

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Основи та підвалини будинків і споруд

ГРУНТИ

**Метод лабораторного визначення
максимальної щільності**

ДСТУ Б В.2.1-12:2009

Київ

Мінрегіонбуд України

2010

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО:

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

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. № 658

3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 22733-77)

ЗМІСТ

с.

1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативні посилання.....	1
3 Терміни та визначення понять.....	3
4 Загальні положення.....	3
5 Засоби випробування та матеріали.....	4
6 Відбір проб ґрунту.....	5
7 Підготовка до випробування.....	5
7.1 Підготовка зразка ґрунту.....	5
7.2 Підготовка приладу.....	7
8 Проведення випробування.....	7
9 Обробка результатів випробування.....	9
10 Оцінювання похибки вимірювань.....	10
11 Вимоги безпеки.....	10
Додаток А	
Схема приладу союздорнии для стандартного ущільнення ґрунтів.....	11
Додаток Б	
Журнал визначення максимальної щільності сухого ґрунту.....	12
Додаток В	
Приклад побудови графіка залежності щільності сухого ґрунту від вологості при стандартному ущільненні.....	14

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Основи та підвалини будинків і споруд

ГРУНТИ

Метод лабораторного визначення максимальної щільності

Основания и фундаменты зданий и сооружений

ГРУНТЫ

Метод лабораторного определения максимальной плотности

Bases and foundations of buildings and structures

SOILS

Method for laboratory determination of maximum density)

Чинний від 2010-10-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на глинисті, піщані та гравійні ґрунти та встановлює метод лабораторного визначення максимальної щільності сухого ґрунту та оптимальної вологості ґрунту при призначенні необхідної щільності ґрунтів, а також при контролі вологості ґрунтів, що ущільнюються, та якості їх ущільнення у земляних спорудах і основах будинків і споруд.

Стандарт не поширюється на ґрунти, що містять більше ніж 30 % зерен крупніше 10 мм, а також на заторфовані ґрунти.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні документи:

ДСТУ Б А.1.1-25-94 Система стандартизації та нормування в будівництві.

ґрунти. Терміни та визначення

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

споруд. Грунти. Класифікація

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

ДСТУ Б В.2.7-71-98 (ГОСТ 8269.0-97) Будівельні матеріали. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань

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

ДСТУ ГОСТ 427:2009 Линейки измерительные металлические. Технические условия (Лінійки вимірювальні металеві. Технічні умови)

ДСТУ ГОСТ 7328:2003 Гирі. Загальні технічні умови (ГОСТ 7328-2001, ІДТ)

ДСТУ ГОСТ 166:2009 (ИСО 3599-76) Штангенциркули. Технические условия (Штангенциркулі. Технічні умови)

ГОСТ 1770-74 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия (Посуд мірний лабораторний скляний. Циліндри, мензурки, колби, пробірки. Загальні технічні умови)

ГОСТ 9147-80 Посуда и оборудование лабораторные фарфоровые. Технические условия (Посуд та обладнання лабораторні порцелянові. Технічні умови)

ГОСТ 24104-88 Весы лабораторные общего назначения и образцовые. Общие технические условия (Ваги лабораторні загального призначення та зразкові. Загальні технічні умови)

ГОСТ 25336-82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры (Посуд та обладнання лабораторні скляні. Типи, основні параметри та розміри)

ГОСТ 29329-92 Весы для статического взвешивания. Общие технические требования (Ваги для статичного зважування. Загальні технічні вимоги)

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

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

3.1 максимальна щільність $\rho_{d\ max}$

Найбільша величина щільності сухого фунту, що досягається методом стандартного ущільнення

3.2 оптимальна вологість w_{opt}

Вологість, за якої досягається максимальна щільність сухого ґрунту (ДСТУ Б А.1.1-25)

3.3 стандартне ущільнення

Пошарове ущільнення ґрунту з постійною витратою роботи

3.4 щільність ґрунту ρ

Маса одиниці об'єму ґрунту (ДСТУ Б А.1.1-25)

3.5 щільність сухого ґрунту ρ_d

"щільність скелету ґрунту"

Відношення маси ґрунту з відрахуванням маси води і льоду в його порах до його початкового об'єму (ДСТУ Б А.1.1-25, ДСТУ Б В.2.1-2)

3.6 щільність часток ґрунту ρ_s

Маса одиниці об'єму твердих (скелетних) частинок ґрунту (ДСТУ Б А.1.1-25)

4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1 Метод полягає у встановленні залежності щільності сухого ґрунту від його вологості при трамбуванні зразків із постійною витратою роботи на їх ущільнення та у визначенні за цією залежністю максимальної величини щільності сухого ґрунту $\rho_{d\ max}$.

4.2 Для встановлення залежності щільності сухого ґрунту від його вологості проводять серію окремих випробувань ґрунту на ущільнення з

послідовним збільшенням його вологості. Результати випробувань представляють у вигляді графіка. Кількість окремих випробувань для побудови графіка повинна бути не менше ніж шість, а також достатньою для виявлення максимального значення щільності сухого ґрунту.

4.3 Випробування ґрунтів здійснюють у приладі СоюздорНИИ для стандартного ущільнення ґрунтів згідно з додатком А шляхом пошарового трамбування ґрунту ударами вантажу масою 2,5 кг, який падає з висоти 300 мм, при цьому загальне число ударів повинно складати 120.

Примітка. Допускається застосовувати прилади з параметрами, відмінними від приладу СоюздорНИИ, і відповідною зміною методики за умови, що для даного виду ґрунту експериментально доведено ідентичність одержуваних при цьому результатів із результатами випробувань у приладі СоюздорНИИ.

4.4 Усі результати, отримані в процесі підготовки та випробування ґрунту, повинні заноситися в журнал визначення максимальної щільності сухого ґрунту згідно з додатком Б.

5 ЗАСОБИ ВИПРОБУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ

Для визначення максимальної щільності ґрунту застосовують наступні прилади, устаткування та інструменти:

- прилад СоюздорНИИ для стандартного ущільнення ґрунтів;
- ваги настільні гирьові або циферблатні згідно з ГОСТ 29329;
- ваги лабораторні згідно з ГОСТ 24104;
- гирі згідно з ДСТУ ГОСТ 7328;
- машина розтиральна (бігуни лабораторні) або ступка № 7 (діаметром зверху 240 мм) із товкачиком, обладнаним гумовим наконечником згідно з ГОСТ 9147;
- шафа сушильна згідно з ГОСТ 25336;
- сито з отворами 10 мм;

- ексікатор типу Э-250 згідно з ГОСТ 25336;
- чашки металеві об'ємом не менше ніж 5 л;
- циліндри мірні з носиком об'ємом 100 мл і 500 мл згідно з ГОСТ 1770;
- лопаточка-кельня;
- лінійка металева завдовжки 30 см згідно з ДСТУ ГОСТ 427;
- штангенциркуль ШЦ-1-125, модель 183 згідно з ДСТУ ГОСТ 166;
- ніж лабораторний;
- стаканчики алюмінієві для зважування;
- пензлики.

6 ВІДБІР ПРОБ ҐРУНТУ

6.1 Проби ґрунту порушеного складу відбирають у природних і штучних відслоненнях і гірничих виробках із однорідного за видом шару ґрунту згідно з ДСТУ Б В.2.1-8. Маса проби ґрунту має бути не менше ніж 10 кг. Кожну відібрану пробу ґрунту забезпечують даними про найменування об'єкта, потужність шару ґрунту, глибину, місце та дату відбору, а також найменування ґрунту за візуальним визначенням.

7 ПІДГОТОВКА ДО ВИПРОБУВАННЯ

7.1 Підготовка зразка ґрунту

7.1.1 Підготовка ґрунту до випробувань складається з наступних операцій:

- обробка проб ґрунту масою 10 кг;
- виділення та підготовка до випробування окремих зразків ґрунту масою 2,5 кг.

7.1.2 Обробку проби ґрунту масою 10 кг проводять у наступному порядку:

- висушують у приміщенні за кімнатної температури до повітряно-сухого

стану, коли можна робити роздрібнення та просівання ґрунту;

- роздрібнюють (без дроблення зерен) у ступці товкачиком із гумовим наконечником або в розтиральній машині (лабораторними бігунами);

- зважують (маса m_1);

- просівають крізь сито з отворами розміром 10 мм;

- відбирають зразки масою не менше ніж 30 г із ґрунту, який пройшов крізь сито, для визначення вологості w_1 згідно з ДСТУ Б В.2.1-17;

- зважують зерна розміром крупніше ніж 10 мм (маса m_2) і відбирають із них зразки для визначення вологості w_2 і середньої їх щільності ρ_k згідно з ДСТУ Б В.2.7-71.

7.1.3 Вміст у ґрунті зерен крупніше ніж 10 мм X у відсотках обчислюють за формулою:

$$X = \frac{m_2 \cdot (1 + 0,01 \cdot w_1)}{m_1 \cdot (1 + 0,01 \cdot w_2)} \cdot 100, \quad (7.1)$$

де m_2 – маса зерен крупніше ніж 10 мм, г;

w_1 – вологість просіяного ґрунту у повітряно-сухому стані, %;

m_1 – маса зразка ґрунту у повітряно-сухому стані, г;

w_2 – вологість зерен ґрунту крупніше ніж 10 мм, %.

7.1.4 Виділення окремих зразків масою 2,5 кг і підготовку їх до випробування проводять у наступному порядку:

- перемішують ґрунт, що пройшов крізь сито, і розподіляють його рівним шаром на аркуші картону, фанери або щільного паперу;

- виділяють методом квартування не менше ніж два окремих зразки масою 2,5 кг кожна m_3 та відбирають їх у металеві чашки для випробування;

- відібрані окремі зразки ґрунту зволожують до вихідної вологості w_3 , яка приймається 4 % для піщаних та гравійних ґрунтів і 8 % для глинистих ґрунтів.

Необхідну для зволоження зразка ґрунту кількість води Q у літрах обчислюють за формулою:

$$Q = \frac{m_3}{1 + 0,01 \cdot w_1} \cdot 0,01 \cdot (w_3 - w_1), \quad (7.2)$$

де m_3 – маса окремого зразка ґрунту, г;

w_3 – вихідна вологість ґрунту, %;

w_1 – вологість просіяного ґрунту у повітряно-сухому стані, %;

- додають до зразка ґрунту розраховану кількість води та одночасно перемішують ґрунт лопаточкою-кельнею;
- переносять зразки ґрунту із чашок до ексикаторів та витримують їх не менше ніж 2 год при закритих кришках ексикаторів.

7.2 Підготовка приладу

7.2.1 Підготовка приладу до випробування здійснюється в наступній послідовності:

- установлюють циліндр у піддон, не затискаючи його гвинтами;
- установлюють кільце на бортик циліндра;
- затискають циліндр поперемінно гвинтами піддона і кільця;
- перевіряють розміри циліндра штангенциркулем; при цьому внутрішній діаметр і глибина повинні становити відповідно 100 мм; і 127 мм;
- визначають масу складеного контейнера (циліндр із піддоном і кільцем) m_4 з похибкою до 1 г і заносять дані в журнал згідно з додатком Б;
- установлюють складений контейнер приладу на тверду нерухому основу масою не менше ніж 50 кг.

8 ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАННЯ

8.1 Випробування ґрунту проводять послідовно з окремими зразками ґрунту. Вологість проби при першому випробуванні повинна дорівнювати вихідній, установленій згідно з 7.1.4. При кожному наступному випробуванні вологість треба збільшувати від 1 % до 2 % для піщаних, гравійних ґрунтів і від 2 % до 3 % для глинистих ґрунтів. Кількість води для зволоження зразка визначають за формулою (7.2), приймаючи в ній за m_3 - масу ґрунту, який залишився від попереднього випробування, а за w_1 і w_3 - відповідно вологість, що задається при попередньому і черговому випробуваннях.

8.2 Кожен окремий зразок випробовують не більше ніж три рази. При випробуванні ґрунтів, які містять зерна, що легко руйнуються при трамбуванні, кожен зразок випробовують тільки один раз.

8.3 Ущільнення ґрунту кожного зразка виконують шляхом послідовного трамбування трьох шарів.

8.4 Випробування ґрунту проводять у наступному порядку:

- підготовлений зразок ґрунту переносять із ексикатора в металеву чашку, а потім пошарове завантажують у циліндр приладу, притискаючи ґрунт трамбівкою. Кожний шар повинен мати висоту від 5 см до 6 см і ущільнюватися 40 ударами вантажу; при цьому стрижень трамбівки втримують у вертикальному положенні. Перед завантаженням другого та третього шарів поверхню попереднього шару спускають ножем на глибину від 1 мм до 2 мм. Перед укладанням третього шару на циліндр надягають насадку;

- після ущільнення третього шару насадку знімають і зрізують частину зразка, що виступає, у рівень із торцем циліндра. Товщина шару ґрунту, що зрізується, не повинна бути більше ніж 10 мм. За більшої товщини необхідно провести повторне випробування зі зменшеною товщиною шарів ґрунту, який ущільнюється;

- визначають масу контейнера з ґрунтом m_5 і обчислюють щільність вологого зразка ґрунту ρ , в грамах на кубічний сантиметр за формулою:

$$\rho_i = \frac{m_5 - m_4}{V}, \quad (8.1)$$

де m_5 – маса контейнера з ґрунтом, г;
 m_4 – маса контейнера без ґрунту, г;
 V – об'єм циліндра, що дорівнює 1000 см³;

- знімають піддон і кільце, розкривають циліндр і виймають ущільнений зразок ґрунту. З верхньої, середньої та нижньої частин зразка відбирають по одній пробі масою не менше ніж 30 г для визначення вологості ґрунту w згідно з ДСТУ Б В.2.1-17;

- вийнятий із циліндра ґрунт приєднують до частини зразка, яка залишилася в чашці, розтирають, перемішують та зважують. Потім підвищують вологість проби згідно з 8.1. Після додавання води ґрунт перемішують, накривають вологою тканиною та витримують не менше ніж 15 хв.

8.5 Друге та наступні випробування ґрунту на ущільнення проводять

відповідно до 8.2-8.4.

8.6 Випробування із визначення максимальної щільності ґрунту вважають закінченими тоді, коли з підвищенням вологості зразка при наступних двох, трьох випробуваннях на ущільнення відбувається послідовне зменшення значень щільності ущільнених зразків ґрунту або коли ґрунт перестає ущільнюватися й починає при ударах вантажу витискатися із приладу.

9 ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАННЯ

9.1 За отриманими по результатах випробувань значенням щільності й вологості ущільнених зразків обчислюють щільність сухого ґрунту ρ_{di} в грамах на кубічний сантиметр за формулою:

$$\rho_{di} = \frac{\rho_i}{1 + 0,01 \cdot w}, \quad (9.1)$$

де ρ_i – щільність зразка ґрунту, г/см³;
 w – вологість ущільненого зразка ґрунту, %.

9.2 Будується графік залежності щільності сухого ґрунту від його вологості (згідно з додатком В), відкладаючи по осі абсцис вологість ущільнених зразків у масштабі 1 см - 2 %, а по осі ординат - щільність сухого ґрунту в масштабі 1 см - 0,05 г/см³. Знаходять максимум отриманої залежності і відповідні йому величини максимальної щільності сухого ґрунту $\rho_{d \max}$ на осі ординат і оптимальної вологості w_{opt} на осі абсцис.

Якщо при побудові графіка крива залежності виходить без помітно вираженого піка, що можливо для піщаних і гравійних ґрунтів, за $\rho_{d \max}$ треба приймати досягнуту максимальну щільність сухого ґрунту, а за w_{opt} - найменше значення вологості, коли досягається максимальна щільність сухого ґрунту.

9.3 Якщо в ґрунті знаходилися зерна крупніше ніж 10 мм, які перед випробуванням згідно з 8.2 були вилучені із зразка ґрунту, то для обчислення впливу таких зерен на величину максимальної щільності ґрунту необхідно отримані значення $\rho_{d \max}$ і w_{opt} для частини зразка, що пройшла крізь сито з отворами розміром 10 мм, перерахувати на значення для випробовуваного

ґрунту в цілому (із включенням зерен крупніше ніж 10 мм) за формулами:

$$\rho'_{d \max} = \frac{\rho_{d \max} \cdot \rho_k}{\rho_k - 0,01 \cdot X \cdot (\rho_k - \rho_{d \max})}, \quad (9.2)$$

$$w'_{opt} = 0,01 \cdot w_{opt} \cdot (100 - X), \quad (9.3)$$

де $\rho_{d \max}$ – максимальна щільність ґрунту, г/см³;
 ρ_k – щільність часток ґрунту крупніше ніж 10 мм, г/см³;
 w_{opt} – оптимальна вологість ґрунту, %;
 X – вміст у ґрунті зерен крупніше ніж 10 мм, %.

10 ОЦІНЮВАННЯ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ

10.1 Лабораторні ваги повинні забезпечувати зважування ґрунту та складеного контейнера з ґрунтом з похибкою ± 1 г.

10.2 Вміст у ґрунті зерен крупніше ніж 10 мм X у відсотках обчислюють з точністю 0,1 %.

10.3 Допустима похибка при розрахунках щільності ґрунту-до 0,01 г/см³.

10.4 Точність зчитування значень із графіка залежності щільності сухого ґрунту від вологості повинна бути для $\rho_{d \max} - 0,01$ г/см³, а для $w_{opt} - 0,1$ %.

11 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

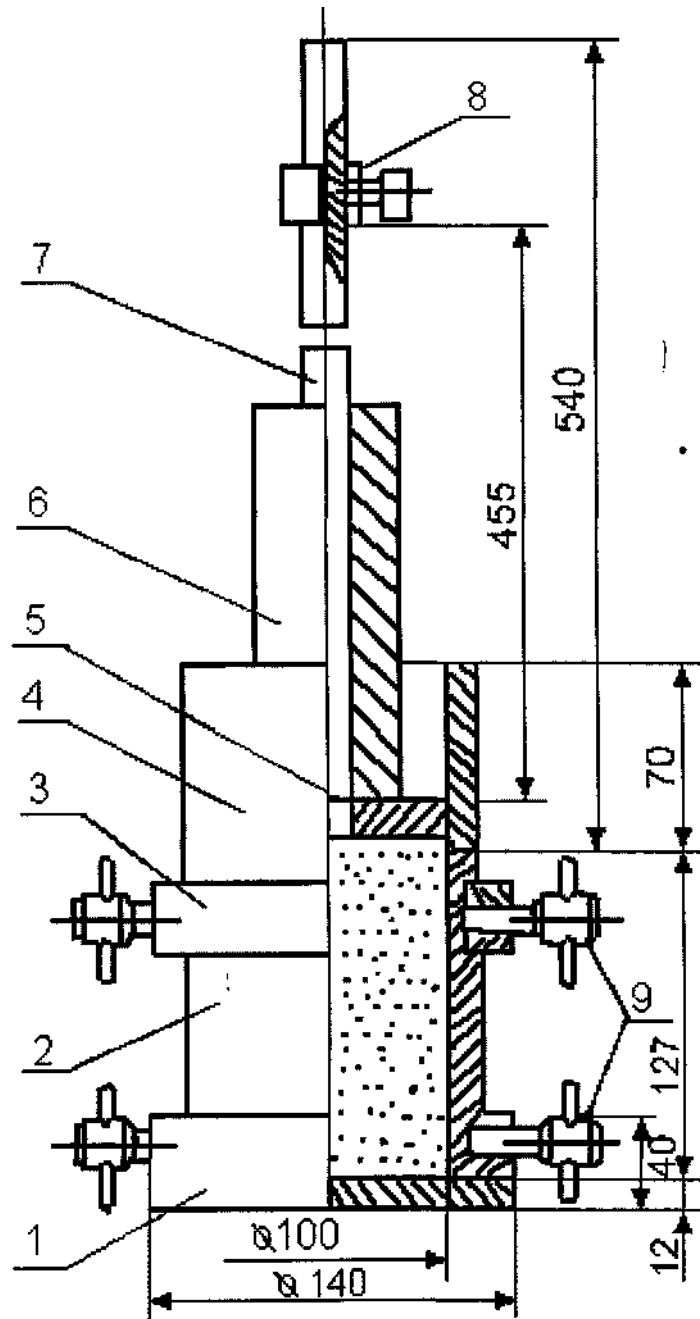
11.1 До самостійної роботи з лабораторного визначення максимальної щільності ґрунту допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичну комісію, навчання та атестовані за правилами технічної безпеки, пожежної безпеки, електробезпеки та охорони праці.

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.

ДОДАТОК А

(обов'язковий)

СХЕМА ПРИБАДУ СОЮЗДОРНИИ ДЛЯ СТАНДАРТНОГО
УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ

1 - піддон; 2 - рознімний циліндр об'ємом 1000 см³; 3 - кільце; 4 - насадка;
5 - ковадло; 6 - вантаж масою 2,5 кг; 7 - напрямний стрижень; 8 - обмежувальне
кільце; 9 - притискачі

ДОДАТОК Б

(обов'язковий)

ЖУРНАЛ ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ЩІЛЬНОСТІ СУХОГО ГРУНТУ

Об'єкт _____

Місце відбору ґрунту _____

Глибина відбору ґрунту, м _____ ; потужність шару ґрунту, м _____

Вид ґрунту _____ Дата відбору _____

Маса проби ґрунту (після роздрібнення) m_1 , кг _____

Дані за залишком на ситі зерен (після просівання проби):

а) маса зерен m_2 , кг _____ ; б) вологість зерен w_2 , % _____ ;

в) щільність зерен ρ_k , г/см³ _____ ; вміст зерен X , % _____

Вологість ґрунту, що пройшов крізь сито w_1 , % _____

Маса відібраних для випробування зразків ґрунту m_3 , кг _____

Максимальна щільність сухого ґрунту $\rho_{d\ max}$, г/см³ _____

Оптимальна вологість ґрунту w_{opt} , % _____

Максимальна щільність сухого ґрунту з урахуванням зерен крупніше ніж
10 мм $\rho'_{d\ max}$, г/см³ _____

Оптимальна вологість ґрунту з урахуванням зерен крупніше ніж 10 мм
 w'_{opt} , % _____

Дата випробувань _____ (початок) _____ (кінець)

Виконавець _____

посада, підпис, прізвище, ініціали

Перевірив _____

посада, підпис, прізвище, ініціали

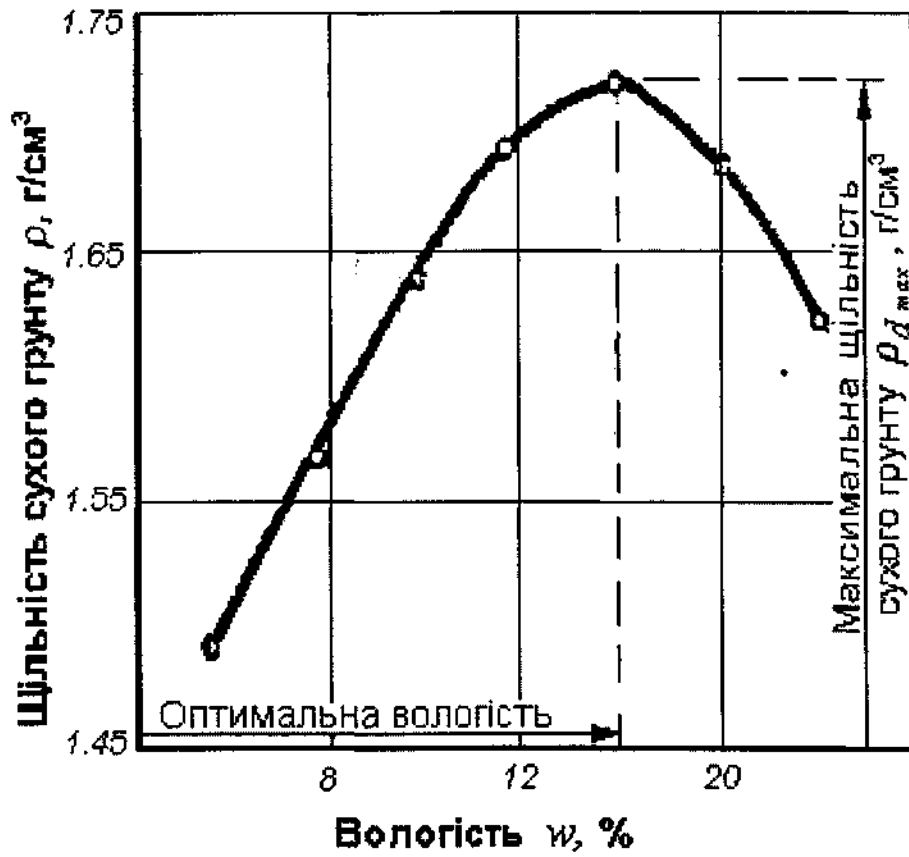
Номер випробування	Визначення щільності				Визначення вологості						
	маса, г				номер бюкса	маса, г			вологість w, %		
	контейнера без насадки m_4	контейнера без насадки з ущільненим зразком ґрунту m_5	ущільненого зразка ґрунту $m_5 - m_4$	щільність ущільненого зразка ґрунту, $\rho_i = \frac{m_5 - m_4}{V}$, г/см ³		порожнього бюкса m_6	бюкса з вологим зразком ґрунту m_7	бюкса з сухим ґрунтом m_8	$\frac{m_7 - m_8}{m_8 - m_6}$	середнє арифметичне	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

$$\rho_{smax} = \frac{\rho_i}{1 + 0,01 \cdot w}, \text{ г/см}^3$$

ДОДАТОК В

(довідковий)

ПРИКЛАД ПОБУДОВИ ГРАФІКА ЗАЛЕЖНОСТІ ЩІЛЬНОСТІ СУХОГО ГРУНТУ ВІД ВОЛОГОСТІ ПРИ СТАНДАРТНОМУ УЩІЛЬНЕННІ



Код УКНД 13.080.20; 93.020

Ключові слова: випробування, вологість, ґрунт, лабораторне обладнання, максимальна щільність, щільність скелету ґрунту.