

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

Основи та підвалини будинків і споруд

## **ҐРУНТИ**

**Метод польового визначення питомих  
дотичних сил морозного здимання**

**ДСТУ Б В.2.1-20:2009**

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. № 665

3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 27217-87)

**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**

	<b>С.</b>
1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативні посилання.....	1
3 Терміни та визначення понять .....	1
4 Загальні положення.....	2
5 Засоби випробування та матеріали.....	2
6 Підготовка до випробування.....	3
7 Проведення випробування .....	3
8 Обробка результатів випробування.....	4
9 Оцінювання похибки вимірювань.....	4
10 Вимоги безпеки .....	4
Додаток А	
Принципові схеми установок для визначення питомих дотичних сил морозного здимання.....	5
Додаток Б	
Рекомендації з виготовлення кулькового індикатора.....	6
Додаток В	
Розрахунок дотичних сил морозного здимання ґрунту .....	7
Додаток Г	
Журнал польового визначення питомих дотичних сил морозного здимання.....	8

# НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

## Основи та підвалини будинків і споруд

### ҐРУНТИ

#### Метод польового визначення питомих дотичних сил морозного здимання

Основания и фундаменты зданий и сооружений

### ҐРУНТЫ

Метод полевого определения удельных касательных сил морозного пучения

Bases and foundations of buildings and structures

### SOILS

Field method for determining frost-heave specific tangential forces

---

Чинний від **2010-10-01**

## 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на ґрунти без твердих структурних зв'язків, що мають властивість здиматися, і встановлює метод польового визначення питомих дотичних сил морозного здимання, які діють уздовж бічної поверхні фундаментів, при дослідженнях ґрунтів для будівництва.

## 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні документи:

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

ГОСТ 3722-81 Підшипники качения. Шарики. Технические условия (Підшипники качения. Кульки. Технічні умови)

ГОСТ 9012-59 (ИСО 410-82, ИСО 6506-81) Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю (Металлы. Метод вимірювання твердості за Брінелем)

## 3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

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

### 3.1 ґрунт здимальний

Ґрунт, який при переході з талого у мерзлий стан збільшується в об'ємі внаслідок утворення кристалів льоду та має відносну деформацію морозного здимання  $\varepsilon_{fh} \geq 0,01$  (ДСТУ Б В.2.1-2 (ГОСТ 25100))

### 3.2 дотична сила морозного здимання

- Сила, що діє уздовж бічної поверхні фундаментів у процесі підйому ґрунту, який промерзає, та зумовлена опором змерзання й тертя фундаментів із промерзлим ґрунтом

### 3.3 морозне здимання ґрунту

Збільшення об'єму вологого ґрунту при замерзанні в ньому води, що призводить до підйому шару ґрунту, який промерзає

### 3.4 питоме значення дотичної сили морозного здимання

Дотична сила здимання, віднесена до площі бічної поверхні фундаментів, що контактує із ґрунтом, який промерзає

### 3.5 ступінь морозного здимання

Характеристика, що відображає здатність ґрунту до морозного здимання, виражається відносною деформацією морозного здимання  $\epsilon_{fh}$  (ДСТУ Б В.2.1-2 (ГОСТ 25100))

## 4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**4.1** Питому дотичну силу морозного здимання визначають як відношення вимірної при випробуваннях на спеціальних установках максимальної дотичної сили морозного здимання, що діє на зразок фундаменту до його бічної поверхні, яка перебуває в ґрунті, що промерзає.

Питому дотичну силу морозного здимання визначають із метою:

- призначення глибини закладення й вибору типу фундаментів будинків і споруд;
- розроблення заходів, які зменшують сили й деформації морозного здимання та унеможливають прояв неприпустимих деформацій основ та фундаментів.

**4.2** Максимальні дотичні сили морозного здимання визначають не менше ніж для двох однакових зразків фундаменту на дослідних установках, розташованих на ділянках, що звільнені протягом усього періоду випробувань від рослинного покриву й снігу на відстані (у радіусі) не менше ніж 2 м від бічної поверхні зразка фундаменту.

**4.3** За максимальну дотичну силу морозного здимання приймають найбільше значення, отримане в результаті випробувань зразків фундаменту.

**4.4** Місця розташування дослідних установок призначають у програмі випробувань на підставі інженерно-геологічної зйомки в залежності від інженерно-геологічних, гідрогеологічних і геокріологічних (у районах поширення вічномерзлих ґрунтів) умов з урахуванням факторів, що впливають на процеси морозного здимання ґрунту (положення рівня підземних вод, наявність обводнених ділянок тощо) та розміщення існуючих і проектованих будинків і споруд.

**4.5** Результати польових визначень питомих дотичних сил морозного здимання повинні супроводжуватися даними про місце проведення випробувань, описом ґрунтів із вказівкою фізико-механічних властивостей, а також даними про глибину сезонного промерзання-відтавання.

## 5 ЗАСОБИ ВИПРОБУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ

**5.1** До складу установки для визначення питомих значень дотичних сил морозного здимання входять:

- зразок фундаменту;
- анкерний пристрій (із центральним анкером, з анкерними палями);
- силовимірвальний пристрій (кульковий індикатор, тензометричний динамометр із записуючим пристроєм тощо);
- прилади для вимірювання розмірів відбитків на верхній пластині кулькового індикатора (відліковий мікроскоп МПБ-2, лупа Польді тощо).

Принципові схеми установок для визначення питомих дотичних сил морозного здимання виконують згідно з додатком А. Кулькові індикатори виготовляють відповідно до рекомендацій додатка Б.

**Примітка.** Допускається використовувати пружинні динамометри при твердості пружини динамометра не менше ніж 0,05 МН/мм (5,0 т/мм).

**5.2** Конструкція установки має забезпечувати:

- нерухомість анкерної тяги або системи упорних балок протягом періоду випробувань;
- центровану передачу зусилля (дотичної сили морозного здимання) на силовимірвальний пристрій.

**5.3** Зразок фундаменту виготовляють у вигляді залізобетонного стояка квадратного перерізу 20 см x 20 см або 30 см x 30 см. Розміри поперечного перерізу й довжину зразка визначають у залежності від виду ґрунту, шару сезонного промерзання-відтавання та глибини промерзання ґрунту.



**Примітка 1.** У спеціальних випадках, визначених програмою випробувань, допускається виготовляти зразки фундаментів з інших матеріалів (дерево, метал тощо) й іншої форми.

**Примітка 2.** При застосуванні анкерного пристрою із центральною тягою зразок повинен мати наскрізний осьовий отвір діаметром, що перевищує на 10 мм діаметр анкерної тяги.

**Примітка 3.** Допускається застосування залізобетонних паль в якості зразків фундаментів.

**5.4** Всі конструкції установки розраховують на навантаження, яке перевищує на 50 % розрахункову дотичну силу морозного здимання, визначену згідно з додатком В.

**5.5** Вимірювальні прилади повинні бути захищені від безпосереднього впливу сонячних променів, сильного вітру, атмосферних опадів і снігових заметів.

## 6 ПІДГОТОВКА ДО ВИПРОБУВАННЯ

**6.1** Після монтажу анкерного пристрою до котловану (свердловини, шурфу) вертикально занурюють зразок фундаменту на глибину, що дорівнює нормативній глибині сезонного промерзання-відтавання. Верх зразка повинен виступати над поверхнею ґрунту не менше ніж на 0,5 м. Зворотне засипання котловану виконують із пошаровим трамбуванням ґрунту шарами заввишки не більше ніж 0,1 м.

**Примітка.** У районах поширення вічномерзлих ґрунтів строки монтажу установки призначають за умови забезпечення змерзання нижніх кінців анкерних паль із вічномерзлими ґрунтом основи до початку сезонного промерзання ґрунту.

**6.2** Верх зразка фундаменту вирівнюють жорстким цементним розчином. У випадку застосування анкерного пристрою із центральною тягою зазор між тягою й центральним отвором у зразку заповнюють змащенням (наприклад, солідолом, технічним вазеліном). Не допускається попадання цементного розчину до зазору.

**6.3** Встановлення силовимірювальних приладів виконують не раніше ніж через 10 днів після занурення зразка фундаменту. При цьому має бути забезпечене щільне примикання приладу до зразка й анкерного пристрою.

**6.4** Після монтажу установки нівелюють відмітки верху зразка фундаментів (щодо найближчого репера), а також відмітки верху анкерних паль - у випадку застосування двоанкерного пристрою.

**6.5** Всі роботи з монтажу установки мають бути виконані до початку промерзання ґрунту (у період плюсових температур повітря).

## 7 ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАННЯ

**7.1** Зняття показань динамометрів із записуючим пристроєм або вимірювання глибини відбитків на верхній пластині кулькового індикатора роблять після промерзання ґрунту на всю глибину сезонного промерзання-відтавання.

**Примітка 1.** За відсутності записуючого пристрою показання динамометрів знімають не рідше ніж один раз на 7 днів з початку промерзання ґрунту.

**Примітка 2.** При демонтажі кулькового індикатора гайка й контргайка повинні бути відвернуті за допомогою двох гайкових ключів (із прикладанням зустрічних моментів обертання) для виключення зрушення пластини індикатора відносно кульок.

**Примітка 3.** Допускається вимірювати діаметри відбитків на верхній пластині кулькового індикатора. При еліпсоподібній формі відбитка вимірюють менший його діаметр.

**7.2** Перед зняттям показань силовимірювальних пристроїв виконують нівелювання відміток верху зразка фундаменту та верху анкерних паль.

**7.3** Результати заміру розмірів відбитків і показання динамометрів заносять у журнал згідно з додатком Г.

## 8 ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАННЯ

8.1 Питому дотичну силу морозного здимання  $\tau_{fh}$  в мегапаскалях (або кілограмах на квадратний сантиметр) обчислюють за формулою:

$$\tau_{fh} = \frac{F + G}{u \cdot d_f}, \quad (8.1)$$

де  $F$  – максимальна дотична сила морозного здимання, зареєстрована показаннями приладів, МН;  
 $u$  – периметр поперечного перерізу зразка фундаменту, м (см);  
 $d_f$  – глибина сезонного промерзання (відтавання) ґрунту, м (см);  
 $G$  – вага зразка фундаменту, МН (кг).

8.2 У випадку застосування кулькового індикатора силу  $F$  в меганьютонах обчислюють за формулою:

$$F = \sum_1^3 F_i, \quad (8.2)$$

де  $F_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) – сили, МН (кг), які обчислюють за розмірами кожного із трьох відбитків за формулами:

– при визначенні  $F_i$  за глибиною відбитка:

$$F_i = \pi \cdot H_{head} \cdot d_{t,i} \cdot D, \quad (8.3)$$

– при визначенні  $F_i$  за діаметром відбитка:

$$F_i = \frac{\pi \cdot H_{head} \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - D_{t,i}^2})}{2}, \quad (8.4)$$

де  $H_{head}$  – твердість металу верхньої пластини індикатора, МН/мм<sup>2</sup>, (кг/мм<sup>2</sup>);  
 $D$  – діаметр кульки, мм;  
 $d_{t,i}$  – глибина відбитка  $i$ -ї кульки, мм;  
 $D_{t,i}$  – діаметр відбитка  $i$ -ї кульки, мм.

## 9 ОЦІНЮВАННЯ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ

9.1 Прилади для вимірювання розміру відбитків мають забезпечувати вимірювання глибини відбитка з похибкою не більше ніж 0,01 мм, а діаметра відбитка - не більше ніж 0,1 мм.

9.2 Допустимі розбіжності при нівелюванні відміток верху зразка фундаменту й верху анкерних паль із відміткою, визначеною після монтажу установки, становлять:  $\pm 10$  мм - при віддалих ґрунтах основи та  $\pm 6$  мм - при вічномерзлих ґрунтах основи.

## 10 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

10.1 До самостійної роботи з польового визначення питомих дотичних сил морозного здимання допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичну комісію, навчання та атестовані за правилами технічної безпеки, пожежної безпеки, електробезпеки та охорони праці.

10.2 Виконання вимірювань дозволяється за наявності відповідного до погодних умов спецодягу.

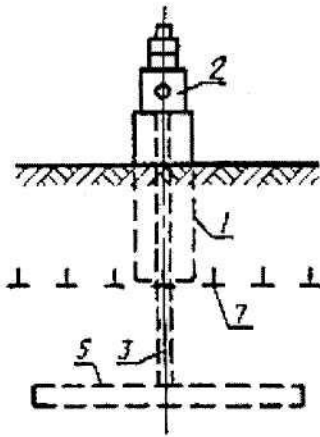


ДОДАТОК А  
(довідковий)

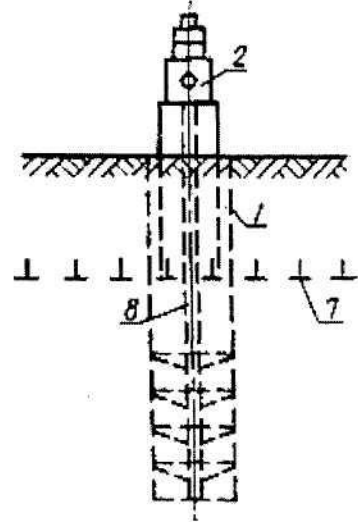
ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ УСТАНОВОК ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМИХ ДОТИЧНИХ СИЛ  
МОРОЗНОГО ЗДИМАННЯ

А.1 Установки з центральним анкером:

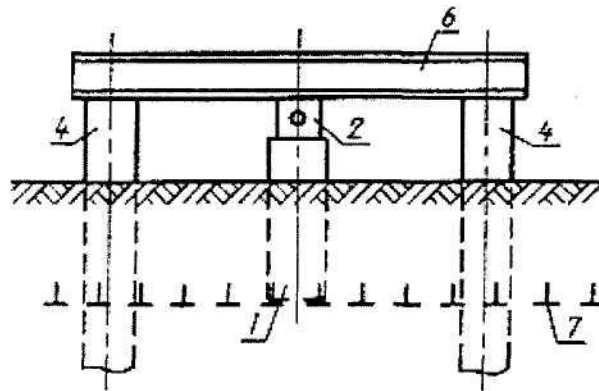
а) з анкерною плитою



б) з лопатями



А.2 Установка з анкерними палями

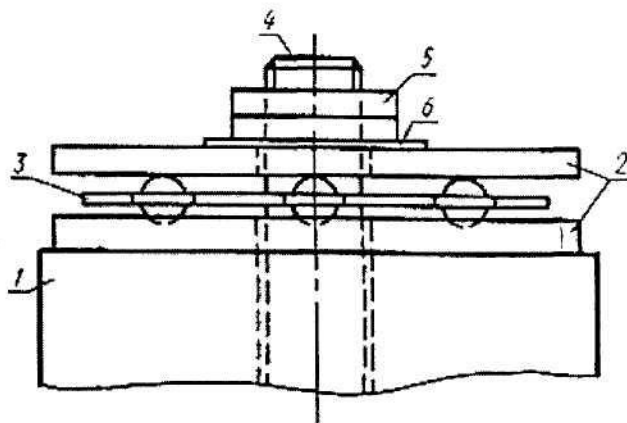


1 – зразок фундаменту; 2 – силвимірювальний пристрій; 3 – анкерна тяга; 4 – анкерна паля; 5 – анкерна плита; 6 – система упорних балок; 7 – підшва шару сезонного промерзання-відтавання ґрунту; 8 – анкерна тяга з лопатями (для районів поширення вічномерзлих ґрунтів)

ДОДАТОК Б  
(довідковий)

РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИГОТОВЛЕННЯ КУЛЬКОВОГО ІНДИКАТОРА

Кульковий індикатор складається із двох сталевих пластин, між якими в сепараторі розташовані три кульки із сталі високої міцності (кульки підшипників згідно з ГОСТ 3722).



1 – зразок фундаменту; 2 – пластина індикатора; 3 – сепаратор із кульками; 4 – анкерна тяга; 5 – гайка й контргайка; 6 – шайба (поліетиленова прокладка)

Рисунок Б.1 – Схема кулькового індикатора

Для фіксації положення кульок у нижній пластині влаштовують три лунки, розташовані за вершинами рівнобічного трикутника, центр якого по висоті збігається із центром пластини. При цьому відстань від центра лунки до краю пластини повинна бути не менше ніж  $2D$  ( $D$  – діаметр кульки).

Верхня пластина з боку, звернутого до кульок, повинна бути відшліфована.

Для виміральної установки з одним анкером пластина повинні мати центральний отвір для пропуску анкерної тяги.

Розміри пластин і кульок у залежності від значення розрахункової дотичної сили морозного здирання, що діє на зразок фундаменту, наведені в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1

Розрахункова дотична сила морозного здирання, МН (тс)	Розміри кулькового індикатора			
	Розміри пластин у плані, см	Товщина пластин, мм	Глибина лунки в нижній пластині, мм	Діаметр кульок, мм
$F_k \leq 0,1$ (10)	16 x 16	10	3	10
$0,1 < F_k \leq 0,2$ (20)	16 x 16	14	4,5	14
$0,2 < F_k \leq 0,4$ (40)	20 x 20	18	6	18

**Примітка.** Діаметри кульок можуть відрізнятися від зазначених у таблиці на  $\pm 10\%$ , але в кожному індикаторі мають бути рівними між собою.

Значення твердості сталі  $H_{top}$  верхньої пластини встановлюють випробуванням відповідно до ГОСТ 9012 (ІСО 410, ІСО 6506) з використанням кульки діаметром, який дорівнює діаметру кульок в індикаторі, та наносять на пластину. Отримане значення повинно бути в межах від  $1,0 \text{ кН/мм}^2$  до  $2,5 \text{ кН/мм}^2$  (від  $100 \text{ кг/мм}^2$  до  $250 \text{ кг/мм}^2$ ).

При складанні й установці кулькового індикатора всі його деталі повинні бути змащені консерваційним мастилом.

ДОДАТОК В  
(довідковий)

**РОЗРАХУНОК ДОТИЧНИХ СИЛ МОРОЗНОГО ЗДИМАННЯ ҐРУНТУ**

Розрахункове значення дотичної сили морозного здимання ґрунту  $F_f$  в меганьютонах обчислюють за формулою:

$$F_f = \tau_{fh} \cdot u \cdot d_f \cdot K_m, \quad (B.1)$$

- де  $\tau_{fh}$  – питома дотична сила морозного здимання, МПа (кг/см<sup>2</sup>), прийнята за таблицю В.2;  
 $d_f$  – нормативна глибина сезонного промерзання-відтавання ґрунту, м (см);  
 $u$  – периметр поперечного перерізу зразка фундаменту, м (см);  
 $K_m$  – коефіцієнт, прийнятий в залежності від матеріалу зразка фундаменту і дорівнює:  
 для бетону – 1,0; для дерева – 0,9; для металу – 0,8.

**Таблиця В.2**

Ґрунт	Питома дотична сила морозного здимання, МПа (кг/см <sup>2</sup> ), при глибині сезонного промерзання-відтавання, м		
	до 1,5	до 2,5	більше ніж 2,5
1 Пилувато-глинистий при показнику текучості $I_L > 0,5$ ; пісок дрібний та пилуватий зі ступенем вологості $S_r > 0,95$	$\frac{0,11 (1,1)}{0,13 (1,3)}$	$\frac{0,09 (0,9)}{0,11 (1,1)}$	$\frac{0,07 (0,7)}{0,09 (0,9)}$
2 Пилувато-глинистий при $0,25 < I_L \leq 0,5$ ; пісок дрібний та пилуватий при $0,8 < S_r \leq 95$ ; великоуламковий із заповнювачем (пилувато-глинистим, дрібнопіщаним) більше 30 %	$\frac{0,09 (0,9)}{0,1 (1,0)}$	$\frac{0,07 (0,7)}{0,09 (0,9)}$	$\frac{0,055 (0,55)}{0,07 (0,7)}$
3 Пилувато-глинистий при $I_L \leq 0,25$ ; пісок дрібний та пилуватий при $0,6 < S_r \leq 0,8$ ; великоуламковий із заповнювачем (пилувато-глинистим, дрібнопіщаним) від 10 % до 30 %	$\frac{0,07 (0,7)}{0,08 (0,8)}$	$\frac{0,055 (0,55)}{0,07 (0,7)}$	$\frac{0,04 (0,4)}{0,05 (0,5)}$

**Примітка.** У знаменнику наведено значення для районів поширення вічномерзлих ґрунтів.

ДОДАТОК Г  
(довідковий)

Організація \_\_\_\_\_

ЖУРНАЛ № \_\_\_\_\_  
ПОЛЬОВОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМИХ ДОТИЧНИХ СИЛ МОРОЗНОГО ЗДИМАННЯ

Пункт \_\_\_\_\_  
Об'єкт \_\_\_\_\_  
Установка для випробувань № \_\_\_\_\_  
Дата монтажу установки \_\_\_\_\_  
Дата закінчення випробувань \_\_\_\_\_  
Зразок фундаменту № \_\_\_\_\_ Абсолютні відмітки:  
Матеріал зразка \_\_\_\_\_ верху зразка \_\_\_\_\_ м  
Розміри зразка \_\_\_\_\_ верху анкерів \_\_\_\_\_ м  
Вага зразка \_\_\_\_\_  
Глибина занурення зразка \_\_\_\_\_  
Нормативна глибина сезонного промерзання-відтавання \_\_\_\_\_  
Опис ґрунтових умов \_\_\_\_\_

Прилади (тип і номер) для вимірювання дотичних сил морозного здимання (для кулькового індикатора – твердість сталі верхньої пластини  $H_{head}$ , діаметр кульок).

Схема розміщення установки для випробувань

Об'єкт \_\_\_\_\_ Випробування № \_\_\_\_\_ Стор. \_\_\_\_\_

Дата	Показання приладів для вимірювання сили морозного здимання	Розміри відбитків кулькового індикатора						Периметр зразка фундаменту $u$ , м (см)	Глибина занурення зразка $d_f$ , м (см)	Вага зразка фундаменту $G$ , МН	Сила $F$ , МН	$F + G$ , МН	Питома дотична сила морозного здимання $\tau_{fn} = \frac{F+G}{ud_f}$ , МПа (кг/см <sup>2</sup> )	Примітки
		Глибина відбитка $d$ , мм			Діаметр відбитка $D$ , мм									
		1-й відбиток	2-й відбиток	3-й відбиток	1-й відбиток	2-й відбиток	3-й відбиток							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Відповідальний виконавець \_\_\_\_\_  
(посада, підпис, прізвище, ініціали)

Спостерігачі: 1. \_\_\_\_\_  
(посада, підпис, прізвище, ініціали)

2. \_\_\_\_\_

Код УКНД 13.080.20; 93.020

**Ключові слова:** випробування, відтавання, вічномерзлі ґрунти, ґрунт, питома дотична сила, промерзання.