



ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Будівельні матеріали

**МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ
БУДІВЕЛЬНІ**

**Метод визначення
теплопровідності
і термічного опору при
стаціонарному тепловому
режимі**

**ДСТУ Б В.2.7-105-2000
(ГОСТ 7076-99)**

Видання офіційне

**МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ**

**Метод определения
теплопроводности и
термического сопротивления
при стационарном тепловом
режиме**

ГОСТ 7076-99

Издание официальное

Державний комітет будівництва,
архітектури та житлової

Межгосударственная научно-техническая
комиссия по стандартизации,
техническому нормированию
и сертификации в строительстве

Київ 2001

Передмова

1 РОЗРОБЛЕНИЙ
Науково-дослідним інститутом будівельної фізики (НИИСФ) Російської Федерації

ВНЕСЕНИЙ
Держбудом Росії

2 ПРИЙНЯТИЙ
Міждержавною науково-технічною комісією із стандартизації, технічного нормування і сертифікації в будівництві (МНТКБ) 20 травня 1999 р.

За прийняття проголосували:

Найменування держави	Найменування органу державного управління будівництвом
Республіка Вірменія	Міністерство містобудування
Республіка Казахстан	Комітет у справах будівництва Міністерства енергетики, індустрії та торгівлі
Киргизська Республіка	Державна інспекція з архітектури і будівництва при Уряді
Республіка Молдова	Міністерство розвитку територій, будівництва і комунального господарства
Російська Федерація	Держбуд
Республіка Таджикистан	Комітет у справах архітектури і будівництва
Республіка Узбекистан	Державний комітет із архітектури і будівництва
Україна	Держбуд

3 ВВЕДЕНИЙ
Наказом Держбуду України від 14.12.2000 р. № 280 на заміну ГОСТ 7076-87

Даний державний стандарт України не може бути повністю або частково відтворений, тиражований і розповсюджений як офіційне видання без дозволу Держбуду України

Предисловие

1 1 РАЗРАБОТАН
Научно-исследовательским институтом строительной физики (НИИСФ) Российской Федерации

ВНЕСЕН
Госстроем России

2 2 ПРИНЯТ
Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС) 20 мая 1999 г.

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование органа государственного управления строительством
Республика Армения	Министерство градостроительства
Республика Казахстан	Комитет по делам строительства Министерства энергетики, индустрии и торговли
Киргизская Республіка	Государственная инспекция по архитектуре и строительству при Правительстве
Республика Молдова	Министерство развития территорий, строительства и коммунального хозяйства
Российская Федерация	Госстрой
Республика Таджикистан	Комитет по делам архитектуры и строительства
Республика Узбекистан	Государственный комитет по архитектуре и строительству
Украина	Госстрой

3 ВЗАМЕН
ГОСТ 7076-87

Настоящий межгосударственный стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Секретариата МНТКС

Зміст**Содержание**

Вступ	IV	Введение.....	IV
Галузь використання	1	1 Область применения	1
2 Нормативні посилання	1	2 Нормативные ссылки	1
3 Визначення та позначення	2	3 Определения и обозначения	2
4 Загальні положення	4	4 Общие положения	4
5 Засоби вимірювання	4	5 Средства измерения	4
6 Підготовка до випробування.....	6	6 Подготовка к испытанию.....	6
7 Проведення випробування	7	7 Проведение испытания	7
8 Обробка результатів випробування	8	8 Обработка результатов испытания	8
9 Протокол випробування	10	9 Протокол испытания	10
10 Похибка визначення ефективної теплопровідності і термічного опору	12	10 Погрешность определения эффективной теплопроводности и термического сопротивления	12
Додаток А		Приложение А	
Вимоги до приладів для визначення ефективної теплопровідності і термічного опору при стаціонарному тепловому режимі.....	13	Требования к приборам для определения эффективной теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме	13
Додаток Б		Приложение Б	
Градування приладу, оснащеного тепломіром.....	17	Градуировка прибора, оснащенного тепломером	17
Додаток В		Приложение В	
Бібліографія	20	Библиография.....	20

Вступ

Даний стандарт гармонізований із стандартами ІСО 7345:1987 [1] і ІСО 9251:1987 [2] у частині термінології і відповідає основним положенням ІСО 8301:1991 [3], ІСО 8302:1987 [4], що встановлюють методи визначення термічного опору і ефективної теплопровідності за допомогою приладу, оснащеного тепломіром, і приладу з гарячою охоронною зоною.

Відповідно до стандартів ІСО у даному стандарті встановлені вимоги до зразків, приладу і його градуюванню, прийняті дві основні схеми випробування: асиметрична (з одним тепломіром) і симетрична (з двома тепломірами).

Введение

Настоящий стандарт гармонизирован со стандартами ИСО 7345:1987 [1] и ИСО 9251:1987 [2] в части терминологии и соответствует основным положениям ИСО 8301:1991 [3], ИСО 8302:1987 [4], устанавливающим методы определения термического сопротивления и эффективной теплопроводности с помощью прибора, оснащенного тепломером, и прибора с горячей охранной зоной.

В соответствии со стандартами ИСО в настоящем стандарте установлены требования к образцам, прибору и его градуировке, приняты две основные схемы испытания: асимметричная (с одним тепломером) и симметричная (с двумя тепломерами).

Будівельні матеріали

**Матеріали і вироби будівельні
Метод визначення теплопровідності
і термічного опору при стаціонарному
тепловому режимі**

Строительные материалы

**Материалы и изделия
строительные
Метод определения теплопроводности
и термического сопротивления при
стационарном тепловом режиме**

**ДСТУ Б В.2.7-105-2000
(ГОСТ 7076-99)**

Building materials

**Building materials and products
Method of determination of steady-state
thermal conductivity and thermal resistance**

Чинний від 2001-07-01

Дата введення 2000-04-01

1 ГАЛУЗЬ ВИКОРИСТАННЯ

Даний стандарт розповсюджується на будівельні матеріали і вироби, а також на матеріали і вироби, що призначені для теплової ізоляції промислового обладнання і трубопроводів, і встановлює метод визначення їх ефективної теплопровідності і термічного опору при середній температурі зразка від мінус 40°C до +200°C.

Стандарт не розповсюджується на матеріали і вироби з теплопровідністю більше 1,5Вт/(м·К).

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У даному стандарті використані посилання на такі стандарти:

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на строительные материалы и изделия, а также на материалы и изделия, предназначенные для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов, и устанавливает метод определения их эффективной теплопроводности и термического сопротивления при средней температуре образца от минус 40°C до +200°C.

Стандарт не распространяется на материалы и изделия с теплопроводностью более 1,5Вт/(м·К).

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 166-89	Штангенциркули. Технические условия		
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия.		
ГОСТ 24104-88	Весы лабораторные общего назначения и образцовые. Общие технические условия.		
ДСТУ Б В.2.7-38-95 (ГОСТ 17177-94)	Матеріали і вироби будівельні теплоізоляційні. Методи випробування	ГОСТ 17177-94	Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТА ПОЗНАЧЕННЯ

3.1 У даному стандарті застосовують такі терміни з відповідними визначеннями.

Тепловий потік - кількість теплоти, що проходить крізь зразок за одиницю часу.

Щільність теплового потоку - тепловий потік, що проходить крізь одиницю площі.

Стаціонарний тепловий режим - режим, за якого всі теплофізичні параметри, що розглядаються, не змінюються з часом.

Термічний опір зразка - відношення різниці температур лицьових граней зразка до щільності теплового потоку в умовах стаціонарного теплового режиму.

Середня температура зразка - середньоарифметичне значення температур, виміряних на лицьових гранях зразка.

Ефективна теплопровідність λ_{eff} матеріалу (відповідає терміну "коефіцієнт теплопровідності", прийнятому в чинних нормах з будівельної теплотехніки) - відношення товщини **d** зразка матеріалу, що випробовується, до його термічного опору **R**.

$$\lambda_{eff} = \frac{d}{R} \quad (1)$$

3.2 Позначення величин і одиниці вимірювання наведені в таблиці 1.

Таблиця 1
Таблиця 1

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

3.1 В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Тепловой поток - количество теплоты, проходящее через образец в единицу времени.

Плотность теплового потока - тепловой поток, проходящий через единицу площади.

Стационарный тепловой режим - режим, при котором все рассматриваемые теплофизические параметры не меняются со временем.

Термическое сопротивление образца - отношение разности температур лицевых граней образца к плотности теплового потока в условиях стационарного теплового режима.

Средняя температура образца - среднеарифметическое значение температур, измеренных на лицевых гранях образца.

Эффективная теплопроводность λ_{eff} материала (соответствует термину "коэффициент теплопроводности", принятому в действующих нормах по строительной теплотехнике) - отношение толщины **d** испытываемого образца материала к его термическому сопротивлению **R**.

3.2 Обозначения величин и единицы измерения приведены в таблице 1.

Позначення Обозначение	Величина	Одиниця вимірювання Единица измерения
λ_{eff}	Ефективна теплопровідність Эффективная теплопроводность	Вт/(м·К)
R	Термічний опір Термическое сопротивление	м ² К/Вт
d	Товщина образця до испытання Товщина зразка до випробування	м
R _{s1} , R _{s2}	Термічні опори стандартних зразків Термические сопротивления стандартных образцов	м ² К/Вт
$\Delta T_1, \Delta T_2$	Різниця температур лицьових граней стандартних зразків Разность температур лицевых граней стандартных образцов	К
e ₁ , e ₂	Вихідні сигнали тепломірів приладу при його градуюванні за допомогою стандартних зразків Выходные сигналы термомеров прибора при его градуировке при помощи стандартных образцов	мВ
f ₁ , f ₂	Градувальні коефіцієнти тепломірів приладу при його градуюванні за допомогою стандартних зразків Градуировочные коэффициенты термомеров прибора при его градуировке при помощи стандартных образцов	Вт/(мВ·м ²)
d _u	Товщина зразка у процесі випробування Толщина образца в процессе испытания	м

Продовження таблиці 1

Продолжение таблицы 1

Позначення Обозначение	Величина	Одиниця вимірювання Единица измерения
R_u	Термічний опір зразка, що випробовують Термическое сопротивление испытываемого образца	$\text{м}^2\text{К/Вт}$
m_r	Відносна зміна маси зразка після сушіння Относительное изменение массы образца после сушки	-
m_w	Відносна зміна маси зразка у процесі випробування Относительное изменение массы образца в процессе испытания	-
M_1	Маса зразка при його одержанні від виготовлювача Масса образца при его получении от изготовителя	кг
M_2	Маса зразка після сушіння Масса образца после сушки	кг
M_3	Маса зразка після випробування Масса образца после испытания	кг
ΔT_u	Різниця температур лицьових граней зразка, який випробовують Разность температур лицевых граней испытываемого образца	К
T_{mu}	Середня температура зразка, який випробовують Средняя температура испытываемого образца	К
T_{1u}	Температура гарячої лицьової грані зразка, який випробовують Температура горячей лицевой грани испытываемого образца	К
T_{2u}	Температура холодної лицьової грані зразка, який випробовують Температура холодной лицевой грани испытываемого образца	К
f_u	Значення градувального коефіцієнта тепломіра приладу, що відповідає значенню теплового потоку, який протікає крізь зразок, що випробовують, після встановлення стаціонарного теплового режиму (при асиметричній схемі випробування) Значение градуировочного коэффициента тепломера прибора, соответствующее значению теплового потока, протекающего через испытываемый образец после установления стационарного теплового режима (при асимметричной схеме испытания)	$\text{Вт}/(\text{мВ}\cdot\text{м}^2)$
e_u	Вихідний сигнал тепломіра приладу після встановлення стаціонарного теплового потоку крізь зразок, що випробовують (при асиметричній схемі випробування) Выходной сигнал тепломера прибора после установления стационарного теплового потока через испытываемый образец (при асимметричной схеме испытания)	мВ
R_k	Термічний опір між лицьовою гранню зразка і робочою поверхнею плити приладу Термическое сопротивление между лицевой гранью образца и рабочей поверхностью плиты прибора	$\text{м}^2\text{К/Вт}$
λ_{effu}	Ефективна теплопровідність матеріалу зразка, що випробовують Эффективная теплопроводность материала испытываемого образца	$\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$
R_L	Термічний опір листового матеріалу, з якого виготовлені дно і кришка ящика для зразка насипного матеріалу Термическое сопротивление листового материала, из которого изготовлены дно и крышка ящика для образца насыпного материала	$\text{м}^2\text{К/Вт}$
$f_u' \cdot f_u''$	Значення градувального коефіцієнта першого і другого тепломірів приладу, які відповідають значенню теплового потоку, що протікає крізь зразок, який випробовують, після встановлення стаціонарного теплового режиму (при симетричній схемі випробування) Значения градуировочного коэффициента первого и второго тепломеров поибооа. соответствующие значению теплового потока, поотекающего через испытываемый образец после установления стационарного теплового режима (при симметричной схеме испытания)	$\text{Вт}/(\text{мВ}\cdot\text{м}^2)$

Закінчення таблиці 1
Окончание таблицы 1

Позначення Обозначение	Величина	Одиниця вимірювання Единица измерения
e'_u, e''_u	Вихідний сигнал першого і другого тепломірів після встановлення стаціонарного теплового потоку крізь зразок, який випробовується (при симетричній схемі випробування) Выходной сигнал первого и второго тепломеров после установления стационарного теплового потока через испытываемый образец (при симметричной схеме испытания)	мВ
q_u	Щільність стаціонарного теплового потоку, який проходить крізь зразок, що випробовується Плотность стационарного теплового потока, проходящего через испытываемый образец	Вт/м ²
A	Площа зони вимірювання Площадь зоны измерения	м ²
Ф	Електрична потужність, яка подається на нагрівник зони вимірювання гарячої плити приладу Электрическая мощность, подаваемая на нагреватель зоны измерения горячей плиты прибора	Вт

4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1 Суть методу полягає у створенні стаціонарного теплового потоку, що проходить крізь плоский зразок визначеної товщини і направлений перпендикулярно до лицьових (найбільших) граней зразка, вимірюванні щільності цього теплового потоку, температури протилежних лицьових граней і товщини зразка.

4.2 Число зразків, необхідне для визначення ефективної теплопровідності або термічного опору, і порядок відбору зразків повинні бути вказані у стандарті на конкретний матеріал або виріб. Якщо у стандарті на конкретний матеріал або виріб не вказане число зразків, що підлягають випробуванню, ефективну теплопровідність або термічний опір визначають на п'яти зразках.

4.3 Температура і відносна вологість повітря приміщення, у якому проводять випробування, повинні бути відповідно (295 ± 5) К і (50 ± 10) %.

5 ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ

Для проведення випробування застосовують:

- прилад для вимірювання ефективної теплопровідності і термічного опору, атестований за встановленим порядком і такий, що задовольняє вимоги, наведені у додатку А;

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Сущность метода заключается в создании стационарного теплового потока, проходящего через плоский образец определенной толщины и направленного перпендикулярно к лицевым (наибольшим) граням образца, измерении плотности этого теплового потока, температуры противоположных лицевых граней и толщины образца.

4.2 Число образцов, необходимое для определения эффективной теплопроводности или термического сопротивления, и порядок отбора образцов должны быть указаны в стандарте на конкретный материал или изделие. Если в стандарте на конкретный материал или изделие не указано число образцов, подлежащих испытанию, эффективную теплопроводность или термическое сопротивление определяют на пяти образцах.

4.3 Температура и относительная влажность воздуха помещения, в котором проводят испытания, должны быть соответственно (295 ± 5) К и (50 ± 10) %.

5 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

Для проведения испытания применяют:

- прибор для измерения эффективной теплопроводности и термического сопротивления, аттестованный в установленном порядке и удовлетворяющий требованиям, приведенным в приложении А;

- прилад для визначення густини волокнистих матеріалів за ДСТУ Б В.2.7-38;
- прилад для визначення товщини плоских волокнистих виробів за ДСТУ Б В.2.7-38;
- електрошафа сушильна, верхня границя нагріву якої не менше 383 К, границя допустимої похибки завдання та автоматичного регулювання температури - 5К;
- штангенциркуль за ГОСТ 166:
- для вимірювання зовнішніх та внутрішніх розмірів з діапазоном вимірювання 0-125 мм, значенням відліку за нониусом - 0,05 мм, границею похибки, що допускається, - 0,05 мм;
- для вимірювання зовнішніх розмірів з діапазоном вимірювання 0-500 мм, значенням відліку за нониусом - 0,1 мм, границею похибки, що допускається, - 0,1 мм;
- лінійка металева вимірювальна за ГОСТ 427 з верхньою границею вимірювання 1000 мм, границею відхилення від номінальних значень довжини шкали і відстаней між будь-яким штрихом і початком або кінцем шкали, що допускається, - 0,2 мм;
- ваги лабораторні загального призначення за ГОСТ 24104:
- з найбільшою границею зважування 5 кг, ціною поділки - 100 мг. середнє квадратичне відхилення показань ваг - не більше 50,0 мг, похибка від нерівноплічності коромисла - не більше 250,0 мг, границя похибки, що допускається, - 375 мг;
- з найбільшою границею зважування 20 кг, ціною поділки - 500 мг, середнє квадратичне відхилення показань ваг - не більше 150,0 мг, похибка від нерівноплічності коромисла - не більше 750,0 мг, границя похибки, що допускається - 1500 мг.

Допускається застосування інших засобів вимірювання з метрологічними характеристиками і обладнання з технічними характеристиками не гірше вказаних у даному стандарті.

- прибор для определения плотности волокнистых материалов по ГОСТ 17177;
- прибор для определения толщины плоских волокнистых изделий по ГОСТ 17177;
- электрошкаф сушильный, верхний предел нагрева которого не менее 383 К, предел допустимой погрешности задания и автоматического регулирования температуры - 5 К;
- штангенциркуль по ГОСТ 166:
- для измерения наружных и внутренних размеров с диапазоном измерения 0-125 мм, значением отсчета по нониусу - 0,05 мм, пределом допускаемой погрешности - 0,05 мм;
- для измерения наружных размеров с диапазоном измерения 0-500 мм. значением отсчета по нониусу - 0,1 мм, пределом допускаемой погрешности - 0,1 мм;
- линейка металлическая измерительная по ГОСТ 427 с верхним пределом измерения 1000 мм, пределом допускаемого отклонения от номинальных значений длины шкалы и расстояний между любым штрихом и началом или концом шкалы - 0,2 мм;
- весы лабораторные общего назначения по ГОСТ 24104:
- с наибольшим пределом взвешивания 5 кг, ценой деления - 100 мг, среднее квадратичное отклонение показаний весов - не более 50,0 мг, погрешность от неравноплечности коромысла - не более 250,0 мг, предел допустимой погрешности - 375 мг;
- с наибольшим пределом взвешивания 20 кг, ценой деления - 500 мг. среднее квадратичное отклонение показаний весов - не более 150,0 мг. погрешность от неравноплечности коромысла - не более 750,0 мг, предел допустимой погрешности - 1500 мг.

Допускается применение других средств измерения с метрологическими характеристиками и оборудования с техническими характеристиками не хуже указанных в настоящем стандарте.

6 ПІДГОТОВКА ДО ВИПРОБУВАННЯ

6.1 Виготовляють зразок у вигляді прямокутного паралелепіпеда, найбільші (лицьові) грані якого мають форму квадрата зі стороною, рівною стороні робочих поверхонь плит приладу. Якщо робочі поверхні плит приладу мають форму круга, то найбільші грані зразка також повинні мати форму круга, діаметр якого рівний діаметру робочих поверхонь плит приладу (додаток А, п. 2.1).

6.2 Товщина зразка, який випробовують, повинна бути менше довжини ребра лицьової грані або діаметра не менше ніж у п'ять разів.

6.3 Грані зразка, що контактують з робочими поверхнями плит приладу, повинні бути плоскими і паралельними. Відхилення лицьових граней жорсткого зразка від паралельності не повинне бути більше 0,5 мм.

Жорсткі зразки, які мають різновтовщинність та відхилення від площинності, шліфують.

6.4 Товщину зразка-паралелепіпеда вимірюють штангенциркулем з похибкою не більше 0,1 мм у чотирьох кутках на відстані $(50,0 \pm 5,0)$ мм від вершини кута і посередині кожної сторони.

Товщину зразка-диска вимірюють штангенциркулем з похибкою не більше 0,1 мм за твірними, що розташовані у чотирьох взаємно перпендикулярних площинах, які проходять через вертикальну вісь.

За товщину зразка приймають середньоарифметичне значення результатів усіх вимірів.

6.5 Довжину і ширину зразка у плані вимірюють лінійкою з похибкою не більше 0,5 мм.

6.6 Правильність геометричної форми і розміри зразка теплоізоляційного матеріалу визначають за ДСТУ Б В.2.7-38.

6.7 Середній розмір включень (гранули заповнювача, крупні пори тощо), відмінних за своїми теплофізичними показниками від основного зразка, повинен складати не більше 0,1 товщини зразка.

Допускається випробування зразка, що має неоднорідні включення, середній розмір яких перевищує 0,1 його товщини. У протоколі випробування повинен бути вказаний середній розмір включень.

6.8 Визначають масу зразка M_1 при його одержуванні від виготовлювача.

6 ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЮ

6.1 Изготавливают образец в виде прямоугольного параллелепипеда, наибольшие (лицевые) грани которого имеют форму квадрата со стороной, равной стороне рабочих поверхностей плит прибора. Если рабочие поверхности плит прибора имеют форму круга, то наибольшие грани образца также должны иметь форму круга, диаметр которого равен диаметру рабочих поверхностей плит прибора (приложение А, п. 2.1).

6.2 Толщина испытываемого образца должна быть меньше длины ребра лицевой грани или диаметра не менее чем в пять раз.

6.3 Грани образца, контактирующие с рабочими поверхностями плит прибора, должны быть плоскими и параллельными. Отклонение лицевых граней жесткого образца от параллельности не должно быть более 0,5 мм.

Жесткие образцы, имеющие разнотолщинность и отклонения от плоскостности, шлифуют.

6.4 Толщину образца-параллелепипеда измеряют штангенциркулем с погрешностью не более 0,1 мм в четырех углах на расстоянии $(50,0 \pm 5,0)$ мм от вершины угла и посередине каждой стороны.

Толщину образца-диска измеряют штангенциркулем с погрешностью не более 0,1 мм по образующим, расположенным в четырех взаимно перпендикулярных плоскостях, проходящих через вертикальную ось.

За толщину образца принимают среднеарифметическое значение результатов всех измерений.

6.5 Длину и ширину образца в плане измеряют линейкой с погрешностью не более 0,5 мм.

6.6 Правильность геометрической формы и размеры образца теплоизоляционного материала определяют по ГОСТ 17177.

6.7 Средний размер включений (гранулы заполнителя, крупные поры и т.п.), отличных по своим теплофизическим показателям от основного образца, должен составлять не более 0,1 толщины образца.

Допускается испытание образца, имеющего неоднородные включения, средний размер которых превышает 0,1 его толщины. В протоколе испытания должен быть указан средний размер включений.

6.8 Определяют массу образца M_1 при его получении от изготовителя.

6.9 Зразок висушують до постійної маси при температурі, вказаній у нормативному документі на матеріал або виріб. Зразок вважають висушеним до постійної маси, якщо втрата його маси після чергового висушування протягом 0,5 год не перевищує 0,1 %. Після закінчення сушіння визначають масу зразка M_2 та його густину ρ , після чого зразок негайно розміщують або у приладі для визначення його термічного опору, або у герметичній посудині.

Допускається випробування вологого зразка при температурі холодної лицьової грані більше 273 К і перепаді температури не більше 2 К на 1 см товщини зразка.

6.10 Зразок висушеного насипного матеріалу повинен бути розміщений у ящику, дно і кришка якого виготовлені з тонкого листового матеріалу. Довжина і ширина ящика повинні бути рівними відповідним розмірам робочих поверхонь плит приладу, глибина - товщині зразка, який випробовують. Товщина зразка насипного матеріалу повинна бути не менше ніж у 10 разів більше середнього розміру гранул, зерен і лусочок, з яких складається цей матеріал.

Відносна напівсферична випромінювальна здатність поверхонь дна і кришки ящика повинна бути більше 0,8 при тих температурах, які ці поверхні мають у процесі випробування.

Термічний опір R_L листового матеріалу, з якого виготовляють дно і кришку ящика, повинен бути відомий.

6.11 Пробу насипного матеріалу ділять на чотири рівні частини, які по черзі насипають у ящик, ущільнюючи кожну частину так, щоб вона зайняла відповідну частину внутрішнього об'єму ящика. Ящик закривають кришкою. Кришку прикріплюють до бокових стінок ящика.

6.12 Зважують ящик із зразком насипного матеріалу. За визначеним значенням маси ящика із зразком і попередньо визначеним значенням внутрішнього об'єму і маси порожнього ящика обчислюють густину зразка насипного матеріалу.

6.13 Похибка визначення маси і розміру зразків не повинна бути більше 0,5 %.

7 ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАННЯ

7.1 Випробування повинні проводитись на попередньо градуйованому приладі. Порядок і періодичність градуювання наведені у додатку Б.

6.9 Образец высушивают до постоянной массы при температуре, указанной в нормативном документе на материал или изделие. Образец считают высушенным до постоянной массы, если потеря его массы после очередного высушивания в течение 0,5 ч не превышает 0,1 %. По окончании сушки определяют массу образца M_2 и его плотность ρ . После чего образец немедленно помещают либо в прибор для определения его термического сопротивления, либо в герметичный сосуд.

Допускается испытание влажного образца при температуре холодной лицевой грани более 273 К и перепаде температуры не более 2 К на 1 см толщины образца.

6.10 Образец высушенного насыпного материала должен быть помещен в ящик, дно и крышка которого изготовлены из тонкого листового материала. Длина и ширина ящика должны быть равны соответствующим размерам рабочих поверхностей плит прибора, глубина - толщине испытываемого образца. Толщина образца насыпного материала должна быть не менее чем в 10 раз больше среднего размера гранул, зерен и чешуек, из которых состоит этот материал.

Относительная полусферическая излучательная способность поверхностей дна и крышки ящика должна быть более 0,8 при тех температурах, которые эти поверхности имеют в процессе испытания.

Термическое сопротивление R_L листового материала, из которого изготавливают дно и крышку ящика, должно быть известно.

6.11 Пробу насыпного материала делят на четыре равные части, которые поочередно насыпают в ящик, уплотняя каждую часть так, чтобы она заняла соответствующую ей часть внутреннего объема ящика. Ящик закрывают крышкой. Крышку прикрепляют к боковым стенкам ящика.

6.12 Взвешивают ящик с образцом насыпного материала. По определенному значению массы ящика с образцом и предварительно определенным значениям внутреннего объема и массы пустого ящика вычисляют плотность образца насыпного материала.

6.13 Погрешность определения массы и размера образцов не должна быть более 0,5 %.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ

7.1 Испытания должны проводиться на предварительно градуированном приборе. Порядок и периодичность градуировки приведены в приложении Б.

7.2 Зразок, який підлягає випробуванню, розміщують у приладі. Розташування зразка - горизонтальне або вертикальне. При горизонтальному розташуванні зразка напрямком теплового потоку зверху вниз.

У процесі випробування різниця температур лицьових граней зразка ΔT_n повинна складати 10-30 К. Середня температура зразка при випробуванні повинна бути вказана у нормативному документі на конкретний вид матеріалу або виробу.

7.3 Встановлюють задані значення температур робочих поверхонь плит приладу і послідовно через кожні 300 с проводять вимірювання:

- сигналів тепломіра e_n і датчиків температур лицьових граней зразка, якщо щільність теплового потоку крізь зразок, який випробовують, вимірюють за допомогою тепломіра;
- потужності, яка подається на нагрівник зони вимірювання гарячої плити приладу і сигналів датчиків температур лицьових граней зразка, якщо щільність теплового потоку крізь зразок, що випробовується, визначають шляхом вимірювання електричної потужності, котра подається на нагрівник зони вимірювання гарячої плити приладу.

7.4 Тепловий потік крізь зразок, який випробовується, вважається усталеним (стаціонарним), якщо значення термічного опору зразка, обчислені за результатами п'яти послідовних вимірювань сигналів датчиків температур і щільності теплового потоку, відрізняються один від одного менше ніж на 1 %, при цьому ці величини не зростають і не убывають монотонно.

7.5 Після досягнення стаціонарного теплового режиму вимірюють товщину зразка d_n , який розміщений у приладі, штангенциркулем з похибкою не більше 0,5 %.

7.6 Після закінчення випробування визначають масу зразка M_3 .

8 ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАННЯ

8.1 Обчислюють відносну зміну маси зразка внаслідок його сушіння m_r , та у процесі випробування m_w , і густину зразка ρ_n за формулами:

$$m_r = (M_1 - M_2) / M_2, \quad (2)$$

$$m_w = (M_2 - M_3) / M_2, \quad (3)$$

7.2 Подлежащий испытанию образец помещают в прибор. Расположение образца - горизонтальное или вертикальное. При горизонтальном расположении образца направление теплового потока сверху вниз.

В процессе испытания разность температур лицевых граней образца ΔT_n должна составлять 10-30 К. Средняя температура образца при испытании должна быть указана в нормативном документе на конкретный вид материала или изделия.

7.3 Устанавливают заданные значения температур рабочих поверхностей плит прибора и последовательно через каждые 300 с проводят измерения:

- сигналов тепломера e_n и датчиков температур лицевых граней образца, если плотность теплового потока через испытываемый образец измеряют при помощи тепломера;
- мощности, подаваемой на нагреватель зоны измерения горячей плиты прибора и сигналов датчиков температур лицевых граней образца, если плотность теплового потока через испытываемый образец определяют путем измерения электрической мощности, подаваемой на нагреватель зоны измерения горячей плиты прибора.

7.4 Тепловой поток через испытываемый образец считают установившимся (стационарным), если значения термического сопротивления образца, вычисленные по результатам пяти последовательных измерений сигналов датчиков температур и плотности теплового потока, отличаются друг от друга менее чем на 1 %, при этом эти величины не возрастают и не убывают монотонно.

7.5 После достижения стационарного теплового режима измеряют толщину помещенного в прибор образца d_n штангенциркулем с погрешностью не более 0,5 %.

7.6 После окончания испытания определяют массу образца M_3 .

8 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ

8.1 Вычисляют относительное изменение массы образца вследствие его сушки m_r , и в процессе испытания m_w и плотность образца ρ_n по формулам:

$$\rho_u = \frac{M_3}{V_u} \quad (4)$$

Об'єм V_u зразка, який випробовують, обчислюють за результатами вимірювання його довжини і ширини після закінчення випробування, а товщини - у процесі випробування.

8.2 Обчислюють різницю температур ΔT_u лицьових граней і середню температуру T_{mu} зразка, що випробовують, за формулами:

$$\Delta T_u = T_{1u} - T_{2u}, \quad (5)$$

$$T_{mu} = (T_{1u} + T_{2u})/2. \quad (6)$$

8.3 При обчисленні теплофізичних показників зразка і щільності стаціонарного теплового потоку в розрахункові формули підставляють середньоарифметичні значення результатів п'яти вимірювань сигналів датчиків різниці температур і сигналу тепломіра або електричної потужності, виконаних після встановлення стаціонарного теплового потоку крізь зразок, який випробовують.

8.4 При проведенні випробування на приладі, зібраному за асиметричною схемою, термічний опір R_u зразка обчислюють за формулою

$$R_u = \frac{\Delta T_u}{q_u} - 2R_k, \quad (7)$$

де R_k - приймають таким, що дорівнює $0,005 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, (а для теплоізоляційних матеріалів і виробів - нулю).

8.5 Ефективну теплопровідність λ_{effu} матеріалу зразка обчислюють за формулою

$$\lambda_{effu} = \frac{d_u}{\frac{\Delta T_u}{q_u} - 2R_k}. \quad (8)$$

8.6 Термічний опір R_u і ефективну теплопровідність λ_{effu} зразка насипного матеріалу образця обчислюють за формулами:

$$R_u = \frac{\Delta T_u}{q_u} - 2R_L, \quad (9)$$

$$\lambda_{effu} = \frac{d_u}{\frac{\Delta T_u}{q_u} - 2R_L}. \quad (10)$$

Объем V_u испытываемого образца вычисляют по результатам измерения его длины и ширины после окончания испытания, а толщины - в процессе испытания.

8.2 Вычисляют разность температур ΔT_u лицевых граней и среднюю температуру T_{mu} испытываемого образца по формулам:

8.3 При вычислении теплофизических показателей образца и плотности стационарного теплового потока в расчетные формулы подставляют среднеарифметические значения результатов пяти измерений сигналов датчиков разности температур и сигнала тепломера или электрической мощности, выполненных после установления стационарного теплового потока через испытываемый образец.

8.4 При проведении испытания на приборе, собранном по асимметричной схеме, термическое сопротивление R_u образца вычисляют по формуле

где R_k - принимают равным $0,005 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, (а для теплоизоляционных материалов и изделий - нулю).

8.5 Эффективную теплопроводность λ_{effu} материала образца вычисляют по формуле

8.6 Термическое сопротивление R_u и эффективную теплопроводность λ_{effu} и насыпного материала вычисляют по формулам:

8.7 Щільність стаціонарного теплового потоку q_u крізь зразок, який випробовують на приладі, зібраному за асиметричною і симетричною схемами, обчислюють відповідно за формулами:

$$q_u = f_u e_u, \quad (11)$$

$$q_u = \frac{(f_u' : e_u' + f_u'' e_u'')}{2}. \quad (12)$$

8.8 При проведенні випробування на приладі з гарячою охоронною зоною, у котрому щільність теплового потоку визначають шляхом зміни електричної потужності, яка подається на нагрівник зони вимірювання гарячої плити приладу, термічний опір, ефективну теплопровідність і щільність стаціонарного теплового потоку крізь зразок обчислюють за формулами:

$$R_u = \frac{A \Delta T_u}{\Phi} - 2R_k, \quad (13)$$

$$\lambda_{effu} = \frac{d_u}{\frac{A \Delta T_u}{\Phi} - 2R_k}, \quad (14)$$

$$q_u = \frac{\Phi}{A}. \quad (15)$$

Під час випробування насипних матеріалів у формули (13) і (14) замість R_k підставляють значення R_L .

8.9 За результат випробування приймають середньоарифметичні значення термічного опору і ефективної теплопровідності всіх випробуваних зразків.

9 ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАННЯ

У протоколі випробування повинні бути наведені такі відомості:

- найменування матеріалу або виробу;
- позначення і найменування нормативного документа, за яким виготовлений матеріал або виріб;
- підприємство-виготовлювач;
- номер партії;
- дата виготовлення;
- загальне число випробуваних зразків;
- тип приладу, на якому проведено випробування;
- положення зразків, які випробовуються (горизонтальне, вертикальне);
- методика виготовлення зразків насипного матеріалу із зазначенням термічного опору дна і кришки ящика, у якому випробовувались зразки;

8.7 Плотность стационарного теплового потока q_u через образец, испытываемый на приборе, собранном по асимметричной и симметричной схемам, вычисляют соответственно по формулам:

$$q_u = f_u e_u, \quad (11)$$

$$q_u = \frac{(f_u' : e_u' + f_u'' e_u'')}{2}. \quad (12)$$

8.8 При проведении испытания на приборе с горячей охранной зоной, в котором плотность теплового потока определяют путем измерения электрической мощности, подаваемой на нагреватель зоны измерения горячей плиты прибора, термическое сопротивление, эффективную теплопроводность и плотность стационарного теплового потока через образец вычисляют по формулам:

$$R_u = \frac{A \Delta T_u}{\Phi} - 2R_k, \quad (13)$$

$$\lambda_{effu} = \frac{d_u}{\frac{A \Delta T_u}{\Phi} - 2R_k}, \quad (14)$$

$$q_u = \frac{\Phi}{A}. \quad (15)$$

При испытании насыпных материалов в формулы (13) и (14) вместо R_k подставляют значение R_L .

8.9 За результат испытания принимают среднеарифметические значения термического сопротивления и эффективной теплопроводности всех испытанных образцов.

9 ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЯ

В протоколе испытания должны быть приведены следующие сведения:

- наименование материала или изделия;
- обозначение и наименование нормативного документа, по которому изготовлен материал или изделие;
- предприятие-изготовитель;
- номер партии;
- дата изготовления;
- общее число испытанных образцов;
- тип прибора, на котором проведено испытание;
- положение испытываемых образцов (горизонтальное, вертикальное);
- методика изготовления образцов насыпного материала с указанием термического сопротивления дна и крышки ящика, в котором испытывались образцы;

- розміри кожного зразка;
- товщина кожного зразка перед початком випробування і в процесі випробування з вказівкою, чи проводилось випробування при фіксованому тиску на зразок чи при фіксованій товщині зразка;
- фіксований тиск (якщо він був фіксований);
- середній розмір неоднорідних включень у зразках (якщо вони є);
- методика сушіння зразків;
- відносна зміна маси кожного зразка внаслідок його сушіння;
- вологість кожного зразка до початку і після закінчення випробування;
- густина кожного зразка в процесі випробування;
- відносна зміна маси кожного зразка, яка відбулась у процесі випробування;
- температура гарячої і холодної лицьових граней кожного зразка;
- різниця температур гарячої і холодної лицьових граней кожного зразка;
- середня температура кожного зразка;
- щільність теплового потоку крізь кожний зразок після встановлення стаціонарного теплового режиму;
- термічний опір кожного зразка;
- ефективна теплопровідність матеріалу кожного зразка;
- середньоарифметичне значення термічного опору всіх випробуваних зразків;
- середньоарифметичне значення ефективної теплопровідності всіх випробуваних зразків;
- напрямок теплового потоку;
- дата випробування;
- дата останнього градування приладу (якщо випробування проведене на обладнаному тепломіром приладі);
- для стандартних зразків, які використовувались при градуванні приладу повинні бути вказані: тип, термічний опір, дата вивіру, термін дії вивіру, організація, що проводила вивір;
- оцінка похибки вимірювання термічного опору або ефективної теплопровідності;

- размеры каждого образца;
- толщина каждого образца перед началом испытания и в процессе испытания с указанием, проводилось ли испытание при фиксированном давлении на образец или при фиксированной толщине образца;
- фиксированное давление (если оно было фиксировано);
- средний размер неоднородных включений в образцах (если они есть);
- методика сушки образцов;
- относительное изменение массы каждого образца вследствие его сушки;
- влажность каждого образца до начала и после окончания испытания;
- плотность каждого образца в процессе испытания;
- относительное изменение массы каждого образца, произошедшее в процессе испытания;
- температура горячей и холодной лицевых граней каждого образца;
- разность температур горячей и холодной лицевых граней каждого образца; средняя температура каждого образца;
- плотность теплового потока через каждый образец после установления стационарного теплового режима;
- термическое сопротивление каждого образца;
- эффективная теплопроводность материала каждого образца;
- среднеарифметическое значение термического сопротивления всех испытанных образцов;
- среднеарифметическое значение эффективной теплопроводности всех испытанных образцов;
- направление теплового потока;
- дата испытания;
- дата последней градуировки прибора (если испытание проведено на оснащем теплометром приборе);
- для стандартных образцов, использованных при градуировке прибора, должно быть указано: тип, термическое сопротивление, дата поверки, срок действия поверки, организация, проводившая поверку;
- оценка погрешности измерения термического сопротивления или эффективной теплопроводности;

- заява про повну відповідність або часткову невідповідність процедури випробування вимогам даного стандарту. Якщо при проведенні випробування допустилися відхилення від вимог даного стандарту, то вони повинні бути вказані у протоколі випробування.

10 ПОХИБКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ І ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ

Відносна похибка визначення ефективної теплопровідності і термічного опору за даним методом не перевищує $\pm 3\%$, якщо випробування проведене у повній відповідності з вимогами даного стандарту.

- заявление о полном соответствии или частичном несоответствии процедуры испытания требованиям настоящего стандарта. Если при проведении испытания были допущены отклонения от требований настоящего стандарта, то они должны быть указаны в протоколе испытания.

10 ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОПРО- ВОДНОСТИ И ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Относительная погрешность определения эффективной теплопроводности и термического сопротивления по данному методу не превышает $\pm 3\%$, если испытание проведено в полном соответствии с требованиями настоящего стандарта.

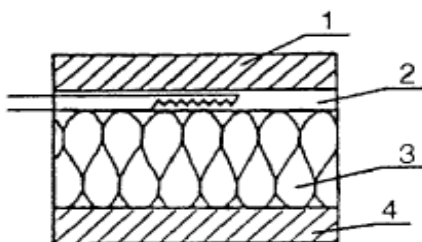
**ДОДАТОК А
(обов'язковий)**

Вимоги до приладів для визначення ефективної теплопровідності і термічного опору при стаціонарному тепловому режимі

1 Схеми приладу

Для вимірювання ефективної теплопровідності і термічного опору при стаціонарному тепловому режимі застосовують прилади:

- зібрані за асиметричною схемою, обладнані одним тепломіром, який розташований між зразком, що випробовується, і холодною плитою приладу або між зразком і гарячою плитою приладу (рисунок А. 1);
- зібрані за симетричною схемою, обладнані двома тепломірами, один з яких розташований між зразком, що випробовують, і холодною плитою приладу, а другий - між зразком і гарячою плитою приладу (рисунок А.2);



1 - нагрівник; 2 - тепломір; 3 - зразок, що випробовується; 4 - холодильник

Рисунок А.1 - Схема приладу з одним тепломіром

**ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)**

Требования к приборам для определения эффективной теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме

1 Схемы прибора

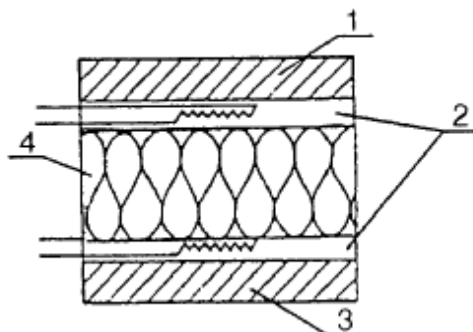
Для измерения эффективной теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме применяют приборы:

- собранные по асимметричной схеме, оснащенные одним тепломером, который расположен между испытываемым образцом и холодной плитой прибора или между образцом и горячей плитой прибора (рисунок А.1);
- собранные по симметричной схеме, оснащенные двумя тепломерами, один из которых расположен между испытываемым образцом и холодной плитой прибора, а второй - между образцом и горячей плитой прибора (рисунок А.2);

1 - нагреватель; 2 - тепломер;

3 - испытываемый образец; 4 - холодильник

Рисунок А.1 - Схема прибора с одним тепломером



1 - нагрівник; 2 - тепломіри; 3 - холодильник; 4 - зразок, що випробовується

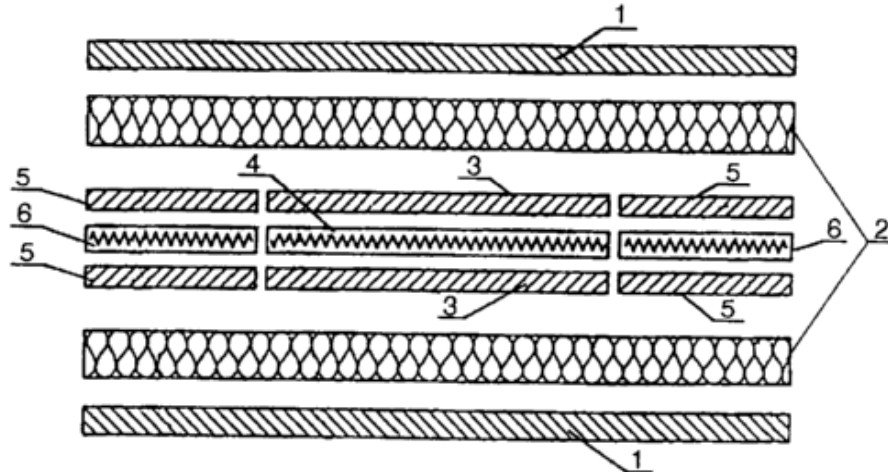
Рисунок А.2 - Схема приладу з двома тепломірами

1 - нагреватель; 2 - тепломеры;

3 - холодильник; 4 - испытываемый образец

Рисунок А.2 - Схема прибора с двумя тепломерами

- прилад, у якому щільність теплового потоку, що проходить крізь зразок, який випробовують, визначають шляхом вимірювання електричної потужності, котра подається на нагрівник зони вимірювання гарячої плити приладу (прилад з гарячою охоронною зоною) (рисунок А.3).



1 - холодитильник; 2 - зразки, що випробовуються; 3 - плити нагрівника зони вимірювання; 4 - обмотка нагрівника зони вимірювання; 5 - плити нагрівника охоронної зони; 6 - обмотка нагрівника охоронної зони

Рисунок А.3 - Схема приладу з гарячою охоронною зоною

2 Нагрівник і холодитильник

2.1 Плиты нагрівника або холодитильника можуть мати форму квадрата, сторона якого повинна бути не менше 250 мм, або круга, діаметр якого повинен бути не менше 250 мм.

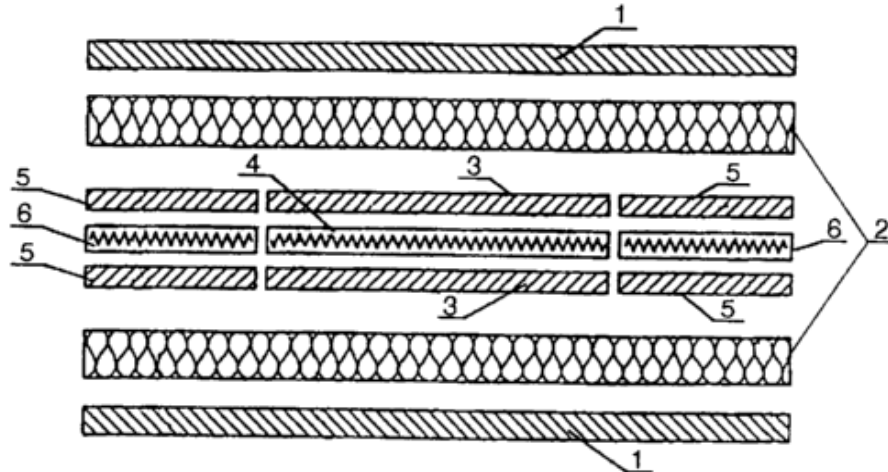
2.2 Робочі поверхні плит нагрівника і холодитильника повинні бути виготовлені з металу. Відхилення від площинності робочих поверхонь повинне бути не більше 0,025 % їх максимального лінійного розміру.

2.3 Відносна напівсферична випромінювальна здатність робочих поверхонь плит нагрівника і холодитильника, що дотикаються до зразка, який випробовується, повинна бути більше 0,8 при тих температурах, які ці поверхні мають у процесі випробування.

3 Тепломір

3.1 Розміри робочих поверхонь тепломіра повинні дорівнювати розмірам робочих поверхонь плит нагрівника і холодитильника.

- прибор, в котром плотність теплового потоку, проходящего через испытываемый образец, определяют путем измерения электрической мощности, подаваемой на нагреватель зоны измерения горячей плиты прибора (прибор с горячей охранной зоной) (рисунок А.3).



1 - холодитильник; 2 - испытываемые образцы; 3 - плиты нагревателя зоны измерения; 4 - обмотка нагревателя зоны измерения; 5 - плиты нагревателя охранной зоны; 6 - обмотка нагревателя охранной зоны

Рисунок А.3 - Схема прибора с горячей охоронною зоною

2 Нагреватель и холодитильник

2.1 Плиты нагрівателя или холодитильника могут иметь форму квадрата, сторона которого должна быть не менее 250 мм, или круга, диаметр которого должен быть не менее 250 мм.

2.2 Рабочие поверхности плит нагрівателя и холодитильника должны быть изготовлены из металла. Отклонение от плоскостности рабочих поверхностей должно быть не более 0,025 % их максимального линейного размера.

2.3 Относительная полусферическая излучательная способность рабочих поверхностей плит нагрівателя и холодитильника, соприкасающихся с испытываемым образцом, должна быть более 0,8 при тех температурах, которые эти поверхности имеют в процессе испытания.

3 Тепломер

3.1 Размеры рабочих поверхностей тепломера должны быть равны размерам рабочих поверхностей плит нагрівателя и холодитильника.

3.2 Відносна напівсферична випромінювальна здатність лицьової грані тепломіра, що дотикається до зразка, який випробовують, повинна бути більше 0,8 при тих температурах, які ця грань має у процесі випробування.

3.3 Зона вимірювання тепломіра повинна бути розташована у центральній частині його лицьової грані. Її площа повинна становити не менше 10 % і не більше 40 % всієї площі лицьової грані.

3.4 Діаметр термопарних проводів, які застосовують при виготовленні термоелектричної батареї тепломіра, повинен бути не більше 0,2 мм.

4 Датчики температури

Число датчиків температури на кожній робочій поверхні плит нагрівника або холодильника і лицьової грані тепломіра, що дотикається до зразка, який випробовується, повинне бути рівним цілій частині числа $10\sqrt{A}$ (А-площа зони випромінювання) і бути не менше двох. Діаметр проводів, які підходять до цих датчиків, повинен бути не більше 0,6 мм.

5 Електрична вимірювальна система

Електрична вимірювальна система повинна забезпечувати вимірювання сигналу датчиків різниці температур поверхонь з похибкою не більше 0,5 %, сигналу тепломіра - з похибкою не більше 0,6 % або електричної потужності, яка подається на нагрівник зони випромінювання гарячої плити приладу, - з похибкою не більше 0,2 %.

Сумарна похибка вимірювання різниці температур поверхонь плит приладу і тепломіра, які дотикаються до лицьових граней зразка, що випробовується, не повинна бути більше 1 %. Сумарна похибка - сума похибок, які виникають внаслідок спотворення температурного поля біля датчиків температури, зміни характеристик цих датчиків під впливом зовнішніх умов і похибки, що вноситься електричною вимірювальною системою.

6 Пристрій для вимірювання товщини зразка, що випробовується

Прилад повинен бути обладнаний пристроєм, який дозволяє вимірювати товщину зразка в процесі його випробування штангенциркулем з похибкою не більше 0,5 %.

3.2 Относительная полусферическая излучательная способность лицевой грани тепломера, соприкасающейся с испытываемым образцом, должна быть более 0,8 при тех температурах, которые эта грань имеет в процессе испытания.

3.3 Зона измерения тепломера должна быть расположена в центральной части его лицевой грани. Ее площадь должна составлять не менее 10 % и не более 40 % всей площади лицевой грани.

3.4 Диаметр термопарных проводов, применяемых при изготовлении термоэлектрической батареи тепломера, должен быть не более 0,2 мм.

4 Датчики температуры

Число датчиков температуры на каждой рабочей поверхности плит нагревателя или холодильника и лицевой грани тепломера, соприкасающейся с испытываемым образцом, должно быть равно целой части числа $10\sqrt{A}$ (А - площадь зоны измерения) и быть не менее двух. Диаметр проводов, подходящих к этим датчикам, должен быть не более 0,6 мм.

5 Электрическая измерительная система

Электрическая измерительная система должна обеспечивать измерение сигнала датчиков разности температур поверхностей с погрешностью не более 0,5 %, сигнала тепломера - с погрешностью не более 0,6 % или электрической мощности, подаваемой на нагреватель зоны измерения горячей плиты прибора - с погрешностью не более 0,2 %.

Суммарная погрешность измерения разности температур поверхностей плит прибора и тепломера, соприкасающихся с лицевыми гранями испытываемого образца, не должна быть более 1 %. Суммарная погрешность - сумма погрешностей, возникающих вследствие искажения температурного поля около датчиков температуры, изменения характеристик этих датчиков под воздействием внешних условий и погрешности, вносимой электрической измерительной системой.

6 Устройство для измерения толщины испытываемого образца

Прибор должен быть оснащен устройством, позволяющим измерить толщину образца в процессе его испытания штангенциркулем с погрешностью не более 0,5 %.

7 Каркас приладу

Прилад повинен бути оснащений каркасом, що дозволяє зберігати різну орієнтацію у просторі блока приладу, що містить зразок, який випробовується.

8 Пристрій для фіксації зразка, що випробовується

Прилад повинен бути обладнаний пристроєм, який або створює постійно заданий тиск на розміщений у приладі зразок, що випробовується, або підтримує постійну величину зазору між робочими поверхнями плит приладу.

Максимальний тиск, що створює цей пристрій на зразок, який випробовується, повинен бути 2,5 кПа, мінімальний - 0,5 кПа, похибка завдання тиску - не більше 1,5 %.

9 Пристрій для зменшення бічних тепловитрат або теплонадходжень зразка, що випробовується

Бічні тепловитрати або теплонадходження зразка у процесі випробування повинні бути обмежені шляхом ізоляції бічних граней зразка, що випробовується, шаром теплоізоляційного матеріалу, термічний опір якого не менше термічного опору зразка.

10 Кожух приладу

Прилад повинен бути обладнаний кожухом, температура повітря у якому підтримується рівною середній температурі зразка, що випробовується.

7 Каркас прибора

Прибор должен быть оснащен каркасом, позволяющим сохранять различную ориентацию в пространстве блока прибора, содержащего испытываемый образец.

8 Устройство для фиксации испытываемого образца

Прибор должен быть оснащен устройством, которое или создает постоянное заданное давление на помещенный в прибор испытываемый образец, или поддерживает постоянную величину зазора между рабочими поверхностями плит прибора.

Максимальное давление, создаваемое этим устройством на испытываемый образец, должно быть 2,5 кПа, минимальное - 0,5 кПа, погрешность задания давления - не более 1,5%.

9 Устройство для уменьшения боковых теплотерь или теплопоступлений испытываемого образца

Боковые теплотери или теплопоступления образца в процессе испытания должны быть ограничены посредством изоляции боковых граней испытываемого образца слоем теплоизоляционного материала, термическое сопротивление которого не менее термического сопротивления образца.

10 Кожух прибора

Прибор должен быть оснащен кожухом. температура воздуха в котором поддерживается равной средней температуре испытываемого образца.

ДОДАТОК Б (обов'язковий)

Градуювання приладу, обладнаного тепломіром

1 Загальні вимоги

Градуювання приладу, обладнаного тепломіром, слід проводити за допомогою трьох атестованих за встановленим порядком стандартних зразків термічного опору, виготовлених відповідно з оптичного кварцевого скла, органічного скла і пінопласту або скловолокна.

Розміри стандартних зразків повинні бути рівні розмірам зразка, який підлягає випробуванню. У процесі градуювання приладу температура лицьових граней стандартних зразків повинна бути відповідно рівна тим температурам, які у процесі випробування будуть мати лицьові грані зразка, що випробовується.

Весь діапазон значень термічного опору, які можуть бути виміряні на приладі, слід розділити на два піддіапазони:

- нижньою границею першого діапазону є мінімальне значення термічного опору, яке може бути виміряне на даному приладі; верхньою границею - значення термічного опору стандартного зразка, який виготовлений з органічного скла і який має товщину, рівну товщині зразка, що підлягає випробуванню;
- нижньою границею другого піддіапазону є верхня границя першого піддіапазону; верхньою границею - максимальне значення термічного опору, яке може бути виміряне на даному приладі.

2 Градуювання приладу, зібраного за асиметричною схемою

До початку градуювання слід оцінити чисельне значення термічного опору зразка, який підлягає випробуванню, за відомими довідковими даними і визначити, якому піддіапазону це значення належить. Градуювання тепломіра проводять тільки у цьому піддіапазоні.

Якщо термічний опір зразка, який підлягає випробуванню, відноситься до першого піддіапазону, градуювання тепломіра проводять за допомогою стандартних зразків, виготовлених з оптичного кварцевого

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное)

Градуировка прибора, оснащенного тепломером

1 Общие требования

Градуировку прибора, оснащенного тепломером, следует проводить при помощи трех атестованных в установленном порядке стандартных образцов термического сопротивления, изготовленных соответственно из оптического кварцевого стекла, органического стекла и пенопласта или стекловолокна.

Размеры стандартных образцов должны быть равны размерам образца, подлежащего испытанию. В процессе градуировки прибора температура лицевых граней стандартных образцов должна быть соответственно равна тем температурам, которые в процессе испытания будут иметь лицевые грани испытываемого образца.

Весь диапазон значений термического сопротивления, которые могут быть измерены на приборе, следует разделить на два поддиапазона:

- нижней границей первого поддиапазона является минимальное значение термического сопротивления, которое может быть измерено на данном приборе; верхней границей - значение термического сопротивления стандартного образца, изготовленного из органического стекла и имеющего толщину, равную толщине образца, подлежащего испытанию;
- нижней границей второго поддиапазона является верхняя граница первого поддиапазона; верхней границей - максимальное значение термического сопротивления, которое может быть измерено на данном приборе.

2 Градуировка прибора, собранного по асимметричной схеме

До начала градуировки следует оценить численное значение термического сопротивления подлежащего испытанию образца по известным справочным данным и определить, какому поддиапазону это значение принадлежит. Градуировку тепломера проводят только в этом поддиапазоне.

Если термическое сопротивление подлежащего испытанию образца относится к первому поддиапазону, градуировку тепломера проводят при помощи стандартных образцов, изготовленных из оптического кварцевого

і органічного скла. Якщо термічний опір зразка відноситься до другого піддіапазону, градування проводять за допомогою стандартних зразків, виготовлених з органічного скла і теплоізоляційного матеріалу.

Розміщують у приладі перший стандартний зразок з меншим термічним опором R_{s1} , вимірюють різницю температур ΔT_1 його лицевих граней і вихідний сигнал тепломіра e_1 за методикою, що наведена у розділі 7. Потім у приладі розміщують другий стандартний зразок з більшим термічним опором R_{s2} , вимірюють різницю температур ΔT_2 його лицевих граней і вихідний сигнал тепломіра e_2 за цією самою методикою. За результатами цих вимірювань обчислюють градувальні коефіцієнти f_1 і f_2 тепломіра за формулами:

$$f_1 = \frac{\Delta T_1}{e_1 R_{s1}}, \quad (\text{Б.1})$$

$$f_2 = \frac{\Delta T_2}{e_2 R_{s2}}. \quad (\text{Б.2})$$

Значення градувального коефіцієнта тепломіра f_u , яке відповідає значенню теплового потоку, що протікає крізь зразок, котрий випробовується після встановлення стаціонарного теплового потоку, визначають шляхом лінійної інтерполяції за формулою

$$f_u = \frac{(f_2 R_{s2} - f_1 R_{s1}) \Delta T_u}{(R_{s2} - R_{s1}) \Delta T_u + (f_2 - f_1) R_{s1} R_{s2} e_u}. \quad (\text{Б.3})$$

3 Градування приладу, зібраного за симетричною схемою

Методика визначення градувального коефіцієнта кожного тепломіра приладу, зібраного за симетричною схемою, аналогічна методиці визначення градувального коефіцієнта тепломіра, що наведена у пункті 2.

4 Періодичність градування приладу

Градування приладу повинне бути проведене протягом 24 год перед випробуванням або наступних за випробуванням.

Якщо згідно з результатами градувань, які проводять протягом 3 міс., зміна градувального коефіцієнта тепломіра не перевищує $\pm 1\%$, цей прилад можна градувати один раз за 15 днів. У цьому випадку результати випробування можуть бути передані замовнику тільки після проведення градування після випробування, і якщо величина градувального коефіцієнта, визначеного за

и органического стекла. Если термическое сопротивление образца относится ко второму поддиапазону, градуировку проводят при помощи стандартных образцов, изготовленных из органического стекла и теплоизоляционного материала.

Помещают в прибор первый стандартный образец с меньшим термическим сопротивлением R_{s1} измеряют разность температур ΔT_1 его лицевых граней и выходной сигнал тепломера e_1 , по методике, описанной в разделе 7. Затем в прибор помещают второй стандартный образец с большим термическим сопротивлением R_{s2} , измеряют разность температур ΔT_2 его лицевых граней и выходной сигнал тепломера e_2 по той же методике. По результатам этих измерений вычисляют градуировочные коэффициенты f_1 и f_2 тепломера по формулам:

Значение градуировочного коэффициента тепломера f_u , соответствующее значению теплового потока, протекающего через испытываемый образец после установления стационарного теплового потока, определяют путем линейной интерполяции по формуле

3 Градуировка прибора, собранного по симметричной схеме

Методика определения градуировочного коэффициента каждого тепломера прибора, собранного по симметричной схеме, аналогична методике определения градуировочного коэффициента тепломера, описанной в пункте 2.

4 Периодичность градуировки прибора

Градуировка прибора должна быть проведена в течение 24 ч, предшествующих испытанию или последующих за испытанием.

Если согласно результатам градуировок, проводимых в течение 3 мес., изменение градуировочного коэффициента тепломера не превышает $\pm 1\%$, этот прибор можно градуировать один раз в 15 дней. В этом случае результаты испытания могут быть переданы заказчику только после проведения градуировки, последующей за испытанием, и если величина градуировочного коэффициента,

результатами наступного градування, відрізняється від величини коефіцієнта, визначеного за результатами попереднього градування, не більше ніж на $\pm 1\%$.

Градувальний коефіцієнт, який використовують при обчисленні теплофізичних показників зразка, що випробовують, визначають як середньоарифметичне значення двох вказаних величин цього коефіцієнта.

Якщо відмінність величини градувального коефіцієнта перевищує $\pm 1\%$, результати всіх випробувань, виконаних у проміжку часу між цими двома градуваннями, вважають недійсними і випробування повинні бути проведені повторно.

определенного по результатам последующей градуировки, отличается от величины коэффициента, определенного по результатам предыдущей градуировки, не более чем на $\pm 1\%$.

Градуировочный коэффициент, используемый при вычислении теплофизических показателей испытываемого образца, определяют как среднеарифметическое значение двух указанных величин этого коэффициента.

Если отличие величины градуировочного коэффициента превышает $\pm 1\%$, результаты всех испытаний, выполненных в промежутке времени между этими двумя градуировками, считают недействительными и испытания должны быть проведены повторно.

ДОДАТОК В

Бібліографія

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Библиография

- | | |
|-------------------|--|
| [1] ISO 7345:1987 | Теплоізоляція. Фізичні величини і визначення
Теплоизоляция. Физические величины и определения |
| [2] ISO 9251:1987 | Теплоізоляція. Режими перенесення тепла і властивості матеріалів
Теплоизоляция. Режимы переноса тепла и свойства материалов |
| [3] ISO 8301:1991 | Теплоізоляція. Визначення термічного опору і зв'язаних з ним
теплофізичних показників при стаціонарному тепловому режимі.
Прилад, обладнаний тепломіром
Теплоизоляция. Определение термического сопротивления и
связанных с ним теплофизических показателей при стационарном
тепловом режиме. Прибор, оснащенный тепломером |
| [4] ISO 8302:1991 | Теплоізоляція. Визначення термічного опору і зв'язаних з ним
теплофізичних показників. Прилад з гарячою охоронною зоною
Теплоизоляция. Определение термического сопротивления и
связанных с ним теплофизических показателей. Прибор с горячей
охранной зоной |

УДК 691:536.2.08:006.354

МКС 27.220

Ж19

Ключові слова: термічний опір, ефективна теплопровідність, метод визначення, стандартний зразок

Ключевые слова: термическое сопротивление, эффективная теплопроводность, метод определения, стандартный образец

Коректор - Н.Я.Козяр
Комп'ютерна верстка - В.Б.Чукашкіна
Відповідальний за випуск - В. М.Чеснок
Укрархбудінформ
01133, Київ-133, бульвар Лесі Українки, 26