



**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

---

**ДСТУ EN 13286-2:202X  
(EN 13286-2:2010, IDT)**

Незв'язні і гідравлічнозв'язні суміші

**ЧАСТИНА 2. МЕТОДИ ВИПРОБУВАННЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО  
КОНТРОЛЮ ЩІЛЬНОСТІ І ВМІСТУ ВОДИ**

**Ущільнення за методом Проктора**

(Проект, перша редакція)

**Київ  
ДП «УкрНДНЦ»  
202\_**

## ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М. П. Шульгіна (ДП «ДерждорНДі»), Технічний комітет стандартизації «Автомобільні дороги і транспортні споруди» (ТК 307).
- 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р. № \_\_\_\_\_ з 202X-XX-XX
- 3 Стандарт відповідає EN 13286-2:2010 «Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 2: Test methods for laboratory reference density and water content - Proctor compaction»(Незв'язні і гідравлічнозв'язні суміші. Частина 2. Методи випробування для лабораторного контролю щільності і вмісту води. Метод Проктора).  
  
Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)  
  
Переклад з англійської (en)
- 4 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України
- 5 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

---

**Право власності на цей національний стандарт належить державі.  
Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати  
зادля розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання  
цей національний стандарт або його частини на будь-яких носіях інформації  
без дозволу ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи**

ДП «УкрНДНЦ», 202\_

## ЗМІСТ

	<b>С.</b>
Національний вступ.....	V
1 Сфера застосування .....	1
2 Нормативні посилання .....	2
3 Терміни та визначення понять.....	3
4 Принцип методу.....	4
5 Обладнання.....	5
6 Підготовка .....	10
6.1 Загальні положення.....	10
6.2 Зразки для випробування ступеня ущільнення.....	11
6.3 Попередня оцінка .....	12
6.4 Суміші, що повністю проходять через сито 16 мм.....	12
6.5 Суміші, що не повністю проходять через сито з розміром отворів 16 мм.....	13
7 Проведення випробування .....	14
7.1 Випробування суміші за методом Проктора, ущільненої падаючим вантажем 2,5 кг (А) у прес-формі Проктор (А) .....	14
7.2 Випробування суміші за методом Проктора, ущільненої падаючим вантажем 2,5 кг (А) у великій прес-формі Проктор (В) .....	16
7.3 Випробування суміші за методом Проктора, ущільненої падаючим вантажем 15 кг (С) у дуже великій прес-формі Проктор (С).....	17
7.4 Випробування суміші за методом модифікованої щільності за Проктором, ущільненої падаючим вантажем в 4,5 кг (В) у прес-формі Проктор (А).....	19
7.5 Випробування суміші за методом модифікованої щільності за Проктором, ущільненої падаючим вантажем масою 4,5 кг (В) у великій прес-формі Проктор (В).....	20
7.6 Випробування суміші за методом модифікованої щільності за Проктором, ущільненої падаючим вантажем масою (15 кг) (С) у дуже великій прес-формі Проктор (С) .....	22
8 Розрахунки, побудова графіків і відображення результатів.....	23
8.1 Розрахунки .....	23
8.2 Графічні зображення .....	24
9 Протокол випробувань.....	25

Додаток А (довідковий) .....	27
Додаток В (обов'язковий).....	32
Додаток С (довідковий) .....	37
Додаток D (довідковий).....	39

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей національний стандарт ДСТУ EN 13286-2:202\_ (EN 13286-2:2010, IDT) «Незв'язні і гідравлічнозв'язні суміші. Частина 2: Методи випробування для лабораторного контролю щільності і вмісту води. Метод Проктора» прийнятий методом перекладу, — ідентичний щодо EN 13286-2:2010, (версія en) «Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 2: Test methods for laboratory reference density and water content — Proctor compaction».

Технічний комітет, відповідальні за цей стандарт в Україні, — ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди».

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей європейський стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ», першу сторінку, «Терміни та визначення понять» і «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- вилучено «Передмову» до EN 13286-2:2010 як таку, що безпосередньо не стосується технічного змісту цього стандарту;
- у розділі 2 «Нормативні посилання» наведено «Національне пояснення», виділене рамкою;

Позначки одиниць фізичних величин відповідають комплексу стандартів ДСТУ ISO 80000.

Копії нормативних документів, на які є посилання в цьому стандарті, можна отримати в Національному фонді нормативних документів.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

---

**Незв'язні і гідравлічнозв'язні суміші**

**ЧАСТИНА 2. МЕТОДИ ВИПРОБУВАННЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО  
КОНТРОЛЮ ЩІЛЬНОСТІ І ВМІСТУ ВОДИ**

**Ущільнення за методом Проктора**

Unbound and hydraulically bound mixtures

PART 2: TEST METHODS FOR LABORATORY REFERENCE DENSITY AND  
WATER CONTENT

Proctor compaction

---

Чинний від 202X-XX-XX

**1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

Цей стандарт установлює методи випробування для визначення взаємозв'язку між вмістом води та щільністю сухих гідравлічнозв'язних або незв'язних сумішей після ущільнення, у визначених умовах випробування, з використанням ущільнення за методом Проктора. Це дозволить оцінити щільність суміші, яка може бути отримана на будівельних майданчиках та забезпечити еталонний параметр для оцінки ущільненого шару суміші.

Цей стандарт застосовують тільки для незв'язних і гідравлічнозв'язних сумішей, що використовуються під час будівництва доріг та цивільних інженерних роботах. Це не стосується ґрунтів для земляних робіт. Результати цього методу випробувань можуть бути використані як основа для порівняння сумішей перед використанням в дорожньому будівництві. Результати випробувань, також, дозволяють зробити висновок щодо вмісту води, при якій суміші можуть бути достатньо ущільнені для досягнення заданої щільності в сухому стані.

Це випробування може застосовуватись для сумішей різних значень верхнього сита (D), розміром отворів до 63 мм та великої крупності, розміром до 25 % по масі.

## 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наведені нижче нормативні документи є обов'язковими для застосування цього документа. Для датованих посилань може бути застосовано тільки вказане видання. Для недатованих посилань застосовується останнє видання довідкового документа (включаючи будь-які зміни).

EN 933-1, Tests for geometrical properties of aggregates — Part 1: Determination of particle size distribution — Sieving method

EN 933-2, Tests for geometrical properties of aggregates — Part 2: Determination of particle size distribution — Test sieves, nominal size of apertures

EN 1097-5, Tests for mechanical and physical properties of aggregates Part 5: Determination of the water content by drying in a ventilated oven

EN 1097-6, Tests for mechanical and physical properties of aggregates Part 6: Determination of particle density and water absorption

EN 13286-1:2003, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 1: Test methods for laboratory reference density and water content — Introduction, general requirements and sampling

### НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN 933-1 Методи випробувань з визначання геометричних характеристик заповнювачів. Частина 1. Визначення гранулометричного складу. Метод просіювання

EN 933-2 Методи випробувань з визначання геометричних характеристик заповнювачів.

Частина 2. Визначення гранулометричного складу. Випробувальні сита, номінальні розміри отворів сит

EN 1097-5 Методи випробувань механічних і фізичних характеристик заповнювачів. Частина 5. Визначання вологості шляхом висушування в сушильній шафі

EN 1097-6 Методи випробувань механічних і фізичних характеристик заповнювачів. Частина 6. Визначання середньої густини та водопоглинання.

EN 13286-1 Суміші, які оброблені і які не оброблені гідравлічними і в'язучими. Частина 1. Методи визначення лабораторної еталонної густини та оптимальної вологості. Вступ, зальні вимоги та відбір проб.

### **3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ**

У цьому стандарті вжито терміни та визначення понять, наведені в EN 13286-1: 2003, та подані нижче:

#### **3.1 щільність за Проктором (*proctor density*)**

Лабораторна контрольна щільність, визначена із співвідношення щільності в сухому стані до вмісту води, отриманого в результаті випробувань за методом Проктора з питомою енергією приблизно 0,6 МДж / м<sup>3</sup>.

#### **3.2 модифікована щільність за Проктором (*modified Proctor density*)**

Лабораторна еталонна щільність, визначена із співвідношення щільності в сухому стані до вмісту вологості отриманого в результаті модифікованого випробування за Проктором з питомою енергією близько 2,7 МДж / м<sup>3</sup>.

#### **3.3 початковий вміст води $w_{0i}$ (*initial water content*)**

Вміст води в наданій пробі суміші до ущільнення.

#### **3.4 кінцевий вміст води $w_{Fi}$ (*final water content*)**



Вміст води в наданій пробі суміші після ущільнення.

### **3.5. вміст витісненої води $w_B$ (bleeding water content)**

Максимальне значення початкового вмісту води, при якому не відбуваються її втрати при ущільненні.

**Примітка.**  $w_0 - w_F \leq 0,3 \%$

### **3.6 самодренуюча суміш (self-draining mixture)**

Суміш в якій відбувається втрата вологості під час ущільнення, що перешкоджає визначенню максимальної сухої щільності на кривій Проктора.

**Примітка.**  $w_0 - w_F > 0,3 \%$

### **3.7 суха щільність при витісненні води $\rho_{dB}$ (dry density at bleeding)**

Лабораторна еталонна суха щільність самодренуючої суміші.

## **4 ПРИНЦИП МЕТОДУ**

У стандарті надано шість подібних методів випробувань на ущільнення, які відрізняються максимальним розміром частинок досліджуваної суміші, необхідною кількістю зразків і розміром прес-форми. У випробуванні за методом Проктора використовується навантаження у 2,5 кг. У модифікованому випробуванні за методом Проктора додається набагато більший ступінь ущільнення з використанням різних навантажень (4,5 кг або 15 кг) і/або більшої кількості падінь на тоншому шарі матеріалу, ніж при випробуванні за методом Проктора. Розмір прес-форми для ущільнення вибирається залежно від значення D. Якщо присутні частинки, що перевищують розмір, рівноцінні випробування проводяться в більших прес-формах. Якщо на ситі з розміром отворів 63 мм залишається більше ніж 25 % матеріалу, метод випробування не застосовують.

## 5 ОБЛАДНАННЯ

**5.1** Циліндричні прес-форми для випробувань, оснащені знімним подовжувачем висотою не менше ніж 50 мм і знімною сталевією опорною плитою, як показано на рисунку 1. Прес-форма повинна мати шліфовану внутрішню поверхню. Розміри форм (прес-форма Проктор (А), велика прес-форма Проктор (В) і дуже велика прес-форма Проктор (С)) повинні відповідати значенням, наданими у таблиці 1. Діаметр прес-форми повинен становити не менше ніж чотирикратне значення суміші D.

**Таблиця 1** — Розміри сучасних циліндричних форм для випробування

Розміри прес-форми Проктора	Діаметр $d_1$ , мм	Висота $h_1$ , мм	Товщина	
			Стінка $w$ , мм	Опорна плита $t$ , мм
А	$100,0 \pm 1,0$	$120,0 \pm 1,0$	$7,5 \pm 0,5$	$11,0 \pm 0,5$
В	$150,0 \pm 1,0$	$120,0 \pm 1,0$	$9,0 \pm 0,5$	$14,0 \pm 0,5$
С	$250,0 \pm 1,0$	$200,0 \pm 1,0$	$14,0 \pm 0,5$	$20,0 \pm 0,5$

**Примітка.** У Додатку А міститься детальна інформація про інші циліндричні форми для випробування, що можуть бути використанні на даний час.

Розміри в міліметрах

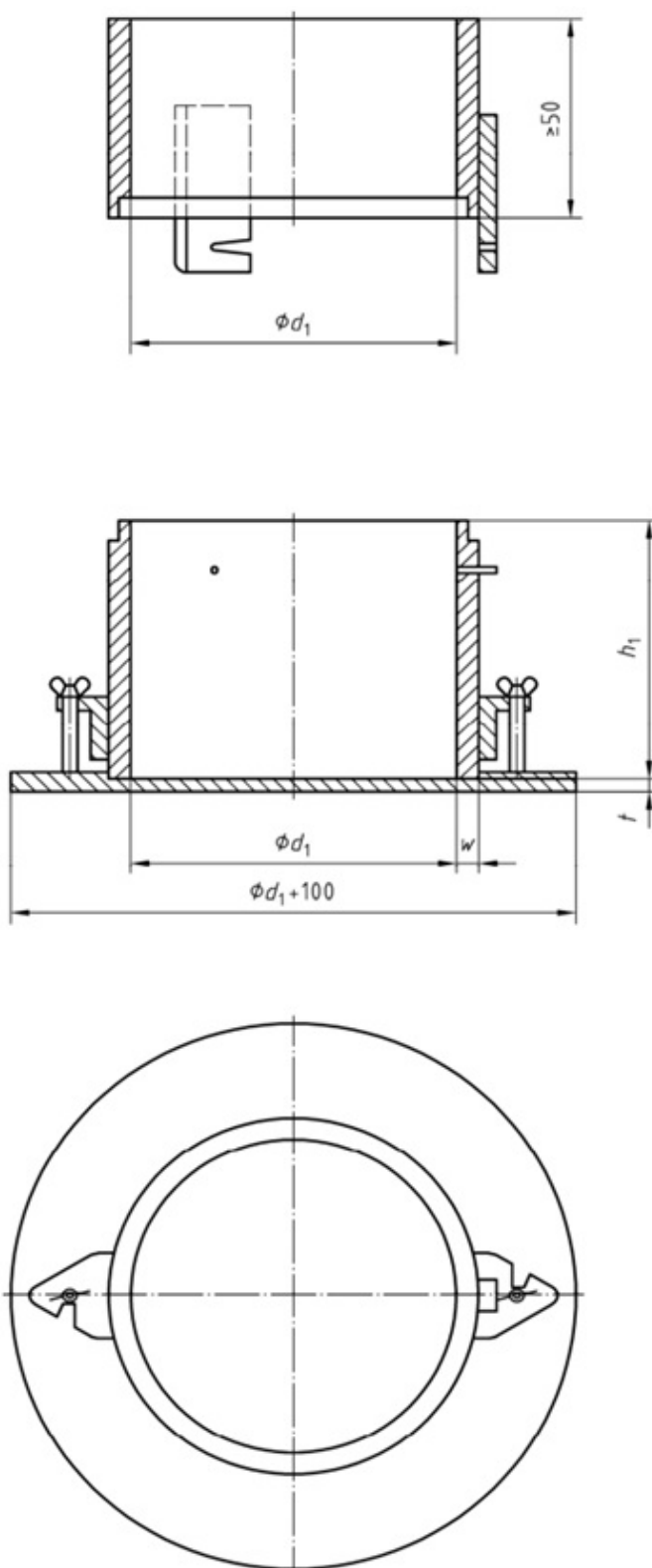


Рисунок 1 — Принцип роботи прес-форми Проктора

**5.2** Ущільнювач, що складається з вантажу, який може вільно падати на певну частину верхнього шару суміші в прес-формі. Основні вимоги до падаючого вантажу повинні відповідати наведеним в таблиці 2.

**Таблиця 2** — Основні вимоги до сучасного падаючого вантажу

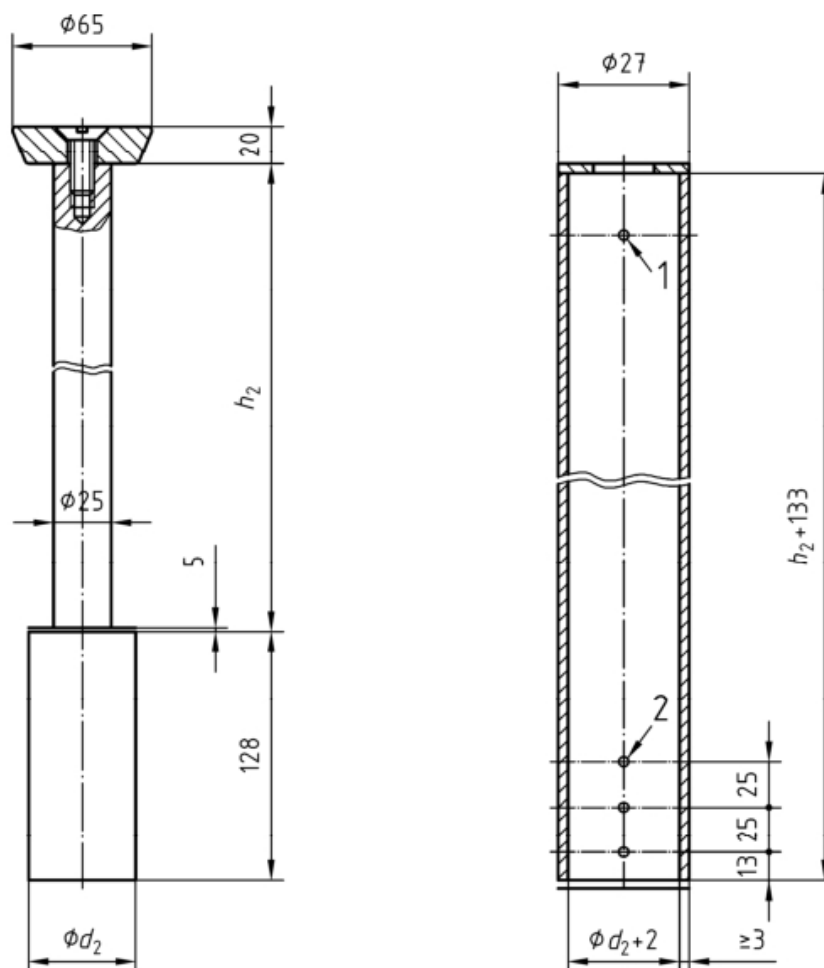
Падаючий вантаж	Основні вимоги		
	Маса падаючого вантажу $m_R$ , кг	Діаметр основи $d_2$ , мм	Висота падіння $h_2$ , мм
A	$2,50 \pm 0,02$	$50,0 \pm 0,5$	$305 \pm 3$
B	$4,50 \pm 0,04$	$50,0 \pm 0,5$	$457 \pm 3$
C	$15,00 \pm 0,04$	$125,0 \pm 0,5$	$600 \pm 3$

**Примітка.** В Додатку A міститься детальна інформація про інші падаючі вантажі, що можуть використовуватись.

**Примітка 1.** Різноманітні типи падаючого вантажу використовуються для застосування різних величин енергії. Приклад падаючого вантажу наведений на рисунку 2.

Падаючий вантаж повинен бути обладнаний відповідним пристроєм для регулювання висоти падіння відповідно до рівня верхнього шару суміші в формі.

Розміри в міліметрах



Умовні позначки:

1 — 4 отвори діам. 6

2 — 12 отворів діам. 6

**Рисунок 2** — Принцип та інструкція для роботи падаючого вантажу

**Примітка 2.** Конструкція, яка показана на рисунку 2, була визнана задовільною, але альтернативні конструкції, в тому числі автоматичні ущільнювачі, можуть використовуватися за умови дотримання основних вимог таблиці 2 або Додатку А, альтернативна конструкція дає ті ж результати.

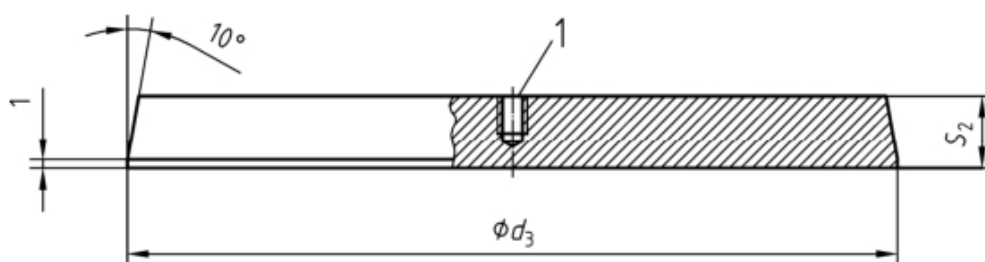
### 5.3 Сталева плита, відповідно до таблиці 3.

**Примітка.** Для закінчення ущільнювання, на останньому шарі можна використовувати сталеву плиту (див. Рисунок 3).

**Таблиця 3** — Розміри сталевієї плити

Прес-форма Проктора	Діаметр $d_3$ мм	Товщина $S_2$ мм
A	$d_1 - 0,5$	$10,0 \pm 0,1$
B		
C		$20,0 \pm 0,1$
<b>Примітка.</b> Конструкція сталевієї пластини показана на рисунку 3		

Розміри в міліметрах



Умовні позначки:

1 — Різьба для вгвинчування в ручку

**Рисунок 3** — Принцип сталевієї плити

**5.4** Випробувальні сита відповідно EN 933-2.

**5.5** Ваги дискретністю до 0,1 % від маси ущільненого зразка.

**5.6** Корозійностійкий піддон для змішування металу або пластмаси зі стінками близько 80 мм, відповідного розміру для кількості матеріалу, який буде використовуватися.

**5.7** Шпатель — совок або аналогічний інструмент.

**5.8** Сталева лінійка довжиною 200 мм і більше, якщо її товщина більша ніж 3 мм, то один край повинен бути скошений; або повинен бути шпатель з прямим лезом.

**5.9** Прилад для визначення вмісту вологи, відповідно до EN 1097-5.

**5.10** Штангенглибиномір, читабельністю до 0,02 мм.

**5.11** Мішалка обсягом не менше ніж 0,01 м<sup>3</sup>.

**5.12** Бетонний блок (мінімум 50 кг) в якості опори для ущільнення за допомогою ручного трамбування.

## 6 ПІДГОТОВКА

### 6.1 Загальні положення

Ущільнення зразка суміші повинно проводитися в циліндричній випробувальній формі, розміри якої залежать від розміру частинок суміші у зразку.

Кількість необхідного зразка і розмір випробуваної форми обирається відповідно до таблиці 4.

**Таблиця 4** – Короткий виклад методів відбору проб

Відсоток проходження тестових сит			Підготовка, пункт	Маса зразка, кг	Прес-форма Проктора
16 мм	31,5 мм	63 мм			
100	–	–	6.4	15	A
				40	B
75 -100	100	–	6.5.1	40	B
< 75	75 -100	100	6.5.2	40	B
–	< 75	75 - 100	6.5.3	200	C

Таблиця 5 підсумовує різні типи випробувань, визначаючи допустимі комбінації розміру форми і маси падаючого вантажу.

**Примітка.** Технічні вимоги до ущільнення у великих прес-формах базуються на тій ж дії ущільнення на одиницю об'єму суміші, як і в менших прес-формах. Непостійна дія тертя бічної стінки може призвести до відмінностей між густиною, що досягається у двох формах. Для серії випробувань конкретної суміші слід використовувати форму одного розміру.

**Таблиця 5** — Узагальнені результати випробування методом Проктора та метод модифікованої щільності за Проктором.

Вид випробування	Характеристики випробувань	Позначення	Величина	Прес-форма Проктора		
				A	B	C
Випробування методом Проктора	Вага падаючого вантажу	$m_R$	кг	2,5	2,5	15,0
	Діаметр падаючого вантажу	$d_2$	мм	50	50	125,0
	Висота падіння	$h_2$	мм	305	305	600
	Кількість шарів	—	—	3	3	3
	Кількість ударів на шар	—	—	25	56	22
Метод модифікованої щільності за Проктором	Вага падаючого вантажу	$m_R$	кг	4,5	4,5	15,0
	Діаметр падаючого вантажу	$d_2$	мм	50	50	125,0
	Висота падіння	$h_2$	мм	457	457	600
	Кількість шарів	—	—	5	5	3
	Кількість ударів на шар	—	—	25	56	98

Для поточного контролю шарів дорожнього одягу може використовуватися одноточковий тест Проктора згідно з Додатком В.

**Примітка.** У цій таблиці значення розмірів округлені. Точні значення див. у

## 6.2 Зразки для випробування ступеня ущільнення

Метод підготовки зразків до цих випробувань і кількість необхідного матеріалу залежать від розміру найбільших часток. Оцінка цих чинників надана в 6.3. Для випробування ступеня ущільнення, окремі партії суміші повинні бути приготовані з різним вмістом вологи. Кожна партія повинна бути ущільнена тільки один раз.

**Примітка** Якщо одна і та ж партія суміші використовується з різним вмістом води, характеристики матеріалу будуть неухильно змінюватись після кожного етапу ущільнення, особливо суміші, частинки яких схильні до подрібнення.



### **6.3 Попередня оцінка**

**6.3.1** Вихідний зразок суміші для випробувань повинен бути отриманий відповідно до положень наданих у EN 13286-1. Порядок, що буде використовуватися для підготовки зразка і проведення випробування на ступінь ущільнення повинна бути обрана на основі оцінки згідно з 6.3.2 і 6.3.3.

**6.3.2** Визначити відсотки (з точністю  $\pm 5\%$ ) маси частинок в зразку суміші, що пройшла через сита 16, 31,5 або 63 мм з використанням порядку просіювання згідно з EN 933-1. Матеріал, який використовується для цієї оцінки, не повинен використовуватися у випробуваннях на ступінь ущільнення.

**6.3.3** Використовувати ці відсотки для вибору методу підготовки проб, необхідної мінімальної маси суміші і типу прес – форми, що буде використовуватись для випробування на ступінь ущільнення, відповідно до таблиці 4.

### **6.4 Суміші, що повністю проходять через сито 16 мм**

Розділити вихідний зразок для отримання п'яти або більше рекомендованих проб, кожна з яких становить близько 2,5 кг для прес-форми А і 6 кг для прес-форми В, відповідно до EN 13286-1.

Ретельно змішати кожен зразок з різною кількістю води, щоб отримати необхідний діапазон вмісту води (див. Примітки 1-4). Діапазон вмісту води повинен бути таким, щоб принаймні дві величини знаходилися з кожної сторони від оптимуму, при якому відбувається максимальна щільність сухого залишку.

**Примітка 1.** Кількість води, яку необхідно змішати з сумішшю на початку випробування, буде змінюватися в залежності від типу досліджуваної суміші. Як правило, для піщаних сумішей та піску середньої крупності підходить вміст вологи від 4 % до 6 %.

**Примітка 2.** Кількість води, що додається в кожен зразок, повинна бути такою, щоб можна було визначити амплітуду вологості, яка включає в себе оптимальну

вологість. Як правило, приріст від 1 % до 2 % підходить для піщаних сумішей та піску середньої крупності. Для підвищення точності випробування, за бажанням, можна приготувати зразки з меншим приростом вологи в області оптимального вмісту вологи. Три або чотири показника вологості повинні бути включені в діапазон 0,8 і 1,2 від оптимального вмісту вологи.

**Примітка 3.** Важливо, щоб вода ретельно та належним чином змішувалася з сумішшю, так як неналежне перемішування може дати різні результати випробувань.

**Примітка 4.** Часто перероблені наповнювачі і шлаки є більш пористими ніж природні наповнювачі. Може бути доречне збільшення вмісту води.

Якщо суміш спочатку містить занадто багато води, надати їй частково висохнути на повітрі до мінімального вмісту вологи, при якому суміш буде ущільнюватись, і ретельно перемішайте. При необхідності, понизьте вміст води матеріалу в сушильній шафі, при температурі діапазоном від 45 до 50 °С для отримання бажаного вмісту вологи, щоб почати випробування.

## **6.5 Суміші, що не повністю проходять через сито з розміром отворів 16 мм**

### **6.5.1 Суміші, що повністю проходять через сито з розміром отворів 31,5 мм**

Розділити вихідний зразок, щоб отримати п'ять або більше рекомендованих проб, кожна з яких становить приблизно 6 кг. Виконати згідно з 6.4.

**6.5.2 Суміші, які від 75 % до 100 % проходять через сито з розміром отворів 31,5 мм і повністю проходять випробування через сито з розміром отворів 63 мм.**

Зважити пробу суміші.

Видалити і зважити матеріал, що залишився на випробувальному ситі з розміром отворів 31,5 мм (матеріал більшого розміру). Визначити вміст води в матеріалі більшого розміру,  $w_0$  згідно з EN 1097-5. Щільність частинок більшого розміру,  $\rho_{s0}$  визначити відповідно до EN 1097-6.

Розділити матеріал, що проходить через сито з розміром отворів 31,5 мм, для отримання п'яти або більше проб суміші вагою 6 кг, в іншому випадку виконати дії згідно з 6.4.

**6.5.3** Суміші, де маса на ситі з розміром отворів 31,5 мм складає > 25 % , від 75 % до 100 % проходження сита з розміром отворів 63 мм.

Зважити зразок суміші.

Видалити і зважити матеріал, що залишився на випробувальному ситі з розміром отворів 63 мм (матеріал більшого розміру). Визначити вміст води в матеріалі більшого розміру,  $w_0$  згідно з EN 1097-5. Щільність частинок більшого розміру,  $\rho_{s0}$  визначити відповідно до EN 1097-6.

Розділити матеріал, що проходить через випробувальне сито з розміром отворів 63 мм, щоб отримати п'ять або більше рекомендованих проб, кожна вагою приблизно 25 кг. Виконати дії згідно з 6.4.

## **7. ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАННЯ**

**7.1 Випробування суміші за методом Проктора, ущільненої падаючим вантажем 2,5 кг (А) у прес-формі Проктор (А)**

**7.1.1** Для ущільнення суміші в три шари у прес-формі Проктор (А) використовувати вантаж 2,5 кг (А), що падає з висоти 305 мм.

**7.1.2** Зважити прес-форму Проктора (А) з прикріпленою опорною пластиною, до 1 г і записати масу, як  $m_1$ . Якщо маса невідома, виміряти внутрішні розміри з точністю 0,5 мм.

Прикріпити насадку-подовжувач до форми і помістити вузол форми на тверду основу, наприклад на бетон або плиту. Змастити внутрішню поверхню подовжувача.

**7.1.3** Для одного з приготовлених зразків, помістити певну кількість вологої суміші в форму, щоб при ущільненні вона займала більше третини висоти корпусу прес-форми.

Нанести 25 ударів падаючим вантажем 2,5 кг (А), що падає з висоти 305 мм на суміш відповідно до інструкції. Розподілити удари рівномірно по поверхні і переконайтеся, що вантаж завжди падає вільно і не перешкоджає просуватися суміші на /або в направляючу деталь.

**Примітка.** Один із способів забезпечення рівномірного нанесення ударів на поверхню шару є нанесення трьох комплексів з восьми ударів, рівномірно розподілених по поверхні, з останнім ударом по центру.

**7.1.4** Повторити процедуру надану в 7.1.3 двічі для того, щоб кількість суміші, що використовується, була достатньою для заповнення прес-форми, при цьому поверхня не повинна перевищувати 10 мм над верхнім краєм корпусу прес-форми.

**Примітка.** Необхідно контролювати загальний об'єм суміші, що ущільнюється, оскільки було встановлено, що при занадто великому знятті надлишку суміші після вилучення подовжувача, результати випробування будуть неточними.

Зняти насадку-подовжувач, видалити зайву суміш і обережно вирівняти поверхню ущільненої проби до верхньої частини форми, використовуючи лінійку. Замінити крупні частки, що були видалені в процесі переміщення, добре ущільненим дрібнозернистим матеріалом із зразка.

Зважити матеріали і форму з опорною пластиною до 1 г і записати масу як  $m_2$ .

Видалити ущільнену суміш з форми і помістити її на металевий піддон для визначення вмісту вологи,  $w$  відповідно до EN 1097-5.

**7.1.5** Провести випробування на ступінь ущільнення кожного з решти підготовлених зразків, згідно з 7.1.3, 7.1.4, щоб в цілому отримати не менше п'яти визначень або, якщо суміш добре відома, не менше трьох. Вміст води повинен бути таким, щоб оптимальний вміст води, при якому спостерігається лабораторна суха щільність, знаходилася біля середини діапазону.

## **7.2 Випробування суміші за методом Проктора, ущільненої падаючим вантажем 2,5 кг (А) у великій прес-формі Проктор (В)**

**7.2.1** Використовувати вантаж 2,5 кг (А), що падає з висоти 305 мм, для ущільнення суміші в три шари у великій прес-формі Проктор (В).

**Примітка.** Цей метод також можна використовувати для більш дрібнозернистих сумішей, які зазвичай ущільнюються в прес-формі Проктор, коли необхідно визначити CBR-показник для ущільненої суміші на кожен з показників вмісту води.

**7.2.2** Зважити велику прес-форму Проктора (А) з прикріпленою опорною пластиною до 5 г і записати масу, як  $m_1$ . Якщо це невідомо, виміряти внутрішні розміри до 0,5 мм.

Прикріпити насадку-подовжувач до форми і помістити вузол форми на тверду основу, наприклад, на бетон або плиту. Змастити внутрішню поверхню подовжувача.

**7.2.3** Для одного з приготованих зразків, помістити певну кількість вологої суміші в форму, щоб при ущільненні вона займала більше третини висоти корпусу прес-форми.

Нанести 56 ударів вантажем 2,5 кг (А), що падає з висоти 305 мм на суміш відповідно до інструкції. Розподілити удари рівномірно по поверхні і переконатися, що вантаж завжди падає вільно і не перешкоджає просуватися суміші на/або в направляючу деталь.

**Примітка.** Одним із способів забезпечення рівномірного нанесення ударів на поверхню шару є нанесення восьми комплексів із семи ударів. У комплексі із семи ударів шість добре розподілені по поверхні, а останній удар наноситься по центру.

**7.2.4** Повторити дії надані в 7.2.3 двічі, для того, щоб кількість суміші, що використовується, була достатньою для заповнення прес-форми, при цьому поверхня не повинна перевищувати 10 мм над верхнім краєм корпусу прес-форми.

**Примітка.** Необхідно контролювати загальний об'єм суміші, що ущільнюється, оскільки було встановлено, що при великому знятті надлишку суміші після вилучення насадки-подовжувача, результати випробування будуть неточними.

Зняти насадку-подовжувач, видалити зайву суміш і обережно вирівняти поверхню ущільненої проби до верхньої частини форми, використовуючи лінійку. Замінити будь-які крупні частки, що були видалені у процесі переміщення, добре ущільненим дрібнозернистим матеріалом із зразка.

Зважити матеріали і форму з опорною пластиною до 5 г і записати масу як  $m_2$ .

Видалити ущільнену суміш з форми і помістити її на металевий піддон для визначення вмісту води,  $w$  згідно з EN 1097-5.

**7.2.5** Провести випробування на ступінь ущільнення кожного з решти приготованих зразків, відповідно до 7.2.3 і 7.2.4, щоб отримати в цілому не менше ніж п'ять визначень або не менше ніж три визначення, якщо суміш добре відома. Вміст води повинен бути таким, щоб оптимальний вміст води, при якому спостерігається лабораторна суха щільність, знаходилася біля середини діапазону.

### **7.3 Випробування суміші за методом Проктора, ущільненої падаючим вантажем 15 кг (C) у дуже великій прес-формі Проктор (C)**

**7.3.1** Використовувати вантаж 15 кг (C), що падає з висоти 600 мм, для ущільнення суміші в три шари у дуже великій прес-формі Проктор (C).

**7.3.2** Зважити дуже велику прес-форму Проктора (C) з прикріпленою опорною пластиною до 10 г і записати масу, як  $m_1$ . Якщо це не відомо, виміряти внутрішні розміри до 0,5 мм.

Прикріпити насадку-подовжувач до форми і помістити вузол форми на тверду основу, наприклад, бетон або плиту. Змастити внутрішню поверхню подовжувача.

**7.3.3** Для одного з приготовлених зразків, помістити певну кількість вологої суміші в форму, щоб при ущільненні вона займала більше третини висоти корпусу прес-форми.

Нанести 22 удари вантажем 15 кг (С), що падає з висоти 600 мм на суміш відповідно до інструкції. Розподілити удари рівномірно по поверхні і переконатися, що вантаж завжди падає вільно і не перешкоджає просуванню суміші на / або в направляючу деталь.

**Примітка.** Одним із способів забезпечення рівномірного нанесення ударів на поверхню шару є нанесення трьох комплексів із семи ударів, добре розподілених по поверхні з останнім ударом по центру.

**7.3.4** Повторити дії згідно з 7.3.3 двічі для того, щоб кількості суміші, що використовують, було достатньо для заповнення прес-форми, при цьому поверхня не повинна перевищувати 10 мм над верхнім краєм корпусу прес-форми.

**Примітка.** Необхідно контролювати загальний об'єм суміші, що ущільнюється, оскільки було встановлено, що при занадто великому знятті надлишку суміші після вилучення насадки - подовжувача, результати випробування будуть неточними.

Зняти насадку-подовжувач, видалити зайву суміш і обережно вирівняти поверхню ущільненої проби до верхньої частини форми, використовуючи лінійку. Замінити будь-які крупні частки, що були видалені в процесі переміщення, добре утисненим дрібнозернистим матеріалом із зразка.

Зважити матеріали і форму з опорною пластиною до 10 г і записати масу як  $m_2$ .

Видалити ущільнену суміш з форми і помістити її на металевий піддон для визначення вмісту води,  $w$  згідно з EN 1097-5.

**7.3.5** Провести випробування на ущільнення кожного з решти приготованих зразків, згідно з 7.3.3 і 7.3.4, щоб отримати в цілому не менше п'яти визначень або не менше трьох визначень, якщо суміш добре відома. Вміст води повинен бути таким, щоб оптимальний вміст води, при якому спостерігається лабораторна суха щільність, знаходилася біля середини діапазону.

#### **7.4 Випробування суміші за методом модифікованої щільності за Проктором, ущільненої падаючим вантажем в 4,5 кг (В) у прес-формі Проктор (А)**

**7.4.1** Для того, щоб збільшити дію ущільнення надану в 7.1, збільшити масу вантажу (В) до 4,5 кг, висоту падіння до 457 мм і кількість ущільнених шарів з трьох до п'яти. Зробити все те ж саме в прес-формі Проктор (А), як і при випробуванні згідно з 7.1.

**7.4.2** Зважити прес-форму Проктора (А) з прикріпленою опорною пластиною до 1 г і записати масу як  $m_1$ . Якщо це невідомо, виміряти внутрішні розміри до 0,5 мм.

Прикріпити насадку-подовжувач до форми і помістити вузол форми на тверду основу, наприклад бетон або плиту. Змастити внутрішню поверхню подовжувача.

**7.4.3** Для одного з приготовлених зразків, помістити певну кількість вологої суміші в форму, щоб при ущільненні вона займала більше п'ятої частини висоти корпусу прес-форми.

Нанести 25 ударів вантажем 4,5 кг (В) що падає з висоти 457 мм над сумішшю відповідно до інструкції. Розподілити удари рівномірно по поверхні і переконатися, що вантаж завжди падає вільно і не перешкоджає просуванню суміші на / або в направляючу деталь.

**Примітка.** Одним із способів забезпечення рівномірного нанесення ударів на поверхню шару є нанесення трьох комплексів із восьми ударів, добре розподілених по поверхні з останнім ударом по центру.

**7.4.4** Повторити дії надані у 7.4.3 чотири рази, для того, щоб кількості суміші, що використовується, було достатньо для заповнення прес-форми, при цьому поверхня не повинна перевищувати 10 мм над верхнім краєм корпусу прес-форми.

**Примітка.** Необхідно контролювати загальний об'єм суміші, що ущільнюється, оскільки було встановлено, що при великому знятті надлишку суміші після вилучення насадки - подовжувача, результати випробування будуть неточними.



Зняти насадку-подовжувач, видалити зайву суміш і обережно вирівняти поверхню ущільненої проби до верхньої частини форми використовуючи лінійку. Замінити будь-які крупні частки, що були видалені в процесі переміщення, добре ущільненим дрібнозернистим матеріалом із зразка.

Зважити матеріали і форму з опорною пластиною до 1 г і записати масу як  $m_2$ .

Видалити ущільнену суміш з форми і помістити її на металевий піддон для визначення вмісту води,  $w$  згідно з EN 1097-5.

**7.4.5** Провести випробування на ущільнення кожного з решти приготованих зразків, згідно з 7.4.3 і 7.4.4, щоб отримати в цілому не менше ніж п'ять визначень або не менше ніж три визначення, якщо суміш відома. Вміст води повинен бути таким, щоб оптимальний вміст води, при якому спостерігається лабораторна суха щільність, знаходилася біля середини діапазону.

### **7.5 Випробування суміші за методом модифікованої щільності за Проктором, ущільненої падаючим вантажем масою 4,5 кг (В) у великій прес-формі Проктор (В)**

**7.5.1** Для того, щоб збільшити дію ущільнення надану у 7.2, збільшити масу вантажу (В) до 4,5 кг, висоту падіння до 457 мм і кількість ущільнених шарів з трьох до п'яти. Ущільнити у великій прес-формі Проктор (В).

**Примітка.** Цей метод також можна використовувати для більш дрібнозернистих сумішей, які зазвичай ущільнюються в прес-формі Проктор, коли необхідно визначити CBR-показник для ущільненої суміші на кожен з показників вмісту води.

**7.5.2** Зважити велику прес-форму Проктора (В) з прикріпленою опорною пластиною до 5 г і записати масу як  $m_1$ . Якщо не це невідомо, виміряйте внутрішні розміри до 0,5 мм.

Прикріпити насадку-подовжувач до форми і помістити вузол форми на тверду основу, наприклад бетон або плиту. Змастити внутрішню поверхню подовжувача.

**7.5.3** Для одного з приготовлених зразків, помістити певну кількість вологої суміші в форму, щоб при ущільненні вона займала більше п'ятої частини висоти корпусу прес-форми.

Нанести 56 ударів падаючим вантажем масою в 4,5 кг (В), з висотою падіння 457 мм на суміш відповідно до інструкції. Розподілити удари рівномірно по поверхні і переконатися, що вантаж завжди падає вільно і не перешкоджає просуванню суміші на / або в, направляючи деталь.

**Примітка.** Одним із способів забезпечення рівномірного нанесення ударів на поверхню шару є нанесення восьми комплексів із семи ударів. У комплексі з семи ударів шість добре розподілені по поверхні, останній удар наноситься по центру.

**7.5.4** Повторити процедуру згідно з 7.5.3 чотири рази, для того, щоб кількості суміші, що використовується, було достатньо для заповнення прес-форми, при цьому поверхня не повинна перевищувати 10 мм над верхнім краєм корпусу прес-форми.

**Примітка.** Необхідно контролювати загальний об'єм суміші, що ущільнюється, оскільки встановлено, що при великому знятті надлишку суміші після вилучення подовжувача, результати випробування будуть неточними.

Зняти насадку-подовжувач, видалити зайву суміш і обережно вирівняйте поверхню ущільненої проби до верхньої частини форми, використовуючи лінійку. Замінити будь-які крупні частки, що були видалені в процесі переміщення, добре ущільненим дрібнозернистим матеріалом із зразка.

Зважити матеріали і форму з опорною пластиною до 5 г і записати масу як  $m_2$ .

Видалити ущільнену суміш з форми і помістити її на металевий піддон для визначення вмісту води,  $w$  згідно з EN 1097-5.

**7.5.5** Провести випробування на ущільнення кожного з решти приготованих зразків, згідно з 7.5.3 і 7.5.4, щоб отримати в цілому не менше ніж п'ять визначень або не менше ніж три визначення, якщо суміш добре відома. Вміст води повинен бути таким, щоб оптимальний вміст води, при якому спостерігається лабораторна суха щільність, знаходилася біля середини діапазону

**7.6 Випробування суміші за методом модифікованої щільності за Проктором, ущільненої падаючим вантажем масою (15 кг) (С) у дуже великій прес-формі Проктор (С)**

**7.6.1** Для того, щоб збільшити дію ущільнення надану у 7.3, використовувати ті ж значення маси падаючого вантажу (С), висоту падіння та кількість шарів згідно з 7.3, але необхідно збільшити кількість ударів у шарі з 22 до 98 . Ущільнювати у дуже великій прес-формі Проктор (С).

**7.6.2** Зважити дуже велику прес-форму Проктора (С) з прикріпленою опорною пластиною до 10 г і записати масу як  $m_1$ . Якщо не це невідомо, виміряти внутрішні розміри до 0,5 мм.

Прикріпити насадку-подовжувач до форми і помістити вузол форми на тверду основу, наприклад, бетон або плиту. Змастити внутрішню поверхню подовжувача.

**7.6.3** Для одного з приготовлених зразків, помістити певну кількість вологої суміші в форму, щоб при ущільненні вона займала трохи більше третьої частини висоти корпусу прес-форми.

Нанести 98 ударів ущільненої вантажем масою 15 кг (С), з висотою падіння 600 мм на суміш відповідно до інструкції. Розподілити удари рівномірно по поверхні і переконатися, що вантаж завжди падає вільно і не перешкоджає просуванню суміші на / або в направляючу деталь.

**Примітка.** Одним із способів забезпечення рівномірного нанесення ударів на поверхню шару, є нанесення чотирнадцяти комплексів із семи ударів. У комплексі з семи ударів шість добре розподілені по поверхні, останній удар наноситься по центру.

**7.6.4** Повторити дії згідно з 7.6.3 чотири рази, для того, щоб кількості суміші, що використовується, було достатньо для заповнення прес-форми, при цьому поверхня не повинна перевищувати 10 мм над верхнім краєм корпусу прес-форми.

**Примітка** Необхідно контролювати загальний об'єм суміші, що ущільнюється, оскільки встановлено, що при занадто великому знятті надлишку суміші після вилучення насадки-подовжувача, результати випробування будуть неточними.

Зняти насадку-подовжувач, видалити зайву суміш і обережно вирівняти поверхню ущільненої проби до верхньої частини форми, використовуючи лінійку. Замінити будь-які крупні частки, що були видалені в процесі переміщення, добре ущільненим дрібнозернистим матеріалом із зразка.

Зважити матеріали і форму з опорною пластиною до 10 г і записати масу як  $m_2$ .

Видалити ущільнену суміш з форми і помістити її на металевий піддон для визначення вмісту води,  $w$  згідно з EN 1097-5.

**7.6.5** Провести випробування на ущільнення кожного з решти приготованих зразків, згідно з 7.6.3 і 7.6.4, щоб отримати в цілому не менше ніж п'ять визначень або не менше ніж три визначення, якщо суміш відома. Вміст води повинен бути таким, щоб оптимальний вміст води, при якому спостерігається лабораторна суха щільність, знаходилася біля середини діапазону.

## **8 РОЗРАХУНКИ, ПОБУДОВА ГРАФІКІВ І ВІДОБРАЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ**

### **8.1 Розрахунки**

Обчислити внутрішній об'єм прес-форми  $V$ , в мілілітрах (мл).

**Примітка.** Об'єм прес-форми можна визначити за масою води, яку вона вміщає, або лінійними вимірами.

Розрахувати насипну щільність,  $\rho$  кожного ущільненого зразка за формулою:

$$\rho = (m_2 - m_1)/V, \quad (1)$$

де  $\rho$  — насипна щільність в мегаграмах на кубічний метр, (Мг/м<sup>3</sup>);

$m_1$  — маса прес - форми і опорної пластини в грамах, (г);

$m_2$  — маса прес - форми, опорної пластини і ущільненої суміші, в грамах, (г);

$V$  — об'єм прес - форми в мілілітрах, (мл).

Розрахувати суху щільність,  $\rho_d$  кожного ущільненого зразка за формулою:

$$\rho_d = (100 \times \rho) / (100 + w), \quad (2)$$

де  $\rho_d$  — суха щільність в мегаграмах на кубічний метр, (Мг/м<sup>3</sup>);

$\rho$  — насипна щільність в мегаграмах на кубічний метр, (Мг/м<sup>3</sup>);

$w$  — вміст води в суміші, у відсотках (%).

Для сумішей з частками, які залишаються на контрольних ситах з розміром отворів 16, 31,5 або 63 мм (менше ніж 25 %), повинна бути внесена поправка.

**Примітка.** Без поправки показник сухої щільності буде занадто низьким, а показник вмісту води занадто високим. У додатку С надані рекомендації щодо коригування матеріалу більшого розміру, що залишився на контрольних ситах з розміром отворів 16, 31,5 або 63 мм.

## 8.2 Графічні зображення

Відобразити показники сухої щільності, отримані з ряду визначень, у вигляді ординат, а навпроти відповідного змісту води у вигляді абсциси. Накреслити криву, яка найкраще відобразить нанесені точки, визначити положення максимуму на цій кривій. Виразити значення сухої щільності і вмісту води, які відповідають цій точці.

**Примітка 1.** Максимум може перебувати між двома точками, які є предметом

спостереження, але при кресленні кривої необхідно звернути увагу на збільшення піку.

**Примітка 2.** Для вільно дренируючих сумішей неможливо визначити максимальну точку на кривій (див. додаток D).

На цьому ж графіку нанести криву, що відповідає 0 % повітряних пустот, розраховану за формулою:

$$\rho_d = (1 - 0,01 \times v_a) / (\rho_s^{-1} + 0,01 \times w \times \rho_w^{-1}) \quad (3)$$

де  $\rho_d$  — суха щільність в мегаграмах на кубічний метр, (Мг/м<sup>3</sup>);

$\rho_s$  — щільність частинок, в мегаграмах на кубічний метр, (Мг/м<sup>3</sup>);

$\rho_w$  — щільність води, в мегаграмах на кубічний метр, (Мг/м<sup>3</sup>),  
прирівнюється до 1;

$V_a$  — об'єм повітряних порожнин у суміші, у відсотках від загального обсягу суміші (рівний 0 % призначена для цієї ділянки);

$w$  — вміст води, у відсотках (%)

## 9 ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ

Протокол випробувань повинен містити принаймні наступну інформацію:

a) посилання на цей стандарт (метод випробувань який використовувався, включаючи розмір прес-форми та розміри падаючого вантажу);

b) ідентифікація зразка;

c) порядок підготовки зразка;

d) ідентифікація лабораторії;

e) максимальна щільність в сухому стані, в мегаграмах на кубічний метр (Мг /м<sup>3</sup>), з точністю до 0,01 Мг/м<sup>3</sup>;

f) оптимальний вміст води з точністю до 0,1% для значень менше 10 і

з точністю до 1% для значень 10 і більше;

g) кількість часток, розміщених на контрольних ситах з розміром отворів 16, 31,5 або 63 мм, з точністю до 1 % по сухій масі.

При необхідності протокол випробувань повинен містити наступну додаткову інформацію:

h) експериментальні точки і плавну криву, проведenu через них, яка показує взаємозв'язок між вмістом вологи і сухою щільністю;

i) значення щільності часток, що використовуються в розрахунку. Якщо вимірювалося, вказується метод випробувань який використовувався;

j) назва, місцезнаходження та походження зразка;

k) опис матеріалу.

## ДОДАТОК А

(довідковий)

### РОЗМІРИ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПРИСТРОЇВ

Для випробування за методом Проктора та методом модифікованої щільності за Проктором можуть застосовуватись альтернативні пристрої (прес-форми і падаючі вантажі). Ці альтернативні методи дозволяють використовувати форми і вантажі, які вже використовуються на даний час.

**Примітка.** Передбачається, що альтернативні пристрої будуть вилучені в наступній редакції цього стандарту.

Рівноцінність результатів, отриманих сучасним і/або альтернативним пристроєм, базується на питомій енергії. Питома енергія визначається за рівнянням:

$$\text{Питома енергія} = \frac{\text{маса падаючого вантажу} \times \text{висота падіння} \times \text{кількість ударів на шар} \times \text{кількість шарів} \times \text{тяжіння}}{\text{об'єм прес форми}};$$

Для випробування методом Проктора значення питомої енергії повинно бути в діапазоні від 0,56 МДж/м<sup>3</sup> до 0,63 МДж/м<sup>3</sup> (середнє значення 0,6 МДж/м<sup>3</sup>).

Для випробування методом модифікованої щільності за Проктором значення питомої енергії повинно бути в діапазоні від 2,56 МДж/м<sup>3</sup> до 2,80 МДж/м<sup>3</sup> (середнє значення 2,7 МДж/м<sup>3</sup>).

У таблицях А.1 — А.4 наведені приклади альтернативних випробувань, які задовольняють зазначені вище запаси енергії.



**Таблиця А.1** — Приклади альтернативних випробувань для прес-форми Проктор А

Прес-форма		Падаючий вантаж			Випробування		Сила ущільнення, МДж/м <sup>3</sup>
Діаметр, мм	Висота, мм	Маса, кг	Діаметр, мм	Висота падіння, мм	К-сть шарів, шт.	К-сть ударів на шар, шт.	
102	122,5	2,5	50	300	3	26	0,5733
101,5	117	2,5	50	300	3	25	0,5829
102	117	2,49	50	305	3	25	0,5846
100	120	2,5	50	300	3	25	0,5855
101,6	116,8	2,48	50,8	304,8	3	25	0,5873
101,6	117	2,49	51	305	3	25	0,5891
102,0 ± 0,4	122,4 ± 0,1	2,50 ± 0,01	50,0 ± 0,2	305 ± 2	3	26	0,5722 до 0,594 7
101,6 ± 0,2	116,4 ± 0,2	2,495 ± 0,005	51,0 ± 0,5	305	3	25	0,5888 до 0,597 9
101,5 ± 0,5	116,5 ± 0,5	2,490 0 ± 0,002 5	51 ± 1	305 ± 2	3	25	0,5800 до 0,605 8
101,2 ± 0,4	116,4 ± 0,5	2,50 ± 0,01	50,8 ± 0,1	305 ± 5	3	25	0,5754 до 0,614 1
105,0 ± 0,5	115,5 ± 1,0	2,500 ± 0,025	50,0 ± 0,5	300 ± 3	3	27	0,5735 до 0,619 1

**Таблиця А.2** — Приклади альтернативних випробувань для модифікованої прес-форми Проктор А

Прес-форма		Падаючий вантаж			Випробування		Сила ущільнення, МДж/м <sup>3</sup>
Діаметр, мм	Висота, мм	Маса, кг	Діаметр, мм	Висота падіння, мм	К-сть шарів, шт.	К-сть ударів на шар, шт.	
102	122,5	4,5	50	450	5	26	2,580
101,5	117	4,5	50	450	5	25	2,623
100	120	4,5	50	450	5	25	2,635
102	117	4,54	50	457	5	25	2,661 6
101,6	116,8	4,50	50,8	457,2	5	25	2,664
101,6	117	4,54	51	457	5	25	2,682
101,6 ± 0,2	116,4 ± 0,2	4,535 ± 0,005	51,0 ± 0,5	457	5	25	2,675 до 2,711
101,5 ± 0,5	116,5 ± 0,5	4,535 ± 0,005	51 ± 1	457 ± 2	5	25	2,644 до 2,750
101,6 ± 0,4	116,4 ± 0,5	4,54 ± 0,01	50,8 ± 0,1	457 ± 5	5	25	2,629 до 2,765
105,0 ± 0,5	115,5 ± 1,0	4,50 ± 0,05	50,0 ± 0,5	450 ± 4	5	27	2,581 до 2,786

**Таблиця А.3** — Приклади альтернативних випробувань для прес-форми Проктор В

Прес-форма		Падаючий вантаж			Випробування		Сила ущільнення МДж/м <sup>3</sup>
Діаметр, мм	Висота, мм	Маса, кг	Діаметр, мм	Висота падіння, мм	К-сть шарів, шт.	К-сть ударі в на шар, шт.	
152	127	4,54	51	457	5	13	0,574 1
152,4	116,4	2,5	50	300	3	56	0,582 1
152	117	2,5	50	300	3	56	0,582 2
152,4	116,8	2,48	50,8	304,8	3	56	0,584 7
150	125	4,5	75	450	3	22	0,593 5
152	114	2,49	50	305	3	55	0,594 3
152,4 ± 0,2	116,4 ± 0,2	2,495 ± 0,005	51,0 ± 0,5	305	3	56	0,5869 до 0,594 4
152,0 ± 0,5	116,0 ± 0,6	2,4900 ± 0,002 5	51 ± 1	305 ± 2	3	56	0,583 3 до 0,606 2
152,4 ± 0,5	116,4 ± 0,5	2,50 ± 0,01	50,8 ± 0,1	305 ± 5	3	56	0,573 6 до 0,610 6
152,0 ± 0,5	116,0 ± 0,5	2,500 ± 0,025	50,0 ± 0,5	300 ± 3	3	57	0,579 5 до 0,616 4

**Таблиця А.4** — Приклади альтернативних випробувань для модифікованої прес-форми Проктор В

Прес-форма		Падаючий вантаж			Випробування		Сила ущільнення МДж/м <sup>3</sup>
Діаметр, мм	Висота, мм	Маса, кг	Діаметр, мм	Висота падіння, мм	К-сть шарів, шт.	К-сть ударі в на шар, шт.	
152	127	4,54	51	457	5	58	2,561
152	117	4,5	50	450	5	56	2,620
152,4	116,4	4,5	50	450	5	56	2,620
152,4	116,8	4,50	50,8	457,2	5	56	2,652
150	125	4,5	75	450	5	59	2,653
152,0 ± 0,5	126,6 ± 0,7	4,535 ± 0,005	51,0 ± 1	457 ± 2	5	59	2,565 до 2,657
152,5 ± 0,7	127,0 ± 0,1	4,535 ± 0,005	50 ± 0,2	457 ± 2	5	60	2,586 до 2,673
152,4 ± 0,2	116,4 ± 0,2	4,535 ± 0,005	51,0 ± 0,5	457	5	56	2,667 до 2,696
152	114	4,54	50	457	5	55	2,706
152,0 ± 0,5	116,0 ± 0,6	4,535 ± 0,005	51 ± 1	457 ± 2	5	56	2,658 до 2,752
152,4 ± 0,5	116,4 ± 0,5	4,57 ± 0,01	50,8 ± 0,1	457 ± 5	5	56	2,638 до 2,767
152,0 ± 0,5	116,0 ± 0,5	4,545 ± 0,005	50,0 ± 0,5	450 ± 4	5	57	2,660 до 2,774

## ДОДАТОК В

(обов'язковий)

### ОДНОТОЧКОВЕ ВИПРОБУВАННЯ

#### В.1 Область застосування

У цьому додатку надано метод випробувань для визначення взаємозв'язку між вмістом вологості і сухої щільності гідравлічнозв'язних або незв'язних сумішей 0/45 після ущільнення, в певних умовах випробувань, з використанням ущільнення прес-формою Проктор. Застосовується для поточного контролю шарів дорожнього одягу.

**Примітка.** Загальні положення проведення випробування включені у розділ 7 цього стандарту.

#### В.2 Обладнання

##### В.2.1 Загальні положення

Всі прилади повинні відповідати вимогам розділу 5.

**В.2.1** Сушильна шафа повинна мати здатність підтримувати температуру  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .

**В.2.2** Змішувальна чаша.

**В.2.3** Ручна лопатка.

**В.2.4** Градуйовані мірні циліндри 100 мл і 500 мл.

**В.2.5** Випробувальні сита з розмірами отворів 45 мм і 31,5 мм.

**В.2.6** Захисний прошарок.

**В.2.7** Велика прес-форма Проктор (В), в разі необхідності додаткового подовження, форма повинна мати діаметр  $(152,0 \pm 0,5)$  мм і висоту  $(177,5 \pm 0,5)$  мм.

**В.2.8** Падаючий вантаж (А).

**В.2.9** Пристрій для контролю висоти падіння ущільнювача.

Висота вільного падіння ущільнювача повинна складати  $(305 \pm 5)$  мм. Якщо використовується автоматичний ущільнювач, потрібно використовувати пристрій для керування положенням форми таким

чином, щоб удари рівномірно розподілялися по поверхні.

**В.2.10** Кругла металева пластина діаметром  $(148,0 \pm 1,0)$  мм, товщиною  $(7,5 \pm 0,5)$  мм.

**В.2.11** Допоміжна металева пластина, точністю до 0,1 мм.

### **В.3 Підготовка**

Кількість сухого матеріалу повинно складати приблизно від 4 кг до 6 кг (на місці).

Зразок повинен бути просіяний відповідно до EN 933-1 (сухе просіювання). Визначити відсотковий вміст  $U$  сухого матеріалу на ситі з розмірами отворів 31,5 мм від загальної кількості сухого матеріалу. Якщо цей відсоток  $U$  становить менше ніж 10,0, потрібно використовувати загальну кількість зразка, залишаючи матеріал на ситі з розмірами отворів 45 мм. Щільність за Проктором повинна бути скориговано використовуючи щільність часток заповнювача на ситі з розмірами отворів 45 мм.

Якщо відсоткове відношення  $U$  становить понад 10,0, але менше ніж 25,0, матеріал, що проходить через сито з розмірами отворів 31,5 мм, повинен використовуватися для визначення щільності за Проктором. Щільність за Проктором повинна коригуватись використовуючи щільність часток заповнювача на ситі з розмірами отворів 31,5 мм.

**Примітка.** Якщо відсоткове значення  $U$  більше ніж 25,0, щільність за Проктором не визначається.

При необхідності визначається щільність крупнозернистого матеріалу на ситах з розмірами отворів 31,5 або 45 мм відповідно до EN 1097-6.

### **Б.4 Порядок виконання**

Зважити прес-форму Проктора з точністю до 1 г.

Помістити зразок у чашу для змішування. Щоб досягти потрібного вмісту води (див. примітки 1 і 2) до сухого матеріалу додати приблизно 3 % (по масі) води і ретельно перемішати совком до отримання однорідної суміші. Потім додати порціями 1 % (по масі) води до досягнення

очікуваного вмісту вологи.

**Примітка 1.** Обраний вміст води — це вміст води, коли при прикладеній силі ущільнення немає збільшення щільності, яка утворюється при додаванні води. У більшості випадків, незалежно від виду матеріалу при досягненні цього вмісту вологи після ущільнення утворюється деяка кількість незв'язної води.

**Примітка 2.** У протоколі випробувань також повинно бути зазначено чи було виявлено незв'язну воду після ущільнення.

Під час змішування дотримуватись наступних параметрів:

- вода добре проникла в суміші; всі частки зволожились;
- матеріал прилипає до чаші для змішування, а нижня частина чаші залишається вологою;
- на дні чаші залишаються маленькі частки вологого матеріалу;
- наявність відблиску часток, залежно від матеріалу

Не допускати висихання матеріалу.

Змішаний матеріал ущільнюють у прес-формі трьома рівними шарами, кожен з яких має висоту приблизно 40 мм. При вкладанні матеріалу в прес-форму попереджується сегрегація. Надати 56 рівномірно розподілених ударів по поверхні нижнього і середнього шарів з вільним падінням вантажу з висоти (305±5) мм. Надати 40 рівномірно розподілених ударів по поверхні верхнього шару. Помістити металеву пластину на ущільнений зразок і продовжити ущільнення з 20 ударами по цій металевій пластині.

Розподілити удари рівномірно відповідно до таблиці В.1.

**Таблиця В.1** — Розподілення ударів

Кількість ударів	Зовнішня сторона	Внутрішня сторона	Зовнішня сторона	Внутрішня сторона
Нижній шар	18	10	18	10
Середній шар	18	10	18	10
Верхній шар	13	7	13	7
Верхній шар на металевій пластині	—	—	—	20

Після ущільнення встановити різницю у висоті між металічною пластиною і верхньою поверхнею форми з точністю до 0,1 мм за допомогою штангенциркуля в чотирьох місцях, відмічених у рівномірно розподілених площах по периферії форми, і розрахувати вміст ущільненого зразка  $V$  у мілілітрах (мл) (відняти товщину металевої пластини) (див. Примітка 1).

Зняти металеву пластину і зважити форму з матеріалом ( $a$ ) в грамах (г), з точністю до 1 г.

Видалити вологий матеріал з форми і зважити ( $b$ ) його в грамах (г), з точністю до 1 г.

Висушити матеріал до постійної маси в сушильній шафі при температурі  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ , після охолодження до кімнатної температури зважити його ( $c$ ), в грамах (г), з точністю до 1 г.

Якщо після ущільнення вміст становить менше ніж 2,2 л або більше ніж 2,5 л, випробування повторюють, використовуючи нову кількість матеріалу.

## **В.5 Розрахунки**

**В.5.1** Вміст води,  $w$  у зразку розрахувати за формулою:

$$w = 100 \times (b - c)/c \text{ (з точністю до 0,1 \%)} \quad (\text{B.1})$$

де  $w$  — вміст води, у відсотках (%);

$b$  — маса вологого матеріалу, в грамах (г);

$c$  — маса сухого матеріалу, в грамах (г);

**В.5.2** Щільність  $\rho$  вологого матеріалу, який був ущільнений розраховують за формулою:

$$\rho = (a - q)/V \quad (\text{B.2})$$

де  $\rho$  — насипна щільність, в мегаграмах на кубічний метр ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ );

$a$  — маса прес-форми з вологим матеріалом, в грамах (г)

$q$  — маса прес-форми, в грамах (г)



$V$  — вміст ущільненого матеріалу, в мілілітрах (мл)

**В.5.3** Щільність зразків за Проктором  $\rho_d$  розраховується за формулою:

$$\rho_d = 100 \times \rho / (w + 100), \quad (\text{B.3})$$

де  $\rho_d$  — щільність за Проктором, у мегаграмах на кубічний метр ( $\text{Мг/м}^3$ );

$\rho$  — насипна щільність, у мегаграмах на кубічний метр ( $\text{Мг/м}^3$ );

$w$  — вміст води, у відсотках (%).

**В.5.4** Розрахована щільність за Проктором  $\rho_d$  коригується за формулою:

$$\rho_d' = \rho_s (U/100) + \rho_d \times (100 - U/100), \quad (\text{B.4})$$

де  $\rho_d'$  — скоригована щільність за Проктором, у мегаграмах на кубічний метр ( $\text{Мг/м}^3$ );

$\rho_d$  — щільність за Проктором, у мегаграмах на кубічний метр ( $\text{Мг/м}^3$ );

$\rho_s$  — щільність заповнюючих часток, у мегаграмах на кубічний метр ( $\text{Мг/м}^3$ ), на ситах з розмірами отворів 45 мм або 31,5 мм;

$U$  — масовий відсоток сухого матеріалу на ситах з розмірами отворів 45 мм або 31,5 мм по відношенню до загальної кількості сухого матеріалу.

ДОДАТОК С

(довідковий)

**КОРИГУВАННЯ ДЛЯ КРУПНОЇ ФРАКЦІЇ (МАТЕРІАЛ УТРИМУЄТЬСЯ НА КОНТРОЛЬНИХ СИТАХ З РОЗМІРАМИ ОТВОРІВ 16, 31,5 ТА 63 ММ)**

Якщо існує надмірний відсоток  $m$  (див. 7.2.1 і 7.5.1), виправлення має бути здійснено за такими формулами:

$$w' = w \times (1 - m) + w_o \times m, \quad (C.1)$$

та

$$\rho_d' = \rho_d \times (1 - m) + 0,9 \times m \times \rho_{SSD} \quad (C.2)$$

де  $w'$  — скоригований вміст води у всьому зразку, у відсотках (%);

$w$  — вміст води у випробуваному зразку, у відсотках (%);

$w_o$  — вміст води у випробуваному зразку, у відсотках (%);

$m$  — маса залишку на ситі, виражена як  $m_o/m_t$ ;

$m_o$  — маса сухої крупної фракції, в грамах,г

$m_t$  — маса всього сухого матеріалу, в грамах,г

$\rho_d$  — щільність сухого випробуваного зразка, в мегаграмах на кубічний метр ( $\text{Мг}/\text{м}^3$ );

$\rho_d'$  — скоригована щільність сухого залишку у всьому зразку, в мегаграмах на кубічний метр( $\text{Мг}/\text{м}^3$ );

$\rho_{SSD}$  — щільність часток крупної фракції в умовах насиченої сухої поверхні, відповідно до EN 1097-6, в мегаграмах на кубічний метр ( $\text{Мг}/\text{м}^3$ );

**Примітка 1.** Як правило, вміст води у крупній фракції становить приблизно від 1 % до 2 %.

Для пористих часток вміст води вище і його потрібно визначати випробуваннями.

Інша формула, яка також використовується для корекції щільності сухого залишку:

$$\rho_d' = \rho_d / (1 + m \times (\rho_d - \rho_{SSD}) \times \rho_{SSD}^{-1}) \quad (C.3)$$

**Примітка 2.** Для контролю за ущільненням на робочому місці, відсоток

**пр ДСТУ EN 13286-2:202\_**

перевищення має бути визначений для кожного взятого зразка. Суха щільність і вміст води з вихідної кривої по Проктору повинні бути скориговані, щоб відобразити фактичний відсоток перевищення кожного зразка.

**ДОДАТОК D**

(довідковий)

**ВИПРОБУВАННЯ МЕТОДОМ ПРОКТОРА САМОДРЕНУЮЧОЇ СУМІШІ****D 1 Загальні положення**

У цьому додатку описана процедура випробування методом Проктора, адаптована для самодренуючих сумішей, для яких неможливо визначити максимальну щільність сухої речовини на кривій за Проктором. Ця процедура застосовується до незв'язних і гідравлічно зв'язних сумішей наповнювачів та відноситься тільки до випробування методом модифікованої щільності за Проктором у великій прес-формі (B). Випробування проводиться з використанням того ж пристрою, що і в розділі 5.

**D 2 Принцип**

Матеріал ущільнюється відповідно до порядку випробування методом модифікованої щільності за Проктором. Визначають суху щільність суміші, для якої відсоток від 0,3 % до 0,5 % води втрачається під час ущільнення. Вміст води в цій суміші визначається як «вміст витісненої води», а визначена щільність сухої речовини визначається як «суха щільність при витісненні води».

**D.3 Підготовка**

Суміш готують відповідно до розділу 6

**D. 4 Порядок випробування**

Випробування на ущільнення визначається відповідно до розділу 7.5 (методом модифікованої щільності за Проктором у великій прес-формі Проктор (B)).

Щонайменше три випробування з ущільнення виконуються при трьох різних вмістах води.

Для кожного окремого випробування на ущільнення, і необхідно:

— рекомендований об'єм суміші перед ущільненням, для визначення початкового вмісту вологи  $w_{0i}$ , згідно з EN 1097-5.

— після випробування, ущільнену суміш вийняти з прес-форми і помістити на великий металевий піддон. Кінцевий вміст води в суміші,  $w_{Fi}$  визначається використовуючи весь зразок відповідно до EN 1097-5;

— для кожного зразка,  $i$  розрахувати різницю між початковим та кінцевим вмістом вологи  $w_{0i} - w_{Fi}$ .

Остаточний вміст витісненої води  $w_B$  визначається наступним чином:

— якщо зразок  $i$ , в якому  $0,3 \% < w_{0i} - w_{Fi} \leq 0,5 \%$ , то вміст витісненої води тотожний початковому вмісту вологи,  $w_B = w_{0i}$ ;

— якщо зразок  $i$ , в якому  $w_{0i} - w_{Fi} < 0,3 \%$  і для наступного зразка  $i + 1$ , вищим початковим вмістом вологи,  $w_{0i+1} - w_{Fi+1} > 0,5 \%$ , то  $w_B = (w_{0i} + w_{0i+1})/2$  і попередня формула дійсна тільки тоді, якщо  $w_{0i+1} - w_{0i} \leq 1 \%$ ;

— якщо різниця між  $w_{0i}$  і  $w_{0i+1}$  перевищує  $1 \%$ , то додаткове випробування на ущільнення виконують при вмісті вологи між  $w_{0i}$  і  $w_{0i+1}$ .

## **D.5 Розрахунки, побудова графіків і вираження результатів**

### **D.5.1 Розрахунки**

Для кожного ущільненого зразка,  $i$  розраховується його насипна щільність,  $\rho$  за формулою:

$$\rho = (m_2 - m_1)/V \quad (D.1)$$

де  $\rho$  — насипна щільність після ущільнення, в мегаграмах на кубічний метр ( $\text{Мг}/\text{м}^3$ );

$m_1$  — маса прес-форми і опорної пластини, в грамах (г);

$m_2$  — маса прес-форми, опорної пластини і ущільненої суміші, в грамах (г);

$V$  — внутрішній об'єм прес-форми, в мілілітрах (мл).

Для кожного ущільненого зразка,  $i$  розраховується його суха щільність,  $\rho_d$  за формулою:

$$\rho_d = 100 \times \rho / (100 + w_{Fi}) \quad (D.2)$$

де  $\rho_d$  — суха щільність, в мегаграмах на кубічний метр (Мг/м<sup>3</sup>);

$\rho$  — насипна щільність, в мегаграмах на кубічний метр (Мг/м<sup>3</sup>);

$w_{Fi}$  — кінцевий вміст води в зразку суміші, у відсотках %.

### D.5.2 Побудова графіків

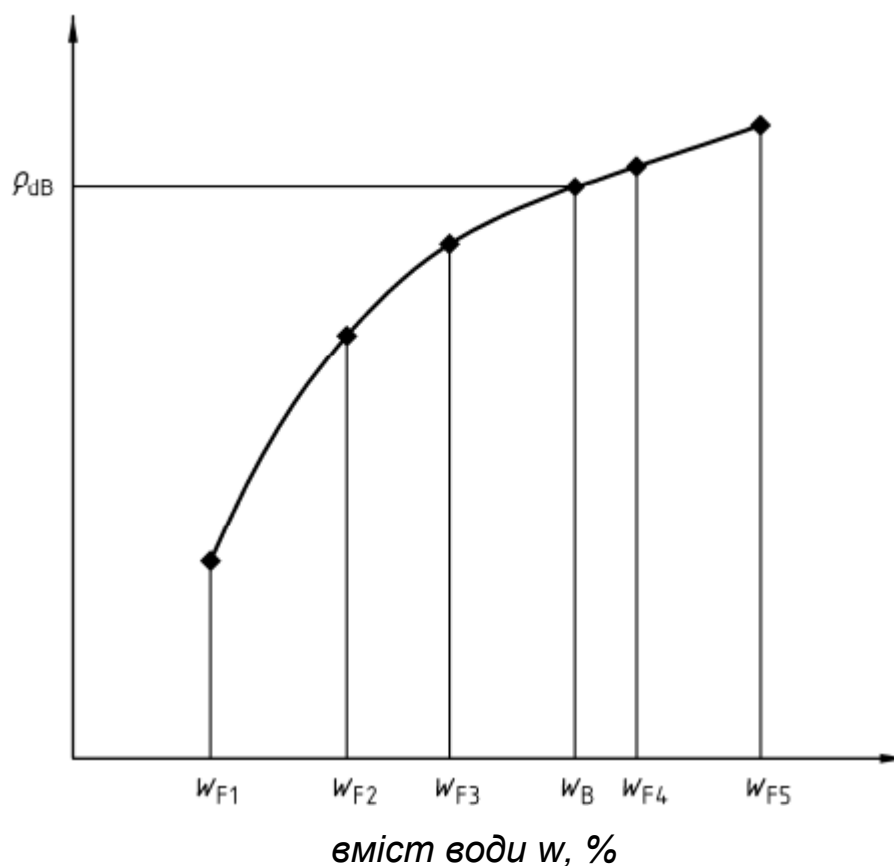
Графік кінцевого вмісту води  $w_{Fi}$  будується за даними значень серій ущільнених зразків у вигляді абсцис і відповідних значень щільності сухих речовин,  $\rho_{di}$  у вигляді ординат. Накреслити криву, яка найкраще відповідає точкам на графіку. На цій кривій визначити суху щільність при витісненні води,  $\rho_{dB}$ ; визначити суху щільність, що відповідає вмісту витісненої води  $w_B$ . Приклад визначення  $\rho_{dB}$  показаний на рисунку D.1.

### D.5.3 Протокол випробувань

У протокол випробувань включена та ж інформація, що і в розділі 9, за винятком таких змін: замінюється максимальна суха щільність на суху щільність при витісненні вологи,  $\rho_{dB}$ , в мегаграмах на кубічний метр (Мг/м<sup>3</sup>) до найближчих 0,01 мг / м<sup>3</sup>.

Оптимальний вміст води замінюється вмістом витісненої води,  $w_B$  у відсотках (%) з точністю до найближчого 0,1 %.

щільність  $\rho_d$ , Мг/м<sup>3</sup>



У цьому прикладі:

для прикладів з 1 по 3:  $w_0 - w_F < 0,3 \%$ ;

приклад 4:  $0,3\% < w_0 - w_F < 0,5 \%$

приклад 5:  $w_0 - w_F > 0,5 \%$ .

### Пояснення

а) щільність,  $\rho_d$  у мегаграмах на кубічний метр (Мг/м<sup>3</sup>);

в) вміст води,  $w$  у відсотках (%).

**Рисунок D.1** — Приклад графіка зміни щільності сухої речовини в залежності від кінцевого вмісту води,  $w_F$ .

---

Код згідно з ДК 004: 93.080.20

**Ключові слова:** випробування, ущільнення, щільність за Проктором, модифікована щільність за Проктором, вміст води.

---