



ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Основи та підвалини будинків і споруд

**ГРУНТИ.
МЕТОДИ ПОЛЬОВОГО
ВИЗНАЧЕННЯ
ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ
І ДЕФОРМОВАНOSTI**

**ДСТУ Б В.2.1-7-2000
(ГОСТ 20276-99)**

Видання офіційне

Державний комітет будівництва,
архітектури та житлової політики
України

**ГРУНТЫ.
МЕТОДЫ ПОЛЕВОГО
ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЧНОСТИ
И ДЕФОРМИРУЕМОСТИ**

ГОСТ 20276-99

Издание официальное

Межгосударственная научно-техническая
комиссия по стандартизации
и техническому нормированию
в строительстве

Київ-2001

Передмова

1 РОЗРОБЛЕНИЙ

Державним підприємством - Науково-дослідним, проектно-вишукувальним і конструкторсько-технологічним інститутом основ і підземних споруд (НИИОСП) ім. Герсеванова за участю Виробничого і науково-дослідного інституту з інженерних вишукувань у будівництві (ПНИИИС) і Державного дорожнього науково-дослідного інституту (СоюздорНИИ) Російської Федерації

ВНЕСЕНИЙ Держбудом Росії

2 ПРИЙНЯТИЙ

Міждержавною науково-технічною комісією з стандартизації і технічного нормування в будівництві (МНТКБ) 2 грудня 1999р.

За прийняття стандарту проголосували:

Найменування держави	Найменування органу державного управління будівництвом
Республіка Вірменія	Держупрархітектури
Республіка Казахстан	Мінбуд
Киргизька Республіка	Держбуд
Республіка Молдова	Мінархбуд
Російська Федерация	Держбуд
Республіка Таджикистан	Держбуд
Республіка Узбекистан	Держкомархітектбуд
Україна	Держбуд

3 НА ЗАМІНУ

ГОСТ 20276-85, ГОСТ 21719-80,
ГОСТ 23253-78, ГОСТ 23741-79

4 ВВЕДЕНИЙ

наказом Держбуду України від 9 жовтня 2000 р. № 226

Цей стандарт не може бути повністю або частково відтворений, тиражований та розповсюджений як офіційне видання без дозволу Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН

Государственным предприятием – Научно-исследовательским, проектно-изыскательским и конструкторско-технологическим институтом оснований и подземных сооружений (НИИОСП) им. Герсеванова с участием Производственного и научно-исследовательского института по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС) и Государственного дорожного научно-исследовательского института (СоюздорНИИ) Российской Федерации

ВНЕСЕН Госстроем России

2 ПРИНЯТ

Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации и техническому нормированию в строительстве (МНТКС) 2 декабря 1999 г.

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование органа государственного управления строительством
Республика Армения	Госупрархитектуры
Республика Казахстан	Минстрой
Киргизская Республика	Госстрой
Республика Молдова	Минархстрой
Росийская Федерация	Госстрой
Республика Таджикистан	Госстрой
Республика Узбекистан	Госкомархитектстрой
Україна	Госстрой

3 ВЗАМЕН

ГОСТ 20276-85, ГОСТ 21719-80,
ГОСТ 23253-78, ГОСТ 23741-79

Настоящий межгосударственный стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Секретариата Межгосударственной научно-технической комиссии по стандартизации и техническому нормированию в строительстве

Зміст	Содержание
1 Галузь використання 1	1 Область применения 1
2 Нормативні посилання 1	2 Нормативные ссылки 1
3 Визначення 2	3 Определения 2
4 Загальні положення 2	4 Общие положения 2
5 Метод випробування штампом 3	5 Метод испытания штампом 3
6 Метод випробування радіальним прессиометром 13	6 Метод испытания радиальным прессиометром 13
7 Метод випробування лопатевим прессиометром 18	7 Метод испытания лопастным прессиометром 18
8 Метод випробування плоским дилатометром 21	8 Метод испытания плоским дилатометром 21
9 Метод випробування самозабурюваним лопатевим прессиометром гірляндного типу 24	9 Метод испытания самозабуривающимся лопастным прессиометром гиляндрного типа 24
10 Метод випробування гарячим штампом 25	10 Метод испытания горячим штампом 25
11 Метод зрізу ціликів ґрунту 31	11 Метод среза целиков ґрунта 31
12 Методи обертального, поступального і кільцевого зрізів 39	12 Методы вращательного, поступательного и кольцевого срезов 39
Додаток А Схеми випробувань ґрунту для визначення характеристик деформованості 54	Приложение А Схеми испытаний ґрунта для определения характеристик деформируемости 54
Додаток Б Форми першої і наступних сторінок журналів польових випробувань ґрунтів 55	Приложение Б Формы первой и последующих страниц журналов полевых испытаний ґрунтов 55
Додаток В Конструкція гвинтового штампу 69	Приложение В Конструкция винтового штампа 69
Додаток Г Визначення витрати води для замочування просадних ґрунтів в основі штампа 70	Приложение Г Определение расхода воды для замачивания просадочных ґрунтов в основании штампа 70
Додаток Д Зразок графічного оформлення результатів випробування ґрунту штампом 71	Приложение Д Образец графического оформления результатов испытания ґрунта штампом 71
Додаток Е Обробка результатів випробувань просадних ґрунтів 72	Приложение Е Обработка результатов испытаний просадочных ґрунтов 72
Додаток Ж Зразок графічного оформлення результатів випробування ґрунту радіальним прессиометром 73	Приложение Ж Образец графического оформления результатов испытания ґрунта радиальным прессиометром 73

Додаток И	
Зразок графічного оформлення результатів випробування ґрунту лопатевим прессиоетром	75
Додаток К	
Визначення коефіцієнта К _г	76
Додаток Л	
Зразок графічного оформлення результатів випробування ґрунту на зріз	77
Додаток М	
Основні параметри крильчатки	78
Додаток Н	
Зразок графічного оформлення результатів випробування мерзлого ґрунту гарячим штампом.....	79
Додаток П	
Основні параметри установок для поступального і кільцевого зрізів ґрунту	80

Приложение И	
Образец графического оформления результатов испытания ґрунта лопастным прессиоетром	75
Приложение К	
Определение коэффициента К _г	76
Приложение Л	
Образец графического оформления результатов испытания ґрунта на срез	77
Приложение М	
Основные параметры крыльчатки	78
Приложение Н	
Образец графического оформления результатов испытания мерзлого ґрунта горячим штампом	79
Приложение П	
Основные параметры установок для поступального и кольцевого срезов ґрунта	80

Основи та підвалини будинків і споруд

Грунти.

Методи польового визначення характеристик міцності і деформованості

Грунты.

Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости

Soils.

Field methods for determining the strength and strain characteristics

ДСТУ Б В.2.1-7-2000
(ГОСТ 20276-99)

Чинний від 2001-03-01

Дата введення 2000-07-01

1 ГАЛУЗЬ ВИКОРИСТАННЯ

Даний стандарт встановлює методи польового визначення характеристик міцності і деформованості ґрунтів при їх дослідженні для будівництва.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У даному стандарті використані посилання на такі стандарти:

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт устанавливает методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости грунтов при их исследовании для строительства.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 5180-84	Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик		
ГОСТ 12071-84	Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов		
ГОСТ 12536-79	Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава		
ДСТУ Б В.2.1-5-96 (ГОСТ 20522-96)	Грунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань	ГОСТ 20522-96	Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний
ГОСТ 27751-88	Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету		
ДСТУ Б В.2.1-8-96 (ГОСТ 30416-96)	Грунти. Лабораторні випробування. Загальні положення	ГОСТ 30416-96	Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения
ДСТУ Б В.2.1-6-2000 (ГОСТ 30672-99)	Грунти. Польові випробування. Загальні положення	ГОСТ 30672-99	Грунты. Полевые испытания. Общие положения

3 ВИЗНАЧЕННЯ

Основні терміни, які використовуються у даному стандарті, та їх визначення наведені в ГОСТ 30416 та ГОСТ 30672.

4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1 Даний стандарт встановлює такі методи польового визначення характеристик міцності і деформованості ґрунтів:

- випробування штампом, випробування радіальним пресиометром, випробування лопатевим пресиометром, випробування плоским дилатометром, випробування самозабурюваним лопатевим пресиометром гірляндного типу, зріз ціликів ґрунту, обертальний, поступальний і кільцевий зрізи - для не-мерзлих ґрунтів;

- випробування гарячим штампом - для мерзлих ґрунтів.

Примітка. За спеціальним завданням можуть застосовуватись інші методи випробувань і конструкції приладів, що забезпечують моделювання процесів навантажування ґрунту.

4.2 Загальні вимоги до польових випробувань ґрунтів, обладнання і приладів, підготовки майданчиків і виробок для випробування наведені в ГОСТ 30672.

4.3 Випробування ґрунту проводять в гірничих виробках (розчистках, котлованах, шурфах, штреках, бурових свердловинах тощо) або в масиві ґрунту при збереженні природної будови ґрунту. Схеми випробувань для визначення характеристик деформованості наведені в додатку А.

4.4 При проходженні дослідної свердловини забороняється застосування ударно-канатного, вібраційного та шнекового буріння, починаючи з відмітки на 1 м вище ділянки, на якій буде проводитись випробування. На цій ділянці свердловину слід проходити обертальним способом з допомогою колонкової труби, оббурювального ґрунтоноса або бурової ложки, частота обертання яких не повинна перевищувати 60 об/хв, осьове навантаження на буровий наконечник - не більше 0,5 кН.

4.5 При бурінні свердловин для випробування ґрунту нижче рівня підземних вод не допускається зниження рівня підземних вод у свердловині. 2

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Основные термины, используемые в настоящем стандарте, и их определения приведены в ГОСТ 30416 и ГОСТ 30672.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Настоящий стандарт устанавливает следующие методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости ґрунтов:

- испытание штампом, испытание радиальным прессиометром, испытание лопатным прессиометром, испытание плоским дилатометром, испытание самозабуривающимся лопатным прессиометром гиляндрного типа, срез целиков ґрунта, вращательный, поступательный и кольцевой срезы - для немерзлых ґрунтов;

- испытание горячим штампом - для мерзлых ґрунтов.

Примечание. По специальному заданию могут применяться другие методы испытаний и конструкции приборов, обеспечивающие моделирование процессов нагружения ґрунта.

4.2 Общие требования к полевым испытаниям ґрунтов, оборудованию и приборам, подготовке площадок и выработок для испытаний приведены в ГОСТ 30672.

4.3 Испытания ґрунта проводят в горных выработках (расчистках, котлованах, шурфах, штреках, буровых скважинах и т.д.) или в массиве ґрунта при сохранении природного сложения ґрунта. Схемы испытаний для определения характеристик деформируемости приведены в приложении А.

4.4 При проходке опытной скважины запрещается применение ударно-канатного, вибрационного и шнекового бурения, начиная с отметки на 1 м выше участка, на котором будет производится испытание. На этом участке скважину следует проходить вращательным способом с помощью колонковой трубы, обуривающего ґрунтоноса или буровой ложки, частота вращения которых не должна превышать 60 об/мин, осевая нагрузка на буровой наконечник - не более 0,5 кН.

4.5 При бурении скважин для испытания ґрунта ниже уровня подземных вод не допускается понижение уровня подземных вод в скважине.

4.6 Проміжок часу між закінченням буріння дослідної свердловини і початком випробування ґрунту вище рівня підземних вод не повинен перевищувати 2 год, нижче рівня підземних вод - 0,5 год. Виняток складають випробування ґрунту штампами, при яких за вказаний час необхідно тільки встановити штамп на вибій виробки.

4.7 Проходку гірничих виробок у мерзлих ґрунтах належить здійснювати до потрібної за умовами випробувань глибини, але не менше глибини максимального сезонного відтавання, а в умовах незливаної вічномерзлої товщі - до верхньої межі цієї товщі.

4.8 Мінімальна товщина однорідного шару ґрунту, який випробовується, повинна складати не менше двох діаметрів штампа при випробуванні ґрунту штампом і 1,5 висоти робочого наконечника при випробуванні ґрунту прессиометрами, дилатометрами і на зріз у свердловинах і в масиві.

4.9 На позначці випробування ґрунту в свердловинах і інших виробках повинні бути відібрані зразки і в лабораторних умовах визначені фізичні характеристики: гранулометричний склад за ГОСТ 12536, вологість і щільність ґрунту, щільність часток ґрунту, вологість на межі розкочування і текучості за ГОСТ 5180, а також обчислені щільність сухого ґрунту, коефіцієнт пористості, ступінь вологості, число пластичності і показник текучості.

4.10 Зразки ґрунту для визначення його фізичних характеристик слід відбирати на відстані не більше 3 м від осі виробки для проведення випробувань.

4.11 У процесі випробувань ведуть журнали за формами, наведеними у додатку Б.

5 МЕТОД ВИПРОБУВАННЯ ШТАМПОМ

5.1 Суть методу

5.1.1 Випробування ґрунту штампом проводять для визначення таких характеристик деформованості:

- модуля деформації E для великоуламкових ґрунтів, пісків, глинистих, органіномінеральних і органічних ґрунтів;

4.6 Промежуток времени между окончанием бурения опытной скважины и началом испытания ґрунта выше уровня подземных вод не должен превышать 2 ч, ниже уровня подземных вод - 0,5 ч. Исключение составляют испытания ґрунта штампами, при которых за указанное время необходимо только установить штамп на забой выработки.

4.7 Проходку горных выработок в мерзлых ґрунтах надлежит осуществлять до требуемой по условиям испытаний глубины, но не менее глубины максимального сезонного оттаивания, а в условиях несливающейся вечномерзлой толщии - до верхней границы этой толщии.

4.8 Минимальная толщина однородного слоя испытываемого ґрунта должна составлять не менее двух диаметров штампа при испытании ґрунта штампом и 1,5 высоты рабочего наконечника при испытании ґрунта прессиометрами, дилатометрами и на срез в скважинах и в массиве.

4.9 На отметке испытания ґрунта в скважинах и других выработках должны быть отобраны образцы и в лабораторных условиях определены физические характеристики: гранулометрический состав по ГОСТ 12536, влажность и плотность ґрунта, плотность частиц ґрунта, влажность на границах раскатывания и текучести по ГОСТ 5180, а также вычислены плотность сухого ґрунта, коэффициент пористости, степень влажности, число пластичности и показатель текучести.

4.10 Образцы ґрунта для определения его физических характеристик следует отбирать на расстоянии не более 3 м от оси выработки для проведения испытаний.

4.11В процессе испытаний ведут журналы по формам, приведенным в приложении Б.

5 МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ШТАМПОМ

5.1 Сущность метода

5.1.1 Испытание ґрунта штампом проводят для определения следующих характеристик деформируемости:

- модуля деформации E для крупнообломочных ґрунтов, песков, глинистых, органомінеральных и органических ґрунтов;

- початкового просадного тиску p_{sb} відносної деформації просідання ε_{sl} для просадних глинистих ґрунтів при випробуванні із замочуванням, крім набухаючих і засолених ґрунтів при випробуванні із замочуванням.

5.1.2 Характеристики визначають за результатами навантажування ґрунту вертикальним навантаженням у вибої гірничої виробки з допомогою штампа.

Результати випробувань оформлюють у вигляді графіків залежності осідання штампа від навантаження.

5.1.3 При випробуванні ґрунту у шурфі розміри шурфу визначають залежно від необхідності кріплення його стін та глибини проходки. Мінімальні розміри шурфу в плані - 1,5 x 1,5 м.

Діаметр дудки, пройденої механізованим способом, повинен бути не менше 0,9 м.

Діаметр дослідної бурової свердловини має бути 325 мм. Буріння свердловини слід вести з обсадкою трубами до вибою.

5.1.4 Замочування просадних ґрунтів при випробуваннях у котлованах і дудках слід проводити до ступеня вологості $S_r > 0,8$ на глибину не менше двох діаметрів штампа нижче його підшви.

Примітка. Для контролю вологості ґрунтів допускається застосовувати радіоізотопний метод.

5.2 Обладнання і прилади

5.2.1 До складу установки для випробування ґрунту штампом повинні входити:

- штамп;
- пристрій для створення і вимірювання навантаження на штамп;
- анкерний пристрій (для установок без вантажної платформи);
- пристрій для вимірювання осідань штампа;
- пристрій для замочування і контролю вологості ґрунту (при випробуванні просадних ґрунтів).

5.2.2 Конструкція установки повинна забезпечувати:

- можливість навантаження штампа ступенями тиску по 0,01-0,1 МПа;
- центровану передачу навантаження на штамп;
- сталість тиску на кожному ступені навантаження.

- начального просадочного тиску p_{sb} відносної деформації просадочності ε_{sl} для просадочних глинистих ґрунтів при испытании с замачиванием, кроме набухающих и засоленных ґрунтов при испытании с замачиванием.

5.1.2 Характеристики определяют по результатам нагружения ґрунта вертикальной нагрузкой в забое горной выработки с помощью штампа.

Результаты испытаний оформляют в виде графиков зависимости осадки штампа от нагрузки.

5.1.3 При испытании ґрунта в шурфе размеры шурфа определяют в зависимости от необходимости крепления его стен и глубины проходки. Минимальные размеры шурфа в плане - 1,5 x 1,5 м.

Диаметр дудки, проходимой механизированным способом, должен быть не менее 0,9 м.

Диаметр опытной буровой скважины должен быть 325 мм. Бурение скважины следует вести с обсадкой трубами до забоя.

5.1.4 Замачивание просадочных ґрунтов при испытаниях в котлованах и дудках следует проводить до степени влажности $S_r > 0,8$ на глубину не менее двух диаметров штампа ниже его подошвы.

Примечание. Для контроля влажности ґрунтов допускается применять радиоизотопный метод.

5.2 Оборудование и приборы

5.2.1 В состав установки для испытания ґрунта штампом должны входить:

- штамп;
- устройство для создания и измерения нагрузки на штамп;
- анкерное устройство (для установок без грузовой платформы);
- устройство для измерения осадок штампа;
- устройство для замачивания и контроля влажности ґрунта (при испытании просадочных ґрунтов).

5.2.2 Конструкция установки должна обеспечивать:

- возможность нагружения штампа ступенями давления по 0,01-0,1 МПа;
- центрированную передачу нагрузки на штамп;
- постоянство давления на каждой ступени нагружения.

5.2.3 Штampi повинні бути жорсткими, круглої форми, таких типів:

I - із плоскою підшоною площею 2500 і 5000 см²;

II - із плоскою підшоною площею 1000 см² із кільцевим привантаженням по площі, що доповнює площу штампa до 5000 см²;

III - із плоскою підшоною площею 600 см²;

IV - гвинтовий штамп площею 600 см² (додаток В).

5.2.4 Тип і площу штампa призначають у залежності від ґрунту, який випробовується, за таблицею 5.1.

5.2.5 Навантажування штампa здійснюють домкратом або тарованим вантажем.

Домкрати повинні бути попередньо відтаровані.

Навантаження вимірюють із похибкою не більше 5 % від ступеня тиску.

5.2.6 Прогиноміри для вимірювання осідання штампa повинні бути закріплені на реперній системі. Штамп повинен бути з'єднаний із прогиноміром ниткою зі сталевого дроту діаметром 0,3 - 0,5 мм. Вимірювальна система повинна забезпечувати вимірювання осідань із похибкою не більше 0,1 мм.

Необхідно враховувати деформацію дроту від температурного впливу і вводити поправку в показання прогиномірів. Поправку визначають за показаннями контрольного прогиноміра за 5.3.7. Осідання штампa слід визначати як середньоарифметичне значення показань трьох прогиномірів, що фіксують осідання штампa в трьох точках, розміщених під кутом 120° від центра штампa.

Для вимірювання осідання штампa допускається застосовувати інші прилади, які забезпечують вимірювання осідань із похибкою не більше 0,1 мм.

Примітка. При випробуванні ґрунтів у свердловинах і вимірюванні осідань штампa за переміщенням верху колони труб, що служать для передачі навантаження на штамп, враховують деформацію стиску труб від навантаження і передбачають заходи, що виключають їх поздовжній вигин.

5.2.3 Штaмпы должны быть жесткими, круглой формы, следующих типов:

I - с плоской подошвой площадью 2500 и 5000 см²;

II - с плоской подошвой площадью 1000 см² с кольцевой пригрузкой по площади, дополняющей площадь штампa до 5000 см²;

III - с плоской подошвой площадью 600 см²;

IV - винтовой штамп площадью 600 см² (приложение В).

5.2.4 Тип и площадь штампa назначают в зависимости от испытываемого ґрунта по таблице 5.1.

5.2.5 Нагружение штампa осуществляют домкратом или тарированным грузом.

Домкраты должны быть предварительно оттарированы.

Нагрузку измеряют с погрешностью не более 5 % от ступени давления.

5.2.6 Прогибомеры для измерения осадки штампa должны быть закреплены на реперной системе. Штамп должен быть соединен с прогибомером нитью из стальной проволоки диаметром 0,3 - 0,5 мм. Измерительная система должна обеспечивать измерение осадок с погрешностью не более 0,1 мм.

Необходимо учитывать деформацию проволоки от температурных воздействий и вводить поправку в показания прогибомеров. Поправку определяют по показаниям контрольного прогибомера по 5.3.7. Осадку штампa следует определять как среднеарифметическое значение показаний трех прогибомеров, фиксирующих осадку штампa в трех точках, расположенных под углом 120° от центра штампa.

Для измерения осадки штампa допускается применять другие приборы, обеспечивающие измерение осадок с погрешностью не более 0,1 мм.

Примечание. При испытании ґрунтов в скважинах и измерении осадок штампa по перемещению верху колонны труб, служащих для передачи нагрузки на штамп, учитывают деформацию сжатия труб от нагрузки и предусматривают мероприятия, исключаящие их продольный изгиб.

Таблиця

5.1

Таблиця

Грунти	Положення штампа відносно рівня підземних вод Положение штампа относительно уровня подземных вод	Глибина випробування, Глибина испытания, м	Місце проведення випробування Место проведения испытания	Штамп	
				Тип	Площа, Площади, см ²
Великоуламкові Піски щільні і середньої щільності Глини та суглинки з $I_L \leq 0,25$; супіски з $I_L \leq 0$ Крупнообломочные Пески плотные и средней плотности Глины и суглинки с $I_L \leq 0,25$; супеси с $I_L \leq 0$	На рівні підземних вод і вище На уровне подземных вод и выше	По всей товщині По всей толщине	У котловані, шурфі, дудці В котловане, шурфе, дудке	I I II	5000 2500 1000
Піски пухкі; глини та суглинки з $I_L > 0,25$; супіски з $I_L > 0$ Органо-мінеральні та органічні Пески рыхлые; глины и суглинки с $I_L > 0,25$; супеси с $I_L > 0$ Органо-минеральные и органические	Те саме То же	Те саме То же	Те саме То же	I II	5000 1000
Просадні при випробуваннях із замочуванням Просадочные при испытаниях с замачиванием	Вище рівня підземних вод Выше уровня подземных вод	»	»	I	5000
Великоуламкові Піски щільні Глини та суглинки з $I_L \leq 0,5$; супіски з $I_L \leq 0$ Крупнообломочные Пески плотные Глины и суглинки с $I_L \leq 0,5$; супеси с $I_L \leq 0$	На рівні підземних вод і вище На уровне подземных вод и выше	Нижче 6 Нижче 6	У вибої свердловини В забое скважини	III	600
Піски Глинисті при будь-яких значеннях показника текучості Пески Глинистые при любых значениях показателя текучести Органо-мінеральні та органічні Органо-минеральные и органические	Те саме То же	Те саме То же	У вибої свердловини В забое скважини	IV IV	600 600
Глини та суглинки з $I_L > 0,5$; супіски з $I_L > 1$ Органо-мінеральні та органічні Глины и суглинки с $I_L > 0,5$; супеси с $I_L > 1$ Органо-минеральные и органические	Вище і нижче рівня підземних вод Выше и ниже уровня подземных вод	До 10	В масиві без буріння свердловини В массиве без бурения скважини	IV	600

5.2.7 Реперна система, на якій закріплюють прогиноміри, повинна складатись із чотирьох паль, що забиваються або загвинчуються попарно в ґрунт із протилежних сторін виробки на відстані 1,0 - 1,5 м від країв, та металевих ригелів, що прикріплюються до них паралельно, на яких установлюють прогиноміри. Глибина заглиблення паль у ґрунт повинна забезпечувати нерухомість реперної системи в процесі випробування.

5.2.7 Реперная система, на которой крепят прогибомеры, должна состоять из четырех свай, забиваемых или завинчиваемых попарно в грунт с противоположных сторон выработки на расстоянии 1,0 - 1,5 м от краев, и прикрепляемых к ним параллельно металлических ригелей, на которых устанавливают прогибомеры. Глубина погружения свай в грунт должна обеспечивать неподвижность реперной системы в процессе испытания.

5.3 Підготовка до випробування

5.3.1 Під час випробувань у котлованах, шурфах і дудках штамп із плоскою підшовою встановлюють на дно виробки. Для досягнення щільного контакту підшови штампа з ґрунтом необхідно зробити не менше двох поворотів штампа навколо його вертикальної осі, змінюючи напрям повороту. Після встановлення штампа перевіряють горизонтальність його положення.

У глинистих ґрунтах з $I_L > 0,75$ штамп слід встановлювати у виїмку, яку улаштовують на дні виробки. Глибина виїмки повинна бути 40 - 60 см, поперечний розмір виїмки не повинен перевищувати діаметр штампа більше ніж на 10 см.

Стінки виїмки за необхідності слід закріпити.

5.3.2 Поверхня ґрунту в межах площі встановлення штампа повинна бути ретельно спланована. При утрудненні в плануванні ґрунту слід улаштовувати із маловологого піску м'якого або середньої крупності подушку завтовшки 1-2 см для глинистих і не більше 5 см - для великоуламкових ґрунтів.

При випробуваннях штампами площею 5000 см² просадних ґрунтів із замочуванням товщина подушки повинна складати 2 - 3 см для забезпечення дренажу води в ґрунт. Подушку слід укласти по всій площі встановлення штампа і навколо нього на відстані не менше 10 см.

5.3.3 При випробуваннях у свердловинах штампом типу III площею 600 см² встановлення штампа проводять після зачищення вибою свердловини спеціальним буровим наконечником-зачищувачем в декілька прийомів з його витягуванням на поверхню після кожного зачищення.

Штамп, прикріплений до колони труб діаметром 219 мм, яка має напрямні хомути, опускають у свердловину і добиваються щільного контакту штампа з ґрунтом не менше ніж двома поворотами колони труб навколо осі. Штамп повинен бути встановлений нижче обсадної труби на глибину 2-3 см.

5.3.4 Заглиблення гвинтового штампа проводять загвинчуванням механічно або вручну нижче вибою свердловини або з поверхні в масив ґрунту без буріння свердловини. При випробуваннях у свердловинах глибина загвинчування гвинтового штампа нижче вибою свердловини повинна складати 50 см для глинистих ґрунтів текучопластичної і текучої консистенції і насичених водою пісків

5.3 Подготовка к испытанию

5.3.1 При испытаниях в котлованах, шурфах и дудках штамп с плоской подошвой устанавливают на дно выработки. Для достижения плотного контакта подошвы штампа с ґрунтом необходимо произвести не менее двух поворотов штампа вокруг его вертикальной оси, меняя направление поворота. После установки штампа проверяют горизонтальность его положения.

В глинистых ґрунтах с $I_L > 0,75$ штамп следует устанавливать в выемку, устраиваемую на дне выработки. Глубина выемки должна быть 40 - 60 см, поперечный размер выемки не должен превышать диаметр штампа более чем на 10 см.

Стенки выемки при необходимости следует закрепить.

5.3.2 Поверхность ґрунта в пределах площади установки штампа должна быть тщательно спланирована. При затруднении в планировке ґрунта следует устраивать из маловлажного песка мелкого или средней крупности подушку толщиной 1-2 см для глинистых и не более 5 см - для крупнообломочных ґрунтов.

При испытаниях штампами площадью 5000 см² просадочных ґрунтов с замачиванием толщина подушки должна составлять 2 - 3 см для обеспечения дренирования воды в ґрунт. Подушку следует укладывать по всей площади установки штампа и вокруг него на расстоянии не менее 10 см.

5.3.3 При испытаниях в скважинах штампом типа III площадью 600 см² установку штампа производят после зачистки забоя скважины специальным буровым наконечником-зачистителем в несколько приемов с его извлечением на поверхность после каждой зачистки.

Штамп, прикрепленный к колонне труб диаметром 219 мм, имеющей направляющие хомуты, опускают в скважину и добиваются плотного контакту штампа с ґрунтом не менее чем двумя поворотами колонны труб вокруг оси. Штамп должен быть установлен ниже обсадной трубы на глубину 2-3 см.

5.3.4 Погружение винтового штампа производят завинчиванием механически или вручную ниже забоя скважины или с поверхности в массив ґрунта без бурения скважины. При испытаниях в скважинах глубина завинчивания винтового штампа ниже забоя скважины должна составлять 50 см для глинистых ґрунтов текучепластичной и текучей консистенции и насыщенных водой песков и 30 см -

і 30 см - для решти ґрунтів. Допускається збільшувати указану глибину у випадках, коли при вимірах осевого навантаження на штамп виключається вплив тертя ґрунту з боковою поверхнею ствола.

5.3.5 У процесі загвинчування гвинтового штампа повинен проводитись контроль за його зануренням відносно глибини заглиблення штампа за один оберт $A/$; до кроку гвинтової лопаті a . Це відношення повинно знаходитись у межах

$$0,7 \leq \frac{\Delta h}{a} \leq 1,0. \quad (5.1)$$

5.3.6 Після встановлення штампа монтують пристрій для навантаження штампа, анкерний пристрій та вимірювальну систему.

5.3.7 Контрольний прогиномір встановлюють на реперній системі, його нитку прикріплюють до нерухомого репера, що влаштовується в стіні виробки; довжина нитки повинна дорівнювати довжині нитки прогиноміра, який вимірює осідання штампа.

5.3.8 Після монтажу всіх пристроїв і вимірювальної системи записують початкові показання приладів.

5.4 Проведення випробування

5.4.1 Навантаження на штамп слід збільшувати ступенями тиску Δp , вказаними в таблицях 5.2- 5.4.

Загальна кількість ступенів тиску після досягнення тиску, що відповідає вертикальній нормальній напрузі від власної ваги ґрунту $\sigma_{zg,0}$ на відмітці випробування, повинно бути не менше чотирьох.

До першого ступеня тиску слід включити вагу деталей установки, яка впливає на навантаження штампа.

При використанні штампа типу II кільцеве привантаження повинне відповідати напрузі $\sigma_{zg,0}$ на відмітці випробування.

Час витримки кожного наступного ступеня тиску повинен бути не менше часу витримки попереднього.

для остальных ґрунтов. Допускается увеличивать указанную глубину в случаях, когда при измерениях осевой нагрузки на штамп исключается влияние трения ґрунта по боковой поверхности ствола.

5.3.5 В процессе завинчивания винтового штампа должен проводиться контроль за его погружением относительно глубины погружения штампа за один оборот A/γ к шагу винтовой лопасти a . Это отношение должно находиться в пределах

5.3.6 После установки штампа монтируют устройство для нагружения штампа, анкерное устройство и измерительную систему.

5.3.7 Контрольный прогибомер устанавливают на реперной системе, его нить закрепляют к неподвижному реперу, устраиваемому в стене выработки; длина нити должна быть равна длине нити прогибомера, измеряющего осадку штампа.

5.3.8 После монтажа всех устройств и измерительной системы записывают начальные показания приборов.

5.4 Проведение испытания

5.4.1 Нагрузку на штамп следует увеличивать ступенями давлений Δp , указанными в таблицах 5.2 - 5.4.

Общее количество ступеней давления после достижения давления, соответствующего вертикальному нормальному напряжению от собственного веса ґрунта $\sigma_{zg,0}$ на отметке испытания, должно быть не менее четырех.

В первую ступень давления следует включить вес деталей установки, влияющих на нагрузку штампа.

При применении штампа типа II кольцевая пригрузка должна соответствовать напряжению $\sigma_{zg,0}$ на отметке испытания.

Время выдержки каждой последующей ступени давления должно быть не менее времени выдержки предыдущей.

Таблиця 5.2
Таблиця

Грунти Грунты	Коефіцієнт водонасичення Кoeffициент водонасыщения	Ступінь тиску Δp , МПа, при щільності будови ґрунтів Степень давления Δp , МПа, при плотности сложения грунтов			Час умовної стабілізації деформації t , год
		щільні плотные	середньої щільності средней плотности	пухкі рыхлые	Время условной стабилизации деформации t , ч
Великоуламкові Крупнообломочные	$S_r \leq 1,0$	0,1	0,1	0,1	0,5
Піски крупні Пески крупные	$S_r \leq 1,0$	0,1	0,05	0,025	0,5
Піски середньої крупності Пески средней крупности	$S_r \leq 0,5$ $0,5 < S_r \leq 1,0$	0,1 0,1	0,05 0,05	0,025 0,025	0,5 1,0
Піски мілкі і пилуваті Пески мелкие и пылеватые	$S_r \leq 0,5$ $0,5 < S_r \leq 1,0$	0,05 0,05	0,025 0,025	0,01 0,01	1,0 2,0

Таблиця 5.3
Таблиця

Грунти Грунты	Ступінь тиску Δp , МПа з коефіцієнтом пористості Степень давления Δp , МПа, при коэффициенте пористости				Час умовної стабілізації деформації t , год Время условной стабилизации деформации t , ч
	$e \leq 0,5$	$0,5 < e \leq 0,8$	$0,8 < e \leq 1,1$	$e > 1,1$	
Глинисті з показником текучості: Глинистые с показателем текучести: $I_L \leq 0,25$ $0,25 < I_L \leq 0,75$ $0,75 < I_L \leq 1$ $I_L \leq 1$	0,1 0,1 0,05 0,05	0,1 0,05 0,025 0,025	0,05 0,05 0,025 0,01	0,05 0,025 0,01 0,01	1 2 2 3

* З коефіцієнтом пористості $e > 1,1$ час стабілізації збільшується на 1 год.

* При коэффициенте пористости $e > 1,1$ время условной стабилизации увеличивается на 1 ч.

Таблиця 5.4
Таблиця

Грунти Грунты	Ступінь тиску Δp , МПа Степень давления Δp , МПа	Час умовної стабілізації деформації t , год Время условной стабилизации деформации t , ч
Просадні природної вологості Просадочные природной влажности	0,05	1
Просадні після замочування Просадочные после замачивания	0,025	2
Органо-мінеральні та органічні Органо-минеральные и органические	0,005-0,01	4

5.4.2 Кожний ступінь тиску витримують до умовної стабілізації деформації ґрунту (осідання штампа).

За критерій умовної стабілізації деформації приймають швидкість осідання штампа, яка не перевищує 0,1 мм за час t , указаний в таблицях 5.2 - 5.4.

5.4.2 Каждую степень давления выдерживают до условной стабилизации деформации ґрунта (осадки штампа).

За критерий условной стабилизации деформации принимают скорость осадки штампа, не превышающую 0,1 мм за время t , указанное в таблицах 5.2 - 5.4.

5.4.3 Відліки за прогиномірами на кожному ступені навантаження проводять:

- при випробуванні великоуламкових ґрунтів і пісків - через кожні 10 хв протягом перших півгодини, 15 хв протягом другої півгодини і далі через 30 хв до умовної стабілізації деформації ґрунту;
- при випробуванні глинистих ґрунтів - через кожні 15 хв протягом першої години, 30 хв протягом другої години, далі через 1 год до умовної стабілізації деформації ґрунту.

5.4.4 Випробування просадних ґрунтів із замочуванням слід проводити за схемою "двох кривих" або "однієї кривої".

Вибір схеми випробувань повинен бути проведений у залежності від комплексу характеристик, необхідних для проектування.

Випробування за схемою "двох кривих" слід виконувати за необхідності визначення повного комплексу характеристик (5.5.3), за схемою "однієї кривої" - у випадках, коли достатньо визначити модуль деформації ґрунту природної вологості і відносне просідання при одному заданому тиску.

5.4.5 Під час випробувань за схемою "однієї кривої" навантаження на штамп збільшують ступенями до заданого тиску p_z , який приймається в інтервалі 0,2 - 0,4 МПа.

Тиск p_z повинен бути встановлений з урахуванням передбачуваного фактичного тиску на ґрунт в основі фундаменту, що дорівнює сумі тисків від навантаження фундаменту і власної ваги ґрунту в насиченому водою стані на відмітці випробування.

Після досягнення умовної стабілізації осідання на останньому ступені, який відповідає тиску p_z , ґрунт в основі штампа слід замочити і продовжувати замочування з вимірюванням осідання ґрунту до його умовної стабілізації при витраті води не менше ніж розрахована згідно з додатком Г.

За критерій умовної стабілізації просідання ґрунту слід приймати швидкість осідання штампа, яка не перевищує 0,1 мм за дві години.

5.4.6 Випробування за схемою "двох кривих" слід проводити на одній глибині у двох шурфах, розміщених на відстані 5 - 6 м.

В одному шурфі випробування слід виконувати відповідно до вимог 5.4.5, в іншому - замочити ґрунт (з витратою води не менше ніж розраховано згідно з додатком Г) після монтажу установки до прикладення навантажен-10

5.4.3 Отсчеты по прогибомерам на каждой ступени нагружения производят:

- при испытании крупнообломочных ґрунтов и песков - через каждые 10 мин в течение первого получаса, 15 мин в течение второго получаса и далее через 30 мин до условной стабилизации деформации ґрунта;
- при испытании глинистых ґрунтов - через каждые 15 мин в течение первого часа, 30 мин в течение второго часа, далее через 1 ч до условной стабилизации деформации ґрунта.

5.4.4 Испытания просадочных ґрунтов с замачиванием следует проводить по схеме "двух кривых" или "одной кривой".

Выбор схемы испытаний должен быть произведен в зависимости от комплекса характеристик, необходимых для проектирования.

Испытания по схеме "двух кривых" следует выполнять при необходимости определения полного комплекса характеристик (5.5.3), по схеме "одной кривой" - в случаях, когда достаточно определить модуль деформации ґрунта природной влажности и относительную просадочность при одном заданном давлении.

5.4.5 При испытаниях по схеме "одной кривой" нагрузку на штамп увеличивают ступенями до заданного давления p_z , принимаемого в интервале 0,2 - 0,4 МПа.

Давление p_z должно быть установлено с учетом предполагаемого фактического давления на ґрунт в основании фундамента, равного сумме давлений от нагрузки фундамента и собственного веса ґрунта в насыщенном водой состоянии на отметке испытания.

После достижения условной стабилизации осадки на последней ступени, соответствующей давлению p_z , ґрунт в основании штампа следует замочить и продолжать замачивание с измерениями просадки ґрунта до ее условной стабилизации при расходе воды не менее рассчитываемого по приложению Г.

За критерий условной стабилизации просадки ґрунта следует принимать скорость осадки штампа, не превышающую 0,1 мм за два часа.

5.4.6 Испытания по схеме "двух кривых" следует проводить на одной глубине в двух шурфах, расположенных на расстоянии 5 - 6 м.

В одном шурфе испытания необходимо выполнять в соответствии с требованиями 5.4.5, в другом - замочить ґрунт (при расходе воды не менее рассчитываемого по приложению Г) после монтажа установки до приложе-

ня, а потім навантажувати штамп ступенями до тиску p_3 , продовжуючи замочування ґрунту.

5.4.7 Відліки за прогиномірами після замочування просадного ґрунту слід проводити через проміжки часу, вказані в 5.4.3.

5.4.8 Замочування просадних ґрунтів в основі штампа у котлованах, шурфах і дудках слід проводити розосередженим струменем для запобігання розмиву ґрунту, підтримуючи рівень води на 5 - 10 см вище поверхні піщаної подушки і вимірюючи витрату води.

5.4.9 Після закінчення випробувань виробку слід заглибити нижче відмітки випробування на глибину не менше двох діаметрів штампа для контролю однорідності ґрунту, який випробовується.

5.4.10 У процесі випробування ведуть журнал, форма якого наведена у додатку Б.

5.5 Обробка результатів

5.5.1 За даними випробувань будують графік залежності осідання штампа від тиску $S = f(p)$ (додаток Д).

На графіку проводять осереднену пряму методом найменших квадратів або графічним методом.

За початкові значення p_0 і S_0 (перша точка, яка ключена в осереднення) приймають тиск, що дорівнює напрузі $\sigma_{rg. o}$ (5.4.1), і відповідне осідання; за кінцеві значення p_n і S_n - значення p_i і S_i , які відповідають четвертій точці графіка на прямолинійному відрізку.

Якщо при тиску p_i приріст осідання буде вдвічі більший, ніж для попереднього ступеня тиску p_{i-1} , а при наступному ступені тиску p_{i+1} , приріст осідання буде дорівнювати або більший приросту осідання при p_i за кінцеві значення p_n і S_n слід приймати p_{i-1} і S_{i-1} . При цьому кількість точок, які включені в осереднення, повинна бути не менше трьох. Інакше при випробуванні ґрунту необхідно застосовувати менші ступені тиску.

Примітка. При проведенні випробувань гвинтовим штампом (із збереженням природного напруженого стану ґрунту) за початкові значення p_0 і S_0 приймають значення p_b та S_b , які відповідають першому ступеню навантаження на графіку $S = f(p)$.

ня нагрузки, а затем нагружать штамп ступенями до давления p_3 , продолжая замачивание ґрунта.

5.4.7 Отсчеты по прогибомерам после замачивания просадочного ґрунта следует производить через промежутки времени, указанные в 5.4.3.

5.4.8 Замачивание просадочных ґрунтов в основании штампа в котлованах, шурфах и дудках следует производить рассредоточенной струёй во избежание размыва ґрунта, поддерживая уровень воды на 5 - 10 см выше поверхности песчаной подушки и измеряя расход воды.

5.4.9 По окончании испытаний выработку следует углубить ниже отметки испытания на глубину не менее двух диаметров штампа для контроля однородности испытываемого ґрунта.

5.4.10 В процессе испытания ведут журнал, форма которого приведена в приложении Б.

5.5 Обработка результатов

5.5.1 По данным испытаний строят график зависимости осадки штампа от давления $S = f(p)$ (приложение Д).

На графике проводят осредняющую прямую методом наименьших квадратов или графическим методом.

За начальные значения p_0 и S_0 (первая точка, включаемая в осреднение) принимают давление, равное напряжению $\sigma_{rg. o}$ (5.4.1), и соответствующую осадку; за конечные значения p_n и S_n - значения p_i и S_i , соответствующие четвертой точке графика на прямолинейном участке.

Если при давлении p_i приращение осадки будет вдвое больше, чем для предыдущей ступени давления p_{i-1} , а при последующей ступени давления p_{i+1} , приращение осадки будет равно или больше приращения осадки при p_i за конечные значения p_n и S_n следует принимать p_{i-1} и S_{i-1} . При этом количество включаемых в осреднение точек должно быть не менее трех. В противном случае при испытании ґрунта необходимо применять меньшие ступени давления.

Примечание. При проведении испытаний винтовым штампом (с сохранением природного напряженного состояния ґрунта) за начальные значения p_0 и S_0 принимают значения p_b и S_b , соответствующие первой ступени нагрузки на графике $S = f(p)$.

5.5.2 Модуль деформації ґрунту E , МПа, обчислюють для лінійного відрізка графіка за формулою

$$E = (1 - \nu^2) \cdot K_p \cdot K_1 \cdot D \frac{\Delta p}{\Delta S}, \quad (5.2)$$

де ν - коефіцієнт Пуассона, який приймається 0,27 для великоуламкових ґрунтів; 0,30 - для пісків і супісків; 0,35 - для суглинків; 0,42 - для глин;

K_p - коефіцієнт, що приймається в залежності від заглиблення штампа h/D ;

h - глибина розміщення штампа відносно поверхні ґрунту, см;

D - діаметр штампа, см;

K_1 - коефіцієнт, який приймається 0,79 для жорсткого круглого штампа;

Δ - приріст тиску на штамп (5.5.1), МПа, який дорівнює $p_n - p_o$;

ΔS - приріст осідання штампа, що відповідає Δp , см, і визначається за осередненою прямою.

Коефіцієнт K_p приймають рівним 1 при випробуваннях ґрунтів штампами у котлованах, шурфах і дудках. При випробуваннях ґрунтів гвинтовим штампом у бурових свердловинах нижче вибою і в масиві без буріння свердловин коефіцієнт K_p приймають в залежності від відношення h/D за таблицею 5.5, де h - глибина розміщення штампа відносно поверхні ґрунту, см.

Примітка. При випробуванні ґрунту штампом типу III у вибої бурових свердловин допускається приймати коефіцієнт K_p рівним 1 незалежно від h/D .

5.5.2 Модуль деформации ґрунта E , МПа, вычисляют для линейного участка графика по формуле

$$E = (1 - \nu^2) \cdot K_p \cdot K_1 \cdot D \frac{\Delta p}{\Delta S}, \quad (5.2)$$

где ν - коэффициент Пуассона, принимаемый равным 0,27 для крупнообломочных ґрунтов; 0,30 - для песков и супесей; 0,35 - для суглинков; 0,42 - для глин;

K_p - коэффициент, принимаемый в зависимости от заглиблення штампа h/D ;

h - глубина расположения штампа относительно поверхности ґрунта, см;

D - диаметр штампа, см;

K_1 - коэффициент, принимаемый равным 0,79 для жесткого круглого штампа;

Δ - приращение давления на штамп (5.5.1), МПа, равное $p_n - p_o$;

ΔS - приращение осадки штампа, соответствующее Δp , см, определяемое по осредняющей прямой.

Коефіцієнт K_p приймають рівним 1 при испытаниях ґрунтов штампами в котлованах, шурфах и дудках. При испытаниях ґрунтов винтовым штампом в буровых скважинах ниже забоя и в массиве без бурения скважин коэффициент K_p приймають в зависимости от отношения h/D по таблице 5.5, где h - глубина расположения штампа относительно поверхности ґрунта, см.

Примечание. При испытании ґрунта штампом типа III в забое буровых скважин допускается принимать коэффициент K_p равным 1 независимо от h/D .

Таблиця 5.5

Таблиця

h/D	0	1	2	3	4	≥ 5
K_p	1	0,90	0,82	0,77	0,73	0,70

5.5.3 За результатами випробувань просадних ґрунтів слід визначати відповідно до вказівок додатка Е:

- модуль деформації ґрунту природної вологості E та відносне просідання ε_{s1} , при заданому тиску p_3 - при випробуванні за схемою "однієї кривої";

5.5.3 По результатам испытаний просадочных ґрунтов следует определять в соответствии с указаниями приложения Е:

- модуль деформации ґрунта природной влажности E и относительную просадочность ε_{s1} , при заданном давлении p_3 - при испытании по схеме "одной кривой";

- модуль деформації ґрунту природної вологості E та у водонасиченому стані E_{sat} (після замочування), початковий просадний тиск p_{sl} і відносне просідання ε_{sl} при різних тисках - при випробуванні за схемою "двох кривих".

6 МЕТОД ВИПРОБУВАННЯ РАДІАЛЬНИМ ПРЕСИОМЕТРОМ

6.1 Суть методу

6.1.1 Випробування ґрунту радіальним прессиометром проводять для визначення модуля деформації E пісків, глинистих, органо-мінеральних і органічних ґрунтів.

6.1.2 Модуль деформації визначають за результатами навантажування ґрунту горизонтальним навантаженням у стінках свердловини з допомогою радіального прессиометра.

Результати випробування оформлюють у вигляді графіка залежності горизонтальних переміщень ґрунту від горизонтального тиску.

6.1.3 При випробуванні ґрунту радіальним прессиометром застосовують таке устаткування і способи проходки свердловин, які забезпечують збереження природного напруженого стану ґрунту:

- самозабурювальні прессиометри;
- буріння свердловин під захистом важких розчинів;
- проходка ділянки свердловини, на якій будуть проводитися випробування, з допомогою рухомої колони обсадних труб.

У ґрунтах, які забезпечують стійкість стінок свердловини, допускається проведення випробувань без збереження природного напруженого стану. При цьому обов'язковим є збереження природної будови ґрунтів.

6.1.4 Під час проходки дослідної свердловини слід дотримуватися вимог 4.4.

6.1.5 Діаметр свердловин не повинен перевищувати діаметра зонда прессиометра більше ніж на 10 мм.

6.2 Обладнання та прилади

6.2.1 До складу установки для випробувань ґрунту радіальним прессиометром повинні входити:

- зонд;
- пристрій для утворення та вимірювання тиску в камері зонда;

- модуль деформації ґрунту природної вологості E і в водонасиченому стані E_{sat} (после замачивания), начальное просадочное давление p_{sl} и относительную просадочность ε_{sl} при различных давлениях - при испытании по схеме "двух кривых".

6 МЕТОД ИСПЫТАНИЯ РАДИАЛЬНЫМ ПРЕССИОМЕТРОМ

6.1 Сущность метода

6.1.1 Испытание ґрунту радіальним прессиометром проводят для определения модуля деформации E песков, глинистых, органо-минеральных и органических ґрунтов.

6.1.2 Модуль деформации определяют по результатам нагружения ґрунта горизонтальной нагрузкой в стенках скважины с помощью радиального прессиометра.

Результаты испытания оформляют в виде графика зависимости горизонтальных перемещений ґрунта от горизонтального давления.

6.1.3 При испытании ґрунта радиальным прессиометром применяют следующее оборудование и способы проходки скважин, обеспечивающие сохранение природного напряженного состояния ґрунта:

- самозабуривающиеся прессиометры;
- бурение скважин под защитой тяжелых растворов;
- проходка участка скважины, на котором будут производиться испытания, с помощью подвижной колонны обсадных труб.

В ґрунтах, обеспечивающих устойчивость стенок скважины, допускается проведение испытаний без сохранения природного напряженного состояния. При этом обязательным является сохранение природного сложения ґрунтов.

6.1.4 При проходке опытной скважины следует соблюдать требования 4.4.

6.1.5 Диаметр скважин не должен превышать диаметра зонда прессиометра более чем на 10 мм.

6.2 Оборудование и приборы

6.2.1 В состав установки для испытания ґрунта радиальным прессиометром должны входить:

- зонд;
- устройство для создания и измерения давления в камере зонда;

- пристрій для вимірювання переміщень оболонки зонда.

6.2.2 Конструкція установки повинна забезпечувати:

- можливість створення тиску на ґрунт ступенями по 0,01 - 0,1 МПа;
- сталість тиску на кожному ступені навантаження;
- можливість тарування зонда.

6.2.3 Довжина камери зонда повинна бути не менше чотирьох її діаметрів.

Примітка. При застосуванні камери, яка складається з трьох і більше секцій, загальна довжина секцій повинна бути не менше чотирьох їх діаметрів.

6.2.4 Пристрій для вимірювання тиску в камері зонда повинен забезпечувати вимірювання тиску з похибкою не більше 5 % ступеня тиску.

6.2.5 Пристрій для вимірювання переміщень оболонки зонда повинен забезпечувати вимірювання деформацій стінок свердловини при застосуванні прессиометрів із зовнішнім діаметром камери зонда від 76 до 127 мм із похибкою не більше 0,1 мм у межах зміни початкового діаметра камери в 1,5 раза.

6.2.6 Вимірювання переміщень оболонки зонда здійснюють шляхом вимірювання об'єму рідини, що витрачається на розширення камери зонда, або шляхом безпосереднього визначення радіуса камери зонда в окремих точках дистанційними датчиками.

Примітка 1. Вимірювання переміщень оболонки зонда дистанційними датчиками проводять не менше ніж у шести точках, розміщених за трьома діаметрами. Точки вимірювань повинні розміщатися в центральній частині камери в межах 1/3 її довжини.

Примітка 2. Допускається застосовувати для визначення переміщень оболонки зонда дистанційні датчики з вимірюванням довжини кола камери за трьома діаметрами в центральній частині її в межах 2/3 довжини.

6.3 Підготовка до випробування

6.3.1 У свердловину встановлюють зонд таким чином, щоб середина камери зонда була розміщена на відмітці випробування.

При проходженні свердловини із застосуванням рухомої колони обсадних труб у ґрунт попередньо заглиблюється тонкостінний робочий стакан, прикріплений до колони труб, із якого видаляють ґрунт.

- устройство для измерения перемещений оболочки зонда.

6.2.2 Конструкция установки должна обеспечивать:

- возможность создания давления на ґрунт ступенями по 0,01 - 0,1 МПа;
- постоянство давления на каждой ступени нагружения;
- возможность тарировки зонда.

6.2.3 Длина камеры зонда должна быть не менее четырех ее диаметров.

Примечание. При применении камеры, состоящей из трех и более секций, общая длина секций должна быть не менее четырех их диаметров.

6.2.4 Устройство для измерения давления в камере зонда должно обеспечивать измерение давления с погрешностью не более 5 % ступени давления.

6.2.5 Устройство для измерения перемещений оболочки зонда должно обеспечивать измерение деформаций стенок скважины при применении прессиометров с внешним диаметром камеры зонда от 76 до 127 мм с погрешностью не более 0,1 мм в пределах изменения начального диаметра камеры в 1,5 раза.

6.2.6 Измерение перемещений оболочки зонда осуществляют путем измерения объема жидкости, расходуемой на расширение камеры зонда, или путем непосредственного определения радиуса камеры зонда в отдельных точках дистанционными датчиками.

Примечание 1. Измерение перемещений оболочки зонда дистанционными датчиками производят не менее чем в шести точках, расположенных по трем диаметрам. Точки измерений должны располагаться в центральной части камеры в пределах 1/3 ее длины.

Примечание 2. Допускается применять для определения перемещений оболочки зонда дистанционные датчики с измерением длины окружности камеры по трем диаметрам в центральной части ее в пределах 2/3 длины.

6.3 Подготовка к испытанию

6.3.1 В скважину устанавливают зонд таким образом, чтобы середина камеры зонда была расположена на отметке испытания.

При проходке скважины с применением подвижной колонны обсадных труб в ґрунт предварительно внедряется тонкостенный рабочий стакан, прикрепленный к колонне труб, из которого удаляют ґрунт.

Далі на відмітку випробування опускають зонд прессиометра, робоча оболонка якого змащена глинистою суспензією із бентонітової глини або солідолом. В зонді прессиометра створюють тиск, що дорівнює напрузі $\sigma_{zg,o}$ (5.4.1) на відмітці випробування, після чого обсадну трубу трохи піднімають на висоту зонда.

6.3.2 Після встановлення зонда на відмітці випробування необхідно змонтувати пристрої для створення та вимірювання тиску у камері зонда та вимірювання переміщення оболонки зонда.

6.4 Проведення випробування

6.4.1 У камері зонда створюють тиск ступенями по 0,025 МПа до моменту стикання оболонки зонда зі стінками свердловини, а далі - ступенями, вказаними в таблицях 5.2 -5.4.

При визначенні тиску на стінку свердловини у випадку застосування гідравлічних прессиометрів незалежно від обводненості свердловини необхідно до вимірюного манометром тиску додавати гідростатичний тиск стовпа рідини в гідромагістралі прессиометра.

6.4.2 Кожен ступінь тиску витримують до умовної стабілізації деформації ґрунту. За критерій умовної стабілізації деформації приймають швидкість збільшення радіуса свердловини, яка не перевищує 0,1 мм за час, указаний в таблиці 6.1.

6.4.3 Для будинків і споруд I рівня відповідальності випробування ґрунтів радіальними прессиометрами слід проводити у повільному режимі. Допускається проводити випробування ґрунту радіальними прессиометрами у швидкому режимі у тих випадках, коли виконані порівняльні випробування радіальними прессиометрами у повільному і швидкому режимах не менше ніж із дворазовою повторюваністю для даної різновидності ґрунту в районі проведення вишукувань.

Для будинків і споруд II і III рівнів відповідальності випробування радіальними прессиометрами слід проводити, як правило, у швидкому режимі.

Примітка. Рівні відповідальності будинків і споруд прийняті за ГОСТ 27751.

6.4.4 Відліки за приладами для вимірювання деформацій на кожному ступені тиску проводять відповідно до таблиці 6.2.

У процесі випробування ведуть журнал, форма якого наведена у додатку Б.

Далее на отметку испытания опускают зонд прессиометра, рабочая оболочка которого смазана глинистой суспензией из бентонитовой глины или солидолом. В зонде прессиометра создают давление, равное напряжению $\sigma_{zg,o}$ (5.4.1) на отметке испытания, после чего обсадную трубу приподнимают на высоту зонда.

6.3.2 После установки зонда на отметке испытания необходимо смонтировать устройства для создания и измерения давления в камере зонда и измерения перемещения оболочки зонда.

6.4 Проведение испытания

6.4.1 В камере зонда создают давление ступенями по 0,025 МПа до момента соприкосновения оболочки зонда со стенками скважины, а далее - ступенями, указанными в таблицах 5.2 - 5.4.

При определении давления на стенку скважины в случае применения гидравлических прессиометров независимо от обводненности скважины необходимо к измеренному манометром давлению добавлять гидростатическое давление столба жидкости в гидромагистрале прессиометра.

6.4.2 Каждую ступень давления выдерживают до условной стабилизации деформации ґрунта. За критерий условной стабилизации деформации принимают скорость увеличения радиуса скважины, не превышающую 0,1 мм за время, указанное в таблице 6.1.

6.4.3 Для зданий и сооружений I уровня ответственности испытания ґрунтов радиальными прессиометрами следует проводить в медленном режиме. Допускается производить испытание ґрунта радиальными прессиометрами в быстром режиме в тех случаях, когда выполнены сопоставительные испытания радиальными прессиометрами в медленном и быстром режимах не менее чем с двухкратной повторяемостью для данной разновидності ґрунта в районе проведения изысканий.

Для зданий и сооружений II и III уровней ответственности испытания радиальными прессиометрами следует проводить, как правило, в быстром режиме.

Примечание. Уровни ответственности зданий и сооружений приняты по ГОСТ 27751.

6.4.4 Отсчеты по приборам для измерения деформаций на каждой ступени давления производят согласно таблице 6.2.

В процессе испытания ведут журнал, форма которого приведена в приложении Б.

Таблиця 6.1
Таблиця

Грунти Грунты	Режим випробування Режим испытания	Час умовної стабілізації деформації t , хв Время условной стабилизации деформации t , мин
Піски зі ступенем вологості: Пески со степенью влажности: $Sr \leq 0,8$ $Sr > 0,8$ Глинисті з показником текучості: Глинистые с показателем текучести: $I_L \leq 0,25$ $I_L > 25$ Органо-мінеральні та органічні Органо-минеральные и органические	Повільний Медленный	15 30 30 60 90
Піски Пески Глинисті Глинистые Органо-мінеральні та органічні Органо-минеральные и органические	Швидкий Быстрый	3 6 10
<p>Примітка 1. При випробуваннях штучно ущільнених, насипних та намывних ґрунтів час умовної стабілізації деформації повинен призначатися так само, як і для відповідних типів піщаних та глинистих ґрунтів у залежності від ступеня вологості і показника текучості.</p> <p>Примечание 1. При испытаниях искусственно уплотненных, насыпных и намывных грунтов время условной стабилизации деформации должно назначаться так же, как и для соответствующих типов песчаных и глинистых грунтов в зависимости от степени влажности и показателя текучести.</p> <p>Примітка 2. При застосуванні пресиометрів із похибкою вимірювання переміщень менше 0,1 мм (6.2.5) час умовної стабілізації деформації зменшується пропорційно збільшенню точності вимірювання переміщення стінки свердловини.</p> <p>Примечание 2. При применении прессиометров с погрешностью измерения перемещений меньше 0,1 мм (6.2.5) время условной стабилизации деформации уменьшается пропорционально увеличению точности измерения перемещения стенки скважины.</p>		

Таблиця 6.2
Таблиця

Грунти Грунты	Режим випробування Режим испытаний	
	повільний медленный	швидкий быстрый
Піски Пески	Через 5 хв протягом перших 15 хв, далі - через 15 хв Через 5 мин в течение первых 15 мин, далее - через 15 мин	Через 1 хв протягом перших 3 хв, далі - через 3 хв Через 1 мин в течение первых 3 мин, далее - через 3 мин
Глинисті Глинистые	Через 10 хв протягом перших 30 хв, далі - через 30 хв Через 10 мин в течение первых 30 мин, далее - через 30 мин	Через 2 хв протягом перших 6 хв, далі - через 6 хв Через 2 мин в течение первых 6 мин, далее - через 6 мин
Органо-мінеральні та органічні Органо-минеральные и органические	Через 15 хв протягом перших 60 хв, далі - через 30 хв Через 15 мин в течение первых 60 мин, далее - через 30 мин	Через 2 хв протягом перших 10 хв, далі - через 10 хв Через 2 мин в течение первых 10 мин, далее - через 10 мин

6.5 Обробка результатів

6.5.1 За даними випробувань будують графік залежності переміщення стінки свердловини від тиску $\Delta r = f(p)$ (додаток Ж).

6.5 Обработка результатов

6.5.1 По данным испытаний строят график зависимости перемещения стенки скважины от давления $\Delta r = f(p)$ (приложение Ж).

На графіку проводять осереднену пряму методом найменших квадратів або графічним методом. За початкові значення p_o і Δr_o (перша точка, що включається в осереднення) приймають значення p і Δr , які відповідають моменту повного обтиску нерівностей стінок свердловини - початку лінійного відрізка графіка.

За кінцеві значення p_n і Δr_n (границя пропорціональності) приймають значення p і Δr , що відповідають точці, яка обмежує лінійний відрізок графіка.

6.5.2 Модуль деформації ґрунту E , МПа, обчислюють для лінійного відрізка графіка $\Delta r = f(p)$ за формулою

На графике проводят осредняющую прямую методом наименьших квадратов или графическим методом. За начальные значения p_o и Δr_o (первая точка, включаемая в осреднение) принимают значения p и Δr , соответствующие моменту полного обжатия неровностей стенок скважины - началу линейного участка графика.

За конечные значения p_n и Δr_n (предел пропорциональности) принимают значения p и Δr , соответствующие точке, ограничивающей линейный участок графика.

6.5.2 Модуль деформации ґрунта E , МПа, вычисляют для линейного участка графика $\Delta r = f(p)$ по формуле

$$E = K_r r_o \frac{\Delta p}{\Delta r}, \quad (5.3)$$

де K_r - коригуючий коефіцієнт;
 r_o - радіус свердловини, що дорівнює $r_{pr} + \Delta r_o$;
 r_{pr} - радіус прессиометра, см;
 Δr_o - приріст радіуса прессиометра, що відповідає p_o , см;
 Δp - приріст тиску на стінку свердловини між двома точками, взятими на осередненій прямій, МПа;
 Δr - приріст переміщення стінки свердловини (по радіусу), що відповідає Δp , см.

Примітка. При обчисленні модуля деформації ґрунту необхідно враховувати систематичні похибки вимірювань Δp і Δr , які визначаються за результатами тарувальних випробувань, викликані власними деформаціями гідросистеми та еластичних оболонок камери зонда.

6.5.3 При проведенні усіх випробувань ґрунтів радіальними прессиометрами в одному режимі (повільному для споруд I рівня відповідальності або швидкому для споруд II і III рівнів відповідальності) коефіцієнт K_r визначають за результатами порівняльних випробувань ґрунту штампом площею 5000 см² і радіальним прессиометром, які виконуються не менше ніж із дворазовою повторюваністю для даної різновидності ґрунту в районі проведення вишукувань.

6.5.4 При проведенні частини випробувань у повільному, а частини випробувань у швидкому режимі для визначення модуля деформації за результатами випробувань, виконаних у швидкому режимі, повинен вводиться додатковий коефіцієнт $K_{rв}$, який визначається

где K_r - корректирующий коэффициент;
 r_o - радиус скважины, равный $r_{pr} + \Delta r_o$
 r_{pr} - радиус прессиометра, см;
 Δr_o - приращение радиуса прессиометра, соответствующее p_o , см;
 Δp - приращение давления на стенку скважины между двумя точками, взятыми на осредняющей прямой, МПа;
 Δr - приращение перемещения стенки скважины (по радиусу), соответствующее Δp , см.

Примечание. При вычислении модуля деформации ґрунта необходимо учитывать определяемые по результатам тарировочных испытаний систематические погрешности измерений Δp и Δr , вызванные собственными деформациями гидросистемы и эластичных оболочек камеры зонда.

6.5.3 При проведении всех испытаний ґрунтов радиальными прессиометрами в одном режиме (медленном для сооружений I уровня ответственности или быстром для сооружений II и III уровней ответственности) коэффициент K_r определяют по результатам сопоставительных испытаний ґрунта штампом площадью 5000 см² и радиальным прессиометром, выполняемых не менее чем с двухкратной повторяемостью для данной разновидності ґрунта в районе проведения изысканий.

6.5.4 При проведении части испытаний в медленном, а части испытаний в быстром режиме для определения модуля деформации по результатам испытаний, выполненных в быстром режиме, должен вводиться дополнительный коэффициент $K_{rв}$, определяемый по

за результатами порівняльних випробувань радіальним прессиометром в різних режимах.

6.5.5 Для проектування основ і фундаментів будинків і споруд II і III рівнів відповідальності коефіцієнт K_r допускається приймати за додатком К.

7 МЕТОД ВИПРОБУВАННЯ ЛОПАТЕВИМ ПРЕСИОМЕТРОМ

7.1 Суть методу

7.1.1 Випробування ґрунту лопатевим прессиометром проводять для визначення модуля деформації E пісків, глинистих, органо-мінеральних і органічних ґрунтів.

7.1.2 Модуль деформації визначають за результатами навантажування ґрунту вертикальним навантаженням у свердловині або масиві з допомогою штампів-лопатей.

Результати випробування оформлюють у вигляді графіка залежності переміщення штампів-лопатей від навантаження.

7.1.3 Під час проходки дослідної свердловини слід додержуватись вимог 4.4.

7.1.4 При випробуваннях у стінках свердловини діаметр свердловини повинен бути менше відстані між штампами-лопатами не менше ніж на 2 см.

7.1.5 При випробуваннях нижче вибою свердловини мінімальна глибина занурення наконечника від вибою свердловини до верха штампа-лопати повинна бути не менше половини довжини штампа-лопати.

7.2 Обладнання та прилади

7.2.1 До складу установки для випробування ґрунту лопатевим прессиометром повинні входити:

- наконечник зі штампами-лопатами і напрямним стаканом;
- пристрій для створення і вимірювання тиску на штампи-лопати наконечника;
- пристрій для вимірювання переміщення штампів-лопатей наконечника.

7.2.2 Конструкція установки повинна забезпечувати:

- можливість створення тиску на ґрунт ступенями по 0,01 - 0,1 МПа;
- сталість тиску на кожному ступені навантаження;
- можливість тарування наконечника зі штампами-лопатами.

результатам сопоставительных испытаний радиальным прессиометром в разных режимах.

6.5.5 Для проектирования оснований и сооружений II и III уровней ответственности коэффициент K_r допускается принимать по приложению К.

7 МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ЛОПАСТНЫМ ПРЕССИОМЕТРОМ

7.1 Сущность метода

7.1.1 Испытания ґрунта лопастным прессиометром проводят для определения модуля деформации E песков, глинистых, органо-минеральных и органических ґрунтов.

7.1.2 Модуль деформации определяют по результатам нагружения ґрунта вертикальной нагрузкой в скважине или массиве с помощью штамп-лопастей.

Результаты испытания оформляют в виде графика зависимости перемещения штамп-лопастей от нагрузки.

7.1.3 При проходке опытной скважины следует соблюдать требования 4.4.

7.1.4 При испытаниях в стенках скважины диаметр скважины должен быть меньше расстояния между штампами-лопастями не менее чем на 2 см.

7.1.5 При испытаниях ниже забоя скважины минимальная глубина погружения наконечника от забоя скважины до верха штампа-лопасти должна быть не менее половины длины штампа-лопасти.

7.2 Оборудование и приборы

7.2.1 В состав установки для испытания ґрунта лопастным прессиометром должны входить:

- наконечник со штампами-лопастями и направляющим стаканом;
- устройство для создания и измерения давления на штампы-лопасти наконечника;
- устройство для измерения перемещения штамп-лопастей наконечника.

7.2.2 Конструкция установки должна обеспечивать:

- возможность создания давления на ґрунт ступенями по 0,01 - 0,1 МПа;
- постоянство давления на каждой ступени нагружения;
- возможность тарировки наконечника со штампами-лопастями.

7.2.3 Наконечник повинен складатися із двох жорстких штампів-лопатей прямокутної форми, розміщених симетрично відносно осі наконечника. Площа штампа-лопати повинна відповідати вимогам таблиці 7.1.

7.2.3 Наконечник должен состоять из двух жестких штампов-лопастей прямоугольной формы, расположенных симметрично относительно оси наконечника. Площадь штампа-лопастей должна соответствовать требованиям таблицы 7.1.

Таблиця 7.1
Таблиця

Грунти Грунты	Положення пресиометра відносно рівня підземних вод Положение прессиометра относительно уровня подземных вод	Глибина випробування, Глубина испытания, м	Місце проведення випробування Место проведения испытания	Мінімальна площа* штампа-лопати, Минимальная площадь* штампа-лопастей, см ²
Глини і суглинки з Глины и суглинки с $I_L \leq 0,25$ супіски з супеси с $I_L < 0$	Вище рівня підземних вод Выше уровня подземных вод	До 10	У стінках свердловини В стенках скважины	300
Піски (стійкі в стінках свердловини) Пески (устойчивые в стенках скважины)	Те саме То же	До 10	У стінках свердловини В стенках скважины	600
		Нижче 10 Ниже 10		150
Глини і суглинки з Глины и суглинки с $0,25 < I_L \leq 0,75$ супіски з супеси с $0 \leq I_L \leq 1$	Вище і нижче рівня підземних вод Выше и ниже уровня подземных вод	До 10	Нижче вибою свердловини Ниже забоя скважины	300
		Нижче 10 Ниже 10		150
Піски пухкі (нестійкі в стінках свердловини) Пески рыхлые (неустойчивые в стенках скважины)	Вище і нижче рівня підземних вод Выше и ниже уровня подземных вод	До 10	Нижче вибою свердловини Ниже забоя скважины	300
		Нижче 10 Ниже 10		150
Глинисті і органо-мінеральні Глинистые и органо-минеральные	Те саме То же	По всій товщині По всей толще	В масиві без буріння свердловини В массиве без бурения скважины	600
Органічні Органические	Вище рівня підземних вод Выше уровня подземных вод	До 10	У стінках свердловини В стенках скважины	600
	Вище і нижче рівня підземних вод Выше и ниже уровня подземных вод	По всій товщині По всей толще	Нижче вибою свердловини Ниже забоя скважины	300

* Співвідношення сторін штампа-лопати повинне бути не більше 3:1.
Відстань між штампами-лопатами повинна бути не менше 1,5 їх ширини.
* Соотношение сторон штампа-лопастей должно быть не более 3:1.
Расстояние между штампами-лопастями должно быть не менее 1,5 их ширины.

7.2.4 Пристрій для вимірювання тиску на штампи-лопати повинен забезпечувати вимірювання тиску з похибкою не більше 5 % від ступеня тиску.

7.2.4 Устройство для измерения давления на штампы-лопастей должно обеспечивать измерение давления с погрешностью не более 5 % ступени давления.

7.2.5 Пристрій для вимірювання переміщень штампа-лопаті у горизонтальному напрямку повинен забезпечувати вимірювання деформацій ґрунту з похибкою не більше 0,1 мм у межах не менше 50 мм при випробуваннях органо-мінеральних і органічних ґрунтів, 20 мм - для решти ґрунтів.

7.3 Підготовка до випробування

7.3.1 Установку наконечника зі штампами-лопатями проводять методом вдавлювання таким чином, щоб середина наконечника була розміщена на відмітці випробування.

7.3.2 Після встановлення наконечника на відмітці випробування монтують пристрої для створення і вимірювання тиску на штампи-лопаті і вимірювання їх переміщення.

7.4 Проведення випробування

7.4.1 Передачу навантаження на штампи-лопаті проводять ступенями, вказаними в таблицях 5.2 - 5.4.

7.4.2 Кожний ступінь тиску витримують до умовної стабілізації деформації ґрунту. За критерій умовної стабілізації деформації приймають швидкість переміщення штампа-лопаті, яка не перевищує 0,1 мм за час, указаний для повільного режиму випробування в таблицях 5.2 - 5.4, для швидкого - в таблиці 6.1.

7.4.3 Режим випробувань призначають відповідно до вказівок 6.4.3.

7.4.4 Відліки за приладами для вимірювання переміщень штампів-лопатей на кожному ступені тиску проводять згідно з 5.4.3 при повільному режимі випробувань і таблицею 6.2 - при швидкому.

У процесі випробування ведуть журнал, форма якого наведена в додатку Б.

7.5 Обробка результатів

7.5.1 За даними випробувань будують графік залежності переміщення штампа-лопаті від тиску $u = f(p)$ (додаток И).

На графіку проводять осереднену пряму методом найменших квадратів або графічним методом. За початкові значення p_0 і u_0 (перша точка, яка включена в осереднення) приймають значення p і u , які відповідають початку лінійного відрізка графіка.

За кінцеві значення p_n і u_n (границя пропорціональності) приймають значення p і u , які відповідають точці, що обмежує лінійний відрізок графіка.

7.2.5 Устройство для измерения перемещений штампа-лопасти в горизонтальном направлении должно обеспечивать измерение деформаций ґрунта с погрешностью не более 0,1 мм в пределах не менее 50 мм при испытаниях органо-минеральных и органических ґрунтов, 20 мм - для остальных ґрунтов.

7.3 Подготовка к испытанию

7.3.1 Установку наконечника со штампами-лопастями производят методом вдавливания таким образом, чтобы середина наконечника была расположена на отметке испытания.

7.3.2 После установки наконечника на отметке испытания монтируют устройства для создания и измерения давления на штампы-лопасти и измерения их перемещения.

7.4 Проведение испытания

7.4.1 Передачу нагрузки на штампы-лопасти производят ступенями, указанными в таблицах 5.2 - 5.4.

7.4.2 Каждую ступень давления выдерживают до условной стабилизации деформации ґрунта. За критерий условной стабилизации деформации принимают скорость перемещения штампа-лопасти, не превышающую 0,1 мм за время, указанное для медленного режима испытания в таблицах 5.2 - 5.4, для быстрого - в таблице 6.1.

7.4.3 Режим испытаний назначают в соответствии с указаниями 6.4.3.

7.4.4 Отсчеты по приборам для измерения перемещений штамп-лопастей на каждой ступени давления производят согласно 5.4.3 при медленном режиме испытаний и таблице 6.2 - при быстром.

В процессе испытания ведут журнал, форма которого приведена в приложении Б.

7.5 Обработка результатов

7.5.1 Поданным испытаний строят график зависимости перемещения штампа-лопасти от давления $u = f(p)$ (приложение И).

На графике проводят осредняющую прямую методом наименьших квадратов или графическим методом. За начальные значения p_0 и u_0 (первая точка, включаемая в осреднение) принимают значения p и u , соответствующие началу линейного участка графика.

За конечные значения p_n и u_n (предел пропорциональности) принимают значения p и u , соответствующие точке, ограничивающей линейный участок графика.

7.5.2 Модуль деформації ґрунту E , МПа, обчислюють для лінійного відрізка графіка $u = f(p)$ за формулою

$$E = K_l \cdot \omega(1 - \nu^2) \cdot b \frac{\Delta p}{\Delta u}, \quad (7.1)$$

де K_l - коригуючий коефіцієнт;
 ν - коефіцієнт Пуассона;
 b - ширина штампа-лопати, см;
 ω - коефіцієнт, що приймається в залежності від відношення l/b за таблицею 7.2;
 Δp - приріст тиску на штамп-лопаст між двома точками, взятими на осередненій прямій, МПа;
 Δu - приріст переміщення штампа-лопати, який відповідає Δp , см.

Примітка. При обчисленні модуля деформації ґрунту необхідно враховувати систематичні похибки вимірювань Δp і u , які визначаються за результатами тарувальних випробувань, викликані власними деформаціями пристрою для створення тиску, наконечника і колони труб.
 Таблица

Таблица 7.2

l/b	1,5	2,0	3,0
ω	1,1	1,2	1,4

7.5.3 Коефіцієнт K_l визначають за результатами порівняльних випробувань ґрунту штампом площею 5000 см² і лопатевим прессиометром, які виконуються не менше ніж з дворазовою повторюваністю для даної різновидності ґрунту в районі проведення вишукувань.

7.5.4 Під час проведення частини випробувань у повільному, а частини випробувань у швидкому режимі для визначення модуля деформації за результатами випробувань, виконаних у швидкому режимі, вводять додатковий коефіцієнт K_{lt} , що визначається за результатами порівняльних випробувань лопатевим прессиометром у різних режимах.

8 МЕТОД ВИПРОБУВАННЯ ПЛОСКИМ ДИЛАТОМЕТРОМ

8.1 Суть методу

8.1.1 Випробування ґрунту плоским дилатометром проводять для визначення модуля деформації E пісків, глинистих, органо-мінеральних і органічних ґрунтів.

7.5.2 Модуль деформации ґрунта E , МПа, вычисляют для линейного участка графика $u = f(p)$ по формуле

где K_l - корректирующий коэффициент;
 ν - коэффициент Пуассона;
 b - ширина штампа-лопасты, см;
 ω - коэффициент, принимаемый в зависимости от отношения l/b по таблице 7.2;
 Δp - приращение давления на штамп-лопаст между двумя точками, взятыми на осредняющей прямой, МПа;
 Δu - приращение перемещения штампа-лопасты, соответствующее Δp , см.

Примечание. При вычислении модуля деформации ґрунта необходимо учитывать определяемые по результатам тарировочных испытаний систематические погрешности измерений Δp и u , вызванные собственными деформациями устройства для создания давления, наконечника и колонны труб.

7.5.3 Коэффициент K_l , определяют по результатам сопоставительных испытаний ґрунта штампом площадью 5000 см² и лопастным прессиометром, выполняемых не менее чем с двухкратной повторяемостью для данной разновидности ґрунта в районе проведения изысканий.

7.5.4 При проведении части испытаний в медленном, а части испытаний в быстром режиме для определения модуля деформации по результатам испытаний, выполненных в быстром режиме, вводят дополнительный коэффициент K_{lt} определяемый по результатам сопоставительных испытаний лопастным прессиометром в разных режимах.

8 МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ПЛОСКИМ ДИЛАТОМЕТРОМ

8.1 Сущность метода

8.1.1 Испытание ґрунта плоским дилатометром проводят для определения модуля деформации E песков, глинистых, органо-минеральных и органических ґрунтов.

8.1.2 Модуль деформації визначають за результатами навантажування ґрунту горизонтальним навантаженням у свердловині з допомогою плоского дилатометра.

Результати випробування оформляють у вигляді графіка залежності переміщення штампа дилатометра від навантаження.

8.1.3 Під час проходки дослідної свердловини слід додержуватись вимог 4.4.

8.1.4 Діаметр свердловини повинен бути не менше ширини лопатки дилатометра.

8.1.5 Глибина заглиблення дилатометра від вибою свердловини або від поверхні ґрунту до центра штампа повинна бути не менше п'яти діаметрів штампа.

8.2 Обладнання та прилади

8.2.1 До складу установки для випробування ґрунту плоским дилатометром повинні входити:

- плоска лопатка дилатометра з плоским круглим штампом, що висувається;
- пристрій для створення і вимірювання тиску на штамп дилатометра;
- пристрій для вимірювання переміщення штампа дилатометра

8.2.2 Конструкція установки повинна забезпечувати:

- можливість створення безперервно наростаючого з постійною швидкістю тиску на ґрунт;
- можливість тарування лопатки дилатометра з плоским штампом.

Кут загострення лопатки дилатометра повинен складати не більше 60° . Діаметр штампа, що висувається, повинен складати 70 мм і не перевищувати $2/3$ ширини лопатки.

8.2.3 Пристрій для вимірювання тиску на штамп дилатометра повинен забезпечувати вимірювання тиску з похибкою не більше 0,01 МПа.

Пристрій для вимірювання переміщення штампа дилатометра у горизонтальному напрямку повинен забезпечувати вимірювання деформацій ґрунту з похибкою не більше 0,01 мм в межах не менше 3 мм.

8.3 Підготовка до випробування

8.3.1 Заглиблення лопатки дилатометра проводять шляхом вдавливання із вибою свердловини або з поверхні ґрунту таким чином, щоб центр штампа був розміщений на відмітці випробування. 22

8.1.2 Модуль деформации определяют по результатам нагружения ґрунта горизонтальной нагрузкой в скважине с помощью плоского дилатометра.

Результаты испытания оформляют в виде графика зависимости перемещения штампа дилатометра от нагрузки.

8.1.3 При проходке опытной скважины следует соблюдать требования 4.4.

8.1.4 Диаметр скважины должен быть не менее ширины лопатки дилатометра.

8.1.5 Глубина погружения дилатометра от забоя скважины или от поверхности ґрунта до центра штампа должна быть не менее пяти диаметров штампа.

8.2 Оборудование и приборы

8.2.1 В состав установки для испытания ґрунта плоским дилатометром должны входить:

- плоская лопатка дилатометра с выдвигающимся плоским круглым штампом;
- устройство для создания и измерения давления на штамп дилатометра;
- устройство для измерения перемещения штампа дилатометра.

8.2.2 Конструкция установки должна обеспечивать:

- возможность создания непрерывно возрастающего с постоянной скоростью давления на ґрунт;
- возможность тарировки лопатки дилатометра с плоским штампом.

Угол заострения лопатки дилатометра должен составлять не более 60° . Диаметр выдвигающегося штампа должен составлять 70 мм и не превышать $2/3$ ширины лопатки.

8.2.3 Устройство для измерения давления на штамп дилатометра должно обеспечивать измерение давления с погрешностью не более 0,01 МПа.

Устройство для измерения перемещения штампа дилатометра в горизонтальном направлении должно обеспечивать измерение деформаций ґрунта с погрешностью не более 0,01 мм в пределах не менее 3 мм.

8.3 Подготовка к испытанию

8.3.1 Погружение лопатки дилатометра производят путем вдавливания с забоя скважины или с поверхности ґрунта таким образом, чтобы центр штампа был расположен на отметке испытания.

8.3.2 Пристрій для створення і вимірювання тиску на штамп дилатометра і вимірювання переміщення штампа дилатометра монтують перед заглибленням лопатки дилатометра в ґрунт.

8.4 Проведення випробування

8.4.1 Тиск на штамп дилатометра передають безперервно зі швидкістю 0,02 МПа/хв випробуваннях глинистих ґрунтів і 0,05 МПа/хв при випробуваннях пісків.

8.4.2 Відліки за приладами для вимірювання переміщень штампа дилатометра проводять через кожні 10 с при швидкості навантажування 0,05 МПа/хв і через кожні 30 с - при швидкості 0,02 МПа/хв.

8.4.3 У процесі випробування ведуть журнал, форма якого наведена у додатку Б.

8.5 Обробка результатів

8.5.1 За даними випробувань будують графік залежності переміщення штампа плоского дилатометра від тиску $U = f(p)$. На графіку проводять осереднювальну пряму. За початкові значення p_o і U_o , (перша точка, що включена в осереднення) приймають значення p і U , які відповідають початку лінійного відрізка графіка. При цьому p_o не повинно бути менше напруження $\sigma_{rg,o}$ на відмітці випробування. За кінцеві значення p_n і U_n (границя пропорційності) приймають значення p і U , які відповідають точці, що обмежує лінійний відрізок графіка.

8.5.2 Модуль деформації E , МПа, обчислюють для лінійного відрізка графіка $U = f(p)$ за формулою

$$E = \omega_1 K_d (1 - \nu^2) \cdot D \frac{\Delta p}{\Delta U}, \quad (8.1)$$

де ω_1 - коефіцієнт, що приймається в залежності від форми штампа (для круглого жорсткого штампа $\omega_1 = 0,79$);

K_d - коригуючий коефіцієнт;

ν - коефіцієнт Пуассона;

D - діаметр штампа дилатометра, см;

Δp - приріст тиску на штамп дилатометра осередненій прямій, МПа;

ΔU - приріст переміщення між двома точками, взятими на штампалопаті, що відповідає Δp , см.

8.3.2 Устройство для создания и измерения давления на штамп дилатометра и измерения перемещения штампа дилатометра монтируют перед погружением лопатки дилатометра в грунт.

8.4 Проведение испытания

8.4.1 Давление на штамп дилатометра передают непрерывно со скоростью 0,02 МПа/мин при испытаниях глинистых грунтов и 0,05 МПа/мин при испытаниях песков.

8.4.2 Отсчеты по приборам для измерения перемещений штампа дилатометра производят через каждые 10 с при скорости нагружения 0,05 МПа/мин и через каждые 30 с - при скорости 0,02 МПа/мин.

8.4.3 В процессе испытания ведут журнал, форма которого приведена в приложении Б.

8.5 Обработка результатов

8.5.1 По данным испытаний строят график зависимости перемещения штампа плоского дилатометра от давления $U = f(p)$. На графике проводят осредняющую прямую. За начальные значения p_o и U_o , (первая точка, включаемая в осреднение) принимают значения p и U , соответствующие началу линейного участка графика. При этом p_o не должно быть меньше напряжения $\sigma_{rg,o}$ на отметке испытания. За конечные значения p_n и U_n (предел пропорциональности) принимают значения p и U , соответствующие точке, ограничивающей линейный участок графика.

8.5.2 Модуль деформации E , МПа, вычисляют для линейного участка графика $U = f(p)$ по формуле

где ω_1 - коэффициент, принимаемый в зависимости от формы штампа (для круглого жесткого штампа $\omega_1 = 0,79$);

K_d - корректирующий коэффициент;

ν - коэффициент Пуассона;

D - диаметр штампа дилатометра, см;

Δp - приращение давления на штамп дилатометра между двумя точками, взятыми на осредняющей прямой, МПа;

ΔU - приращение перемещения штампалопасты, соответствующее Δp , см.

Примітка. Коэффициент K_d визначають за результатами порівняльних випробувань ґрунту штампом площею 5000 см^2 і плоским дилатометром, які виконуються не менше ніж із дворазовою повторюваністю для даного інженерно-геологічного елемента, що визначається за ДСТУ Б В.2.1-5-96 (ГОСТ 20522).

9 МЕТОД ВИПРОБУВАННЯ САМОЗАБУРЮВАЛЬНИМ ЛОПАТЕВИМ ПРЕССИОМЕТРОМ ГІРЛЯНДНОГО ТИПУ

9.1 Суть методу

9.1.1 Випробування ґрунту самозабурювальним лопатевим прессиометром гірляндного типу проводять для визначення модуля деформації E пісків, глинистих, органо-мінеральних та органічних ґрунтів.

9.1.2 Модуль деформації визначають за результатами навантажування ґрунту горизонтальним навантаженням в стінках свердловини з допомогою лопатевого прессиометра гірляндного типу.

Результати випробувань оформлюють у вигляді графіка залежності горизонтального переміщення ґрунту від горизонтального навантаження.

9.1.3 Випробування проводять в спеціальних обсадних трубах, оснащених додатковими рухомими штампами і які забезпечують збереження природного напруженого стану ґрунту.

9.1.4 Заглиблення обсадної труби в процесі самозабурювання слід проводити разом з буровим інструментом, не допускаючи випередження породоруйнівного інструмента торця башмака.

9.2 Обладнання та прилади

9.2.1 До складу установки для випробування ґрунту самозабурювальним лопатевим прессиометром гірляндного типу повинні входити:

- гірлянда прессиометрів;
- пристрій для створення і вимірювання тиску в камерах прессиометрів;
- пристрій для роздільного вимірювання переміщень кожної пари штампів-лопатей прессиометра;
- спеціальна обсадна труба з пружно і герметично вмонтованими в її стінки парами штампів-лопатей, які відповідають кількості прессиометрів в гірлянді.

Примечание. Коэффициент K_d определяют по результатам сопоставительных испытаний ґрунта штампом площадью 5000 см^2 и плоским дилатометром, выполняемых не менее чем с двукратной повторяемостью для данного инженерно-геологического элемента, определяемого по ГОСТ 20522.

9 МЕТОД ИСПЫТАНИЯ САМОЗАБУРИВАЮЩИМСЯ ЛОПАСТНЫМ ПРЕССИОМЕТРОМ ГИРЛЯНДНОГО ТИПА

9.1 Сущность метода

9.1.1 Испытание ґрунта самозабуривающимся лопастным прессиометром гірляндного типа проводят для определения модуля деформации E песков, глинистых, органо-минеральных и органических ґрунтов.

9.1.2 Модуль деформации определяют по результатам нагружения ґрунта горизонтальной нагрузкой в стенках скважины с помощью лопастного прессиометра гірляндного типа.

Результаты испытаний оформляют в виде графика зависимости горизонтального перемещения ґрунта от горизонтальной нагрузки.

9.1.3 Испытания проводят в специальных обсадных трубах, оснащенных дополнительными подвижными штампами и обеспечивающих сохранение природного напряженного состояния ґрунта.

9.1.4 Погружение обсадной трубы в процессе самозабуривания следует проводить совместно с буровым инструментом, не допуская опережения породоразрушающего инструмента торца башмака.

9.2 Оборудование и приборы

9.2.1 В состав установки для испытания ґрунта самозабуривающимся лопастным прессиометром гірляндного типа должны входить:

- гірлянда прессиометров;
- устройство для создания и измерения давлений в камерах прессиометров;
- устройство для раздельного измерения перемещений каждой пары штампов-лопастей прессиометра;
- специальная обсадная труба с упруго и герметично вмонтированными в ее стенки парами штампов-лопастей, соответствующих количеству прессиометров в гірлянде.

9.2.2 Штампи-лопати повинні мати форму прямокутного циліндричного сектора з радіусом, відповідним радіусу свердловини, і площу не менше ніж 150 см^2 . Співвідношення сторін штампа-лопати повинно бути не більше 3:1.

9.2.3 Вимірювання переміщень штампів-лопатей здійснюють з допомогою електричних датчиків опору, встановлених на кожному пресиометрі гірлянди.

9.2.4 Відстані між центрами пресиометрів і штампами обсадних труб повинні бути рівні між собою і складати не менше 1,5 розмірів штампів за висотою.

9.3 Підготовка до випробування

9.3.1 Гірлянду пресиометрів підключають до навантажувально-вимірювального пристрою і розміщують пресиометри симетрично відносно штампів обсадних труб.

9.3.2 Буріння свердловини проводять зі спеціальними обсадними трубами. Після витягання бурового інструменту у вільну порожнину обсадних труб опускають гірлянду пресиометрів, які фіксують автоматично по відношенню до штампів обсадних труб із допомогою спеціального фіксуючого пристрою.

9.4 Проведення випробування

9.4.1 В камерах пресиометрів створюють тиск ступенями по $0,025 \text{ МПа}$ до моменту стикання пресиометра зі штампами обсадних труб, а далі - ступенями тисків, указаними в таблицях 5.2- 5.4.

9.4.2 Відліки за приладами для вимірювання деформацій на кожному ступені тисків проводять за 7.4.4.

9.4.3 Режим випробування призначають за 6.4.3.

9.4.4 У процесі випробувань ведуть журнал, форма якого наведена у додатку Б.

9.5 Обробка результатів

9.5.1 Обробку результатів випробувань проводять за 7.5.

10 МЕТОД ВИПРОБУВАННЯ ГАРЯЧИМ ШТАМПОМ

10.1 Суть методу

10.1.1 Випробування гарячим штампом проводять для визначення таких характеристик деформованості мерзлого ґрунту:

9.2.2 Штампы-лопасти должны иметь форму прямоугольного цилиндрического сектора с радиусом, соответствующим радиусу скважины, и площадь не менее 150 см^2 . Соотношение сторон штампа-лопасти должно быть не более 3:1.

9.2.3 Измерение перемещений штамполопастей осуществляют с помощью электрических датчиков сопротивлений, установленных на каждом прессиометре гирианды.

9.2.4 Расстояния между центрами прессиометров и штампами обсадных труб должны быть равны между собой и составлять не менее 1,5 размеров штампов по высоте.

9.3 Подготовка к испытанию

9.3.1 Гирианду прессиометров подключают к нагрузочно-измерительному устройству и располагают прессиометры симметрично относительно штампобсадных труб.

9.3.2 Бурение скважин производят со специальными обсадными трубами. После извлечения бурового инструмента в свободную полость обсадных труб опускают гирианду прессиометров, которые фиксируют автоматически по отношению к штампам обсадных труб с помощью специального фиксирующего устройства.

9.4 Проведение испытания

9.4.1 В камерах прессиометров создают давление ступенями по $0,025 \text{ МПа}$ до момента соприкосновения прессиометра со штампами обсадных труб, а далее - ступенями давлений, указанными в таблицах 5.2 - 5.4.

9.4.2 Отсчеты по приборам для измерения деформаций на каждой ступени давлений производят по 7.4.4.

9.4.3 Режим испытаний назначают по 6.4.3.

9.4.4 В процессе испытания ведут журнал, форма которого приведена в приложении Б.

9.5 Обработка результатов

9.5.1 Обработку результатов испытаний производят по 7.5.

10 МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ГОРЯЧИМ ШТАМПОМ

10.1 Сущность метода

10.1.1 Испытание горячим штампом проводят для определения следующих характеристик деформируемости мерзлого ґрунта:

коефіцієнта відтавання A_{th} , коефіцієнта стисливості m , модуля деформації E .

10.1.2 Характеристики визначають за результатами навантажування ґрунту вертикальним навантаженням у вибої гірничої виробки (відкритої або підземної) або безпосередньо на поверхні ґрунту з допомогою штампа із внутрішнім обігріванням.

Результати випробування оформлюють у вигляді графіків залежності осідання штампа від навантаження.

10.1.3 При випробуванні ґрунту в шурфі розміри шурфа визначають у залежності від необхідності кріплення його стін і глибини проходки. Мінімальні розміри шурфа в плані - 2,0 x 2,0 м.

10.1.4 Висота гірничої виробки при проведенні випробувань у штольні (штреку) визначається габаритами установки, що застосовується для випробувань, і повинна бути не менше 1,8 м.

10.1.5 Проходку гірничих виробок слід здійснювати з урахуванням вимог 4.7

10.1.6 Технологію проходки виробки слід приймати за умови збереження природної будови мерзлих ґрунтів.

10.1.7 Площадка для проведення випробувань повинна бути спланована і оконтурена водовідвідною канавою.

10.2 Обладнання та прилади

10.2.1 До складу установки для випробування ґрунту гарячим штампом повинні входити:

- штамп із внутрішнім обігріванням;
- обігрівний пристрій;
- пристрій для створення і вимірювання навантаження на штамп;
- пристрій для вимірювання осідання штампа і температури ґрунту;
- насос для відкачування води.

10.2.2 Конструкція установки повинна забезпечувати:

- навантажування штампа ступенями тиску по 0,01-0,1 МПа;
- центровану передачу навантаження на штамп;
- сталість тиску на кожному ступені навантаження;
- виключення поздовжнього вигину труб-штанг (кріплення труб-штанг при великій глибині випробувань за чотирма напрямками).

коефіцієнта оттаивания A_{th} , коефіцієнта сжимаемости m , модуля деформации E .

10.1.2 Характеристики определяют по результатам нагружения ґрунта вертикальной нагрузкой в забое горной выработки (открытой или подземной) или непосредственно на поверхности ґрунта с помощью штампа с внутренним обогревом.

Результаты испытания оформляют в виде графиков зависимости осадки штампа от нагрузки.

10.1.3 При испытании ґрунта в шурфе размеры шурфа определяют в зависимости от необходимости крепления его стен и глубины проходки. Минимальные размеры шурфа в плане - 2,0 x 2,0 м.

10.1.4 Высота горной выработки при проведении испытаний в штольне (штреке) определяется габаритами установки, применяемой для испытаний, и должна быть не менее 1,8 м.

10.1.5 Проходку горных выработок следует осуществлять с учетом требований 4.7.

10.1.6 Технологию проходки выработки следует принимать из условия сохранения естественного сложения мерзлых ґрунтов.

10.1.7 Площадка для проведения испытаний должна быть спланирована и оконтурена водоотводной канавой.

10.2 Оборудование и приборы

10.2.1 В состав установки для испытания ґрунта горячим штампом должны входить:

- штамп с внутренним обогревом;
- обогревающее устройство;
- устройство для создания и измерения нагрузки на штамп;
- устройство для измерения осадок штампа и температуры ґрунта;
- насос для откачки воды.

10.2.2 Конструкция установки должна обеспечивать:

- нагружение штампа ступенями давления по 0,01-0,1 МПа;
- центрированную передачу нагрузки на штамп;
- постоянство давления на каждой ступени нагружения;
- исключение продольного изгиба труб-штанг (крепление труб-штанг при большой глубине испытаний по четырем направлениям).

10.2.3 Штамп повинен бути жорстким, круглим та плоским із суцільною подошвою площею $F = 5000 \text{ см}^2$.

Конструкція штампа повинна забезпечувати рівномірне нагрівання його днища електронагрівниками або гарячою водою до температури не більше 90°C .

10.2.4 Обігрівальний пристрій повинен бути розміщений по периметру штампа (завширшки 0,3 його діаметра) і повинен забезпечувати рівномірне відтавання ґрунту під штампом. При випробуванні ґрунтів із природною вологістю вище вологості на межі текучості повинно бути передбачене привантаження обігрівального пристрою, яке відповідає вертикальному нормальному напруженню від власної ваги ґрунту на відмітці випробування.

10.2.5 Навантажування штампа здійснюють домкратом або тарованим вантажем.

10.2.6 Пристрій для вимірювання осідання штампа повинен відповідати вимогам 5.2.6 та 5.2.7.

10.3 Підготовка до випробування

10.3.1 На підготовлений вибій гірничої виробки по її центру або безпосередньо на поверхню ґрунту встановлюють штамп із внутрішнім обігріванням, монтують пристрій для навантажування штампа, реперну систему з приладами для вимірювання осідання штампа.

10.3.2 Поверхня ґрунту в межах площі встановлення штампа повинна бути зачищена до непорушеного мерзлого ґрунту і ретельно спланована. Для досягнення щільного контакту подошви штампа з ґрунтом під штамп улаштовують подушку із маловологого піску середньої крупності завтовшки не більше 1 - 2 см для глинистих і не більше 5 см - для великоуламкових ґрунтів.

10.3.3 Контроль глибини відтавання ґрунту під штампом проводять з допомогою температурних датчиків і металевго щупа. Температурні датчики встановлюють з інтервалом в 10 см у 2 свердловини діаметром 3 - 4 см і глибиною до 80 см, пробурені по краях штампа. Свердловини необхідно ретельно гідроізолювати охолодженим глинистим ґрунтом.

10.3.4 Перед початком випробувань для досягнення повного контакту штампа із ґрунтом, обтиску всіх конструктивних елементів установки і для виключення розуцільнення мерзлого ґрунту слід прикласти на штамп (без включення його обігріву) навантаження

10.2.3 Штамп должен быть жестким, круглым и плоским со сплошной подошвой площадью $F = 5000 \text{ см}^2$.

Конструкция штампа должна обеспечивать равномерный нагрев его днища электронагревателями или горячей водой до температуры не более 90°C .

10.2.4 Обогревающее устройство должно быть расположено по периметру штампа (шириной 0,3 его диаметра) и должно обеспечивать равномерное оттаивание ґрунта под штампом. При испытании ґрунтов с естественной влажностью выше влажности на границе текучести должна быть предусмотрена пригрузка обогревающего устройства, соответствующая вертикальному нормальному напряжению от собственного веса ґрунта на отметке испытания.

10.2.5 Нагружение штампа осуществляют домкратом или тарированным грузом.

10.2.6 Устройство для измерения осадок штампа должно отвечать требованиям 5.2.6 и 5.2.7.

10.3 Подготовка к испытанию

10.3.1 На подготовленный забой горной выработки по ее центру или непосредственно на поверхность ґрунта устанавливают штамп с внутренним обогревом, монтируют устройство для нагружения штампа, реперную систему с приборами для измерения осадок штампа.

10.3.2 Поверхность ґрунта в пределах площади установки штампа должна быть зачищена до ненарушенного мерзлого ґрунта и тщательно спланирована. Для достижения плотного контакта подошвы штампа с ґрунтом под штамп устраивают подушку из маловлажного песка средней крупности толщиной не более 1 - 2 см для глинистых и не более 5 см - для крупнообломочных ґрунтов.

10.3.3 Контроль глубины оттаивания ґрунта под штампом проводят с помощью температурных датчиков и металлического щупа. Температурные датчики устанавливают с интервалом в 10 см в 2 скважины диаметром 3 - 4 см и глубиной до 80 см, пробуренные по краям штампа. Скважины необходимо тщательно гидроизолировать охлажденным глинистым ґрунтом.

10.3.4 Перед началом испытаний для достижения полного контакта штампа с ґрунтом, обжатия всех конструктивных элементов установки и для исключения разуплотнения мерзлого ґрунта следует приложить на штамп (без включения его обогрева) нагрузку

обтиску, що відповідає вертикальному нормальному напруженню від власної ваги ґрунту $\sigma_{rg,o}$ на відмітці випробування (з урахуванням власної ваги штампа і деталей установки, незбалансованих противагою), але не менше 0,05 МПа. Навантаження слід витримувати до умовної стабілізації деформації ґрунту (осідання штампа). Потім (без скидання навантаження обтиску) встановлюють показання приладів на нульові поділки.

10.4 Проведення випробування

10.4.1 Випробування виконують за два етапи:

- 1-й етап - створення під штампом зони розмороженого ґрунту на глибину 0,5 діаметра штампа під тиском p , який відповідає напруженню $\sigma_{rg,o}$ на відмітці випробування (у перший ступінь тиску включають вагу штампа і деталей установки, незбалансованих противагами);
- 2-й етап - ущільнення розмороженого ґрунту ступінчасто-зростаючим навантаженням. Загальна кількість ступенів тиску повинна бути не менше п'яти.

10.4.2 На першому етапі випробувань включають обігрівання штампа з допомогою обігрівального пристрою.

Обігрівання штампа провадять доти, поки глибина відтавання під штампом не дорівнюватиме 25 - 30 см. Після цього обігрівання припиняють і подальше-відтавання ґрунту до глибини 0,5 діаметра штампа (приблизно 40 см) відбувається за рахунок запасу тепла в розмороженому шарі.

При зниженні температури ґрунту на глибині 40 см нижче 0°C слід проводити короткочасне обігрівання штампа, що забезпечує підтримку відтавання ґрунту під штампом протягом випробування до глибини, яка дорівнює 0,5 діаметра штампа.

10.4.3 Відлітки за температурними датчиками необхідно проводити на першому етапі випробування спочатку через кожну годину, а по мірі наближення межі відтавання до глибини 40 см - через кожні 15 хв. На другому етапі випробування відліки за температурними датчиками знімають один раз перед прикладенням чергового ступеня тиску.

10.4.4 Заміри глибини відтавання ґрунту металевим щупом слід проводити на першому етапі випробування двічі: після припинення прогрівання і при досягненні нульових температур на глибині 40 см, а на другому етапі -

обжати́я, соответствующую вертикальному нормальному напруженню от собственного веса ґрунта $\sigma_{rg,o}$ на отметке испытания (с учетом собственного веса штампа и деталей установки, несбалансированных противовесом), но не менее 0,05 МПа. Нагрузку следует выдерживать до условной стабилизации деформации ґрунта (осадки штампа). Затем (без сброса нагрузки обжати́я) устанавливают показания приборов на нулевые деления.

10.4 Проведение испытания

10.4.1 Испытание выполняют в два этапа:

- 1-й этап - создание под штампом зоны оттаявшего ґрунта на глубину 0,5 диаметра штампа под давлением p , соответствующим напруженню $\sigma_{rg,o}$ на отметке испытания (в первую ступень давления включают вес штампа и деталей установки, несбалансированных противовесами);
- 2-й этап - уплотнение оттаявшего ґрунта ступенчато-возрастающей нагрузкой. Общее количество ступеней давления должно быть не менее пяти.

10.4.2 На первом этапе испытаний включают обогрев штампа с помощью обогревающего устройства.

Обогрев штампа производят до тех пор, пока глубина оттаивания под штампом не станет равной 25 - 30 см. После этого обогрев прекращают и дальнейшее оттаивание ґрунта до глубины 0,5 диаметра штампа (примерно 40 см) происходит за счет запаса тепла в оттаявшем слое.

При понижении температуры ґрунта на глубине 40 см ниже 0°C следует производить кратковременный обогрев штампа, обеспечивающий поддержание оттаивания ґрунта под штампом в течение испытания до глубины, равной 0,5 диаметра штампа.

10.4.3 Отсчеты по температурным датчикам необходимо производить на первом этапе испытания сначала через каждый час, а по мере приближения границы оттаивания к глубине 40 см - через каждые 15 мин. На втором этапе испытания отсчеты по температурным датчикам снимают один раз перед приложением очередной ступени давления.

10.4.4 Замеры глубины оттаивания ґрунта металлическим щупом следует производить на первом этапе испытания дважды: после прекращения прогривания и при достижении нулевых температур на глубине 40 см, а на вто-

кожний раз перед прикладенням чергового ступеня тиску.

10.4.5 Після стабілізації осідання відталого ґрунту при напруженні $\sigma_{rg,o}$ (перший етап випробувань) на штамп дають ступінчастозростаючі навантаження (другий етап випробувань). Кожний ступінь тиску витримують до умовної стабілізації деформації ґрунту (осідання штампа).

10.4.6 За критерій умовної стабілізації деформації приймають швидкість осідання штампа, яка не перевищує 0,1 мм за 2 год для глинистих ґрунтів і 0,1 мм за 1 год - для пісків і великоуламкових та сильновивітрілих скельних ґрунтів.

10.4.7 Відліки за приладами для вимірювання деформацій проводять на обох етапах випробувань через 10, 20, 30 і 60 хв від початку випробування і далі - через кожну годину до умовної стабілізації осідання штампа на кожному ступені навантажування.

10.4.8 Значення ступеня тиску на штамп на другому етапі випробувань слід приймати: для пісків і глинистих ґрунтів - 0,05 МПа, для великоуламкових ґрунтів - 0,1 МПа, для сильновивітрілих скельних ґрунтів - 0,2 МПа.

10.4.9 Після закінчення випробування установку слід демонтувати, з поверхні відталого ґрунту під штампом видалити верхній шар завтовшки 10 см та відібрати два - три зразка для лабораторних визначень необхідних характеристик відталого та ущільненого ґрунту. Після цього слід видалити талий ґрунт, заміряти і замалювати чашу відталого ґрунту під штампом.

10.4.10 У процесі випробування ведуть журнал, форма якого наведена у додатку Б.

10.5 Обробка результатів

10.5.1 За даними випробувань обчислюють середнє значення глибин відтавання ґрунту (під центром і краями штампа) H і приріст абсолютного осідання штампа ΔS_i , для кожного ступеня тиску.

10.5.2 Для кожного ступеня тиску обчислюють середнє значення приросту відносного осідання $\Delta \delta_i$, і повного значення відносного осідання шару за формулами

ром етапе - каждый раз перед приложением очередной ступени давления.

10.4.5 После стабилизации осадки оттаявшего ґрунта при напряжении $\sigma_{rg,o}$ (первый этап испытаний) на штамп дают ступенчатовозрастающие нагрузки (второй этап испытаний). Каждую ступень давления выдерживают до условной стабилизации деформации ґрунта (осадки штампа).

10.4.6 За критерий условной стабилизации деформации принимают скорость осадки штампа, не превышающую 0,1 мм за 2 ч для глинистых ґрунтов и 0,1 мм за 1 ч - для песков, крупнообломочных и сильновыветрелых скальных ґрунтов.

10.4.7 Отсчеты по приборам для измерения деформаций производят на обоих этапах испытаний через 10, 20, 30 и 60 мин от начала испытания и далее - через каждый час до условной стабилизации осадки штампа на каждой ступени нагружения.

10.4.8 Значения ступени давления на штамп на втором этапе испытаний следует принимать: для песков и глинистых ґрунтов - 0,05 МПа, для крупнообломочных ґрунтов - 0,1 МПа, для сильновыветрелых скальных ґрунтов - 0,2 МПа.

10.4.9 После окончания испытания установку следует демонтировать, с поверхности оттаявшего ґрунта под штампом удалить верхний слой толщиной 10 см и отобрать два-три образца для лабораторных определений необходимых характеристик оттаявшего и уплотненного ґрунта. После этого следует удалить талый ґрунт, измерить и зарисовать чашу оттаявшего ґрунта под штампом.

10.4.10 В процессе испытания ведут журнал, форма которого приведена в приложении Б.

10.5 Обработка результатов

10.5.1 По данным испытаний вычисляют среднее значение глубин оттаивания ґрунта (под центром и краями штампа) H и приращение абсолютной осадки штампа ΔS_i , для каждой ступени давления.

10.5.2 Для каждой ступени давления вычисляют среднее значение приращения относительной осадки $\Delta \delta_i$, и полного значения относительной осадки слоя по формулам

$$\Delta \delta_i = \frac{\Delta S_i}{H_i}, \quad (10.1)$$

$$\delta_i = \delta_i + \Delta \delta_i. \quad (10.2)$$

При цьому $\delta_i = \Delta\delta_i$.

10.5.3 За обчисленими значеннями будують графік залежності відносного осідання штампа від тиску $\delta = f(p)$ (додаток Н).

На графіку проводять осереднену пряму методом найменших квадратів або графічним методом.

За початкові значення p і δ (перша точка, що включена в осереднення) приймають тиск, що дорівнює напруженню $\sigma_{zg,o}$, за кінцеві значення p_n і δ_n - такі, за яких навантаження викликає приріст осідання, що перевищує його значення на попередньому ступені не більше ніж удвічі.

10.5.4 Коефіцієнт відтавання A_{th} за графіком $\delta = f(p)$ приймають рівним відрізьку, який відсікається осередненою прямою на осі ординат.

Коефіцієнт стисливості m , МПа, обчислюють за формулою

$$m = \frac{\Delta\delta}{\Delta p} \cdot K, \quad (10.3)$$

де $\Delta\delta$ - приріст значення відносного осідання на осередненій прямій, що встановлюється за графіком і відповідає інтервалу Δp ;

K - безрозмірний коефіцієнт напружено-деформативного стану ґрунту, який приймають рівним для великоуламкових ґрунтів та сильновивітрілих скельних ґрунтів - 1,35, для пісків і супісків - 1,30, для суглинків - 1,20, для глин - 1,0.

За необхідності за одержаними значеннями m обчислюють модуль лінійної деформації ґрунту E за формулою

$$E = \frac{\beta}{m}, \quad (10.4)$$

де β - коефіцієнт, значення якого приймають рівним для великоуламкових ґрунтів і сильновивітрілих скельних ґрунтів - 0,8; для пісків і супісків - 0,74; для суглинків - 0,62; для глин - 0,40.

Коефіцієнт A_{th} визначають з точністю до 0,001, коефіцієнт m - до 0,0001.

При этом $\delta_i = \Delta\delta_i$.

10.5.3 По вычисленным значениям строят график зависимости относительной осадки штампа от давления $\delta = f(p)$ (приложение Н).

На графике проводят осредняющую прямую методом наименьших квадратов или графическим методом.

За начальные значения p и δ (первая точка, включаемая в осреднение) принимают давление, равное напряжению $\sigma_{zg,o}$, за конечные значения p_n и δ_n - такие, при которых нагрузка вызывает приращение осадки, превышающее ее значение на предыдущей ступени не более чем в два раза.

10.5.4 Коэффициент оттаивания A_{th} по графику $\delta = f(p)$ принимают равным отрезку, отсекаемому осредняющей прямой на оси ординат.

Коэффициент сжимаемости m , МПа, вычисляют по формуле

где $\Delta\delta$ - устанавливаемое по графику приращение значения относительной осадки на осредняющей прямой, соответствующее интервалу Δp ;

K - безразмерный коэффициент напряженно-деформативного состояния ґрунта, который принимают равным для крупнообломочных ґрунтов и сильновыветрелых скальных ґрунтов - 1,35, для песков и супесей - 1,30, для суглинков - 1,20, для глин - 1,0.

При необходимости по полученным значениям m вычисляют модуль линейной деформации ґрунта E по формуле

где β - коэффициент, значение которого принимают равным для крупнообломочных ґрунтов и сильновыветрелых скальных ґрунтов - 0,8; для песков и супесей - 0,74; для суглинков - 0,62; для глин - 0,40.

Коэффициент A_{th} определяют с точностью до 0,001, коэффициент m - до 0,0001.

11 МЕТОД ЗРІЗУ ЦІЛИКІВ ГРУНТУ

11.1 Суть методу

11.1.1 Випробування ціликів ґрунту на зріз проводять для визначення таких характеристик міцності: опору ґрунту зрізу τ , кута внутрішнього тертя (φ , питомого зчеплення c для великоуламкових ґрунтів, пісків та глинистих ґрунтів.

11.1.2 Характеристики визначають за результатами зрізу цілика ґрунту у виробці (розчистці, котловані, шурфі, штреку і т.ін.) по фіксованій площині дотичним навантаженням при одночасному навантажуванні цілика ґрунту навантаженням, нормальним до площини зрізу.

Для глинистих ґрунтів за спеціальним завданням може бути проведений зріз по спеціально підготовленій площині (спосіб "плашок") і повторний зріз. Ці способи застосовують для визначення характеристик ґрунту за наявності в масиві, що досліджується, площин ковзання або тріщинуватості.

11.1.3 Опір ґрунту зрізу визначають як граничне середнє дотичне напруження, за якого цілик ґрунту зрізається по фіксованій площині при заданому нормальному тиску. Для визначення φ і c необхідно провести не менше трьох випробувань ціликів ґрунту при різних значеннях нормального тиску при випробуванні однорідного ґрунту в одній виробці і на одній глибині.

11.1.4 Випробування можна виконувати для таких станів ґрунту:

- природної будови і природної вологості;
- природної будови з замочуванням до повного водонасичення;
- насипних та намивних ґрунтів незалежно від вологості.

11.1.5 Випробування проводять за такими схемами:

- консолидований зріз - для визначення характеристик міцності великоуламкових ґрунтів, пісків і глинистих ґрунтів із показником текучості $I_L < 1$ (незалежно від ступеня вологості) у стабілізованому стані;

11 МЕТОД СРЕЗА ЦЕЛИКОВ ГРУНТА

11.1 Сущность метода

11.1.1 Испытание целиков грунта на срез проводят для определения следующих характеристик прочности: сопротивления грунта срезу τ , угла внутреннего трения (φ , удельного сцепления c для крупнообломочных грунтов, песков и глинистых грунтов.

11.1.2 Характеристики определяют по результатам среза целика грунта в выработке (расчистке, котловане, шурфе, штреке и т.п.) по фиксированной плоскости касательной нагрузкой при одновременном нагружении целика грунта нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

Для глинистых грунтов по специальному заданию может быть проведен срез по специально подготовленной плоскости (способ "плашек") и повторный срез. Эти способы применяют для определения характеристик грунта при наличии в исследуемом массиве плоскостей скольжения или трещиноватости.

11.1.3 Сопротивление грунта срезу определяют как предельное среднее касательное напряжение, при котором целик грунта срезается по фиксированной плоскости при заданном нормальном давлении. Для определения φ и c необходимо провести не менее трех испытаний целиков грунта при различных значениях нормального давления при испытании однородного грунта в одной выработке и на одной глубине.

11.1.4 Испытания можно выполнять для следующих состояний грунта:

- природного сложения и природной влажности;
- природного сложения с замачиванием до полного водонасыщения;
- насыпных и намывных грунтов независимо от влажности.

11.1.5 Испытания проводят по следующим схемам:

- консолидированный срез - для определения характеристик прочности крупнообломочных грунтов, песков и глинистых грунтов с показателем текучести $I_L < 1$ (независимо от степени влажности) в стабилизированном состоянии;

- неконсолідований зріз - для визначення характеристик міцності водонасичених глинистих ґрунтів (при $S_r > 0,85$) з показником текучості $I_L \geq 0,5$ в нестабілізованому стані.

11.2 Обладнання та прилади

11.2.1 До складу установки для випробування цілика ґрунту методом зрізу повинні входити:

- кільце з внутрішнім діаметром $D = 400$ мм і висотою $H = 220$ мм;
- жорсткі штампи розмірами, що відповідають внутрішньому діаметру кільця;
- пристрій для вертикального навантаження цілика ґрунту;
- пристрій для створення дотичного навантаження з анкерним пристроєм;
- пристрій для вимірювання деформацій цілика ґрунту і прикладеного навантаження.

11.2.2 Конструкція установки повинна забезпечувати:

- прикладення дотичного навантаження у фіксованій площині зрізу або не більше ніж на 30 мм вище цієї площини;
- передачу нормального та дотичного навантажень ступенями або у вигляді безперервно зростаючого навантаження із постійною швидкістю;
- градування вимірювальних приладів і встановлення поправок на подолання тертя при переміщенні кільця (цілика) відносно нерухомої частини установки.

11.2.3 Для створення нормального і дотичного навантажень застосовують домкрати або таровані вантажі.

11.2.4 Прилади (прогиноміри, індикатори та ін.) для вимірювання деформацій стиску і зрізу цілика ґрунту з похибкою не більше 0,1 мм повинні бути надійно закріплені на металевій реперній системі.

11.3 Підготовка до випробування

11.3.1 На відмітці випробування у виробці вирізають цілик ґрунту з допомогою кільця в такому порядку:

- кільце змазують із внутрішнього боку тонким шаром вазеліну або консистентного мастила;

- неконсолідований срез - для определения характеристик прочности водонасыщенных глинистых грунтов (при $S_r > 0,85$) с показателем текучести $I_L \geq 0,5$ в нестабилизированном состоянии.

11.2 Оборудование и приборы

11.2.1 В состав установки для испытания целика грунта методом среза должны входить:

- кольцо с внутренним диаметром $D = 400$ мм и высотой $H = 220$ мм;
- жесткие штампы размерами, соответствующими внутреннему диаметру кольца;
- устройство для вертикального нагружения целика грунта;
- устройство для создания касательной нагрузки с анкерным устройством;
- устройство для измерения деформаций целика грунта и прикладываемой нагрузки.

11.2.2 Конструкция установки должна обеспечивать:

- приложение касательной нагрузки в фиксированной плоскости среза или не более чем на 30 мм выше этой плоскости;
- передачу нормальной и касательной нагрузок ступенями или в виде непрерывно возрастающей нагрузки с постоянной скоростью;
- градуировку измерительных приборов и установления поправок на преодоление трения при перемещении кольца (целика) относительно неподвижной части установки.

11.2.3 Для создания нормальных и касательных нагрузок применяют домкраты или тарированные грузы.

11.2.4 Приборы (прогибомеры, индикаторы и др.) для измерения деформаций сжатия и среза целика грунта с погрешностью не более 0,1 мм должны быть надежно закреплены на металлической реперной системе.

11.3 Подготовка к испытанию

11.3.1 На отметке испытания в выработке вырезают целик грунта с помощью кольца в следующем порядке:

- кольцо смазывают с внутренней стороны тонким слоем вазелина или консистентной смазки;

- кільце встановлюють на вирівняну і зачищену горизонтальну поверхню ґрунту в намічене раніше положення і поступово, не допускаючи перекосів, вдавлюють кільце вручну або з допомогою домкрата, обрізуючи ґрунт навколо кільця;
- поверхню ґрунту в кільці вирівнюють і на вирівняну поверхню укладають шар маловологого піску (мілкою або середньої крупності) завтовшки 1 - 2 см для глинистих ґрунтів і 3 см - для великоуламкових ґрунтів.

У нижній частині цілика між краєм кільця і поверхнею ґрунту в основі виробки залишають зазор розміром 1-2 см, по якому повинна пройти площина зрізу при випробуванні. Цей зазор повинен бути відновлений у випадку його порушення при підготовці до зрізу ґрунту.

11.3.2 Після вирізання цілика ґрунту на кільце встановлюють штамп і монтують пристрій для передачі нормального і дотичного навантаження і реперну систему з приладами (прогиномірами, індикаторами) для вимірювання деформацій стиску і зрізу цілика ґрунту.

11.3.3 Деформації цілика ґрунту слід визначати як середньоарифметичне показань двох приладів, які фіксують:

- зміщення протилежних боків кільця в напрямку прикладення дотичного навантаження в площині зрізу;
- осідання протилежних боків штампа від нормального навантаження.

11.3.4 Після монтажу установки та вимірювальної системи записують початкові показання приладів (або встановлюють на нульові поділки).

11.4 Проведення випробування за схемою консолидованого зрізу

11.4.1 Попереднє ущільнення цілика ґрунту проводять нормальними тисками p , при яких визначають опір ґрунту зрізу τ .

Нормальний тиск передають на цілик ґрунту послідовно ступенями; значення тисків і їх ступенів вказані в таблиці 11.1.

- кільце устанавлюють на вирівнену і зачищену горизонтальну поверхню ґрунту в заранеє намічене положення і поступово, не допускаючи перекосів, вдавлюють кільце вручну або з допомогою домкрата, обрізаючи ґрунт навколо кільця;

- поверхню ґрунту в кільці вирівнюють і на вирівнену поверхню укладають шар маловологого піску (мілкою або середньої крупності) товщиною 1 - 2 см для глинистих ґрунтів і 3 см - для крупнообломочних ґрунтів.

В нижній частині цілика між краєм кільця і поверхнею ґрунту в основанні виробки залишають зазор розміром 1-2 см, по якому повинна пройти площина зрізу при випробуванні. Цей зазор повинен бути відновлений у випадку його порушення при підготовці до зрізу ґрунту.

11.3.2 После вырезания целика грунта на кольцо устанавливают штамп и монтируют устройство для передачи нормальной и касательной нагрузок и реперную систему с приборами (прогибомерами, индикаторами) для измерения деформаций сжатия и среза целика грунта.

11.3.3 Деформации целика грунта следует определять как среднеарифметическое показаний двух приборов, фиксирующих:

- смещение противоположных сторон кольца в направлении приложения касательной нагрузки в плоскости среза;
- осадку противоположных сторон штампа от нормальной нагрузки.

11.3.4 После монтажа установки и измерительной системы записывают начальные показания приборов (или устанавливают на нулевые деления).

11.4 Проведение испытания по схеме консолидированного среза

11.4.1 Предварительное уплотнение целика грунта проводят нормальными давлениями p , при которых определяют сопротивление грунта срезу τ .

Нормальные давления передают на целик грунта последовательно ступенями; значения давлений и их ступеней указаны в таблице 11.1.

Таблиця
11.1
Таблиця

Грунти Грунты	Нормальний тиск Нормальное давление p , МПа			Ступені тиску Ступени давления Δp , МПа
	P_1	P_2	P_3	
Великоуламкові Піски гравелисті, крупні і середньої крупності щільні; Глини з $I_L \leq 0$ Крупнообломочные Пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные; Глины с $I_L \leq 0$	0,1	0,3	0,5	0,1
Піски гравелисті, крупні і середньої крупності середньої щільності; мілкі щільні і середньої щільності Супіски і суглинки з $I_L \leq 0,5$ Глини з $0 < I_L \leq 0,5$ Пески гравелистые, крупные и средней крупности средней плотности; мелкие плотные и средней плотности Супеси и суглинки с $I_L \leq 0,5$ Глины с $0 < I_L \leq 0,5$	0,1	0,2	0,3	0,05
Піски гравелисті, крупні, середньої крупності і мілкі пухкі, пилуваті незалежно від щільності Глинисті ґрунти з $I_L > 0,5$ Пески гравелистые, крупные, средней крупности и мелкие рыхлые, пылеватые независимо от плотности Глинистые ґрунты с $I_L > 0,5$	0,1	0,15	0,2	0,025
Орґано-мінеральні і орґанічні ґрунти Орґано-минеральные и органические ґрунты	0,05	0,01	0,15	0,025

11.4.2 Кожний ступінь тиску при попередньому ущільненні необхідно витримувати не менше:

- для великоуламкових ґрунтів і пісків – 5 хв;
- для глинистих ґрунтів - 30 хв.

Кінцевий ступінь витримують до умовної стабілізації деформації стиску цілика ґрунту.

За критерій умовної стабілізації деформації стиску приймають приріст осідання цілика, що не перевищує 0,1 мм за час, указаний в таблиці 11.2.

11.4.2 Каждую степень давления при предварительном уплотнении необходимо выдерживать не менее:

- для крупнообломочных ґрунтов и песков - 5 мин;
- для глинистых ґрунтов - 30 мин.

Конечную степень выдерживают до условной стабилизации деформации сжатия целика ґрунта.

За критерий условной стабилизации деформации сжатия принимают приращение осадки целика, не превышающее 0,1 мм за время, указанное в таблице 11.2.

Таблиця
11.2
Таблиця

Грунти Грунты	Час умовної стабілізації деформації, хв Время условной стабилизации деформации, мин	
	стиску сжатия	зрізу среза
Піски гравелисті, крупні незалежно від вологості; середньої крупності і мілкі зі ступенем вологості $Sr \leq 0,5$ Пески гравелистые, крупные независимо от влажности; средней крупности и мелкие со степенью влажности $Sr \leq 0,5$	30	1
Піски середньої крупності і мілкі зі ступенем вологості $0,5 < Sr \leq 1,0$; пилуваті з $Sr \leq 0,5$ Глинисті ґрунти з $I_L \leq 0,25$ Пески средней крупности и мелкие со степенью влажности $0,5 < Sr \leq 1,0$; пылеватые с $Sr \leq 0,5$ Глинистые ґрунты с $I_L < 0,25$	60	3
Піски пилуваті зі ступенем вологості $0,5 < Sr \leq 1,0$ Глинисті ґрунти з $0,25 < I_L \leq 0,75$ Пески пылеватые со степенью влажности $0,5 < Sr \leq 1,0$ Глинистые ґрунты с $0,25 < I_L \leq 0,75$	120	5

11.4.3 В процесі попереднього ущільнення ціликів ґрунту, а також в період замочування і при подальшому випробуванні необхідно записувати в журналі випробувань значення деформацій стиску ціликів.

Відліки за приладами на кожному ступені навантажування слід проводити:

- при випробуваннях великоуламкових ґрунтів і пісків - на проміжних ступенях тиску на початку і в кінці ступеня і на кінцевому ступені тиску через 10 хв протягом першої півгодини і через 15 хв протягом другої півгодини, далі через 30 хв до умовної стабілізації деформації ґрунту;
- при випробуваннях глинистих ґрунтів - на проміжних ступенях тиску через 10 хв і на кінцевому ступені через кожні 15 хв протягом першої години і 30 хв протягом другої години і далі через 1 год до умовної стабілізації деформації ґрунту.

11.4.4 Після попереднього ущільнення ґрунту і відновлення зазору (11.3.1) проводять зріз цілика ґрунту при ступінчастому або повному збільшенні дотичного навантаження.

При передачі дотичного навантаження ступенями їх значення не повинні перевищувати 10 % від значення нормального навантаження, при якому проводять зріз. На кожному ступені навантаження записують показання приладів для вимірювання деформацій зрізу через кожні 2 хв до його умовної стабілізації.

За критерій умовної стабілізації деформацій зрізу приймають приріст переміщення кільця в площині зрізу, який не перевищує 0,1 мм за час, указаний в таблиці 11.2.

При дотичному навантаженні, що безперервно збільшується, швидкість зрізу повинна бути постійною і відповідати вказаній в таблиці 11.3.

Деформації зрізу фіксують не рідше ніж через 2 хв.

11.4.3 В процессе предварительного уплотнения целиков грунта, а также в период замачивания и при дальнейшем испытании необходимо записывать в журнале испытаний значения деформаций сжатия целиков.

Отсчеты по приборам на каждой ступени нагружения следует производить:

- при испытаниях крупнообломочных грунтов и песков - на промежуточных ступенях давления в начале и конце ступени и на конечной ступени давления через 10 мин в течение первого получаса и через 15 мин в течение второго получаса, далее через 30 мин до условной стабилизации деформации грунта;
- при испытаниях глинистых грунтов - на промежуточных ступенях давления через 10 мин и на конечной ступени через каждые 15 мин в течение первого часа и 30 мин в течение второго часа и далее через 1 ч до условной стабилизации деформации грунта.

11.4.4 После предварительного уплотнения грунта и восстановления зазора (11.3.1) производят срез целика грунта при ступенчатом или плавном увеличении касательной нагрузки.

При передаче касательной нагрузки ступенями их значения не должны превышать 10 % от значения нормальной нагрузки, при которой производят срез. На каждой ступени нагружения записывают показания приборов для измерения деформаций среза через каждые 2 мин до ее условной стабилизации.

За критерий условной стабилизации деформаций среза принимают приращение перемещения кольца в плоскости среза, не превышающее 0,1 мм за время, указанное в таблице 11.2.

При непрерывно возрастающей касательной нагрузке скорость среза должна быть постоянной и соответствовать указанной в таблице 11.3.

Деформации среза фиксируют не реже чем через 2 мин.

Таблиця
11.3

Таблиця

Грунти Грунты	Швидкість зрізу, мм/хв Скорость среза, мм/мин
Піски Пески	≤0,5
Супіски Супеси	≤0,1
Суглинки Суглинки	≤0,05
Глини з Глины с $Ip \leq 30\%$	≤0,02
Глини з Глины с $Ip > 30\%$	≤0,1

Примітка. При випробуваннях з постійною швидкістю зрізу слід застосовувати прилади з автоматичним записом результатів випробувань.
Примечание. При испытаниях с постоянной скоростью среза следует применять приборы с автоматической записью результатов испытаний.

11.4.5 Випробування слід вважати закінченими, якщо під час прикладення чергового ступеня дотичного навантаження відбувається миттєвий зріз (зрив) однієї частини ґрунту по відношенню до іншої або загальна деформація зрізу перевищить 50 мм.

При проведенні зрізу з постійною швидкістю за кінець випробувань приймають момент, коли дотичне навантаження досягне максимального значення, після чого спостерігається деяке його зниження або встановлена сталість значення деформації зрізу, або якщо загальне значення деформації зрізу перевищить 50 мм. Після закінчення випробування цілики ґрунту слід розвантажити і відібрати від зони зрізу дві проби ґрунту для визначення вологості.

11.4.6 Для випробування глинистих ґрунтів в умовах повного водонасичення необхідно замочити цілики ґрунтів.

Замочування повинно проводитися після завершення робіт з підготовки ціликів до випробувань і монтажу установки. На поверхню вибою виробки слід укласти шар піску (м'якого або середньої крупності) завтовшки не менше 5 см.

Замочування слід проводити ґрунтовою водою з місця випробувань або питною водою розосередженим струменем, що подається на вибій виробки. Висота шару води над нижньою частиною кільця повинна бути 10-15 см.

Після завершення замочування вода із виробки повинна бути відкачана, після чого проводять випробування на зріз.

Час насичення ґрунту водою повинен бути не менше, год:

- 12 - для пісків;
- 24 - " супісків;
- 36 - " суглинків;
- 72 - " глин.

11.4.5 Испытание следует считать законченным, если при приложении очередной степени касательной нагрузки происходит мгновенный срез (срыв) одной части ґрунта по отношению к другой или общая деформация среза превысит 50 мм.

При проведении среза с постоянной скоростью за окончание испытаний принимают момент, когда касательная нагрузка достигнет максимального значения, после чего наблюдается некоторое ее снижение или установлено постоянство значения деформации среза, или если общее значение деформации среза превысит 50 мм. После окончания испытания целики ґрунта следует разгрузить и отобрать из зоны среза две пробы ґрунта для определения влажности.

11.4.6 Для испытания глинистых ґрунтов в условиях полного водонасыщения необходимо замочить целики ґрунтов.

Замачивание должно производиться после завершения работ по подготовке цельков к испытаниям и монтажу установки. На поверхность забоя выработки следует уложить слой песка (мелкого или средней крупности) толщиной не менее 5 см.

Замачивание следует производить ґрунтовой водой с места испытаний или питьевой водой рассредоточенной струей, подаваемой на забой выработки. Высота слоя воды над нижней частью кольца должна быть 10 - 15 см.

После завершения замачивания вода из выработки должна быть откачана, после чего проводят испытание на срез.

Время насыщения ґрунта водой должно быть не менее, ч:

- 12 - для песков;
- 24 - " супесей;
- 36 - " суглинков;
- 72- " глин.

Кількість води, що використовується для замочування (за вирахуванням води, що відкачується із виробки після завершення замочування), необхідно фіксувати в журналі випробувань.

Після проведення випробувань і демонтажу установки відбирають проби ґрунту із зони зрізу для визначення вологості і ступеня водонасичення. Якщо ступінь водонасичення і ґрунту виявиться меншим ніж передбачено завданням, то випробування слід повторити зі збільшенням часу замочування.

11.4.7 У процесі випробування ведуть журнал, форма якого наведена в додатку Б.

11.5 Проведення випробування за схемою неконсолідованого зрізу

11.5.1 На цілик ґрунту передають зразу в один ступінь нормальні тиски p , за яких будуть проводити зріз ціликів ґрунту. Значення p вказані в таблиці 11.4.

Якщо за цих значень буде вдавлюватись ґрунт у зазор між кільцем і поверхнею виробки, то випробування необхідно повторити на інших ціликах при менших значеннях тисків.

Таблиця 11.4

Таблиця

ґрунти Грунты	Нормальний тиск Нормальное давление p , МПа
Глинисті і органо-мінеральні ґрунти з показником творчості Глинистые и органо-минеральные ґрунты с показателем текучести	
$I_L < 0,5$	0,1; 0,15; 0,2
$0,5 \leq I_L < 1,0$	0,05; 0,1; 0,15
$I_L \geq 1,0$	0,025; 0,075; 0,125

11.5.2 Зразу після передачі нормального навантаження проводять зріз цілика ґрунту не більше ніж за 5 хв з моменту прикладення нормального навантаження.

При передачі дотичного навантаження - ступенями їх значення не повинні перевищувати 10 % значення нормального навантаження, за якого проводять зріз (11.5.1), і прикладення ступенів повинно відбуватись через кожні 15-30с.

При передачі безперервно зростаючого дотичного навантаження швидкість зрізу приймають в інтервалі 5-20 мм/хв так, щоб зріз відбувся протягом вказаного часу.

11.5.3 Момент закінчення випробування встановлюють у відповідності з вказівками 11.4.5. Після закінчення випробувань слід зафіксувати максимальне дотичне навантаження у процесі випробування і провести операції, передбачені 11.4.5.

Количество воды, используемой для замачивания (за вычетом откачиваемой из выработки воды после завершения замачивания), необходимо фиксировать в журнале испытаний.

После проведения испытаний и демонтажа установки отбирают пробы ґрунта из зоны среза для определения влажности и степени водонасыщения. Если степень водонасыщения ґрунта окажется меньше, чем предусмотрено заданием, то испытание следует повторить с увеличением времени замачивания.

11.4.7 В процессе испытания ведут журнал, форма которого приведена в приложении Б.

11.5 Проведение испытания по схеме неконсолидированного среза

11.5.1 На целик ґрунта передают сразу в одну ступень нормальные давления p , при которых будут производить срез целиков ґрунта. Значения p указаны в таблице 11.4.

Если при этих значениях будет происходить выдавливание ґрунта в зазор между кольцом и поверхностью выработки, то испытание необходимо повторить на других целиках при меньших значениях давлений.

11.5.2 Сразу после передачи нормальной нагрузки производят срез целика ґрунта не более чем за 5 мин с момента приложения нормальной нагрузки.

При передаче касательной нагрузки ступенями их значения не должны превышать 10 % значения нормальной нагрузки, при которой производят срез (11.5.1), и приложение ступеней должно следовать через каждые 15 - 30с.

При передаче непрерывно возрастающей касательной нагрузки скорость среза принимают в интервале 5-20 мм/мин так, чтобы срез произошел в течение указанного времени.

11.5.3 Момент окончания испытания устанавливают в соответствии с указаниями 11.4.5. По окончании испытания следует зафиксировать максимальную касательную нагрузку в процессе испытания и произвести операции, предусмотренные 11.4.5.

11.6 Проведення випробування по спеціально підготовлених поверхнях (спосіб "плашок") і методом повторного зрізу

11.6.1 При проведенні випробувань за способом "плашок" необхідно підготувати ґрунт у площині зрізу у такій послідовності:

- після випробування на зріз цілика ґрунту природної будови установка повинна бути частково демонтована (крім анкерного пристрою);
- цілик ґрунту в кільці слід перевернути зрізаною поверхнею вверх;
- поверхня зрізу повинна бути зачищена і вирівняна врівень з краями кільця;
- у виробці слід зачистити поверхню ґрунту і вирівняти у межах площі, діаметр якої на 20 - 30 см повинен перевищувати діаметр кільця.

11.6.2 У випадку випробування з попереднім замочуванням ґрунт у кільці і на зачищеній поверхні виробки замочують до заданого значення вологості.

11.6.3 Після завершення підготовки ґрунту в площині зрізу цілик ґрунту слід знову перевернути і встановити на зачищену поверхню виробки.

Далі слід підняти кільце вверх на 5 - 10 мм для утворення в площині зрізу зазору між кільцем і поверхнею ґрунту виробки, змонтувати установку в цілому і проводити випробування.

11.6.4 Випробування слід продовжити до тих пір, поки опір зрізу τ не досягне сталого значення.

11.6.5 При проведенні випробувань за способом повторного зрізу спеціальна підготовка ґрунту в площині зрізу не потрібна.

Після завершення зрізу цілика природної будови установку частково демонтують, тиск у гідродомкратах знижують до нуля, знімають прогиноміри, що реєструють вертикальні деформації. Показання горизонтальних прогиномірів залишаються незмінними, тобто фіксують деформації зсуву, одержані при випробуванні цілика.

11.6.6 У передній частині зсунутого цілика встановлюють упор для повернення цілика і домкрат, який спирається через підкладну плиту в стіну виробки. Створюючи у домкраті тиск, переміщують зсунутий цілик у вихідне положення, яке він займав до початку зсуву. При досягненні ціликом вихідного положення

11.6 Проведение испытания по специально подготовленным поверхностям (способ "плашек") и методом повторного среза

11.6.1 При проведении испытаний по способу "плашек" необходимо произвести подготовку ґрунта в плоскости среза в такой последовательности:

- после испытания на срез целика ґрунта природного сложения установка должна быть частично демонтирована (кроме анкерного устройства);
- целик ґрунта в кольцо следует перевернуть срезанной поверхностью вверх;
- поверхность среза должна быть зачищена и выровнена заподлицо с краями кольца;
- в выработке следует зачистить поверхность ґрунта и выровнять в пределах площади, диаметр которой на 20 - 30 см должен превышать диаметр кольца.

11.6.2 В случае испытания с предварительным замачиванием ґрунт в кольцо и на зачищенной поверхности выработки замачивают до заданного значения влажности.

11.6.3 После завершения подготовки ґрунта в плоскости среза целик ґрунта следует снова перевернуть и установить на зачищенную поверхность выработки.

Далее следует поднять кольцо вверх на 5 - 10 мм для образования в плоскости среза зазора между кольцом и поверхностью ґрунта выработки, смонтировать установку в целом и проводить испытание.

11.6.4 Испытание следует продолжать до тех пор, пока сопротивление срезу τ не достигнет постоянного значения.

11.6.5 При проведении испытаний по способу повторного среза специальная подготовка ґрунта в плоскости среза не требуется.

После завершения среза целика природного сложения установку частично демонтируют, давление в домкратах снижают до нуля, снимают прогибомеры, регистрирующие вертикальные деформации. Показания горизонтальных прогибомеров остаются неизменными, т.е. фиксируют деформации сдвига, полученные при испытании целика.

11.6.6 В передней части сдвинутого целика устанавливают упор для возврата целика и домкрат, опирающийся через подкладную плиту в стену выработки. Создавая в домкрате давление, перемещают сдвинутый целик в исходное положение, которое он занимал до начала сдвига. При достижении целиком ис-

прогиноміри, що фіксують горизонтальні деформації, покажуть нульові значення.

11.6.7 Домкрат і упор для повернення цілика знімають і знову монтують установку. Проводять зсув цілика по раніше зрізаній поверхні у відповідності з вимогами 11.4.

11.7 Обробка результатів

11.7.1 За вимірними в процесі випробувань значеннями нормального і дотичного навантажень обчислюють дотичні і нормальні напруження τ і σ , МПа, за формулами

$$\tau = \frac{Q}{A}, \quad (11.1)$$

$$\sigma = \frac{P}{A}, \quad (11.2)$$

де Q і P - відповідно дотичне і нормальне навантаження до площини зрізу, кН;

A - площа зрізу, см².

За вимірними у процесі випробувань значеннями деформацій зрізу Δ , які відповідають різним напруженням τ , будують графік залежності $\tau = f(\Delta)$ (див. додаток Л).

За опір ґрунту приймають максимальне значення τ , одержане за графіком $\tau = f(\Delta)$ при значеннях деформацій Δ , які не перевищують 50мм.

11.7.2 Кут внутрішнього тертя ϕ і питоме зчеплення c визначають за графіком $\tau = f(p)$ (див. додаток Л), побудованим за результатами не менше ніж трьох випробувань ціликів ґрунту (11.1.3).

Значення c визначають як відрізок, що відсікається осередненою прямою графіка, проведеною методом найменших квадратів або графічним методом, на осі ординат, а $tg\phi$ - як кут нахилу цієї прямої до осі абсцис.

11.7.3 За графіком $\tau = f(p)$ проводять контроль випробувань. При розкиді дослідних даних відносно осередненої прямої більше ніж на 30 % середнього значення τ результати випробувань визнають незадовільними і випробування повторюють.

12 МЕТОДИ ОБЕРТАЛЬНОГО, ПОСТУПАЛЬНОГО І КІЛЬЦЕВОГО ЗРІЗІВ

12.1 Суть методу

12.1.1 Випробування ґрунту обертальним, поступальним і кільцевим зрізами проводять для визначення таких характеристик міцності:

ходного положення прогибомери, фіксующие горизонтальные деформации, покажут нулевые значения.

11.6.7 Домкрат и упор для возврата целика снимают и вновь монтируют установку. Производят сдвиг целика по ранее срезанной поверхности в соответствии с требованиями 11.4.

11.7 Обработка результатов

11.7.1 По измеренным в процессе испытаний значениям нормальной и касательной нагрузок вычисляют касательные и нормальные напряжения τ и σ , МПа, по формулам

$$\tau = \frac{Q}{A}, \quad (11.1)$$

$$\sigma = \frac{P}{A}, \quad (11.2)$$

где Q и P - соответственно касательная и нормальная нагрузки к плоскости среза, кН;

A - площадь среза, см².

По измеренным в процессе испытаний значениям деформаций среза Δ , соответствующим различным напряжениям τ , строят график зависимости $\tau = f(\Delta)$ (см. приложение Л).

За сопротивление ґрунту принимают максимальное значение τ , полученное по графику $\tau = f(\Delta)$ при значениях деформаций Δ , не превышающих 50 мм.

11.7.2 Угол внутреннего трения ϕ и удельное сцепление c определяют по графику $\tau = f(p)$ (см. приложение Л), построенному по результатам не менее чем трех испытаний целиков ґрунта (11.1.3).

Значение c определяют как отрезок, отсекаемый осредняющей прямой графика, проведенной методом наименьших квадратов или графическим методом, на оси ординат, а $tg\phi$ - как угол наклона этой прямой к оси абсцисс.

11.7.3 По графику $\tau = f(p)$ проводят контроль испытаний. При разбросе опытных данных относительно осредняющей прямой более чем на 30 % среднего значения τ результаты испытаний признают неудовлетворительными и испытания повторяют.

12 МЕТОДЫ ВРАЩАТЕЛЬНОГО, ПОСТУПАТЕЛЬНОГО И КОЛЬЦЕВОГО СРЕЗОВ

12.1 Сущность методов

12.1.1 Испытания ґрунта вращательным, поступательным и кольцевым срезами проводят для определения следующих характерис-

опору ґрунту зрізу τ , кута внутрішнього тертя ϕ , питомого зчеплення c і оцінки просторової мінливості міцності ґрунтів для пісків, глинистих, органо-мінеральних і органічних ґрунтів, у тому числі з крупноуламковими включеннями розмірами 2-10 мм у кількості не більше 15 % за масою.

Умови застосування методів наведені в таблиці 12.1

12.1.2 Характеристики визначають за результатами випробувань ґрунту у свердловинах і в масиві вдавлюючими та дотичними навантаженнями, що передаються на ґрунт через колонну штанг і робочий наконечник будь-якої конструкції залежно від способу передачі зрізного зусилля.

12.1.3 Випробування обертальним зрізом проводять за умов практичної відсутності дренажу шляхом прикладення горизонтального дотичного навантаження і зміщення ґрунту по циліндричній поверхні, яка утворюється обертанням крильчатки нижче вибою свердловини або в масиві.

Випробування поступальним зрізом попередньо ущільненого або неуцільненого нормальним тиском ґрунту проводять шляхом прикладення вертикального дотичного навантаження і зміщення ґрунту по боковій поверхні, яке утворюється в свердловині вертикальними переміщеннями робочого наконечника з поперечними лопатями.

Випробування кільцевим зрізом попередньо ущільненого або неуцільненого нормальним тиском ґрунту проводять шляхом прикладення горизонтального дотичного навантаження і зміщення ґрунту по циліндричній поверхні, утвореній в свердловині обертанням робочого наконечника з поздовжніми лопатями.

12.1.4 Випробування поступальним і кільцевим зрізами проводять за такими схемами:

- консолидований зріз - для визначення характеристик міцності пісків середньої густини та пухких маловологих і вологих, а також глинистих і органо-мінеральних ґрунтів із показником текучості $0 \leq I_L \leq 0,75$ у стабілізованому стані;
- неконсолідований зріз - для визначення характеристик міцності водонасичених глинистих ґрунтів ($S \geq 0,85$) з показником текучості $I_L > 0,50$ у нестабілізованому стані.

тичності: сопроотивлення ґрунта срезу τ , угла внутреннего трения ϕ , удельного сцепления c и оценки пространственной изменчивости прочности ґрунтов для песков, глинистых, органо-минеральных и органических ґрунтов, в том числе с крупнообломочными включениями размерами 2-10 мм в количестве не более 15 % по массе.

Условия применения методов приведены в таблице 12.1.

12.1.2 Характеристики определяют по результатам испытаний ґрунта в скважинах и в массиве вдавливающими и касательными нагрузками, передаваемыми на ґрунт через колонну штанг и рабочий наконечник различной конструкции в зависимости от способа передачи срезающего усилия.

12.1.3 Испытание вращательным срезом проводят в условиях практического отсутствия дренирования путем приложения горизонтальной касательной нагрузки и смещения ґрунта по цилиндрической поверхности, образуемой вращением крыльчатки ниже забоя скважины или в массиве.

Испытание поступательным срезом предварительно уплотненного или неуплотненного нормальным давлением ґрунта проводят путем приложения вертикальной касательной нагрузки и смещения ґрунта по боковой поверхности, образуемой в скважине вертикальным перемещением рабочего наконечника с поперечными лопастями.

Испытание кольцевым срезом предварительно уплотненного или неуплотненного нормальным давлением ґрунта проводят путем приложения горизонтальной касательной нагрузки и смещения ґрунта по цилиндрической поверхности, образуемой в скважине вращением рабочего наконечника с продольными лопастями.

12.1.4 Испытания поступательным и кольцевым срезами проводят по следующим схемам:

- консолидированный срез - для определения характеристик прочности песков средней плотности и рыхлых маловлажных и влажных, а также глинистых и органо-минеральных ґрунтов с показателем текучести $0 \leq I_L \leq 0,75$ в стабилизированном состоянии;
- неконсолидированный срез - для определения характеристик прочности водонасыщенных глинистых ґрунтов ($S \geq 0,85$) с показателем текучести $I_L > 0,50$ в нестабилизированном состоянии.

Таблиця
12.1
Таблиця

Метод випробувань Метод испытаний	Грунти Грунты	Умови застосування методу Условия применения метода					
		Гідрогеологічні умови Гидрогеологические условия	Місце проведення випробування Место проведения испытания	Глибина випробування Глубина испытания, м	Мінімальний діаметр свердловини Минимальный диаметр скважины, мм	Мінімальний діаметр обсадних труб Минимальный диаметр обсадных труб, мм	Мінімальна площа зрізу ґрунту Минимальная площадь среза грунта, см ²
Обертальний зріз	Суглинки, глини з $I_L > 0,50$ Органо-мінеральні і органічні ґрунти	Вище і нижче рівня підземних вод	У масиві нижче вибою бурової свердловини	0,5-20	89-146	89-146	200-600
Врацательный срез	Суглинки, глины с $I_L > 0,50$ Органо-минеральные и органические грунты	Выше и ниже уровня подземных вод	В массиве ниже забоя буровой скважины				
Те саме	Суглинки, глини з $I_L > 1$ Органо-мінеральні і органічні ґрунти	Те саме	У масиві з поверхні	0,3-20	-	-	200-600
То же	Суглинки, глины с $I_L > 1$ Органо-минеральные и органические грунты	То же	В массиве с поверхности				
Поступальный зріз	Піски (стійкі в стінках свердловини) Супіски з $I_L \leq 1$; суглинки, глини з $I_L \leq 0,75$, в т.ч. заторфовані	Вище рівня підземних вод	У стінках бурової свердловини	0,5-20	89-146	89-146	300-600
Поступательный срез	Пески (устойчивые в стенках скважины) Супеси с $I_L \leq 1$; суглинки, глины с $I_L \leq 0,75$, в т.ч. заторфованные	Выше уровня подземных вод	В стенках буровой скважины				
Те саме	Піски, в т.ч. з домішками органічних речовин (нестійкі в стінках свердловини або ті, що залягають з поверхні дна акваторії)	Вище і нижче рівня підземних вод	Нижче вибою бурової свердловини	0,5-50	146-168	146-168	150-300
То же	Пески, в том числе с примесью органических веществ (неустойчивые в стенках скважины или залегающие с поверхности дна акватории)	Выше и ниже уровня подземных вод	Ниже забоя буровой скважины				
Поступальный зріз	Супіски з $I_L > 1$; глини з $I_L > 0,75$ Органо-мінеральні і органічні ґрунти (що залягають з поверхні ґрунтового масиву або дна акваторії)	Те саме	У масиві				
Поступательный срез	Супеси с $I_L > 1$; глины с $I_L > 0,75$ Органо-минеральные и органические грунты (залегающие с поверхности грунтового массива или дна акватории)	То же	В массиве	0,5-20	-	-	150-300

Закінчення таблиці

12.1

Окончание таблицы

Метод випробувань Метод испытаний	Грунти Грунты	Умови застосування методу Условия применения метода					
		Гідрогеологічні умови Гидрогеологические условия	Місце проведення випробування Место проведения испытания	Глибина випробування Глубина испытания, м	Мінімальний діаметр свердловини Минимальный диаметр скважины, мм	Мінімальний діаметр обсадних труб Минимальный диаметр обсадных труб, мм	Мінімальна площа зрізу ґрунту Минимальная площадь среза грунта, см ²
Поступальный срез	Органо-минеральные и органические грунты (не залегающие с поверхности грунтового массива или дна акватории)	Выше и ниже уровня подземных вод	Ниже забоя буровой скважины	20-30	146	146	300-600
Кольцевой срез	Супеси с $I_L > 1$; суглинки, глины с $I_L > 0,75$ (залегающие с поверхности грунтового массива или дна акватории)	Выше уровня подземных вод	В стенках буровой скважины	0,5-30	89-146	89-146	300-600
То же	Органо-минеральные и органические грунты (залегающие с поверхности грунтового массива или дна акватории)	Выше и ниже уровня подземных вод	То же	По всей толще	89-146	89-146	300-600
"	Органо-минеральные и органические грунты (не залегающие с поверхности грунтового массива или дна акватории)	То же	"	То же	89-146	89-146	300-600

12.2 Метод обертального зрізу

12.2.1 Устаткування та прилади

12.2.1.1 До складу установки для випробування ґрунту обертальним зрізом повинні входити:

- робочий наконечник з лопатями (крыльчатка);
- штанги;

12.2 Метод вращательного среза

12.2.1 Оборудование и приборы

12.2.1.1В состав установки для испытания ґрунта вращательным срезом должны входить:

- рабочий наконечник с лопастями (крыльчатка);
- штанги;

- пристрій для створення і вимірювання крутного моменту;
- пристрій для вдавлювання крильчатки в ґрунт.

Для випробування ґрунту в масиві установку доповнюють пристроєм для відключення крильчатки від штанг, який дозволяє вимірювати тертя штанг об ґрунт при нерухомій крильчатці.

12.2.1.2 Конструкція установки повинна забезпечувати:

- вдавлювання крильчатки в ґрунт нижче вибою дослідної свердловини або в масив і фіксацію її на заданій глибині;
- передачу крутного моменту на крильчатку;
- градування пристрою для вимірювання крутного моменту;
- фіксування штанг на заданій глибині, яке виключає самочинне вертикальне і горизонтальне переміщення штанг і крильчатки.

12.2.1.3 Установки повинні мати технічний паспорт, інструкцію з експлуатації і градувальну таблицю підприємства-виготворювача вимірювального пристрою.

12.2.1.4 Перевірки вимірювального пристрою необхідно виконувати при одержанні його з підприємства і перед виїздом на польові роботи, але не рідше одного разу на 3 місяці, а також після виявлення і усунення несправностей вимірювального пристрою або заміни його деталей. Результати перевірок слід оформляти актами.

12.2.1.5 Періодично необхідно перевіряти прямолінійність штанг шляхом їх складання в ланки завдовжки 3 м на рівній поверхні. Відхилення ланок штанг від прямої лінії не повинно перевищувати 3 мм в будь-якій площині за всією довжиною ланки, що перевіряється. Спряження ланок штанг також повинні забезпечувати прямолінійність.

12.2.1.6 Залежно від виду і стану ґрунту використовують такі типи крильчатки (додаток М):

- тип І - при випробуваннях глинистих ґрунтів з $0,5 < IL < 0,75$, органо-мінеральних ґрунтів, в тому числі з крупноуламковими включеннями розмірами 2 - 10 мм у кількості 15 % за масою;

- устройства для создания и измерения крутящего момента;
- устройство для вдавливания крыльчатки в грунт.

Для испытания грунта в массиве установку дополняют устройством для отключения крыльчатки от штанг, позволяющим измерять трение штанг о грунт при неподвижной крыльчатке.

12.2.1.2 Конструкция установки должна обеспечивать:

- вдавливание крыльчатки в грунт ниже забоя опытной скважины или в массив и фиксацию ее на заданной глубине;
- передачу крутящего момента на крыльчатку;
- градуировку устройства для измерения крутящего момента;
- фиксирование штанг на заданной глубине, исключающее самопроизвольное вертикальное и горизонтальное перемещение штанг и крыльчатки.

12.2.1.3 Установки должны иметь технический паспорт, инструкцию по эксплуатации и градуировочную таблицу предприятия-изготовителя измерительного устройства.

12.2.1.4 Проверки измерительного устройства необходимо выполнять при получении его с предприятия и перед выездом на полевые работы, но не реже одного раза в 3 месяца, а также после выявления и устранения неисправностей измерительного устройства или замены его деталей. Результаты проверок следует оформлять актами.

12.2.1.5 Периодически необходимо проверять прямолинейность штанг путем их сборки в звенья длиной 3 м на ровной поверхности. Отклонение звеньев штанг от прямой линии не должно превышать 3 мм в любой плоскости по всей длине проверяемого звена. Спряжения звеньев штанг также должны обеспечивать прямолинейность.

12.2.1.6 В зависимости от вида и состояния грунта используют следующие типы крыльчатки (приложение М):

- тип І - при испытаниях глинистых грунтов с $0,5 < IL < 0,75$, органо-минеральных грунтов, в том числе с крупнообломочными включениями размерами 2 - 10 мм в количестве менее 15 % по массе;

- тип II - при випробуваннях глинистих ґрунтів з $I_L < 1$, органо-мінеральних, у тому числі з крупноуламковими включеннями розміром більше 10 мм у кількості менше 15 % за масою;
- тип III - при випробуваннях глинистих ґрунтів з $I_L > 1$, органо-мінеральних і органічних ґрунтів (без крупноуламкових включень).

12.2.1.7 Пристрій для вимірювання крутного моменту повинен бути проградуєований. За результатами градуєвання складають графік (таблицю) залежності крутного моменту M , кН·см від показань вимірювального пристрою N , см, і обчислюють сталу характеристику вимірювального пристрою n , кН, за формулою

$$n = \frac{M}{N} \quad (12.1)$$

12.2.2 Підготовка до випробування

12.2.2.1 При випробуванні ґрунту в свердловині проходку дослідної свердловини здійснюють з урахуванням вказівок 4.4.

Вибір дослідної свердловини повинен бути розміщений на 0,4 - 0,5 м вище відмітки випробування ґрунту.

12.2.2.2 Складену колону штанг з крильчаткою загальною довжиною на 0,8 - 1,2 м більше глибини відмітки випробування ґрунту вертикально (за виском) опускають у свердловину і плавно вдавлюють у ґрунт, заглиблюючи крильчатку до відмітки випробування.

12.2.2.3 При випробуванні ґрунту в масиві крильчатку вдавлюють у ґрунт, застосовуючи за необхідності важелі, домкрати або спеціальні пристрої, поступово нарощуючи колону штанг.

12.2.2.4 Після занурення верх колони штанг з'єднують з головкою пристрою для створення та вимірювання крутного моменту і записують початкові показання приладів.

12.2.3 Проведення випробування

12.2.3.1 З допомогою пристрою для створення крутного моменту обертають колону штанг з крильчаткою з кутовою швидкістю 0,2 - 0,3 град/с. По мірі обертання записують показання приладів для вимірювання крутного моменту до досягнення максимальних показань N_{max} , що відповідає максимальному значенню крутного моменту M_{max}

- тип II - при испытаніях глинистых ґрунтов с $I_L < 1$, органо-мінеральних. в том числе с крупнообломочными включениями размером более 10 мм в количестве менее 15 % по массе;

- тип III - при испытаніях глинистых ґрунтов с $I_L > 1$, органо-мінеральних и органических ґрунтов (без крупнообломочных включений).

12.2.1.7 Устройство для измерения крутящего момента должно быть проградуировано. По результатам градуировки составляют график (таблицу) зависимости крутящего момента M , кН·см от показаний измерительного устройства N , см, и вычисляют постоянную характеристику измерительного устройства n , кН, по формуле

12.2.2 Подготовка к испытанию

12.2.2.1 При испытании ґрунта в скважине проходку опытной скважины осуществляют с учетом указаний 4.4.

Забой опытной скважины должен быть расположен на 0,4 - 0,5 м выше отметки испытания ґрунта.

12.2.2.2 Собранную колонну штанг с крильчаткой общей длиной на 0,8 - 1,2 м больше глубины отметки испытания ґрунта вертикально (по отвесу) опускают в скважину и плавно вдавливают в ґрунт, заглабляя крильчатку до отметки испытания.

12.2.2.3 При испытании ґрунта в массиве крильчатку вдавливают в ґрунт, применяя, в случае необходимости, рычаги, домкраты или специальные устройства, постепенно наращивая колонну штанг.

12.2.2.4 После погружения верх колонны штанг соединяют с головкой устройства для создания и измерения крутящего момента и записывают начальные показания приборов.

12.2.3 Проведение испытания

12.2.3.1 С помощью устройства для создания крутящего момента вращают колонну штанг с крильчаткой с угловой скоростью 0,2 - 0,3 град/с. По мере вращения записывают показания приборов для измерения крутящего момента до достижения максимального показания N_{max} , соответствующего максимальному значению крутящего момента M_{max} .

12.2.3.2 Далі продовжують обертання з кутовою швидкістю 2-3 град/с до умовної стабілізації значень крутного моменту, що досягається за 2-3 повних оберти штанги, і записують усталене положення $N_{уст}$, що відповідає сталому значенню крутного моменту M_c .

12.2.3.3 При випробуванні ґрунту у свердловинах можна не враховувати тертя штанг крильчатки по ґрунту і крутний момент на подолання цього тертя M_o приймають рівним нулю.

12.2.3.4 При випробуванні ґрунту в масиві для визначення M_o від'єднують крильчатку від колони штанг і визначають показання вимірювального приладу N_o , у відповідності з 12.2.3.2.

12.2.3.5 Випробування в масиві можна проводити до глибини, де відношення

$$\frac{M_c - M_o}{M_c} \geq 0,5$$

При менших значеннях цього відношення випробування слід проводити в свердловині.

12.2.3.6 У процесі випробування ведуть журнал, форма якого наведена в додатку Б.

12.2.4 Обробка результатів

12.2.4.1 За даними випробувань обчислюють крутні моменти M_{max} , M_c , і M_o за формулами:

$$M_{max} = nN_{max} \quad (12.2)$$

$$M_c = nN_{уст} \quad (12.3)$$

$$M_o = nN_o \quad (12.4)$$

де n - стала вимірювального пристрою, кН, яка визначається за результатами градування;

N_{max} , $N_{уст}$ - максимальні і усталені показання вимірювального пристрою, см;

N_o - показання вимірювального пристрою, які характеризують тертя штанг об ґрунт при відключеній крильчатці, см.

12.2.4.2 За опір ґрунту зрізу τ_{max} , МПа, приймають значення, яке визначають за формулою

$$\tau_{max} = \frac{M_{max} - M_o}{B} \quad (12.5)$$

де B - стала крильчатки, см³, яка приймається в залежності від типу крильчатки за додатком М.

12.2.3.2 Далее продолжают вращение с угловой скоростью 2-3 град/с до условной стабилизации значений крутящего момента, достигаемой за 2-3 полных оборота штанги, и записывают установившееся положение $N_{уст}$, соответствующее установившемуся значению крутящего момента M_c .

12.2.3.3 При испытании ґрунта в скважинах можно не учитывать трение штанг крильчатки по ґрунту и крутящий момент на преодоление этого трения M_o принимать равным нулю.

12.2.3.4 При испытании ґрунта в массиве для определения M_o отсоединяют крильчатку от колонны штанг и определяют показание измерительного прибора N_o в соответствии с 12.2.3.2.

12.2.3.5 Испытания в массиве можно проводить до глубины, где отношение

$$\frac{M_c - M_o}{M_c} \geq 0,5$$

При меньших значениях этого отношения испытание следует проводить в скважине.

12.2.3.6 В процессе испытания ведут журнал, форма которого приведена в приложении Б.

12.2.4 Обработка результатов

12.2.4.1 По данным испытаний вычисляют крутящие моменты M_{max} , M_c , и M_o по формулам:

где n - постоянная измерительного устройства, кН, определяемая по результатам градуирования; измерительного

N_{max} , $N_{уст}$ - максимальное и установившееся показание измерительного прибора, см;

N_o - показание измерительного устройства, характеризующее трение штанг о ґрунт при отключенной крильчатке, см.

12.2.4.2 За сопротивление ґрунта срезу τ_{max} , МПа, принимают значение, определяемое по формуле

где B - постоянная крильчатки, см³, принимаемая в зависимости от типа крильчатки по приложению М.

12.2.4.3 Для глинистих, органо-мінеральних і органічних ґрунтів з $I_L > 1$ у нестабілізованому стані визначають кут внутрішнього тертя і питоме зчеплення c , приймаючи умовно $\varphi = 0$ і $c = \tau_{\max}$.

12.2.4.4 За значеннями τ_{\max} оцінюють характер просторової мінливості ґрунтів у відповідності з ДСТУ Б В.2.1-5-96 (ГОСТ 20522).

12.3 Метод поступального зрізу

13.3.1 Обладнання і прилади

12.3.1.1 До складу установи для випробування ґрунту методом поступального зрізу повинні входити:

- робочий наконечник зі штампами-лопатями або двома рухомими зрізними пластинами;
- штанги (зовнішні і внутрішні або зовнішні і внутрішні з внутрішніми стержнями);
- пристрій для створення і вимірювання нормального тиску до площини зрізу ґрунту;
- пристрій для створення та вимірювання дотичного навантаження;
- пристрій для вимірювання деформації стиску і зрізу ґрунту.

12.3.1.2 Конструкція установки повинна забезпечувати:

- заглиблення робочого наконечника в ґрунт нижче вибою свердловини або в масив;
 - фіксацію штанг на заданій глибині, яка виключає передачу нормального тиску та штампи-лопати;
 - передачу і вимірювання нормального рівномірного тиску на розпирний штамп;
 - передачу і вимірювання ступінчастого або безперервно зростаючого навантаження на штампи-лопати і зрізні пластини;
 - градування вимірювальних пристроїв.
- Основні параметри установки наведені у додатку П.

12.3.1.3 Прямолінійність штанг зовнішніх і внутрішніх стержнів перевіряють за 12.2.1.5.

12.3.2 Підготовка до випробування

12.3.2.1 При випробуванні ґрунту у свердловині проходку свердловини здійснюють з урахуванням 4.4.

12.2.4.3 Для глинистих, органо-мінеральних і органічних ґрунтів з $I_L > 1$ в нестабілізованому стані визначають кут внутрішнього тертя і удельное зчеплення c , приймаючи умовно $\varphi = 0$ і $c = \tau_{\max}$.

12.2.4.4 По значенням τ_{\max} оценивают характер пространственной изменчивости прочности ґрунтов в соответствии с ГОСТ 20522.

12.3 Метод поступательного среза

12.3.1 Оборудование и приборы

12.3.1.1 В состав установки для испытания ґрунта методом поступательного среза должны входить:

- рабочий наконечник со штампами-лопастями или двумя подвижными срезными пластинами;
- штанги (наружные и внутренние или наружные и внутренние с внутренними стержнями);
- устройство для создания и измерения нормального давления к плоскости среза ґрунта;
- устройство для создания и измерения касательной нагрузки;
- устройство для измерения деформации сжатия и среза ґрунта.

12.3.1.2 Конструкция установки должна обеспечивать:

- погружение рабочего наконечника в ґрунт ниже забоя скважины или в массив;
 - фиксирование штанг на заданной глубине, исключающее передачу нормального давления на штампы-лопасти;
 - передачу и измерение нормального равномерного давления на распорный штамп;
 - передачу и измерение ступенчатой или непрерывно возрастающей срезающей нагрузки на штампы-лопасти и срезные пластины;
 - градуировку измерительных устройств.
- Основные параметры установки приведены в приложении П.

12.3.1.3 Прямолинейность штанг наружных и внутренних стержней проверяют по 12.2.1.5.

12.3.2 Подготовка к испытанию

12.3.2.1 При испытании ґрунта в скважине проходку скважины осуществляют с учетом 4.4.

Вибій дослідної свердловини, призначений дах випробування ґрунту в її стінках, повинен бути на 1-2 м нижче відмітки випробування.

У випадку випробування ґрунту нижче гобою свердловини відмітка вибою повинна бути на 1 м вище відмітки випробування.

12.3.2.2 Проводять операції відповідно до вимог 12.2.2.2, 12.2.2.3.

12.3.2.3 Перевіряють рухомість штампів-лопатей і зрізних пластин. Вони повинні переміщуватись легко, плавно, без ривків.

12.3.2.4 При випробуванні ґрунту в стінках свердловини виконують профілювання цих стінок на відмітці випробування двох-чотирьохразовим підйомом і вдавлюванням (розходкою) робочого наконечника на висоті 0,4 - 0,5 м. Після розходки робочий наконечник повинен переміщатися в межах профілюваної ділянки свердловини з мінімальним тертям об ґрунт.

12.3.2.5 Під час випробування ґрунту нижче вибою свердловини або в масиві виконують розходку зрізних пластин шляхом двох-чотирьохразового їх максимального підняття і опускання з допомогою навантажувального важеля через колону внутрішніх стержнів. Потім зрізні пластини обережно піднімають вгору на висоту їх ходу і реєструють максимальний опір переміщенню зрізних пластин колони внутрішніх стержнів і тертя зрізних пластин об ґрунт q , кН. Після цього зрізні пластини повертають у вихідне положення. Монтиують механізми для створення і вимірювання нормального тиску і дотичного навантаження.

12.3.2.6 Установлюють прилади для вимірювання деформацій ґрунту і записують їх початкові показання.

12.3.3 Проведення випробування

12.3.3.1 Випробування ґрунту в неконсолідованому режимі проводять не менше ніж яри трьох різних значеннях нормального тиску, наведених в таблиці 11.4. Навантаження ґрунту при цьому проводять відразу в один гупінь.

12.3.3.2 Після передачі нормального явантаження проводять зріз ґрунту за час не йльше 3 хв з моменту закінчення прикладення нормального тиску.

При передачі дотичного навантаження лупенями їх значення повинні складати 10 % гід значення нормального навантаження, при жому проводять зріз; прикладення ступенів ювинно відбуватися через кожні 5 - 15 с.

Забой опытной скважины, предназначенной для испытания ґрунта в ее стенках, должен быть на 1-2 м ниже отметки испытания.

В случае испытания ґрунта ниже забоя скважины отметка забоя должна быть на 1 м выше отметки испытания.

12.3.2.2 Производят операции в соответствии с требованиями 12.2.2.2, 12.2.2.3.

12.3.2.3 Проверяют подвижность штамп-лопатей и срезных пластин. Они должны перемещаться легко, плавно, без рывков.

12.3.2.4 При испытании ґрунта в стенках скважины выполняют профилирование этих стенок на отметке испытания двух-четырёх-кратным подъемом и вдавливанием (расходкой) рабочего наконечника на высоте 0,4 - 0,5 м. После расходки рабочий наконечник должен перемещаться в пределах профилированного участка скважины с минимальным трением о ґрунт.

12.3.2.5 При испытаниях ґрунта ниже забоя скважины или в массиве выполняют рас-ходку срезных пластин путем двух-четырёх-кратного их максимального подъема и опускания с помощью нагрузочного рычага через колонну внутренних стержней. Затем срезные пластины осторожно поднимают вверх на высоту их хода и регистрируют максимальное сопротивление перемещению срезных пластин колонны внутренних стержней и трение срезных пластин о ґрунт q , кН. После этого срезные пластины возвращают в исходное положение. Монтируют механизмы для создания и измерения нормального давления и касательной нагрузки.

12.3.2.6 Устанавливают приборы для измерения деформаций ґрунта и записывают их начальные показания.

12.3.3 Проведение испытания

12.3.3.1 Испытание ґрунта в неконсолидованном режиме проводят не менее чем при трех различных значениях нормального давления, приведенных в таблице 11.4. Нагружение ґрунта при этом производят сразу в одну ступень.

12.3.3.2 После передачи нормальной нагрузки производят срез ґрунта за время не более 3 мин с момента окончания приложения нормального давления.

При передаче касательной нагрузки ступенями их значения должны составлять 10 % от значения нормальной нагрузки, при которой производят срез; приложение ступеней должно следовать через каждые 5 - 15 с.

При безперервно зростаючому дотичному навантаженні швидкість зрізу слід приймати в інтервалі 2-5 мм/хв так, щоб випробування було закінчено протягом указанного часу.

12.3.3.3 Після закінчення випробування ґрунт розвантажують, штампи-лопати і зрізні пластини повертають у вихідне положення, а лопатевий прессиометр-зсувомір демонтують.

12.3.3.4 При консолідованому режимі випробування спочатку слід провести попереднє ущільнення ґрунту, а потім зріз ґрунту ступінчастим або безперервно зростаючим дотичним навантаженням.

12.3.3.5 Попереднє ущільнення ґрунту проводять при нормальних тисках p , за яких далі визначають опір ґрунту зрізу t . Значення тиску і ступеня навантаження приймають за таблицею 12.2.

При непрерывно возрастающей касательной нагрузке скорость среза следует приводить в интервале 2-5 мм/мин так, чтобы испытание было закончено в течение указанного времени.

12.3.3.3 После окончания испытания грунт разгружают, штампы-лопасти и срезные пластины возвращают в исходное положение а лопастной прессиометр-сдвигомер демонтируют.

12.3.3.4 При консолидированном режим испытаня сначала следует произвести предварительное уплотнение грунта, а затем среза грунта ступенчатой или непрерывно возрастающей касательной нагрузкой.

12.3.3.5 Предварительное уплотнение грунта производят при нормальных давлениях p при которых далее определяют сопротивление грунта срезу t . Значения давлений и ступени нагружения принимают по таблице 12.2.

Таблица 12.2
Таблица

Ґрунти Грунты	Глибина випро- бування, Глубина испы- тания, м	Нормальний тиск Нормальное давление p , МПа			Ступені тиску Ступени давления Δp , МПа
		P_1	P_2	P_3	
Піски крупні і середньої крупності щільні Пески крупные и средней крупности плотные Глини з $I_L < 0$ Глины с $I_L < 0$	0,5-10 11-30	0,1 0,1	0,3 0,35	0,5 0,6	0,1
Піски крупні і середньої крупності середньої щільності; мілкі щільні і середньої щільності Пески крупные и средней крупности средней плотности; мелкие плотные и средней плотности Супіски і суглинки з $I_L \leq 0,5$ Глини з $0 \leq I_L \leq 0,5$ Супеси і суглинки с $I_L \leq 0,5$ Глины с $0 \leq I_L \leq 0,5$	0,5-10 11-30	0,1 0,1	0,2 0,25	0,3 0,4	0,05
Піски середньої крупності і мілкі пухкі Пески пилуваті незалежно від щільності Пески средней крупности и мелкие рыхлые Пески пылеватые независимо от плотности Супіски, суглинки і глини з $I_L > 0,5$ Супеси, суглинки и глины с $I_L > 0,5$	0,5-10 11-30	0,1 0,1	0,15 0,2	0,2 0,3	0,025 до $p=0,1$ і далі і далее 0,05
Органо-мінеральні та органічні ґрунти Органо-минеральные и органические ґрунти	0,5-10 11-30	0,05 0,1	0,01 0,15	0,15 0,2	0,025 до $p=0,1$ і далі і далее 0,05

12.3.3.6 Кожний ступінь тиску при попередньому ущільненні витримують не менше, хв:

- 5 - для пісків;
- 30 - для глинистих ґрунтів.

12.3.3.6 Каждую ступень давления при предварительном уплотнении выдерживают не менее, мин:

- 5 - для песков;
- 30 - для глинистых ґрунтов.

Кінцевий ступінь витримують до умовної стабілізації деформації стиску ґрунту.

За критерій умовної стабілізації деформації стиску приймають приріст осідання ґрунту, що не перевищує 0,1 мм за час, указаний в таблиці 12.3.

Таблиця 12.3
Таблица

ґрунти Грунты	Час умовної стабілізації деформації, хв. Время условной стабилизации деформации, мин	
	стиску сжатия	зрізу среза
Піски крупні зі ступенем вологості $0 < S_r \leq 0,8$; середньої крупності і мілкі з $S_r \leq 0,5$ Пески крупные со степенью влажности $0 < S_r \leq 0,8$; Средней крупности и мелкие с $S_r \leq 0,5$	30	1
Піски середньої крупності і мілкі зі ступенем вологості $0 < S_r \leq 0,8$; пилуваті - з $S_r \leq 0,5$ Супіски з $0 \leq I_L \leq 1$; суглинки, глини з $0 \leq I_L \leq 0,25$ в т.ч. заторфовані Пески средней крупности и мелкие со степенью влажности $0 < S_r \leq 0,8$; пылеватые - с $S_r \leq 0,5$ Супеси с $0 \leq I_L \leq 1$; суглинки, глины с $0 \leq I_L \leq 0,25$, в том числе заторфованные	60	3
Піски пилуваті зі ступенем вологості $0 < S_r \leq 0,8$; Суглинки, глини з $0,25 \leq I_L < 0,75$, в т.ч. заторфовані Пески пылеватые со степенью влажности $0 < S_r \leq 0,8$; Суглинки, глины с $0,25 \leq I_L < 0,75$, в том числе заторфованные	120	5

12.3.3.7 У процесі попереднього ущільнення ґрунту слід зафіксувати в журналі випробувань значення деформації стиску ґрунту.

Відліки за приладами на кожному ступені навантаження слід проводити:

- при випробуваннях пісків - на проміжних ступенях Δp на початку і в кінці ступеня, а на кінцевому ступені тиску p через 10 хв протягом першої півгодини, через 15 хв протягом другої півгодини і далі через 30 хв до умовної стабілізації деформації ґрунту;
- при випробуваннях глинистих і органічно-мінеральних ґрунтів - на проміжних ступенях тиску Δp через 10 хв, а на кінцевому ступені тиску p через кожні 15 хв протягом першої години і 30 хв протягом другої години і далі через 1 год до умовної стабілізації деформації ґрунту.

12.3.3.8 При передачі дотичного навантаження ступенями їх значення не повинні перевищувати 10 % значення нормального тиску, за якого проводять зріз. На кожному ступені навантаження записують показання 'приладів для вимірювання деформації зрізу через кожні 2 хв до її умовної стабілізації.

Конечную ступень выдерживают до условной стабилизации деформации сжатия ґрунта.

За критерій умовної стабілізації деформації сжатия приймають приращення осадки ґрунта, не превышающее 0,1 мм за время, указанное в таблице 12.3.

12.3.3.7 В процессе предварительного уплотнения ґрунта следует зафиксировать в журнале испытаний значение деформации сжатия ґрунта.

Отсчеты по приборам на каждой ступени нагружения следует производить:

- при испытаниях песков - на промежуточных ступенях Δp в начале и конце ступени, а на конечной ступени давления p через 10 мин в течение первого получаса, через 15 мин в течение второго получаса и далее через 30 мин до условной стабилизации деформации ґрунта;
- при испытаниях глинистых и органично-минеральных ґрунтов - на промежуточных ступенях давления Δp через 10 мин, а на конечной ступени давления p через каждые 15 мин в течение первого часа и 30 мин в течение второго часа и далее через 1 ч до условной стабилизации деформации ґрунта.

12.3.3.8 При передаче касательной нагрузки ступенями их значения не должны превышать 10 % значения нормального давления, при котором производят срез. На каждой ступени нагружения записывают показания приборов для измерения деформации среза через каждые 2 мин до ее условной стабилизации.

За критерій умовної деформації зрізу приймають приріст переміщення зрізних пластин у площині зрізу, який не перевищує 0,1 мм за час, указаний в таблиці 12.3.

При безперервно зростаючому дотичному навантаженні швидкість зрізу повинна бути постійною і відповідати указаній в таблиці 12.4.

Таблиця 12.4
Таблица

Грунти Грунты	Швидкість зрізу, мм/хв Скорость среза, мм/мин
Піски Пески	1,0
Супіски Супеси	0,5
Суглинки і глини Суглинки и глины	0,2
Глини, у тому числі заторфовані Глины, в том числе заторфованные	0,1

За критерий условной деформации сре: принимают приращение перемещения срезнь пластин в плоскости среза, не превышающі 0,1 мм за время, указанное в таблице 12.3.

При непрерывно возрастающей кас; тельной нагрузке скорость среза должна был постоянной и соответствовать указанной таблице 12.4.

12.3.3.9 Випробування слід вважати закінченим у відповідності з вказівками 11.4.5.

12.3.3.10 Після закінчення випробування необхідно записати максимальний опір переміщенню штампів-лопатей при визначеному нормальному тиску на грунт Q_1 , кН, або максимальне переміщення зрізних пластин і колони внутрішніх стержнів при визначеному нормальному тиску на грунт Q_2 , кН, який було зафіксовано у процесі випробування.

12.3.3.11 У процесі випробування ведуть журнал, форма якого наведена у додатку Б.

12.3.4 Обробка результатів

12.3.4.1 За даними випробувань обчислюють опір ґрунту зрізу τ_1 , МПа, при випробуванні ґрунту в стінках дослідної свердловини з допомогою штампів-лопатей і τ_2 , МПа, при випробуванні ґрунту нижче вибою дослідної свердловини або в масиві з допомогою рухомих зрізних пластин за формулами:

$$\tau_1 = \frac{0,95(Q_1 - q_1)}{2A_1} \quad (12.6)$$

$$\tau_2 = \frac{0,95(Q_2 - q_2)}{2A_2} \quad (12.7)$$

де Q_1 – максимальний опір переміщенню штампів-лопатей при визначеному нормальному тиску на ґрунт, кН;

12.3.3.9 Испытание следует считать законченным в соответствии с указаниями 11.4.5.

12.3.3.10 По окончании испытания необходимо записать максимальное сопротивление перемещению штампов-лопастей при определенном нормальном давлении на грунт Q_1 , кН, или максимальное перемещение срезных пластин и колонны внутренних стержней при определенном нормальном давлении на грунт Q_2 , кН, которое было зафиксировано в процессе испытания.

12.3.3.11 В процессе испытания ведут журнал, форма которого приведена в приложении Б.

12.3.4 Обработка результатов

12.3.4.1 По данным испытаний вычисляют сопротивление грунта срезу τ_1 , МПа, при испытании грунта в стенках опытной скважины с помощью штампів-лопатей и τ_2 , МПа, при испытании грунта ниже забоя опытной скважины или в массиве с помощью подвижных срезных пластин по формулам:

где Q_1 – максимальное сопротивление перемещению штампів-лопатей при определенном нормальном давлении на ґрунт, кН;

q_1 -	максимальний опір переміщенню штампів-лопатей і тертю робочого наконечника об ґрунт без нормального тиску, кН;
A_1 -	площа зрізу ґрунту штампом-лопаттю з поперечними зубами, см ² ;
Q_2 -	максимальний опір переміщенню зрізних пластин і колони внутрішніх стержнів при визначеному нормальному тиску на ґрунт, кН;
q_2 -	максимальний опір переміщенню зрізних пластин, колони внутрішніх стержнів і тертю зрізних пластин об ґрунт без нормального тиску, кН;
A_2 -	площа зрізу ґрунту зрізною пластиною, см ;
0,95 -	коефіцієнт, який враховує опір ґрунту перед верхньою гранню штампа-лопати і зрізною пластиною.

12.3.4.2 Кут внутрішнього тертя φ і питоме зчеплення c визначають за графіком $\tau = f(p)$, побудованим за результатами не менше ніж трьох випробувань ґрунту поступальним зрізом за 11.7.2 та 11.7.3.

12.4 Метод кільцевого зрізу

12.4.1 Устаткування та прилади

12.4.1.1 До складу установки для випробування ґрунту кільцевим зрізом повинні входити:

- робочий наконечник із розпірним штампом і поздовжніми лопатями;
- штанги;
- пристрій для створення і вимірювання крутного моменту;
- пристрій для створення і вимірювання нормального тиску;
- пристрій для вимірювання деформацій стиску і зрізу ґрунту.

12.4.1.2 Конструкція установки повинна забезпечувати:

- вдавлювання поздовжніх лопатей в ґрунт;
- фіксування штанг на заданій глибині, що виключає самочинне вертикальне переміщення поздовжніх лопатей і штанг у процесі випробування;
- передачу і вимірювання нормального рівномірного тиску на розпірний штамп;

q_1 -	максимальное сопротивление перемещению штампов-лопастей и трению рабочего наконечника о ґрунт без нормального давления, кН;
A_1 -	площадь среза ґрунта штампом-лопастью с поперечными зубьями, см ² ;
Q_2 -	максимальное сопротивление перемещению срезных пластин и колонны внутренних стержней при определенном нормальном давлении на ґрунт, кН;
q_2 -	максимальное сопротивление перемещению срезных пластин, колонны внутренних стержней и трению срезных пластин о ґрунт без нормального давления, кН;
A_2 -	площадь среза ґрунта срезной пластиной, см ² ;
0,95 -	коэффициент, учитывающий сопротивление ґрунта перед верхней гранью штампа-лопастей и срезной пластиной.

12.3.4.2 Угол внутреннего трения φ и удельное сцепление c определяют по графику $\tau = f(p)$, построенному по результатам не менее чем трех испытаний ґрунта поступательным срезом по 11.7.2 и 11.7.3.

12.4 Метод кольцевого среза

12.4.1 Оборудование и приборы

12.4.1.1 В состав установки для испытания ґрунта кольцевым срезом должны входить:

- рабочий наконечник с распорным штампом и продольными лопастями;
- штанги;
- устройство для создания и измерения крутящего момента;
- устройство для создания и измерения нормального давления;
- устройства для измерения деформаций сжатия и среза ґрунта.

12.4.1.2 Конструкция установки должна обеспечивать:

- вдавливание продольных лопастей в ґрунт;
- фиксирование штанг на заданной глубине, исключающее самопроизвольное вертикальное перемещение продольных лопастей и штанг в процессе испытания;
- передачу и измерение нормального равномерного давления на распорный штамп;

- передачу і вимірювання ступінчастого або безперервно зростаючого крутного моменту на поздовжні лопаті;
- градування вимірювальних пристроїв.

Основні параметри установки наведені в додатку П.

12.4.1.3 Прямолінійність штанг перевіряють за 12.2.1.5.

12.4.2 Підготовка до випробування

12.4.2.1 При проходженні дослідної свердловини слід додержуватися вимог 4.4.

12.4.2.2 Проводять операції відповідно до вимог 12.2.2.2.

12.4.2.3 Після заглиблення верх колони штанг з'єднують з головкою пристрою для створення і вимірювання крутного моменту, а розпирний штамп - з головкою пристрою для створення і вимірювання нормального тиску.

12.4.2.4 На установці монтують прилади для вимірювання деформації стиску і зрізу ґрунту.

12.4.2.5 Розпирний штамп навантажують ступенями нормальних тисків по 0,01 -0,02 МПа до його стикання зі стінками свердловини. При цьому кожний ступінь тиску створюють за 1 - 2 хв.

Момент стикання розпирного штампу зі стінками свердловини встановлюють за показаннями приладу для вимірювання деформації стиску ґрунту. З урахуванням горизонтального переміщення стінок розпирного штамп визначають діаметр свердловини після попереднього ущільнення ґрунту D_0 .

12.4.3 Проведення випробування

12.4.3.1 Випробування в консолідованому режимі слід проводити за 12.3.3.4- 12.3.3.10.

12.4.3.2 При неконсолідованому режимі випробування необхідно передати зразу в один ступінь нормальні тиски p , за яких буде проводитись зріз ґрунту. Значення p слід приймати за таблицею 12.2.

12.4.3.3 Зріз ґрунту при неконсолідованому режимі випробувань потрібно здійснювати за час не більше ніж 5 хв, рахуючи з моменту закінчення прикладення нормального тиску.

При передачі дотичного навантаження ступенями вони повинні складати не більше 10% нормального тиску p , за якого проводять зріз, прикладення ступенів повинно проходити через кожні 15 - 30 с. 52

- передачу и измерение ступенчатого или непрерывно возрастающего крутящего момента на продольные лопасти;
- градуировку измерительных устройств.

Основные параметры установки приведены в приложении П.

12.4.1.3 Прямолинейность штанг проверяют по 12.2.1.5.

12.4.2 Подготовка к испытанию

12.4.2.1 При проходке опытной скважины следует соблюдать требования 4.4.

12.4.2.2 Производят операции в соответствии с требованиями 12.2.2.2.

12.4.2.3 После погружения верх колонны штанг соединяют с головкой устройства для создания и измерения крутящего момента, а распорный штамп - с головкой устройства для создания и измерения нормального давления.

12.4.2.4 На установке монтируют приборы для измерения деформации сжатия и среза ґрунта.

12.4.2.5 Распорный штамп нагружают ступенями нормальных давлений по 0,01 -0,02 МПа до его соприкосновения со стенками скважины. При этом каждую ступень давления создают за 1 - 2 мин.

Момент соприкосновения распорного штампа со стенками скважины устанавливают по показаниям прибора для измерения деформации сжатия ґрунта. С учетом горизонтального перемещения стенок распорного штамп определяют диаметр скважины после предварительного уплотнения ґрунта D_0 .

12.4.3 Проведение испытания

12.4.3.1 Испытание в консолидированном режиме следует проводить по 12.3.3.4 - 12.3.3.10.

12.4.3.2 При неконсолидированном режиме испытания необходимо передать сразу в одну ступень нормальные давления p , при которых будет производиться срез ґрунта. Значения p следует принимать по таблице 12.2.

12.4.3.3 Срез ґрунта при неконсолидированном режиме испытаний надлежит осуществлять за время не более 5 мин, считая с момента окончания приложения нормального давления.

При передаче касательной нагрузки ступенями они должны составлять не более 10% нормального давления p , при котором производят срез, приложение ступеней должно следовать через каждые 15 - 30 с.

При передачі дотичного навантаження, яке безперервно зростає, швидкість зрізу слід приймати в інтервалі 5-20 мм/хв так, щоб випробування було закінчено протягом указанного часу.

Момент закінчення випробування встановлюють за 11.4.5.

12.4.3.4 У процесі випробування ведуть журнал, форма якого наведена у додатку Б.

12.4.4 Обробка результатів

12.4.4.1 За даними випробування обчислюють максимальний крутний момент M_{max} , кН·см, за формулою (12.2).

12.4.4.2 Опір ґрунту зрізу τ , МПа, при кожному нормальному тиску обчислюють за формулою

$$\tau = \frac{2M_{max}}{\pi D^2 H} \quad (12.8)$$

де D - діаметр кільцевої поверхні зрізу, см, що визначається за формулою

$$D = D_0 + 2m \quad (12.9)$$

де D_0 - діаметр свердловини після попереднього ущільнення ґрунту, см;

m - робоча ширина лопаті, см;

H - висота розпирного штампу.

12.4.4.3 Кут внутрішнього тертя φ і питоме зчеплення c визначають за графіком $\tau = f(p)$, побудованим за результатами не менше ніж трьох випробувань ґрунту кільцевим зрізом за 11.7.2, 11.7.3.

При передаче непрерывно возрастающей касательной нагрузки скорость среза следует принимать в интервале 5-20 мм/мин так, чтобы испытание было закончено в течение указанного времени.

Момент окончания испытания устанавливают по 11.4.5.

12.4.3.4 В процессе испытания ведут журнал, форма которого приведена в приложении Б.

12.4.4 Обработка результатов

12.4.4.1 По данным испытания вычисляют максимальный крутящий момент M_{max} , кН·см, по формуле (12.2).

12.4.4.2 Сопротивление ґрунта срезу τ , МПа, при каждом нормальном давлении вычисляют по формуле

где D - диаметр кольцевой поверхности среза, см, определяемый по формуле

где D_0 - диаметр скважины после предварительного уплотнения ґрунта, см;

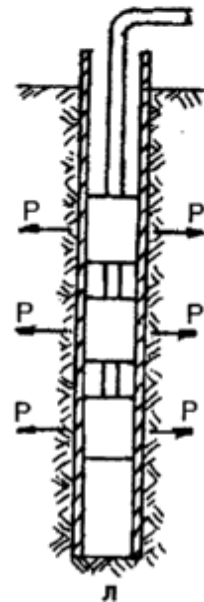
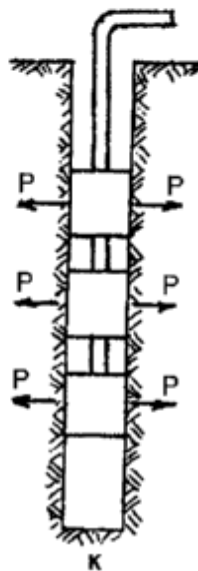
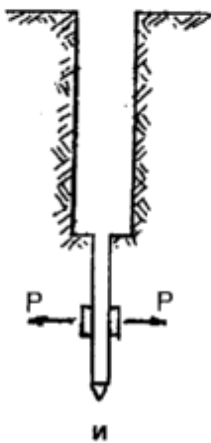
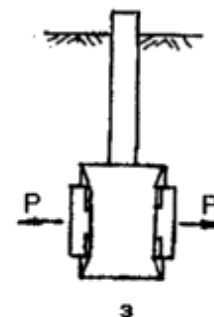
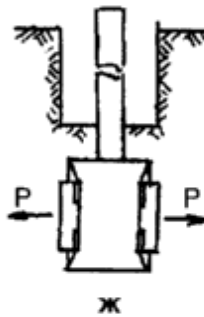
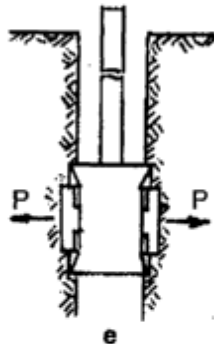
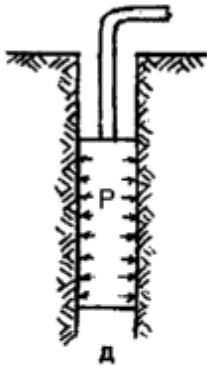
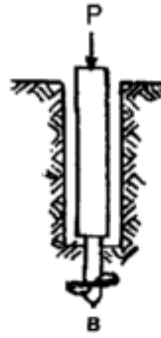
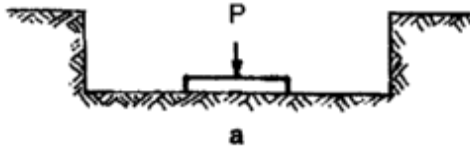
m - рабочая ширина лопасти, см;

H - высота распорного штампа.

12.4.4.3 Угол внутреннего трения φ и удельное сцепление c определяют по графику $\tau = f(p)$, построенному по результатам не менее чем трех испытаний ґрунта кольцевым срезом по 11.7.2, 11.7.3.

ДОДАТОК А
(довідковий)

Схеми випробувань ґрунту для визначення характеристик деформованості



а - плоским штампом у шурфі або дудці; б - плоским штампом у вибої бурової свердловини; в - гвинтовим штампом нижче вибою бурової свердловини; г - гвинтовим штампом у масиві; д - радіальним прессиометром; е - лопатевим прессиометром у стінці свердловини; ж - лопатевим прессиометром нижче вибою бурової свердловини; з - лопатевим прессиометром у масиві; и - плоским дилатометром; к - самозабурюваним лопатевим прессиометром у свердловині; л - самозабурюваним лопатевим прессиометром у свердловині з обсадною трубою.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Схеми испытаний ґрунта для определения характеристик деформируемости

а - плоским штампом в шурфе или дудке; б - плоским штампом в забое буровой скважины; в - винтовым штампом ниже забоя буровой скважины; г - винтовым штампом в массиве; д - радиальным прессиометром; е - лопастным прессиометром в стенке скважины; ж - лопастным прессиометром ниже забоя буровой скважины; з - лопастным прессиометром в массиве; и - плоским дилатометром; к - самозабуривающимся лопастным прессиометром в скважине; л - самозабуривающимся лопастным прессиометром в скважине с обсадной трубой.

ДОДАТОК Б
(рекомендований)

**Форми першої і наступних сторінок
журналів польових випробувань ґрунтів**

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

**Формы первой и последующей страниц
журналов полевых испытаний ґрунтов**

Форма першої сторінки журналу
Форма первой странички журнала

Организація
Организация _____

ЖУРНАЛ ВИПРОБУВАНЬ ҐРУНТУ МЕТОДОМ
ЖУРНАЛ ИСПЫТАНИЙ ҐРУНТА МЕТОДОМ _____

Об'єкт (пункт)
Объект (пункт) _____

Споруда
Сооружение _____

Дата випробування: початок

Дата испытания: начало _____
закінчення
окончание _____

Виробка №
Выработка № _____
Переріз виробки
Сечение выработки _____
(діаметр свердловини)
(диаметр скважини)
Глибина
Глубина _____ м

Абсолютні відмітки
Абсолютные отметки:
устя виробки
устья выработки _____ м
рівня підземних вод
уровня подземных вод _____ м
підшови штампа або
підземного наконечника
подошвы штампа или
подземного наконечника _____ м

Характеристика ґрунту, який випробовується
Характеристика испытываемого ґрунта _____

Коротка характеристика установки для випробувань
Краткая характеристика установки для испытаний _____

Прилади (тип і номер) для вимірювання:
Приборы (тип и номер) для измерения:
навантаження
нагрузки _____
деформацій ґрунту
деформаций ґрунта _____

Схема розміщення установки для випробування
Схема размещения установки для испытания

Журнал
 випробування ґрунту штампом
 Журнал испытания ґрунта
 штампом

Номер випробування
 Номер испытания

Відмітка випробування на глибині, м Отметка испытания на глубине, м	
Дата	
Час Время	
Інтервал часу, Δt , год Интервал времени, Δt , ч	
Показання манометрів, Мпа Показания манометров, МПа	
Навантаження на штамп (сумарне), кН Нагрузка на штамп (суммарная), кН	
Заглиблення штамп, м (привантаження навколо штамп, Мпа) Заглубление штамп, м (пригрузка вокруг штамп, МПа)	
Тиск p по підшві штамп, Мпа Давление p по подошве штамп, МПа	
Показання прогиномірів, мм Показания прогибомеров, мм	S_1
	S_2
	S_3
	Контрольний Контрольный
Поправка до показань прогиномірів, мм Поправка к показаниям прогибомером, мм	
Виправлені показання прогиномірів, мм Исправленные показания прогибомеров, мм	S_1
	S_2
	S_3
	$\frac{S_1 + S_2 + S_3}{3}$
Осідання штамп, мм Осадка штамп, мм	ΔS
	$\Sigma \Delta S$
Час витримки $\Sigma \Delta t$, год Время выдержки $\Sigma \Delta t$, ч	
Відомості щодо замочування ґрунту(для просадних ґрунтів) Сведения о замачивания ґрунта (для просадочных ґрунтов)	Товщина піщаної подушки, см Толщина песчаной подушки, см
	Рівень води, см Уровень воды, см
	Витрата води, м ³ Расход воды, м ³
	Час початку замочування Время начала замачивания
Примітка Примечание	

Журнал
 випробування ґрунту радіальним прессиометром
 Журнал
 испытання ґрунта радіальным прессиометром

Номер випробування
 Номер испытання

Відмітка випробування на глибині, м Отметка испытания на глубине, м	
Дата	
Час Время	
Інтервал часу, Δt , год Интервал времени, Δt , ч	
Стовп води в магістралі прессиометра, м Столб воды в магистрали прессиометра, м	
Показаня манометрів, Мпа Показания манометров, МПа	
Поправка на розтяг оболонки, МПа Поправка на растяжение оболочки, МПа	
Тиск на ґрунт, МПа Давление на грунт, МПа	
Показання приладів для вимірювання радіального переміщення, мм Показания приборов для измерения радиального перемещения, мм	p_1
	p_2
	p_3
	p_4
	p_5
	p_6
	Середнє переміщення, мм Среднее перемещение, мм
Виправлені показання приладів, мм Исправленные показания приборов, мм	Поправка на деформацію оболонки, мм Поправка на деформацию оболочки, мм
	Δr
Приріст радіуса свердловини, мм Приращение радиуса скважини, мм	$\Sigma \Delta r$
	Час витримки $\Sigma \Delta t$, год Время выдержки $\Sigma \Delta t$, ч
Примітка Примечание	

Журнал
 випробування на зріз циліків ґрунту
 Журнал
 испытання на срез циликов ґрунта
 а) попереднє ущільнення ґрунту
 а) предварительное уплотнение ґрунта

Номер випробування
 Номер испытання

Відмітка випробування на глибині, м Отметка испытання на глубине, м			
Дата			
Час Время			
Інтервал часу, Δt , год Интервал времени, Δt , ч			
Показання манометрів, МПа Показания манометров, МПа			
Сила на штамп (сумарна), тс Сила на штамп(суммарная), тс			
Тиск на цілик ґрунту p , МПа Давление на целик гранта p , МПа			
Показання приладів, мм Показания приборов, мм	S_1	Осідання штампта, мм Осадка штампта, мм	
	S_2		
	$\frac{S_1 + S_2}{2}$		
	ΔS		
	$\Sigma \Delta S$		
Час витримки $\Sigma \Delta t$, год Время выдержки $\Sigma \Delta t$, ч			
Відомості щодо замочування ґрунтів Сведения о замачивании ґрунтов	Рівень води, см Уровень воды, см		
	Витрата води, м ³ Расход воды, м ³		
	Час замочування, год Время замачивания, ч		
Примітка Примечание			

б) зріз ґрунту
б) срез ґрунта

Номер випробування
Номер испытання

	Відмітка випробування на глибині, м Отметка испытання на глубине, м	
	Дата	
	Час Время	
	Інтервал часу, Δt, год Интервал времени, Δt, ч	
	Нормальний тиск при зрізі, МПа Нормальное давление при срезе, МПа	
	Показання манометрів, МПа Показания манометров, МПа	
	Напруження зрізу, МПа Напряжение среза, МПа	
	Показання приладів, Показания приборов, мм	n_1
		n_2
		$\frac{n_1 + n_2}{2}$
	Деформація зрізу Δl, мм Деформация среза Δl, мм	
	Опір ґрунту зрізу, МПа Сопротивление ґрунта срезу, МПа	
	Примітка Примечание	

б) результати зрізу ґрунту
 б) результати среза ґрунта

Номер випробування
 Номер испытання

Відмітка випробування на глибині, м Отметка испытания на глубине, м	
Дата	
Час Время	
Інтервал часу, хв. Интервал времени, мин	
Нормальний тиск при зрізі, МПа Нормальное давление при срезе, МПа	
Показання пристрою для вимірювання зрізного тску, кН. Показания устройства для измерения срезающего давлени, кН	
Зрізний тиск Δq , МПа Срезающее давление Δq , МПа	
Показання приладів для вимірювання деформації зрізу, мм Показания приборов для измерения Деформации среза, мм	L_1
	L_2
	$\frac{L_1 + L_2}{2}$
	ΔL
Деформація зрізу, мм Деформация среза, мм	$\Sigma \Delta L$
Опір ґрунту зрізу τ , МПа Сопrotивление гранта срезy τ , МПа	
Примітка Примечание	

Журнал
 випробування ґрунту методом кільцевого зрізу
 Журнал
 випитання ґрунта методом кільцевого среза
 а) результати попереднього ущільнення ґрунту
 а) результати попереднього ущільнення ґрунта

Номер випробування
 Номер испытання

Відмітка випробування на глибині, м Отметка испытания на глубине, м											
Дата		Час Время		Интервал часу Δt , хв. Интервал времени Δt , мин		Показання пристрою для вимірювання нормального тиску, МПа Показання устройства для измерения нормального давления, МПа		Нормальний тиск на ґрунт p , МПа Нормальное давление на ґрунт p , МПа		Показання приладів для вимірювання деформації тиску, мм Показання приборов для измерения деформации сжатия, мм	
S_1		S_2		$\frac{S_1 + S_2}{2}$							
Горизонтальне переміщення стінок кільцевого штампа, мм Горизонтальное перемещение стенок кольцевого штампа, мм		Час витримки $\Sigma \Delta t$, год Время выдержки $\Sigma \Delta t$, ч		Примітка Примечание							

б) результати зрізу ґрунту
 б) результати среза ґрунта

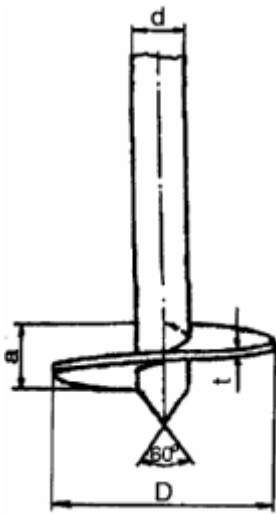
Номер випробування
 Номер испытання

	Відмітка випробування на глибині, м Отметка испытания на глубине, м	
	Дата	
	Час Время	
	Інтервал часу, хв. Интервал времени, мин	
	Нормальний тиск на зрізі p , МПа Нормальное давление на срезе p , МПа	
	Показання пристрою для вимірювання крутного моменту N , см Показания устройства для измерения крутящего момента N , см	
	Дотичний тиск, МПа Касательное давление, МПа	
	L_1	Показання приладів для вимірювання деформації зрізу, мм Показания приборов для измерения деформации среза, мм
	L_2	
	$\frac{L_1 + L_2}{2}$	
	ΔL	Деформація зрізу, мм Деформация среза, мм
	$\Sigma \Delta L$	
	Максимальний крутний момент M_{max} , кН·см Максимальный крутящий момент M_{max} , кН·см	
	Опір ґрунту зрізу τ , МПа Сопrotивление гранта срезу τ , МПа	
	Примітка Примечание	

ДОДАТОК В
(рекомендований)

Конструкція гвинтового штампа

- 1 Гвинтовий штамп складається із одновиткової лопаті і ствола (див. креслення) Розміри гвинтового штампа повинні відповідати вимогам таблиці В.І.



Таблиця В.І
Таблиця

Розміри Размеры	При випробуваннях	
	При испытаніях ниже вибою свердловини ниже забоя скважины	в масиві без буріння свердловини в масиві без бурення скважины
Діаметр лопаті D , см Диаметр лопасти, D , см	27,7	27,7
Товщина лопаті t , см Толщина лопасти t , см	1	1
Крок лопаті a , см Шаг лопасти a , см	5	8
Діаметр ствола d , см: Диаметр ствола d , см: на висоті 60 см і вище на висоті 60 см и выше лопати; лопасти; на решті висоти на остальной высоте	8,9 12,7-21,9	7,3-11, 4 7,3-11,4

- 2 В конструкцію гвинтового штампа, призначеного для випробування ґрунтів у масиві без буріння свердловини, повинен входити пристрій, який дозволяє при вимірах осьового навантаження на штамп виключити вплив тертя ґрунту по боковій поверхні ствола.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)

Конструкция винтового штампа

- 1 Винтовой штамп состоит из одновитковой лопасти и ствола (см. чертеж) Размеры винтового штампа должны соответствовать требованиям таблицы В.І.

- 2 В конструкцию винтового штампа, предназначенного для испытания ґрунтов в массиве без бурения скважины, должно входить устройство, позволяющее при измерениях осевой нагрузки на штамп исключить влияние трения ґрунта по боковой поверхности ствола.

ДОДАТОК Г
(рекомендований)

Визначення витрати води для замочування
просадних ґрунтів в основі штампа

Витрата води Q , м³, обчислюють за формулою

$$Q = \frac{\rho_d}{\rho_w} (\omega_{sat} - \omega) V \quad (\text{Г.1})$$

Де ρ_d - густина ґрунту в сухому стані, т/м³;

ρ_w - густина води, прийнята рівною 1 т/м³;

ω_{sat} - вологість ґрунту у насиченому водою стані ($S_r > 0,8$), долі одиниці;

ω - природна вологість ґрунту, долі одиниці;

V - об'єм замочування ґрунту, що дорівнює добутку площі шурфу (або ділянки котлована, що замочується) на глибину замочування і на коефіцієнт 1,2, який враховує розтікання води, м³.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(рекомендуемое)

Определение расхода воды для замачивания
просадочных грунтов в основании штампа

Расход воды Q , м³, вычисляют по формуле

Где ρ_d - плотность ґрунту в сухом состоянии, т/м³;

ρ_w - плотность воды, принимаемая равной 1 т/м³;

ω_{sat} - влажность ґрунту в насыщенно водой состоянии ($S_r > 0,8$), доли единицы;

ω - природная влажность ґрунту, доли единицы;

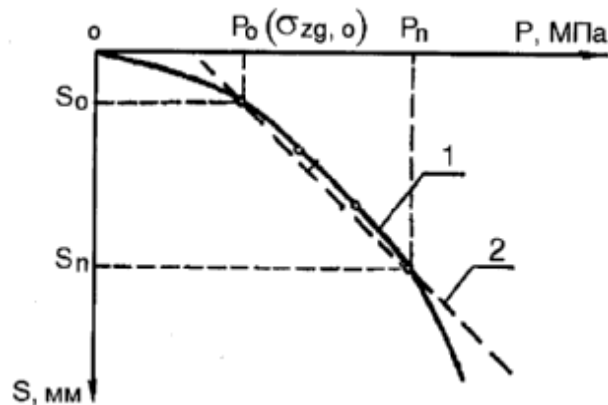
V - объем замачивания ґрунту, равный произведению площади шурфа (или замачиваемого участка котлована) на глубину замачивания и на коэффициент 1,2, учитывающий растекание воды, м³.

ДОДАТОК Д
(рекомендований)

**Зразок графічного оформлення
результатів випробування ґрунту
штампом**

Графік

Масштаб графіка:
по горизонталі 40 мм - 0,1 МПа для p ;
по вертикалі 10 мм - 1 мм для S .

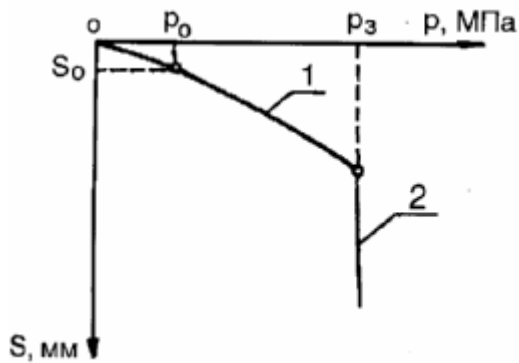


1 - лінійна частина графіка; 2 - осереднена
пряма

**Графік випробування штампом
просадного ґрунту із замочуванням**

Масштаб графіка:
по горизонталі 40 мм - 0,1 МПа для p ;
до вертикалі 2 або 4 мм - 1 мм для S .

За схемою "однієї кривої" По
схеме "одной кривой"



1 - осідання; 2 - просідання при заданому
тиску; 3 - осідання після замочування

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(рекомендуемое)

**Образец графического оформления
результатов испытания ґрунта
штампом**

График

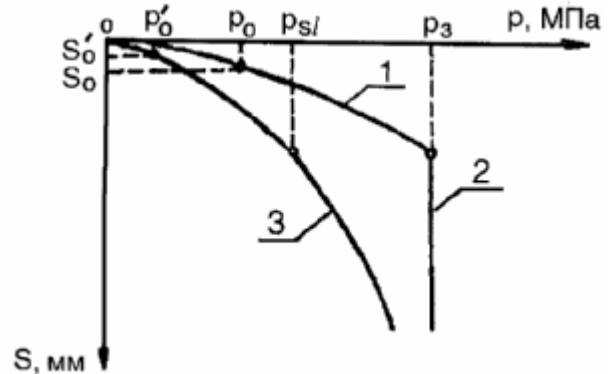
Масштаб графика:
по горизонталі 40 мм - 0,1 МПа для p ;
по вертикалі 10 мм - 1 мм для S .

1 - линейная часть графика; 2 - осредняющая
пряма

**График испытания штампом
просадочного ґрунта с замачиванием**

Масштаб графика:
по горизонталі 40 мм - 0,1 МПа для p ;
по вертикалі 2 или 4 мм - 1 мм для S .

За схемою "двох кривих" По
схеме "двух кривых"



1 - осадка; 2 - просадка при заданном давлении;
3 - осадка после замачивания

ДОДАТОК Ж
(рекомендований)

**Зразок графічного оформлення результатів
випробування ґрунту радіальним
пресиометром**

Графік $\Delta r = f(p)$

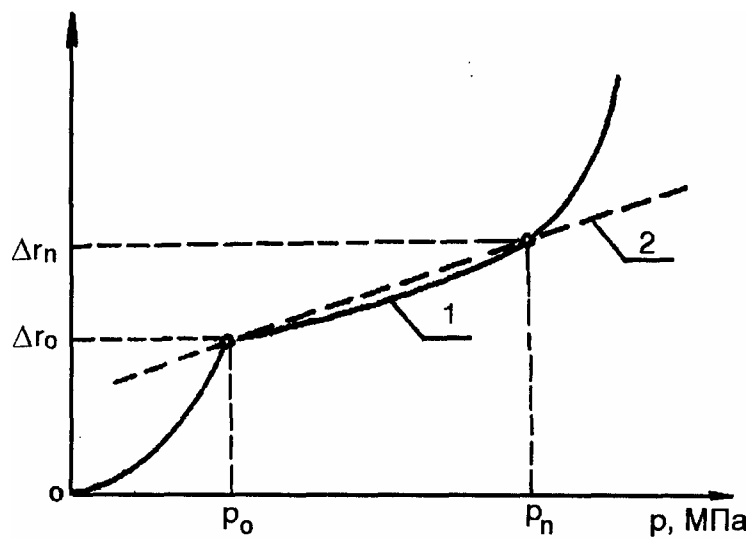
Масштаб графіка:
по горизонталі 20 мм - 0,1 МПа для p ;
по вертикалі 5 мм - 1 мм для Δr .

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(рекомендуемое)

**Образец графического оформления
результатов испытания грунта
радиальным прессиометром**

График $\Delta r = f(p)$

Масштаб графика:
по горизонталі 20 мм - 0,1 МПа для p ;
по вертикалі 5 мм - 1 мм для Δr .



1 - лінійна частина графіка; 2 - осереднена
пряма

1 - линейная части графика; 2 - осредняющая
пряма

**ДОДАТОК Е
(рекомендований)**

**Обработка результатов испытаний
просадочных грунтов**

Е.1 Модуль деформації просадочних ґрунтів обчислюють за формулою (5.2) даного стандарту.

При випробуваннях за схемою "двох кривих" модуль деформації ґрунту в насиченому водою стані (після замочування) визначають окремо для двох відрізків графіка (додаток Д):

в інтервалі вимірів тисків від p_0 до початкового просадочного тиску p_{sl} (Е.2) і від p_{sl} до заданого тиску p_3 (5.5.3 даного стандарту).

Для обчислення модуля деформації просадочних ґрунтів, які випробовувались в насиченому водою стані (після замочування), за початкові значення p_0 і S_0 приймають тиск і осідання, що відповідають першому ступеню тиску.

Е.2 Початковий просадочний тиск p_{sl} необхідно визначати за результатами випробувань ґрунтів за схемою "двох кривих".

За p_{sl} приймають тиск, що відповідає точці перегибу графіка $S = f(p)$ для ґрунту, який випробовується в насиченому водою стані. При нечітко вираженому перегибі графіка за p_{sl} приймають тиск, при якому осідання ґрунту в основі штампа складе

$$S_{sl} = 0,005h_{sl} \quad (E.1)$$

де h_{sl} - зона ґрунту, що деформується, по вертикалі і визначається за Е.4.

Е.3 Відносне просідання ε_{sl} обчислюють за формулою .

$$\varepsilon_{sl} = \frac{S_{spl}}{h_{spl}} \quad (E.2)$$

Осідання ґрунту в основі штампа S_{spl} , для обчислень ε_{sl} при випробуваннях за схемою "одної кривої" необхідно визначати як приріст осідання штампа в результаті замочування ґрунту при заданому тиску p_3 , а при випробуваннях за схемою "двох кривих" - як різниця осідання штампа на ґрунті в насиченому водою стані і ґрунті природної вологості на кожному ступені тиску.

Значення відносного просідання необхідно вважати відповідними середнім тискам у деформованій зоні, що визначається за формулою

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(рекомендуемое)**

**Обработка результатов испытаний
просадочных грунтов**

Е.1 Модуль деформации просадочных грунтов вычисляют по формуле (5.2) настоящего стандарта.

При испытаниях по схеме "двух кривых" модуль деформации грунта в насыщенном водой состоянии (после замачивания) определяют отдельно для двух участков графика (приложение Д):

в интервале измерений давлений от p_0 до начального просадочного давления p_{sl} (Е.2) и от p_{sl} до заданного давления p_3 (5.5.3 настоящего стандарта).

Для вычисления модуля деформации просадочных грунтов, испытываемых в насыщенном водой состоянии (после замачивания), за начальные значения p_0 и S_0 принимают давление и осадку, соответствующие первой ступени давления.

Е.2 Начальное просадочное давление p_{sl} необходимо определять по результатам испытаний грунтов по схеме "двух кривых".

За p_{sl} принимают давление, соответствующее точке перегиба графика $S = f(p)$ для грунта, испытываемого в насыщенном водой состоянии. При нечетко выраженном перегибе графика за p_{sl} принимают давление, при котором просадка грунта в основании штампа составит

Где h_{sl} - деформируемая зона грунта по вертикали, определяемая по Е.4.

Е.3 Относительную просадочность ε_{sl} вычисляют по формуле

Просадку грунта в основании штампа S_{spl} , для вычислений ε_{sl} при испытаниях по схеме "одной кривой" необходимо определять как приращение осадки штампа в результате замачивания грунта при заданном давлении p_3 , а при испытаниях по схеме "двух кривых" - как разность осадок штампа на грунте в насыщенном водой состоянии и грунте природной влажности на каждой ступени давления.

Значения относительной просадочности необходимо считать соответствующими средним давлениям в деформируемой зоне, определяемым по формуле

$$p_{zcp} = \frac{p + p_{sl}}{2} \quad \text{при} \quad p > p_{sl} \quad (\text{E.3})$$

де p - тиск по підшві штампа, МПа.

Е.4 Деформовану зону по вертикалі h_{sl} при випробуваннях просадних ґрунтів із замочуванням слід приймати рівною 0,4; 0,7; 1,2; 1,7 і 2,0 діаметра штампа відповідно при тисках p , що дорівнюють 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 МПа.

Где p - давление по подошве штампа, МПа.

Е.4 Деформируемую зону по вертикали h_{sl} при испытаниях просадочных грунтов с замачиванием следует принимать равной 0,4; 0,7; 1,2; 1,7 и 2,0 диаметра штампа соответственно при давлениях p , равных 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 МПа.

ДОДАТОК И
(рекомендований)

Зразок графічного оформлення
результатів випробування ґрунту
лопатевим пресиометром

Графік $u = f(p)$

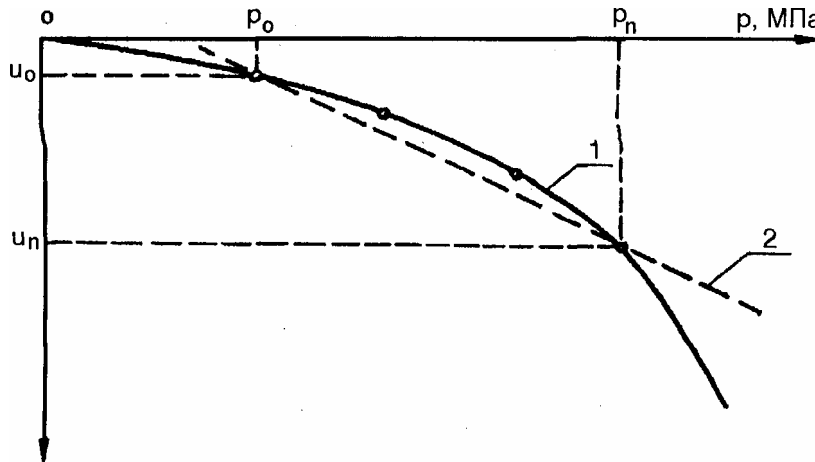
Масштаб графіка:
по горизонталі 40 мм - 0,1 МПа для p , по
вертикалі 10 мм - 1 мм для u .

ПРИЛОЖЕНИЕ И
(рекомендуемое)

Образец графического оформления
результатов испытания ґрунта
лопастным прессиометром

График $u = f(p)$

Масштаб графика:
по горизонтали 40 мм - 0,1 МПа для p ;
по вертикали 10 мм - 1 мм для u .



1 - лінійна частина графіка; 2 - осереднена
пряма

1- линейная часть графика; 2 - осредняющая
прямая

**ДОДАТОК К
(рекомендований)**

Визначення коефіцієнта K_r

К.1 При проведенні випробувань за сповільненим режимом із збереженням природного напруженого стану ґрунту коефіцієнт K_r допускається приймати рівним:

для пісків і супісків 1,3
 для суглинків..... 1,35
 для глин..... 1,42

К.2 Під час проведення випробувань за швидким режимом із збереженням непорушної будови ґрунту коефіцієнт K_r приймають за таблицею К. 1.

**ПРИЛОЖЕНИЕ К
(рекомендуемое)**

Определение коэффициента K_r

К.1 При проведении испытаний по медленному режиму с сохранением природной напряженной состояния ґрунта коэффициент K_r , допускается принимать равным:

для песков и супесей 1,3
 для суглинков..... 1,35
 для глин..... 1,42

К.2 При проведении испытаний по быстрому режиму с сохранением ненарушенного сложения ґрунта коэффициент K_r принимай по таблице К. 1.

Таблица К.1
Таблица

Найменування ґрунтів Наименование ґрунтов	Глибина випробування Глубина испытания, м	Коефіцієнт Коэффициент, K_r
Піски з коефіцієнтом пористості: Пески с коэффициентом пористости: $e < 0,5$ $0,5 \leq e \leq 0,8$ $e > 0,8$	До 10	2,5 2,25 2,0
Глинисті ґрунти з показником текучості: Глинистые ґрунты с показателем текучести: $I_L < 0,25$ $0,25 \leq I_L \leq 0,5$ $I_L > 0,5$	До 10	2,0 3,0 4,0
Глинисті ґрунти з показником текучості: Глинистые ґрунты с показателем текучести: $I_L < 0,25$ $0,25 \leq I_L \leq 0,5$ $I_L > 0,5$	Від 10 до 20 От 10 до 20	1,75 2,5 3,5
Примітка. Для глинистих елювіальних ґрунтів допускається зменшення коефіцієнта K_r на 20 %. Примечание. Для глинистых элювиальных ґрунтов допускается уменьшение коэффициента K_r на 20 %.		

ДОДАТОК Л
(рекомендований)

Зразок графічного оформлення
результатів випробування ґрунту на
зріз

Графік $r = f(\Delta l)$

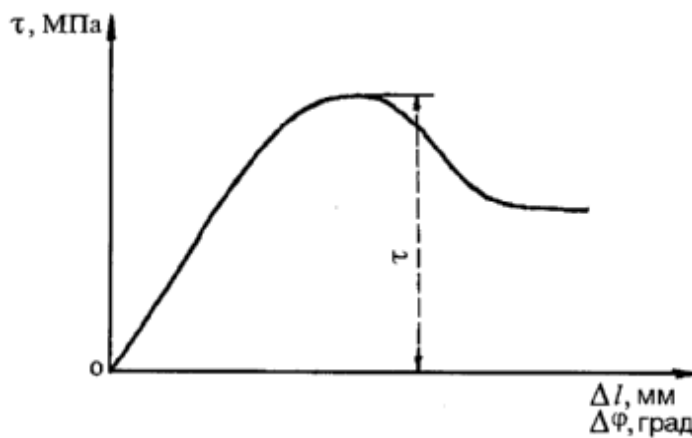
Масштаб графіка:
по горизонталі 1 мм - 2 мм для Δl ;
ібо 1 град - 2 мм для $\Delta\varphi$;
то вертикалі 0,1 МПа - 20 мм для τ .

ПРИЛОЖЕНИЕ Л
(рекомендуемое)

Образец графического оформления
результатов испытания ґрунта на
срез

График $r = f(\Delta l)$

Масштаб графика:
по горизонтали 1 мм - 2 мм для Δl ;
или 1 град - 2 мм для $\Delta\varphi$;
по вертикали 0,1 МПа - 20 мм для τ .

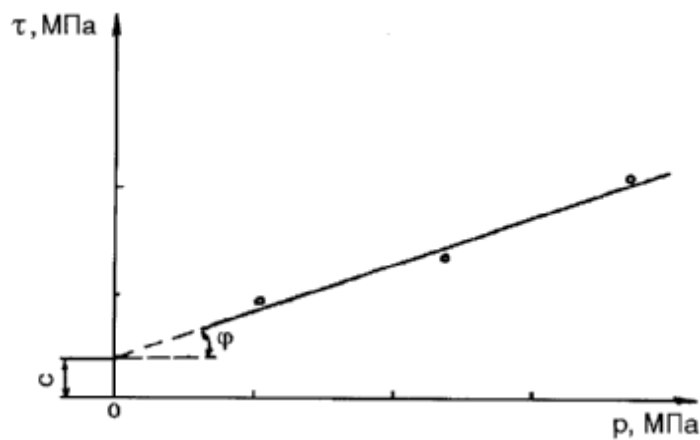


Графік $\tau = f(p)$

Масштаб графіка:
по горизонталі 20 мм - 0,1 МПа для p ;
по вертикалі 20 мм - 0,1 МПа для τ .

График $\tau = f(p)$

Масштаб графика:
по горизонтали 20 мм - 0,1 МПа для p ;
по вертикали 20 мм - 0,1 МПа для τ .



ДОДАТОК М
(рекомендований)
Основні параметри
крильчатки

ПРИЛОЖЕНИЕ М
(рекомендуемое)
Основные параметры
крыльчатки

Склад крильчатки і її характеристики Состав крыльчатки и ее характеристики	Тип крильчаткі тип крыльчатки		
	I	II	III
Крыльчатка розмірами, мм: Крыльчатка размерами, мм: - висота - высота - ширина (діаметр) - ширина(диаметр) - товщина лопаті - толщина лопасти Стала крильчатки B , см ³ Постоянная крыльчатки B , см ³	120	150	200
Штанга, мм: Штанга, мм: - зовнішній діаметр - наружный диаметр - довжина - длина Максимальний крутний момент пристрою, кН·см, не менше Максимальный крутящий момент устройства, кН·см, не менее	22-33,5 500-3000 18		
Похибка вимірювання крутного моменту, кН·см Погрешность измерения крутящего момента, кН·см	0,36	0,18	0,18

Примітка. Стала крильчатки B дорівнює статичному моменту циліндричної поверхні зрізу відносно осі обертання, який обчислюється за формулою

Примечание. Постоянная крыльчатки B равна статическому моменту цилиндрической поверхности среза относительно оси вращения, вычисляемому по формуле

$$B = \frac{\pi d^2}{2} \left(h + \frac{d}{3} \right) \quad (M.1)$$

де d - діаметр крильчатки, см;
 h - висота крильчатки.

где d - диаметр крыльчатки, см;
 h - высота крыльчатки, см.

ДОДАТОК Н
(ромендований)

Зразок графічного оформлення
результатів випробування мерзлого
гарячим штампом

Графік $\delta=f(p)$

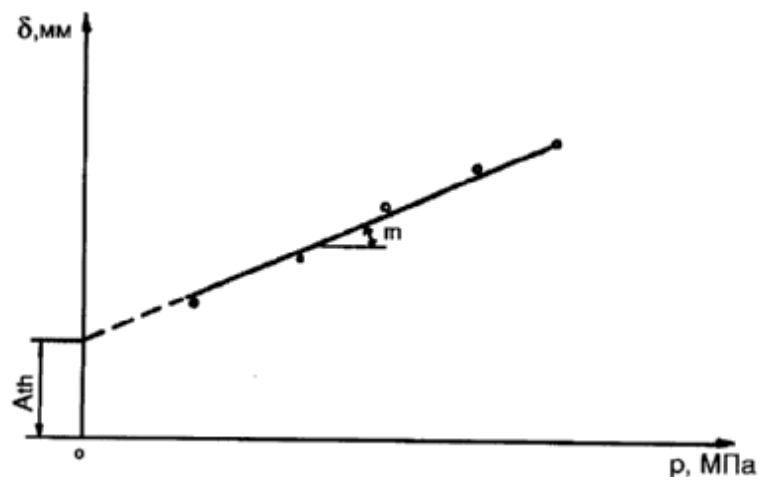
Масштаб графіка:
по горизонталі 40 мм – 0,1 МПа для p ;
по вертикалі 10 мм – 1 мм для δ .

ПРИЛОЖЕНИЕ Н
(рекомендуемое)

Образец графического оформления
результатов испытания мерзлого
грунта горячим штампом

График $\delta=f(p)$

Масштаб графика:
по горизонталі 40 мм – 0,1 МПа для p ;
по вертикалі 10 мм – 1 мм для δ .



ДОДАТОК П
(рекомендований)

**Основні параметри установок для
поступального і кільцевого зрізів
грунту**

ПРИЛОЖЕНИЕ П
(рекомендуемое)

**Основные параметры установок для
поступательного и кольцевого срезов
грунта**

Склад установки і її характеристики Состав установки и ее характеристики	Кільцевий зріз Кольцевой срез	Поступальний зріз Поступательный срез
Діаметр свердловини, мм Диаметр скважины, мм	89-146	89-146
Розпірний штамп розмірами, мм: Распорный штамп размерами, мм: висота (довжина) высота (длина) діаметр (ширина) диаметр (ширина)	100-300 87-144	100-300 87- 144
Лопаті розмірами, мм: Лопасты размерами, мм: товщина толщина висота (довжина) высота (длина) робоча ширина рабочая ширина	0,5-1 100-300 10	0,5-1 20- 146 5- 10
Відстань між сусідніми лопатями по вертикалі, мм Расстояние между соседними лопастями по вертикали, мм	-	40
Пристрій для створення нормального тиску, МПа Устройство для создания нормального давления, МПа: максимальний тиск максимальное давление похибка вимірювання тиску погрешность измерения давления	0,6 0,01	0,6 0,01
Пристрій для створення крутного моменту, кН-см, не менше: Устройство для создания крутящего момента, кН-см, не менее: максимальний момент похибка вимірювання моменту погрешность измерения момента	20 0,4	- -
Пристрій для створення зрізного тиску, МПа, не менше: Устройство для создания срезающего давления, МПа, не менее: максимальний тиск максимальное давление похибка вимірювання тиску погрешность измерения давления	- -	0,6 0,01
Похибка вимірювання деформацій стиску і зрізу ґрунту, мм Погрешность измерения деформаций сжатия и среза грунта, мм	0,1	0,1

УДК 624.131.001.4(083.74)

МКС 13.080

Ж 39

Ключові слова: ґрунти, міцність, деформованість, методи польового визначення, будівництво.

Ключевые слова: ґрунты, прочность, деформируемость, методы полевого определения, строительство.