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,19	2,62	2,83	0,23
		600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,2	2,62	2,91	0,23
		800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,23	3,36	3,6	0,21
29	Щебінь шлакопемзовий	400	0,84	0,12	2	3	0,14	0,16	1,94	2,12	0,26
		500	0,84	0,14	2	3	0,16	0,19	2,32	2,59	0,25
		600	0,84	0,15	2	3	0,18	0,21	2,70	2,98	0,24
		700	0,84	0,16	2	3	0,19	0,23	2,99	3,37	0,23
		800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,26	3,36	3,83	0,22
30	Крихта з піноскла	80	0,84	0,06	0,5	1,0	0,070	0,071	0,60	0,62	0,28
31	Пісок для будівельних робіт	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>1.6 Розчини теплоізоляційні</b>											
32	Розчини цементно-перлітові	600	0,84	0,14	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17
		800	0,84	0,16	7	12	0,21	0,26	3,73	4,51	0,16
		1000	0,84	0,21	7	12	0,26	0,30	4,64	5,42	0,15
33	Розчини гіпсоперлітові	400	0,84	0,09	6	10	0,13	0,15	2,03	2,35	0,53
		500	0,84	0,12	6	10	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
34	Розчини цементно-кремнезитові	200	0,84	0,063	4	8	0,072	0,08	1,03	1,17	0,35
		300	0,84	0,073	4	8	0,082	0,09	1,34	1,52	0,29
35	Розчини цементно-шлакові	1200	0,84	0,35	2	4	0,47	0,58	6,16	7,15	0,14
		1400	0,84	0,41	2	4	0,52	0,64	7,0	8,11	0,11
36	Розчини цементно-пінополістирольні	600	0,84	0,10	4	10	0,12	0,17	2,33	3,06	0,07
37	Вироби на основі перліту	320	0,84	0,076	5	8,5	0,091	0,095	1,49	1,63	0,1
		330	0,84	0,080	7,5	11,5	0,096	0,104	1,63	1,82	0,09
		370	0,84	0,096	3,5	7,0	0,107	0,115	1,69	1,87	0,07
		450	0,84	0,106	6,5	11	0,13	0,14	2,14	2,44	0,07
<b>2. КОНСТРУКЦИНО-ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ</b>											
<b>2.1 Бетони ніздрюваті</b>											
38	Бетони ніздрюваті	300	0,84	0,080	4	6	0,09	0,10	1,41	1,54	0,26
		350	0,84	0,090	4	6	0,10	0,12	1,60	1,83	0,24
		400	0,84	0,10	4	6	0,11	0,13	1,84	2,1	0,23
		500	0,84	0,12	4	6	0,15	0,16	2,38	2,48	0,20
		600	0,84	0,14	4	6	0,16	0,18	2,65	2,9	0,17
		700	0,84	0,18	6	8	0,24	0,27	3,66	3,98	0,16
		800	0,84	0,21	6	8	0,27	0,30	4,16	4,51	0,14
		900	0,84	0,24	6	8	0,33	0,36	4,82	5,23	0,12
		1000	0,84	0,29	8	12	0,38	0,44	5,72	6,59	0,11
		1100	0,84	0,34	10	15	0,45	0,51	6,74	7,74	0,1
		1200	0,84	0,38	10	15	0,49	0,55	7,37	8,48	0,09

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
39	Газо- та пінозобетон	1000	0,84	0,23	15	22	0,44	0,5	6,86	8,01	0,098
		1200	0,84	0,29	15	22	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
<b>2.2 Бетони легкі</b>											
40	Керамзитобетон на керамзитовому піску	600	0,84	0,16	5	10	0,20	0,26	3,03	3,78	0,26
		800	0,84	0,21	5	10	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
		1000	0,84	0,27	5	10	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
		1200	0,84	0,36	5	10	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
		1400	0,84	0,47	5	10	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098
		1600	0,84	0,58	5	10	0,67	0,79	9,06	10,77	0,09
		1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,5	12,33	0,09
41	Керамзитобетон на кварцовому піску з поризацією	800	0,84	0,23	4	8	0,29	0,35	4,13	4,9	0,075
		1000	0,84	0,33	4	8	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
		1200	0,84	0,41	4	8	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
42	Керамзитобетон на перлітовому піску	800	0,84	0,22	9	13	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
		1000	0,84	0,28	9	13	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
43	Керамзитшлакобетон	1000	0,84	0,25	4	8	0,33	0,41	5,06	5,91	0,15
44	Перлітобетон	600	0,84	0,12	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,3
		800	0,84	0,16	10	15	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
		1000	0,84	0,22	10	15	0,33	0,38	5,5	6,38	0,19
		1200	0,84	0,29	10	15	0,44	0,5	6,96	8,01	0,15
45	Шлакопемзобетон	1000	0,84	0,23	5	8	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
		1200	0,84	0,29	5	8	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
		1400	0,84	0,35	5	8	0,44	0,52	6,87	7,9	0,098
		1600	0,84	0,41	5	8	0,52	0,63	7,98	9,29	0,09
46	Бетон на доменних гранульованих шлаках	1200	0,84	0,35	5	8	0,47	0,52	6,57	7,31	0,11
		1400	0,84	0,41	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098
		1600	0,84	0,47	5	8	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
47	Бетон на зольному гравії	1000	0,84	0,24	5	8	0,30	0,35	4,79	5,48	0,12
		1200	0,84	0,35	5	8	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11
		1400	0,84	0,47	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>2.3 Вироби гіпсові</b>											
48	Плити з гіпсу	1000	0,84	0,23	4	6	0,29	0,35	4,62	5,28	0,11
		1200	0,84	0,35	4	6	0,41	0,47	6,01	6,7	0,1
49	Листи гіпсокартонні	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
<b>2.4 Вироби бетонні</b>											
50	Блоки кремнезитоцементні	700	0,84	0,2	4	8	0,21	0,23	3,28	3,63	0,19
		800	0,84	0,21	4	8	0,22	0,24	3,59	4,05	0,17
		1000	0,84	0,23	4	8	0,23	0,27	4,28	4,81	0,13
		1200	0,84	0,25	4	8	0,27	0,29	4,87	5,45	0,11
<b>2.5 Деревина та вироби з неї</b>											
51	Сосна та ялина поперек волокон	500	2,3	0,09	15	20	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
52	Сосна та ялина вздовж волокон	500	2,3	0,18	15	20	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
53	Дуб поперек волокон	700	2,3	0,10	10	15	0,18	0,23	5,0	5,86	0,05
54	Дуб вздовж волокон	700	2,3	0,23	10	15	0,35	0,41	6,9	7,83	0,3
55	Фанера клеєна	600	2,3	0,12	10	13	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
56	Картон облицювальний	1000	2,3	0,18	5	10	0,21	0,23	6,2	6,75	0,06
57	Картон будівельний багатошаровий	650	2,3	0,13	6	12	0,15	0,18	4,26	4,89	0,083
<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	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
59	Керамічної порожнистої густиною 1300 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-піщаному розчині	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
60	Керамічної порожнистої густиною 1000 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-піщаному розчині	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<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	0,88	0,31	1	2	0,37	0,43	5,06	5,91	0,15
62	3 блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 850 кг/м <sup>3</sup> (брутто)	1400	0,88	0,34	1	2	0,46	0,51	5,95	6,41	0,15
63	3 блоків кремнезитоцементних на вапняному розчині із сіпо-рового та кварцового піску	400	0,88	0,085	3	6	0,09	0,092	1,62	1,74	0,22
<b>3. МАТЕРІАЛИ КОНСТРУКЦІЙНІ</b>											
<b>3.1 Бетони конструкційні</b>											
64	Залізобетон	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03
65	Бетон на гравії або щебені з природного каменю	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03
<b>3.2 Розчини будівельні</b>											
66	Розчин вапняно-піщаний	1600	0,84	0,47	2	4	0,70	0,81	8,69	9,76	0,12
67	Розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,70	0,87	8,95	10,42	0,098
68	Розчин цементно-піщаний	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,6	11,09	0,09
<b>3.3 Облицювання природним каменем та керамічною плиткою</b>											
69	Плити та вироби з природного каменю: граніт, гнейс та базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
70	мармур	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
71	вапняк	1600	0,88	0,58	2	3	0,73	0,81	9,06	9,75	0,09
		1800	0,88	0,70	2	3	0,93	1,05	10,85	11,77	0,075
		2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	12,77	13,7	0,06
72	туф	1000	0,88	0,21	3	5	0,24	0,29	4,2	4,8	0,11
		1200	0,88	0,27	3	5	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	туф	1600	0,88	0,41	3	5	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
		1800	0,88	0,56	3	5	0,7	0,81	9,61	10,76	0,083
		2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
73	Плити керамічні для підлоги	2000	0,88	0,89	3	5	0,96	1,1	11,63	12,55	0,06
<b>3.4 Кладка цегляна з повнотілої цегли</b>											
74	Керамічної звичайної на цементно-піщаному розчині	1800	0,88	0,56	1	2	0,70	0,81	9,2	10,12	0,11
75	Керамічної звичайної на цементно-шлаковому розчині	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12
76	Керамічної звичайної на цементно-перлітовому розчині	1600	0,88	0,47	2	4	0,58	0,70	8,08	9,23	0,15
77	Силікатної на цементно-піщаному розчині	1800	0,88	0,70	2	4	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11
78	Трепельної на цементно-піщаному розчині	1000	0,88	0,29	2	4	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23
		1200	0,88	0,35	2	4	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
79	Шлакової на цементно-піщаному розчині	1500	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,70	8,12	8,76	0,11
<b>3.5 Матеріали покрівельні, гідроізоляційні, пароізоляційні та покриття полімерні для підлог</b>											
80	Листи азбестоцементні	1600	0,84	0,23	2	3	0,35	0,41	6,14	6,8	0,03
		1800	0,84	0,35	2	3	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03
81	Матеріали бітумні, бітумно-полімерні покрівельні та гідроізоляційні	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	4,56	4,56	0,008
		1200	1,68	0,22	0	0	0,22	0,22	5,69	5,69	0,008
		1400	1,68	0,27	0	0	0,27	0,27	6,8	6,8	0,008
82	Асфальтобетон	2100	1,68	1,05	0	0	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008
83	Руберойд, пергамін	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	3,53	3,53	0,001
84	Мембрана ПВХ	1000	1,47	0,23	0	0	0,23	0,23	5,87	5,87	0,00011
85	Пароізоляційна плівка	1600	1,47	0,3	0	0	0,3	0,3	8,56	8,56	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
86	Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	1600	1,47	0,33	0	0	0,33	0,33	7,52	7,52	0,002
		1800	1,47	0,38	0	0	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
87	Лінолеум полівінілхлоридний на тканинній основі	1400	1,47	0,23	0	0	0,23	0,23	5,87	5,87	0,002
		1600	1,47	0,29	0	0	0,29	0,29	7,05	7,05	0,002
88	Лінолеум полівінілхлоридний багат шаровий та одношаровий без підоснови	800	1,47	0,17	0	0	0,17	0,17	3,32	3,32	0,002
		1200	1,47	0,21	0	0	0,21	0,21	4,51	4,51	0,02
<b>3.6 Метали та скло</b>											
89	Сталь арматурна	7850	0,482	58	0	0	58	58	126,5	126,5	0
90	Чавун	7200	0,482	50	0	0	50	50	112,5	112,5	0
91	Алюміній	2600	0,84	221	0	0	221	221	187,6	187,6	0
92	Латунь, мідь	8500	0,42	407	0	0	407	407	326	326	0
93	Скло віконне	2500	0,84	0,76	0	0	0,76	0,76	10,79	10,79	0
<p><b>Примітка.</b> Для будівельних матеріалів, що не увійшли до таблиці, розрахункові значення теплофізичних характеристик необхідно визначати експериментально згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-182.</p>											

Навчально–методичне видання

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В БУДІВНИЦТВІ**

Методичні вказівки  
до практичних занять для студентів  
спеціальності 192 «Будівництво і цивільна інженерія»  
спеціалізації 192.04 «Технологія будівельних  
конструкцій, виробів і матеріалів»

Укладачі **ГОЦ** Володимир Іванович

**ЛАСТІВКА** Олесь Васильович