



**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

---

**ДСТУ EN 12939:201x  
(EN 12939:2000, IDT)**

**МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ БУДІВЕЛЬНІ  
ВЕЛИКОЇ ТОВЩИНИ З ВИСОКИМ І СЕРЕДНІМ  
ТЕРМІЧНИМ ОПОРОМ**

**Методи визначення термічного опору  
на приладах з гарячою охоронною зоною  
і оснащених тепломіром**

**(Проект, перша редакція)**

## ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Технічний комітет стандартизації «Енергоефективність будівель і споруд» (ТК 302), ТОВ Науково-технічний центр «Будстандарт»

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від \_\_\_\_\_ 201x р. № \_\_\_\_\_ з 201x \_\_\_\_\_

3 Національний стандарт відповідає EN 12939:2000 Thermal performance of building materials and products — Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods — Thick products of high and medium thermal resistance (EN 12939:2000) (Матеріали і вироби будівельні великої товщини з високим і середнім термічним опором. Методи визначення термічного опору на приладах з гарячою охоронною зоною і оснащених тепломіром)  
Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

4 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України

5 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

---

**Право власності на цей національний стандарт належить державі.  
Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати  
зادля розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання  
цей національний стандарт або його частини на будь-яких носіях інформації  
без дозволу ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи**

ДП «УкрНДНЦ», 201x

## ЗМІСТ

- 1 Сфера застосування
  - 2 Нормативні посилання
  - 3 Терміни, визначення, позначення й одиниці виміру
  - 4 Засоби випробувань
  - 5 Порядок проведення випробувань
  - 6 Обробка результатів вимірювань і звіт про випробування
- Додаток А (обов'язковий) Вимоги до зразків 1
- Додаток В (обов'язковий) Обробка результатів випробування зразків великої товщини
- Додаток С (обов'язковий) Спрощені методики випробування зразків, товщина яких перевищує максимальну товщину, допустиму при випробуваннях на наявному приладі
- Додаток D (довідковий) Інформація, яку слід приводити в стандартах на вироби конкретних видів
- Додаток ДА (довідковий) Моделювання ефекту товщини
- Додаток ДБ (довідковий) Зіставлення структури цього стандарту зі структурою застосованого європейського стандарту
- Додаток ДВ (довідковий) Текст автентичного перекладу структурних елементів європейського стандарту, не включений в текст цього стандарту
- Бібліографія

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей національний стандарт ДСТУ EN 12939:201X (EN 12939:2000) «Матеріали та вироби будівельні. Гіротермічні властивості. Таблиці унормованих значень і процедури для визначення заявлених та розрахункових теплоізоляційних характеристик», прийнятий методом перекладу, – ідентичний щодо EN 12939:2000 (версія en) «Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods — Thick products of high and medium thermal resistance».

Технічний комітет стандартизації, відповідальний за цей стандарт в Україні, – ТК 302 «Енергоефективність будівель і споруд».

У цьому національному стандарті зазначено вимоги, які відповідають законодавству України.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей європейський стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ», першу сторінку, «Терміни та визначення понять, позначення» і «Бібліографічні дані» - оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- зі «Вступу» до EN 12939:2000 у цей «Національний вступ» внесено все, що безпосередньо стосується цього стандарту;
- вилучено «Передмову» до EN 12939:2000 як таку, що безпосередньо не стосується технічного змісту цього стандарту;
- у розділі «Нормативні посилання» наведено «Національне пояснення», виділене рамкою;
- долучено довідковий додаток НА (Перелік національних стандартів України, ідентичних з міжнародними і/або регіональними стандартами, посилання на які є в цьому стандарті).

Позначки одиниць вимірювання відповідають ДСТУ 3651.0-97 «Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин міжнародної

системи одиниць. Основні положення, назви та позначення» і ДСТУ 3651.1-97 «Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. Основні поняття, назви та позначення».

Копії нормативних документів, на які є посилання в цьому стандарті, можна отримати в Національному фонді нормативних документів.



## НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

### **МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ БУДІВЕЛЬНІ ВЕЛИКОЇ ТОВЩИНИ З ВИСОКИМ І СЕРЕДНІМ ТЕРМІЧНИМ ОПОРОМ. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ НА ПРИЛАДАХ З ГАРЯЧОЮ ОХОРОННОЮ ЗОНОЮ І ОСНАЩЕНИХ ТЕПЛОМІРОМ**

THERMAL PERFORMANCE OF BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS —  
DETERMINATION OF THERMAL RESISTANCE BY MEANS OF GUARDED  
HOT PLATE AND HEAT FLOW METER METHODS — THICK PRODUCTS OF  
HIGH AND MEDIUM THERMAL RESISTANCE

---

Чинний від 201X-XX-XX

#### **1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

Цей стандарт поширюється на будівельні матеріали та вироби з високим і середнім термічним опором і встановлює вимоги до методик визначення термічного опору виробів, товщина яких перевищує максимальну товщину, допустиму при випробуваннях на приладах з гарячою охоронною зоною і оснащених тепломіром.

У цьому стандарті подані правила оцінки ефекту товщини, що дозволяють прогнозувати значення теплофізичних показників виробів при їх фактичній товщині і встановлювати можливість обчислення термічного опору виробу як суму термічних опорів окремих шарів, на які розбито виріб.

#### **2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

У цьому стандарті наведено посилання на такий стандарт:

EN 12667: 2001 Матеріали та вироби будівельні з високим і середнім термічним

опором. Методи визначення термічного опору на приладах з гарячою охоронною зоною і оснащених тепломіром.

### 3 ТЕРМІНИ, ВИЗНАЧЕННЯ, ПОЗНАЧЕННЯ ТА ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ

#### 3.1 Терміни та визначення

У цьому документі використано терміни згідно з ГОСТ 54469.

#### 3.2 Позначення і одиниці вимірювання

Позначення характеристик і одиниці виміру, використані в цьому стандарті, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Характеристики, позначення і одиниці вимірювання

Позначення	Характеристика	Одиниця вимірювання
<i>A</i>	Параметр кондукційної складової теплопровідності газу в порах матеріалу	Вт/(м·К)
<i>B</i>	Параметр кондукційної складової теплопровідності матриці матеріалу	м <sup>3</sup> /кг
<i>C</i>	Параметр радіаційної складової теплопровідності матеріалу	Вт·м <sup>2</sup> /(кг·К)
<i>E</i>	Параметр ослаблення при спільному кондукційному і радіаційному теплопереносі	м <sup>-1</sup>
<i>F</i>	Доповнення до одиниці при «двопотоківій моделі» альбедо	-
<i>L</i>	Параметр ефекту товщини	-
<i>R</i>	Термічний опір	м <sup>2</sup> ·К/Вт
<i>R<sub>0</sub>, R<sub>01</sub>, R<sub>02</sub></i>	Термічний опір при товщині, що дорівнює нулю, отриманий екстраполяванням	м <sup>2</sup> ·К/Вт
<i>T</i>	Термодинамічна температура	К
<i>J</i>	Коефіцієнт теплопередачі	Вт/(м·К)
<i>Z</i>	Параметр випромінювальної здатності	-
<i>d</i>	Товщина зразка	м
<i>d<sub>b</sub></i>	Середній діаметр гранул або зерен	м



$d_{\infty}$	Товщина, починаючи з якої термічний опір лінійно залежить від товщини	м
$e$	Співвідношення температур у бічних граней зразка	-
$h_r$	Поверхневий коефіцієнт радіаційного теплопереносу	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
$q$	Щільність теплового потоку	Вт/м <sup>2</sup>
$q_r$	Щільність радіаційного теплового потоку	Вт/м <sup>2</sup>
$q_t$	Загальна щільність теплового потоку	Вт/м <sup>2</sup>
$t$	Час	с
$\beta'^*$	Параметр ослаблення	м <sup>2</sup> /кг
$\varepsilon$	Випромінювальна здатність	-
$\lambda$	Теплопровідність	Вт/(м·К)
$\lambda_a$	Теплопровідність повітря	Вт/(м·К)
$\lambda_g$	Теплопровідність газу	Вт/(м·К)
$\lambda_r$	Радіаційна складова теплопровідності (матеріалу)	Вт/(м·К)
$\lambda_{cd}$	Кондукційна складова теплопровідності (матеріалу), величина якої визначається кондукційним теплопереносом через газ в порах і матрицю матеріалу	Вт/(м·К)
$\lambda_t$	Коефіцієнт теплопропускання (матеріалу), що дорівнює $\Delta d / \Delta R$	Вт/(м·К)
$\theta$	Температура за шкалою Цельсія	°С
$\rho$	Щільність зразка	кг/м <sup>3</sup>
$\rho_s$	Щільність матриці матеріалу	кг/м <sup>3</sup>
$\sigma_n$	Стала Стефана-Больцмана	Вт/(м <sup>2</sup> ·К <sup>4</sup> )
$\omega^*$	Альbedo при двопотоковій моделі	-
$R_e$	Термічний опір, обчислене методом лінійної регресії і екстраполявання результатів трьох вимірювань	м <sup>2</sup> ·К/Вт

## 4 ЗАСОБИ ВИПРОБУВАНЬ

4.1 Для проведення випробувань застосовують прилади з гарячою охоронною зоною або оснащені тепломіром. Вимоги до технічних характеристик і рекомендовані конструктивні рішення приладів наведені в ГОСТ 54469.

Вимоги до приладів, які визначають допустимі розміри і відхилення розмірів зразків, що випробують, наведені в додатку А.

Якщо не вказано інше, вимоги до приладу з гарячою охоронною зоною також застосовні до приладу, оснащеному тепломіром.

4.2 Максимальна допустима товщина випробовуваних зразків в залежності від розмірів робочих поверхонь плит приладів повинна відповідати наведеній в таблиці А.1 додатка А ГОСТР 54469.

4.3 При випробуванні зразків з мінімальною допустимою товщиною, що залежить від характеристик використовуваного приладу (з гарячою охоронною зоною або оснащеного тепломіром), повинні враховуватися такі умови:

а) при випробуванні нежорстких зразків з термічним опором, великим або рівним  $0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ , що щільно прилягають до плит приладу, наприклад, зразків мінераловатних або еластичних пористих плит, похибка вимірювання товщини зразків не повинна перевищувати 0,5% (див. таблицю А. 1 додатка А ГОСТР 54469).

**Примітка:** Детальна інформація наведена в додатку А цього стандарту;

б) при випробуванні жорстких зразків з термічним опором, великим або рівним  $0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ , наприклад, зразків пінополістирольних або пінополіуретанових плит, контактні термічні опори, що виникають, не повинні перевищувати 0,5% термічного опору зразка (див. таблицю А. 2 ГОСТР 54469).

Якщо необхідно провести вимірювання теплофізичних показників зразків з мінімальною допустимою товщиною і термічним опором менше  $0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$  з використанням методик, викладених в цьому стандарті, повинні бути виконані вимоги А.2.5 додатка А ГОСТР 54469.

У цьому стандарті не наведено спеціальні методи вимірювань (наприклад, з використанням контактних пластин), які повинні застосовуватися, якщо термічний опір зразка менше  $0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ .

## 5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ

### 5.1 Загальні положення

5.1.1 Зразки, призначені для випробування, повинні бути підготовлені відповідно до ГОСТР 54469. Якщо необхідна спеціальна підготовка зразків будь-якого виробу, про це повинно бути вказано в стандарті на цей виріб.

5.1.2 Проведення випробувань включає в себе наступні етапи:

1) попередні випробування, що проводяться з метою оцінки ефекту товщини для даного виробу;

2) випробування, що проводяться в разі:

а) якщо ефект товщини для даного виробу незначний,

б) якщо ефект товщини для даного виробу значний.

Наведені етапи застосовують для виробів, товщина яких більше  $d^{\wedge}$  (див. 3.2) і які імовірно є однорідними, при цьому жодне вимірне значення термічного опору не відхиляється більш ніж на 0,7% від інтерполяційної прямої. Якщо вказана умова не виконується або необхідно скоротити число вимірювань, випробування слід проводити відповідно з додатком С.

Значення параметра ефекту товщини  $L$  для зразків, товщина яких менше  $d^{\wedge}$ , наведені в таблицях 3 і 4.

Схема послідовності операцій з можливими варіантами проведення випробувань наведена на рисунку 1.

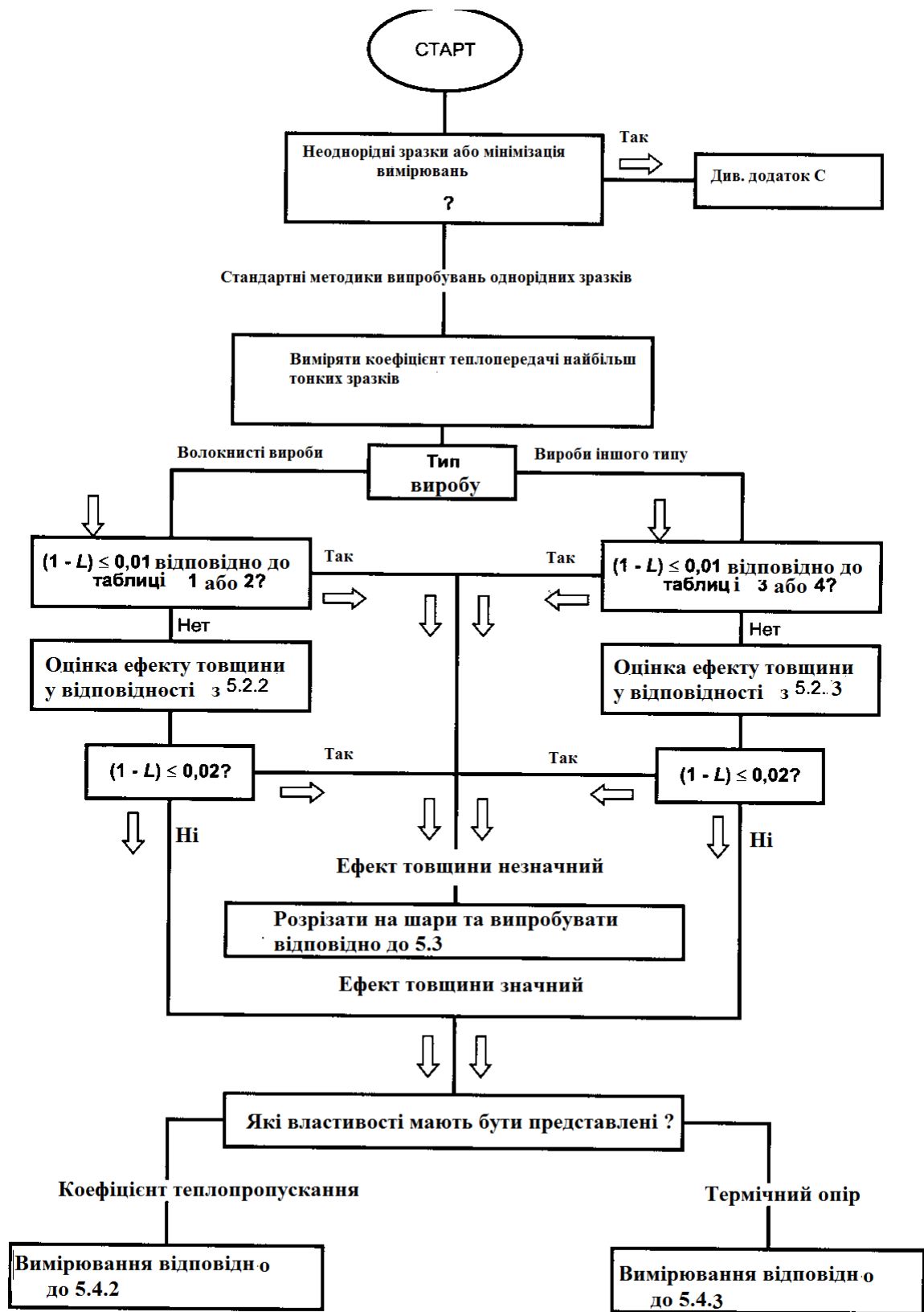


Рисунок 1 - Схема випробування зразків виробів великої товщини

5.1.3 Термічний опір  $R$ ,  $\text{м}^2\text{-К} / \text{Вт}$ , зразка, виготовленого з теплоізоляційного матеріалу з низькою щільністю (наприклад, менше  $20 \text{ кг} / \text{м}^3$ ), визначають за формулою

$$R = R_0 + c / Af, (1)$$

де  $R_0$  - термічний опір зразка при товщині, що дорівнює нулю, отримане екстраполяцією,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ;

$d$  - товщина зразка,  $\text{м}$ ;

$\lambda$  - коефіцієнт теплопропускання матеріалу виробу,  $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ .

Коефіцієнт теплопередачі  $J$  визначають за формулою

$$J = \lambda_t \frac{1}{1 + \frac{\lambda_t R_0}{d}}$$

### Примітка:

1 Опис процесу теплопереносу через однорідні теплоізоляційні матеріали малої щільності наведено в додатку ДА.

2 Методики випробування матеріалів, ефект товщини для яких значний, можуть бути застосовані для виробів, товщина яких знаходиться в межах можливостей наявного приладу, що дозволяє визначати термічний опір виробів інтерполяцією на підставі результатів вимірювань, проведених тільки при декількох значеннях товщини.

3 В даному стандарті наведені описи спрощених методик випробування виробів, щільність яких змінюється за товщиною (мінераловатні вироби, див. С.3.2.1.2 Додатка С), і виробів, щільність яких різко збільшується в напрямку обох лицьових граней [вироби з пінопласту з ущільненим зовнішнім шаром на обох лицьових гранях, утвореним в процесі виготовлення (див. С.3.2.2.3 Додатка С)]. Для зазначених виробів можуть бути застосовані методики попередніх випробувань, наведені в 5.2.

5.1.4 Для зразків виробів, товщина яких перевищує максимальну товщину, допустиму при випробуванні на наявному приладі, повинна бути проведена попередня оцінка ефекту товщини  $L$  (відношення коефіцієнта теплопередачі до коефіцієнта теплопропускання,  $L = J/\lambda_t$ ).

**Примітка:** Визначення різниці  $(1 - L)$  є кращим, ніж параметра ефекту товщини  $L$ , так як різниця  $(1 - L)$  дорівнює нулю, якщо ефект товщини відсутній

## 5.2 Ефект товщини

5.2.1 Ефект товщини для виробу незначний, якщо виконується умова  $1 - L = R_0 / R < 0,02$ .

Випробування слід проводити за методикою, наведеною в 5.3. Якщо зазначена умова не виконується, то в залежності від виду матеріалу виробу поточні та

контрольні випробування проводять за методиками, наведеними в 5.2.2 або 5.2.3.

**Примітка:**

1. При проведенні випробувань слід враховувати діапазон значень товщини виробів, виготовлених з одного матеріалу: якщо найбільша товщина виробу не перевищує максимальну товщину, допустиму при проведенні випробувань на наявному приладі, і необхідно провести попередню оцінку ефекту товщини, допускається застосування методики, викладеної в [1].

2. При оцінюванні ефекту товщини для виробів, пори яких заповнені повітрям, можуть бути використані таблиці або графік (див. С.2.2.1 Додатка С).

### 5.2.2 Методика випробування волокнистих виробів

Визначають коефіцієнт теплопередачі  $J$  виробу найменшої товщини.

Ефект товщини вважають незначним, якщо згідно з даними таблиці 1 для мінераловатних виробів або таблиці 2 - для деревоволокнистих виробів виконується умова  $1 - L < 0,01$ .

Якщо для зазначених виробів виконується умова  $1 - L > 0,01$ , то ефект товщини оцінюють таким чином:

1) проводять не менше трьох вимірювань:

- при товщині, близькій до максимальної допустимої при проведенні випробувань на наявному приладі,

- при товщині, що є найменшою з таких двох значень: мінімальна товщина

виробу і товщина, приблизно рівна одній третині максимально допустимої при проведенні випробувань на наявному приладі (зразок виготовляють, розрізаючи виріб на шари),

- при товщині, що приблизно дорівнює середньому значенню двох зазначених вище товщин.

**Приклад:** Виріб виготовляють товщиною 80; 120 і 200 мм; товщина зразка, максимально допустима при проведенні випробувань на наявному приладі, - 120 мм. Вимірюють термічний опір зразків товщиною 120; 80 і 40 мм (зразок товщиною 40 мм виготовляють, розрізаючи виріб більшої товщини на шари);

2) методом лінійної регресії визначають значення  $R_0$  і  $A$ , обчислюють коефіцієнт теплопередачі  $J$  при мінімальній товщині виробу за формулою (2) і параметр ефекту товщини за формулою

$L = \frac{J}{J_0}$ . Перевіряють виконання умови  $1 - L < 0,02$ .

Якщо мінераловатних виробів має градієнт щільності по товщині, то слід використовувати дані таблиці 1, що включає в себе значення коефіцієнту теплопередачі, яке виміряне на шарі виробу, що має найменшу щільність, встановлену в цьому виробі.

Якщо виріб має неоднорідну щільність або існує градієнт щільності за товщиною, то можуть бути застосовані методики, наведені в додатку С.

### 5.2.3 Методика випробування виробів з інших матеріалів

Визначають коефіцієнт теплопередачі виробу найменшою товщини. Ефект товщини вважатимуть незначним, якщо згідно з даними таблиці 3 для виробів з пінополістиролу або таблиці 4 - для теплоізоляційних коркових виробів виконується умова  $1 - L < 0,01$ .

Якщо згідно з даними таблиці 3 для виробів з пінополістиролу, виготовлених методом формування, або таблиці 4 - для теплоізоляційних коркових плит і виробів з будь-якого іншого матеріалу виконується умова  $1 - L > 0,01$ , то ефект товщини оцінюють наступним чином:

а) проводять три або (переважно) більше вимірювань термічного опору, починаючи з вимірювання зразка товщиною, близькою до максимально допустимій при проведенні випробувань на наявному приладі, потім зразок розрізають на шари і проводять вимірювання при наступних товщинах:

- при товщині, близькій до максимально допустимій, при проведенні випробувань на наявному приладі,
- переважно при товщині від 10 до 15 мм або при товщині, мінімально допустимій при проведенні випробувань на наявному приладі,
- при одній або більше товщинах, розташованих між двома значеннями товщини, зазначених вище; значення однієї з товщин, при якому проводять вимірювання, має бути приблизно в два рази більше значення, зазначеного вище;

б) якщо за результатами не менше трьох вимірювань допускається методом лінійної регресії визначати пряму, відхилення виміряних значень від якої не перевищує 0,7%, то обчислюють значення  $R_0$  і  $A_f$ . За формулою (2) обчислюють коефіцієнт теплопередачі  $J$  при мінімальній товщині виробу і ефект товщини  $L = J! X_t$  (в іншому випадку проводять додаткові вимірювання при інших значеннях товщини або керуються рекомендаціями, наведеними в С 3.2.2 Додатка С);

с) перевіряють виконання умови  $1 - L < 0,02$ .

Якщо в процесі екструзії на лицьових гранях плит з пінопласту утворюється ущільнений зовнішній шар, щільність матеріалу під яким значно більша за

густину матеріалу середньої частини плити, то зразки слід вирізати з середньої частини. ДЛІЯ ЯКИХ ЕФЕКТ ТОВЩИНИ НЕЗНАЧНИЙ плити (передбачається, що матеріал середньої частини є однорідним).

### **5.3 МЕТОДИКА ВИПРОБУВАНЬ ВИРОБІВ, ДЛІЯ ЯКИХ ЕФЕКТ ТОВЩИНИ НЕЗНАЧНИЙ**

Якщо відповідно до 5.2 ефект товщини незначний, то за методикою, викладеною в 5.2.3, визначають мінімальну товщину зразка, при якій виконується умова  $1 - L < 0,01$ .

Виріб розрізають на шари товщиною не менше мінімальної.

**Примітка:** При прийнятті рішення про придатність приладу для проведення випробувань за даною методикою вказане вище значення товщини також можна розглядати як мінімальну серед максимальних значень товщини зразків, допустимих при проведенні випробувань на наявному приладі.

Якщо при розрізанні виробу на шари, наприклад, за допомогою стрічкової пилки, частина матеріалу перетворюється на тирсу, то виміряне значення термічного опору вирізаного шару повинно бути скориговано. Якщо в стандарті на виріб не вказано інше, то термічний опір кожного вирізаного шару збільшують на число відсотків, рівне відсотку від товщини вирізаного шару матеріалу, перетвореного в тирсу.

Обчислюють загальний термічний опір зразка як суму термічних опорів вирізаних шарів. При цьому повинно враховуватися, що частина матеріалу при розрізанні виробу на шари була перетворена в тирсу.

**Примітка:** У стандарті на виріб конкретного виду повинен бути зазначений спосіб обчислення загального термічного опору як добуток термічного опору одного шару на число рівних шарів, що складають зразок, або слід провести випробування кожного шару і обчислити загальний термічний опір зразка як суму термічних опорів всіх шарів.

Якщо ефект товщини для неоднорідного мінераловатного виробу (наприклад, виробу, що мають градієнт щільності за товщиною) або виробу з пінопласту, на лицьових гранях якого в процесі екструзії утворилася плівка, щільність матеріалу під якою значно більша за густину матеріалу в середній частині плити, незначний, то:

- виріб розрізають на шари товщиною не менше товщини, для якої виконується умова

$$1 - L = 0,01;$$

- вимірюють термічний опір кожного шару;



- обчислюють термічний опір виробу як суму термічних опорів окремих шарів з урахуванням того, що частина матеріалу в процесі вирізання була перетворена в тирсу.

## 5.4 МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАННЯ ВИРОБІВ, ДЛЯ ЯКИХ ЕФЕКТ ТОВЩИНИ ЗНАЧНИЙ

5.4.1 Якщо ефект товщини для виробу значний, то в стандарті на цей виріб вказують параметр, який повинен бути визначений: коефіцієнт теплопровідності матеріалу або термічний опір виробу.

Коефіцієнт теплопровідності матеріалу обчислюють на основі виміряного коефіцієнту теплопередачі одного шару виробу або середнього значення коефіцієнта теплопередачі всіх шарів, вирізаних з виробу, використовуючи значення параметра ефекту товщини  $L$ , наведені в таблицях 1-4, про що повинно бути зазначено в стандарті на виріб конкретного виду.

### 5.4.2 Визначення коефіцієнта теплопровідності матеріалу

Якщо для виробу виконується умова  $1 - L < 0,01$ , а його товщина не перевищує максимальну товщину, допустиму при випробуванні на наявному приладі, то з виробу вирізають зразок, випробують його і приймають коефіцієнт теплопропускання матеріалу  $\wedge$  рівним виміряному значенню коефіцієнта теплопередачі цього зразка.

Якщо умова  $1 - L < 0,01$  не виконується, то в стандарті на виріб конкретного виду має бути вказано, чи слід коефіцієнт теплопропускання матеріалу  $\wedge$  визначати лінійною інтерполяцією результатів вимірювань, проведених відповідно до 5.2, або слід випробувати всі шари, вирізані з виробу, і обчислити коефіцієнт теплопропускання на підставі отриманих результатів методом лінійної регресії.

Якщо значення коефіцієнта теплопропускання  $\wedge$  визначають методом лінійної регресії на підставі результатів трьох вимірювань, як зазначено в 5.2, то максимальна відносна похибка обчислення коефіцієнта теплопропускання  $\wedge$  дорівнює

$$2\Delta R / (R_M - R_m), \quad (3)$$

де  $\Delta R$  - максимальна абсолютна похибка вимірювання термічного опору;

$R_M$  і  $R_m$  - найбільше та найменше виміряні значення термічного опору відповідно (див. 5.4.3).

Якщо похибка обчислення коефіцієнта теплопропускання 1%, то число вимірів слід збільшити і застосувати метод статистичного аналізу для оцінки похибки визначення цього коефіцієнта.

Якщо всі результати вимірювань або їх частину було отримано на зразках товщиною менше  $d$  (наприклад, для деяких виробів з пінополістиролу низької щільності, виготовлених методом формування), то метод лінійної інтерполяції не застосовується і при обчисленні за формулами, наведеними в додатку В, слід використовувати метод лінійної регресії.

**Примітка:** Детальна інформація наведена в додатку С.

#### 5.4.3 Визначення термічного опору виробів

Термічний опір виробів, які не можуть бути випробувані на наявному приладі, обчислюють за формулою (1), коефіцієнт теплопередачі  $J$  - за формулою (2). У стандартах на вироби конкретних видів має бути зазначено, чи слід значення термічного опору  $R_0$  і коефіцієнт теплопропускання необхідні для обчислення термічного опору  $R$ , визначати методом лінійної інтерполяції за результатами вимірювань, виконаних відповідно до 5.2, або слід випробувати всі шари, на які було розрізано виріб, і на підставі вимірних значень методом лінійної регресії визначити значення  $R_0$  і

Якщо значення термічного опору виробу  $R_e$  при товщині зразка  $d_e$  обчислюють методом лінійної регресії і екстраполяції результатів трьох вимірювань відповідно до 5.2, то відносна похибка обчислення  $\Delta R_e / R_e$  задовільняє вимогам

$$\Delta R_e / R_e = 2 \Delta R / (R_M - R_m) [1 - (R_M + R_m) / (2R_e)], \quad (4)$$

де  $\Delta R_e$  - абсолютна похибка визначення  $R_e$ ]

$\Delta R$  - максимальна абсолютна похибка вимірювання термічного опору за методом

відповідно до ГОСТР 54469]

г m

і  $R_m$  - найбільше та найменше вимірні значення термічного опору відповідно.

Для відносної похибки визначення термічного опору  $\Delta R_e / R_e$  має виконуватись умова  $\Delta R / R_M < \Delta R_e / R_e < 2 \Delta R / (R_M - R_m)$ . Нижня межа  $\Delta R / R_M$  відповідає умові  $R_e \ll R_M$ ,

верхня межа  $2 \Delta R / (R_M - R_m)$  - умові  $R_e \gg R_M$ . Якщо відносна похибка  $\Delta R_e / R_e > 1\%$ , то число вимірювань слід збільшити і застосувати метод статистичного аналізу для оцінювання загальної похибки визначення термічного опору  $R_e$ , яка не перевищує 5%.

Якщо всі вимірювання або їх частину було проведено на зразках товщиною менше  $d$  (наприклад, для деяких виробів з формованого пінополістиролу з низькою щільністю), то застосування методу лінійної інтерполяції не

допускається; при обчисленнях за формулами, наведеними в додатку В, слід використовувати метод лінійної регресії.

**Примітка:** Детальна інформація наведена в додатку С.

## 6 ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ І ЗВІТ ПРО ВИПРОБУВАННЯ

Обробка результатів вимірювань теплофізичних показників і вимоги до звіту про випробування -згідно розділах 8, 9 ГОСТ 54469.

У звіті про випробування повинна бути приведена інформація про застосовані методики, викладені в цьому стандарті. Результати вимірювань і обчислень повинні відповідати вимогам стандарту на конкретний виріб, в якому наведено посилання на цей стандарт.

Значення параметра ефекту товщини для різних теплоізоляційних матеріалів і виробів наведені в таблицях 1-4.

Таблиця 1 - Параметр ефекту товщини для мінераловатних виробів

Коефіцієнт теплопередачі $J$ , мВт/(м·К)	Товщина зразка $d$ , мм	Параметр ефекту товщини
50	40	0,952—0,957
	80	0,978—0,980
	200	0,991—0,993
45	40	0,970—0,973
	80	0,986—0,988
	200	0,993—0,996
40	40	0,983—0,987
	80	0,991—0,994
	200	0,996—0,998
35	20	0,986—0,993
	40	0,993—0,997
	80	0,996—0,999
	200	0,998—1,000

Таблиця 2 - Параметр ефекту товщини для деревоволокнистих виробів

Коефіцієнт теплопередачі $J$ , мВт/(м·К)	Товщина зразка $d$ , мм	Параметр ефекту товщини
65	30	0,906—0,921
	50	0,945—0,955
	100	0,972—0,977

55	15	0,885—0,925
	30	0,953—0,969
	50	0,973—0,983
	100	0,986—0,992
50	15	0,935—0,965
	30	0,972—0,985
	50	0,983—0,992
	100	0,991—0,997
46	15	0,962—0,985
	30	0,980—0,992
	50	0,985—0,995
	100	0,991—0,997

Таблиця 3 - Параметр ефекту товщини для виробів з пінополістиролу, виготовлених методом формування

Коефіцієнт теплопередачі $J$ , мВт/(м·К)	Товщина зразка $d$ , мм	Параметр ефекту товщини
43	20	0,805—0,815
	40	0,905—0,910
	100	0,965—0,970
40	20	0,855—0,870
	40	0,930—0,940
	100	0,970—0,980
35	20	0,935—0,945
	40	0,965—0,980
	100	0,985—0,990
32	20	0,970—0,985
	40	0,985—0,995
	100	0,995—0,999

Таблиця 4 — Параметр ефекту товщини для теплоізоляційних коркових плит

Коефіцієнт теплопередачі $J$ , мВт/(м·К)	Товщина зразка $d$ , мм	Параметр ефекту товщини
47	40	
	100	
	200	

40	20 40 100 200	
35	20 40 100 200	
33	20 40 100 200	

Додаток А

(Обов'язковий)

**Вимоги до зразків**

**А.1 Максимальна товщина зразка**

Значення максимальної допустимої товщини зразка в залежності від розмірів робочих поверхонь плит приладів за умови, що теплоперенесення через випробуваний зразок є чисто кондукційним, наведені в таблиці А. 1 ГОСТ 54469.

Для матеріалів з низькою щільністю (наприклад, менше 20 кг / м<sup>3</sup>) не рекомендується перевищувати значення товщин зразків, наведені в ГОСТ 54469, якщо при обчисленні похибок, що виникають внаслідок бокових тепловтрат, не було враховано, що теплоперенесення через зразок являє собою поєднання кондукційного і радіаційного теплоперенесення.

Значення мінімальних похибок, що виникають внаслідок бічних тепловтрат, при чисто кондукційному теплоперенесенні ( $e = 0$ ) і чисто радіаційному теплоперенесенні ( $e = 0,5$ ), якщо замість зразка між плитами

приладу знаходиться вакуумований об'єм, наведені в таблиці А. 1.

**Примітка:**

1. Параметр  $e$  визначають як відношення різниці між температурою бічної грані зразка, яка вважається рівномірною за всією площею бічної грані, і температурою холодної лицьової грані зразка до різниці між температурами гарячої і холодної лицьових граней зразка.
2. Наведені вище положення засновані на припущенні, що випробовувані зразки є ізотропними і не можуть бути використані для оцінки технічних характеристик приладів, призначених для випробування анізотропних або багатошарових зразків.

Таблиця А.1 - Мінімальні похибки, що виникають внаслідок бічних тепловтрат при чисто кондукційному або чисто радіаційному теплоперенесенні

Розміри в міліметрах

Повний розмір зразка	Розмір зони вимірювання	Ширина охоронної зони	Похибка, %, при товщині зразка							
			40	50	60	80	100	120	160	200
При чисто кондукційному теплопереносі, $e = 0$										
500	300	100	0,01	0,08	0,27	1,35	3,75	-	-	-
500	200	150	0,00	0,01	0,03	0,28	1,10	2,84	9,72	-
При чисто радіаційному теплопереносі, $e = 0,5$										
500	300	100	3,3	5,1	-	-	-	-	-	-
500	200	150	2,5	3,8	5,5	-	-	-	-	-

## А.2 Мінімальна товщина і допустимі відхилення від площинності зразків

### А.2.1 Похибка вимірювання товщини і мінімальна товщина нежорстких зразків

При визначенні мінімальної допустимої товщини зразків нежорстких матеріалів, що мають добрий контакт з робочими поверхнями плит приладу, повинні враховуватися відхилення, що допускається, від площинності плит приладу і похибка вимірювання товщини зразка, яка максимальна, якщо гаряча і холодна лицьові грані зразка мають опуклу або увігнуту форму (див. рисунок А.1).

Максимальне відхилення, що допускається, від площинності робочої поверхні однієї плити приладу  $p$  (або сумарна абсолютна похибка вимірювання товщини зразка) не повинно перевищувати 0,025% довжини зовнішньої сторони охоронної зони приладу  $G$ :  $100 p / G = 0,025$  (див. п'яту графу таблиці А. 1 ГОСТ 54469).

Мінімальна допустима товщина нежорсткого зразка  $d_m$ , прийнята з урахуванням значення границі похибки вимірювання товщини і обмежена значенням допустимого відхилення від площинності плит приладу, повинна бути не менше 5% довжини зовнішньої сторони охоронної зони приладу  $G$ :  $100 p / c / < 0,5$  (див. шосту графу таблиці А.1 ГОСТР 54469).

Якщо мінімальне значення товщини зразка, вказане у восьмій графі таблиці А.1 ГОСТ Р 54469, більше, ніж мінімальне значення товщини, вказане в шостій графі таблиці А. 1, то слід виміряти фактичну ширину зазору, при цьому повинна бути виконана умова  $d_m > 10g$ , де  $g$ - ширина зазору.

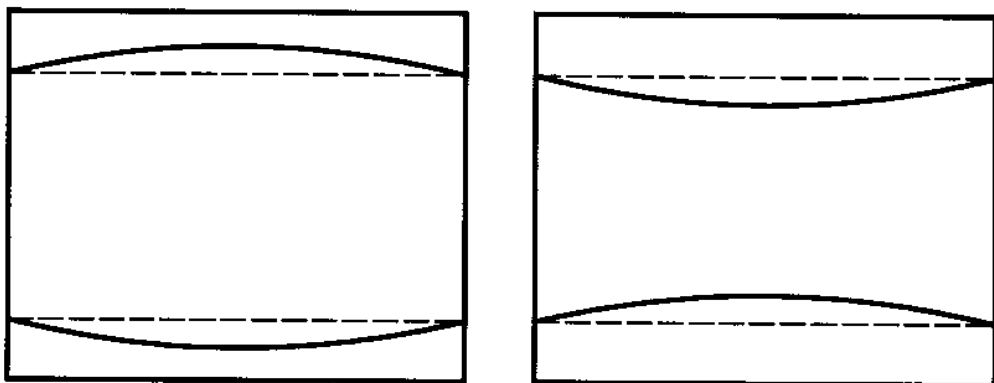


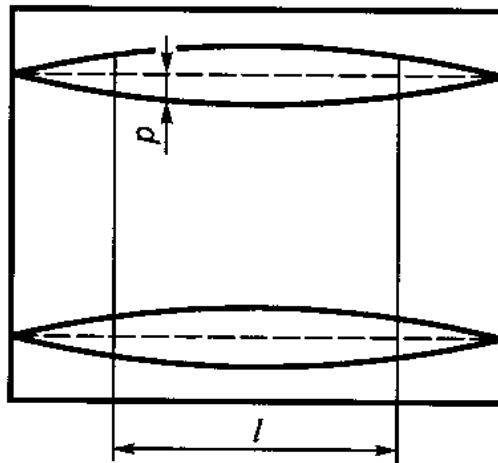
Рисунок А. 1 -Нежорсткі зразки

## А.2.2 Контактні термічні опори і допустимі відхилення від площинності жорстких зразків

Максимальні допустимі значення контактного термічного опору, що виникає при випробуванні жорстких зразків внаслідок виникнення повітряних прошарків з обох лицьових граней зразка (див. рисунок А.2 додатку А), і до максимальних значень еквівалентної товщини повітряних прошарків наведені в таблиці А.2 ГОСТ 54469.

### Примітка:

1. Розрахунки допустимих значень еквівалентної товщини повітряних прошарків і контактного термічного опору виконані для умов проведення випробувань при кімнатній температурі [теплопровідність повітря при кімнатній температурі приблизно дорівнює  $0,025 \text{ Вт / (м} \cdot \text{К)}$ ].
2. Дотримання вимог до площинності робочих поверхонь плит приладу і лицьових граней зразка є обов'язковим.



$p$  - товщина повітряного прошарку;  $l$  - зона вимірювання

Рисунок А.2 - Жорсткі зразки



Додаток В

(Обов'язковий)

**Обробка результатів випробування зразків великої товщини**

В. 1 При обробці результатів випробування за визначенням теплофізичних характеристик зразків більшої товщини за методиками, наведеними у цьому стандарті, застосовують рівняння інтерполяції.

Рівняння інтерполяції, загальні для всіх видів матеріалів і виробів та матеріалів і виробів конкретних видів, наведені в В.2.

**В.2 Рівняння інтерполяції**

**В.2.1 Рівняння інтерполяції, що застосовуються для матеріалів і виробів всіх видів**

Як рівняння інтерполяції для матеріалів і виробів будь-якого виду застосовують наведені нижче рівняння, що описують процес теплоперенесення при випробуванні зразків однорідних теплоізоляційних матеріалів з низькою щільністю. Правила застосування рівнянь інтерполяції для деяких неоднорідних матеріалів наведені в додатку С.

Приклад застосування рівнянь інтерполяції для мінераловатних виробів, що мають постійний градієнт щільності по товщині, наведено в В.2.2.2.

Термічний опір плоского зразка з матеріалу низької щільності  $R$ ,  $m^2 \cdot K / Wt$ , може бути представлено рівнянням

$$R = R'_0 + d / \lambda_t, \tag{B.1}$$

де  $R'_0$  - термічний опір зразка при товщині, що дорівнює нулю, отриманий екстраполяцією,  $m^2 \cdot K / Wt$  (не обов'язково є величиною, незалежною від товщини  $s$  /);

$d$  - товщина зразка, м;

$X_t$ - коефіцієнт теплопропускання,  $Wt / (m \cdot K)$ .

$$R'_0 = \frac{h_r}{(\lambda_t \beta^* \rho / 2)^2 \left[ \frac{\varepsilon}{2 - \varepsilon} Z + \frac{1}{t(Ed/2)} \sqrt{F \frac{\lambda_{cd}}{\lambda_t}} \right]}, \tag{B.2}$$

$$\lambda_t = \lambda_{cd} + \lambda_r$$

$$h_r = 4\sigma_n T_m^3; F = (1 - \omega^*), \tag{B.3}$$

$$\tag{B.4}$$

прДСТУ EN 12939:201x

де  $\lambda_{cd}$  - кондукційна складова теплопровідності матеріалу, значення якої визначається кондукційним теплоперенесенням через газ в порах і матрицю (тверде тіло) матеріалу, Вт / (м • К);

$\lambda_r$  - радіаційна складова теплопровідності матеріалу, Вт / (м • К), визначається за формулою

$$\lambda_r = \frac{h_r}{\beta'_* \rho / 2}, \quad (B.5)$$

$T_t$  - середня термодинамічна температура випробуваного зразка, К;

$G_n = 5,6699 \cdot 10^8$  Вт / (м<sup>2</sup> • К<sup>4</sup>) - постійна Стефана-Больцмана;

$\gamma$  - загальна полусферична випромінювальна здатність робочих поверхонь плит приладу;

$\beta_i$  - параметр послаблення, м<sup>2</sup>/ Кг;

$\beta_i^*$  - альбедо;

$\rho$  - густина матеріалу зразка, кг / м<sup>3</sup>;

$Z = 1$  для всіх матеріалів, за винятком пінополістиролу, виготовленого методом формування, і теплоізоляційних коркових плит, див. В.2.3;

$E$  - параметр ослаблення, змінений внаслідок спільного кондукційного і радіаційного теплоперенесень через зразок, м<sup>-1</sup>, який визначається за формулою

$$E = \beta'_* \rho \sqrt{F \frac{\lambda_t}{\lambda_{cd}}}. \quad (B.6)$$

Коефіцієнт теплопередачі  $J = d / R$  («вимірjana, еквівалентна або ефективна теплопровідність») матеріалу зразка з урахуванням рівняння (B.1) розраховують за формулою

$$J = \lambda_t \frac{1}{1 + \frac{\lambda_t}{d} R'_0}. \quad (B.7)$$

**Примітка:** Форма подання рівняння (B.2) і кондукційної складової теплопровідності матеріалу  $\lambda_{cd}$  залежить від виду матеріалу.

## В.2.2 Рівняння інтерполяції для волокнистих виробів

В.2.2.1 Термічний опір  $R_q$  [см. формулу (В.2)] виробів, що складаються з одного шару однорідного волокнистого матеріалу, може бути представлено рівнянням

$$R_0 = \frac{h_r}{(\lambda_t \beta^* \rho / 2)^2 \left[ \frac{\varepsilon}{2 - \varepsilon} + \sqrt{F \frac{\lambda_{cd}}{\lambda_t}} \right]}, \quad (B.8)$$

де  $h_r$ - див. формулу (В.4);

$F$ - параметр (додаток до одиниці при «двопоточній моделі» альbedo), що входить в рівняння (В.6);

$\lambda_{cd}$  - кондукційна складова теплопровідності матеріалу

$$\lambda_{cd} = \lambda_a [1 + B\rho / (1 + \sqrt{\rho\rho_s} B)], \quad (B.9)$$

де  $\lambda_a$  - теплопровідність повітря, Вт / (м • К);

$\rho_s$  - щільність матриці матеріалу, кг / м<sup>3</sup>;

$\rho$  - щільність зразка, кг / м<sup>3</sup>;

$B$  - константа, параметр кондукційної складової теплопровідності матриці матеріалу, м<sup>3</sup>/ Кг.

**Примітка:** Для волокнистих виробів параметр  $F$  приймає значення від 0,2 до 0,5, при цьому товщина зразка така, що значення  $\tanh(E 612)$  відрізняється від 1 не більше ніж на 1%, яким можна знехтувати.

Коефіцієнт тепло пропускання  $X_t$  [див. формулу (В.3)] з урахуванням рівнянь (В.5) і (В.9) може бути представлений рівнянням

$$\lambda_{cd} = A(1 + B\rho / (1 + \sqrt{\rho\rho_s} B)) + \frac{C}{\rho}, \quad (B.10)$$

де  $C = 2 \text{ "r / Ві.}$

Залежність теплопровідності повітря  $\lambda_a$  від температури  $0^\circ \text{ C}$ , встановлюють, використовуючи рівняння

$$\lambda_a = \lambda_{a0}(1 + 0,03052\theta - 1,282 \cdot 10^{-6}\theta^2), \quad (B.11)$$

де  $\lambda_{a0}$  - константа, рівна 0,0242396.

При інтерполяції результатів вимірювань слід використовувати рівняння (В.1) - (В.5) або (В.8) і (В. 9).

**Примітка:** При застосуванні наведених вище рівнянь інтерполяції повинні бути відомі наступні параметри і характеристики матеріалу: параметри  $A$  і  $\beta$ , параметр ослаблення  $\beta^*$ , щільність матеріалу і середня температура зразка при проведенні випробування.

Для визначення термічного опору або коефіцієнта теплопередачі повинні бути відомі додатковий параметр матеріалу  $F$  (або його доповнення до 1 альbedo зі  $*$ ) і випромінювальна здатність робочих поверхонь плит приладу  $e^*$ .

**В.2.2.2** При визначенні термічного опору виробів, що складаються з одного шару волокнистого матеріалу з постійним градієнтом щільності за товщиною, може бути зроблене припущення, що густина  $\rho$  вимірюється лінійно в напрямку  $x$ , перпендикулярному до лицьових граней зразка

$$\rho = \rho_0 (1 + Ax), \quad (B.12)$$

де  $\rho_0$  - щільність зразка при  $x = 0$ ;

$A$  - коефіцієнт пропорційності;

$x$  - координата точки, розташованої в середині товщини зразка ( $x = 0$ ).

Якщо ефект товщини незначний і для рівняння (B.3) справедливо вищевказане припущення, то термічний опір  $R_{12}$  шару завтовшки  $x_1 - x_2$ , отримане інтегруванням рівняння Фур'є від  $x_1$  до  $x_2$ , описується рівнянням

$$R_{12} = \frac{x_1 - x_2}{\lambda_{cd}} - \frac{\lambda_r}{\lambda_{cd}^2 k} \ln \left\{ \frac{1 + k_{x_1} \lambda_{cd} / \lambda_t}{1 + k_{x_2} \lambda_{cd} / \lambda_t} \right\}, \quad (B.13)$$

де  $x_1 = -d/2$  і  $x_2 = +d/2$  - координати лицьових граней зразка.

*\* Наведені параметри залежать від властивостей матеріалу виробів, умов випробування і визначаються експериментальним шляхом.*

Якщо ефект товщини значний, то рівняння (B.1) може бути записано у вигляді

$$R = \frac{1}{2} (R_{01} + R_{02}) + R_{12}, \quad (B.14)$$

де  $R_{01}$  і  $R_{02}$  - термічні опори у поверхонь лицьових граней зразка; обчислюють за формулою (B.8),

використовуючи значення щільності зразка у поверхонь лицьових граней, що мають координати

$-d/2$  і  $+d/2$  відповідно;

Я12 - термічний опір зразка, обчислене за формулою (В.13).

### В.2.3 Рівняння інтерполяції для виробів з пінопласту і теплоізоляційних коркових плит

Термічний опір  $R_q$  виробів з пінопласту і теплоізоляційних коркових плит може бути

представлено рівнянням

$$R'_0 = \frac{h_r}{(\lambda_t \beta_* \rho / 2)^2 \left[ \frac{\varepsilon}{2 - \varepsilon} Z + \frac{2\lambda_{cd}}{\beta_* \rho \lambda_t} \right]} \quad (B.15)$$

**Примітка:** Значення параметра  $F$  в рівнянні (В.6) для виробів з пінопласту і теплоізоляційних пробкових плит близько до нуля,  $\tanh(E \, dl2) = (E \, dl2)$ .

Параметр  $Z = 1$  для всіх пінопластів (за винятком пінополістиролу, виготовленого вспінюванням гранул стиролу, і теплоізоляційних коркових плит).

**Примітка:** Для зазначених матеріалів значення параметра  $Z$  завісіт від товщини зразка і середнього діаметру спучених гранул або зерен. Встановлено, що емпіричне співвідношення  $Z = 0,75 - 0,25 \tanh(\text{of} / 3 \, db)$ ,

де  $db$  - середній діаметр спучених гранул або зерен, задовільно описує залежність  $Z$  від діаметру  $db$ .

Кондукційну складову теплопровідності матеріалу  $X_{cd}$ , яка визначається кондукційним теплопереносом через газ в порах і матрицю матеріалу (щільність матриці  $\rho_s$ , кг / м<sup>3</sup>), обчислюють за формулою

$$\lambda_{cd} = \lambda_g (1 + B_p) \quad (B.16)$$

де  $X_D$  - теплопровідність газу в порах матеріалу, Вт / (м • К);

$B$  - константа, параметр кондукційної складової теплопровідності матриці матеріалу, м<sup>3</sup>/ Кг.

Радіаційну складову теплопровідності матеріалу  $X_G$  обчислюють за формулою (В.5).

Рівняння (В.3) для визначення коефіцієнту теплопропускання  $\lambda$  з урахуванням рівнянь (В.5) і (В.16) може бути записано в наступному вигляді:

$$\lambda_t = A(1 + B_p) + \frac{C}{\rho} \quad (B.17)$$

прДСТУ EN 12939:201х

де  $C = 2/7 / \beta_i$  - параметр радіаційної складової теплопровідності матеріалу зразка, Вт • м<sup>2</sup>/ (Кг • К).

При інтерполяції результатів вимірювань слід використовувати рівняння (В.1), (В.3) - (В.5), (В.15) і (В. 16), що включають в себе параметри А і β і параметр ослаблення β . Додатково повинні бути відомі щільність матеріалу і середня температура випробування зразка.

Для обчислення термічного опору повинна бути відома випромінювальна здатність робочих поверхонь плит приладу *a*.

Додаток С  
(довідковий)

**Спрощені методики випробування зразків, товщина яких перевищує максимальну товщину, що допускається при випробуваннях на наявному приладі**

У цьому додатку наведені методики випробування зразків виробів, товщина яких перевищує максимальну товщину, що допускається при проведенні випробувань на наявному приладі (див. рисунок С.1).

**С.1 Загальні положення**

С. 1.1 Методики включають в себе:

- a) попередні методики оцінки ефекту товщини, див. С.2;
- b) методики, що застосовуються, якщо ефект товщини значний, див. С.3:
  - 1) методики попереднього визначення параметрів матеріалу (попередні вимірювання);
  - 2) методики оцінки відхилення характеристик виробу від середніх значень (поточні вимірювання); число вимірювань при проведенні випробувань за цими методиками обмежене.

С. 1.2 Попередні вимірювання проводять з метою визначення параметрів матеріалу, які є загальними для однієї групи або одного виду матеріалу, однієї групи або одного виду виробів. Значення окремих параметрів можуть бути вказані в стандарті на виріб конкретного виду або визначені на початку виробництва виробу.

С.1.3 Поточні вимірювання проводять з метою визначення змін характеристик виробів при їх виготовленні. Порядок проведення поточних вимірювань повинен бути зазначений в стандартах на вироби конкретних видів.

С.1.4 Спеціальні методики для виробів, щільність яких змінюється за товщиною, наведені в С.3.2.1.2 для мінераловатних виробів і в С.3.2.2.3 - для виробів, щільність яких різко збільшується в напрямку обох лицьових граней (вироби з пінопласту з ущільненим зовнішнім шаром, утвореним в процесі виготовлення).

**С.2 Методики оцінки ефекту товщини**

С.2.1 Методики оцінки ефекту товщини включають в себе дві групи: за методикам першої групи проводять один вимір, за методикам другої групи - більше число вимірювань.

### С.2.2 Попередня оцінка ефекту товщини

Ефект товщини не є значущим, якщо  $1 - L < 0,02$ , враховуючи, що похибка випробування, як правило, більше 2%, якщо в стандарті на виріб не обумовлено інше.

Подальші випробування проводити не слід, якщо при мінімальній товщині виробу  $d_m$  виконується умова  $R_0 / (c_{fm} / \wedge) < 0,01$  або  $1 - L < 0,01$  (вважають, що теплоперенесення через матеріал виробу є чисто кондукційним і матеріал характеризується коефіцієнтом тепло пропускання (див. 5.3).

Якщо виконується умова  $0,01 < 1 - L < 0,03$ , то рекомендується фактичну значимість ефекту товщини визначати експериментально (див. С.2.3).

При проведенні попередньої оцінки передбачається, що рівняння (1) або (В.1) додатки В і рівняння (2) справедливі, при цьому термічний опір  $R_0$  можна обчислити (якщо відомі необхідні параметри матеріалу) за формулою (В.8) - для волокнистих виробів, за формулі (В.15) - для виробів з пінопласта і теплоізоляційних коркових плит.



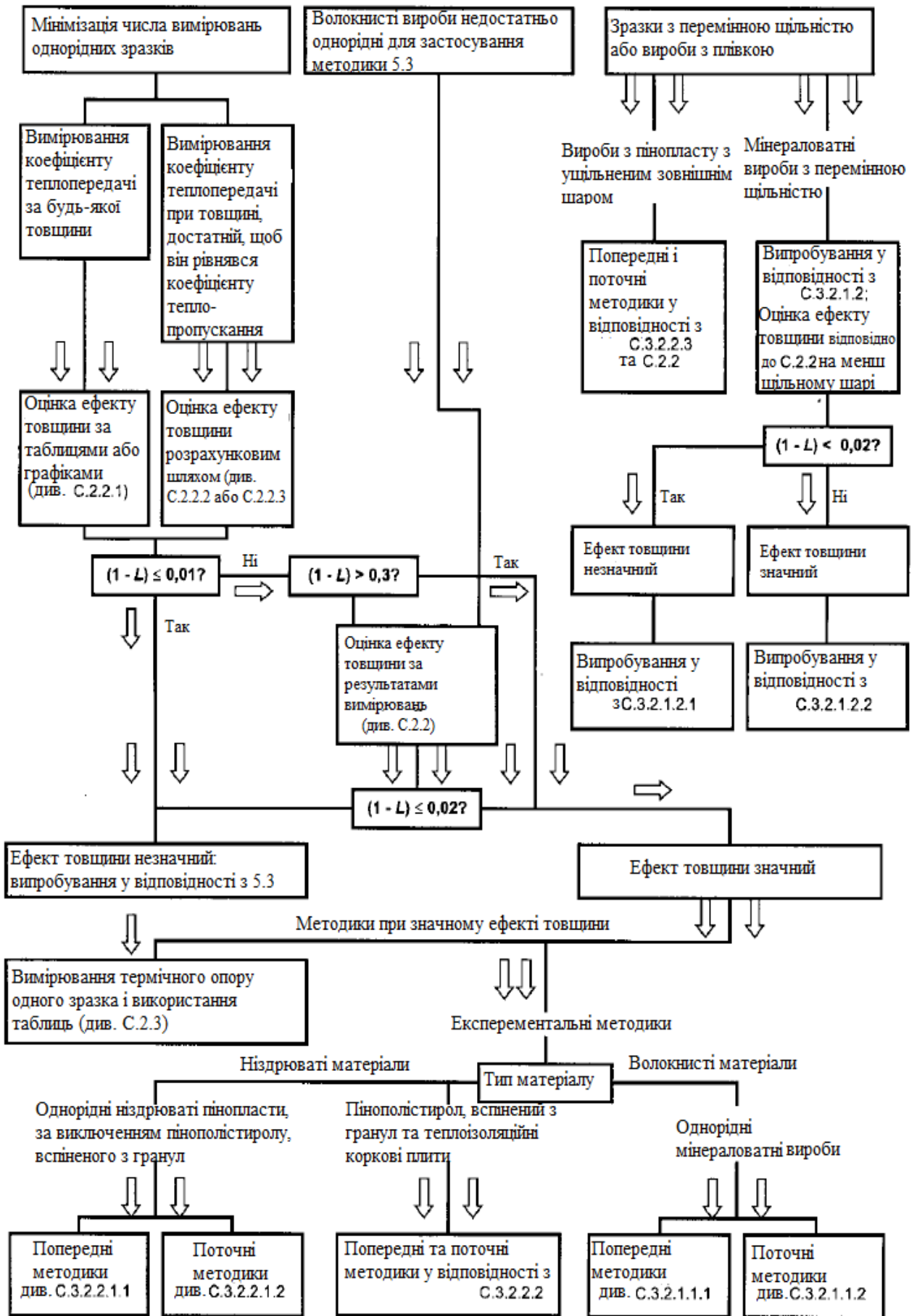


Рисунок С.1 – Спрощені методики випробувань зразків великої товщини

### C.2.2.1 Оцінка ефекту товщини за допомогою графіків або таблиць

Для матеріалів, в яких повітря міститься в порах, утворених матрицею, будують графік залежності параметра ефекту товщини  $L = \lambda A t$  від коефіцієнту теплопередачі і характеристик зразка (товщини, параметра ослаблення і щільності).

**Приклад:** З таблиці 1 випливає, що для виробу товщиною 40 мм коефіцієнт теплопередачі при температурі  $10^\circ\text{C}$  дорівнює  $45 \text{ мВт} / (\text{м К})$ , що становить  $0,970\text{-}0,973$  коефіцієнта теплопропускання, тобто ефект товщини дорівнює приблизно 3%. Отже, ефект товщини значний.

### C.2.2.2 Розрахунковий метод оцінки ефекту товщини

Для теплоізоляційних матеріалів, в яких повітря міститься в порах, утворених матрицею, більш точна оцінка термічного опору  $R_0$  може бути отримана, якщо відомо значення коефіцієнта теплопередачі, виміряний при відносно великій товщині зразка і яке на початку розрахунку беруть рівним коефіцієнту теплопропускання;  $X_v$

Для розрахунку з правої частини рівняння (В. 10) для волокнистих виробів або рівняння (В. 17) - для виробів з пінопласту і теплоізоляційних коркових плит віднімають кондукційну складову коефіцієнта теплопропускання (див. В.2.2 додатки В для волокнистих виробів, В.2.3 додатки В - для виробів з пінопласту і теплоізоляційних коркових плит), отримуючи значення члена  $C / p$ , рівне радіаційній складовій коефіцієнту теплопропускання.

Розраховують співвідношення  $p\beta / 2 = h p / C$ , де  $h = 4\alpha n T^{\wedge}$ .

**Приклад:** Коефіцієнт теплопропускання мінераловатного мату щільністю  $11 \text{ кг/м}^3$

при температурі  $10^\circ\text{C}$  дорівнює  $0,045 \text{ Вт/(м К)}$ . Теплопровідність повітря при цій температурі дорівнює

$0,0250 \text{ Вт} / (\text{м К})$ ;  $V = 0,0015 \text{ м}^3 / \text{Кг}$ ,  $B\text{-}p = 0,0015 \cdot 11 = 0,0165$  і, отже, сумарна кондукційна

теплопровідність повітря в порах виробу і матриці мату дорівнює  $0,0250 (1 + 0,0015 \cdot 11) = 0,0250 \cdot 1,0165 = 0,0254$ .

Віднімаючи від значення коефіцієнту теплопропускання  $0,045 \text{ Вт/м К}$  сумарну кондукційну теплопровідність  $0,0254$ , отримаємо  $C/p = 0,045 - 0,0254 = 0,0196 \text{ Вт} / (\text{м К})$ . Якщо припустити, що випромінювальна здатність  $s = 0,92$ ,  $F = 0,5$  і при температурі  $10^\circ\text{C}$   $\text{Chr} = 4 \cdot 5,66997 \cdot 10^{-8} \cdot 283,153^4 = 5,149 \text{ Вт} / (\text{м}^2 / \text{К})$ , то  $p\beta / 2 = h p / C = 5,149 / 0,0196 = 262,9 \text{ м}^{-1}$ .

Підставивши значення в формулу (В.8), отримаємо

$$R_0 = \frac{5,149}{(0,045 \cdot 262,9)^2 \left[ \frac{0,92}{2 - 0,92} + \sqrt{0,5 \frac{0,0254}{0,0450}} \right]} = 0,027 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

При мінімальній товщині зразка  $d_m = 50$  мм  $R \wedge dJX \wedge = 0,027 / (0,050 / 0,45) = 0,024$ , т. Е. R0

состав-  
ляє 2,4% термічного опору, значення якого визначається значенням коефіцієнта теплопропусканія.

Ефект товщини значний, слід керуватися методиками, викладеними в С.3.

### С.2.2.3 Спеціальні методики оцінки ефекту товщини

Для виробів, лицьові грані яких ущільнені (наприклад, для екструдованих пінополістирольних плит), характеристики середнього шару матеріалу виробу повинні бути враховані при попередньому обчисленні термічного опору R'0.

Для мінераловатних виробів, що мають градієнт щільності за товщиною, при попередній оцінці ефекту товщини шляхом обчислень значення R0 або застосовуючи дані, наведені в таблиці 1, слід враховувати характеристики однорідного матеріалу, щільність якого дорівнює мінімальній щільності неоднорідного матеріалу виробу.

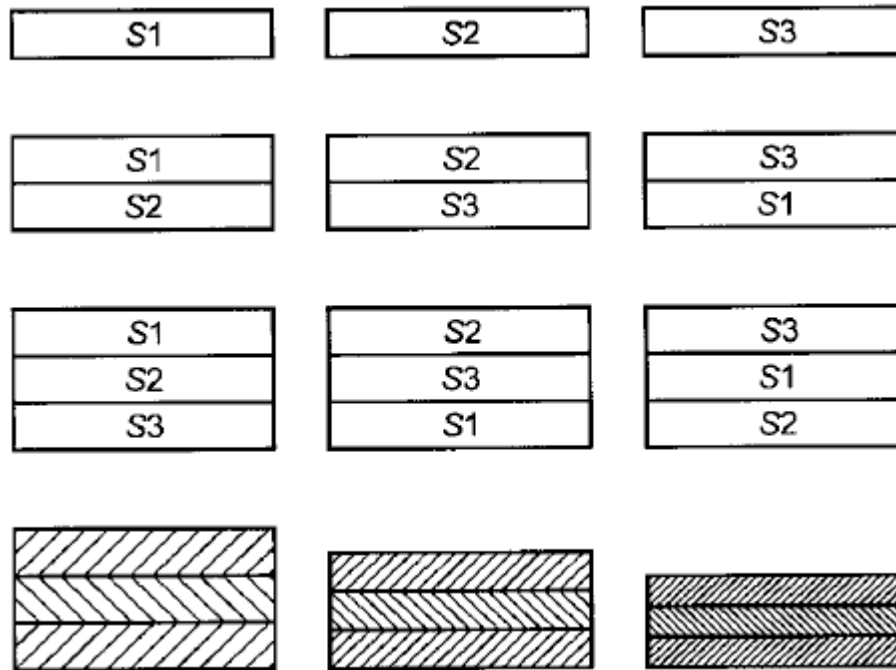
### С.2.3 Методики вимірювання R0 і для оцінки ефекту товщини

Наведену методику застосовують для визначення термічного опору неоднорідних виробів методом інтерполяції при будь-якій товщині зразка, більшою  $d \wedge$ , а також при випробуванні виробів, значення параметра ефекту товщини яких необхідно враховувати при визначенні термічного опору.

Приклад застосування методики при проведенні вимірювань на приладі, оснащеному тепломіром та призначений для випробування одного зразка, наведено нижче:

- вирізають комплект з трьох зразків S1, S2 і S3 рівної товщини, значення якої не перевищує однієї третьої максимально допустимої товщини зразка при випробуванні на наявному приладі, наприклад, від 30 до 50 мм (див. Рисунок С.2);
- кожен зразок випробовують окремо;
- проводять три випробування на парах зразків S1 + S2, S2 + S3 і S3 + S1.

Товщина кожної спільно випробовуваної пари зразків повинна в два рази перевищувати товщину одного зразка;



**Примітка:** У нижньому ряду представлені комплекти з трьох зразків мінераловатних виробів, підданих стиску.

Рисунок С.2 - Розташування зразків при випробуванні виробів, виготовлених з матеріалів, близьких до однорідних

- проводять три додаткових випробування складових зразків, що складаються з трьох зразків S1 + S2 + S3, S2 + S3 + S1 і S3 + S1 + S2. Товщина кожного складового зразка повинна в три рази перевищувати товщину одного зразка;
- обчислюють коефіцієнти рівняння лінійної регресії на основі дев'яти експериментально отриманих значень.

При проведенні вимірювань на приладі з гарячою охоронною зоною, призначеному для одночасного випробування двох зразків, використовують два комплекти з трьох зразків.

Методики попереднього випробування зразків мінераловатних виробів, що мають градієнт щільності за товщиною, наведені в С.3.2.1.2.

### С.3 Методики, що застосовуються, якщо ефект товщини значний

#### С.3.1 Застосування табличних даних

Якщо ефект товщини, обчислений або визначений експериментально за методикою, викладеною в С.2.3, значний ( $1 - L > 0,02$ , якщо в стандарті на виріб не вказано інше), то за результатами попередніх випробувань слід визначити, чи є дані, наведені в таблицях 1-4, достатніми, щоб за результатами

випробування тільки одного шару матеріалу можна було визначити шляхом екстраполяції коефіцієнту теплопередачі зразка при його повній товщині.

**Примітка:** В інших випадках можуть бути застосовані описані нижче методики.

### С.3.2 Експериментальні методики

Експериментальні методики припускають, що товщина зразка може перевищувати товщину, максимально допустиму для наявного приладу, ефект товщини значний, а похибка результату при застосуванні табличних даних або проведенні обчислень перевищує 1% від меншого очікуваного значення термічного опору зразка.

Експериментальні методики можуть бути також застосовані, якщо ефект товщини значний, але максимальна товщина виробу не перевищує товщину зразка, максимально допустиму при випробуванні його на наявному приладі. В цьому випадку експериментальні методики застосовують для визначення характеристик матеріалу зразка і виключення проведення вимірювань при кожному значенні товщини виробу.

#### С.3.2.1 Методики випробування мінераловатних виробів

Якщо ефект товщини імовірно значний, то мінераловатні вироби мають градієнт густини за товщиною (методика наведена в С.3.2.1.2). Для однорідних матеріалів може бути використана методика, наведена в С.3.2.1.1.

##### С.3.2.1.1 Методики випробування однорідних мінераловатних виробів

###### С.3.2.1.1.1 Попередні випробування для визначення характеристик матеріалу

Попередні випробування однорідних мінераловатних виробів проводять, якщо необхідно обмежити число вимірювань, проведених для визначення характеристик матеріалу, від яких залежить зміна технічних показників виробу (наприклад, щільності). При цьому повинно бути проаналізовано рівняння (В. 10) або (В. 17) додатку В, для радіаційної складової теплопровідності Хг-формула (В.5) додатку В.

Коефіцієнт теплопропускання  $X_t$  визначають як суму трьох складових: параметра кондукційної складової теплопровідності повітря А, кондукційної складової теплопровідності матриці виробу  $[(A\beta r / (1 + d / pps) \beta)]$  або АВР та радіаційної складової теплопровідності ХГ. Кондукційна і радіаційна складові теплопровідності матеріалу залежать від щільності матеріалу зразка (див. В.2 додатку В).

Якщо значення параметра А відомо [наприклад, обчислено за формулою (В.11) додатку В для повітря], то для визначення параметрів В пВ \* повинні бути відомі не менше двох значень коефіцієнта теплопропускання  $X_t$  при одній довільній середній температурі зразка і при двох різних значеннях щільності.

Застосовують таку методику:

- вироби розрізають на таке число зразків однакової товщини, щоб товщина одного зразка не перевищувала товщину зразка, максимально допустиму при випробуванні його на наявному приладі (наприклад, з виробу товщиною 300 мм вирізують три зразка товщиною 100 мм кожний);
- кожен зразок випробовують окремо при його товщині і щільності;
- зразки укладають стопкою і послідовно піддають стисненню до трьох або чотирьох значень товщини, максимальна з яких дорівнює двом третім початкової загальної товщини стопки, мінімальна – одній третині (див. рисунок С.2).

Проводять випробування одного і того ж матеріалу при різних значеннях його щільності, визначаючи значення термічного опору  $R$  за формулою (1) або коефіцієнту теплопередачі  $J$  за формулою (2) або (В.7) Додатку В.

Максимальна допустима ступінь стиснення зразків повинна бути наведена в стандарті на виріб конкретного виду;

- методом найменших квадратів визначають залежність коефіцієнта теплопропускання  $Xt$  від характеристик матеріалу, використовуючи рівняння (1) і (В.10) або (В.17) Додатку В, і термічного опору  $R_0$ ,

використовуючи рівняння (В.8) або (В.2) Додатку В для зразків з дуже низькою щільністю і невеликою товщиною.

У рівнянні (В.8) Додатку В  $s$ - загальна полусферична випромінювальна здатність робочих поверхонь плит приладу,  $\beta^*$  - параметр ослаблення,  $\rho$  - щільність матеріалу. Параметри .... Визначають , використовуючи рівняння (В.4). Параметр  $E$  - змінений параметр ослаблення, визначення якого може бути задано рівнянням (В.6) Додатку В;

- обчислюють термічний опір зразка необхідної товщини, використовуючи рівняння інтерполяції і параметри матеріалу, визначені методом найменших квадратів.

**Примітка:**З огляду на те, що значимість параметра кондукційної складової теплопровідності матеріалу  $B$  мала, а зміни параметра матеріалу  $F$  незначні, то зміна характеристик матеріалу при відомому значенні параметра  $A$  може залежати тільки від зміни параметра  $\beta^*$  і випробувати в стисломому стані слід невелике число зразків, щоб отримати середні значення параметрів, характерні для даного виробу.

#### С.3.2.1.1.2 Поточні випробування

Випробують окремі шари виробу при їх вихідній щільності. За результатами випробувань визначають значення параметру... '\*. За формулами (1) і (В.8) Додатку В обчислюють термічний опір зразка при його повній товщині.

С.3.2.1.2 Методики випробування мінераловатних виробів, що мають градієнт щільності за товщиною.

Для випробування мінераловатних виробів, що мають градієнт щільності за товщиною, застосовують наступну методику:

- мінераловатний виріб розрізають на зразки однакової товщини. Товщина зразків не повинна перевищувати максимально допустиму товщину зразка при випробуванні на наявному приладі і повинна бути не менше однієї третини цієї товщини (наприклад, виріб товщиною 240 мм розрізають на три зразка товщиною 80 мм кожен).

Рекомендується розрізати виріб на непарне число шарів так, щоб один шар був обов'язково вирізаний з центральної частини виробу. Чим більше товщина шару, включаючи максимальну допустиму товщину для наявного приладу, тим менше ймовірність того, що ефект товщини є значущим для цього шару.

Якщо ефект товщини очікується значущим або відомо, що ефект товщини значний, то вимірювання слід проводити на шарах невеликої товщини. В цьому випадку вимірювання проводять на зразках, складених з двох або трьох шарів;

- вимірюють щільність кожного шару. Відносять щільність кожного шару до координати, що відповідає її центру. Початок координат суміщають з центром зразка. Методом найменших квадратів визначають параметром....., див. рівняння (В. 12) Додатку В.

Нижче наведені приклади застосування методики випробування мінераловатних виробів, що мають градієнт щільності за товщиною.

**Приклад 1:** Зразок товщиною 240 мм розрізають на три шари товщиною 80 мм і вимірюють їх щільності: 11,70; 14,10 і 20,30 кг / м<sup>3</sup>. Виміряні значення щільності відносять до координат мінус 80,0 і плюс 80. Методом лінійної регресії стосовно до рівняння (В.12) Додатку В отримують вираз  $p = 15,37 (1 + 0,0538 x)$ , кг / м<sup>3</sup>,

де  $x$  - координата, мм.

Обчислюють щільність на двох протилежних лицьових гранях зразка, мають координати мінус  $d / 2$  і плюс  $d / 2$ . Якщо отримані значення відрізняються від середньої щільності зразка менш ніж на 20%, то значення термічного опору, обчислене за формулою (В.14), відрізняється менш ніж на 1% від значення термічного опору, обчисленого за формулою  $R = dAt$ .

**Приклад 2:** Для зразка, описаного в попередньому прикладі, приходять = мінус 120 мм  $p = 8,92$  кг / м<sup>3</sup>, при  $x =$  плюс 120 мм  $p = 21,82$  кг / м<sup>3</sup>.

Зазначені значення відрізняються на 42% від середньої щільності зразка, тому розрахунки термічного опору слід проводити за рівнянням (В.13) Додатку В.

Вимірюють коефіцієнт теплопередачі шару, що має найменшу щільність, і обчислюють його термічний опір  $R_0$  відповідно до С.2.2.2 з метою прийняття попереднього рішення про значущість ефекту товщини для шарів зразка, що підлягають випробуванню. Продовжують випробування у відповідності з С.3.2.1.2.1, якщо ефект товщини незначний, або 0.3.2.1.2.2, якщо ефект товщини значний.

#### С.3.2.1.2.1 Методика випробування, якщо ефект товщини незначний

Якщо ефект товщини незначний, то випробування продовжують наступним чином:

- вимірюють термічний опір одного або двох шарів, вирізаних із середньої частини зразка;
- обчислюють кондукційну складову теплопровідності матеріалу зразка  $X_{cd}$ , значення якої визначається кондукційним теплопереносом через газ в порах і матрицю виробу, відповідно до С.2.2 при щільності, яка дорівнює середньому значенню щільності зразка (в наведених вище прикладах 15,37 кг / м<sup>3</sup>). За рівнянням (В. 12) Додатку В обчислюють координату  $x_c$ , щільність зразка в якій дорівнює щільності середнього шару цього зразка (В наведених вище прикладах щільність середнього шару дорівнює 14,10 кг / м<sup>3</sup> і, отже,  $x_c = -23,6$  мм). Обчислюють координати  $x_1$  і  $x_2$  граней шару завтовшки 80 мм, центр якого знаходиться в точці з координатою  $x_c$  (в приведенних вище прикладах  $x_1 =$  мінус 63,6 мм і  $x_2 =$  плюс 16,4 мм). За формулами (В.13) і (В.3) - (В.5) обчислюють значення параметра  $\beta^*$ , який характеризує випробуваний зразок;
- проводять попередні розрахунки за формулами (В.3) і (В.5) додатки В, використовуючи значення  $\beta^*$ , обчислюють термічний опір зразка за формулою (В.13) додатки В, приймаючи  $x_1 = -d / 2$  і  $x_2 = + d / 2$ .

**Примітка:** Якщо  $(l_{cd} / 2) < 0,2$ , то розрахунки проводять, використовуючи рівняння  $R_{12} = (x_1 - x_2) / X_t$

У стандартах на виробу конкретних видів має бути зазначено, чи призначена описана вище методика як для попередніх, так і для поточних випробувань або тільки для поточних випробувань.

Попередні випробування включають в себе:

- вимір термічного опору всіх шарів зразка;
- визначення координати, відповідної щільності середнього шару (див. вище);
- визначення кондукційної складової теплопровідності матеріалу  $X_{cd}$  і параметра  $\beta^*$  методом найменших квадратів за виміряним значенням



термічного опору шарів зразка, вираженого рівнянням (В.13) Додатку В. Порядок визначення координат відповідних шарів наведено вище.

#### С.3.2.1.2.2 Методика випробування, якщо ефект товщини значний

Якщо ефект товщини значний, то може бути застосована методика, наведена в С.3.2.1.2.1, при цьому за формулою (В. 14) Додатку В обчислюють термічний опір зразка і одного шару зразка. Значення  $R_{01}$  і  $R_{02}$  обчислюють за формулою (В.8) Додатку В, підставляючи в неї значення щільності поверхневих шарів лицьових граней зразка, координати яких мінус  $d/2$  і плюс  $d/2$ , або значення щільності поверхневих шарів лицьових граней шару, координати котрих  $x_1$  і  $x_2$ .  $R_{12}$  - термічний опір зразка або окремого шару, обчислений за формулою (В.13). При обчисленні термічних опорів  $R_{01}$  і  $R_{02}$  значення параметра  $F$

може бути прийнято рівним 0,50. На попередньому етапі параметр  $F$  може бути також визначений методом найменших квадратів.

#### С.3.2.2 Методики випробування виробів з пінопласту і теплоізоляційних коркових плит

С.3.2.2.1 Методики випробування однорідних виробів (крім виробів з пінополістиролу, виготовленого методом формування з гранул, і теплоізоляційних коркових плит).

Якщо за результатами оцінок, виконаних відповідно до С.2, випробування необхідно продовжити, то можуть бути застосовані описані нижче методики.

Для багатьох видів матеріалів, що розглядаються в цьому розділі, наприклад, для пінополістиролу, виготовленого методом формування, товщина зразків може бути менше товщини  $d$ .

##### С.3.2.2.1.1 Попередні випробування

Для проведення попередніх випробувань застосовують таку методику:

- вимірюють термічний опір шару виробу, товщина якого дорівнює максимально допустимій товщині зразка при випробуванні на наявному приладі;
- поступово зменшують товщину шару, відрізаючи від нього шари товщиною від 10 до 20 мм; вимірюють термічний опір шару, що залишився;
- методом найменших квадратів визначають параметри матеріалу по вимірним значенням термічного опору.

Термічний опір  $R_Q$  виробів з пінопласту і теплоізоляційних коркових плит обчислюють за формулою (В. 15) Додатку В.

Параметр  $Z=1$  для плит з пінопласту (крім плит з пінополістиролу, виготовлених методом формування з гранул) і теплоізоляційних коркових плит. Параметри  $\beta$ ,  $A$ ,  $B$  і  $E$  ( $F$  прямує до нуля в більшості випадків) обчислюють методом найменших квадратів. Якщо пори матеріалу заповнені повітрям, то  $A$  - фіксований параметр, який обчислюють, використовуючи формулу (В.10) Додатку В.

#### С.3.2.2.1.2 Поточні випробування

Для проведення поточних випробувань виріб розрізають на шари, як зазначено в С.3.2.1.1, обчислюють значення параметру  $\beta^*$ , потім на основі отриманого значення параметру  $\beta^*$  і параметрів, визначених при попередніх випробуваннях, обчислюють термічний опір  $RQ$  та коефіцієнт теплопередачі  $J$  виробу.

#### С.3.2.2.2 Методика випробування плит з пінополістиролу і теплоізоляційних коркових плит

Методика аналогічна викладеній в С.3.2.2.1, при цьому параметр  $Z > 4$  є теплопровідністю повітря,  $F$ -прямує до нуля,  $Z$  - залежить від товщини зразка і середнього діаметра спучених гранул або зерен. Емпіричне співвідношення  $Z = 0,75 - 0,25 \tanh(d / 3 db)$ , де  $db$  - середній діаметр спучених гранул або зерен, задовільно описує залежність  $Z$  від  $db$ .

Невідомі параметри  $\beta_i$ ,  $B$  і  $db$  визначають методом найменших квадратів при проведенні попередніх випробувань.

#### С.3.2.2.3 Методика випробування виробів з екструдованого пінопласту з ущільненим зовнішнім шаром лицьових граней

Якщо виріб, виготовлений з екструдованого пінопласту, має ущільнений зовнішній шар, щільність якого значно більше щільності його середньої частини, а поверхні зовнішнього шару покриті плівкою, то слід випробувати матеріал середньої частини виробу і провести розрахунки відповідно до С.2.2.2.

Якщо за результатами розрахунків необхідно продовжити випробування, то може бути застосована наступна методика:

- визначають термічний опір середньої частини виробу, як зазначено вище для однорідних пористих виробів,
- оцінюють термічний опір виробу як суму термічних опорів  $n$  шарів, на які було розрізано виріб, зменшене на значення добутку  $(n - 1) RQ$ . Якщо в процесі розрізання виробу на шари частина матеріалу перетворена в тирсу, то це враховують відповідно до вимог 5.3.

Додаток D  
(довідковий)

**Інформація, яку слід приводити в стандартах на вироби конкретних видів**

Інформація, яку слід приводити в стандартах на вироби конкретних видів, приведена в таблиці D.1.

Таблиця D.1.

Розділ, підрозділ, пункт, підпункт, додаток цього стандарту	Коротка необхідна інформація
5.1	Підготовка зразка до випробування в залежності від виду виробу
5.3	Методики обчислення термічного опору шару, вирізаного з зразка, що відрізняються від методики, описаної в цьому стандарті
5.3	Вибір між обчисленням повного термічного опору зразка як твори виміряного термічного опору одного шару на число рівних шарів, складових зразок, і обчисленням його як суми вимірних термічних опорів всіх шарів, складових зразок
5.4.1	Вибір між визначенням коефіцієнта теплопропускання матеріалу і визначенням термічного опору виробу, якщо ефект товщини значний
5.4.1	Використання таблиць 1-4 для визначення коефіцієнта теплопропускання, якщо ефект товщини значний
5.4.2	Вибір процедури інтерполяції
5.4.3	Вибір процедури інтерполяції
6	Зміст звіту про випробування
C.1	Параметри матеріалу, які повинні бути встановлені або виміряні при попередніх або поточних випробуваннях
C.2.2 та C.3.1	Значимість ефекту товщини при $1 - L > 0,02$ , якщо інше не обумовлено в стандарт на виріб
C.3.2.1.1.1	Максимально допустима ступінь стиснення при випробуванні мінераловатних виробів
C.3.2.1.2.1	Застосування методики, описаної в C.3.2.1.2.1 Додатка C, при попередньому і поточному випробуванні одночасно або тільки при поточному випробуванні