

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

Основи та підвалини будинків і споруд

**ҐРУНТИ**

**Метод вимірювання теплопровідності  
мерзлих ґрунтів**

**ДСТУ Б В.2.1-18:2009**

Київ  
Мінрегіонбуд України  
2010

## ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО:

Державне підприємство "Український державний головний науково-дослідний і виробничий інститут інженерно-технічних і екологічних вишукувань УкрНДІІНТВ"

РОЗРОБНИКИ: **С. Алтухова; С. Воробйов; А. Дроздов; В. Дроздов; І. Закопайло** (відповідальний виконавець); **Г. Стріжельчик**, канд. геол.-мін. наук (науковий керівник)

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 22.12.2009 р. № 663

3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 26263-84)

**Право власності на цей документ належить державі.  
Цей документ не може бути повністю чи частково відтворений,  
тиражований і розповсюджений як офіційне видання без дозволу  
Міністерства регіонального розвитку та будівництва України**

© Мінрегіонбуд України, 2010

Офіційний видавець нормативних документів  
у галузі будівництва і промисловості будівельних матеріалів  
Мінрегіонбуду України  
**Державне підприємство "Укрархбудінформ"**

**ЗМІСТ**

1	Сфера застосування .....	1
2	Нормативні посилання .....	1
3	Терміни та визначення понять .....	1
4	Загальні положення.....	2
5	Засоби вимірювання та матеріали .....	2
6	Відбір і підготовка зразків ґрунту .....	3
7	Підготовка до вимірювання .....	3
8	Проведення вимірювання.....	3
9	Обробка результатів вимірювання.....	4
10	Оцінювання [похибки вимірювань .....	4
11	Вимоги безпеки.....	4
Додаток А		
	Вимірювальна установка для визначення теплопровідності .....	5
Додаток Б		
	Рекомендації з виготовлення тепломіра .....	6
Додаток В		
	Журнал вимірювання теплопровідності ґрунту .....	8
Додаток Г		
	Журнал властивостей досліджуваного ґрунту .....	9
Додаток Д		
	Визначення градуовального коефіцієнта тепломіра.....	10

# НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

Основи та підвалини будинків і споруд

ҐРУНТИ

Метод лабораторного вимірювання теплопровідності мерзлих ґрунтів

Основания и фундаменты зданий и сооружений

ҐРУНТЫ

Метод лабораторного измерения теплопроводности мерзлых грунтов

Bases and foundations of buildings and structures

SOILS

Laboratory method for determining thermal conductivity of frozen soils

---

Чинний від 2010-10-01

## 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на піщані, пилувато-глинисті, біогенні, а також великоуламкові (тільки гравійні) ґрунти в мерзлому стані за температури ґрунту до мінус 20 °С та встановлює метод лабораторного визначення їх теплопровідності при дослідженнях ґрунтів для будівництва.

Допускається також визначення теплопровідності талих ґрунтів у повітряно-сухому або повністю водонасиченому стані.

Стандарт не поширюється на ґрунти із включеннями часток розміром більше ніж 10 мм.

## 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні акти та нормативні документи:

ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95) Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація

ДСТУ Б В.2.1-8-2001 (ГОСТ 12071-2000) Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Відбирання, упакування транспортування і зберігання зразків

ГОСТ 9245-79 Потенциометры постоянного тока измерительные. Общие технические условия (Потенціометри постійного струму вимірювальні. Загальні технічні умови)

СанПиН 4607-88 Санитарные правила при работе со ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением (Санітарні правила при роботі зі ртуттю, її сполуками та приладами зі ртутним заповнювачем)

## 3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять

### 3.1 ґрунт мерзлий

Ґрунт, що має мінусову чи нульову температуру, містить у своєму складі видимі льодяні включення і (або) лід-цемент та характеризується криогенними структурними зв'язками (ДСТУ Б В.2.1-2 (ГОСТ 25100))

### 3.2 ґрунт сипкомерзлий "суха мерзлота"

Великоуламковий та піщаний ґрунти, що мають мінусову температуру, але не зцементовані льодом та не мають сил зчеплення (ДСТУ Б В.2.1-2 (ГОСТ 25100))

### 3.3 криогенна текстура

Сукупність ознак складу мерзлого ґрунту, що обумовлена орієнтуванням, відносним розташуванням та розподілом різних за формою і розмірами льодяних включень та льоду-цементу (ДСТУ Б В.2.1-2 (ГОСТ 25100))

### 3.4 льодистість ґрунту за рахунок видимих льодяних включень $I_i$ , ч. од.

Відношення об'єму видимих льодяних включень, що містяться в ньому, до об'єму мерзлого ґрунту (ДСТУ Б В.2.1-2 (ГОСТ 25100))

### 3.5 метод стаціонарного теплового режиму

Метод визначення теплопровідності ґрунту за виміряним при випробуванні сталим (незмінним у часі) тепловим потоком через досліджуваний зразок при постійних температурах на його протилежних поверхнях

### 3.6 сумарна льодистість мерзлого ґрунту $I_{tot}$ , ч. од.

Відношення об'єму льоду, що міститься в ґрунті, до об'єму мерзлого льоду (ДСТУ Б В.2.1-2 (ГОСТ 25100))

### 3.7 теплопровідність ґрунту

Теплофізична властивість ґрунту, що визначає здатність ґрунту проводити тепло, й чисельно дорівнює щільності теплового потоку в ньому при градієнті температур, який дорівнює одиниці

## 4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1 Теплопровідність мерзлого ґрунту визначають методом стаціонарного теплового режиму.

4.2 Теплопровідність ґрунтів визначають на зразках непорушеного складу з природною вологістю й льодистістю за природних або розрахункових температур, значення яких установлюються програмою випробувань.

Допускається визначати теплопровідність на штучно приготовлених зразках.

4.3 Результати визначення теплопровідності ґрунтів повинні супроводжуватися даними про місце відбору проб, найменування ґрунту, тип його криогенної текстури, льодистість, вологість, щільність, а також про температурні умови випробування.

## 5 ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ

5.1 Для визначення теплопровідності мерзлих ґрунтів застосовують вимірювальну установку згідно з додатком А, що укомплектована наступними засобами та устаткуванням:

- вимірювач теплового потоку (тепломір) (додаток Б);
- датчики температури (термопари) - не менше ніж 4 шт.;
- багатограничний потенціометр із межами вимірювання 0,1 мВ і 100 мВ згідно з ГОСТ 9245;
- порожній термостатований диск діаметром 250 мм і висотою 100 мм, виготовлений із мідного (латунного) листа завтовшки від 2 мм до 3 мм - 2 шт.;
- рідинний ультратермостат УТ-15 (згідно з чинними нормативними документами) - 2 шт. або термоелектрична батарея С-1 (згідно з чинними нормативними документами) - 2 шт. із джерелом живлення ВСП-33 (згідно з чинними нормативними документами);
- притисний пристрій, що забезпечує рівномірне обтиснення зразка до 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>);
- щітковий перемикач типу МГП;
- обойми з органічного скла діаметром від 120 мм до 250 мм, висотою 30 мм при товщині стінок 10 мм - 1 шт. на зразок;
- теплоізоляційний кожух (дерев'яний);
- посудина Дьюара ємністю від 1,5 л до 2,0 л;
- гумова прокладка завтовшки не більше ніж 1 мм за розміром торцевої поверхні зразка - 2 шт. на зразок;
- листовий поролон.

**5.2** Допускається вимірювати тепловий потік іншими приладами, якщо їх точність задовольняє встановленим вимогам.

## **6 ВІДБІР І ПІДГОТОВКА ЗРАЗКІВ ҐРУНТУ**

**6.1** Відбір, упакування, транспортування й зберігання монолітів мерзлого ґрунту повинні виконуватися відповідно до вимог ДСТУ Б.В.2.1-8 (ГОСТ 12071).

**6.2** Для визначення теплопровідності з відібраних монолітів ґрунту вирізують циліндричні зразки діаметром від 100 мм до 230 мм і висотою 30 мм у кількості не менше двох для кожного досліджуваного різновиду ґрунту. Торцеві поверхні зразків повинні бути пласкими й паралельними між собою й мати орієнтацію, що співвіднесена до денної поверхні.

**6.3** Зразки сипкомерзлих ґрунтів підготовлюють в обоймах з органічного скла з металевим дном.

**6.4** Всі операції з підготовки зразків ґрунту до випробувань необхідно виконувати при мінусовій температурі з метою збереження мерзлого стану та природного складу ґрунту.

## **7 ПІДГОТОВКА ДО ВИМІРЮВАННЯ**

**7.1** Зразок в обіймі витримують за мінусової температури, яка відповідає температурі випробувань, не менше ніж 6 год для піщаних і гравійних, для інших ґрунтів - не менше ніж 12 год.

**7.2** Зразок ґрунту з термопарами (не менше двох з кожної сторони) розміщують на тепломір, покладений на нижню термостатовану плиту. Термопари розташовують на відстані 10 мм і 40 мм від центра зразка.

Зверху на зразок встановлюють верхню термостатовану плиту й притискають її за допомогою притискного пристрою під тиском від 0,02 МПа до 0,05 МПа (від 0,2 кг/см<sup>2</sup> до 0,5 кг/см<sup>2</sup>).

Зразок повинен повністю перекривати робочу частину тепломіра. Якщо розміри зразка менші розміру термостатованих плит, то частину простору, яка лишилася вільною, заповнюють теплоізоляційним матеріалом (поролон).

**7.3** По обидва боки зразка прокладають гумові прокладки або наносять консистентне змащення (наприклад, солідол).

**7.4** Складену установку закривають кожухом.

**7.5** Термопари й тепломір підключають через перемикач до потенціометра.

**7.6** Спай порівняння занурюють у посудину Дьюара з талим льодом.

**7.7** Термостатовані плити підключають до ультратермостатів (термоелектричних батарей).

## **8 ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ**

**8.1** Температуру ультратермостатів встановлюють таким чином, щоб середня температура термостатованих плит відповідала температурі випробування проби ґрунту. Різниця між температурами плит при випробуванні мерзлого ґрунту повинна бути не менше ніж 1 °С. При випробуванні талого ґрунту різниця температур плит повинна бути в межах від 0,1 °С до 3 °С.

**8.2** Заміри показань тепломіра починають не менше ніж через 2 год після включення ультратермостатів і виконують протягом випробування через кожні 20 хв.

**8.3** Закінчення випробування визначають за моментом, коли показання тепломіра відрізняється від попереднього показання не більше ніж на 5 %. При цьому вимірюють температуру верхньої й нижньої поверхонь зразка.

**8.4** Показання тепломіра й термопар записують у журнали згідно з додатками В та Г.

## 9 ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ

9.1 Теплопровідність ґрунту  $\lambda$  у ватах на метр, помножений на градуси Цельсія, обчислюють за формулою:

$$\lambda = \frac{\varepsilon \cdot \upsilon \cdot h}{T_{up} - T_{low}}, \quad (9.1)$$

- де  $\varepsilon$  – вимірювана електрорушійна сила, мВ (останнє показання тепломіра);  
 $\upsilon$  – градувальний коефіцієнт визначається згідно з додатком Г, Вт/(м<sup>2</sup>·мВ);  
 $h$  – висота досліджуваного зразка ґрунту, м;  
 $T_{up}$  і  $T_{low}$  – середні значення температур відповідно верхньої й нижньої поверхонь зразка при усталеному тепловому потоці, °С.

Значення теплопровідності  $\lambda$  обчислюють із точністю до 0,01 Вт/(м·°С).

9.2 Теплопровідність визначають не менше ніж для двох паралельних зразків досліджуваного ґрунту.

9.3 Для теплотехнічних розрахунків значення теплопровідності приймають таким, що дорівнює середньоарифметичному значенню теплопровідності, визначеної для паралельних зразків ґрунту.

## 10 ОЦІНЮВАННЯ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ

10.1 Допустима похибка вимірювання показань вимірювача теплового потоку (тепломір) повинна бути не більше ніж 1 %.

10.2 Повірка тепломіра виконується не рідше ніж два рази на рік відповідно до додатка Г.

## 11 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

11.1 До самостійної роботи з лабораторного визначення теплопровідності мерзлих ґрунтів допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичну комісію, навчання та атестовані за правилами технічної безпеки, пожежної безпеки, електробезпеки та охорони праці.

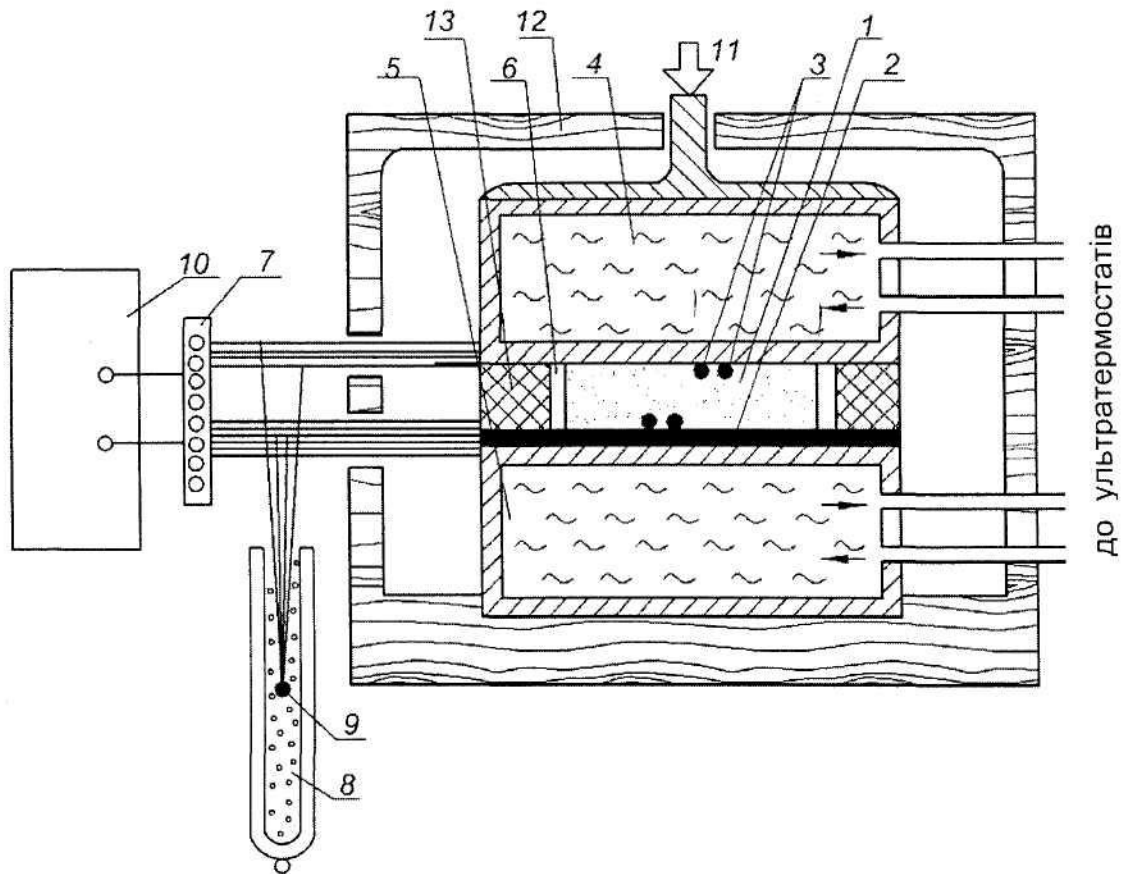
11.2 Виконання лабораторної роботи дозволяється за наявності засобів індивідуального захисту (бавовняний халат, гумові рукавички, захисні окуляри) та витяжної вентиляції.

11.3 На всіх ділянках робіт повинні бути попереджувальні написи та інструкції з експлуатації приладів.

11.4 При роботі зі ртутними термометрами необхідно додержуватись вимог СанПіН 4607-88.

ДОДАТОК А  
(довідковий)

ВИМІРЮВАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ



до ультратермостатів

1 – зразок ґрунту; 2 – тепломір; 3 – датчики температури; 4 – верхня термостатована плита; 5 – нижня термостатована плита; 6 – обійма з органічного скла; 7 – перемикач; 8 – посудина Дьюара; 9 – термоспай порівняння; 10 – потенціометр; 11 – притискний пристрій; 12 – теплоізоляційний кожух; 13 – поролон

**Рисунок А.1** – Принципова схема вимірювальної установки для визначення теплопровідності



ДОДАТОК Б  
(довідковий)

**РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИГОТОВЛЕННЯ ТЕПЛОМІРА**

Тепломір - це термобатарея, змонтована на пластині органічного скла діаметром 250 мм і товщиною 4 мм (рисунок Б. 1). Термобатарея може бути виготовлена з відрізків хромельових і копельових дротів діаметром 0,2 мм, спаянних послідовно. Термобатарею розміщують у середній частині пластини діаметром 100 мм, яка має 130 отворів діаметром 0,6 мм на відстані 8 мм один від одного. Спаї термобатареї розташовують по черзі з однієї та іншої сторони пластини. До кінців термобатареї приварюють (припаюють) два копельових дроти діаметром 0,5 мм. Клеєм БФ-2 наклеюють шари лакотканини по обидва боки тепломіра.

Визначають градувальний коефіцієнт виготовленого тепломіра згідно з додатком В. Тепломір повинен мати чутливість до теплового потоку по електрорушійній силі не менше ніж  $0,12 \text{ мВ} \cdot \text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ .

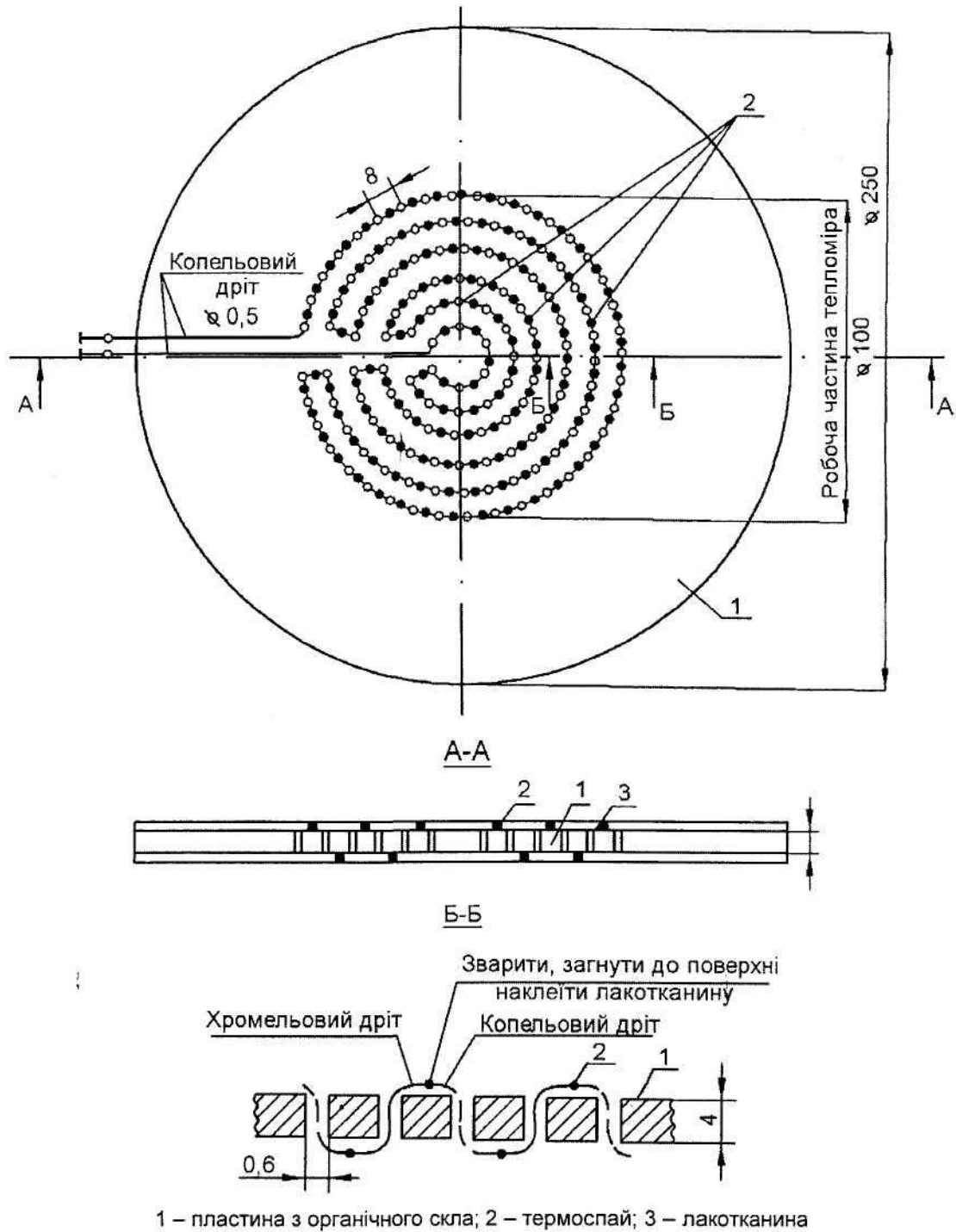


Рисунок Б.1 – Принципова схема термоміра

ДОДАТОК В  
(довідковий)

ЖУРНАЛ ВИМІРЮВАННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ҐРУНТУ

Зразок № \_\_\_\_\_, діаметр  $d =$  \_\_\_\_\_ м, висота  $h =$  \_\_\_\_\_ м

Градувальний коефіцієнт тепломіра  $\upsilon =$  \_\_\_\_\_ Вт/(м<sup>2</sup>·мВ)

№ досліду	Час випробування, год, хв.	Показання тепломіра, мВ	Показання термодат, мВ						Температура, °С		Теплопровідність, Вт/(м·°С)	Примітки
			верхні			нижні			$T_{up}$	$T_{low}$		
			1	2	середнє	1	2	середнє				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Виконавець \_\_\_\_\_

посада, підпис, прізвище, ініціали

Перевірив \_\_\_\_\_

посада, підпис, прізвище, ініціали

ДОДАТОК Г  
(довідковий)

ЖУРНАЛ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ҐРУНТУ

№ зразка	Глибина відбору зразка, м	Найменування ґрунту	Тип криогенної текстури та короткий опис її особливостей	Льодистість вагова у ч. од.		Щільність, г/см <sup>3</sup>	Вологість ч. од.	Температура випробувань, °С	Теплопровідність, Вт/(м·°С)
				сумарна	за рахунок льодових включень				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Виконавець \_\_\_\_\_  
посада, підпис, прізвище, ініціали

Перевірив \_\_\_\_\_  
посада, підпис, прізвище, ініціали

ДОДАТОК Д  
(довідковий)

**ВИЗНАЧЕННЯ ГРАДУЮВАЛЬНОГО КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОМІРА**

Градувальний коефіцієнт тепломіра  $\nu$  у ватах на квадратний метр, помножений на мілівольт, обчислюють за формулою:

$$\nu = \frac{\lambda_e \cdot (T_{up} - T_{low})}{\varepsilon \cdot h_{st}}, \quad (Д.1)$$

де  $\lambda_e$  – теплопровідність еталонного зразка, Вт/(м·°С);  
 $T_{up}$  і  $T_{low}$  – середні температури відповідно верхньої й нижньої поверхонь еталонного зразка при усталеному тепловому потоці, °С;  
 $\varepsilon$  – виміряна електрорушійна сила тепломіра, мВ;  
 $h_{st}$  – висота еталонного зразка, м.

Еталонний зразок повинен бути виготовлений із матеріалу з відомою теплопровідністю в межах від 0,2 Вт/(м·°С) до 1,0 Вт/(м·°С), наприклад, органічне скло. Розміри еталонного зразка повинні відповідати розмірам випробовуваних зразків.

Вимірювання  $\varepsilon$ ,  $T_{up}$ ,  $T_{low}$  проводять відповідно до 8.1-8.4 з тією відмінністю, що замість зразка випробовуваного ґрунту в установку поміщають еталонний зразок.

За градувальний коефіцієнт тепломіра приймають середнє значення результатів двох випробувань еталонного зразка за різних температур, які відрізняються не менше ніж на 5 °С в інтервалі температур випробування зразків ґрунту.

Код УКНД 13.080.20; 93.020

**Ключові слова:** випробування, вологість, ґрунт, зразок, лабораторне обладнання, температура, теплопровідність.

---

Редактор - А.О. Луковська  
Комп'ютерна верстка - І.С. Дмитрук

"Формат 60x84<sup>1</sup>/в. Папір офсетний. Гарнітура "Agiat".  
Друк офсетний.

Державне підприємство "Укрархбудінформ".  
вул. М. Кривоноса, 2А, корп. 3, м. Київ - 37, 03037, Україна.  
Тел.249 - 36 - 62

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців  
ДК№ 690 від 27.11.2001 р.