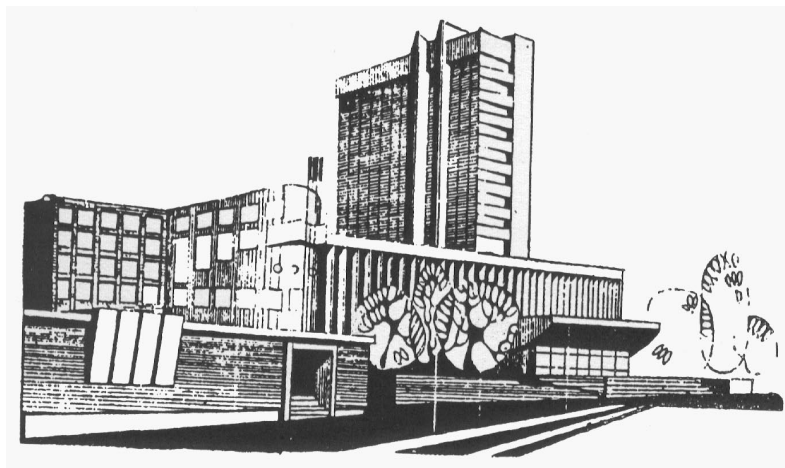


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД

«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ І КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З
ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ РОЗРОБКИ ПРОЕКТІВ
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СТУПЕНЯ МАГІСТРА СПЕЦІАЛЬНОСТІ
192 «БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ»
ОСВІТНЬО-НАУКОВОЇ ПРОГРАМИ «ЕНЕРГОАУДИТ ТА
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В БУДІВНИЦТВІ»
ДЕННОЇ, ЗАОЧНОЇ ТА ДИСТАНЦІЙНОЇ
ФОРМ НАВЧАННЯ

Дніпро
2021

Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Основи розробки проектів підвищення енергоефективності будівель» для студентів ступенів магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної програми «Енергоаудит та енергоефективність в будівництві» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Укладачі: Юрченко Є.Л., Коваль О.О., Нікіфорова Т.Д., Пригорницька К.В. – Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2021.– 36 с.

Методичні вказівки містять рекомендації щодо підготовки, виконання та захисту практичної роботи здобувачами вищої освіти на здобуття кваліфікаційного рівня «магістр з будівництва та цивільної інженерії».

Наведені принципи виконання практичної роботи відповідно до специфіки функцій кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій та спеціалізації «Енергоаудит та енергоефективність в будівництві».

Укладачі: Юрченко Є.Л., кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА.
Коваль О.О., кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА.
Нікіфорова Т.Д., доктор технічних наук, професор кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА.
Пригорницька К.В. студент групи ЕМ-19 м н.

Відповідальний за випуск: Коваль О.О., кандидат технічних наук, професор кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА.

Рецензент: Конопляник О.Ю., кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА.

Затверджено на засіданні кафедри
залізобетонних і кам'яних
конструкцій ДВНЗ ПДАБА
Протокол №9 від 23.03.2021
В.о завідувача кафедри
Конопляник О.Ю.

Затверджено на засіданні
Президії методичної ради
ДВНЗ ПДАБА
Протокол №4(146) від 06.04.21.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. Мета та завдання.....	4
2. Загальні положення.....	4
Розрахунок приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін	5
3. Опір теплопередачі термічно однорідної стіни визначається за допомогою умовної побудови складу матеріалів стіни та їх товщин.....	6
4. Визначення теплопровідних включень, обумовлених характерними особливостями стінової конструкції.....	6
5. Приклади розрахунків товщини теплоізоляційного шару для стінових огорожувальних конструкцій	8
<i>Приклад №1.</i>	8
<i>Приклад №2.</i>	11
<i>Приклад №3.</i>	14
Література.....	17
Додаток А	18
Додаток Б.....	19
Додаток В	20
Додаток Г.....	30
Додаток Д	34

ВСТУП

При проектуванні житлових та громадських будинків та деяких видів споруд в сучасних умовах 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 мають використовуватися різні системи теплової ізоляції конструкцій.

Застосовувані на даний час системи зовнішнього утеплення стін будинків можна розділити на:

- системи утеплення із оштукатурюванням фасадів (зовнішня теплоізоляція «мокрого» типу);
- системи утеплення із захисно-декоративним екраном «вентильовані фасади»;
- системи утеплення з облицюванням цеглою або іншими дрібними матеріалами.

Теплотехнічні властивості огорожень повинні забезпечувати нормативний температурно-вологісний режим у приміщенні, допустиму величину коливань температури на внутрішній поверхні при температурних змінах зовнішнього повітря.

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.

Розрахунок виконується з урахуванням підвищених нормативів опору теплопередачі зовнішніх конструкцій, що огорожують, відповідно 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.

В даних методичних вказівках розглядаються загальні положення із забезпечення теплоізоляційних показників стінових конструкцій будівель і споруд.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ

Методичні вказівки до виконання практичної роботи мають на меті:

- продемонструвати послідовність розрахунку приведенного опору теплопередачі стінових огорожувальних конструкцій;
- показати приклади розрахунку різних типів утеплення;

Завдання даних методичних вказівок навчити студентів методиці розрахунку приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій та товщини теплоізоляційного шару та вміння використовувати дану інформацію у майбутніх роботах.

2. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

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

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \min} \quad (1)$$

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

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

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

В ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» встановлюється мінімально допустимі значення приведенного опору теплопередачі, які для непрозорих огорожувальних конструкцій наразі складають (табл. 1):

Таблиця 1

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель $R_{q \min}$

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	6,0	5,5
3	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 наведеною нижче, Рис.1.



Рис.1 Карта-схема температурних зон України

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

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.

3. 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 (обов'язково в умовах експлуатації «Б») з врахуванням зовнішнього та внутрішнього коефіцієнту тепловіддачі і визначають термічний опір однорідної стінової конструкції

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

тут α_{Σ} та α_z – коефіцієнти тепловіддачі, відповідно, внутрішньої та зовнішньої поверхні стіни, Вт/м²·К, приймаються за Додатком Б ДСТУ Б В.2.6-189:2013, або за Додатком Б методичних вказівок;

δ_i – товщини шарів стінової конструкції, м;

λ_i – коефіцієнти теплопровідності в умовах експлуатації Б матеріалів відповідних шарів стінової конструкції, Вт/(м·К), приймаються за Додатком А ДСТУ Б В.2.6-189:2013, або за Додатком В методичних вказівок.

В проектному складі стінової конструкції, яка підлягає утепленню, одним з **зовнішніх** шарів передбачається шар теплоізоляційного матеріалу. При виборі типу теплоізоляційного матеріалу необхідно звернути увагу на технічні вимоги Фонду до теплоізоляційних матеріалів (в тому числі, до теплопровідності), зазначені в **Додатку 2 до Порядку дій** учасників Програми підтримки енергомодернізації багатоквартирних будинків «ЕНЕРГОДІМ».

4. ВИЗНАЧЕННЯ 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:

«При визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару згідно з умовою (1) враховують лише термічний вплив теплопровідних включень, що є характерними особливостями відповідного типу непрозорії огорожувальної конструкції. Термічний вплив теплопровідних включень, що визначаються конструктивними особливостями всієї будівлі, при визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару не враховують. Даний термічний

вплив враховують при визначенні енергопотреб для опалення та охолодження згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790.»

Примітка 1. Теплопровідними включеннями, що відносяться до відповідного типу непрозорої огорожувальної конструкції, є: з'єднувальні елементи, дюбелі, кронштейни, закладні деталі, арматурні сітки, віконні відкоси, стики між елементами непрозорої огорожувальної конструкції, елементи жорсткості тощо.

Примітка 2. До теплопровідних включень, що визначаються конструктивними особливостями будівлі, відносяться міжповерхові та балконні перекриття, колони, пілони, кутові примикання тощо.

Це означає, що для розрахунку приведенного опору теплопередачі конструкції та визначенні необхідної товщини утеплювача достатньо обрати типовий фрагмент огорожувальної конструкції, що для зовнішньої стіни включає найпоширеніший тип віконних прорізів на фасаді будівлі. Кутові сполучення стін, плити балконів та міжповерхових перекриттів – в розрахунку приведенного опору теплопередачі непрозорої конструкції **не використовуються**, а додаються на етапі розрахунку **енергопотреби будівлі в цілому** та враховуються додатковою складовою до коефіцієнту теплопередачі непрозорої конструкції.

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 (ψ_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.

Примітка: в Додатку Г ДСТУ Б В.2.6-189:2013 найближчі вузли примикання віконних конструкцій до стін типових багатоповерхових будівель з шаром утеплення – це вузли 14-16 (для фасадних систем класу А) та 17-19 (для фасадних систем класу Б), або Додаток Д Методичних вказівок.

Якщо геометричні параметри стінових вузлів, що розраховуються, значно відрізняються від наведених в Додатку Г ДСТУ Б В.2.6-189:2013, то допускається знайти більш схожі аналоги вузлів за ДСТУ ISO 14683:2007 «Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Лінійний коефіцієнт теплопередавання. Спрощені методики розраховування та стандартні значення», або провести розрахунок двомірних температурних полів та визначити лінійні коефіцієнти теплопередачі для конкретних випадків за ДСТУ ISO 10211-2:2005 «Теплопровідні включення в будівельних конструкціях».

Обчислення теплових потоків і поверхневих температур. Частина 2. Лінійні теплопровідні включення».

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

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} \quad (3)$$

Ще одним важливим нюансом формули розрахунку приведенного опору теплопередачі є те, що в загальну площу стінової конструкції F_{Σ} (в чисельнику) має бути включена площа внутрішніх відкосів віконних та дверних прорізів. Це обумовлено тим, що вони також збільшують площу поверхні, через яку відбуваються тепловтрати зсередини кондиціонованого (опалювального) простору.

У випадку наявності різних типів однорідних ділянок стіни в знаменнику наводиться сума їх площ (F_i , м²) поділених на відповідні опори теплопередач цих ділянок ($R_{\Sigma i}$, м²·К/Вт), розраховані згідно п. 1.1.

Для проектного розрахунку приведенного опору теплопередачі зазвичай приймається типовий фрагмент стіни будівлі, що містить характерні типи однорідних ділянок стіни та типові поширені теплопровідні включення (наприклад, вікно та/або балконні двері з характерними розмірами, проектна кількість та тип точкових кріплень на визначеному фрагменті фасаду).

Розрахунок краще виконувати за допомогою програмного забезпечення, яке дозволить швидко перераховувати результат у відповідності до змін вхідних даних (при підборі товщини теплоізоляційного шару).

5. ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКІВ ТОВЩИНИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО ШАРУ ДЛЯ СТІНОВИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Приклад №1. Розрахунок товщини теплоізоляційного шару з мінераловатних плит конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатуркою (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/м³ з опорядженням штукатуркою товщиною 10 мм. Мінераловатні плити кріпляться до несучої стіни за допомогою пластикових дюбелів з металевим стрижнем. Кількість дюбелів з розрахунку 8 од. на 1 м². З внутрішньої сторони зовнішніх стін влаштовується цементно-піщана штукатурка товщиною 10 мм. Стінова панель має віконний проріз розмірами

1,5 м × 1,5 м. Загальна площа непрозорої частини фрагмента фасаду дорівнює 9 м². Температурна зона I, $R_{q\ min} = 3,3\ \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

1) Визначення опору теплопередачі термічно однорідної стіни

Проводимо за формулою (2) з врахуванням складу шарів стінової конструкції та їх характеристик (прийнятих за Додатком А ДСТУ Б В.2.6-189:2013, або Додатком В Методичних вказівок) та зводимо данні до табл. 2.

Таблиця 2

Зведені дані складу шарів стінової конструкції та їх характеристик

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

2) Визначення теплопровідних включень, обумовлених характерними особливостями обраного фрагмента стінової конструкції (обраних за довідковими додатками Г і Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013, або Додатки Г і Д Методичних вказівок, в залежності від типу стіни, розрахункової теплопровідності матеріалу утеплювача та товщини теплоізоляції)(табл.3).

Зведені дані теплопровідних включень

Найменування теплопровідного включення	Вузол (Додатки Г та Д ДСТУ-189)	Довжина, L_j , м	Кількість, N_k , од.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k_j , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ_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 (в знаменнику формули)

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

- загальна площа стінової конструкції (в чисельнику формули)

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

тут $P_{вік}$ – периметр вікна, 6 м;

$d_{відк}$ – ширина внутрішнього відкосу, 0,15 м.

4) Визначення приведенного опору теплопередачі стінової конструкції

За формулою (3) визначаємо приведений опір теплопередачі конструкції:

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

Оскільки нормативна вимога (1) $R_{\Sigma пр} \geq R_{q \text{ min}}$ 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 розрахунку 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 м². 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 шириною в дві товщини основного утеплювача. Загальна площа непрозорої частини фрагмента фасаду дорівнює 9 м². Температурна зона II, $R_{q\min} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

1) *Визначення опору теплопередачі термічно однорідної стіни з теплоізоляційним шаром зі спіненого полістиролу* проводимо за формулою (2) з врахуванням складу шарів стінової конструкції та їх характеристик (прийнятих за Додатком А ДСТУ Б В.2.6-189:2013 або Додатком В Методичних вказівок))(табл.4).

Таблиця 4

Зведені дані складу шарів стінової конструкції та їх характеристик

Шари утепленої стіни	Товщина шару, δ_i , м	Коефіцієнт теплопровідності в умовах «Б», λ_i , Вт/м·К	Відношення δ_i / λ_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, $\alpha_в$, Вт/м ² ·К	8,7		0,115
Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, $\alpha_з$, Вт/м ² ·К	23		0,043

Шари утепленої стіни	Товщина шару, δ_i , м	Коефіцієнт теплопровідності в умовах «Б», λ_i , Вт/м·К	Відношення δ_i / λ_i
Опір теплопередачі (без урахування теплопровідних включень), R_{ct} , м ² ·К/Вт		Σ	3,30

2) Визначення опору теплопередачі термічно однорідної стіни з теплоізоляційним шаром з мінераловатних плит густиною 135 кг/м³ (протипожежні пояси навколо вікон)

Проводимо за формулою (2) з врахуванням складу шарів стінової конструкції та їх характеристик (прийнятих за Додатком А ДСТУ Б В.2.6-189:2013 або Додатком В Методичних вказівок)) (табл.5).

Таблиця 5

Зведені дані складу шарів стінової конструкції та їх характеристик

Шари утепленої стіни	Товщина шару, δ_i , м	Коефіцієнт теплопровідності в умовах «Б», λ_i , Вт/м·К	Відношення δ_i / λ_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 ³)	0,10	0,045	2,222
Штукатурка опоряджувальна (цементно-піщана)	0,01	0,93	0,011
			$1 / \alpha$
Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, α_6 , Вт/м ² ·К	8,7		0,115
Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, α_3 , Вт/м ² ·К	23		0,043
Опір теплопередачі (без урахування теплопровідних включень), R_{ct} , м ² ·К/Вт		Σ	3,02

3) Визначення теплопровідних включень, обумовлених характерними особливостями обраного фрагмента стінової конструкції (обраних за довідковими додатками Г і Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 або Додатки Г і Д

Методичних вказівок в залежності від типу стіни, розрахункової теплопровідності матеріалу утеплювача та товщини теплоізоляції)(табл.6).

Таблиця 6

Зведені дані теплопровідних включень

Найменування теплопровідного включення	Вузол (Додатки Г та Д ДСТУ-189)	Довжина, L_j , м	Кількість, N_k , од.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k_j , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ_k , Вт/К
Віконний відкос в зоні перемички	14 (для 120 мм)	1,5	—	0,081	—
Віконний відкос в зоні підвіконня	15 (для 120 мм)	1,5	—	0,059	—
Віконний відкос в зоні рядового примикання	16 (для 120 мм)	3	—	0,068	—
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	Додаток Д 4	—	72	—	0,0015

4) Визначення площ стінових елементів

- площа протипожежних поясів навколо вікна з утепленням мінеральною ватою (в знаменнику формули)

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

- площа однорідної стіни, утепленої спіненим полістиролом (в знаменнику формули)

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

- загальна площа стінової конструкції (в чисельнику формули)

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

тут $P_{вік}$ – периметр вікна, 6 м;

$d_{відк}$ – ширина внутрішнього відкосу, 0,15 м.

5) Визначення приведенного опору теплопередачі стінової конструкції

За формулою (3) визначаємо приведений опір теплопередачі конструкції

$$R_{\Sigma np} = \frac{9,9}{\frac{1,64}{8,80} + \frac{2,56}{8,02} + (1,5 \cdot 0,081 + 1,5 \cdot 0,059 + 3 \cdot 0,068) + (72 \cdot 0,0015)} = \frac{9,9}{3,289} = 3,01 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Оскільки нормативна вимога (1) $R_{\Sigma np} \geq R_{q \min}$ виконується, то товщину теплоізоляційних шарів **100 мм** підібрано вірно.

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

Приклад №3. Розрахунок товщини теплоізоляційного шару з мінераловатних плит* конструкції фасадної теплоізоляції з вентильованим фасадом (клас Б згідно з ДБН В.2.6-33).

Примітка: в конструкціях з вентильованим фасадом допускається застосування теплоізоляційного шару тільки групи горючості НГ.

Вихідні дані:

В розрахунок прийнято типовий фрагмент фасаду будівлі – Стінова двошарова панель 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 0,041 Вт/м·К густиною 80 кг/м³. Мінераловатні плити кріпляться до несучої стіни за допомогою пластикових дюбелів з металевим стрижнем. Несучі елементи підсистеми вентильованого фасаду кріпляться до стінової панелі з розрахунку 2 од. на 1 м². Кількість дюбелів з розрахунку 8 шт. на 1 м². З внутрішньої сторони зовнішніх стін влаштовується цементно-піщана штукатурка товщиною 10 мм. Стінова панель має віконний проріз розмірами 1,5 м × 1,5 м. Загальна площа непрозорої частини фрагмента фасаду дорівнює 9 м². Температурна зона I, $R_{q \min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

1) Визначення опору теплопередачі термічно однорідної стіни

Проводимо за формулою (2) з врахуванням складу шарів стінової конструкції та їх характеристик (прийнятих за Додатком А ДСТУ Б В.2.6-189:2013 або Додатком В Методичних вказівок))(табл.7).

Таблиця 7

Зведені дані складу шарів стінової конструкції та їх характеристик

Шари утепленої стіни	Товщина шару, δ_i , м	Коефіцієнт теплопровідності в умовах «Б», λ_i , Вт/м·К	Відношення δ_i / λ_i
Теплоізоляційний шар (мінеральна вата густиною 80 кг/м ³)	0,15	0,041	3,659
Несучий шар панелі (з важкого бетону щільністю 2300 кг/м ³)	0,20	1,86	0,108
Легкий теплоізоляційний шар панелі (з керамзитобетону щільністю 800 кг/м ³)	0,15	0,35	0,429
Штукатурка внутрішня (пісок, вапно, цемент)	0,01	0,87	0,011
			$1 / \alpha$
Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, α_v , Вт/м ² ·К	8,7		0,115
Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, α_z , Вт/м ² ·К	12		0,083
Опір теплопередачі (без урахування теплопровідних включень), R_{cm} , м ² ·К/Вт		Σ	4,40

2) Визначення теплопровідних включень, обумовлених характерними особливостями обраного фрагмента стінової конструкції (обраних за довідковими додатками Г і Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 або Додатки Г і Д Методичних вказівок в залежності від типу стіни, розрахункової теплопровідності матеріалу утеплювача та товщини теплоізоляції)(табл.8).

Зведені дані теплопровідних включень

Найменування теплопровідного включення	Вузол (Додатки Г та Д ДСТУ-189)	Довжина, L_j , м	Кількість, N_k , од.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k_j , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ_k , Вт/К
Віконний відкос в зоні перемички	17 (для 150 мм)	1,5	—	0,063	—
Віконний відкос в зоні підвіконня	18 (для 150 мм)	1,5	—	0,035	—
Віконний відкос в зоні рядового примикання	19 (для 150 мм)	3	—	0,049	—
Несучі кронштейни для кріплення елементів підсистеми вентиляваного фасаду	Додаток Д 1	—	18	—	0,015
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	Додаток Д 3	—	72	—	0,005

3) Визначення площ стінових елементів

- площа однорідної стіни (в знаменнику формули)

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

- загальна площа стінової конструкції (в чисельнику формули)

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

тут $P_{вік}$ – периметр вікна, 6 м;

$d_{відк}$ – ширина внутрішнього відкосу, 0,15 м.

4) Визначення приведенного опору теплопередачі стінової конструкції
За формулою (3) визначаємо приведений опір теплопередачі конструкції

$$R_{\Sigma пр} = \frac{9,9}{\frac{9}{4,40} + (1,5 \cdot 0,063 + 1,5 \cdot 0,035 + 3 \cdot 0,049) + (18 \cdot 0,015 + 72 \cdot 0,005)} = \frac{9,9}{2,96} = 3,34 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Оскільки нормативна вимога (1) $R_{\Sigma np} \geq R_{q min}$ виконується, то товщину теплоізоляційного шару **150 мм** підбрано вірно.

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

ЛІТЕРАТУРА

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.

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 α_v та зовнішньої α_z поверхонь огорожувальних конструкцій

№ поз.	Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ² К)	
		α_v	α_z
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 вентиляльованим 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 вхідні, 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 вологи за масою в умовах експлуатації w, %		Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				
		густина ρ_0 , кг/м ³	питома теплоємність c_0 , кДж/(кг·К)	теплопровідність λ_0 , Вт/(м·К)			теплопровідність λ_p , Вт/(м·К)		коефіцієнт теплоспоживання s , Вт/(м ² ·К)		коефіцієнт паропроникності μ , мг/(м·год·Па)
					А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ											
1.1 Волокнисті матеріали											
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
1.2 Полімерні матеріали											
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
1.3 Вироби з природної органічної та неорганічної сировини											
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

Продовження таблиці В.1

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
1.4 Бетони теплоізоляційні											
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
1.5 Матеріали теплоізоляційні засипні											
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
1.6 Розчини теплоізоляційні											
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
2 КОНСТРУКЦИНО-ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ											
2.1 Бетони ніздрюваті											
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 пінозолобетон	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
2.2 Бетони легкі											
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	Керамзитошлакобетон	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
2.3 Вироби гіпсові											
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
2.4 Вироби бетонні											
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
2.5 Деревина та вироби з неї											
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
2.6 Цегляна кладка з порожнистої цегли											
58	Керамічної порожнистої густиною 1400 кг/м³ (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/м³ (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/м³ (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
2.7 Кладка з виробів бетонних											
61	3 блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 800 кг/м ³ (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 ³ (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
3 МАТЕРІАЛИ КОНСТРУКЦІЙНІ											
3.1 Бетони конструкційні											
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
3.2 Розчини будівельні											
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
3.3 Облицювання природним каменем та керамічною плиткою											
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
		1400	0,88	0,33	3	5	0,43	0,52	6,64	7,6	0,098

Продовження таблиці В.1

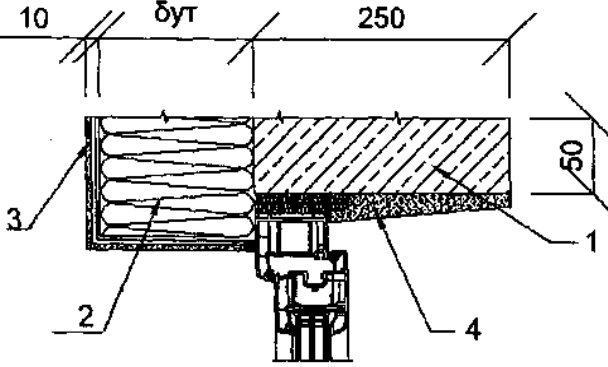
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	туф	1600	0,88	0,41	3	5	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
		1800	0,88	0,56	3	5	0,7	0,81	9,61	10,76	0,083
		2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
73	Плити керамічні для підлоги	2000	0,88	0,89	3	5	0,96	1,1	11,63	12,55	0,06
3.4 Кладка цегляна з повнотілої цегли											
74	Керамічної 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
3.5 Матеріали покрівельні, гідроізоляційні, пароізоляційні та покриття полімерні для підлог											
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

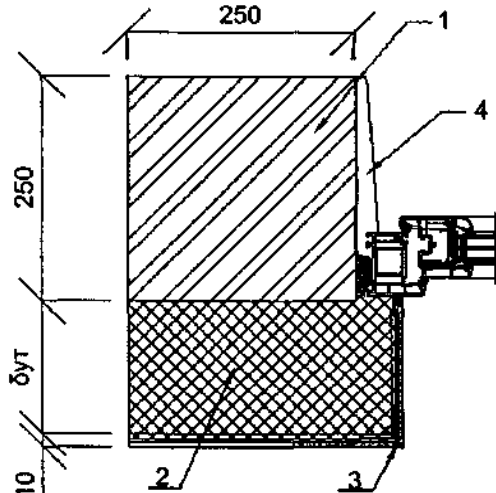
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
86	Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	1600	1,47	0,33	0	0	0,33	0,33	7,52	7,52	0,002
		1800	1,47	0,38	0	0	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
87	Лінолеум полівінілхлоридний на тканинній основі	1400	1,47	0,23	0	0	0,23	0,23	5,87	5,87	0,002
		1600	1,47	0,29	0	0	0,29	0,29	7,05	7,05	0,002
88	Лінолеум полівінілхлоридний багатошаровий 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
3.6 Метали та скло											
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	042	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
Примітка. Для будівельних матеріалів, що не увійшли до таблиці, розрахункові значення теплофізичних характеристик необхідно визначати експериментально згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-182.											

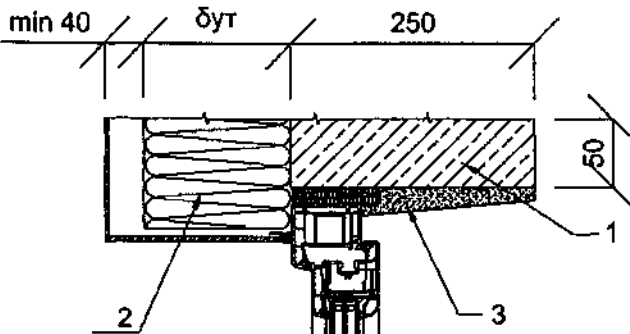
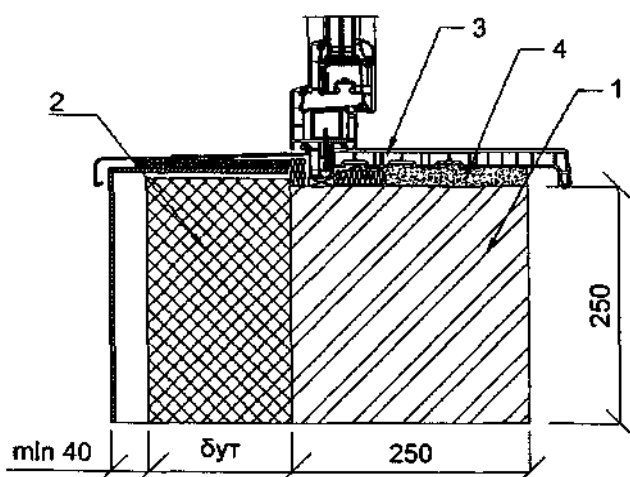
ЛІНІЙНІ КОЕФІЦІЄНТИ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

Таблиця Г.1

Значення лінійних коефіцієнтів теплопередачі лінійних теплопровідних включень

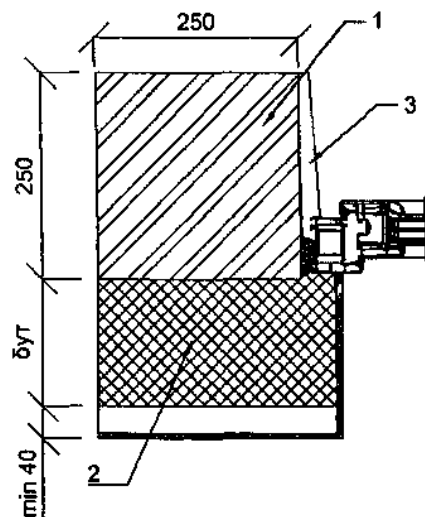
Ч.ч.	Тип теплопровідного включення, його характеристики	Лінійний коефіцієнт теплопередачі k , Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
		розрахункова теплопровідність λ , Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції δ_{yt}		
1	2	3	4	5	6
14	Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з опорядженням штукатуркою в зоні перемички				
			120 мм	150 мм	180 мм
	 1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.	0,045±0,005	0,081	0,081	0,08

16	Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з опорядженням штукатуркою в зоні рядового сполучення			
	1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.		120 мм	150 мм
		0,045±0,005	0,068	0,071
			180 мм	0,073

17	Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з вентиляльованим повітряним прошарком в зоні перемички				
			150 мм	200 мм	250 мм
 1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.		0,045±0,005	0,063	0,062	0,062
18	Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з вентиляльованим повітряним прошарком у зоні підвіконня				
			150 мм	200 мм	250 мм
 1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – ПВХ підвіконня; 4 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.		0,045±0,005	0,035	0,041	0,046

19

Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з вентиляльованим повітряним прошарком у зоні рядового сполучення



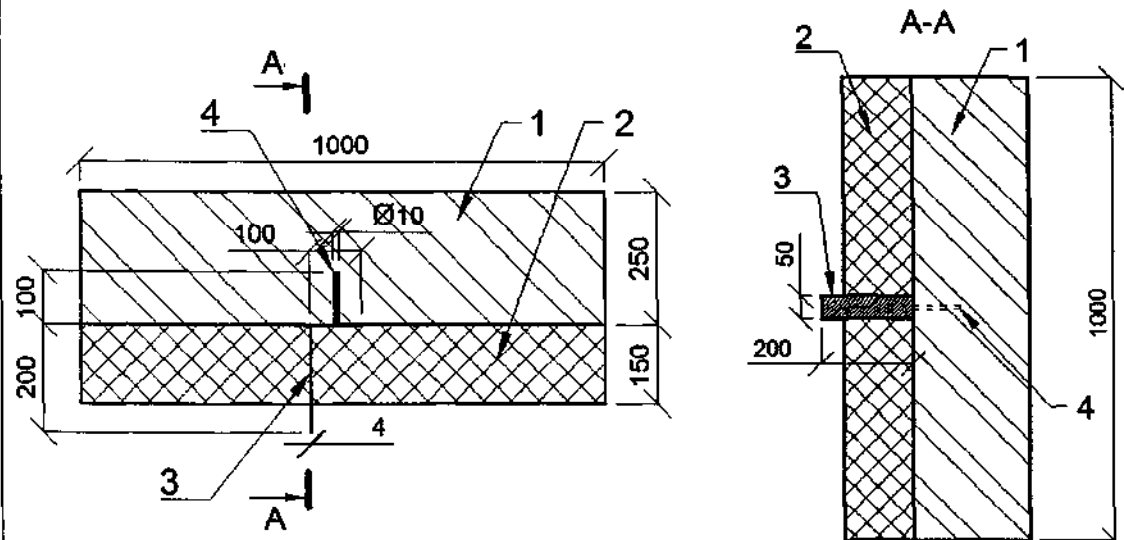
- 1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$;
 2 – шар теплоізоляції;
 3 – розчин цементно-піщаний,
 $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.

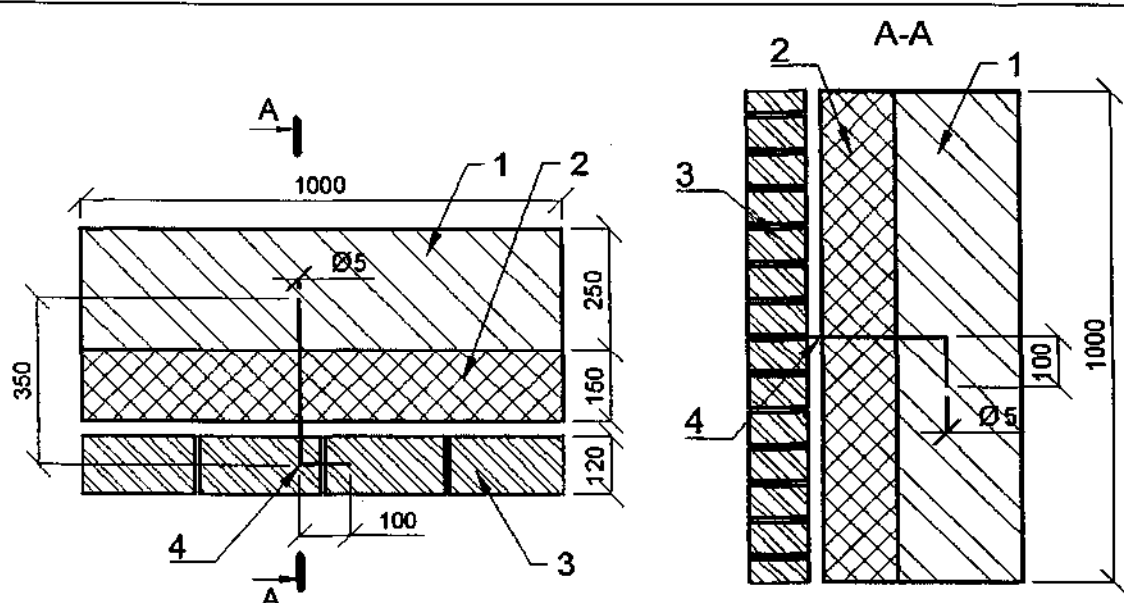
	150 мм	200 мм	250 мм
0,045±0,005	0,049	0,053	0,058

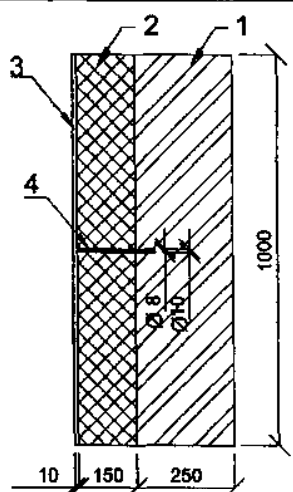
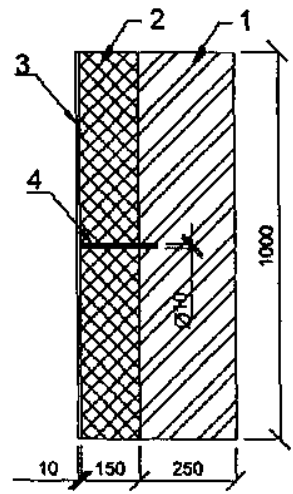
ТОЧКОВІ КОЕФІЦІЄНТИ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

Таблиця Д.1

Значення точкових коефіцієнтів теплопередачі точкових теплопровідних включень

Ч.ч.	Тип теплопровідного включення, його характеристики	Точковий коефіцієнт теплопередачі ψ , Вт/К, залежно від параметрів теплоізоляційного шару	
		розрахункова теплопровідність λ , Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції δ
1	2	3	4
1	Вузол улаштування несучого кронштейна фасадної системи з вентиляльованим повітряним прошарком		
	 1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – кронштейн з оцинкованої сталі, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$; 4 – металевий анкер, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$.		150 мм
		0,045	0,015

1	2	3	4
2	Вузол улаштування анкера на основі металевого гнучкого Z-подібного елемента фасадної системи з опорядженням цеглою  1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна цегла, $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$; 4 – Z-подібний елемент зв'язку.	0,045	150 мм 0,018

1	2	3	4
3	Вузол улаштування пластикового дюбеля з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару в фасадній системі з опорядженням штукатурками		
 1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – пластиковий дюбель з металевим стрижнем 10 мм.			150 мм
		0,045	0,005
4	Вузол улаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару в фасадній системі з опорядженням штукатурками		
 1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – пластиковий дюбель з пластиковим стрижнем 10 мм.			150 мм
		0,045	0,0015