



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Основи та підвалини будинків і споруд

ҐРУНТИ

**Методи радіоізотопного вимірювання
щільності та вологості**

ДСТУ Б В.2.1-26:2009

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. № 670

3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 23061-90)

**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

	С.
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Терміни та визначення понять	2
4 Загальні положення	3
5 Засоби вимірювання та матеріали	4
6 Підготовка до вимірювання	5
7 Проведення вимірювання	6
8 Обробка результатів вимірювання	6
9 Оцінювання похибки вимірювань	7
10 Вимоги безпеки	7
Додаток А	
Схеми вимірювання	8
Додаток Б	
Основні технічні характеристики приладів	11
Додаток В	
Основні типорозміри обсадних труб (безшовні гарячедеформовані) згідно з ГОСТ 8731,ГОСТ 8732, ГОСТ 9567.	13
Додаток Г	
Градування радіоізотопних щільномірів, нейтронних вологомірів і радіоізотопних вологощільномірів у лабораторних та польових умовах	14
Додаток Д	
Журнал запису результатів показань приладу в контрольно- транспортному пристрої (КТП).	20
Додаток Е	
Графік градування радіоізотопного щільноміра.	21
Додаток Ж	
Градувальна залежність нейтронного вологоміра	22
Додаток И	
Форма журналу вимірювання щільності та вологості ґрунту.	23

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**Основи та підвалини будинків і споруд
ҐРУНТИ
Методи радіоізотопного вимірювання щільності та вологості**

Основания и фундаменты зданий и сооружений

ҐРУНТЫ

Методы радиоизотопного измерения плотности и влажности

Bases and foundations of buildings and structures

SOILSMethods for radioisotope measurement of density and humidity

Чинний від **2010-10-01****1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

Цей стандарт поширюється на піщані, глинисті, великоуламкові, скельні ґрунти та установлює методи радіоізотопного вимірювання щільності та вологості при дослідженні їх властивостей.

Стандарт не поширюється на великоуламкові валунні ґрунти, а також ґрунти, вміст фракцій у яких розміром більше ніж 100 мм перевищує 20 %, фосфоритовмісні ґрунти зі включенням фосфоритів більше ніж 20 %.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

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

ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення

ДСТУ Б.В.2.1-17:2009 (ГОСТ 5180-84) Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей

ДСТУ Б.В.2.1-16:2009 (ГОСТ 23740-79) Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення вмісту органічних речовин

ДСТУ ГОСТ 8.009:2008 (ГОСТ 8.009-84) Нормируемые метрологические характеристики средств измерений (Нормовані метрологічні характеристики засобів вимірювання)

ДСТУ ГОСТ 8.442:2009 (ГОСТ 8.442-81) Влагомеры нейтронные. Методы и средства поверки (Вологоміри нейтронні. Методи і засоби повірки)

ГОСТ 1050-88 Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия (Прокат сортовой, калиброванный, із спеціальною обробкою поверхні з вуглецевої якісної конструкційної сталі. Загальні технічні умови)

ГОСТ 8731-87 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические условия (Труби сталеві безшовні гарячедеформовані. Технічні умови)

ГОСТ 8732-78 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент (Труби сталеві безшовні гарячедеформовані. Сортамент)

ГОСТ 9567-75 Трубы стальные прецизионные. Сортамент (Труби сталеві прецизійні. Сортамент)

ГОСТ 19611-74 Влагомеры нейтронные. Типы и основные параметры (Вологоміри нейтронні. Типи та основні параметри)

ГОСТ 21196-75 Влагомеры нейтронные. Общие технические требования (Вологоміри нейтронні. Загальні технічні вимоги)

ГОСТ 25260-82 Породы горные. Метод полевого испытания пенетрационным каротажем (Породи гірські. Метод польового випробування пенетраційним каротажем)

ГОСТ 25932-83 Влагомеры-плотномеры радиоизотопные переносные для бетонов и грунтов. Общие технические условия (Вологоміри-щільноміри радіоізотопні переносні для бетонів та ґрунтів. Загальні технічні умови)

ОСПУ-2005 Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

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

3.1 абсолютна похибка (вимірювання)

Різниця між результатом вимірювання та умовно-істинним значенням вимірюваної величини (ДСТУ 2681)

3.2 відносна похибка (вимірювання)

Відношення абсолютної похибки вимірювання до умовно істинного значення вимірюваної величини (ДСТУ 2681)

3.3 випадкова похибка (вимірювання)

"випадкова похибка засобу вимірювальної техніки"

Складова похибки, що не прогнозовано змінюється в ряді вимірювань тієї ж величини (ДСТУ 2681)

3.4 база вимірювального перетворювача

"довжина зонду"

Середина відстані між центрами джерела та детектора випромінювання

3.5 блок обробки та керування (щільноміра, вологоміра, вологощільноміра)

Складова частина приладу, що керує прийомом сигналу та виконує його обробку для обчислення щільності і вологості

3.6 зразкова міра щільності (вологості)

"стандартний зразок щільності (вологості)"

Засіб вимірювання у вигляді речовини або матеріалу зі встановленими в результаті метрологічної атестації значеннями однієї або більше величин, що характеризують властивості або склад цієї речовини або матеріалу та слугує для градування і перевірки щільноміра (воломіра) (ДСТУ 2681)

3.7 нейтронний вологомір

Вологомір, принцип дії якого засновано на реєстрації уповільнених нейтронів у процесі їх розсіювання на ядрах атомів водню у складі молекул води, які містяться в речовині або матеріалі об'єкта вимірювання, у зв'язку з тим, що уповільнення та розсіювання нейтронного потоку відбувається не тільки на ядрах водню, але й на атомах інших речовин

3.8 основна похибка щільноміра (воломіра)

Різниця між показниками щільноміра (воломіра) та дійсними значеннями вимірюваної щільності (вологості) матеріалу за нормальних умов його використання (ДСТУ 2681)

3.9 радіоізотопний вимірювальний перетворювач (РВП)

Пристрій, що реєструє вимірювальне перетворення і складається з джерела іонізуючого випромінювання з блоком захисту та формування потоку й детектора із схемами посилення, дискримінації тощо для перетворення потоку у вихідний електричний сигнал (ДСТУ 2681)

3.10 радіоізотопний щільномір

Щільномір, принцип дії якого засновано на реєстрації розсіяного та поглинутого гамма-випромінювання на електронах атомів речовини об'єкта вимірювання

3.11 систематична похибка (вимірювання)

"систематична похибка засобу вимірювальної техніки"

Складова похибки, що залишається сталою або прогнозовано змінюється у ряді вимірювань тієї ж величини (ДСТУ 2681)

4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1 Методи радіоізотопного вимірювання щільності і вологості ґрунтів засновані на використанні закономірностей взаємодії гамма- та нейтронного випромінювань із електронами і ядрами атомів речовини середовища (ґрунту).

4.2 Метод радіоізотопного вимірювання щільності ґрунтів засновано на залежності між щільністю ґрунту, що досліджується, та характеристиками ослаблення й розсіювання вимірюваного потоку енергії гамма-випромінювання.

4.3 Щільність ґрунту вимірюють шляхом детектування та реєстрації щільності потоку:

- розсіяного первинного гамма-випромінювання (метод альbedo);
- ослабленого первинного гамма-випромінювання (метод абсорбції);
- розсіяного та ослабленого первинного гамма-випромінювання (альbedo-абсорбційний метод).

4.4 Метод альbedo полягає в детектуванні та реєстрації щільності потоку гамма-квантів, розсіяних на електронах атомів речовини при взаємодії потоку енергії первинного гамма-випромінювання джерела іонізуючого випромінювання з матеріалом ґрунту.

4.4.1 При вимірюванні щільності ґрунту методом альbedo застосовують наступні схеми вимірювання (додаток А):

- глибинну – вимірювальний перетворювач із джерелом іонізуючого випромінювання розміщують по центру свердловини на глибині більше ніж 400 мм для вимірювання щільності в радіусі від 100 мм до 250 мм;
- поверхневу – вимірювальний перетворювач і джерело іонізуючого випромінювання розміщують на поверхні ґрунту для вимірювання щільності ґрунту в шарі завтовшки до 120 мм;
- поверхнево-глибинну – вимірювальний перетворювач і джерело іонізуючого випромінювання притискають до бокової поверхні свердловини або обсадної труби для вимірювання щільності ґрунту в шарі товщиною до 120 мм.

4.5 Метод абсорбції полягає в детектуванні та реєстрації щільності потоку гамма-квантів, що пройшли через шар матеріалу між радіоактивним джерелом і детектором гамма-випромінювання.

4.5.1 При вимірюваннях щільності ґрунту абсорбційним методом застосовують схему вимірювання з розташуванням джерела іонізуючого випромінювання в одній свердловині, а вимірювального перетворювача – в іншій (додаток А) з відстанню між джерелом іонізуючого випромінювання та детектором перетворювача, фіксованою з похибкою не більше ніж 0,5 %. Для пошарового вимірювання щільності в об'ємі ґрунту між свердловинами джерело іонізуючого випромінювання та вимірювальний перетворювач можуть бути розміщені в жорсткій конструкції (додаток А), яка занурюється в ґрунт.

4.6 Альbedo-абсорбційний метод полягає в детектуванні та реєстрації щільності потоків гамма-квантів, що розсіяні за об'ємом ґрунту та пройшли крізь шар між джерелом іонізуючого випромінювання та детектором гамма-випромінювання.

4.6.1 При вимірюваннях щільності ґрунту альbedo-абсорбційним методом застосовують схему вимірювання (додаток А), коли джерело іонізуючого випромінювання занурюють у ґрунт, а вимірювальний перетворювач розміщують на поверхні ґрунту – для вимірювання середньої щільності ґрунту в шарі між джерелом іонізуючого випромінювання та вимірювальним перетворювачем.

4.7 Метод нейтронного вимірювання вологості засновано на залежності між вмістом води у ґрунті та щільністю потоку вповільнених нейтронів у процесі їх розсіювання на ядрах атомів водню. Цим методом вимірюють вологість ґрунту в досліджуваному об'ємі між джерелом нейтронів і вимірювальним перетворювачем.

4.7.1 При вимірюваннях вологості ґрунту нейтронним методом застосовують наступні схеми вимірювання (додаток А):

– глибинну (свердловинну) – вимірювальний перетворювач із джерелом нейтронів розміщують по центру свердловини для вимірювання вологості ґрунту в радіусі навколо вимірювального перетворювача від 200 мм до 250 мм при об'ємній вологості w_v від 40 % до 45 % та в радіусі до 450 мм при $w_v \leq 5$ %;

– поверхневу – вимірювальний перетворювач і джерело нейтронів розміщують на поверхні ґрунту для вимірювання вологості ґрунту в шарі завтовшки до 150 мм під вимірювальним перетворювачем;

– поверхнево-глибинну – вимірювальний перетворювач і джерело нейтронів притискають до бокової поверхні свердловини або обсадної труби для вимірювання вологості в шарі завтовшки до 150 мм під вимірювальним перетворювачем;

– комбіновану – вимірювальний перетворювач розміщують на поверхні ґрунту, а джерело нейтронів у ґрунті – для вимірювання вологості ґрунту в шарі між джерелом нейтронів і вимірювальним перетворювачем.

4.8 При одночасному вимірюванні щільності і вологості ґрунту радіоізотопними вологощільномірами застосовують наступні схеми вимірювання (додаток А):

– глибинну (свердловинну) – вимірювальний перетворювач, що містить детектор (детектори) для одночасної або роздільної реєстрації щільності потоку гамма-випромінювання й уповільнених нейтронів, джерела гамма-випромінювання та повільних нейтронів розміщують по центру свердловини для вимірювання щільності ґрунту і вологості згідно з додатком А;

– поверхневу – вимірювальний перетворювач розміщують на поверхні ґрунту для вимірювання щільності та вологості ґрунту в шарі завтовшки від 150 мм до 200 мм під вимірювальним перетворювачем;

– поверхнево-глибинну – вимірювальний перетворювач притискають до бокової поверхні свердловини або обсадної труби для вимірювання щільності в шарі завтовшки до 120 мм й вологості ґрунту в шарі завтовшки до 150 мм під вимірювальним перетворювачем;

– комбіновану – вимірювальний перетворювач поміщають на поверхні ґрунту, а джерела нейтронів і гамма-випромінювання занурюють по черзі в ґрунт для вимірювання щільності та вологості ґрунту в шарі між вимірювальним перетворювачем і джерелом іонізуючого випромінювання.

4.9 Щільність ґрунту вимірюють радіоізотопним щільноміром або визначають по зареєстрованій щільності потоку гамма-випромінювання за допомогою градуйованого графіка радіоізотопного щільноміра або за спеціальною формулою.

4.10 Вологість ґрунту вимірюють нейтронним вологоміром або визначають по зареєстрованій щільності потоку вповільнених нейтронів за допомогою градуйованого графіка нейтронного вологоміра або за спеціальною формулою.

5 ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ

5.1 Для вимірювання щільності ґрунту застосовують радіоізотопні переносні або перевізні щільноміри згідно з ГОСТ 25932 та додатком Б, в якому наведені основні технічні характеристики.

5.2 Для вимірювання вологості ґрунту застосовують нейтронні переносні або перевізні вологоміри згідно з ГОСТ 19611, ГОСТ 21196 та додатком Б, в якому наведені основні технічні характеристики.

5.3 Для одночасного вимірювання щільності і вологості ґрунту застосовують переносні радіоізотопні вологощільноміри згідно з ГОСТ 25932 та додатком Б, в якому наведені основні технічні характеристики.

5.4 Радіоізотопні щільноміри і вологоміри мають забезпечувати можливість вимірювання щільності ґрунту від $(0,8 \pm 0,2)$ г/см³ до $(2,3 \pm 0,2)$ г/см³ (від (800 ± 200) кг/м³ до (2300 ± 200) кг/м³).

Для вимірювання щільності торфу, заторфованих та інших пухких ґрунтів допускається застосовувати радіоізотопні щільноміри з нижньою межею вимірювання щільності менше ніж $0,8$ г/см³ (800 кг/м³) та верхньою межею вимірювання щільності нижче ніж $2,3$ г/см³ (2300 кг/м³).

5.5 Нейтронні вологоміри і радіоізотопні вологощільноміри повинні забезпечувати можливість вимірювання об'ємної вологості в межах від 2% до 100% при глибинних вимірюваннях та від 2% до $(40 \pm 10)\%$ – в інших випадках.

5.6 При глибинних (свердловинних) вимірюваннях щільності, вологості в необсаджених свердловинах або свердловинах із змінним діаметром обсаджених труб застосовують індикатори діаметра (каверноміри і діаметроміри) у складі вимірювального перетворювача щільноміра, вологоміра та вологощільноміра або у вигляді окремих перетворювачів. Індикатори діаметра (каверноміри або діаметроміри) мають забезпечувати можливість вимірювання діаметра свердловин до 90_0^{+5} мм із похибкою не більше ніж ± 2 мм при довірчій імовірності $0,95$.

5.7 Глибинне вимірювання щільності (вологості) у процесі зондування (пенетрації) виконують у відповідності з ГОСТ 25260.

5.8 При поверхнево-глибинному вимірюванні щільності, вологості в свердловинах застосовують притискні пристрої, що забезпечують надійний контакт вимірювального перетворювача із стінкою свердловини (обсадної труби), а також екрануючі пристрої у складі вимірювального перетворювача, які забезпечать зниження впливу випромінювань, розсіяних від стінок свердловини (труби), до постійних значень.

6 ПІДГОТОВКА ДО ВИМІРЮВАННЯ

6.1 Для глибинного (свердловинного) вимірювання щільності та (або) вологості бурять свердловину й (або) занурюють трубу. Діаметр свердловини має бути не більше ніж 90 мм. Свердловина не повинна бути заповнена водою. Не допускається при з'єднанні відрізків труб застосовувати муфтові або ніпельні з'єднання.

Відхил діаметра свердловини від прийнятого при градуванні приладу не повинен бути більше ніж 2 мм при вимірюванні щільності та не більше ніж 5 мм при вимірюванні вологості. Відхил товщини стінки від прийнятого при градуванні для сталевих і титанових труб не повинен бути більше ніж $0,5$ мм, для дюралевих і керамічних труб – не більше ніж 1 мм. Діаметр труб, що занурюються в ґрунт, має бути не більше ніж 90 мм. Товщина стінки сталевих і титанових труб має бути не більше ніж 6 мм, дюралевих та керамічних – не більше ніж 10 мм. Труби й стики в них мають бути водонепроникними.

При зануренні обсаджених труб до свердловини труба повинна входити в свердловину.

При вимірюваннях застосовують обсаджі труби, матеріал і товщина стінки яких не відрізняються від прийнятих при градуванні приладів. Типорозміри рекомендованих обсаджених труб визначаються згідно з додатком В.

6.2 При поверхнево-глибинних вимірюваннях у свердловинах (обсаджених трубах) щільності або вологості діаметр свердловини (труби) повинен бути не більше ніж 146 мм. Свердловини (труби) не повинні бути заповнені водою.

7 ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ

7.1 При вимірюваннях щільності ґрунту методами альbedo і альbedo-абсорбційним, а також при поверхневих і комбінованих вимірюваннях вологості вимірювальний перетворювач, який містить джерело гамма-випромінювання або уповільнених нейтронів, встановлюють на розчищену і вирівняну поверхню ґрунту. Опорну площину вимірювального перетворювача щільно притискають (без зазору) до поверхні ґрунту.

7.2 При вимірюванні щільності альbedo-абсорбційним методом та вологості за комбінованою схемою блок джерела іонізуючого випромінювання поміщають (заглиблюють) у ґрунт на глибину, фіксовану з похибкою не більше ніж $\pm 0,5$ мм. Відстань між вимірювальним перетворювачем щільноміра (вологоміра) та стінками споруди або виробки повинна бути більше ніж 500 мм.

7.3 Градування та метрологічну атестацію радіоізотопних щільномірів, вологомірів і вологощільномірів проводять у заводських або лабораторних умовах за зразковими мірами (стандартними зразками) щільності та вологості, метрологічно атестованими у встановленому порядку, а в польових умовах – згідно з додатком Г.

7.4 При вимірюваннях за глибинною (свердловинною) схемою перетворювач щільноміра (вологоміра, вологощільноміра) поміщають у свердловину на задану глибину більше ніж 0,4 м, центрують по осі свердловини й роблять відліки на табло приладу. Результати відліків реєструють у журналі згідно з додатком Д.

У необсадженої свердловині або в свердловині, обсадженої трубами змінного діаметра, вимірюють діаметр на глибині, що збігається із точкою відліку радіоізотопного щільноміра та нейтронного вологоміра, з похибкою не більше ніж ± 10 мм.

7.5 Метрологічну атестацію радіоізотопних щільномірів, вологомірів і вологощільномірів як засобів вимірювання виконують згідно з ДСТУ ГОСТ 8.009.

Повірку радіоізотопних щільномірів виконують за відповідною методичною інструкцією, а нейтронних вологомірів – згідно з ДСТУ ГОСТ 8.442. Періодичність повірки визначається типом застосованого приладу.

8 ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ

8.1 Щільність ґрунту визначають за градуовальною залежністю радіоізотопного щільноміра (вологощільноміра), поданої у вигляді графіка, таблиці або формули для прийнятих умов вимірювання.

Графіки градуовальних залежностей будують згідно з додатками Е і Ж.

Об'ємну вологість ґрунту w_v визначають за градуовальною залежністю нейтронного вологоміра (радіоізотопного вологощільноміра), що побудована з урахуванням впливу щільності сухого ґрунту ρ_d .

8.2 При вимірюванні об'ємної вологості ґрунтів, що містять рослинні залишки в кількості, яка перевищує 5 % від маси, при визначенні w_v відповідно до 8.1 вводять поправку w_{vr} у відсотках, обчислену за формулою:

$$w_{vr} \approx w_{v,meas} - k \cdot \bar{I} \cdot \rho_d, \quad (1)$$

де $w_{v,meas}$ – вимірювана об'ємна вологість ґрунту, %;

k – коефіцієнт, який дорівнює $5 \cdot 10^{-4}$;

\bar{I} – середній вміст за масою органічної речовини, що визначається згідно з ГОСТ 23740, %, вагова;

ρ_d – щільність сухого ґрунту, $г/см^3$.

8.3 За результатами вимірювання щільності ρ та об'ємної вологості w_v обчислюють щільність сухого ґрунту ρ_d у грамах на кубічний сантиметр за формулою:

$$\rho_d = \rho - \frac{W_v}{100} \cdot \rho_w, \quad (2)$$

де ρ_w – щільність води, що дорівнює $1,0 \text{ г/см}^3$.

Вологість ґрунту w за масою у відсотках обчислюють за формулою:

$$w = \frac{W_v \cdot \rho_w}{\rho_d}. \quad (3)$$

8.4 Результати вимірювання щільності та об'ємної вологості ґрунту фіксують у журналі вимірювання відповідно до додатка И.

8.5 До журналу вимірювання додають схему розташування пунктів вимірювання або свердловин.

9 ОЦІНЮВАННЯ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ

9.1 Відносна основна похибка щільномірів при вимірюванні щільності ґрунту (у відсотках) повинна бути не більше ніж $\pm 3 \%$ при довірчій імовірності 0,95.

9.2 Абсолютна основна похибка вологомірів при вимірюванні об'ємної вологості ґрунту (у відсотках) повинна бути не більше ніж $\pm 3 \%$ при довірчій імовірності 0,95.

10 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

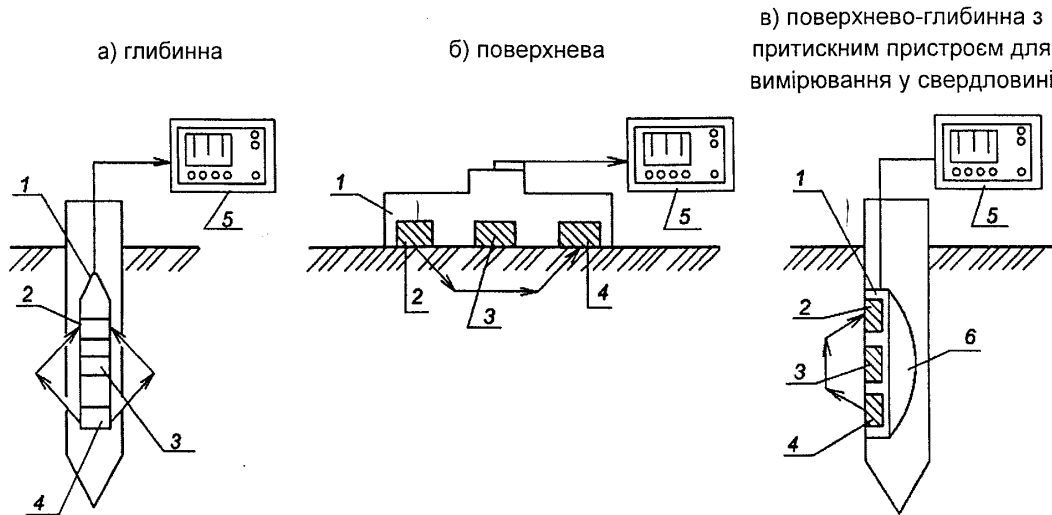
10.1 До самостійної роботи з вимірювання щільності та вологості радіоізотопними методами допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичну комісію, навчання та атестовані за правилами технічної безпеки, пожежної безпеки, електробезпеки та охорони праці.

10.2 При проведенні вимірювання радіоізотопними щільномірами, нейтронними вологомірами, радіоізотопними вологощільномірами необхідно дотримуватися вимог техніки безпеки згідно з ОСПУ-2005 та інструкціями з експлуатації приладів.

ДОДАТОК А
(довідковий)

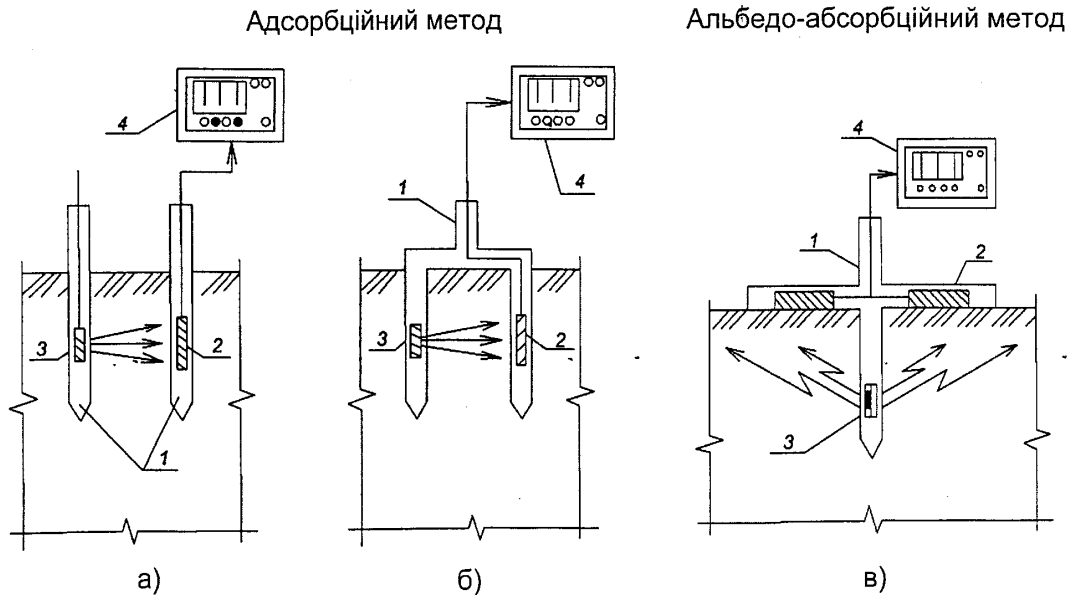
СХЕМИ ВИМІРЮВАННЯ

А.1 При вимірюваннях щільності ґрунту радіоізотопними щільномірами методом альbedo застосовують наступні схеми вимірювання:



1 – вимірювальний перетворювач; 2 – детектор; 3 – захисний екран; 4 – радіоізотопне джерело; 5 – вимірювальний прилад; 6 – притискний пристрій

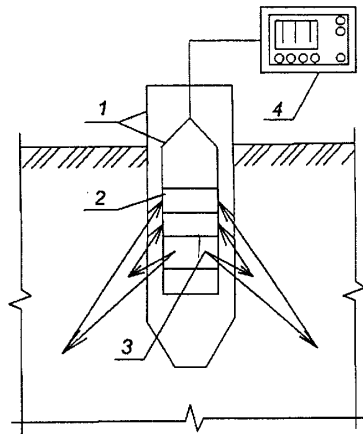
А.2 При вимірюваннях щільності ґрунту абсорбційним та альbedo-абсорбційним методами застосовують наступні схеми вимірювання:



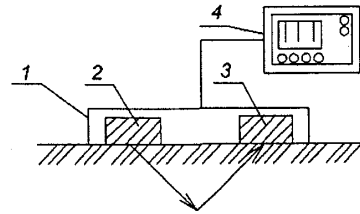
1 – вимірювальний перетворювач; 2 – детектор; 3 – радіоізотопне (нуклід) джерело; 4 – вимірювальний прилад

А.3 При вимірюванні вологості ґрунту нейтронним методом застосовують наступні схеми вимірювання:

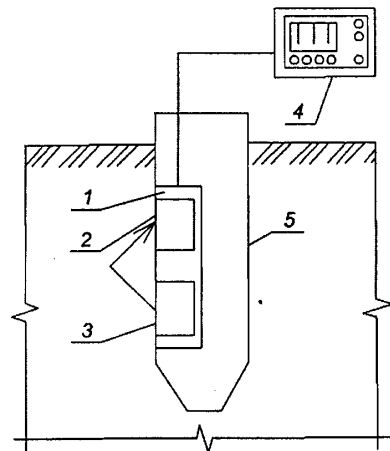
а) глибинна



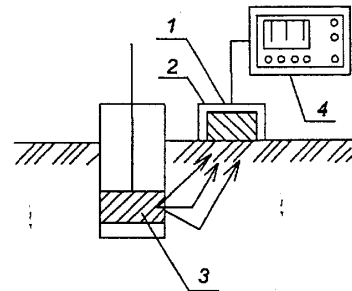
б) поверхнева



в) поверхнево-глибинна з притискним пристроєм для вимірювання в свердловині

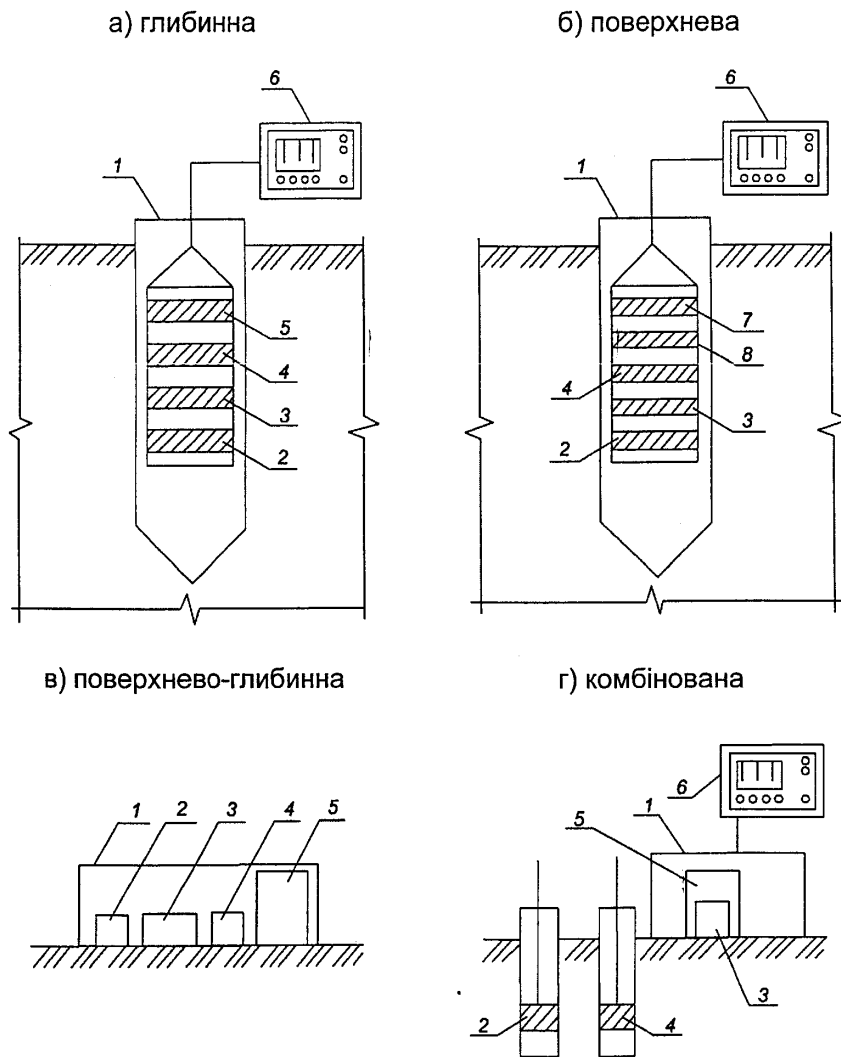


г) комбінована



1 – вимірювальний перетворювач; 2 – детектор; 3 – джерело нейтронів; 4 – вимірювальний прилад; 5 – притискний пристрій

А.4 При одночасному вимірюванні щільності та вологості ґрунту радіоізотопними вологощільно-номірами застосовують наступні схеми вимірювання:



1 – вимірювальний перетворювач; 2 – джерело гамма-випромінювання; 3 – екран; 4 – джерело нейтронів;
 5 – детектор гамма-випромінювання і нейтронів; 6 – вимірювальний прилад; 7 – детектор гамма-випромінювання; 8 – детектор нейтронів

ДОДАТОК Б
(довідковий)

ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИЛАДІВ

Б.1 Основні технічні характеристики радіоізотопних щільномірів

Тип щільноміра	Діапазон вимірювання, г/см ³	Основна похибка приладу, г/см ³	Схема вимірювання	Габарити, маса	Виробник
ППГР-1	Від 0,6 до 2,5	± 0,05	Глибинна, поверхнева	Перетворювач ППИ-1 (діаметр 35 мм × 78,2 мм) Пристрій контрольно-транспортний УКТ (1150 мм × 228 мм × 250 мм), вага (з перетворювачем) – 12,4 кг Реєстратор СИП-1м (298 мм × 135 мм × 185 мм), вага – 4,6 кг	Полтавський дослідний завод "Прибор"
УР-70	Від 0,8 до 2,5	± 0,05	Глибинна	Перетворювач (45 мм × 900 мм), вага – 2 кг Вага УКТ – 10 кг Реєстратор (304 мм × 234 мм × 184 мм), вага – 8,5 кг	НВО "Геофізика", м. Санкт-Петербург
РПП-2	Від 1,0 до 2,5	± 0,04	Поверхнева, комбінована	Радіоізотопний перетворювач (500 мм × 150 мм × 500 мм) Реєстратор СИП-2м (290 мм × 135 мм × 185 мм), вага – 4,6 кг	Київський дослідний завод "Еталон"
РПП-1	Від 0,5 до 1,5	± 0,03	Поверхнева	Радіоізотопний перетворювач (250 мм × 100 мм × 300 мм) Реєстратор СИП-2м (290 мм × 135 мм × 185 мм), вага – 4,6 кг	Те саме

Б.2 Основні технічні характеристики нейтронних вологомірів

Тип вологоміра	Діапазон вимірювання, г/см ³	Основна похибка приладу, % об'ємної вологості	Схема вимірювання	Габарити, маса	Виробник
ВПГР-1	Від 1 до 100	У діапазоні від 1 % до 50 % не більше ніж ± 2,5 % У діапазоні від 50 % до 100 % не більше ніж ± 4 %	Глибинна	Пристрій контрольно-транспортний УКТ (880 мм × 228 мм × 240 мм), вага (із перетворювачем) – не більше ніж 13 кг Перетворювач (35 мм × 600 мм) Реєстратор СИП-1м (298 мм × 135 мм × 135 мм), вага – 4,6 кг	Завод "Еталон", м. Полтава
УР-70	Від 3 до 100	У діапазоні від 3 % до 50 % не більше ніж ± 2,5 % У діапазоні від 50 % до 100 % не більше ніж ± 4 %	Глибинна	Перетворювач (45 мм × 887 мм), вага – 1,7 кг Вага УКТ – 7,5 кг Реєстратор (304 мм × 234 мм × 184 мм)	НВО "Геофізика", м. Санкт-Петербург

Б.3 Основні технічні характеристики радіоізотопних вологощільномірів

Тип вологощільноміра	Діапазон вимірювання	Основна похибка приладу	Схема вимірювання	Габарити, маса	Виробник
РВПП-1	Від 1 % до 30 %	Не більше ніж $\pm 2,5$ %	Поверхнева (вимірювання вологості)	Перетворювач (390 мм × 231 мм × 477 мм), вага – 16,6 кг	РНИИРП, м. Рига
	Від 1,0 г/см ³ до 2,5 г/см ³ (за щільністю)	Не більше ніж ± 3 % відносних	Поверхнева, комбінована (вимірювання щільності)	Реєстратор (290 мм × 135 мм × 185 мм), вага – 4,6 кг	
МАК-80	Від 0 % до 60 % (за вологістю)	У діапазоні від 1 % до 25 % не більше ніж ± 2 % У діапазоні від 25 % до 60 % не більше ніж ± 5 %	Глибинна	Приймально-реєструючий пристрій (300 мм × 200 мм × 400 мм), вага – 15 кг	Завод "Геоприбор", ВПО "Геотехника"
	Від 1,4 г/см ³ до 2,3 г/см ³	Не більше ніж $\pm 0,05$ г/см ³ (за щільністю)		Перетворювач (80 мм × 1 300 мм), вага – 40 кг	
ПИКА-14	Від 1 % до 100 %	Не більше ніж $\pm 2,5$ %		Пристрій контрольно-транспортний УКТ (215 мм × 240 мм), вага – 15 кг	Бюро впровадження ВНИИОСП, м. Москва
	Від 0,8 г/см ³ до 2,4 г/см ³ (за щільністю)	Не більше ніж $\pm 0,05$ г/см ³ (за щільністю)		Перетворювач (46 мм × 1200 мм), вага – 6 кг Вимірювальний підсилювач (200 мм × 240 мм × 130 мм), вага – 6 кг	
ЛКС-1К	Від 2 % до 100 %	Не більше ніж ± 3 %	Глибинна	Перетворювач (36 мм × 1000 мм), вага – 2,5 кг	РНИИРП, м.Рига (дослідні зразки)
	Від 0,8 г/см ³ до 2,5 г/см ³ (за щільністю)	Не більше ніж ± 3 % при довірчій імовірності 0,95		Блок обробки інформації (475 мм × 250 мм × 130 мм), вага – 4 кг Контрольно-транспортний пристрій (1100 мм × 158 мм), вага – 16 кг	

ДОДАТОК В
(довідковий)

ОСНОВНІ ТИПОРОЗМІРИ ОБСАДНИХ ТРУБ (БЕЗШОВНІ ГАРЯЧЕДЕФОРМОВАНІ)
ЗГІДНО З ГОСТ 8731, ГОСТ 8732, ГОСТ 9567

Товщина стінки, мм	Зовнішній діаметр, мм													
	Глибина занурення 3 м													
2,5	45	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,8	45	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,0	45	50	54	57	60	63,5	68	70	73	76	–	–	–	–
3,5	–	50	54	57	60	63,5	68	70	73	76	83	89	95	–
4,0	–	50	54	57	60	63,5	68	70	73	76	83	89	95	–
4,5	–	50	54	57	60	63,5	68	70	73	76	83	89	95	–
Глибина занурення 20 м														
2,5	45	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,8	45	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,0	45	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,5	–	50	54	57	60	63,5	70	73	76	–	–	–	–	–
4,0	–	50	54	57	60	63,5	70	73	76	83	89	95	–	–
4,5	–	50	54	57	60	63,5	70	73	76	83	89	95	–	–
5,0	–	50	54	57	60	63,5	70	73	76	83	89	95	–	–
5,5	–	50	54	57	60	63,5	70	73	76	83	89	95	–	–
6,0	–	–	54	57	60	63,5	70	73	76	83	89	95	–	–

ДОДАТОК Г
(обов'язковий)

**ГРАДУЮВАННЯ РАДІОІЗОТОПНИХ ЩІЛЬНОМІРІВ, НЕЙТРОННИХ ВОЛОГОМІРІВ І
РАДІОІЗОТОПНИХ ВОЛОГОЩІЛЬНОМІРІВ У ЛАБОРАТОРНИХ ТА ПОЛЬОВИХ УМОВАХ**

Г.1 Градування радіоізотопних приладів виконують на метрологічно атестованих зразкових мірах (стандартних зразках) щільності і вологості ґрунту для найбільш поширених умов вимірювання.

Г.2 При побудові градуовальної залежності радіоізотопного щільноміра для робочих умов вимірювання (наприклад, для обсадної труби заданого матеріалу, діаметра та товщини стінки) у діапазоні значень щільності від $0,8 \text{ г/см}^3$ до $2,3 \text{ г/см}^3$ виготовляють та метрологічно атестують не менше п'яти зразкових мір щільності з номінальними значеннями в наступних діапазонах: від $0,8 \text{ г/см}^3$ до $1,0 \text{ г/см}^3$; від $1,0 \text{ г/см}^3$ до $1,3 \text{ г/см}^3$; від $1,3 \text{ г/см}^3$ до $1,6 \text{ г/см}^3$; від $1,6 \text{ г/см}^3$ до $2,0 \text{ г/см}^3$; від $2,0 \text{ г/см}^3$ до $2,3 \text{ г/см}^3$.

Г.3 При побудові градуовальної залежності нейтронного вологоміра для робочих умов вимірювання у діапазоні об'ємної вологості від 1 % або 2 % до 100 % виготовляють та метрологічно атестують зразкові міри об'ємної вологості w_v з номінальними значеннями в наступних піддіапазонах: від 0 % до 5 %; від 5 % до 20 %; від 20 % до 35 %; від 35 % до 60 %; від 60 % до 100 %; 100 % (вода). Одночасно ці міри можуть бути атестовані за масовою (ваговою) вологістю.

Принаймні дві із зазначених зразкових мір об'ємної вологості виготовляють із постійним значенням щільності сухого ґрунту ρ_d , визначеним із похибкою не більше ніж $0,2 \text{ г/см}^3$.

Г.4 Зразкові міри щільності (ЗМЩ) та об'ємної вологості (ЗМВ) виготовляють із матеріалу, аналогічного за хімічним складом алюмосилікатним ґрунтам із сумарним вмістом хімічних елементів із атомним номером більше ніж 50 (заліза, марганцю), що не перевищує 10 %.

Не повинні застосовуватися для виготовлення зразкових мір об'ємної вологості матеріали, що містять нейтронопоглинаючі хімічні елементи: хлор – у кількості більше ніж 0,1 %; бор – більше ніж 0,001 %; рідкоземельні – більше ніж $1 \cdot 10^{-4}$ %.

Г.5 Матеріал зразкової міри (стандартного зразка) має бути однорідним за щільністю та вологістю.

Однорідність виготовленої зразкової міри визначають за допомогою спеціальних вимірювань перетворювачами щільноміра, вологоміра, вологощільноміра.

При виготовленні зразкової міри однорідність за об'ємною вологістю оцінюють шляхом відбору зразків і визначення в них вологості. З кожної міри відбирають не менше ніж 25 зразків. Коефіцієнт варіації показань щільноміра та вологоміра $V_{N_{\rho,w}}$ в одиницях відліку, у зразкових мірах не має бути більше ніж 0,05 і обчислюється за формулою:

$$V_{N_{\rho,w}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (N_{i,\rho,w} - \bar{N}_{\rho,w})^2}}{\bar{N}_{\rho,w} \cdot (n-1)}, \quad (\text{Г.1})$$

де $N_{i,\rho,w}$, $\bar{N}_{\rho,w}$ – середні значення показань (в одиницях відліку) щільноміра, вологоміра при кожному i -му положенні вимірювального перетворювача та відповідно у середньому в мірі;
 n – кількість вимірювань.

Коефіцієнт варіації середньої об'ємної вологості матеріалу в мірі V_w в одиницях відліку не має бути більше ніж 0,025 і обчислюється за формулою:

$$V_{\bar{w}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (w_i - \bar{w})^2}}{\bar{w} \cdot \sqrt{n \cdot (n-1)}}, \quad (\text{Г.2})$$

де w_i, \bar{w} – значення вологості згідно з ДСТУ Б.В.2.1-17 в i -му зразку ґрунту та відповідно у середньому в мірі;

n – кількість зразків.

Г.6 Зразкові міри щільності можуть одночасно бути зразковими мірами об'ємної вологості.

Г.7 Зразкові міри щільності та об'ємної вологості (більше ніж 5 %) для випробувань та градування глибинних радіоізотопних щільномірів, нейтронних вологомірів і радіоізотопних вологощільномірів розміщують в циліндричних ємностях (баках) діаметром $D \geq 800$ мм, які виготовляються із сталевого листа (згідно з ГОСТ 1050); зразкові міри об'ємної вологості менше ніж 5 % – у ємностях діаметром $D \geq 1000$ мм. Висота ємності (бака) для міри має бути не менше ніж відстань від детектора до нижнього кінця вимірювального перетворювача плюс 300 мм.

Зразкові міри щільності та вологості для випробувань і градування поверхневих радіоізотопних щільномірів, нейтронних вологомірів і радіоізотопних вологощільномірів повинні виготовлятися залежно від типу приладу.

Г.8 Вихідними матеріалами для виготовлення зразкових мір щільності та вологості можуть бути:

- пісок однорідної фракції;
- глино порошок (з місцевих глин) однорідний;
- керамзитовий гравій дрібний (фракції діаметром 5 мм) щільністю в сухому стані $\rho_d \geq 0,8$ г/см³;
- гравій та щебінь однорідних фракцій;
- скло (у вигляді листів або гранул), яке не містить домішок важких і нейтронопоглинаючих елементів;
- вода, яка не містить домішок важких і нейтронопоглинаючих елементів.

Г.9 Зразкові міри щільності та вологості можуть бути метрологічно атестовані як тимчасові й постійні. Тимчасові міри метрологічно атестують на період випробувань радіоізотопного щільноміра, нейтронного вологоміра, радіоізотопного вологощільноміра або на строк не більше ніж 3 міс.; постійні міри – на строк більше ніж рік.

Г.10 Поверхню зразкових мір після виготовлення герметизують для запобігання висиханню та ушкодженню.

Г.11 На зовнішній поверхні ємності (бака), що містить зразкову міру, наносять номер міри й номінальні значення щільності та об'ємної вологості.

Г.12 У ємностях для зразкових мір або у виготовлені міри щільності та вологості, що призначені для випробувань і градування глибинних радіоізотопних щільномірів, установлюють обсадні труби необхідного номіналу способом, який відповідає методиці польових випробувань.

Г.13 При градуванні глибинних радіоізотопних приладів вимірювальний перетворювач приладу поміщують на задану глибину в обсадну трубу, встановлену в зразковій мірі щільності (вологості), та виконують не менше ніж 10 вимірів щільності потоку гамма-випромінювання (уповільнених нейтронів). Вимірювання повторюють при розташуванні перетворювача в трьох або чотирьох точках за глибиною міри для визначення коефіцієнта варіації $V_{N_{p,w}}$ за формулою (Г.1).

Г.14 Зразкові міри щільності ґрунту атестують за результатами вимірювання об'єму ємностей для ЗМЩ та маси розміщеного в них матеріалу.

Г.15 Зразкові міри вологості (ЗМВ) ґрунту атестують за результатами визначення середньої вологості зразків матеріалу в мірі та вимірювань щільності матеріалу в мірі згідно з Г.14.

Г.16 За результатами вимірювання середньої щільності потоку гамма-випромінювання (повільних нейтронів) та визначення середньої щільності (об'ємної вологості) матеріалу в мірах будують

градувальні залежності радіоізотопного щільноміра (додаток Е) та нейтронного вологоміра (додаток Ж).

Градувальні залежності вологоміра будують у вигляді серії графіків для різних ρ_d у робочому діапазоні вимірювання, у тому числі у двох мірах із різними значеннями об'ємної вологості, що відрізняються не менше ніж на 20 % об'ємної вологості w_v (при постійному значенні щільності сухого матеріалу).

Г.17 Допускається представляти градувальні залежності щільноміра та вологоміра у вигляді формул (алгоритмів).

Г.18 Межі похибок градування при побудові градувальних залежностей щільноміра та вологоміра обчислюють за формулою:

$$\sigma_{\Sigma\rho,w} = \sigma_{sis\rho,w} + \sigma_{ch\rho,w}, \quad (\text{Г.3})$$

де $\sigma_{\Sigma\rho,w}$, $\sigma_{sis\rho,w}$, $\sigma_{ch\rho,w}$ – межі сумарної, систематичної та випадкової похибок градування приладу за значеннями щільності та вологості відповідно в атестованих ЗМЩ і ЗМВ. Межі відносної похибки вимірювання щільності в ЗМЩ та абсолютної похибки в ЗМВ не повинні бути більше ніж зазначені у розділі 9.

Г.19 Градувальні залежності радіоізотопного щільноміра, нейтронного вологоміра, радіоізотопного вологощільноміра, побудовані за метрологічно атестованими зразковими мірами щільності та вологості стосовно робочих умов вимірювань, є основними для проведення вимірювань у цих умовах; для умов вимірювань, які відрізняються від прийнятих при градуванні, зазначені вище градувальні залежності є опорними.

Г.20 Градувальні (параметричне випробування) радіоізотопних щільномірів, нейтронних вологомірів, радіоізотопних вологощільномірів у польових умовах виконують шляхом порівняння показань приладів із результатами визначення щільності, вологості зразків, відібраних на ділянці градування.

Г.21 Для побудови градувальних залежностей щільноміра, вологоміра, вологощільноміра вибирають однорідні ділянки, щільність ґрунту яких перебуває в піддіапазонах: від 0,8 г/см³ до 1,0 г/см³; від 1,0 г/см³ до 1,3 г/см³; від 1,3 г/см³ до 1,6 г/см³; від 1,6 г/см³ до 2,0 г/см³; від 2,0 г/см³ до 2,3 г/см³; (2,5 г/см³); об'ємна вологість – у піддіапазонах: від 0 % до 5 %; від 5 % до 20 %; від 20 % до 35 %; від 35 % до 60 %; від 60 % до 100 %.

Мають бути обрані принаймні дві ділянки, ґрунти яких мають об'ємну вологість, що відрізняється більше ніж на 20 % при постійній щільності сухого ґрунту, що визначена з похибкою не більше ніж $\pm 0,2$ г/см³.

Г.22 Розміри ділянок, обраних для градування, мають бути не менше ніж:

- для схем вимірювань (А.1 а), в); А.3 а), в); А.4 а), б)):
 - у плані: 1000 мм × 1 000 мм;
 - за глибиною: при $w_v < 5\% \approx 1000$ мм,
 - при $w_v < 5\% \approx 800$ мм;
- для схем вимірювань (А.1 б); А.2 а), б), в); А.3 б), г); А.4 в), г)):
 - у плані: 600 мм × 600 мм,
 - за глибиною: від 400 мм до 500 мм.

Г.23 Градування приладів виконують за тих самих умов, що й виробничі вимірювання (вид ґрунту, матеріал та розміри обсадних труб, діаметр свердловини).

Г.24 Попередню оцінку однорідності ділянки, обраної для градування, роблять за результатами вимірювання радіоізотопним щільноміром, нейтронним вологоміром, радіоізотопним вологощільноміром, виконаних згідно з Г.25.

Коефіцієнт варіації $V_{N\rho,w}$ показань (в одиницях відліку) радіоізотопного щільноміра, нейтронного вологоміра, визначений за формулою (Г.1), не повинен бути більше ніж 0,05.

При цьому $N_{i\rho, w}$, $\bar{N}_{\rho, w}$ – середні значення показань (в одиницях відліку) щільноміра, вологоміра при кожному i -му положенні вимірювального перетворювача та середні на ділянці відповідно;

n – кількість однократних вимірювань.

Коефіцієнт варіації середніх значень щільності та вологості ґрунту не повинен бути більше ніж 0,025.

Г.25 Градування радіоізотопних щільномірів, нейтронних вологомірів, радіоізотопних вологощільномірів виконують у наступному порядку: при вимірюваннях за глибинною схемою (А.3 а) у центрі обраної ділянки бурять свердловину або занурюють трубу (на глибину більше ніж 1 м), вимірюють діаметр свердловини в кожній точці радіоізотопних вимірювань, поміщають вимірювальний перетворювач на задані глибини (з інтервалом за глибиною не більше ніж 10 см), центрують його та виконують не менше ніж 10 відліків на кожній глибині. При вимірюваннях у свердловині з притискним пристроєм вимірювальний перетворювач поміщають на задану глибину, фіксують положення перетворювача при притисненні до стінки свердловини послідовно в трьох положеннях щодо осі свердловини та виконують не менше п'яти відліків за приладом в кожному положенні.

При вимірюваннях за поверхневою схемою (А.3 б) виконують вимірювання не менше ніж в 10 точках ділянки (не менше ніж п'яти відліків за приладом у кожній точці).

При вимірюваннях за поверхневою комбінованою схемою (А.3 г) блок джерела іонізуючого випромінювання розміщують на задану глибину в ґрунт і виконують вимірювання не менше ніж у трьох положеннях детектора щодо джерела іонізуючого випромінювання (не менше п'яти відліків у кожному положенні). Вимірювання повторюють не менше ніж у трьох пунктах ділянки.

Г.26 На кожній ділянці градування після завершення вимірювань щільноміром (вологоміром, вологощільноміром) відбирають не менше ніж 15 проб ґрунту, для визначення щільності та об'ємної вологості ґрунту, не менше ніж дві проби для визначення щільності часток ґрунту, у ґрунтах із можливою присутністю органічної речовини – не менше ніж три проби для визначення вмісту органічної речовини.

Проби відбирають пошарово, з інтервалом за глибиною від 100 мм до 150 мм.

Середню щільність $\bar{\rho}$, середню вологість \bar{w} за масою (ваговою) і щільність сухого ґрунту ρ_d обчислюють для кожної ділянки градування.

Середню об'ємну вологість \bar{w}_n у відсотках обчислюють за формулою:

$$\bar{w}_n = \frac{\bar{w} \cdot \bar{\rho}_d}{\rho_w}, \quad (\text{Г.4})$$

де \bar{w} – середня вологість ґрунту, %;

$\bar{\rho}_d$ – середня щільність сухого ґрунту, г/см³;

ρ_w – щільність води, що дорівнює 1,0 г/см³.

Для глинистих ґрунтів та ґрунтів, що містять гіпс, додатково визначають вміст зв'язаної води в зразках:

– для глинистих ґрунтів – при висушуванні зразків за температури 105 °С до постійної маси та за температури 250 °С впродовж від 1 год до 2 год;

– для ґрунтів, що містять гіпс, – при висушуванні зразків за температури 65 °С та 180 °С до постійної маси.

Вміст зв'язаної води за масою в зразку w_{con} у відсотках обчислюють за формулою:

$$w_{con} = \frac{m(t_1) - m(t_2)}{m(t_1)}, \quad (\text{Г.5})$$

де $m(t_1)$ та $m(t_2)$ – відповідно маса зразка ґрунту після висушування за температури:

– для глинистих ґрунтів $t_1 = 105$ °С та $t_2 = 250$ °С;

– для ґрунтів, що містять гіпс, $t_1 = 65$ °С та $t_2 = 180$ °С.

Середній об'ємний вміст зв'язаної води обчислюють аналогічно формулі (Г.4).

Вміст органічних речовин визначають згідно з ДСТУ Б.В.2.1-16.

Середню сумарну об'ємну вологість $\bar{w}_{v\text{tot}}$ у відсотках обчислюють за формулою:

$$\bar{w}_{v\text{tot}} = \bar{w}_{v\text{fr}} + \bar{w}_{v\text{con}} + 5 \cdot 10^{-4} \cdot \bar{I} \cdot \rho_d . \quad (\text{Г.6})$$

Середню квадратичну похибку визначення об'ємної вологості ґрунту \overline{Sw}_v обчислюють за формулою:

$$\overline{Sw}_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (w_{iv} - \bar{w}_v)^2}{n \cdot (n-1)}} . \quad (\text{Г.7})$$

Середню квадратичну похибку визначення щільності ґрунту \bar{S}_p обчислюють за формулою:

$$\bar{S}_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\rho_i - \bar{\rho})^2}{n \cdot (n-1)}} . \quad (\text{Г.8})$$

Г.27 Градувальну залежність щільноміра будують за середніми значеннями показань приладу та результати визначення середньої щільності ґрунту на ділянках градування.

Градувальну залежність вологоміра будують за середніми значеннями показань приладів та результатами визначення середньої об'ємної вологості з урахуванням середньої щільності сухого ґрунту на ділянках градування.

На графіки наносять середні значення щільності: сухого ґрунту ділянок градування, за якими будують градувальні залежності показань вологоміра від об'ємної вологості для різних щільностей (з інтервалом від $0,1 \text{ г/см}^3$ до $0,2 \text{ г/см}^3$). На градувальних графіках або в таблицях також вказують щільність часток ґрунту на кожній ділянці градування.

Г.28 Основну похибку радіоізотопних щільномірів, нейтронних вологомірів оцінюють шляхом порівняння показань приладів і результатів визначення щільності і об'ємної вологості зразків однорідного ґрунту, що відібрані на ділянці вимірювання в умовах, які відповідають умовам градування та масових вимірювань радіоізотопними щільномірами, вологощільномірами, нейтронними вологомірами.

Оцінку основної похибки приладів при вимірюванні щільності та вологості виконують на ділянках (у шарах ґрунту), розміри й ступінь однорідності яких відповідають зазначеним в Г.22 – Г.24.

Вимірювання щільноміром, вологоміром, вологощільноміром, відбирання зразків і визначення щільності та вологості ґрунту виконують відповідно до Г.25, Г.26.

Г.29 Обробку результатів вимірювання нейтронним вологоміром, радіоізотопним вологощільноміром виконують з урахуванням відомих значень щільності ґрунту, якщо обробка не виконується автоматично на місці випробувань (за допомогою приладу ЛКС).

Обробку виконують у наступній послідовності:

– за показниками вологоміра обчислюють приблизне значення об'ємної вологості w'_v у часткових одиницях із використанням графіка градування для довільного значення щільності сухого ґрунту;

– обчислюють приблизне значення щільності сухого ґрунту ρ'_d за формулою:

$$\rho'_d = \rho - w'_v \cdot \rho_w , \quad (\text{Г.9})$$

де ρ – виміряна приладом щільність ґрунту, г/см^3 ;

ρ_w – щільність води, що дорівнює $1,0 \text{ г/см}^3$.

– за показниками вологоміра та інтерпольованого графіка градування, що відповідає обчисленому значенню ρ'_d , обчислюють значення об'ємної вологості w''_v (у другому наближенні).

Інтерполяцію завершують, коли обчислені значення об'ємної вологості у двох послідовних наближеннях відрізняються не більше ніж на 1 %, а до результатів вимірювань вводять поправки на вміст зв'язаної води та органічної речовини.

Г.30 Обробку результатів однократних вимірювань при оцінці основних похибок приладів виконують у наступній послідовності:

– з урахуванням щільності сухого ґрунту визначають об'ємну вологість (у приладі ЛКС) безпосередньо за приладом;

– до результатів вимірювання об'ємної вологості вводять поправки на середній вміст зв'язаної води та органічної речовини на ділянці вимірювання;

– вираховують вологість за масою (ваговою) у шарі ґрунту за формулою (3) та порівнюють із результатами певних значень вологості зразків. Межі основних похибок щільномірів і вологомірів не повинні бути більше ніж величини, зазначені у розділі 9.

В іншому випадку кожний прилад переградуїуюють.

ДОДАТОК Д
(довідковий)

ЖУРНАЛ ЗАПИСУ РЕЗУЛЬТАТІВ ПОКАЗАНЬ ПРИЛАДУ
В КОНТРОЛЬНО-ТРАНСПОРТНОМУ ПРИСТРОЇ (КТП)

Число _____

Місяць _____

Рік _____

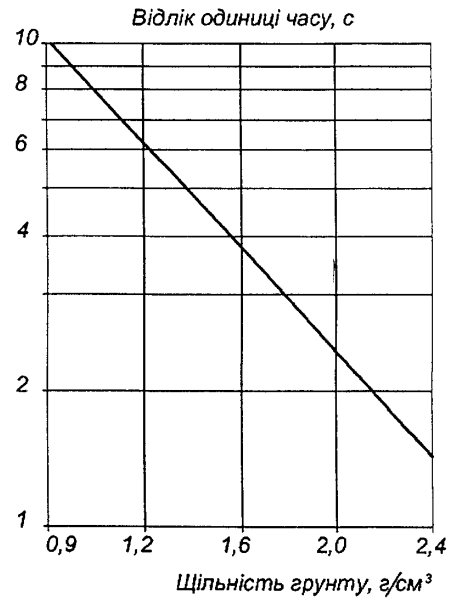
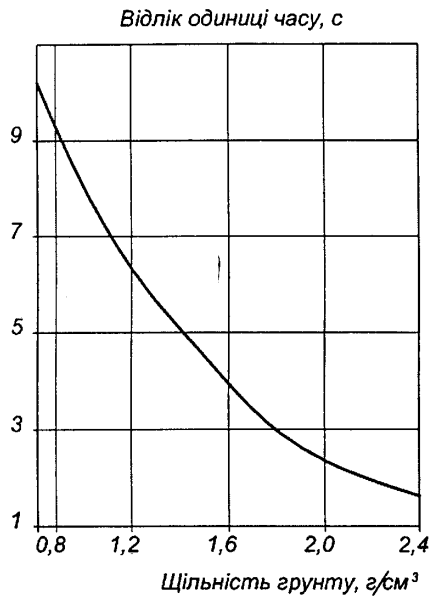
Номер пункту вимірювання або свердловини	Глибина, м	Тип ґрунту	Час вимірювання, с	Діаметр свердловини, мм	Відлік радіоізотопного щільності		Щільність ґрунту, г/см ³	Відлік нейтронного вологоміра		Об'ємна вологість	Щільність сухого ґрунту, г/см ³	Об'ємна вологість ґрунту, %, з поправкою на <i>l</i>	Примітка
					одичні вимірювання	середнє		одичні вимірювання	середнє				

Виконавець _____
посада, підпис, прізвище, ініціали

Перевірив _____
посада, підпис, прізвище, ініціали

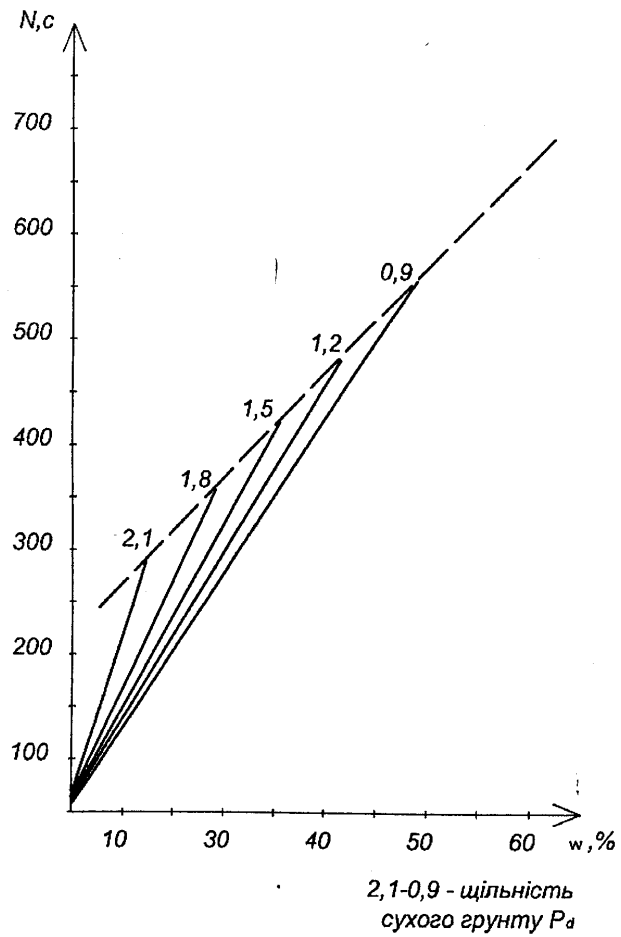
ДОДАТОК Е
(довідковий)

ГРАФІК ГРАДУЮВАННЯ РАДІОІЗОТОПНОГО ЩІЛЬНОМІРА



ДОДАТОК Ж
(довідковий)

ГРАДУЮВАЛЬНА ЗАЛЕЖНІСТЬ НЕЙТРОННОГО ВОЛОГОМІРА



ДОДАТОК И
(довідковий)

ФОРМА ЖУРНАЛУ ВИМІРЮВАННЯ ЩІЛЬНОСТІ ТА ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ

Організація _____

Експедиція _____

Партія (загін) _____

Тема (замовлення) _____

Об'єкт _____

Ділянка _____

Абсолютна відмітка _____

) Місце розташування _____

Тип радіоізотопного щільноміра _____

Номер радіоізотопного щільноміра _____

Тип нейтронного вологоміра _____

Номер нейтронного вологоміра _____

Дата градування радіоізотопного щільноміра _____

Дата градування нейтронного вологоміра _____

Дата повірки радіоізотопного щільноміра _____

Дата повірки нейтронного вологоміра _____

Почато _____ 20 ____ р. Закінчено _____ 20 ____ р.

Виконавець _____

посада, підпис, прізвище, ініціали

Перевірив _____

посада, підпис, прізвище, ініціали

ДСТУ Б В.2.1-26:2009

Код УКНД 13.080.20; 93.020

Ключові слова: вимірювання, випромінювання, вологість, гамма-джерело нейтронів, детектор, ґрунт, перетворювач, щільність.

Редактор – А.О. Луковська
Коректор – А.І. Луценко
Комп'ютерна верстка – І.С. Дмитрук

Формат 60x84¹/₈. Папір офсетний. Гарнітура "Arial".
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.