

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Основи та підвалини будинків і споруд

ҐРУНТИ

**Методи лабораторного визначення
коефіцієнта фільтрації**

ДСТУ Б В.2.1-23:2009

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. № 668

3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 25584-90)

**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 випробування та матеріали.....	4
6 Методи випробування:	
6.1 Визначення коефіцієнта фільтрації піщаних ґрунтів.....	4
6.2 Визначення коефіцієнта фільтрації піщаних ґрунтів, що застосовуються при шляховому та аеродромному будівництві.....	6
6.3 Визначення коефіцієнта фільтрації пилуватих і глинистих ґрунтів	8
7 Оцінювання похибки вимірювань.....	10
8 Вимоги безпеки	10
Додаток А	
Описання апаратури.....	11
Додаток Б	
Журнал лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації піщаних ґрунтів . .	15
Додаток В	
Значення безрозмірного коефіцієнта S/H_0 та $(\varphi \cdot S/H_0)$	16
Додаток Г	
Журнал лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації пилуватих і глинистих ґрунтів	17

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Основи та підвалини будинків і споруд

ҐРУНТИ

Методи лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації

Основания и фундаменты зданий и сооружений

ҐРУНТЫ

Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации

Bases and foundations of buildings and structures

SOILS

Laboratory methods for determination of filtration factor

Чинний від **2010-10-01**

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на піщані, пилуваті, глинисті ґрунти та установлює методи лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації при дослідженнях ґрунтів для будівництва.

Метод лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації ґрунтів, що застосовується при шляховому та аеродромному будівництві поширюється на піщані ґрунти, які використовують для улаштування дренажних та морозозахисних шарів шляхового та аеродромного покриття й захисного шару під призмою баласту залізничної колії.

Стандарт не поширюється на піщані, пилуваті і глинисті ґрунти в мерзлому стані і не встановлює коефіцієнт фільтрації при хімічній суфозії ґрунтів.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативно-правові акти та 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. Ґрунти. Класифікація

ДСТУ Б В.2.1-4-96 (ГОСТ 12248-96) Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності та деформованості

ДСТУ Б В.2.1-5-2001 (ГОСТ 20522-96) Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробовувань

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

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

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

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.2.1-19:2009 (ГОСТ 12536-79) Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення гранулометричного (зернового) і мікроагрегатного складу

ДСТУ Б В.2.1-12:2009 (ГОСТ 22733-77) Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Метод лабораторного визначення максимальної щільності та вологості

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 6613-86 Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия (Сітки дротяні ткані з квадратними вічками. Технічні умови)

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

ГОСТ 23932-90 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Общие технические условия (Посуд та обладнання лабораторні скляні. Загальні технічні умови)

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

ГОСТ 28498-90 Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования. Методы испытаний (Термометри рідинні скляні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань)

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

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

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

3.1 градієнт напору

Зменшення напору води на одиницю довжини шляху фільтрації

3.2 гранично пухкий стан ґрунту

Стан ґрунту за мінімальної щільності (ДСТУ Б А.1.1-25)

3.3 гранично щільний стан ґрунту

Стан ґрунту за максимальної щільності (ДСТУ Б А.1.1-25)

3.4 гранулометричний (зерновий) склад

Вміст за масою груп частинок (фракцій) ґрунту різної величини у дисперсних ґрунтах, по відношенню до загальної маси абсолютно сухого ґрунту (ДСТУ Б А.1.1-25, ДСТУ Б В.2.1-2)

3.5 коефіцієнт пористості e

Відношення об'єму пор до об'єму твердих часточок ґрунту (ДСТУ Б А. 1.1-25)

3.6 маса ґрунту m

Властивість тіла або речовини, що характеризує їх інерційність та здатність створювати гравітаційне поле (скалярна величина) (ДСТУ Б А.1.1-25)

3.7 повітряно-сухий стан ґрунту

Стан ґрунту, висушеного на повітрі (ДСТУ Б А. 1.1-25)

3.3 щільність ґрунту ρ

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

3.4 щільність сухого ґрунту ρ_d "щільність скелета 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)

3.5 щільність часток ґрунту ρ_s

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

4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1 Коефіцієнтом фільтрації називають швидкість фільтрації води при градієнті напору рівному одиниці та лінійному законі фільтрації.

4.2 Коефіцієнт фільтрації визначають на зразках непорушеного (природного) складу або порушеного із заданою щільністю.

4.3 Коефіцієнт фільтрації піщаних ґрунтів, що застосовуються при шляховому та аеродромному будівництві визначають на зразках ґрунту порушеної структури при максимальній щільності та оптимальній вологості, значення яких попередньо встановлюють згідно з ДСТУ Б В.2.1-12.

4.4 Відбір, упакування, транспортування та зберігання зразків ґрунту повинні виконуватися згідно з ДСТУ Б В.2.1-8.

4.5 Для визначення коефіцієнта фільтрації піщаних ґрунтів порушеного складу застосовують зразки, висушені до повітряно-сухого стану.

4.6 Максимальний розмір часток піщаних ґрунтів не повинен перевищувати 1/5 внутрішнього діаметра приладу для визначення коефіцієнта фільтрації.

4.7 Коефіцієнт фільтрації піщаних ґрунтів визначають при постійному заданому градієнті напору із пропуском води зверху вниз або знизу нагору, при попередньому насиченні зразка ґрунту водою знизу нагору.

Коефіцієнт фільтрації пилуватих і глинистих ґрунтів визначають при заданому тиску на ґрунт і змінному градієнті напору із пропуском води зверху вниз або знизу нагору, при попередньому насиченні зразка ґрунту водою знизу нагору без можливості його набухання.

4.8 Для насичення зразків ґрунту та фільтрації застосовують ґрунтову воду з місця відбору ґрунту або воду питної якості. У випадках, що встановлені програмою досліджень, допускається застосовувати дистильовану воду.

4.9 Результати визначення коефіцієнта фільтрації повинні супроводжуватися даними про гранулометричний (зерновий) склад ґрунту згідно з ДСТУ Б В.2.1-19, вологість, щільність часток, щільність сухого ґрунту, границі текучості і розкочування згідно з ДСТУ Б В.2.1-17, ступінь вологості та коефіцієнт пористості.

4.10 Кількість окремих визначень коефіцієнта фільтрації для кожного інженерно-геологічного елемента (шару ґрунту) повинна становити не менше ніж шість.

Кількість окремих визначень коефіцієнта фільтрації ґрунту допускається зменшувати за наявності однойменних визначень у матеріалах попередніх випробувань, виконаних на тій же ділянці для того ж інженерно-геологічного елемента.

4.11 Нормативні значення коефіцієнта фільтрації для кожного інженерно-геологічного елемента (шару ґрунту) установлюють методом статистичної обробки результатів окремих визначень згідно з ДСТУ Б В.2.1 -5. Розрахункові значення коефіцієнтів фільтрації слід приймати аналогічно до нормативних.

5 ЗАСОБИ ВИПРОБУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ

Перелік засобів та матеріалів, які необхідні для визначення коефіцієнта фільтрації ґрунтів наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

N з/п	Засоби випробування та матеріали	Номер пунктів стандарту		
		6.1	6.2	6.3
1	Прилад КФ-ООМ (додаток А)	+		
2	Ваги лабораторні квадрантні (ВЛК) або лабораторні загального призначення згідно з ГОСТ 24104 з комплектом гир до них згідно з ДСТУ ГОСТ 7328	+	+	+
3	Термометр із похибкою вимірювання не більше ніж 0,5 °С згідно з ГОСТ 28498	+	+	+
4	Секундомір	+	+	+
5	Ніж з нержавіючої сталі із прямим лезом	+	+	+
6	Лопатка	+		+
7	Прес гвинтовий	+		+
8	Пластини пласкі із гладкою поверхнею (зі скла, плексигласу або металу)	+		+
9	Прилад СоюздорНИИ для визначення коефіцієнта фільтрації піщаних ґрунтів (додаток А)		+	
10	Трамбівка з масою падаючого вантажу 0,5 кг (додаток А)		+	
11	Ексикатор згідно з ГОСТ 23932		+	
12	Сито з отворами діаметром 5 мм згідно з ГОСТ 6613		+	
13	Циліндр мірний місткістю 100 мл за ГОСТ 1770		+	
14	Чашка порцелянова згідно з ГОСТ 9147		+	
15	Ємність для води місткістю від 8 л до 10 л (не нормується)		+	
16	Лінійка металева завдовжки 300 мм згідно з ДСТУ ГОСТ 427		+	
17	Компресійно-фільтраційний прилад, що дозволяє проводити випробування під навантаженням при змінному градієнті напору (додаток А)			+

6 МЕТОДИ ВИПРОБУВАННЯ

6.1 Визначення коефіцієнта фільтрації піщаних ґрунтів

6.1.1 Підготовка до випробування

6.1.1.1 До випробування ґрунт готують у наступній послідовності:

- пісок і воду, що призначені для визначення коефіцієнта фільтрації, витримують у лабораторії до вирівнювання їх температури з температурою повітря;
- із корпусу приладу виймають фільтраційну трубку та розбирають її;
- заповнюють циліндр ґрунтом, що випробовується, відповідно до 6.1.1.2, 6.1.1.4;
- у корпус наливають воду та обертами піднімального гвинта піднімають підставку до суміщення позначки градієнта напору на планці з верхнім краєм кришки корпусу;
- установлюють циліндр із ґрунтом на підставку та обертами піднімального гвинта повільно занурюють у воду, що утримується в корпусі, до позначки градієнта напору 0,8 і залишають його в такому положенні до зволоження ґрунту. У процесі насичення ґрунту водою підтримують постійний рівень води біля верхнього краю корпусу;

- вкладають на зразок ґрунту латунну сітку, одягають на циліндр муфту, обертаючи піднімально-го гвинта опускають фільтраційну трубку в крайнє нижнє положення і залишають на 15 хв.

6.1.1.2 Заповнення циліндра для випробування ґрунтом непорушеного складу виконують у наступному порядку:

- заздалегідь зважений циліндр ставлять загостреним краєм на вирівняну поверхню ґрунту і гвинтовим пресом (або рукою) злегка вдавлюють його в ґрунт, позначаючи межі майбутнього зразка для проведення випробувань;

- ґрунт біля загостреного краю циліндра (із зовнішньої його сторони) зрізують гострим ножом у вигляді стовпчика діаметром більшим ніж 0,5 мм до 1 мм від діаметра циліндра і висотою приблизно 10 мм. Одночасно, по мірі зрізання ґрунту, легким натисненням преса поступово насувають циліндр на ґрунт, не допускаючи перекосу, до повного заповнення циліндра. У ґрунт, з якого не вдається вирізати стовпчик - циліндр вдавлюють;

- верхній торець зразка ґрунту зачищають ножом на рівні з краями циліндра й накривають заздалегідь зваженою пластинкою;

- підхоплюють циліндр із ґрунтом знизу лопаткою, перевертають його, зачищають нижній торець зразка ґрунту на рівні з краями циліндра і також накривають заздалегідь зваженою пластинкою;

- зважують циліндр із зразком ґрунту й пластинками, що його покривають;

- визначають щільність ґрунту згідно з ДСТУ Б В.2.1-17.

6.1.1.3 Циліндр зі зразком ґрунту закривають дном з латунною сіткою, покритою кружками марлі.

6.1.1.4 Заповнення циліндра ґрунтом порушеного складу виконують у наступному порядку:

- циліндр закривають дном із латунною сіткою, покритою кружком марлі;

- наповнюють циліндр ґрунтом, підготовленим згідно з 4.5, через верх шарами товщиною від 1 см до 2 см;

- необхідну масу ґрунту m в грамах обчислюють за формулами:

$$m = V \cdot \rho, \quad (6.1)$$

$$m = V \cdot \frac{1+w}{1+e} \cdot \rho_s, \quad (6.2)$$

де V – об'єм циліндра, см³;

ρ – задана щільність, г/см³;

w – вологість ґрунту, ч. од.;

ρ_s – щільність часток ґрунту, г/см³;

e – коефіцієнт пористості.

Якщо ґрунт масою m не укладається в циліндр, то його ущільнюють трамбуванням.

6.1.1.5 Заповнення циліндра для випробування ґрунтом гранично пухкого або гранично щільного стану виконують у наступному порядку:

- циліндр із дном і латунною сіткою, покритою кружком марлі, зважують;

- для одержання зразка гранично пухкого стану циліндр заповнюють ґрунтом, насипаючи його з висоти від 5 см до 10 см без ущільнення; гранично щільного стану - шарами товщиною від 1 см до 2 см з ущільненням кожного шару трамбуванням:

- зачищають поверхню зразка ґрунту на рівні країв циліндра і зважують циліндр із ґрунтом;

- визначають щільність ґрунту згідно з ДСТУ Б В.2.1-17.

6.1.2 Проведення випробування

6.1.2.1 Коефіцієнт фільтрації ґрунту визначають у наступному порядку:

- обертаючи піднімально-го гвинта, встановлюють циліндр із ґрунтом до суміщення позначки необхідного градієнта напорів на планці з верхнім краєм кришки корпусу і доливають воду в корпус до верхнього краю. Випробування проводять при поетапному збільшенні значень градієнта напорів;

- заміряють температуру води;
- заповнюють мірний скляний балон водою і, закриваючи пальцем його отвір, перекидають отвором вниз, підносять як можна ближче до циліндра із ґрунтом і, віднімаючи палець, швидко вставляють у муфту фільтраційної трубки так, щоб його горло стикалося з латунною сіткою, а в балон рівномірно піднімалися дрібні бульбашки повітря. Якщо в мірний балон потрапляють великі бульбашки повітря, то його необхідно опустити нижче, до появи дрібних бульбашок;
- відмічають час, коли рівень води досягне позначки шкали мірного балона з цифрою 10 см³ (або 20 см³), приймаючи цей час за початок фільтрації води. Надалі фіксують час, коли рівень води досягне відповідно позначок 20; 30; 40; 50 см³ (або 20; 40; 60; 80 см³) або інших кратних значень. Знімають чотири відліки.

6.1.3 Обробка результатів випробування

6.1.3.1 Коефіцієнт фільтрації K_{10} у метрах на добу, приведений до умов фільтрації при температурі 10 °С, обчислюють за формулою:

$$K_{10} = \frac{864 \cdot V_w}{t_m \cdot A \cdot T \cdot J}, \quad (6.3)$$

- де V_w – об'єм води, що профільтровується, при одному вимірюванні, см³;
 t_m – середня тривалість фільтрації (за вимірюваннями при однакових витратах води), с;
 A – площа поперечного перерізу циліндра фільтраційної трубки, см³;
 J – градієнт напору;
 $T = (0,7 + 0,03 T_f)$ – поправка для приведення значення коефіцієнта фільтрації до умов фільтрації води при температурі 10 °С, де T_f – фактична температура води при випробуванні, °С;
 864 – перехідний коефіцієнт (від см/с до м/доб).

6.1.3.2 Коефіцієнт фільтрації вираховують до другої значущої цифри.

6.1.3.3 Для розрахунку коефіцієнта фільтрації складають таблицю розрахункових даних для постійних витрат води із циліндра певної площі поперечного перерізу при різних градієнтах напору та температури.

6.1.3.4 У процесі підготовки, проведення і обробки результатів випробувань зразків ґрунту ведуть журнал за формою, наведеною у додатку Б.

6.2 Визначення коефіцієнта фільтрації піщаних ґрунтів, що застосовуються при шляховому та аеродромному будівництві

6.2.1 Підготовка до випробування

6.2.1.1 До випробування ґрунт підготовляють у такий спосіб:

- пісок і воду, призначені для визначення коефіцієнта фільтрації, витримують у лабораторії до вирівнювання їх температури з температурою повітря;
- просівають через сито з отворами 5 мм попередньо висушений до повітряно-сухою стану піщаний ґрунт і визначають його гігроскопічну вологість згідно з ДСТУ Б В.2.1-17;
- відбирають у порцелянову чашку пробу ґрунту способом квартування масою не менше ніж 450 г;
- зволожують за допомогою мірного циліндра відібрану пробу до оптимальної вологості і витримують її в ексикаторі з водою не менше ніж 2 год; піски крупні і середньої крупності допускається не витримувати в ексикаторі.

6.2.1.2 Необхідний для зволоження об'єм води Q в кубічних сантиметрах, обчислюють за формулою:

$$Q = \frac{m \cdot (w_{opt} - w_g)}{\rho_w \cdot (1 + w_g)}, \quad (6.4)$$

де m – маса проби ґрунту, г;
 w_{opt} – оптимальна вологість ґрунту, ч. од.;
 w_g – гігроскопічна вологість ґрунту, ч. од.;
 ρ_w – щільність води, що дорівнює 1 г/см^3 .

6.2.1.3 З підготовленої проби вологого ґрунту відбирають наважку масою m_1 , щоб розмістити її у фільтраційній трубці приладу і наважку для контрольного визначення фактичної вологості ґрунту згідно з ДСТУ Б В.2.1-17.

Масу наважки m_1 в грамах обчислюють за формулою:

$$m_1 = V \cdot \rho_{d \max} \cdot (1 + w_0), \quad (6.5)$$

де V – об'єм ґрунту в трубці, рівний 200 см^3 ;
 $\rho_{d \max}$ – максимальна щільність сухого ґрунту, встановлена згідно з ДСТУ Б В.2.1-12, г/см^3 ;
 w_{opt} – оптимальна вологість ґрунту, ч. од.

6.2.1.4 Трубку приладу заповнюють ґрунтом у наступному порядку:

- перфороване дно з латунною сіткою, покритою кружком змоченої водою марлі, кріплять до трубки та ставлять її на тверду масивну основу;
- наважку вологого ґрунту масою m_1 ділять на три порції та послідовно укладають їх у трубку, ущільнюють кожну з них за допомогою трамбування, роблячи по 40 ударів вантажу з висоти 300 мм; перед укладанням кожної порції поверхню попередньої ущільненої порції спускають ножом на глибину від 1 мм до 2 мм;
- вимірюють лінійкою відстань від верхнього краю трубки до поверхні ущільненого ґрунту; вимірювання проводять не менше ніж у трьох точках; до обчислення приймають середнє значення.

При висоті зразка ґрунту в трубці більше ніж 100 мм проводять додаткове ущільнення, яке закінчують при висоті зразка (100 ± 1) мм.

Укладають на поверхню ґрунту шар гравію (фракція від 2 мм до 5 мм) товщиною від 5 мм до 10 мм.

6.2.1.5 Установлюють трубку із ґрунтом на підставку й разом із нею поміщають у склянку, яку поступово наповнюють водою до верху.

Розміщають склянку із трубкою в ємність для води, яку заповнюють до рівня вище шару гравію від 10 мм до 15 мм.

Після появи води в трубці над шаром гравію, доливають воду у верхню частину трубки приблизно на $1/3$ її висоти.

6.2.1.6 Витягають склянку із трубкою з ємності, склянку установлюють на піддон. У цьому випадку початковий градієнт напору води в зразку ґрунту дорівнює одиниці.

6.2.2 Проведення випробування

6.2.2.1 Випробування проводять у наступному порядку:

- доливають воду в трубку вище нульової позначки не менше ніж на 5 мм;
- при витіканні води через перфороване дно визначають за допомогою секундоміра падіння рівня води в п'єзометрі від 0 мм до 50 мм.

Зазначену операцію повторюють не менше ніж чотири рази, щораз доливаючи воду в трубку на 5 мм вище нульової позначки. До обчислення приймають середній час падіння рівня води. У випадку відхилів окремих відліків від середньоарифметичного значення більш ніж на 10 % збільшують число визначень.

При часі падіння рівня води в п'єзометрі більше ніж 2 хв допускається зменшувати висоту падіння рівня.

При часі падіння більше ніж 10 хв допускається проводити випробування при початковому градієнті напору, який дорівнює 2. У цьому випадку трубку з підставкою виймають із склянки та ставлять безпосередньо на піддон.

6.2.2.2 Протягом усього випробування не допускається зниження рівня води в трубці нижче шару гравію.

6.2.2.3 Різниця між щільністю сухого ґрунту в трубці і максимальною щільністю, визначеною згідно з ДСТУ Б В.2.1-12, не повинна перевищувати $0,02 \text{ г/см}^3$. В іншому випадку випробування повторюють.

Щільність сухого ґрунту в трубці ρ_{di} в грамах на кубічний сантиметр обчислюють за формулою:

$$\rho_{di} = \frac{m_1}{V_i \cdot (1 + w_i)}, \quad (6.6)$$

де m_1 – маса ґрунту в трубці, г;
 V_i – фактичний об'єм ґрунту в трубці, см^3 ;
 w_i – фактична вологість ґрунту в трубці, ч. од.

6.2.3 Обробка результатів випробування

6.2.3.1 Коефіцієнт фільтрації піщаного ґрунту K_{10} у метрах на добу, приведений до умов фільтрації при температурі $10 \text{ }^\circ\text{C}$, обчислюють за формулою:

$$K_{10} = \frac{h}{t \cdot \varphi \cdot (S/H_0) \cdot 864} \cdot T, \quad (6.7)$$

де h – висота зразка ґрунту в трубці, см;
 t – час падіння рівня води, с;
 $\varphi \cdot \left(\frac{S}{H_0}\right)$ – безрозмірний коефіцієнт, що визначається за даними, наведеними у додатку В;
 S – падіння рівня води в п'єзометрі, що відлічується від початкового рівня, см;
 H_0 – початковий напір, см;
 864 – перехідний коефіцієнт (від см/с до м/доб);
 $T = (0,7 + 0,03 T_f)$ – поправка для приведення значення коефіцієнта фільтрації до умов фільтрації води при температурі $10 \text{ }^\circ\text{C}$, де T_f – фактична температура води при випробуванні, $^\circ\text{C}$;

6.2.3.2 Число окремих визначень коефіцієнта фільтрації повинно бути не менше ніж три.

6.3 Визначення коефіцієнта фільтрації піщаних і глинистих ґрунтів

6.3.1 Підготовка до випробування

6.3.1.1 Воду і ґрунт, призначені для визначення коефіцієнта фільтрації, витримують у лабораторії до вирівнювання їх температури з температурою повітря.

6.3.1.2 Зразок ґрунту готують згідно з 6.1.1.2, попередньо змазавши внутрішню поверхню кільця технічним вазеліном.

Проби для визначення вологості згідно з ДСТУ Б В.2.1-17 відбирають із залишків зрізаного ґрунту.

При заповненні кільця ґрунтом необхідно враховувати, у якому напрямку відносно природного нашарування визначають коефіцієнт фільтрації.

По внутрішньому діаметру кільця вирізають фільтрувальний папір, змочують водою й накладають на нижню та верхню поверхню ґрунту.

6.3.1.3 Заповнюють піддон приладу водою через п'єзометр до верхньої поверхні металевого фільтра і ставлять на фільтр кільце з ґрунтом.

Металевий фільтр ставлять на зразок ґрунту та опускають гвинт аретира так, щоб при насиченні водою зразок не набухав.

При випробуванні ґрунту під навантаженням закріплюють індикатор.

6.3.1.4 Зразок ґрунту насичують водою знизу вгору через п'єзометр. Насичення водою виконують не менше ніж 2 доби для супісків, не менше ніж 5 діб для суглинків; тривалість насичення водою глин установлюється завданням.

При ступені вологості ґрунту більше ніж 0,98 насичення водою можна не робити.

6.3.1.5 Заливають зразок ґрунту водою (до країв насадки або верха кришки) та передають на зразок заданий тиск ступенями.

Значення ступенів тиску та час витримування ступенів назначають відповідно до ДСТУ Б В.2.1 -4.

Якщо заданий тиск дорівнює p_{str} (відповідний структурній міцності), то зразок навантажують ступенями тиску по 0,0025 МПа до початку стиску згідно з ДСТУ Б В.2.1-4.

6.3.1.6 Для підготовки зразків глинистих ґрунтів порушеного складу із заданими значеннями щільності необхідно розім'яти ґрунт товчачиком з гумовим наконечником до зникнення грудочок крупніше ніж 2 мм і визначити вологість ґрунту згідно з ДСТУ Б В.2.1-17.

6.3.1.7 Масу ґрунту, яка в об'ємі кільця має забезпечити задане значення щільності; обчислюють за формулами.

Якщо значення щільності сухого ґрунту ρ_d задано, то масу ґрунту m в грамах, в об'ємі кільця обчислюють за формулою:

$$m = \rho_d \cdot (1 + w) \cdot V, \quad (6.8)$$

де ρ_d – щільність сухого ґрунту, г/см³;
 w – вологість ґрунту, ч. од.;
 V – об'єм ґрунту, см³.

6.3.1.8 Заповнюють кільце приготвленим ґрунтом необхідної маси.

Якщо не вдається укласти весь ґрунт вручну, то застосовують прес.

6.3.1.9 Торці зразка ґрунту накривають кружками вологого фільтрувального паперу та виконують послідовно операції зазначені в 6.3.1.3-6.3.1.5.

6.3.2 Проведення випробування

6.3.2.1 Наливають воду в п'єзометр і встановлюють початковий напір, що відповідає заданому градієнту напору.

Початковий напір дорівнює висоті стовпа води від постійного її рівня над зразком ґрунту до рівня в п'єзометрі.

У приладах, що мають два п'єзометри, з'єднаних із кришкою і піддоном, початковий напір дорівнює різниці рівнів у п'єзометрах. При дослідженні фільтрації в спадаючому потоці п'єзометр, приєднаний до верхньої частини приладу, повинен бути заповнений водою до верхньої позначки, а п'єзометр, приєднаний до нижньої частини, -до нижньої позначки і навпаки.

6.3.2.2 Відкривають кран (крани), що з'єднує (з'єднують) п'єзометр (п'єзометри) із приладом, і записують час початку фільтрації води.

6.3.2.3 Заміряють кількість поділок шкали, на які опустився (піднявся) рівень води в п'єзометрі, через однакові проміжки часу і температуру води з точністю до 0,5 °С.

У залежності від швидкості фільтрації беруть відліки за п'єзометром. Проміжки часу відліків можуть бути 5; 10; 15; 30 хв та 1 год, при повільній фільтрації-два рази, на початку та наприкінці робочого дня. Роблять не менше ніж шість відліків.

Якщо рівень води в п'єзометрі знижується на одну поділку за час, що перевищує 40 с, то варто замінити п'єзометри на більш тонкі трубки.

6.3.2.4 Після випробування визначають вологість і щільність ґрунту згідно з ДСТУ Б В.2.1-17.

6.3.3 Обробка результатів випробування

6.3.3.1 Коефіцієнт фільтрації ґрунту K_{10} в метрах на добу, приведений до умов фільтрації при температурі 10 °С, обчислюють за формулою:

$$K_{10} = \left[\frac{\varphi \cdot \left(\frac{S}{H_0} \right)}{t} \right] \cdot \frac{A_{pz}}{A_0} \cdot \frac{h}{T} \cdot 864, \quad (6.9)$$

де $\varphi \cdot \left(\frac{S}{H_0} \right)$, S , H_0 , t , T , h , 864 – ті ж, що і у формулі (6.7);

A_{pz} – площа перерізу п'єзометра, см²;

A_0 – площа кільця, см².

6.3.3.2 Коефіцієнт фільтрації вираховують для кожного відліку за п'єзометром.

За коефіцієнт фільтрації зразка ґрунту приймають середньоарифметичне окремих обчислених значень.

Коефіцієнт фільтрації виражають із точністю до другої значущої цифри.

6.3.3.3 Для розрахунків коефіцієнта фільтрації складають допоміжні таблиці, розділивши формулу (6.9) на два множники, що вираховуються за формулами:

$$B = \frac{\varphi \cdot \left(\frac{S}{H_0} \right)}{t}, \quad (6.10)$$

$$M = \frac{A_{pz}}{A_0} \cdot \frac{h}{T} \cdot 864, \quad (6.11)$$

Рекомендується складати таблиці значень множника B у залежності від значення падіння рівня води в п'єзометрі та значень множника M залежно від температури води при випробуванні.

6.3.3.4 У процесі підготовки, проведення і обробки результатів випробувань зразків ґрунту ведуть журнал за формою, наведеною у додатку Г.

7 ОЦІНЮВАННЯ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ

7.1 Зважування зразків ґрунту виконують на лабораторних вагах з похибкою $\pm 0,01$ г.

7.2 Вимірювання температури води, що фільтрується, виконують з похибкою не більше ніж 0,5 °С.

8 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

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

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

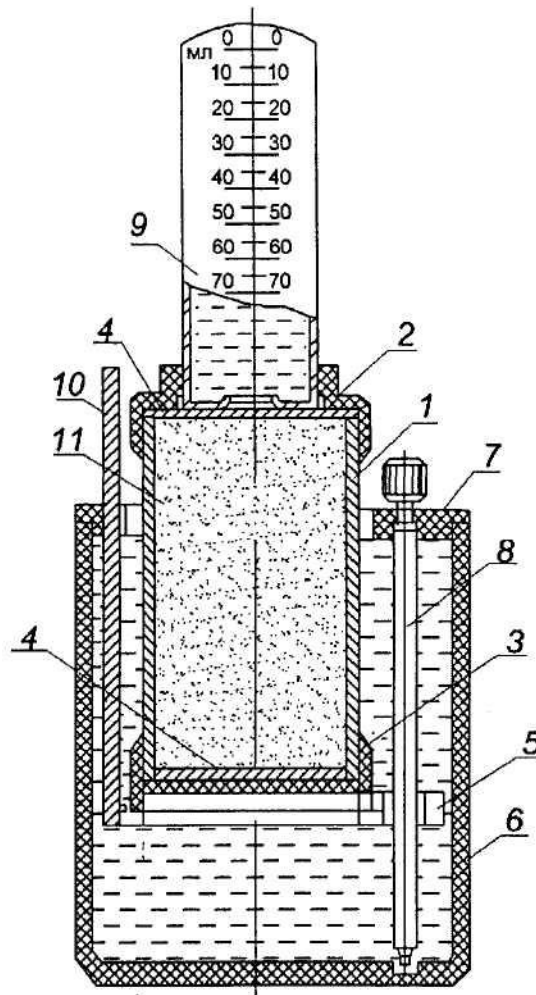
8.3 На всіх ділянках лабораторії повинні бути попереджувальні написи та інструкції з експлуатації приладів.

8.4 При роботі з ртутними термометрами необхідно дотримуватись вимог СанПіН 4607.

ДОДАТОК А
(довідковий)

ОПИСАННЯ АПАРАТУРИ

А.1 Конструкція приладу КФ-ООМ, що застосовується для визначення коефіцієнта фільтрації піщаних ґрунтів



1 – циліндр; 2 – муфта; 3 – перфороване дно; 4 – латунна сітка; 5 – підставка; 6 – корпус; 7 – кришка; 8 – піднімальний гвинт; 9 – скляний балон зі шкалою об'єму рідини, що фільтрується; 10 – планка зі шкалою градієнтів напору; 11 – випробуваний зразок ґрунту

До складу приладу КФ-ООМ повинні входити:

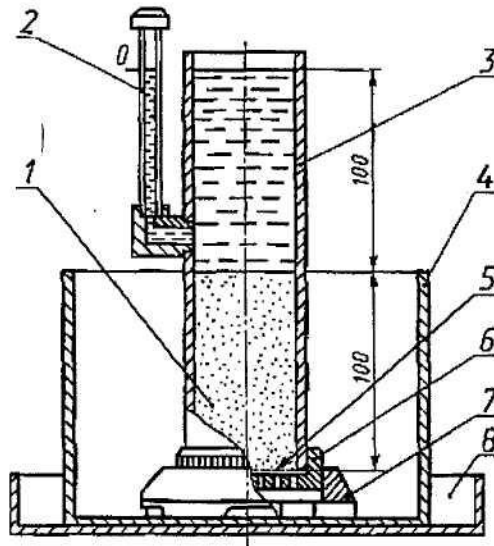
- фільтраційна трубка, що складається із прямого порожнього циліндра з внутрішнім діаметром 56,5 мм і висотою 100 мм із загостреними кінцями, перфорованого дна з отворами розміром 2 мм x 2 мм (або діаметром 2 мм) і муфти з латунними сітками, мірного скляного балона об'ємом 140 см³ і висотою від 110 мм до 115 мм зі шкалою об'єму рідини, що фільтрують;
- телескопічне пристосування для насичення ґрунту водою і регулювання градієнта напору, що складається з підставки, піднімального гвинта, планки зі шкалою градієнтів напору від 0 до 1, поділкою шкали 0,02;
- корпус із кришкою.

Примітка 1. Циліндр, планка зі шкалою градієнтів напору, сітки, піднімальний гвинт повинні виготовлятися з металу, що не піддається корозії.

Примітка 2. Вимірювальні прилади, застосовувані для визначення коефіцієнта фільтрації ґрунтів, повинні проходити перевірку відповідно до технічної документації.

Примітка 3. Для визначення коефіцієнта фільтрації допускається застосовувати прилади, конструкція яких подібна КФ-ООМ (КФ-01, ПКФ-3 СоюздорНИИ, ФВ-3).

А.2 Конструкція приладу СоюздорНИИ для визначення коефіцієнта фільтрації піщаних ґрунтів при шляховому та аеродромному будівництві

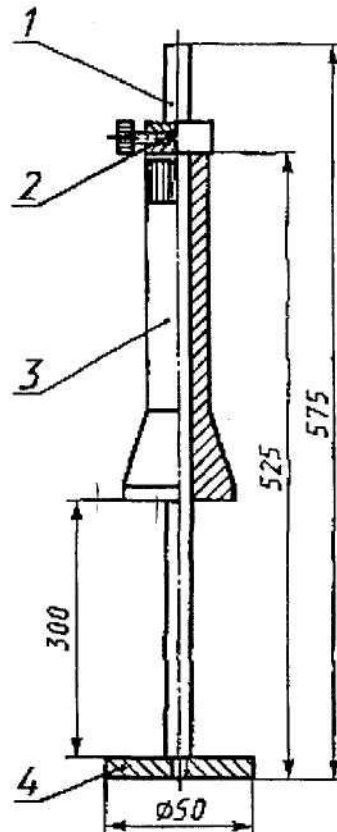


1 – зразок; 2 – п'езометр; 3 – трубка; 4 – склянка; 5 – сітка; 6 – перфороване знімне дно; 7 – підставка; 8 – піддон

До складу приладу СоюздорНИИ повинні входити:

- фільтраційна трубка, що складається із прямого порожнього циліндра з внутрішнім діаметром 50,5 мм і висотою 220 мм, знімного перфорованого дна з отворами діаметром 3 мм і латунної сітки з розмірами отворів 0,25 мм;
- п'езометр із позначками від 0 мм до 50 мм;
- підставка для трубки із прорізами в бічних стінках і отворами у дні;
- склянка для створення градієнта напору, який дорівнює одиниці;
- піддон.

Нижче наведена конструкція трамбівки, що застосовується для визначення коефіцієнта фільтрації піщаних ґрунтів при шляховому та аеродромному будівництві



1 – напрямна; 2 – фіксатор; 3 – падаючий вантаж; 4 – ковадло

А.3 Компресійно-фільтраційний прилад, що застосовується для визначення коефіцієнта фільтрації пілуватих та глинистих ґрунтів

До складу приладу повинні входити:

- піддон з тарою для води і штуцером із бічної сторони;
- кільце (циліндр) для зразка ґрунту із загостреним нижнім краєм;
- металеві фільтри, що забезпечують вільне надходження води до зразка та її відвід;
- насадка на кільце;
- п'езометр діаметром 0,4 см (при швидкій фільтрації до 1 см, при повільній – від 0,1 см до 0,2 см), з'єднаний із приладом через штуцер і трійник; за наявності в приладі двох п'езометрів діаметр їх повинен бути однаковим;
- аретир – пристосування для запобігання набуханню зразка ґрунту при насиченні його водою;
- індикатор із поділкою шкали 0,01 мм для вимірювання вертикальних деформацій зразка ґрунту;
- механізм вертикального навантаження на зразок.

Конструкція компресійно-фільтраційного приладу повинна забезпечувати:

- герметичність усіх стиків приладу;
- відсутність зацемлених бульбашок повітря;
- створення заданого градієнта напору (до 100);
- подачу води до зразка ґрунту знизу нагору або зверху вниз та її відвід;
- центровану передачу навантаження на зразок ґрунту;
- передачу тиску на зразок ґрунту – ступенями;
- сталість тиску на кожному ступені;
- нерухомість кільця із ґрунтом при випробуваннях;
- вимірювання вертикальних деформацій ґрунту з точністю 0,01 мм;

- навантаження на зразок, що створюється фільтром, вимірювальним устаткуванням і невірноваженими деталями не більше ніж 0,0025 МПа.

Примітка 1. Частина приладу, що контактує із водою, повинні бути виготовлені з матеріалу, який не піддається корозії.

Примітка 2. Компресійно-фільтраційні прилади необхідно тарувати не рідше ніж один раз на рік. Індикатори повинні проходити перевірку відповідно до технічної документації.

ДОДАТОК Б
(довідковий)

Організація (лабораторія) _____

ЖУРНАЛ №
лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації піщаних ґрунтів

Місце розташування площадки _____

Глибина і дата відбору проби ґрунту _____

Найменування приладу і короткі відомості про нього _____

Площа поперечного перерізу циліндра А _____ см²

Об'єм циліндра _____ см³

Дата проведення випробувань	Лабораторний номер зразка ґрунту	Тип ґрунту	Склад ґрунту	Вологість ґрунту, ч. од.	Маса, г			Щільність ρ , г/см ³			Коефіцієнт пористості ґрунту e
					циліндра із ґрунтом	циліндра	ґрунту	часток ґрунту ρ_s	ґрунту ρ	сухого ґрунту ρ_d	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Продовження

Час фільтрації		Об'єм профільтрованої води V_w , см ³	Температура води T_w , °С	Градiєнт напору J	Коефіцієнт фільтрації K_{10} , м/доб	Примітка
окремі заміри	середнє					
13	14	15	16	17	18	19

Виконавець _____
посада, підпис, прізвище, ініціали

Перевірив _____
посада, підпис, прізвище, ініціали

ДОДАТОК В
(обов'язковий)

ЗНАЧЕННЯ БЕЗРОЗМІРНОГО КОЕФІЦІЄНТА $\frac{S}{H_0}$ ТА $\varphi\left(\frac{S}{H_0}\right)$

$\frac{S}{H_0}$	$\varphi\left(\frac{S}{H_0}\right)$	$\frac{S}{H_0}$	$\varphi\left(\frac{S}{H_0}\right)$	$\frac{S}{H_0}$	$\varphi\left(\frac{S}{H_0}\right)$
0,01	0,010	0,34	0,416	0,67	1,109
0,02	0,020	0,35	0,431	0,68	1,139
0,03	0,030	0,36	0,446	0,69	1,172
0,04	0,040	0,37	0,462	0,70	1,204
0,05	0,051	0,38	0,478	0,71	1,238
0,06	0,062	0,39	0,494	0,72	1,273
0,07	0,073	0,40	0,510	0,73	1,309
0,08	0,083	0,41	0,527	0,74	1,347
0,09	0,094	0,42	0,545	0,75	1,386
0,10	0,105	0,43	0,562	0,76	1,427
0,11	0,117	0,44	0,580	0,77	1,470
0,12	0,128	0,45	0,598	0,78	1,514
0,13	0,139	0,46	0,616	0,79	1,561
0,14	0,151	0,47	0,635	0,80	1,609
0,15	0,163	0,48	0,654	0,81	1,661
0,16	0,174	0,49	0,673	0,82	1,715
0,17	0,186	0,50	0,693	0,83	1,771
0,18	0,196	0,51	0,713	0,84	1,833
0,19	0,210	0,52	0,734	0,85	1,897
0,20	0,223	0,53	0,755	0,86	1,966
0,21	0,236	0,54	0,777	0,87	2,040
0,22	0,248	0,55	0,799	0,88	2,120
0,23	0,261	0,56	0,821	0,89	2,207
0,24	0,274	0,57	0,844	0,90	2,303
0,25	0,288	0,58	0,868	0,91	2,408
0,26	0,301	0,59	0,892	0,92	2,526
0,27	0,315	0,60	0,916	0,93	2,659
0,28	0,329	0,61	0,941	0,94	2,813
0,29	0,346	0,62	0,967	0,95	2,996
0,30	0,357	0,63	0,994	0,96	3,219
0,31	0,371	0,64	1,022	0,97	3,507
0,32	0,385	0,65	1,050	0,98	3,912
0,33	0,400	0,66	1,079	0,99	4,605

ДОДАТОК Г
(довідковий)

Організація (лабораторія) _____

ЖУРНАЛ №

лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації пилюватих і глинистих ґрунтів

Місце розташування площадки _____

Глибина і дата відбору проби ґрунту _____

Найменування приладу і короткі відомості про нього _____

Площа поперечного перерізу кільця A_0 _____ см²,

висота кільця _____ см

Площа поперечного перерізу п'єзометра A_{pz} _____

Лабораторний номер зразка ґрунту	Тип ґрунту	Склад ґрунту	Вологість ґрунту, ч. од.		Маса, г					Щільність ρ , г/см ³					
			до випробування	після випробування	кільця з ґрунтом		кільця	сухого ґрунту		часток ґрунту ρ_s	ґрунту ρ		сухого ґрунту ρ_d		
					до випробування	після випробування		до випробування	після випробування		до випробування	після випробування	до випробування	після випробування	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Продовження

Початковий напір H_0 , см	Градiєнт напору J	Час початку фільтрації та окремих вимірів	Падіння рівня води в п'єзометрі S , см	Температура води T_w , см	Коефіцієнт фільтрації K_f , м/доб	Середнє значення K_{10} , м/доб	Примітка
16	17	18	19	20	21	22	23

Виконавець _____

посада, підпис, прізвище, ініціали

Перевірів _____

посада, підпис, прізвище, ініціали

Код УКНД 13.08.0.20; 93.020

Ключові слова: випробування, вода, вологість, ґрунт, градієнт, коефіцієнт, лабораторне обладнання, фільтрація, щільність.

Редактор - А. І. Луценко
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.