ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Основи та підвалини будинків і споруд

ГРУНТИ. МЕТОДИ ЛАБОРАТОРНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ І ДЕФОРМОВАНОСТІ

ДСТУ Б В.2.1-4-96 (ГОСТ 12248-96)

Видання офіційне

ГРУНТЫ. МЕТОДЫ ЛАБОРАТОРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМИРУЕМОСТИ

ГОСТ 12248-96

Издание официальное

Державний комітет України у справах містобудування і архітектури
Київ 1997

Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС)

Передмова

1 РОЗРОБЛЕНИЙ
Державним підприємством науково-дослідним, проектно-вишукувальним і конструкторсько-технологічним інститутом основ і підземних споруд ім. М.М. Герсеванова (НИИОСП) за участю Державного шляхового науково-дослідного інституту (СоюздорНИИ), Виробничого і науково-дослідного інституту з інженерних вишукувань в будівництві (ПНИИИС), Всеросійського науково-дослідного інституту гідротехніки ім. Б.Є. Веденєєва (АО ВНИИГ ім. Б.Є. Веденєєва), науково-дослідного інституту енергетичних споруд (АО НИИЭС) Російської Федерації

ВНЕСЕНИЙ
Мінбудом Росії

2 ПРИЙНЯТИЙ
Міждержавною науково-технічною комісією з стандартизації, технічного нормування і сертифікації в будівництві (МНТКБ) 15 травня 1996 р.

За прийняття проголосували:

Найменування держави	Найменування органу державного управління будівництвом
Азербайджанська Республіка	Держбуд
Республіка Вірменія	Держупрархітектури
Республіка Білорусь	Мінбудархітектури
Республіка Казахстан	Мінбуд
Киргизька Республіка	Держбуд
Республіка Молдова	Мінархбуд
Російська Федерація	Мінбуд
Республіка Таджикистан	Держбуд
Республіка Узбекистан	Держкомархітектбуд
Україна	Держкоммістобудування

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН
Государственным предприятием научно-исследовательским, проектно-изыскательским и конструкторско-технологическим институтом оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова (НИИОСП) с участием Государственного дорожного научно - исследовательского института (СоюздорНИИ), Производственного и научно-исследовательского института по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС), Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева, (АО ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева), научно-исследовательского института энергетических сооружений (АО НИИЭС) Российской Федерации

ВНЕСЕН
Минстроем России

2 ПРИНЯТ
Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строителстве (МНТКС) 15 мая 1996 г.

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование органа государственного управления строительством
Азербайджанская Республика	Госстрой
Республика Армения	Госупрархитектуры
Республика Беларусь	Минстройархитектуры
Республика Казахстан	Минстрой
Кыргызкая Республика	Госстрой
Республика Молдова	Минархстрой
Российская Федерация	Минстрой
Республика Таджикистан	Госстрой
Республика Узбекистан	Госкомархитектстрой
Украина	Госкомградостроительства

3 ВВЕДЕНИЙ НА ЗАМІНУ
ГОСТ 12248-78, ГОСТ 17245-79,
ГОСТ 23908-79, ГОСТ 24586-90,
ГОСТ 25585-83, ГОСТ 26518-85
наказом Держкоммістобудування України
№ 189 від 1 листопада 1996 року

3 ВВЕДЕН ВЗАМЕН
ГОСТ 12248-78, ГОСТ 17245-79,
ГОСТ 23908-79, ГОСТ 24586-90,
ГОСТ 25585-83, ГОСТ 26518-85

Зміст

1 Галузь використання 1
2 Нормативні посилання 1
3 Визначення 1
4 Загальні положення 3
5 Методи визначення характеристик міцності та деформованості немерзлих грунтів 3
6 Методи визначення характеристик міцності і деформованості мерзлих грунтів 36
Додаток А
Форми першої і наступних сторінок журналів лабораторних випробувань грунтів 54
Додаток Б
Зразок графічного оформлення результатів випробувань грунту методом одноплощинного зрізу 66
Додаток В
Визначення площі деформованих зразків глинистих грунтів 67
Додаток Г
Принципова схема установки для випробування грунту в умовах тривісного стиску 68
Додаток Д
Тарування камери тривісного стиску 69
Додаток Е
Розширювач для поміщення зразка грунту в гумову оболонку 70
Додаток Ж
Зразок графічного оформлення результатів випробувань грунту в умовах тривісного стиску 71
Додаток И
Визначення модуля зсуву G і модуля об'ємної деформації К 72
Додаток К
Принципові схеми компресійно-фільтраційних приладів 74
Додаток Л
Зразок графічного оформлення результатів випробувань грунту методом компресійного стиску 75
Додаток М
Визначення параметрів компресійної кривої 76

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Определения 1
4 Общие положения 2
5 Методы определения характеристик прочности и деформируемости немерзлых грунтов 3
6 Методы определения характеристик прочности и деформируемости мерзлых грунтов 36
Приложение А
Формы первой и последующих страниц журналов лабораторных испытаний Грунтов 54
Приложение Б
Образец графического оформления результатов испытаний грунта методом одноплоскостного среза 66
Приложение В
Определение площади деформированных образцов глинистых грунтов 67
Приложение Г
Принципиальная схема установки для испытания грунта в условиях трехосного сжатия 68
Приложение Д
Тарировка камеры трехосного сжатия 69
Приложение Е
Расширитель для помещения образца грунта в резиновую оболочку 70
Приложение Ж
Образец графического оформления результатов испытаний грунта в условиях трехосного сжатия 71
Приложение И
Определение модуля сдвига G и модуля объемной деформации К 72
Приложение К
Принципиальные схемы компрессионно-фильтрационных приборов 74
Приложение Л
Образец графического оформления результатов испытаний грунта методом компрессионного сжатия 75
Приложение М
Определение параметров компрессионной кривой 76

Додаток Н
Визначення коефіцієнтів фільтраційної та вторинної консолідації 77
Додаток П
Зразок графічного оформлення результатів випробування засоленого грунту при стиску в компресійно-фільтраційному приладі 84
Додаток Р
Розрахункові опори мерзлого грунту під підошвою фундаменту 85
Додаток С
Принципова схема установки для визначення еквівалентного зчеплення мерзлих грунтів 86
Додаток Т
Схеми приладів і обладнання при випробуваннях методом одноплощинного зрізу мерзлого грунту по поверхні змерзання 87
Додаток У
Рекомендації щодо виготовлення зразків матеріалу і грунту для випробувань методом одноплощинного зрізу по поверхні змерзання 88
Додаток Ф
Зразок графічного оформлення результатів випробувань мерзлого грунту методом одноплощинного зрізу по поверхні змерзання 92
Додаток Х
Принципова схема установки для випробування зразка грунту на одновісний стиск 93
Додаток Ц
Зразок графічного оформлення результатів випробувань мерзлого грунту методом одновісного стиску 94
Додаток Ш
Визначення характеристик деформованості мерзлого грунту за результатами випробувань на одновісний стиск 95
Додаток Щ
Зразок графічного оформлення результатів випробувань мерзлого грунту методом компресійного стиску 101

Приложение Н
Определение коэффициентов фильтрационной и вторичной консолидации 77
Приложение П
Образец графического оформления результатов испытания засоленного грунта при сжатии в компрессионно фильтрационном приборе 84
Приложение Р
Расчетные сопротивления мерзлого грунта под подошвой фундамента 85
Приложение С
Принципиальная схема установки для определения эквивалентного сцепления мерзлых грунтов 86
Приложение Т
Схемы приборов и оборудования при испытаниях методом одноплоскостного среза мерзлого грунта по поверхности смерзания..... 87
Приложение У
Рекомендации по изготовлению образцов материала и грунта для испытаний методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания 88
Приложение Ф
Образец графического оформления результатов испытаний мерзлого грунта методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания 92
Приложение Х
Принципиальная схема установки для испытания образца грунта на одноосное сжатие 93
Приложение Ц
Образец графического оформления результатов испытаний мерзлого грунта методом одноосного сжатия..... 94
Приложение Ш
Определение характеристик деформируемости мерзлого грунта по результатам испытаний на одноосное сжатие..... 95
Приложение Щ
Образец графического оформления результатов испытаний мерзлого грунта методом компрессионного сжатия 101

ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ **МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**

Основи та підвалини будинків і споруд

Грунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформованості

Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости

Soils. Laboratory methods for determining the strength and strain characteristics

ДСТУ Б В.2.1-4-96 (ГОСТ 12248-96)

Чинний від 1997-04-01

Дата введения 1997-01-01

1 Галузь використання

Цей стандарт установлює методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформованості грунтів при їх дослідженні для будівництва.

1 Область применения

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

2 Нормативні посилання

У цьому стандарті використані посилання на такі стандарти:

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2789-73	Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики
ГОСТ 5180-84	Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
ГОСТ 9378-93	Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия
ГОСТ 12536-79	Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) состава
ГОСТ 23161-78	Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности
ГОСТ 24143-80	Грунты. Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки
ГОСТ 30416-96	Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения

3 Визначення

У цьому стандарті застосовують такі терміни з відповідними визначеннями.

Ефективна напруга - напруга, що діє в скелеті грунту, яка визначається як різниця між повною напругою в зразку грунту і тиском в поровій рідині.

3 Определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Эффективное напряжение - напряжение, действующее в скелете грунта, определяемое как разность между полным напряжением в образце грунта и давлением в поровой жидкости.

Коефіцієнт фільтраційної c_v і вторинної c_α консолідації - показники, що характеризують швидкість деформації грунту при постійному тиску за рахунок фільтрації (c_v) і повзучості грунту (c_α).

Повзучість - розвиток деформацій грунту в часі при незмінній напрузі.

Стадія незатухаючої повзучості - процес деформування грунту з постійною або зростаючою швидкістю при незмінній напрузі.

Решта термінів, які використовуються в цьому стандарті, наведені в ГОСТ 30416.

4 Загальні положення

4.1 Цей стандарт установлює такі методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформованості грунтів:

- одноплощинного зрізу, одновісного стиску, тривісного стиску, компресійного стиску - для немерзлих грунтів;
- випробування кульковим штампом, одноплощинного зрізу по поверхні змерзання, одновісного стиску, компресійного стиску - для мерзлих грунтів.

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

4.2 Загальні вимоги до лабораторних випробувань грунтів, обладнання і приладів, лабораторних приміщень, способи виготовлення зразків для випробувань наведені в ГОСТ 30416.

4.3 Для грунтів, що випробовуються, повинні бути визначені фізичні характеристики за ГОСТ 5180: вологість (сумарна вологість для мерзлих грунтів), густина, густина часток, вологості границь текучості і розкочування, гранулометричний склад пісків, а в необхідних випадках і глинистих грунтів за ГОСТ 12536, а також обчислені густина сухого грунту, коефіцієнт пористості, ступінь вологості (ступінь заповнення об'єму пор льодом і незамерзлою водою), число пластичності і показник текучості (для немерзлих грунтів).

Додатково необхідні характеристики грунтів наводяться в окремих методах випробувань.

4.4 У процесі випробувань грунтів ведуть журнали за формами, наведеними у додатку А.

Коэффициент фильтрационной c_v и вторичной c_α консолидации - показатели, характеризующие скорость деформации грунта при постоянном давлении за счет фильтрации (c_v) и ползучести грунта (c_α).

Ползучесть - развитие деформаций грунта во времени при неизменном напряжении.

Стадия незатухающей ползучести — процесс деформирования грунта с постоянной или увеличивающейся скоростью при неизменном напряжении.

Остальные термины, используемые в настоящем стандарте, приведены в ГОСТ 30416.

4 Общие положения

4.1 Настоящий стандарт устанавливает следующие методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируе-мости грунтов:

- одноплоскостного среза, одноосного сжатия, трехосного сжатия, компрессионного сжатия - для немерзлых грунтов;
- испытание шариковым штампом, одноплоскостного среза по поверхности смерзания, одноосного сжатия, компрессионного сжатия - для мерзлых грунтов.

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

4.2 Общие требования к лабораторным испытаниям грунтов, оборудованию и приборам, лабораторным помещениям, способы изготовления образцов для испытания приведены в ГОСТ 30416.

4.3 Для испытываемых грунтов должны быть определены физические характеристики по ГОСТ 5180: влажность (суммарная влажность для мерзлых грунтов), плотность, плотность частиц, влажности границ текучести и раскатывания, гранулометрический состав песков, а в необходимых случаях и глинистых грунтов по ГОСТ 12536, а также вычислены плотность сухого грунта, коэффициент пористости, степень влажности (степень заполнения объема пор льдом и незамерзшей водой), число пластичности и показатель текучести (для немерзлых грунтов).

Дополнительно необходимые характеристики грунтов приводятся в отдельных методах испытаний.

4.4 В процессе испытаний грунтов ведут журналы по формам, приведенным в приложении А.

5 Методи визначення характеристик міцності та деформованості немерзлих грунтів

5.1 Метод одноплощинного зрізу

5.1.1 Суть методу

5.1.1.1 Випробування грунту методом одноплощинного зрізу проводять для визначення таких характеристик міцності:

- опору грунту зрізу τ;
- кута внутрішнього тертя φ;
- питомого зчеплення *c* для пісків (крім гравелистих та крупних), глинистих та органо-мінеральних грунтів.

5.1.1.2 Ці характеристики визначають за результатами випробувань зразків грунту в одноплощинних зрізних приладах з фіксованою площиною зрізу шляхом зсування однієї частини зразка відносно другої його частини дотичним навантаженням при одночасному навантажуванні зразка навантаженням, нормальним до площини зрізу.

Для глинистих грунтів за спеціальним завданням може бути проведено повторний зріз зразка по фіксованій площині - зріз "плашка по плашці".

Примітка. Не допускається випробовувати грунти, що видавлюються в процесі випробування в зазор між рухомою і нерухомою частинами зрізної коробки.

5.1.1.3 Опір грунту зрізу визначають як граничну середню дотичну напругу, при якій зразок грунту зрізається по фіксованій площині при заданій нормальній напрузі. Для визначення с і φ необхідно провести не менше трьох випробувань при різних значеннях нормальної напруги.

5.1.1.4 Випробування проводять за такими схемами:

- консолідовано-дреноване випробування - для пісків та глинистих грунтів незалежно від їх ступеня вологості в стабілізованому стані;
- неконсолідовано-недреноване випробування - для водонасичених глинистих і органо-мінеральних грунтів у нестабілізованому стані та просадних грунтів, що приведені у водонасичений стан замочуванням без прикладання навантаження.

5.1.1.5 Для випробувань використовують зразки грунту непорушної будови з природною вологістю або у водонасиченому стані,

5 Методы определения характеристик прочности и деформируемости немерзлых грунтов

5.1 Метод одноплоскостного среза

5.1.1 Сущность метода

5.1.1.1 Испытание грунта методом одноплоскостного среза проводят для определения следующих характеристик прочности:

- сопротивления грунта срезу τ;
- угла внутреннего трения φ;
- удельного сцепления *c* для песков (кроме гравелистых и крупных), глинистых и органо-минеральных грунтов.

5.1.1.2 Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в одноплоскостных срезных приборах с фиксированной плоскостью среза путем сдвига одной части образца относительно другой его части касательной нагрузкой при одновременном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

Для глинистых грунтов по специальному заданию может быть проведен повторный срез образца по фиксированной плоскости - срез "плашка по плашке".

Примечание. Не допускается испытывать грунты, выдавливаемые в процессе испытания в зазор между подвижной и неподвижной частями срезной коробки.

5.1.1.3 Сопротивление грунта срезу определяют как предельное среднее касательное напряжение, при котором образец грунта срезается по фиксированной плоскости при заданном нормальном напряжении. Для определения с и φ необходимо провести не менее трех испытаний при различных значениях нормального напряжения.

5.1.1.4 Испытания проводят по следующим схемам:

- консолидированно-недренированное испытание - для песков и глинистых грунтов независимо от их степени влажности в стабилизированном состоянии;
- неконсолидированно-недренированное испытание - для водонасыщенных глинистых и органо-минеральных грунтов в нестабилизированном состоянии и просадочных грунтов, приведенных в водонасыщенное состояние замачиванием без приложения нагрузки.

5.1.1.5 Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения с природной влажностью или в водонасыщенном

або зразки порушеної будови із заданими значеннями густини і вологості (в т.ч. при повному водонасиченні), або зразки, відібрані з ущільненого масиву, для штучно ущільнених грунтів.

При цьому зразки просадних грунтів випробовують у водонасиченому стані, а набухаючих - при природній вологості.

Примітка. В необхідних випадках опір зрізу може визначатись: для просадного грунту при природній вологості або при вологості на межі розкочування, якщо остання перевищує природну; для засоленого - на зразках попередньо вилуженого грунту після стабілізації суфозійного осідання при заданому нормальному тиску; для набухаючих грунтів - в умовах повного водонасичення після стабілізації вільного набухання або набухання (ущільнення) при заданому нормальному тиску; для насипних грунтів - при їх максимальній, необхідній або досягнутій густині.

5.1.1.6 Зразки повинні мати форму циліндра діаметром не менше 70 мм і висотою від 1/2 до 1/3 діаметра.

Примітка. Для однорідних глинистих грунтів (без включень) допускається при випробуваннях у польових лабораторіях зменшувати діаметр зразка до 56 мм.

5.1.2 Обладнання і прилади

5.1.2.1 До складу установки для випробування грунту методом одноплощинного зрізу повинні входити:

- зрізна коробка, яка складається з рухомої та нерухомої частин і яка містить робоче кільце з внутрішніми розмірами за 5.1.1.6, жорстких суцільного і перфорованого штампів;
- механізм для вертикального навантажування зразка;
- механізм утворення дотичного навантаження;
- пристрою для вимірювання деформацій зразка та прикладеного навантаження.

Примітка. Для випробування зразка піщаних грунтів використовують зрізну коробку з нижньою рухомою частиною.

5.1.2.2 Конструкція зрізного приладу повинна забезпечувати початкове вертикальне навантаження на зразок (від ваги штампу та вимірювальних приладів на ньому) не більше 0,025 МПа.

состоянии, или образцы нарушенного сложения с заданными значениями плотности и влажности (в т.ч. при полном водонасыщении), или образцы, отобранные из уплотненного массива, для искусственно уплотненных грунтов.

При этом образцы просадочных грунтов испытывают в водонасыщенном состоянии, а набухающих - при природной влажности.

Примечание. В необходимых случаях сопротивление срезу может определяться: для просадочного грунта при природной влажности или при влажности на границе раскатывания, если последняя превышает природную; для засоленного - на образцах предварительно выщелоченного грунта после стабилизации суффозионной осадки при заданном нормальном давлении; для набухающих грунтов - в условиях полного водонасыщения после стабилизации свободного набухания или набухания (уплотнения) при заданном нормальном давлении; для насыпных грунтов - при их максимальной, требуемой или достигаемой плотности.

5.1.1.6 Образцы должны иметь форму цилиндра диаметром не менее 70 мм и высотой от 1/2 до 1/3 диаметра.

Примечание. Для однородных глинистых грунтов (без включений) допускается при испытаниях в полевых лабораториях уменьшать диаметр образца до 56 мм.

5.1.2 Оборудование и приборы

5.1.2.1 В состав установки для испытания грунта методом одноплоскостного среза должны входить:

- срезная коробка, состоящая из подвижной и неподвижной частей и включающая рабочее кольцо с внутренними размерами по 5.1.1.6, жестких сплошного и перфорированного штампов;
- механизм для вертикального нагружения образца;
- механизм создания касательной нагрузки;
- устройства для измерения деформаций образца и прикладываемой нагрузки.

Примечание. Для испытания образца песчаных грунтов применяют срезную коробку с нижней подвижной частью.

5.1.2.2 Конструкция срезного прибора должна обеспечивать первоначальную вертикальную нагрузку на образец (от веса штампа и измерительных приборов на нем) не более 0,025 МПа.

5.1.2.3 При тарируванні зрізної коробки у відповідності з паспортом на прилад встановлюють поправки на подолання тертя рухомої частини зрізної коробки.

5.1.2.4 При необхідності попереднього ущільнення зразка можуть використовуватись ущільнювачі, які дозволяють робити ущільнення при заданому тиску і збереженні природної або заданої вологості, а також в умовах повного водонасичення.

До складу ущільнювача повинні входити такі основні вузли:

- циліндрична обойма, в яку поміщається робоче кільце із зразком;
- жорсткий перфорований штамп;
- механізм для вертикального навантажування зразка;
- ванна для водонасичення зразка;
- гідроізолюючі елементи;
- пристрій для вимірювання вертикальних деформацій зразка.

5.1.3 Підготовка до випробування

5.1.3.1 Зразок грунту виготовляють з урахуванням вимог 5.1.1.5 та 5.1.1.6.

5.1.3.2 Виготовлений зразок зважують і в залежності від схеми випробування та виду грунту приступають або до його попереднього ущільнення або зразу до випробування на зріз.

5.1.3.3 Попереднє ущільнення зразка при консолідовано-дренованому випробуванні проводять безпосередньо у робочому кільці зрізного приладу або в ущільнювачі.

5.1.3.4 При попередньому ущільненні в ущільнювачі робоче кільце з підготовленим зразком грунту слід помістити в обойму ущільнювача, а потім зібрану обойму встановити у ванну ущільнювача на перфорований вкладиш (попередньо торці зразка необхідно покрити вологим паперовим фільтром). Далі необхідно встановити на зразок перфорований штамп, провести регулювання механізму навантажування, встановити прилади для вимірювання вертикальних деформацій грунту та записати їх початкові показання.

5.1.3.5 Для випробувань зразків грунту в умовах повного водонасичення необхідно попередньо замочити зразки до появи води на поверхні зразка, заповнивши ванну ущільнювача водою.

При випробуванні просадних грунтів, які мають природну вологість менше w_p, необхідно дозволожити зразки до вологості, рівної w_p.

5.1.2.3 При тарировке срезной коробки в соответствии с паспортом на прибор устанавливают поправки на преодоление трения подвижной части срезной коробки.

5.1.2.4 При необходимости предварительного уплотнения образца могут применяться уплотнители, позволяющие производить уплотнение при заданном давлении и сохранении природной или заданной влажности, а также в условиях полного водонасыщения.

В состав уплотнителя должны входить следующие основные узлы:

- цилиндрическая обойма, в которую помещается рабочее кольцо с образцом;
- жесткий перфорированный штамп;
- механизм для вертикального нагружения образца;
- ванна для водонасыщения образца;
- гидроизолирующие элементы;
- устройство для измерения вертикальных деформаций образца.

5.1.3 Подготовка к испытанию

5.1.3.1 Образец грунта изготавливают с учетом требований 5.1.1.5 и 5.1.1.6.

5.1.3.2 Изготовленный образец взвешивают и в зависимости от схемы испытания и вида грунта приступают или к его предварительному уплотнению или сразу к испытанию на срез.

5.1.3.3 Предварительное уплотнение образца при консолидированно-дренированном испытании проводят непосредственно в рабочем кольце срезного прибора или в уплотнителе.

5.1.3.4 При предварительном уплотнении в уплотнителе рабочее кольцо с подготовленным образцом грунта следует поместить в обойму уплотнителя, а затем собранную обойму установить в ванну уплотнителя на перфорированный вкладыш (предварительно торцы образца необходимо покрыть влажным бумажным фильтром). Далее необходимо установить на образец перфорированный штамп, произвести регулировку механизма нагрузки, установить приборы для измерения вертикальных деформаций грунта и записать их начальные показания.

5.1.3.5 Для испытаний образцов грунта в условиях полного водонасыщения необходимо предварительно замочить образцы до появления воды на поверхности образца, заполнив ванну уплотнителя водой.

При испытании просадочных грунтов, имеющих природную влажность меньше w_p, необходимо доувлажнить образцы до влажности, равной w_p.

Зразкам набухаючих грунтів, призначених для визначення опору зрізу в умовах повного водонасичення після стабілізації деформацій набухання при заданому нормальному тиску р, необхідно передати до початку замочування тиск р.

Час насичення зразків водою повинен бути не менше значень, вказаних в таблиці 5.1.

Образцам набухающих грунтов, предназначенным для определения сопротивления срезу в условиях полного водонасыщения после стабилизации деформаций набухания при заданном нормальном давлении р, необходимо передать до начала замачивания давление р.

Время насыщения образцов водой должно быть не менее значений, указанных в таблице 5.1

Таблиця 5.1

Таблица 5.1

Грунти Грунты	**Час насичення зразків водою, не менше Время насыщения образцов водой, не менее**	**Час витримування ступенів тиску, не менше Время выдерживания ступеней давления, не менее**	**Час умовної стабілізації деформацій стиску на кінцевому ступені тиску, не менше Время условной стабилизации деформаций сжатия на конечной ступени давления, не менее**
Піски Пески	10 хв 10 мин	5 хв 5 мин	20 хв 20 мин
Глинисті (непросадні та ненабухаючі): Глинистые (непросадочные и ненабухающие):			
– супіски супеси	3 год 3 ч	30 хв 30 мин	2 год 2 ч
– суглинки з $I_p < 12$ суглинки с $I_p < 12$	6 год 6 ч	30 хв 30 мин	6 год 6 ч
– суглинки з $I_p \geq 12$ суглинки с $I_p \geq 12$	12 год 12 ч	30 хв 30 мин	12 год 12 ч
– глини з $I_p < 22$ глины с $I_p < 22$	12 год 12 ч	30 хв 30 мин	12 год 12 ч
– глини з $I_p \geq 22$ глины с $I_p \geq 22$	36 год 36 ч	30 хв 30 мин	12 год 12 ч
Просадні Просадочные	Як для непросадних Как для непросадочных	30 хв 30 мин	3 год 3 ч
Набухаючі Набухающие	До досягнення умовної стабілізації деформацій набухання - 0,1 мм за 24 год До достижения условной стабилизации деформаций набухания - 0,1 мм за 24 ч	30 хв 30 мин	Як для ненабухаючих Как для ненабухающих

5.1.3.6 При проведенні випробувань на повторний зріз зразок грунту розрізають на дві частини гострим ножем або ліскою по площині першого зрізу, ретельно вирівнюють торцеві поверхні обох половин, з'єднують їх між собою та поміщають у робоче кільце зрізного приладу.

5.1.4 Проведення консолідовано-дренованого випробування

5.1.3.6 При проведении испытаний на повторный срез образец грунта разрезают на две части острым ножом или леской по плоскости первого среза, тщательно заравнивают торцевые поверхности обеих половин, соединяют их между собой и помещают в рабочее кольцо срезного прибора.

5.1.4 Проведение консолидированно-дренированного испытания

5.1.4.1 Попереднє ущільнення зразка, за винятком зразків просадних грунтів, що випробовуються у водонасиченому стані, проводять при нормальних тисках p, при яких визначають опір зрізу τ. Нормальні тиски передають на зразок грунту ступенями Δp.

Значення p та Δp наведені в таблиці 5.2.

5.1.4.1 Предварительное уплотнение образца, за исключением образцов просадочных грунтов, испытываемых в водонасыщенном состоянии, производят при нормальных давлениях p, при которых определяют сопротивление среза τ. Нормальные давления передают на образец грунта ступенями Δp.

Значения p и Δp приведены в таблице 5.2.

Таблиця 5.2
Таблица 5.2 *В мегапаскалях*

Грунти Грунты	**Нормальний тиск при попередньому ущільненні Нормальные давления при предварительном уплотнении**	**Ступені тиску Ступени давления**
Піски середньої крупності щільні; глини з $I_L < 0$ Пески средней крупности плотные; глины с $I_L < 0$	0,1; 0,3; 0,5	0,1
Піски середньої крупності і середньої густини; піски дрібні щільні та середньої густини; супіски та суглинки з $I_L \le 0,5$; глини з $0 < I_L \le 0,5$ Пески средней крупности и средней плотности; пески мелкие плотные и средней плотности; супеси и суглинки с $I_L \le 0,5$; глины с	0,1; 0,2; 0,3	0,05
Піски середньої крупності та дрібні пухкі; піски пилуваті незалежно від густини; супіски, суглинки та глини з $I_L > 0,5$ Пески средней крупности и мелкие рыхлые; пески пылеватые независимо от плотности; супеси, суглинки и глины с $I_L > 0,5$	0,1; 0,15; 0,2	0,025 до p = 0,1 і далі 0,05 0,025 до p = 0,1 и далее 0,05
Примітка. Нормальні тиски p при попередньому ущільненні зразків просадного грунту, що випробовуються у водонасиченому стані, повинні становити 0,3 МПа і збільшуватись ступенями Δp = 0,05 МПа. ***Примечание.*** Нормальные давления p при предварителном уплотнении образцов просадочного грунта, испытываемых в водонасыщенном состоянии, должны составлять 0,3 МПа и возрастать ступенями Δp = 0,05 МПа.		

Примітка 1. В окремих випадках, передбачених програмою випробувань, можуть призначатись більш високі нормальні тиски порівняно з наведеними у таблиці 5.2.

Примітка 2. Якщо при заданих нормальних тисках залежність $\tau = f(\sigma)$ на початковій ділянці має суттєво нелінійний характер, значення p повинні бути змінені так, щоб дотримуватись лінійності даної залежності.

5.1.4.2 Кожну ступінь тиску при попередньому ущільненні витримують протягом часу, вказаного в таблиці 5.1, а кінцевий ступінь - до досягнення умовної стабілізації деформацій стиску зразка грунту.

За критерій умовної стабілізації деформацій приймають її приріст, який не перевищує 0,01 мм за час, указаний в таблиці 5.1.

Примечание 1. В отдельных случаях, предусмотренных программой испытаний, могут назначаться более высокие нормальные давления по сравнению с приведенными в таблице 5.2.

Примечание 2. Если при заданных нормальных давлениях зависимость $\tau = f(\sigma)$ на начальном участке имеет существенно нелинейный характер, значения p должны быть изменены так, чтобы соблюдать линейность указанной зависимости.

5.1.4.2 Каждую ступень давления при предварительном уплотнении выдерживают в течение времени, указанного в таблице 5.1, а конечную ступень - до достижения условной стабилизации деформаций сжатия образца грунта.

За критерий условной стабилизации деформаций принимают ее приращение, не превышающее 0,01 мм за время, указанное в таблице 5.1.

5.1.4.3 У процесі попереднього ущільнення зразків грунту, а при їх випробуваннях у водонасиченому стані та в період замочування реєструють у журналі випробувань вертикальні деформації зразків. В кінці кожного ступеня навантажування записують показання приладів для вимірювання деформацій, а на останньому ступені так, щоб зафіксувати настання умовної стабілізації деформацій стиску зразка грунту.

При замочуванні зразка грунту вертикальні деформації слід фіксувати після закінчення замочування, а для набухаючих грунтів фіксують настання умовної стабілізації деформацій набухання (таблиця 5.1).

5.1.4.4 Після попереднього ущільнення, якщо воно проводилось в ущільнювачі, слід швидко розвантажити зразок і перенести робоче кільце із зразком у зрізну коробку. Далі закріплюють робоче кільце у зрізній коробці, встановлюють перфорований штамп, проводять регулювання механізму навантажування, встановлюють зазор 0,5-1 мм між рухомою та нерухомою частинами зрізної коробки, встановлюють вимірювальну апаратуру для реєстрації вертикальних деформацій зразка та записують її початкове показання в журналі випробування.

У випадку попереднього ущільнення зразків грунту в умовах повного водонасичення перед розвантаженням зразка видаляють воду з ванни ущільнювача.

5.1.4.5 На зразок грунту передають той самий нормальний тиск, при якому відбувалось попереднє ущільнення грунту, за винятком зразків просадного грунту, які випробовуються у водонасиченому стані. В цьому випадку нормальний тиск при зрізі повинен становити 0,1; 0,2; 0,3 МПа.

Випробування на повторний зріз виконують при такому самому нормальному тиску, при якому було здійснено перший зріз.

Нормальне навантаження слід передати на зразок в один ступінь і витримати його не менше:

- 5 хв - для пісків;
- 15 хв - для супісків;
- 30 хв - для суглинків та глин;
- 10 хв - при повторному зрізі.

5.1.4.6 Після того, як на зразок грунту передано нормальне навантаження, приводять в робочий стан механізм створення дотичного навантаження і пристрій для вимірювання деформацій зрізу грунту та записують його початкове показання.

5.1.4.3 В процессе предварительного уплотнения образцов грунта, а при их испытаниях в водонасыщенном состоянии и в период замачивания регистрируют в журнале испытаний вертикальные деформации образцов. В конце каждой ступени нагружения записывают показания приборов для измерения деформаций, а на последней ступени так, чтобы зафиксировать наступление условной стабилизации деформаций сжатия образца грунта.

При замачивании образца грунта вертикальные деформации следует фиксировать по окончании замачивания, а для набухающих грунтов фиксируют наступление условной стабилизации деформаций набухания (таблица 5.1).

5.1.4.4 После предварительного уплотнения, если оно проводилось в уплотнителе, следует быстро разгрузить образец и перенести рабочее кольцо с образцом в срезную коробку. Далее закрепляют рабочее кольцо в срезной коробке, устанавливают перфорированный штамп, производят регулировку механизма нагрузки, устанавливают зазор 0,5-1 мм между подвижной и неподвижной частями срезной коробки, устанавливают измерительную аппаратуру для регистрации вертикальных деформаций образца и записывают ее начальное показание в журнале испытания.

В случае предварительного уплотнения образцов грунта в условиях полного водонасыщения перед разгрузкой образца удаляют воду из ванны уплотнителя.

5.1.4.5 На образец грунта передают то же нормальное давление, при котором происходило предварительное уплотнение грунта, за исключением образцов просадочного грунта, испытываемых в водонасыщенном состоянии. В этом случае нормальное давление при срезе должно составлять 0,1; 0,2; 0,3 МПа.

Испытания на повторный срез выполняют при том же нормальном давлении, при котором был осуществлен первый срез.

Нормальную нагрузку следует передать на образец в одну ступень и выдержать ее не менее:

- 5 мин - для песков;
- 15 мин - для супесей;
- 30 мин - для суглинков и глин;
- 10 мин - при повторном срезе.

5.1.4.6 После передачи на образец грунта нормальной нагрузки приводят в рабочее состояние механизм создания касательной нагрузки и устройство для измерения деформаций среза грунта и записывают его начальное показание.

При передаванні дотичного навантаження ступенями їх значення повинно складати 5% від значення нормального навантаження, при якому виконують зріз. На кожному ступені навантажування записують показання приладів для вимірювання деформацій зрізу через кожні 2 хв, зменшуючи інтервал між вимірюваннями до 1 хв в період затухання деформації до її умовної стабілізації.

За критерій умовної стабілізації деформацій зрізу приймають швидкість деформації, яка не перевищує 0,01 мм/хв.

5.1.4.7 При безперервно зростаючому дотичному навантаженні швидкість зрізу повинна бути постійною та відповідати вказаній в таблиці 5.3. Деформації зрізу фіксують не рідше ніж через 2 хв.

При передаче касательной нагрузки ступенями их значение должно составлять 5% от значения нормальной нагрузки, при которой производят срез. На каждой ступени нагружения записывают показания приборов для измерения деформаций среза через каждые 2 мин, уменьшая интервал между измерениями до 1 мин в период затухания деформации до ее условной стабилизации.

За критерий условной стабилизации деформаций среза принимают скорость деформации, не превышающую 0,01 мм/мин.

5.1.4.7 При непрерывно возрастающей касательной нагрузке скорость среза должна быть постоянной и соответствовать указанной в таблице 5.3. Деформации среза фиксируют не реже чем через 2 мин.

Таблиця 5.3
Таблица 5.3

Грунти **Грунты**	**Швидкість зрізу, мм/хв** **Скорость среза, мм/мин**
Піски Пески	≤ 0,5
Супіски Супеси	≤ 0,1
Суглинки Суглинки	≤ 0,05
Глини з I_p < 30% Глины с I_p < 30%	≤ 0,02
Глини з I_p > 30% Глины с I_p > 30%	≤ 0,01

5.1.4.8 Випробування слід вважати закінченим, якщо при прикладанні чергового ступеня дотичного навантаження відбувається миттєвий зріз (зрив) однієї частини зразка по відношенню до іншої або загальна деформація зрізу буде перевищувати 5 мм.

При проведенні зрізу з постійною швидкістю за закінчення випробувань приймають момент, коли зрізувальне навантаження досягне максимального значення, після чого спостерігається деяке його зниження або встановлення постійного значення, або загальна деформація зрізу буде перевищувати 5 мм.

5.1.4.9 Після закінчення випробування слід розвантажити зразок, вийняти робоче кільце із зразком з приладу і відібрати проби для визначення вологості із зони зрізу зразка.

5.1.4.10 В процесі випробувань ведуть журнал, форма якого наведена в додатку А.

5.1.5 Проведення неконсолідовано-недренованого випробування

5.1.4.8 Испытание следует считать законченным. если при приложении очередной ступени касательной нагрузки происходит мгновенный срез (срыв) одной части образца по отношению к другой или общая деформация среза превысит 5 мм.

При проведении среза с постоянной скоростью за окончание испытаний принимают момент, когда срезающая нагрузка достигнет максимального значения, после чего наблюдается некоторое ее снижение или установление постоянного значения, или общая деформация среза превысит 5 мм.

5.1.4.9 После окончания испытания следует разгрузить образец, извлечь рабочее кольцо с образцом из прибора и отобрать пробы для определения влажности из зоны среза образца.

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

5.1.5 Проведение неконсолидированно-недренированного испытания

5.1.5.1 Робоче кільце із зразком грунту поміщають у зрізну коробку і закріплюють у ній. Далі встановлюють суцільний штамп, проводять регулювання механізму навантажування, встановлюють зазор 0,5-1 мм між рухомою та нерухомою частинами зрізної коробки, встановлюють прилади для вимірювання деформації зрізу і записують початкові показання.

5.1.5.2 На зразок грунту передають зразу в один ступінь нормальний тиск *p*, при якому буде виконуватися зріз зразка. Значення *p* приймають за таблицею 5.4.

Якщо при тисках 0,125 і 0,15 МПа відбувається видавлювання грунту в зазор між рухомою і нерухомою частинами зрізної коробки, необхідно їх зменшити на 0,025 МПа.

5.1.5.1 Рабочее кольцо с образцом грунта помещают в срезную коробку и закрепляют в ней. Далее устанавливают сплошной штамп, производят регулировку механизма нагрузки, устанавливают зазор 0,5-1 мм между подвижной и неподвижной частями срезной коробки, устанавливают приборы для измерения деформации среза и записывают начальные показания.

5.1.5.2 На образец грунта передают сразу в одну ступень нормальное давление *p*, при котором будет производиться срез образца. Значения *p* принимают по таблице 5.4.

Если при давлениях 0,125 и 0,15 МПа происходит выдавливание грунта в зазор между подвижной и неподвижной частями срезной коробки, необходимо их уменьшить на 0,025 МПа.

Таблиця 5.4
Таблица 5.4

Грунти **Грунты**	**Нормальні тиски *p*, МПа** **Нормальные давления *p*, МПа**
Глинисті і органо-мінеральні грунти з показником текучості: Глинистые и органо-минеральные грунты с показателем текучести:	
$I_L < 0,5$	0,1,0,15; 0,20
$0,5 \le I_L < 1,0$	0,05; 0,1; 0,15
$I_L \ge 1,0$	0,025; 0,075; 0,125

5.1.5.3 Зразу після передачі нормального навантаження приводять в дію механізм для створення дотичного навантаження та проводять зріз зразка грунту не більше ніж за 2 хв з моменту прикладання нормального навантаження.

При передаванні дотичного навантаження ступенями їх значення не повинні перевищувати 10 % значення нормального тиску, при якому робиться зріз (5.1.5.2), і прикладання ступенів повинно йти через кожні 10-15 с.

При передаванні постійно зростаючого дотичного навантаження швидкість зрізу приймають в інтервалі 2-3 мм/хв так, щоб зріз проходив протягом вказаного часу.

5.1.5.4 Момент закінчення випробування встановлюють у відповідності з вказівками 5.1.4.8. Після закінчення випробування слід зафіксувати максимальне дотичне навантаження в процесі випробування і провести операції, які передбачені 5.1.4.9.

5.1.5.5 В процесі випробування ведуть журнал, форма якого наведена в додатку А.

5.1.6 Обробка результатів

5.1.5.3 Сразу после передачи нормальной нагрузки приводят в действие механизм для создания касательной нагрузки и производят срез образца грунта не более чем через 2 мин с момента приложения нормальной нагрузки.

При передаче касательной нагрузки ступенями их значения не должны превышать 10 % значения нормального давления, при котором производится срез (5.1.5.2), и приложение ступеней должно следовать через каждые 10-15 с.

При передаче непрерывно возрастающей касательной нагрузки скорость среза принимают в интервале 2-3 мм/мин так, чтобы срез проходил в течение указанного времени.

5.1.5.4 Момент окончания испытания устанавливают в соответствии с указаниями 5.1.4.8. По окончании испытания следует зафиксировать максимальную касательную нагрузку в процессе испытания и произвести операции, предусмотренные 5.1.4.9.

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

5.1.6 Обработка результатов

5.1.6.1 За виміряними в процесі випробування значеннями дотичного і нормального навантажень обчислюють дотичні та нормальні напруги τ та σ, МПа, за формулами

$$\tau = \frac{Q}{A} \qquad (5.1)$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad (5.2)$$

де Q та F - відповідно дотична та нормальна сили до площини зрізу, кН;

A - площа зрізу, см^2.

Визначення τ необхідно проводити не менше ніж при трьох різних значеннях р.

З кожного значення τ віднімають поправку за рахунок тертя в приладі за заздалегідь побудованою тарувальною кривою. При фіксуванні ходу випробувань автоматичними приладами в одержану діаграму зрізу також вносять поправку за рахунок тертя в приладі.

За виміряними в процесі випробувань значеннями деформацій зрізу Δ1, які відповідають різним напругам τ, будують графік залежності Δ1 = f (τ) (див. додаток Б).

За опір грунту зрізу приймають максимальне значення т, одержане за графіком Δ1 = f (τ) або діаграмою зрізу на відрізку Δ1, який не перевищує 5 мм.

Якщо τ зростає монотонно, то за опір грунту зрізу слід приймати τ при Δ1 = 5 мм.

5.1.6.2 Кут внутрішнього тертя φ та питоме зчеплення с визначають як параметри лінійної залежності

$$\tau = \sigma \, tg\varphi + c \, , \qquad (5.3)$$

де σ та τ визначають за формулами (5.1), (5.2).

При проведенні повторних зрізів залежність (5.3) записують у вигляді:

$$\tau = \sigma \, tg\varphi + (\Sigma_w + c_c) \, , \qquad (5.4)$$

де Σ_w питоме зчеплення, яке визначають за випробуванням на повторний зріз;

c_c - частина спільного питомого зчеплення с після віднімання Σ_w.

5.1.6.3 Кут внутрішнього тертя φ та питоме зчеплення с, МПа, визначають за формулами:

$$tg\varphi = \frac{n\Sigma\tau_i\sigma_i - \Sigma\tau_i\Sigma\sigma_i}{n\Sigma(\sigma_i)^2 - (\Sigma\sigma_i)^2}; \qquad (5.5)$$

5.1.6.1 По измеренным в процессе испытания значениям касательной и нормальной нагрузок вычисляют касательные и нормальные напряжения τ и σ, МПа, по формулам:

$$\tau = \frac{Q}{A} \qquad (5.1)$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad (5.2)$$

где Q и F - соответственно касательная и нормальная силы к плоскости среза, кН;

A - площадь среза, см^2.

Определение τ необходимо проводить не менее чем при трех различных значениях р.

Из каждого значения τ вычитают поправку за счет трения в приборе по заранее построенной тарировочной кривой. При фиксации хода испытаний автоматическими приборами в полученную диаграмму среза также вносят поправку за счет трения в приборе.

По измеренным в процессе испытаний значениям деформаций среза Δ1, соответствующим различным напряжениям τ, строят график зависимости Δ1 = f (τ) (см. приложение Б).

За сопротивление грунта срезу принимают максимальное значение т, полученное по графику Δ1 = f (τ) или диаграмме среза на отрезке Δ 1, не превышающем 5 мм.

Если τ возрастает монотонно, то за сопротивление грунта срезу следует принимать τ при Δ 1 = 5 мм.

5.1.6.2 Угол внутреннего трения φ и удельное сцепление с определяют как параметры линейной зависимости

где τ и σ определяют по формулам (5.1), (5.2).

При проведении повторных срезов зависимость (5.3) записывают в виде:

где Σ_w - удельное сцепление, определяемое по испытанию на повторный срез;

c_c - часть общего удельного сцепления с за вычетом Σ_w.

5.1.6.3 Угол внутреннего трения φ и удельное сцепление с, МПа, вычисляют по формулам:

$$c = \frac{\Sigma \tau_i \Sigma \sigma^2{}_i - \Sigma \sigma_i \Sigma \tau_i \sigma_i}{n\Sigma(\sigma_i)^2 - (\Sigma \sigma_i)^2}, \tag{5.6}$$

де τ_i - дослідні значення опору зрізу, які визначені при різних значеннях σ_i і які відносяться до одного інженерно-геологічного елемента або окремого моноліту грунту (при $n \geq 3$);

n - число випробувань.

Примітка. Для оцінки розкиду експериментальних даних та виявлення помилок випробувань перед обчисленням tgφ та с будують графік залежності $\tau = f(\sigma)$ (див. додаток Б).

5.2 Метод одновісного стиску

5.2.1 Суть методу

5.2.1.1 Випробування грунту методом одновісного стиску проводять для визначення таких характеристик міцності:

- границі міцності на одновісний стиск R для напівскельних та водонасичених глинистих грунтів;
- опору недренованому зсуву c_u для водонасичених глинистих грунтів.

5.2.1.2 Границю міцності на одновісний стиск визначають як відношення прикладеного до зразка вертикального навантаження, при якому відбувається зруйнування зразка, до площі його початкового поперечного перерізу.

Примітки. Границя міцності для зразка водонасиченого грунту, що має відносну вертикальну деформацію в момент руйнування $\varepsilon > 0{,}1$, визначають з урахуванням збільшення площі його поперечного перерізу.

5.2.1.3 Для випробувань використовують зразки грунту непорушеного складу.

Для напівскельних грунтів вологість зразка, що випробовується, повинна відповідати природній вологості, повітряно-сухому або водонасиченому стану, для водонасичених глинистих грунтів - природній вологості.

5.2.1.4 Для напівскельних грунтів зразок повинен мати форму циліндра діаметром від 40 до 100мм і відношенням висоти до діаметра від 1:1 до 2:1 або форму прямокутного паралелепіпеда з торцевими гранями розмірами від 40х40 до 100х100 мм та відношенням висоти до розміру ребра торцевих граней від 1:1 до 2:1. Торцеві поверхні зразка повинні бути відшліфовані.

Для глинистих грунтів зразок повинен мати форму циліндра діаметром не менше 38 мм і відношенням висоти до діаметра 2:1.

где τ_i - опытные значения сопротивления срезу, определенные при различных значениях σ_i и относящиеся к одному инженерно-геологическому элементу или отдельному монолиту грунта (при $n \geq 3$);

n - число испытаний.

Примечание. Для оценки разброса экспериментальных данных и выявления ошибок испытаний перед вычислением tgφ и с строят график зависимости $\tau = f(\sigma)$ (см. приложение Б).

5.2 Метод одноосного сжатия

5.2.1 Сущность метода

5.2.1.1 Испытание грунта методом одноосного сжатия проводят для определения следующих характеристик прочности:

- предела прочности на одноосное сжатие R для полускальных и водонасыщенных глинистых грунтов;
- сопротивления недренированному сдвигу c_u для водонасыщенных глинистых грунтов.

5.2.1.2 Предел прочности на одноосное сжатие определяют как отношение приложенной к образцу вертикальной нагрузки, при которой происходит разрушение образца, к площади его первоначального поперечного сечения.

Примечание. Предел прочности для образца водонасыщенного грунта, имеющего относительную вертикальную деформацию в момент разрушения $\varepsilon > 0{,}1$, определяют с учетом увеличения площади его поперечного сечения.

5.2.1.3 Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения.

Для полускальных грунтов влажность испытываемого образца должна соответствовать природной влажности, воздушно-сухому или водонасыщенному состоянию, для водонасыщенных глинистых грунтов - природной влажности.

5.2.1.4 Для полускальных грунтов образец должен иметь форму цилиндра диаметром от 40 до 100 мм и отношением высоты к диаметру от 1:1 до 2:1 или форму прямоугольного параллелепипеда с торцевыми гранями размерами от 40х40 до 100х100 мм и отношением высоты к размеру ребра торцевых граней от 1:1 до 2:1. Торцевые поверхности образца должны быть отшлифованы.

Для глинистых грунтов образец должен иметь форму цилиндра диаметром не менее 38 мм и отношением высоты к диаметру 2:1.

Примітка 1. При співвідношенні висоти до діаметра (або розміру ребра торцевих граней) 1:1 зразок слід виготовляти якнайбільшого діаметра (або з якнайбільшим розміром ребра торцевої грані).

Примітка 2. Зразок тріщинуватого або вивітрілого напівскельного грунту повинен мати діаметр (або розмір ребра торцевої грані) не менше 60 мм.

Примітка 3. Зразок напівскельного грунту, який має наскрізні тріщини, що можна побачити неозброєним оком, не допускається до випробування.

5.2.2 Обладнання і прилади

До складу установки для випробування грунту на одновісний стиск повинні входити:

- механізм для вертикального навантажування зразка (прес з гідравлічним приводом - для напівскельних грунтів, прилад одновісного стиску ИГП-10 або П-12М - для глинистих грунтів або інший підходящий прес);
- пристрій для вимірювання вертикальної деформації зразка.

Примітка. Плити преса повинні бути відполіровані.

5.2.3 Підготовка до випробування

5.2.3.1 Зразок грунту виготовляють з урахуванням вимог 5.2.1.3 і 5.2.1.4.

Для всіх зразків крім визначення необхідних фізичних характеристик повинні бути відзначені характерні особливості (шаруватість, тріщинуватість, присутність включень і ін.).

5.2.3.2 Зразок водонасиченого глинистого грунту, виготовлений методом різального кільця, виймають з кільця за допомогою виштовхувача.

5.2.3.3 Зразок грунту поміщають в центрі опорної плити преса (або столика приладу одновісного стиску) та приводять у зіткнення з ним верхню площадку преса.

5.2.3.4 Встановлюють прилади для вимірювання зусилля, яке прикладається, та переміщення торця зразка і записують їх початкові показання.

5.2.4 Проведення випробування

5.2.4.1 Навантажування зразка грунту, який випробовується, проводять рівномірно, без ударів, збільшуючи навантаження безперервно із заданою швидкістю навантажування або швидкістю деформування зразка грунту.

Примечание 1. При соотношении высоты к диаметру (или размеру ребра торцевых граней) 1:1 образец следует изготавливать возможно большего диаметра (или с возможно большим размером ребра торцевой грани).

Примечание 2. Образец трещиноватого или выветрелого полускального грунта должен иметь диаметр (или размер ребра торцевой грани) не менее 60 мм.

Примечание 3. Образец полускального грунта, имеющий сквозные трещины, видимые невооруженным глазом, не допускается к испытанию.

5.2.2 Оборудование и приборы

В состав установки для испытания грунта на одноосное сжатие должны входить:

- механизм для вертикального нагружения образца (пресс с гидравлическим приводом - для полускальных грунтов, прибор одноосного сжатия ИГП-10 или П-12М - для глинистых грунтов либо другой подходящий пресс);
- устройство для измерения вертикальной деформации образца.

Примечание. Плиты пресса должны быть отполированы.

5.2.3 Подготовка к испытанию

5.2.3.1 Образец грунта изготавливают с учетом требований 5.2.1.3 и 5.2.1.4.

Для всех образцов помимо определения необходимых физических характеристик должны быть отмечены характерные особенности (слоистость, трещиноватость, наличие включений и др.).

5.2.3.2 Образец водонасыщенного глинистого грунта, изготовленный методом режущего кольца, извлекают из кольца с помощью выталкивателя.

5.2.3.3 Образец грунта помещают в центре опорной плиты пресса (или столика прибора одноосного сжатия) и приводят в соприкосновение с ним верхнюю площадку пресса.

5.2.3.4 Устанавливают приборы для измерения прикладываемого усилия и перемещения торца образца и записывают их начальные показания.

5.2.4 Проведение испытания

5.2.4.1 Нагружение испытываемого образца грунта производят равномерно, без ударов, увеличивая нагрузку непрерывно с заданной скоростью нагружения или скоростью деформирования образца грунта.

Швидкість навантажування зразка напівскельного грунту повинна становити 0,01-0,05 МПа/с.

Навантажування зразка глинистого грунту проводять із швидкістю приросту відносної вертикальної деформації зразка 0,02 за І хвабо швидкість навантажування вибирають в залежності від передбачуваної міцності грунту таким чином, щоб час проведення випробування становив 5-7 хв.

5.2.4.2 Випробування проводять до зруйнування зразка. У випадку випробування зразка глинистого грунту при відсутності видимих ознак зруйнування випробування припиняють при відносній вертикальній деформації зразка $\varepsilon = 0{,}15$.

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

5.2.5 Обробка результатів

5.2.5.1 Границя міцності на одновісний стиск R, МПа, напівскельного грунту та глинистого при $\varepsilon < 0{,}1$ обчислюють з точністю 0,1 МПа за формулою:

$$R = \frac{F}{A_0} \qquad (5.7)$$

де F - навантаження, при якому відбувається руйнування, кН;

A_0 - початкова площа поперечного перерізу зразка грунту, см^2.

Границю міцності глинистих грунтів при $\varepsilon > 0{,}1$ обчислюють за формулою (5.7), де замість A_0 приймають поточну площу середнього поперечного перерізу зразка А, см^2, обчислену відповідно до додатка В.

5.2.5.2 Опір недренованому зсуву c_u , МПа, водонасиченого глинистого грунту, який відповідає зчепленню грунту при неконсолідовано-недренованому випробуванні, визначають за значенням границі міцності за формулою:

$$c_u = \frac{R}{2} \qquad (5.8)$$

5.3 Метод тривісного стиску

5.3.1 Суть методу

5.3.1.1 Випробування грунту методом тривісного стиску проводять для визначення таких характеристик міцності та деформованості: кута внутрішнього тертя φ, питомого зчеплення с, опору недренованому зсуву c_u, модуля деформації Е та коефіцієнта поперечної деформації ν для пісків, глинистих, органо-мінеральних та органічних грунтів.

Скорость нагружения образца полускального грунта должна составлять 0,01 - 0,05 МПа/с.

Нагружение образца глинистого грунта производят со скоростью приращения относительной вертикальной деформации образца 0,02 за 1 мин или скорость нагружения вибирают в зависимости от предполагаемой прочности грунта таким образом, чтобы время проведения испытания составило 5-7 мин.

5.2.4.2 Испытание проводят до разрушения образца. В случае испытания образца глинистого грунта при отсутствии видимых признаков разрушения испытание прекращают при относительной вертикальной деформации образца $\varepsilon = 0{,}15$.

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

5.2.5 Обработка результатов

5.2.5.1 Предел прочности на одноосное сжатие R, МПа, полускального грунта и глинистого при $\varepsilon < 0{,}1$ вычисляют с точностью 0,1 МПа по формуле:

$$R = \frac{F}{A_0} \qquad (5.7)$$

где F - нагрузка, при которой происходит разрушение, кН;

A_0 - начальная площадь поперечного сечения образца грунта, см^2.

Предел прочности глинистых грунтов при $\varepsilon > 0{,}1$ вычисляют по формуле (5.7), где вместо A_0 принимают текущую площадь среднего поперечного сечения образца А, см^2, вычисленную в соответствии с приложением В.

5.2.5.2 Сопротивление недренированному сдвигу c_u , МПа, водонасыщенного глинистого грунта, соответствующее сцеплению грунта при неконсолидированно-недренированом испытании, определяют по значению предела прочности по формуле:

$$c_u = \frac{R}{2} \qquad (5.8)$$

5.3 Метод трехосного сжатия

5.3.1 Сущность метода

5.3.1.1 Испытание грунта методом трехосного сжатия проводят для определения следующих характеристик прочности и деформируемости: угла внутреннего трения φ, удельного сцепления с, сопротивления недренированному сдвигу c_u, модуля деформации Е и коэффициента поперечной деформации ν для песков, глинистых, органо-минеральных и органических

грунтов.

5.3.1.2 Ці характеристики визначають за результатами випробувань зразків грунту в камерах тривісного стиску, які дають можливість бокового розширення зразка грунту в умовах тривісного вісесиметричного статичного навантажування при $\sigma_1 \geq \sigma_2 = \sigma_3$,

де σ_1 - максимальна головна напруга;

$\sigma_2 = \sigma_3$ - мінімальні, вони ж проміжні головні напруги.

Результати випробувань оформляють у вигляді графіків залежностей деформацій зразка від навантаження і зміни деформацій у часі.

5.3.1.3 Випробування вертикальним навантажуванням проводять при заданому всебічному тиску на зразок грунту або заданій середній нормальній напрузі.

Примітка 1. Значення заданих всебічних тисків і середніх нормальних напруг визначають програмою випробувань в залежності від передбачуваного стану в досліджуваному ґрунтовому масиві.

При відсутності даних значення всебічного тиску можуть бути прийняті за таблицею 5.5 цього стандарту.

Примітки 2. При наявності спеціального обгрунтування можуть бути прийняті інші траєкторії навантажування зразка грунту при випробуваннях.

5.3.1.4 Випробування для визначення характеристик міцності проводять не менше ніж для трьох зразків досліджуваного грунту при різних значеннях всебічного тиску на зразок.

Випробування для визначення характеристик дефюрмованості проводять при заданому всебічному тиску на зразок.

5.3.1.5 Випробування проводять за такими схемами:

- неконсолідовано-недреноване випробування - для визначення опору недренованому зсуву водонасичених глинистих, органо-мінеральних та органічних грунтів природної густини;
- консолідовано-недреноване випробування - для визначення характеристик міцності глинистих, органо-мінеральних та органічних грунтів у нестабілізованому стані;
- консолідовано-дреноване випробування - для визначення характеристик міцності тадеформованості будь-яких дисперсних грунтів у стабілізованому стані.

5.3.1.2 Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в камерах трехосного сжатия, дающих возможность бокового расширения образца грунта в условиях трехосного осесимметричного статического нагружения при $\sigma_1 \geq \sigma_2 = \sigma_3$,

где σ_1 -максимальное главное напряжение;

$\sigma_2 = \sigma_3$ - минимальные, они же промежуточные главные напряжения.

Результаты испытаний оформляют в виде графиков зависимостей деформаций образца от нагрузки и изменения деформаций во времени.

5.3.1.3 Испытания вертикальной нагрузкой проводят при заданном всестороннем давлении на образец грунта или заданном среднем нормальном напряжении.

Примечание 1. Значения заданных всесторонних давлений и средних нормальных напряжений определяют программой испытаний в зависимости от предполагаемого состояния в исследуемом грунтовом массиве.

При отсутствии данных значения всестороннего давления могут быть приняты по таблице 5.5 настоящего стандарта.

Примечание 2. При наличии специального обоснования могут быть приняты другие траектории нагружения образца грунта при испытаниях.

5.3.1.4 Испытания для определения характеристик прочности проводят не менее чем для трех образцов исследуемого грунта при различных значениях всестороннего давления на образец.

Испытания для определения характеристик деформируемости проводят при заданном всестороннем давлении на образец.

5.3.1.5 Испытания проводят по следующим схемам:

- неконсолидированно-недренированное испытание - для определения сопротивления недренированному сдвигу водонасыщенных глинистых, органо-минеральных и органических грунтов природной плотности;
- консолидированно-недренированное испытание - для определения характеристик прочности глинистых, органо-минеральных и органических грунтов в нестабилизированном состоянии;
- консолидированно-дренированное испытание - для определения характеристик прочности и деформируемости любых дисперсных грунтов в стабилизированном

состоянии.

5.3.1.6 Для випробувань використовують зразки грунту непорушеного складу з природною вологістю або зразки порушеного складу з заданими значеннями густини і вологості.

5.3.1.7 Зразки повинні мати форму циліндра діаметром не менше 38 мм і відношенням висоти до діаметра від 1:2 до 1:2,5.

5.3.2 Обладнання і прилади

5.3.2.1 До складу установки для випробування грунтів методом тривісного стиску повинні входити:

- камера тривісного стиску з набором жорстких суцільних та перфорованих штампів та ущільнювачів до них;
- пристрій для створення, підтримки і вимірювання тиску в камері;
- механізм для вертикального навантажування зразка;
- пристрої для вимірювання вертикальних та об'ємних деформацій зразка;
- прилади для вимірювання тиску в поровій рідині зразка (пристрої, засновані на компенсаційному принципі, і датчики тиску високої жорсткості);
- гумові оболонки завтовшки не більше 0,25 мм;
- розширювач для укладання зразка в гумову оболонку.
- Принципова схема камери тривісного стиску наведена в додатку Г.
-

5.3.2.2 Конструкція камери тривісного стиску повинна забезпечувати:

- бокове розширення зразка;
- віджимання води із зразка;
- герметичність основних деталей;
- мінімально можливе тертя штоку у втулці камери.

5.3.2.3 Вимірювальні пристрої (прилади) повинні забезпечувати похибку:

- при вимірюванні вертикального навантаження на зразок - не більше 1% від навантаження при руйнуванні зразка;
- при вимірюванні тиску в камері - не більше 2 % від заданого;
- при вимірюванні вертикальної деформації зразка - за ГОСТ 30416;
- при вимірюванні об'ємних деформацій зразка - не більше 0,03% від початкового об'єму зразка.

5.3.2.4 Камеру тривісного стиску тарують відповідно до вимог додатку Д.

5.3.1.6 Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения с природной влажностью или образцы нарушенного сложения с заданными значениями плотности и влажности.

5.3.1.7 Образцы должны иметь форму цилиндра диаметром не менее 38 мм и отношением высоты к диаметру от 1:2 до 1:2,5.

5.3.2 Оборудование и приборы

5.3.2.1 В состав установки для испытания грунтов методом трехосного сжатия должны входить:

- камера трехосного сжатия с набором жестких сплошных и перфорированных штампов и уплотнителей к ним;
- устройство для создания, поддержания и измерения давления в камере;
- механизм для вертикального нагружения образца:
- устройства для измерения вертикальных и объемных деформаций образца;
- приборы для измерения давления в поровой жидкости образца (устройства, основанные на компенсационном принципе, и датчики давления высокой жесткости);
- резиновые оболочки толщиной не более 0,25 мм;
- расширитель для заключения образца в резиновую оболочку.
- Принципиальная схема камеры трехосного сжатия приведена в приложении Г.

5.3.2.2 Конструкция камеры трехосного сжатия должна обеспечивать:

- боковое расширение образца;
- отжатие воды из образца;
- герметичность основных деталей;
- минимально возможное трение штока во втулке камеры.

5.3.2.3 Измерительные устройства (приборы) должны обеспечивать погрешность:

- при измерении вертикальной нагрузки на образец - не более 1% от нагрузки при разрушении образца;
- при измерении давления в камере - не более 2 % от заданного;
- при измерении вертикальной деформации образца - по ГОСТ 30416;
- при измерении объемных деформаций образца - не более 0,03% от начального объема образца.

5.3.2.4 Камеру трехосного сжатия тарируют в соответствии с требованиями приложения Д.

5.3.3 Підготовка до випробування

5.3.3.1 Зразок грунту виготовляють з урахуванням вимог 5.3.1.6 та 5.3.1.7.

Примітка. Для зменшення тертя в процесі вирізання зразка за допомогою циліндричної форми її внутрішній діаметр може бути трохи більше внутрішнього діаметра різальної кромки.

5.3.3.2 Зразок грунту пепорушеного складу, виготовлений методом різального кільця, виймають з кільця за допомогою виштовхувача, вимірюють його діаметр і висоту та зважують.

Торці зразка покривають вологими паперовими фільтрами і поміщають його між штампами. За допомогою розширювача, конструкція якого наведена в додатку Е, на зразок одягають гумову оболонку. Закріплюють оболонку на бокових поверхнях штампів гумовими або металевими ущільнювачами.

5.3.3.3 Зразок грунту зі штампами поміщають на основу камери. До розміщення зразка водонасиченого грунту систему трубок, які підводять воду до штампів, і отвори в штампах заповнюють дистильованою дезаерованою водою до з'явлення її на поверхні штампів і витиснення бульбашок повітря. Надлишок води прибирають фільтрувальним папером.

5.3.3.4 Зразок зв'язаного грунту порушеного складу із заданими значеннями густини і вологості, виготовлений у рознімній формі методом пошарового трамбування або під пресом, виймають з рознімної форми і проводять операції, вказані в 5.3.3.2 та 5.3.3.3.

5.3.3.5 При виготовленні зразка незв'язаного грунту порушеного складу на внутрішній поверхні форми попередньо поміщають гумову оболонку, кінці якої загинають на краї форми. Основою зразка служить штамп, покритий паперовим фільтром.

5.3.3.6 Зразок незв'язаного грунту поміщають на основу камери у формі. Кінці гумової оболонки закріплюють на штампах (5.3.3.2). Потім рознімну форму знімають. До знімання форми зразок вакуумують за допомогою вакуумного насоса, створюючи розрідження не більше 0,01 МПа.

5.3.3.7 Після поміщення зразка на основу камери проводять такі операції:

- корпус камери з піднятим у верхнє положення штоком встановлюють на ос-

5.3.3 Подготовка к испытанию

5.3.3.1 Образец грунта изготавливают с учетом требований 5.3.1.6 и 5.3.1.7.

Примечание. Для уменьшения трения в процессе вырезания образца с помощью цилиндрической формы ее внутренний диаметр может быть несколько больше внутреннего диаметра режущей кромки.

5.3.3.2 Образец грунта ненарушенного сложения, изготовленный методом режущего кольца, извлекают из кольца с помощью выталкивателя, измеряют его диаметр и высоту и взвешивают.

Торцы образца покрывают влажными бумажными фильтрами и помещают его между штампами. С помощью расширителя, конструкция которого приведена в приложении Е, на образец надевают резиновую оболочку. Закрепляют оболочку на боковых поверхностях штампов резиновыми или металлическими уплотнителями.

5.3.3.3 Образец грунта со штампами помещают на основание камеры. До помещения образца водонасыщенного грунта систему трубок, подводящих воду к штампам, и отверстия в штампах заполняют дистиллированной дезаэрированной водой до появления ее на поверхности штампов и вытеснения пузырьков воздуха. Излишек воды убирают фильтровальной бумагой.

5.3.3.4 Образец связанного грунта нарушенного сложение с заданными значениями плотности и влажности, изготовленный в разъемной форме методом послойного трамбования или под прессом, извлекают из разъемной формы и проводят операции, указанные в 5.3.3.2 и 5.3.3.3.

5.3.3.5 При изготовлении образца несвязанного грунта нарушенного сложения на внутреннюю поверхность формы предварительно помещают резиновую оболочку, концы которой загибают на края формы. Основанием образца служит штамп, покрытый бумажным фильтром.

5.3.3.6 Образец несвязанного грунта помещают на основание камеры в форме. Концы резиновой оболочки закрепляют на штампах (5.3.3.2). Затем разъемную форму снимают. До снятия формы образец вакуумируют с помощью вакуумного насоса, создавая разрежение не более 0,01 МПа.

5.3.3.7 После помещения образца на основание камеры проводят следующие операции:

- корпус камеры с поднятым в верхнее положение штоком устанавливают на

нову і перевіряють положення штока по відношенню до центра зразка;
- корпус камери закріплюють на основі;
- заповнюють камеру робочою рідиною (дистильованою кип'яченою водою або гліцерином) з повним видаленням бульбашок повітря;
- встановлюють прилад для вимірювання вертикальних деформацій зразка;
- приєднують прилади для вимірювання об'ємних деформацій зразка грунту і (або) тиску в поровій воді (в залежності від схеми випробувань);
- записують початкові показання приладів.

5.3.4 Проведення неконсолідовано-недренованого випробування

5.3.4.1 Попереднє обтискання зразка здійснюють відповідно до програми випробувань або проводять в умовах відсутності дренажу всебічним тиском у камері, що дорівнює середньому повному тиску, який діє на зразок в умовах природного залягання, протягом 30 хв.

5.3.4.2 Вертикальне навантажування зразка, який випробовується, проводять рівномірно, без ударів ступенями навантаження, рівними 10% від ефективної напруги у зразку грунту після попереднього обтискання, яке визначається різницею між повним тиском у камері і тиском у норовій рідині зразка, або від значення вертикального ефективного побутового тиску, заданого програмою випробування, з інтервалами 15 с або безперервно, забезпечуючи приріст відносної вертикальної деформації зразка грунту 0,02 за 1 хв.

5.3.4.3 Показання приладу для вимірювання вертикальної деформації зразка грунту записують на кожному ступені навантажування (після досягнення заданого навантаження) або через 15 с при безперервному збільшенні навантаження.

5.3.4.4 Випробування продовжують до моменту руйнування зразка або до виникнення пластичної течії без приросту навантаження. При відсутності видимих ознак руйнування випробування припиняють при відносній вертикальній деформації зразка грунту $\varepsilon_1 = 0,15$.

5.3.4.5 Після закінчення випробування зразок грунту розвантажують, скидають тиск у камері і зливають робочу рідину.

основание и проверяют положение штока по отношению к центру образца;
- корпус камеры закрепляют на основании;
- заполняют камеру рабочей жидкостью (дистиллированной прокипяченной водой или глицерином) с полным удалением пузырьков воздуха;
- устанавливают прибор для измерения вертикальных деформаций образца;
- присоединяют приборы для измерения объемных деформаций образца грунта и (или) давления в поровой воде (в зависимости от схемы испытаний);
- записывают начальные иоказания приборов.

5.3.4 Проведение неконсолидированно-недренированного испытания

5.3.4.1 Предварительное обжатие образца осуществляют в соответствии с программой испытаний или производят в условиях отсутствия дренажа всесторонним давлением в камере, равным среднему полному давлению, воздействующему на образец в условиях природного залегания, в течение 30 мин.

5.3.4.2 Вертикальное нагружение испытываемого образца производят равномерно, без ударов ступенями нагрузки, равными 10% от эффективного напряжения в образце грунта после предварительного обжатия, определяемого разностью между полным давлением в камере и давлением в поровой жидкости образца, или от значения вертикального эффективного бытового давления, заданного программой испытания, с интервалами 15 с или непрерывно, обеспечивая приращение относительной вертикальной деформации образца грунта 0,02 за 1 мин.

5.3.4.3 Показания прибора для измерения вертикальной деформации образца грунта записывают на каждой ступени нагружения (по достижении заданной нагрузки) или через 15 с при непрерывном увеличении нагрузки.

5.3.4.4 Испытания продолжают до момента разрушения образца или до возникновения пластического течения без приращения нагрузки. При отсутствии видимых признаков разрушения испытания прекращают при относительной вертикальной деформации образца грунта $\varepsilon_1 = 0,15$.

5.3.4.5 После окончания испытания образец грунта разгружают, сбрасывают давление в камере и сливают рабочую жидкость.

5.3.4.6 Зразок грунту виймають з камери та відбирають з нього проби для контрольного визначення вологості.

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

5.3.5 Проведення консолідовано-недренованого випробування

5.3.5.1 Зразок ущільнюють всебічним тиском у камері σ_3, заданим програмою випробувань або прийнятим за таблицею 5.5. Тиск передають ступенями (таблиця 5.5). При цьому забезпечують віджимання води із зразка грунту.

5.3.4.6 Образец грунта извлекают из камеры и отбирают из него пробы для контрольного определения влажности.

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

5.3.5 Проведение консолидированно-недренированного испытания

5.3.5.1 Образец уплотняют всесторонним давлением в камере σ_3, заданным программой испытаний или принятым по таблице 5.5. Давление передают ступенями (таблица 5.5). При этом обеспечивают отжатие воды из образца грунта.

Таблиця 5.5
Таблиця 5.5

Грунти Грунты	**Тиск у камері σ_3 при попередньому ущільненні Давление в камере σ_3 при предварительном уплотнении**	**Ступені тиску Ступени давления**
Піски крупні і середньої крупності щільні Пески крупные и средней крупности плотные Глини при $I_L \le 0$ Глины при $I_L \le 0$	0,1; 0,3; 0,5	0,1
Піски середньої крупності середньої густини, піски дрібні щільні і середньої густини Пески средней крупности средней плотности, пески мелкие плотные и средней плотности Глинисті: супіски і суглинки при $I_L \le 0,5$, глини при $0 < I_L \le 0,5$ Глинистые: супеси и суглинки при $I_L \le 0,5$, глины при $0 < I_L \le 0,5$	0,1; 0,2; 0,3	0,05
Піски середньої крупності та дрібні пухкі, піски пилуваті незалежно від густини Пески средней крупности и мелкие рыхлые, пески пылеватые независимо от плотности Глинисті: супіски, суглинки, глини при $I_L > 0,5$ Глинистые: супеси, суглинки, глины при $I_L > 0,5$	0,1; 0,15; 0,20	0,025 до σ_3 =0,1 і далі 0,05 0,025до σ_3 =0,1 и далее 0,05
Органо-мінеральні та органічні грунти Органо-минеральные и органические грунты	0,05; 0,075; 0,1	0,025
Примітка. При великих значеннях заданого тиску в камері ступені тиску приймають рівними 10 % від кінцевого тиску. ***Примечание.*** При больших значениях заданного давления в камере ступени давления принимают равными 10 % от конечного давления.		

5.3.5.2 Кожний ступінь всебічного тиску при консолідації витримує не менше:

- 5 хв -для пісків;
- 15 хв - для глинистих, органо-мінеральних і органічних грунтів.

Кінцевий ступінь тиску витримують до умовної стабілізації об'ємної деформації зразка грунту.

5.3.5.2 Каждую ступень всестороннего давления при консолидации выдерживают не менее:

- 5 мин - для песков;
- 15 мин - для глинистых, органо-минеральных и органических грунтов.

Конечную ступень давления выдерживают до условной стабилизации объемной деформации образца грунта.

5.3.5.3 За критерій умовної стабілізації об'ємної деформації зразка грунту приймають приріст відносної об'ємної деформації, який не перевищує 0,0003 за час, вказаний у таблиці 5.6.

5.3.5.3 За критерий условной стабилизации объемной деформации образца грунта принимают приращение относительной объемной деформации, не превышающее 0,0003 за время, указанное в таблице 5.6.

Таблиця 5.6
Таблица 5.6

Грунти **Грунты**	**Час умовної стабілізації об'ємної деформації, год** **Время условной стабилизации объемной деформации, ч**
Піски Пески	0,5
Глинисті Глинистые:	
- супіски супеси	6
- суглинки з числом пластичності суглинки с числом пластичности	
$I_p \leq 12$	6
$I_p > 12$	12
- глини, органо-мінеральні і органічні грунти глины, органо-минеральные и органические грунты	24

Примітка 1. При вимірюванні об'ємних деформацій температура робочої рідини не повинна змінюватись більше ніж на 1°С.

***Примітка* 2**. Для грунтів зі ступенем вологості $S_r \approx 1,0$ об'ємні деформації зразка грунту можуть бути виміряні за об'ємом води, яка витиснута із зразка.

5.3.5.4 Відліки за приладом для вимірювання об'ємної деформації зразка грунту записують на кожному ступені всебічного тиску в і імері, а на кінцевому ступені тиску:

- через 0,5 год - для пісків;
- через 1 год протягом робочого дня, далі - на початку і в кінці робочого дня до умовної стабілізації об'ємної деформації - для глинистих, органо-мінеральних і органічних грунтів.

5.3.5.5 Після ущільнення перекривають дренаж і проводять випробування зразка грунту відповідно до 5.3.4.2 - 5.3.4.6. При цьому ступені тиску приймають рівними 10 % від заданого всебічного тиску в камері.

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

5.3.6 Проведення консолідовано-дренованого випробування

5.3.6.1 Зразок грунту ущільнюють відповідно до 5.3.5.1 - 5.3.5.4.

5.3.6.2 Після ущільнення зразок грунту випробовують для визначення характеристик

Примечание 1. При измерении объемных деформаций температура рабочей жидкости не должна меняться более чем на 1 °С.

Примечание 2. Для грунтов со степенью влажности $S_r \approx 1{,}0$ объемные деформации образца грунта могу*:* быть измерены по объему воды, вытесненной из образца.

5.3.5.4 Отсчеты по прибору для измерения объемов деформации образца грунта записывают на каждой ступени всестороннего давления в камере, а на конечной ступени давления:

- через 0,5 ч - для песков;
- через 1 ч в течение рабочего дня, далее - в начале и в конце рабочего дня до условной стабилизации объемной деформации - для глинистых, органо-минеральных и органических грунтов.

5.3.5.5 После уплотнения перекрывают дренаж и проводят испытания образца грунта в соответствии с 5.3.4.2 - 5.3.4.6. При этом ступени давления принимают равным 10 % от заданного всестороннего давления в камере.

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

5.3.6 Проведение консолидированно-дренированного испытания

5.3.6.1 Образец грунта уплотняют в соответствии с 5.3.5.1 - 5.3.5.4.

5.3.6.2 После уплотнения образец грунта испытывают для определения характеристик

міцності відповідно до 5.3.6.3 - 5.3.6.8, а для визначення характеристик деформованості - відповідно до 5.3.6.9- 5.3.6.12.

5.3.6.3 При випробуваннях для визначення характеристик міцності зразок грунту навантажують вертикальним навантаженням при дотриманні таких умов:

- при постійному всебічному тиску в камері σ_3 - для пісків;
- при постійному всебічному тиску в камері σ_3 ибо при постійному середньому нормальному напруженні у зразку -для глинистих, органо-мінеральних і органічних грунтів.

5.3.6.4 Для збереження постійності середнього нормального напруження у зразку при прикладанні навантаження зменшують всебічний тиск у камері на $\Delta\sigma_3$.

Значення $\Delta\sigma_3$, МПа, визначають за формулою:

$$\Delta\sigma_3 = \frac{\Delta F}{3A}, \qquad (5.9)$$

де ΔF - приріст вертикального навантаження на кожному ступені навантажування або за 5 хв при безперервному збільшенні навантаження, МН;

A - площа поперечного перерізу зразка, $м^2$ ($см^2$).

5.3.6.5 Вертикальний тиск на зразок передають ступенями, рівними 10 % від заданого всебічного тиску в камері, або безперервно, Забезпечуючи приріст відносної вертикальної деформації зразка грунту 0,0003 за 1 хв.

5.3.6.6 При передаванні навантаження ступенями кожний ступінь навантажування витримують до умовної стабілізації вертикальної деформації зразка, за критерій якої приймають приріст відносної вертикальної деформації, який не перевищує 0,0001 за 1 хв.

5.3.6.7 Відліки за приладом для вимірювання вертикальної деформації зразка грунту записують через кожні 2 хв, а при затуханні деформації - через 1 хв.

5.3.6.8 Випробування проводять до зруйнування зразка (5.3.4.4) і далі проводять операції відповідно до 5.3.4.5 - 5.3.4.6.

5.3.6.9 При випробуваннях для визначення характеристик деформованості вертикальний тиск на зразок передають ступенями при поотайному всебічному тиску в камері σ_3.

прочности в соответствии с 5.3.6.3 - 5.3.6.8, а для определения характеристик деформируемости - в соответствии с 5.3.6.9 - 5.3.6.12.

5.3.6.3 При испытаниях для определения характеристик прочности образец грунта нагружают вертикальной нагрузкой при соблюдении следующих условий:

- при постоянном всестороннем давлении в камере σ_3 - для песков;
- при постоянном всестороннем давлении в камере σ_3 или при постоянном среднем нормальном напряжении в образце - для глинистых, органо-минеральных и органических грунтов.

5.3.6.4 Для сохранения постоянства среднего нормального напряжения в образце при приложении нагрузки уменьшают всестороннее давление в камере на $\Delta\sigma_3$.

Значение $\Delta\sigma_3$, МПа, определяют по формуле:

где ΔF - приращение вертикальной нагрузки на каждой ступени нагружения или за 5 мин при непрерывном увеличении нагрузки, МН;

A - площадь поперечного сечения образца, $м^2$ ($см^2$).

5.3.6.5 Вертикальное давление на образец передают ступенями, равными 10 % от заданного всестороннего давления в камере, или непрерывно, обеспечивая приращение относительной вертикальной деформации образца грунта 0,0003 за 1 мин.

5.3.6.6 При передаче нагрузки ступенями каждую ступень нагружения выдерживают до условной стабилизации вертикальной деформации образца, за критерий которой принимают приращение относительной вертикальной деформации, не превышающее 0,0001 за 1 мин.

5.3.6.7 Отсчеты по прибору для измерения вертикальной деформации образца грунта записывают через каждые 2 мин, а при затухании деформации - через 1 мин.

5.3.6.8 Испытание проводят до разрушения образца (5.3.4.4) и далее проводят операции в соответствии с 5.3.4.5 - 5.3.4.6.

5.3.6.9 При испытаниях для определения характеристик деформируемости вертикальное давление на образец передают ступенями при постоянном всестороннем давлении в камере σ_3.

5.3.6.10 Ступені тиску в залежності від всебічного тиску в камері приймають за таблицею 5.7

5.3.6.10 Ступени давления в зависимости от всестороннего давления в камере принимают по таблице 5.7.

Таблиця 5.7
Таблица 5.7

Грунти Грунты	**Ступінь вертикального тиску на зразок грунту, % від заданого всебічного тиску в камері при номерах ступенів Ступень вертикального давления на образец грунта, % от заданного всестороннего давления в камере при номерах ступеней**		
	1	**2-6**	**7 і далі 7 и далее**
Піски Пески	**30**	**30**	**45**
Глинисті: Глинистые:			
- супіски супеси	**10**	**20**	**10**
- суглинки: суглинки:			
при $I_L \le 0,5$	**10**	**20**	**10**
при $I_L > 0,5$	**8**	**15**	**8**
- глини глины:			
при $I_L \le 0,5$	**6**	**15**	**6**
при $I_L > 0,5$	**5**	**10**	**5**
- органо-мінеральні і органічні грунти органо-минеральные и органические грунты	**5**	**10**	**5**

5.3.6.11 Кожний ступінь тиску витримують до умовної стабілізації вертикальної деформації зразка, за критерій якої приймають приріст відносної вертикальної деформації, який не перевищує 0,0001 за час, вказаний в таблиці 5.6.

5.3.6.12 Відліки за приладами для вимірювання вертикальних і об'ємних деформацій зразка грунту записують на кожному ступені тиску:

- через 1, 5, 15, 30 хв і далі через 0,5 год - для пісків;
- через 1, 5, 15, 30 хв, 1, 2, 4, 6 і 8 год, а потім на початку і в кінці робочого дня - для глинистих, органо-мінеральних і органічних грунтів.

5.3.6.13 Випробування проводять до зруйнування зразка (5.3.4.4) або припиняють при заданому вертикальному тиску, визначеному з урахуванням передбачуваного напруженого стану в досліджуваному ґрунтовому масиві, і далі проводять операції відповідно до 5.3.4.5 і 5.3.4.6.

5.3.6.14 У процесі випробування ведуть журнал за формою, що наведена у додатку А.

5.3.6.11 Каждую ступень давления выдерживают до условной стабилизации вертикальной деформации образца, за критерий которой принимают приращение относительной вертикальной деформации, не превышающее 0,0001 за время, указанное в таблице 5.6.

5.3.6.12 Отсчеты по приборам для измерения вертикальных и объемных деформаций образца грунта записывают на каждой ступени давления:

- через 1,5,15, 30 мин и далее через 0,5 ч - для песков;

- через 1,5,15,30 мин, 1,2,4,6 и 8 ч, а затем в начале и в конце рабочего дня - для глинистых, органо-минеральных и органических грунтов.

5.3.6.13 Испытания проводят до разрушения образца (5.3.4.4) или прекращают при заданном вертикальном давлении, определенном с учетом предполагаемого напряженного состояния в исследуемом грунтовом массиве, и далее проводят операции в соответствии с 5.3.4.5 и 5.3.4.6.

5.3.6.14 В процессе испытания ведут журнал по форме, приведенной в приложении А.

5.3.7 Обробка результатів

5.3.7.1 За результатами випробувань зразків грунту в умовах тривісного стиску обчислюють:

- абсолютну вертикальну деформацію зразка грунту Δh, мм, з урахуванням поправки на стиск камери;
- відносну вертикальну деформацію зразка грунту ε_1 за формулою:

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta h}{h}, \qquad (5.10)$$

де h - початкова висота зразка;

- абсолютну об'ємну деформацію зразка грунту ΔV, см^2, з урахуванням поправки на розширення камери;
- відносну об'ємну деформацію зразка грунту ε_v за формулою:

$$\varepsilon_v = \frac{\Delta V}{V}, \qquad (5.11)$$

де V - початковий об'єм зразка;

- напруга σ_1, МПа, за формулою:

$$\sigma_1 = \frac{F}{A} + \sigma_3\left(1 - \frac{A_c}{A}\right), \qquad (5.12)$$

де F - вертикальне навантаження, МН;

A - площа поперечного перерізу зразка, м^2 (см^2);

σ_3- всебічний тиск у камері, МПа;

A_c - площа поперечного перерізу штока, м^2 (см^2).

Примітка 1. При необхідності вводять поправку на тертя штока у втулці камери.

Примітка 2. При відносній вертикальній деформації зразка грунту, яка перевищує 0,03, враховують зміну площі А в процесі випробувань.

Для будь-якого моменту випробувань площу A_i визначають за формулами:

- для недренованого випробування

$$A_i = \frac{A}{1 - \varepsilon_i}, \qquad (5.13)$$

- для дренованого випробування

$$A_i = A\frac{1 - \varepsilon_v}{1 - \varepsilon_1}, \qquad (5.14)$$

У випадку збільшення об'єму зразка ε_v приймають зі знаком плюс.

5.3.7.2 При визначенні характеристик міцності за обчисленими значеннями будують графік залежності $\varepsilon_1 = f(\sigma_1 - \sigma_3)$ для випробувань, що проведені при різних значеннях σ_3

5.3.7 Обработка результатов

5.3.7.1 По результатам испытаний образцов грунта в условиях трехосного сжатия вычисляют:

- абсолютную вертикальную деформацию образца грунта Δh, мм, с учетом поправки на сжатие камеры;
- относительную вертикальную деформацию образца грунта ε_1 і по формуле:

где h - начальная высота образца;

- абсолютную объемную деформацию образца грунта ΔV, см^2, с учетом поправки на расширение камеры;
- относительную объемную деформацию образца грунта ε_v по формуле:

где V - начальный объем образца;

- напряжение σ_1 , МПа, по формуле:

где F - вертикальная нагрузка, МН;

A - площадь поперечного сечения образца, м^2 (см^2);

σ_3 - всестороннее давление в камере, МПа;

A_c - площадь поперечного сечения штока, м^2 (см^2).

Примечание 1. При необходимости вводят поправку на трение штока во втулке камеры.

Примечание 2. При относительной вертикальной деформации образца грунта, превышающей 0,03, учитывают изменение площади А в процессе испытаний.

Для любого момента испытаний площадь A_i определяют по формулам:

- для недренированного испытания

- для дренированного испытания

(додаток Ж).

В случае увеличения объема образца ε_v принимают со знаком плюс.

5.3.7.2 При определении характеристик прочности по вычисленным значениям строят график зависимости $\varepsilon_1 = f(\sigma_1 - \sigma_3)$ для испытаний, проведенных при различных значениях σ_3 (приложение Ж).

На графіках визначають значення $(\sigma_1 - \sigma_3)^p$, які відповідають моменту руйнування зразка грунту (точка перегину графіка) або відносної вертикальної деформації зразка $\varepsilon_1 = 0{,}15$.

5.3.7.3 Опір недренованому зсуву c_u, МПа, визначають за результатами неконсолідовано-недренованого випробування за формулою:

$$c_u = \frac{\Sigma\sigma_1^p - \Sigma\sigma_3^p}{2n}, \qquad (5.15)$$

де σ_1^p і σ_3^p - значення σ_1 і σ_3, при руйнуванні зразка;

n - число випробувань.

5.3.7.4 Кут внутрішнього тертя φ і питоме зчеплення с, МПа, обчислюють за формулами:

$$tg\varphi = \frac{N-1}{2\sqrt{N}}; \qquad (5.16)$$

$$c = \frac{M}{2\sqrt{N}}; \qquad (5.17)$$

де N - обчислюють за формулою (5.5);

M - обчислюють за формулою (5.6), в яких τ_i та σ_i необхідно замінити на σ_1^p і σ_3^p відповідно.

Примітка 1. При вимірюванні тиску в поровій рідині σ_1 і σ_3 замінюють на σ_1' і σ_3', які обчислюють за формулами:

$$\sigma_1' = \sigma_1 - u; \qquad (5.18)$$

$$\sigma_3' = \sigma_3 - u, \qquad (5.19)$$

де u - тиск у поровій рідині.

Примітка 2. Для оцінки розкиду експериментальних даних та виявлення помилок випробувань перед обчисленням tgφ і с будують графік залежності $\sigma_1 = f(\sigma_3)$ при руйнуванні зразків (додаток Ж).

5.3.7.5 При визначенні характеристик деформованості за обчисленими значеннями будують графіки залежності $\varepsilon_1 = f(\sigma_1)$ і $\varepsilon_v = f(\sigma_1)$ (додаток Ж). На графіках приймають лінійну апроксимацію ділянок для заданих програмою випробувань діапазонів напружень.

5.3.7.6 Модуль деформації Е, МПа, і коефіцієнт поперечної деформації ν визначають при випробуваннях (або етапах випробувань), проведених при постійному значенні всебічних напружень σ_3 ($\Delta\sigma_3 = 0$), і обчислюють за формулами:

На графиках определяют значения $(\sigma_1 - \sigma_3)^p$, соответствующие моменту разрушения образца грунта (точка перегиба графика) или относительной вертикальной деформации образца $\varepsilon_1 = 0{,}15$.

5.3.7.3 Сопротивление недренированному сдвигу c_u, МПа, определяют по результатам неконсолидированно-недренированного испытания по формуле:

$$c_u = \frac{\Sigma\sigma_1^p - \Sigma\sigma_3^p}{2n}, \qquad (5.15)$$

где σ_1^p и σ_3^p – значения σ_1 и σ_3 при разрушении образца;

n - число испытаний.

5.3.7.4 Угол внутреннего трения φ и удельное сцепление c, МПа, вычисляют по формулам:

$$tg\varphi = \frac{N-1}{2\sqrt{N}}; \qquad (5.16)$$

$$c = \frac{M}{2\sqrt{N}}; \qquad (5.17)$$

где N - вычисляют по формуле (5.5);

M - вычисляют по формуле (5.6), в которых τ_i и σ_i необходимо заменить на σ_1^p и σ_3^p соответственно.

Примечание 1. При измерении давления в поровой жидкости σ_1 и σ_3 заменяют на σ_1' и σ_3', вычисляемые по формулам:

$$\sigma_1' = \sigma_1 - u; \qquad (5.18)$$

$$\sigma_3' = \sigma_3 - u, \qquad (5.19)$$

где u - давление в поровой жидкости.

Примечание 2. Для оценки разброса экспериментальных данных и выявления ошибок испытаний перед вычислением tgφ и c строят график зависимости $\sigma_1 = f(\sigma_3)$ при разрушении образцов (приложение Ж).

5.3.7.5 При определении характеристик деформируемости по вычисленным значениям строят графики зависимости $\varepsilon_1 = f(\sigma_1)$ и $\varepsilon_v = f(\sigma_1)$ (приложение Ж). На графиках принимают линейную аппроксимацию участков для заданных программой испытаний диапазонов напряжений.

5.3.7.6 Модуль деформации E, МПа, и коэффициент поперечной деформаций ν определяют при испытаниях (или этапах испытаний), проведенных при постоянном значении всесторонних напряжений σ_3 ($\Delta\sigma_3 = 0$), и вычисляют по формулам:

$$E = \frac{\Delta\sigma_1}{\Delta\varepsilon_1}; \qquad (5.20)$$

$$\nu = \frac{\Delta\varepsilon_3}{\Delta\varepsilon_1}, \qquad (5.21)$$

де $\Delta\sigma_1$ - приріст напружень σ_1 в заданому діапазоні;

$\Delta\varepsilon_1$ і $\Delta\varepsilon_3$ - приріст відносних вертикальної і поперечної деформації зразка

где $\Delta\sigma_1$ – приращение напряжений в заданном диапазоне;

$\Delta\varepsilon_1$ и $\Delta\varepsilon_3$ - приращение относительных вертикальной и поперечной деформации образца

$$\Delta\varepsilon_3 = \frac{\Delta\varepsilon_v - \Delta\varepsilon_1}{2}, \qquad (5.22)$$

где $\Delta\varepsilon_v$ - приращение напряжений СТ) в заданном диапазоне;

де $\Delta\varepsilon_v$ - приращение относительной объемной деформации образца грунта.

5.3.7.7 За даними випробувань грунту в умовах тривісного стиску можуть бути визначені модуль зсуву G та модуль об'ємної деформації К відповідно до додатка И.

5.3.7.7 По данным испытаний грунта в условиях трехосного сжатия могут быть определены модуль сдвига G и модуль объемной деформации К в соответствии с приложением И.

5.4 Метод компресійного стиску

5.4 Метод компрессионного сжатия

5.4.1 Суть методу

5.4.1 Сущность метода

5.4.1.1 Випробування грунту методом компресійного стиску проводять для визначення таких характеристик деформованості: коефіцієнта стисливості m_0, модуля деформації Е, структурної міцності на стиск p_{str}, коефіцієнтів фільтраційної та вторинної консолідації c_v і c_α для пісків дрібних і пилуватих, глинистих грунтів з показником текучості $I_L > 0{,}25$, органо-мінеральних і органічних грунтів, відносного суфозійного стиску ε_{sf} і початкового тиску суфозійного стиску p_{sf} для засолених (які містять легко- та середньорозчинні солі) пісків (крім гравелистих), супісків і суглинків.

5.4.1.1 Испытание грунта методом компрессионного сжатия проводят для определения следующих характеристик деформируемости: коэффициента сжимаемости m_0, модуля деформации Е, структурной прочности на сжатие p_{str}, коэффициентов фильтрационной и вторичной консолидации c_v и c_α для песков мелких и пылеватых, глинистых грунтов с показателем текучести $I_L > 0{,}25$, органо-минеральных и органических грунтов, относительного суффозионного сжатия ε_{sf} и начального давления суффозионного сжатия p_{sf} для засоленных (содержащих легко- и среднерастворимые соли) песков (кроме гравелистых), супесей и суглинков.

5.4.1.2 Ці характеристики визначають за результатами випробувань зразків грунту в компресійних приладах (одометрах) або компресійно-фільтраційних приладах (для визначення характеристик суфозійного стиску), які виключають можливість бічного розширення зразка грунту при його навантажуванні вертикальним навантаженням.

Результати випробувань повинні бути оформлені, як правило, у вигляді графіків залежностей деформацій зразка від навантаження та їх зміни у часі.

5.4.1.2 Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в компрессионных приборах (одометрах) или компрессионно-фильтрационных приборах (для определения характеристик суффозионного сжатия), исключающих возможность бокового расширения образца грунта при его нагружении вертикальной нагрузкой.

Результаты испытаний должны быть оформлены; как правило, в виде графиков зависимостей деформаций образца от нагрузки и их изменения во времени.

5.4.1.3 Діапазон тисків, при яких проводять випробування, визначається у програмі випробувань або приймається в межах полуторного значення проектного тиску на грунт.

5.4.1.3 Диапазон давлений, при которых проводят испытания, определяется в программе испытаний или принимается в пределах полуторного значения проектного давления на

грунт.

5.4.1.4 Для випробувань використовують зразки грунту непорушеного складу з природною вологістю чи водонасичені або зразки порушеного складу з заданими значеннями густини і вологості.

Зразок, як правило, повинен мати форму циліндра діаметром не менше 71 мм і відношенням висоти до діаметра 1:3,5.

5.4.2 Обладнання і прилади

5.4.2.1 До складу установки для випробування грунту в умовах компресійного стиску повинні входити:

- компресійний прилад (одометр), який складається з робочого кільця з внутрішніми розмірами за 5.4.1.4, циліндричної обойми, перфорованого вкладиша під робоче кільце та піддону з ємкістю для води;
- механізм для вертикального навантажування зразка грунту;
- пристрої для вимірювання вертикальних деформацій зразка грунту.

При визначенні характеристик суфозійного стиску використовують компресійно-фільтраційний прилад, конструкція якого наведена в додатку К.

5.4.2.2 Конструкція компресійного приладу повинна забезпечувати:

- подавання води до зразка знизу та відведення її;
- початкове навантаження на зразок, яке створює штамп і закріплені на ньому вимірювальні прилади, не більше 0,0025 МПа.

Додатково до цих вимог конструкція компресійно-фільтраційного приладу повинна забезпечувати:

– подавання води до зразка грунту знизу (схема висхідного потоку) або зверху (схема низхідного потоку);
– відведення води, яка профільтрувалась через зразок грунту, і накопичення її у мірній посудині;
– безперервну протягом всього випробування фільтрацію води, герметичність основних деталей приладу.

5.4.2.3 Компресійні та компресійно-фільтраційні прилади тарують на стиск за допомогою металевого вкладиша. Максимальний тиск при таруванні приймають рівним 1 МПа, навантажування ступенями тиску - 0,05 МПа з витримуванням по 2 хв.

5.4.1.4 Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения с природной влажностью или водонасыщенные или образцы нарушенного сложения с заданными значениями плотности и влажности.

Образец, как правило, должен иметь форму цилиндра диаметром не менее 71 мм и отношением высоты к диаметру 1:3,5.

5.4.2 Оборудование и приборы

5.4.2.1 В состав установки для испытания грунта в условиях компрессионного сжатия должны входить:

- компрессионный прибор (одометр), состоящий из рабочего кольца с внутренними размерами по 5.4.1.4, цилиндрической обоймы, перфорированного вкладыша под рабочее кольцо и поддона с емкостью для воды;
- механизм для вертикального нагружения образца грунта;
- устройства для измерения вертикальных деформаций образца грунта.

При определении характеристик суффозионного сжатия применяют компрессионно-фильтрационный прибор, конструкция которого приведена в приложении К.

5.4.2.2 Конструкция компрессионного прибора должна обеспечивать:

- подачу воды к образцу снизу и отвод ее;
- первоначальную нагрузку на образец, создаваемую штампом и закрепленными на нем измерительными приборами, не более 0,0025 МПа.

Дополнительно к этим требованиям конструкция компрессионно-фильтрационного прибора должна обеспечивать:

– подачу воды к образцу грунта снизу (схема восходящего потока) или сверху (схема нисходящего потока);
– отвод воды, профильтровавшейся через образец грунта, и накопление ее в мерном сосуде;
– непрерывную на протяжении всего испытания фильтрацию воды, герметичность основных деталей прибора.

5.4.2.3 Компрессионные и компрессионно-фильтрационные приборы тарируют на сжатие с помощью металлического вкладыша. Максимальное давление при тарировке принимают равным 1 МПа, нагружение ступенями давления - 0,05 МПа с выдержкой по 2 мин.

5.4.3 Підготовка до випробування

5.4.3.1 Зразок грунту виготовляють з урахуванням вимог 5.4.1.4.

5.4.3.2 При випробуванні для визначення характеристик суфозійної стисливості додатково до фізичних характеристик повинні бути визначені: коефіцієнт фільтрації за ГОСТ 25584, кількість легко- та середньорозчинних солей (засоленість) та їх якісний склад (за результатами аналізу водяної та соляно-кислої витяжок). За спеціальним завданням для засолених глинистих грунтів визначають ємкість поглинання та склад обмінних катіонів.

5.4.3.3 Зразок грунту в робочому кільці зважують, покривають з торців вологими фільтрами і поміщають у компресійний прилад.

5.4.3.4 Після поміщення зразка проводять такі операції:

- встановлюють зразок на перфорований штамп;
- регулюють механізм навантажування зразка;
- встановлюють прилади для вимірювання вертикальних деформацій зразка;
- записують початкові показання приладів.

5.4.3.5 У разі необхідності водонасичення зразка проводять шляхом фільтрації води знизу вгору під аретиром. Для цього заповнюють піддон водою. Водонасичення проводять для глинистих грунтів протягом 2-5 діб, для пісків - до моменту з'явлення води над штампом.

5.4.4 Проведення випробування для визначення характеристик m_o, E і p_{str}

5.4.4.1 Навантажування зразка, що випробовують, проводять рівномірно, без ударів ступенями навантаження.

5.4.4.2 Перший ступінь тиску p_1 при випробуванні пісків, у тому числі заторфованих приймають в залежності від коефіцієнта пористості e за таблицею 5.8, а наступні ступені тиску p_1 приймають рівними 0,0125; 0,025; 0,05; 0,1 МПа і далі з інтервалом 0,1 МПа до заданого значення навантаження (5.4.1.3).

5.4.3 Подготовка к испытанию

5.4.3.1 Образец грунта изготавливают с учетом требований 5.4.1.4.

5.4.3.2 При испытании для определения характеристик суффозионной сжимаемости дополнительно к физическим характеристикам должны быть определены: коэффициент фильтрации по ГОСТ 25584, количество легко- и среднерастворимых солей (засоленность) и их качественный состав (по результатам анализа водной и соляно-кислой вытяжек). По специальному заданию для засоленных глинистых грунтов определяют емкость поглощения и состав обменных катионов.

5.4.3.3 Образец грунта в рабочем кольце взвешивают, покрывают с торцов влажными фильтрами и помещают в компрессионный прибор.

5.4.3.4 После помещения образца проводят следующие операции:

- устанавливают образец на перфорированный штамп;
- регулируют механизм нагружения образца;
- устанавливают приборы для измерения вертикальных деформаций образца;
- записывают начальные показания приборов.

5.4.3.5 При необходимости водонасыщение образца проводят путем фильтрации воды снизу вверх под арретиром. Для этого заполняют поддон водой. Водонасыщение проводят для глинистых грунтов в течение 2-5 сут, для песков - до момента появления воды над штампом.

5.4.4 Проведение испытания для определения характеристик m_o, E и p_{str}

5.4.4.1 Нагружение испытываемого образца проводят равномерно, без ударов ступенями нагрузки.

5.4.4.2 Первую ступень давления p_1 при испытании песков, в том числе заторфованных, принимают в зависимости от коэффициента пористости e по таблице 5.8, а последующие ступени давления p_1 принимают равными 0,0125; 0,025; 0,05; 0,1 МПа и далее с интервалом 0,1 МПа до заданного значения нагрузки (5.4.1.3).

Таблиця 5.8
Таблица 5.8

Коефіцієнт пористості e **Коэффициент пористости e**	**e ≥ 0,75**	**0,75 > e > 0,6**	**e ≤ 0,6**
Перший ступінь тиску p_1, МПа Первая ступень давления p_1, МПа	0,0125	0,025	0,05
Примітка. В окремих випадках, передбачених завданням, можуть бути прийняті більш дрібні ступені тиску p_1, виходячи з особливостей деформованості грунту, умов відсипання і умов спорудження будови. ***Примечание.*** В отдельных случаях, предусмотренных заданием, могут быть приняты более дробные ступени давления p_1, исходя из особенностей деформируемости грунта, условий отсыпки и условий возведения сооружения.			

5.4.4.3 При випробуванні глинистих грунтів, в тому числі органо-мінеральних, для визначення їх структурної міцності на стиск psir першу і наступні ступені тиску приймають рівними 0,0025 МПа до моменту початку стиску зразка грунту. За початок стиску слід вважати відносну вертикальну деформацію зразка грунту ε > 0,005. При подальшому навантажуванні за черговий ступінь тиску приймають найближче більше велике значення за 5.4.4.2.

5.4.4.4 Для глинистих водонасичених грунтів у випадку їх часткового знеущільнення після відбору і підйому зразка на поверхню для визначення p_{str} слід обчислювати відносне знеущільнення ε_i за формулою:

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta h_н}{h} = \frac{e_0(1-S_r)}{1+e_0}, \qquad (5.23)$$

де $\Delta h_н$ - збільшення висоти зразка при знеущільненні, см;

h - висота зразка до випробування, см;

e_o - початковий коефіцієнт пористості грунту після подняття зразка на поверхню;

S_r - ступінь вологості грунту після підняття зразка на поверхню.

5.4.4.5 На кожному ступені навантажування зразка грунту знімають відліки за приладами для вимірювання вертикальних деформацій в наступній послідовності: перший відлік - зразу після прикладення навантаження, потім через 0,025; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 30 хв і далі з інтервалом 1 год протягом робочого дня, а потім на початку і в кінці робочого дня до умовної стабілізації деформації зразка.

5.4.4.6 За критерій умовної стабілізації деформації приймають швидкість деформації зразка, яка не перевищує 0,01 мм за останні 4 год спостережень для пісків, 16 год - для глинистих і 24 год - для органо-мінеральних і органічних грунтів.

5.4.4.3 При испытании глинистых грунтов, в том числе органо-минеральных, для определения их структурной прочности на сжатие psir первую и последующие ступени давления принимают равными 0,0025 МПа до момента начала сжатия образца грунта. За начало сжатия следует считать относительную вертикальную деформацию образца грунта ε > 0,005. При дальнейшем нагружении за очередную ступень давления принимают ближайшее большее значение по 5.4.4.2.

5.4.4.4 Для глинистых водонасыщенных грунтов в случае их частичного разуплотнения после отбора и подъема образца на поверхность для определения p_{str} следует вычислять относительное разуплотнение ε_i по формуле:

где $\Delta h_н$ - увеличение высоты образца при разуплотнении, см;

h - высота образца до испытания, см;

e_o - начальный коэффициент пористости грунта после подъема образца на поверхность;

$S_г$ - степень влажности грунта после подъема образца на поверхность.

5.4.4.5 На каждой ступени нагружения образца грунта снимают отсчеты по приборам для измерения вертикальных деформаций в такой последовательности: первый отсчет - сразу после приложения нагрузки, затем через 0,25; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 30 мин и далее с интервалом 1 ч в течение рабочего дня, а затем в начале и конце рабочего дня до условной стабилизации деформации образца.

5.4.4.6 За критерий условной стабилизации деформации принимают скорость деформации образца, не превышающую 0,01 мм за последние 4 ч наблюдений для песков, 16ч - для глинистых и 24 ч - для органо-минеральных и органических грунтов.

5.4.4.7 При випробуванні насипних грунтів із заданими густиною і волог-істю ступені тиску і час їх витримування приймають відповідно до програми випробувань за 5.4.4.5, 5.4.4.6 або в залежності від початкового коефіцієнта зволоження грунту K_w за таблицею 5.9.

5.4.4.7 При испытании насыпных грунтов с заданными плотностью и влажностью ступени давления и время их выдержки принимают в соответствии с программой испытаний по 5.4.4.5, 5.4.4.6 или в зависимости от начального коэффициента увлажнения грунта K_w по таблице 5.9.

Таблиця 5.9
Таблица 5.9

K_w	p_i, МПа	Δt_i, год Δt_i, ч
1,20	0,02	1
1,20-1,25	0,02-0,015	1-3
1,25-1,35	0,015-0,010	3-10
> 1,35	0,010	24
Примітка. Останній ступінь навантаження витримується до умовної стабілізації деформації відповідно до 5.4.4.6. ***Примечание***. Последняя ступень нагрузки выдерживается до условной стабилизации деформации в соответствии с 5.4.4.6		

5.4.4.8 У необхідних випадках за спеціальним завданням може бути проведено розвантажування зразка грунту у послідовності, зворотній порядку навантажування, а також повторне випробування грунтів на стисливість, послідовність якого аналогічна послідовності першого навантажування.

При розвантажуванні останній ступінь повинен відповідати тиску, який створюється вагою штампу і змонтованого на ньому вимірювального обладнання (5.4.2.2).

Реєстрацію деформації зразка при розвантажуванні слід вести через інтервали часу, вказані в 5.4.4.5, а критерій умовної стабілізації деформації приймати за 5.4.4.6.

5.4.4.9 Після закінчення випробування зразка грунту необхідно видалити воду зверху зразка та з піддона, опустити аретир, зняти навантаження, зважити робоче кільце з грунтом, визначити вологість і масу сухого грунту.

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

5.4.5 Проведення випробування для визначення характеристик консолідації c_v і c_α

5.4.5.1 Випробування проводять при постійному тиску, що дорівнює проектному тиску на грунт або іншому заданому тиску. Тиск на зразок грунту передають зразу після приведення знеущільненого грунту до природного стану (5.4.4.4) або після попереднього ущільнення грунту заданим навантаженням. Деформації зразка реєструють через проміжки часу, вказані в 5.4.4.5, до моменту досягнення умовної стабілізації деформації відповідно до 5.4.4.6.

5.4.4.8 В необходимых случаях по специальному заданию может быть произведена разгрузка образца грунта в последовательности, обратной порядку нагружения, а также повторное испытание грунтов на сжимаемость, последовательность которого аналогична последовательности первого нагружения.

При разгрузке последняя ступень должна соответствовать давлению, создаваемому весом штампа и смонтированного на нем измерительного оборудования (5.4.2.2).

Регистрацию деформации образца при разгрузке следует вести через интервалы времени, указанные в 5.4.4.5, а критерий условной стабилизации деформации принимать по 5.4.4.6.

5.4.4.9 После окончания испытания образца грунта необходимо удалить воду сверху образца и из поддона, опустить арретир, снять нагрузку, взвесить рабочее кольцо с грунтом, определить влажность и массу сухого грунта.

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

5.4.5 Проведение испытания для определения характеристик консолидации c_v и c_α

5.4.5.1 Испытание проводят при постоянном давлении, равном проектному давлению на грунт или другому заданному давлению. Давление на образец грунта передают сразу после приведения разуплотнившегося грунта к природному состоянию (5.4.4.4) или после предварительного уплотнения грунта заданной нагрузкой. Деформации образца регистрируют через промежутки времени, указанные в 5.4.4.5, до момента достижения условной стабилизации деформации в соответствии с 5.4.4.6.

5.4.5.2 При визначенні c_v і c_α насипних глинистих грунтів із заданими густиною та вологістю ураховують при необхідності реальний градієнт напору порової рідини, значення якого задається в програмі випробувань.

Тиск на зразок грунту p, МПа, при якому буде створений заданий градієнт напору, визначається за формулою:

$$p = I \cdot \rho_w \cdot 1, \qquad (5.24)$$

де I - заданий градієнт напору;

ρ_w - густина води, г/см^3;

1 -довжина шляху фільтрації води із зразка, см.

5.4.5.3 Після закінчення випробування проводять операції за 5.4.4.9.

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

5.4.6 Проведення випробування для визначення характеристик суфозійної стисливості ε_{sf} і p_{sf}

5.4.6.1 Випробування засолених грунтів у компресійно-фільтраційному приладі слід виконувати за схемами:

- "однієї кривої" (при випробуванні одного зразка грунту) - для визначення характеристик стисливості грунту природної вологості при різних тисках, відносної просадочності і відносного суфозійного стиску при одному заданому значенні тиску;

- "трьох кривих" (при випробуванні трьох зразків грунту) - для визначення при різних тисках характеристик стисливості грунту природної вологості, відносної просадочності при водонасиченні, відносного суфозійного стиску при довгостроковій фільтрації рідини.

5.4.6.2 Компресійно-фільтраційні випробування грунтів виконують за схемою низхідного або висхідного потоку фільтруючої рідини, а також при будь-яких значеннях градієнта напору I за умови відсутності механічної суфозії.

5.4.6.3 При випробуваннях за схемою "однієї кривої" навантажування на зразок грунту природної вологості проводять ступенями завантажування до заданого тиску p, аналогічно компресійному випробуванню (5.4.4.2-5.4.4.3; 5.4.4.5, 5.4.4.6). Після умовної стабілізації деформації зразка грунту при тиску p його необхідно замочити водою, продовжуючи замо-

5.4.5.2 При определении c_v и c_α насыпных глинистых грунтов с заданными плотностью и влажностью учитывают при необходимости реальный градиент напора поровой жидкости, значение которого задается в программе испытаний.

Давление на образец грунта p, МПа, при котором будет создан заданный градиент напора, определяется по формуле:

$$p = I \cdot \rho_w \cdot 1, \qquad (5.24)$$

где I - заданный градиент напора;

ρ_w - плотность воды, г/см^3;

1 - длина пути фильтрации воды из образца, см.

5.4.5.3 После окончания испытания проводят операции по 5.4.4.9.

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

5.4.6 Проведение испытания для определения характеристик суффозионной сжимаемости ε_{sf} и p_{sf}

5.4.6.1 Испытания засоленных грунтов в компрессионно-фильтрационном приборе следует выполнять по схемам:

- "одной кривой" (при испытании одного образца грунта) - для определения характеристик сжимаемости грунта природной влажности при различных давлениях, относительной просадочности и относительного суффозионного сжатия при одном заданном значении давления;
- "трех кривых" (при испытании трех образцов грунта) - для определения при различных давлениях характеристик сжимаемости грунта природной влажности, относительной просадочности при водонасыщении, относительного суффозионного сжатия при длительной фильтрации жидкости.

5.4.6.2 Компрессионно-фильтрационные испытания грунтов выполняют по схеме нисходящего или восходящего потока фильтрующей жидкости, а также при любых значениях градиента напора I при условии отсутствия механической суффозии.

5.4.6.3 При испытаниях по схеме "одной кривой" нагрузку на образец грунта природной влажности производят ступенями загружения до заданного давления p, аналогично компрессионному испытанию (5.4.4.2-5.4.4.3; 5.4.4.5, 5.4.4.6). После условной стабилизации деформации образца грунта При давлении p его необходимо замочить водой, продолжая

чування до умовної стабілізації просідання за ГОСТ 23161. Після закінчення просадних деформацій або у випадку їх відсутності слід почати безперервну фільтрацію води через зразок (при заданому тиску р) до умовної стабілізації суфозійного стиску (5.4.6.6).

5.4.6.4 Випробування за схемою "трьох кривих" проводять на трьох зразках грунту непорушеного складу, які відібрані із одного моноліту і які відрізняються за густиною сухого грунту не більше ніж на 0,05 г/см^3, або на трьох зразках порушеного складу, які мають однакову (задану) густину сухого грунту.

Один зразок випробовують при природній вологості. При цьому навантажування на зразок грунту проводять ступенями навантажування до заданого тиску р відповідно до 5.4.4.2 та 5.4.4.3.

Другий зразок треба перед навантажуванням замочити (без вживання аретира) до повного водонасичення і потім прикладати навантаження на зразок ступенями навантажування до заданого тиску відповідно до 5.4.4.2,5.4.4.3, 5.4.4.5, 5.4.4.6. Водонасичення слід проводити відповідно до 5.4.3.5.

Після умовної стабілізації стиску водонасиченого грунту необхідно почати безперервну фільтрацію води через зразок (при заданому тиску р) до умовної стабілізації суфозійного стиску.

Третій зразок слід замочити до повного водонасичення (без передачі навантаження на Зразок грунту і без використання аретиру) і потім проводити видужування солей (розсолення грунту) шляхом безперервної фільтрації води або рідини заданого складу через зразок. Після умовного розсолення грунту необхідно прикладати навантаження на зразок ступенями до заданого тиску р (відповідно до 5.4.4.2, 5.4.4.3, 5.4.4.5, 5.4.4.6), підтримуючи зразок у водонасиченому стані.

5.4.6.5 За критерій умовного розсолення грунту β_1 при видужуванні солей без навантаження (при випробуванні за схемою "трьох кривих") слід приймати значення β_1 наведені в таблиці 5.10.

замачивание до условной стабилизации просадки по ГОСТ 23161. После окончания просадочных деформаций или в случае их отсутствия следует начать непрерывную фильтрацию воды через образец (при заданном давлении р) до условной стабилизации суффозионного сжатия (5.4.6.6).

5.4.6.4 Испытания по схеме "трех кривых" проводят на трех образцах грунта ненарушенного сложения, отобранных из одного монолита и отличающихся по плотности сухого грунта не более чем на 0,05 г/см^3, или на трех образцах нарушенного сложения, имеющих одинаковую (заданную) плотность сухого грунта.

Один образец испытывают при природной влажности. При этом нагрузку на образец грунта производят ступенями нагружения до заданного давления р в соответствии с 5.4.4.2 и 5.4.4.3.

Второй образец надлежит перед нагружением замочить (без применения арретира) до полного водонасыщения и затем прикладывать нагрузку на образец ступенями нагружения до заданного давления в соответствии с 5.4.4.2, 5.4.4.3, 5.4.4.5, 5.4.4.6. Водонасыщение следует производить в соответствии с 5.4.3.5.

После условной стабилизации сжатия водонасыщенного грунта необходимо начать непрерывную фильтрацию воды через образец (при заданном давлении р) до условной стабилизации суффозионного сжатия.

Третий образец следует замочить до полного водонасыщения (без передачи нагрузки на образец грунта и без применения арретира) и затем производить выщелачивание солей (расселение грунта) путем непрерывной фильтрации воды или жидкости заданного состава через образец. После условного расселения грунта необходимо прикладывать нагрузку на образец ступенями до заданного давления р (в соответствии с 5.4.4.2, 5.4.4.3, 5.4.4.5, 5.4.4.6), поддерживая образец в водонасыщенном состоянии.

5.4.6.5 За критерий условного расселения грунта β_1 при выщелачивании солей без нагрузки (при испытании по схеме "трех кривых") следует принимать значения β_1, приведенные в таблице 5.10.

Таблиця 5.10
Таблица 5.10

Вміст водорозчинних солей, % Содержание водорастворимых солей, %	**Значення β_1 в залежності від виду грунту, д.е. Значение β_1 в зависимости от вида грунта, д.е.**		
	Пісок Песок	**Супісок Супесь**	**Суглинок Суглинок**
< 5	**0,80**	**0,65**	**0,60**
5-10	**0,85**	**0,70**	**0,65**
11-20	**0,90**	**0,80**	**0,75**
21-30	**0,95**	**0,90**	**0,85**
> 30	**1,00**	**0,95**	**0,90**

5.4.6.6 За критерій умовної стабілізації суфозійного стиску грунту при заданому тиску p слід приймати приріст відносної деформації $\Delta\varepsilon_{sf}$,, який не перевищує 0,001 при приростi ступеня видужування солей $\Delta\beta_t = 0,1$, а також за умови, що ступінь видужування β_t складає не менше 0,6.

5.4.6.7 Після початку фільтрації води через зразок грунту показання індикаторів слід реєструвати в першу годину через 15 хв, далі через годину (але не менше 5 разів) протягом робочого дня, потім один раз на день при випробуванні грунтів, які вміщують легкорозчинні солі, і один раз на 2-3 дні при випробуванні грунтів, які вміщують середньорозчинні солі.

5.4.6.8 У процесі видужування солей необхідно відбирати фільтрати для визначення в них кількості солей за масою твердого залишку: перший фільтрат - після збирання 50 мл рідини, другий - через 2-3 доби, далі - один раз на тиждень при випробуванні грунтів, які містять легкорозчинні солі, і один раз у два тижні при випробуванні грунтів, які містять середньорозчинні солі.

5.4.6.9 Після завершення випробування робоче кільце з вологим грунтом зважують, проводять контрольне вимірювання висоти зразка грунту в кільці, визначають вологість грунту і масу сухого грунту, а також кількісний та якісний склад солей.

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

5.4.7 Обробка результатів

5.4.7.1 Для визначення характеристик m_o, E і p_{str} за результатами випробувань для кожного ступеня навантажування обчислюють:

5.4.6.6 За критерий условной стабилизации суффозионного сжатия грунта при заданном давлении p следует принимать приращение относительной деформации $\Delta\varepsilon_{sf}$, не превышающее 0,001 при приращении степени выщелачивания солей $\Delta\beta_t = 0,1$, а также при условии, что степень выщелачивания β_t составляет не менее 0,6.

5.4.6.7 После начала фильтрации воды через образец грунта показания индикаторов следует регистрировать в первый час через 15 мин, далее через час (но не менее 5 раз) в течение рабочего дня, затем один раз в день при испытании грунтов, содержащих легкорастворимые соли, и один раз в 2-3 дня при испытании грунтов, содержащих среднерастворимые соли.

5.4.6.8 В процессе выщелачивания солей необходимо отбирать фильтраты для определения в них количества солей по массе плотного остатка: первый фильтрат - после сбора 50 мл жидкости, второй - через 2-3 сут, далее - один раз в неделю при испытании грунтов, содержащих легкорастворимые соли, и один раз в две недели при испытании грунтов, содержащих среднерастворимые соли.

5.4.6.9 После завершения испытания рабочее кольцо с влажным грунтом взвешивают, производят контрольное измерение высоты образца грунта в кольце, определяют влажность грунта и массу сухого грунта, а также количественный и качественный состав солей.

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

5.4.7 Обработка результатов

5.4.7.1 Для определения характеристик m_o, E и p_{str} по результатам испытаний для каждой ступени нагружения вычисляют:

- абсолютну вертикальну стабілізовану деформацію зразка грунту Δh, мм, як середнєарифметичне показань вимірювальних приладів після віднімання поправки на деформацію компресійного приладу Δ;
- відносну вертикальну деформацію зразка грунту за формулою (5.11).

5.4.7.2 За обчисленими значеннями будують графік залежності ε = f (p) (див. додаток Л).

Через точки графіка проводять осереднюючу плавну криву або апроксимують ці точки монотонною залежністю (наприклад, експоненціальною відповідно до додатка М).

Значення тиску, відповідне точці перетину кривої (див. графік 1 додатку Л) з віссю тиску p, дорівнює значенню структурної міцності на стиск p_{str}.

У випадку часткового знеущільнення грунту (див. графік 2) за p_{str}. приймають абсцису точки А графіка ε = f(p) з ординатою $\varepsilon_i = \Delta h_н / h$, визначеною за формулою (5.23).

5.4.7.3 Обчислюють коефіцієнти пористості e_i грунту при тисках p_i за формулою:

- абсолютную вертикальную стабилизированную деформацию образца грунта Δh, мм, как среднее арифметическое показаний измерительных приборов за вычетанием поправки на деформацию компрессионного прибора Δ;
- относительную вертикальную деформацию образца грунта по формуле (5.11).

5.4.7.2 По вычисленным значениям строят график зависимости ε = f(p) (см. приложение Л).

Через точки графика проводят осредняющую плавную кривую или аппроксимируют эти точки монотонной зависимостью (например, экспоненциальной в соответствии с приложением М).

Значение давления, соответствующее точке пересечения кривой (см. график 1 приложения Л) с осью давления p, равно значению структурной прочности на сжатие p_{str}.

В случае частичного разуплотнения грунта (см. график 2) за p_{str} принимают абсциссу точки А графика ε = f(p) с ординатой $\varepsilon_i = \Delta h_н / h$, определенной по формуле (5.23).

5.4.7.3 Вычисляют коэффициенты пористости e_i грунта при давлениях p_i по формуле:

$$e_i = e_o - \varepsilon_i (1 + e_o). \qquad (5.25)$$

5.4.7.4 Коефіцієнт стисливості m_o, $МПа^{-1}$, в заданому інтервалі тисків p_i і p_{i+1} обчислюють з точністю 0,001 $МПа^{-1}$ за формулою:

5.4.7.4 Коэффициент сжимаемости m_o, $МПа^{-1}$, в заданном интервале давлений p_i и p_{i+i} вычисляют с точностью 0,001 $МПа^{-1}$ по формуле:

$$m_o = \frac{e_i - e_{i+1}}{p_{i+1} - p_i}, \qquad (5.26)$$

де e_i і e_{i+1} - коефіцієнти пористості, які відповідають тискам p_i і p_{i+i}.

где e_i и e_{i+1} - коэффициенты пористости, соответствующие давлениям p_i и p_{i+1}.

5.4.7.5 Модуль деформації E, МПа, в інтервалі тисків p_i і p_{i+1} обчислюють з точністю 0,1 МПа за формулою

5.4.7.5 Модуль деформации E, МПа, в интервале давлений p_i и p_{i+1} вычисляют с точностью 0,1 МПа по формуле:

$$E = \frac{p_{i+1} - p_i}{\varepsilon_{i+1} - \varepsilon_i} \beta, \qquad (5.27)$$

або

или

$$E = \frac{1 + e_o}{m_o} \beta, \qquad (5.28)$$

де ε_i і ε_{i+1} - значення відносного стиску, що відповідають тискам p_i і p_{i+1};

m_o - коефіцієнт стисливості, що відповідає інтервалу тиску від p_i до p_{i+1};

β - коефіцієнт, який враховує відсутність поперечного розширення грунту в компресійному приладі і який обчислюють за формулою:

где ε_i и ε_{i+1} - значения относительного сжатия, соответствующие давлениям p_i и p_{i+1};

m_o - коэффициент сжимаемости, соответствующий интервалу давления от p_i до p_{i+1};

β - коэффициент, учитывающий отсутствие поперечного расширения грунта в компрессионном приборе и вычисляемый по формуле:

$$\beta = 1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu}, \qquad (5.29)$$

де ν - коефіцієнт поперечної деформації, яку визначають за результатами випробувань у приладах тривісного стиску за 5.3.

У разі відсутності експериментальних даних допускається приймати ν рівним: 0,30-0,35 - для пісків і супісків; 0.35-0,37 - для суглинків; 0,2-0,3 при $I_L < 0$; 0,3-0,38 при $0 \le I_L \le 0,25$; 0,38-0,45 при $0,25 < I_L \le 1,0$ - для глин. При цьому менші значення ν приймають при більшій густині грунту.

5.4.7.6 Коефіцієнт фільтраційної консолідації c_v і коефіцієнт вторинної консолідації c_α визначають відповідно до додатка Н.

5.4.7.7 Для визначення характеристик суфозійної стисливості також будують графік залежності відносних деформацій від вертикального тиску ε = f (p) (додаток П). При цьому відносну деформацію зразка грунту визначають за формулою (5.10), у якій значення h замінюють h_{ng} , де h_{ng} - висота зразка грунту при тиску, рівному напрузі від власної ваги грунту на глибині відбору зразка після віднімання абсолютної деформації при цьому тиску.

5.4.7.8 У випадку набухання грунту при випробуванні за схемою "трьох кривих" необхідно визначити вільне відносне набухання ε_{sw} за ГОСТ 24143, а точку, яка відповідає ε_{sw}, включати до графіка ε = f (p), відкладаючи її на осі ординат уверх від осі абсцис.

5.4.7.9 При випробуванні за схемами "однієї кривої" і "трьох кривих" характеристики стиску грунту природної вологості визначають відповідно до 5.4.7.4 і 5.4.7.5.

5.4.7.10 При випробуванні за схемою "однієї кривої" відносну просадочність грунту ε_{sl} слід визначати за ГОСТ 23161.

5.4.7.11 Відносний суфозійний стиск грунту ε_{sf} при випробуванні за схемою "однієї кривої" і при наявності просадних деформацій слід визначати як додаткове відносне стискання зразка грунту при заданому тиску і безперервній фільтрації води за формулою:

где ν - коэффициент поперечной деформации, определяемой по результатам испытаний в приборах трехосного сжатия по 5.3.

При отсутствии экспериментальных данных допускается принимать ν равным: 0,30-0,35 - для песков и супесей; 0,35-0,37 - для суглинков; 0,2-0,3 при $I_L < 0$; 0,3-0,38 при $0 \le I_L \le 0,25$; 0,38-0,45 при $0,25 < I_L \le 1,0$ - для глин. При этом меньшие значения ν принимают при большей плотности грунта.

5.4.7.6 Коэффициент фильтрационной консолидации c_v и коэффициент вторичной консолидации c_α определяют в соответствии с приложением Н.

5.4.7.7 Для определения характеристик суффозионной сжимаемости также строят график зависимости относительных деформаций от вертикального давления ε = f (p) (приложение П). При этом относительную деформацию образца грунта определяют по формуле (5.10), в которой значение h заменяют h_{ng}, где h_{ng} - высота образца грунта при давлении, равном напряжению от собственного веса грунта на глубине отбора образца за вычетанием абсолютной деформации при этом давлении.

5.4.7.8 В случае набухания грунта при испытании по схеме "трех кривых" необходимо определить свободное относительное набухание ε_{sw} по ГОСТ 24143, а точку, соответствующую ε_{sw}, включать в график ε = f (p), откладывая ее на оси ординат вверх от оси абсцисс.

5.4.7.9 При испытании по схемам "одной кривой" и "трех кривых" характеристики сжатия грунта природной влажности определяют в соответствии с 5.4.7.4 и 5.4.7.5.

5.4.7.10 При испытании по схеме "одной кривой" относительную просадочность грунта следует определять по ГОСТ 23161.

5.4.7.11 Относительное суффозионное сжатие грунта ε_{sf} при испытании по схеме "одной кривой" и при наличии просадочных деформаций следует определять как дополнительное относительное сжатие образца грунта при заданном давлении и непрерывной фильтрации воды по формуле:

$$\varepsilon_{sf} = \frac{\Delta h_{sf}}{h_{ng}} = \frac{h_{sat,p} - h_{sf,p}}{h_{ng}}, \qquad (5.30)$$

де Δh_{sf} - суфозійний стиск грунту при постійній фільтрації і заданому тиску (абсолютний

суфозійний стиск), мм;

где Δh_{sf} - суффозионное сжатие грунта при постоянной фильтрации и заданном давлении (абсолютное суффозионное сжатие), мм;

$h_{sat,\ p}$ - висота зразка замоченого грунту при заданому тиску, мм;

$h_{sf,\ p}$ - висота зразка грунту після стискання в умовах постійної фільтрації рідини при заданому тиску, мм.

5.4.7.12 Відносний суфозійний стиск грунту ε_{sf} при випробуваннях за схемою "однієї кривої" і при відсутності просадних деформацій слід визначати за формулою:

$$\varepsilon_{sf} = \frac{\Delta h_{sf}}{h_{ng}} = \frac{h_p - h_{sf,p}}{h_{ng}}, \qquad (5.31)$$

де h_p - висота зразка грунту природної вологості при заданому тиску, мм;

5.4.7.13 Відносну просадочність ε_{sl} для різних тисків при випробуваннях за схемою "трьох кривих" слід визначати як різницю значень відносного стиску зразків у водонасиченому стані $\varepsilon_{sat,\ p}$ і природній вологості ε_w або різницю ординат відповідних кривих графіків $\varepsilon = f(p)$.

5.4.7.14 Відносний суфозійний стиск ε_{sf} і для різних тисків при випробуванні за схемою "трьох кривих" слід визначати як різницю значень відносного стиску зразків вилуженого грунту у водонасиченому стані або різницю ординат відповідних кривих графіка $\varepsilon = f(p)$. За значеннями ε_{sf} слід будувати графік залежності відносного суфозійного стиску від тиску (додаток П).

5.4.7.15 Початковий тиск суфозійного стиску ε_{sf} слід визначати за графіком залежності відносного суфозійного стиску від тиску $\varepsilon_{sf} = f(p)$ приймаючи за p_{sf} тиск, при якому відносний суфозійний стиск складає 0,01.

5.4.7.16 Відносний суфозійний стиск необхідно виражати з точністю 0,001, початковий тиск суфозійного стиску - з точністю 0,02 МПа.

5.4.7.17 У процесі компресійно-фільтраційного випробування грунту при безперервній фільтрації води і заданому тиску p слід будувати графік залежності відносного суфозійного стиску ε_{sf} від ступеня видужування солей β_t (додаток П), яке визначають за формулою:

$h_{sat,\ p}$ - высота образца замоченного грунта при заданном давлении, мм;

$h_{sf,\ p}$ - высота образца грунта после сжатия в условиях постоянной фильтрации жидкости при заданном давлении, мм.

5.4.7.12 Относительное суффозионное сжатие грунта ε_{sf} при испытании по схеме "одной кривой" и при отсутствии просадочных деформаций следует определять по формуле:

$$\varepsilon_{sf} = \frac{\Delta h_{sf}}{h_{ng}} = \frac{h_p - h_{sf,p}}{h_{ng}}, \qquad (5.31)$$

где h_p - высота образца грунта природной влажности при заданном давлении, мм.

5.4.7.13 Относительную просадочность ε_{sl} для различных давлений при испытаниях по схеме "трех кривых" следует определять как разность значений относительного сжатия образцов в водонасыщенном состоянии $\varepsilon_{sat,\ p}$ и природной влажности ε_w или разность ординат соответствующих кривых графиков $\varepsilon = f(p)$.

5.4.7.14 Относительное суффозионное сжатие ε_{sf} для различных давлений при испытании по схеме "трех кривых" следует определять как разность значений относительного сжатия образцов выщелоченного грунта в водонасыщенном состоянии или разность ординат соответствующих кривых графика $\varepsilon = f(p)$. По значениям ε_{sf} следует строить график зависимости относительного суффозионного сжатия от давления (приложение П).

5.4.7.15 Начальное давление суффозионного сжатия ε_{sf} следует определять по графику зависимости относительного суффозионного сжатия от давления $\varepsilon_{sf} = f(p)$, принимая за p_{sf} давление, при котором относительное суффозионное сжатие составляет 0,01.

5.4.7.16 Относительное суффозионное сжатие необходимо выражать с точностью 0,001, начальное давление суффозионного сжатия - с точностью 0,02 МПа.

5.4.7.17 В процессе компрессионно-фильтрационного испытания грунта при непрерывной фильтрации воды и заданном давлении p следует строить график зависимости относительного суффозионного сжатия ε_{sf} от степени выщелачивания солей β_t (приложение П), определяемой по формуле:

$$\beta_t = \sum_{i=1}^{k} \overline{X} V_w / D_{sal} m_o, \qquad (5.35)$$

де k - число визначень щільного залишку | фільтрації за час випробувань;

где k - число определений плотного остатка | фильтрации за время испытаний;

V_w - об'єм води, яка профільтрувалась через зразок грунту за період між двома послідовними визначеннями щільного залишку, л;

$\overline{X}$ - середнє арифметичне значення двох наступних визначень щільного залишку фільтратів після віднімання щільного залишку фільтруючої рідини, г/л;

D_{sal} - засоленість грунту (приймають за результатами визначень середньої засоленості моноліту, з якого вирізають зразок грунту), д.е.;

m_o - маса сухого зразка грунту перед початком випробувань, г.

5.4.7.18 Після закінчення компресійно-фільтраційного випробування, а також після видужування солей без навантаження і наступного завантаження зразка слід провести коригування графіка $\varepsilon_{sf} = f(\beta_t)$, підставляючи у формулу ступені видужування солей (див. 5.4.7.17) замість значення засоленості D_{sal} значення початкової засоленості зразка грунту $D_{o,\,sal}$, визначається за формулою:

$$D_{o,sal} = 1 - \frac{m_f}{m_0}(1 - D_1), \qquad (5.33)$$

де m_f - маса сухого зразка грунту після закінчення випробувань, г;

D_1 - засоленість зразка грунту після закінчення випробувань, д.е.

6 Методи визначення характеристик міцності і деформованості мерзлих грунтів

6.1 Метод випробування кульковим штампом.

6.1.1 Суть методу

6.1.1.1 Випробування мерзлого грунту кульковим штампом проводять для визначення гранично тривалого значення еквівалентного зчеплення c_{eq} дрібних та пилуватих пісків і глинистих грунтів, крім заторфованих засолених та сипкомерзлих різновидів цих грунтів.

6.1.1.2 Гранично тривале значення еквівалентного зчеплення визначають за глибиною занурення кулькового штампа у зразок грунту від заданого навантаження при температурі випробувань не нижче мінус 5°С.

6.1.1.3 Значення навантаження визначають із умови, що тиск у зразку на першому ступені навантажування повинен бути рівний напруженню від власної ваги грунту на горизонті відбору зразка, а на останньому - розрахунковому опору грунту під підошвою фунда-

V_w - объем воды, профильтровавшейся через образец грунта за период между двумя последующими определениями плотного остатка, л;

$\overline{X}$ - среднее арифметическое значение двух последующих определений плотного остатка фильтратов за вычетанием плотного остатка фильтрующей жидкости, г/л;

D_{sal} - засоленность грунта (принимают по результатам определений средней засоленности монолита, из которого вырезают образец грунта), д.е.;

m_o - масса сухого образца грунта перед началом испытаний, г.

5.4.7.18 После окончания компрессионно-фильтрационного испытания, а также после выщелачивания солей без нагрузки и последующего загружения образца следует произвести корректирование графика $\varepsilon_{sf} = f(\beta_t)$, подставляя в формулу степени выщелачивания солей (см. 5.4.7.17) вместо значения засоленности D_{sal} значение начальной засоленности образца грунта $D_{o,\,sal}$ определяемой по формуле

$$D_{o,sal} = 1 - \frac{m_f}{m_0}(1 - D_1), \qquad (5.33)$$

где m_f - масса сухого образца грунта после окончания испытаний, г;

D_1 - засоленность образца грунта после окончания испытаний, д.е.

6 Методы определения характеристик прочности и деформируемости мерзлых грунтов

6.1 Метод испытания шариковым штампом

6.1.1 Сущность метода

6.1.1.1 Испытание мерзлого грунта шариковым штампом проводят для определения предельно длительного значения эквивалентного сцепления c_{eq} мелких и пылеватых песков и глинистых грунтов, кроме заторфованных засоленных и сыпучемерзлых разностей этих грунтов.

6.1.1.2 Предельно длительное значение эквивалентного сцепления определяют по глубине погружения шарикового штампа в образец грунта от заданной нагрузки при температуре испытаний не ниже минус 5°С.

6.1.1.3 Значение нагрузки определяют из условия, что давление в образце на первой ступени нагружения должно быть равным напряжению от собственного веса грунта на горизонте отбора образца, а на последней - расчетному сопротивлению грунта под подошвой

менту R, який задається програмою випробувань.

Примітка. У разі відсутності даних значення R допускається приймати за додатком Р.

6.1.1.4 Для випробувань використовують зразки мерзлого грунту непорушеного складу з природною вологістю і льодистістю. Товщина прошарків льоду у зразку повинна бути не більше 2 мм, а льодистість $i \leq 0,4$.

Зразки повинні мати форму циліндра діаметром не менше 71 мм і відношенням висоти до діаметра 1:3,5.

6.1.2 Обладнання та прилади

6.1.2.1 До складу установки для випробувань мерзлого грунту кульковим штампом повинні входити:

- кульковий штамп діаметром (22±2) мм з опорною плитою і рухомим столиком;
- плоский штамп для попереднього обтиснення зразка грунту;
- робоче кільце для відбирання грунту;
- механізм для вертикального навантажування зразка грунту;
- пристрій для вимірювання глибини занурення кулькового штампа.

Принципова схема установки наведена у додатку С.

6.1.3 Підготовка до випробування

6.1.3.1 Зразок грунту виготовляють з урахуванням вимог 6.1.1.4.

6.1.3.2 Після витримування зразка у робочому кільці протягом 12 год при температурі випробування проводять попереднє обтиснення зразка через плоский штамп тиском, рівним напруженню від власної ваги грунту на горизонті відбирання зразка, протягом 15 с. Після обтиснення зразок розвантажують.

6.1.3.3 Зразок грунту в робочому кільці встановлюють на рухомий столик установки і проводять такі операції:

- покривають зразок захисним кільцем із глянцевого або парафінованого паперу, в якому повинен бути вирізаний отвір діаметром, який на 2-3 мм перевищує діаметр кулькового штампа;
- встановлюють на зразок грунту кульковий штамп і центрують його фіксуючи момент дотику кулькою поверхні грунту за показаннями приладів вимірювання деформацій зразка грунту;

фундамента R, задаваемому программой испытаний.

Примечание. При отсутствии данных значение R допускается принимать по приложению Р.

6.1.1.4 Для испытаний используют образцы мерзлого грунта ненарушенного сложения с природной влажностью и льдистостью. Толщина прослоек льда в образце должна быть не более 2 мм, а льдистость $i \leq 0,4$.

Образцы должны иметь форму цилиндра диаметром не менее 71 мм и отношением высоты к диаметру 1:3,5.

6.1.2 Оборудование и приборы

6.1.2.1 В состав установки для испытаний мерзлого грунта шариковым штампом должны входить:

- шариковый штамп диаметром (22±2) мм с опорной плитой и подвижным столиком;
- плоский штамп для предварительного обжатия образца грунта;
- рабочее кольцо для отбора грунта;
- механизм для вертикального нагружения образца грунта;
- устройство для измерения глубины погружения шарикового штампа

Принципиальная схема установки приведена в приложении С.

6.1.3 Подготовка к испытанию

6.1.3.1 Образец грунта изготавливают с учетом требований 6.1.1.4.

6.1.3.2 После выдерживания образца в рабочем кольце в течение 12 ч при температуре испытания проводят предварительное обжатие образца через плоский штамп давлением, равным напряжению от собственного веса грунта на горизонте отбора образца, в течение 15 с. После обжатия образец разгружают.

6.1.3.3 Образец грунта в рабочем кольце устанавливают на подвижный столик установки и производят следующие операции:

- покрывают образец защитным кружком из глянцевой или парафинированной бумаги, в котором должно быть вырезано отверстие диаметром, на 2-3 мм превышающим диаметр шарикового штампа;
- устанавливают на образец грунта шариковый штамп и центрируют его, фиксируя момент касания шариком поверхности грунта по показаниям приборов для измерения деформаций образца грунта;

- закріплюють стержень штампа стопорним гвинтом;
- записують початкові показання приладів.

6.1.4 Проведення випробування

6.1.4.1 До зразка грунту плавно, не допускаючи ударів, прикладають навантаження, збільшуючи його ступенями, загальне число яких повинно бути не менше п'яти.

6.1.4.2 Навантаження на останньому ступені навантажування обчислюють за формулою:

- закрепляют стержень штампа стопорным винтом;
- записывают начальные показания приборов.

6.1.4 Проведение испытания

6.1.4.1 К образцу грунта плавно, не допуская ударов, прикладывают нагрузку, увеличивая ее ступенями, общее число которых должно быть не менее пяти.

6.1.4.2 Нагрузку на последней ступени нагружения вычисляют по формуле:

$$F = 0{,}18\ d_b^2\ R, \qquad (6.1)$$

де d_b - діаметр кулькового штампа, мм;

R - розрахунковий опір грунту під підошвою фундаменту, який приймають за 6.1.1.3, МПа.

При призначенні навантаження повинна дотримуватись умова:

где d_b - диаметр шарикового штампа, мм;

R - расчетное сопротивление грунта под подошвой фундамента, принимаемое по 6.1.1.3, МПа.

При назначении нагрузки должно соблюдаться условие:

$$0{,}05\ d_b < s_{15} < 0{,}005\ d_b, \qquad (6.2)$$

де s_{15} - глибина занурення кулькового штампа у зразок грунту через 15 хв після прикладання навантаження.

При недотриманні умови (6.2) слід провести коригування навантаження.

6.1.4.3 На кожному ступені навантажування знімають відліки по всіх приладах для вимірювання вертикальної деформації зразка грунту через 5, 10, 20, 30 і 60 хв після прикладення навантаження, потім через 2 год протягом робочого дня і далі два рази на добу (на початку і в кінці робочого дня) до умовної стабілізації деформації.

6.1.4.4 За критерій умовної стабілізації деформації приймають приріст вертикальної деформації, який не перевищує 0,01 мм за 12 год.

У обгрунтованих випадках може бути проведено випробування в прискореному режимі тривалістю 8 год.

6.1.4.5 Випробування закінчують після досягнення умовної стабілізації глибини занурення кулькового штампа (6.1.4.4) або, якщо випробування проводять в прискореному режимі, через 8 год після початку випробування.

6.1.4.6 Може бути проведено повторне випробування на тому самому зразку при дотриманні умови: центр наступного занурення кулькового штампу повинен бути віддалений від границь попередніх відбитків кульки і від краю зразка не менше ніж на половину діаметра кульки.

где s_{15} - глубина погружения шарикового штампа в образец грунта через 15 мин после приложения нагрузки.

При несоблюдении условия (6.2) следует произвести корректирование нагрузки.

6.1.4.3 На каждой ступени нагружения снимают отсчеты по всем приборам для измерения вертикальной деформации образца грунта через 5, 10, 20, 30 и 60 мин после приложения нагрузки, затем через 2 ч в течение рабочего дня и далее два раза в сутки (в начале и конце рабочего дня) до условной стабилизации деформации.

6.1.4.4 За критерий условной стабилизации деформации принимают приращение вертикальной деформации, не превышающее 0,01 мм за 12 ч.

В обоснованных случаях может быть проведено испытание в ускоренном режиме продолжительностью 8 ч.

6.1.4.5 Испытания заканчивают после достижения условной стабилизации глубины погружения шарикового штампа (6.1.4.4) или, если испытание проводят в ускоренном режиме, через 8 ч после начала испытания.

6.1.4.6 Может быть проведено повторное испытание на том же образце при соблюдении вия: центр следующего погружения шарикового штампа должен отстоять от границ предыдущих отпечатков шарика и от края образца не менее чем на половину диаметра шарика.

6.1.4.7 У процесі випробування ведуть журнал за формою, наведеною у додатку А.

6.1.5 Обробка результатів

6.1.5.1 За показаннями пристроїв для вимірювання деформації визначають глибину занурення кулькового штампа в грунт в кінці випробування (після досягнення умовної стабілізації деформації або через 8 год - при прискореному режимі випробування).

6.1.5.2 Гранично тривале значення еквівалентного зчеплення мерзлого грунту c_{eq}, МПа, визначають з точністю 0,01 МПа за формулою:

6.1.4.7 В процессе испытания ведут журнал по форме, приведенной в приложении А.

6.1.5 Обработка результатов

6.1.5.1 По показаниям устройств для измерения деформации определяют глубину погружения шарикового штампа в грунт в конце испытания (по достижении условной стабилизации деформации или через 8 ч - при ускоренном режиме испытания).

6.1.5.2 Предельно длительное значение эквивалентного сцепления мерзлого грунта c_{eq}, МПа, определяют с точностью 0,1 МПа по формуле:

$$c_{eq} = 0{,}06k\frac{F}{d_b S_b}, \qquad (6.3)$$

де F - навантаження на кульковий штамп, кН;

d_b -діаметр кулькового штампа, мм;

s_b - глибина занурення кулькового штампа в грунт в кінці випробувань, мм;

k - безрозмірний коефіцієнт, який дорівнює 1 при випробуваннях до умовної стабілізації деформації і 0,8 - при прискореному режимі.

где F - нагрузка на шариковый штамп, кН:

d_b - диаметр шарикового штампа, мм;

s_b - глубина погружения шарикового штампа в грунт в конце испытаний, мм;

k - безразмерный коэффициент, равный 1 при испытаниях до условной стабилизации деформации и 0,8 - при ускоренном режиме.

6.2 Метод одноплощинного зрізу по поверхні змерзання

6.2.1 Суть методу

6.2.1.1 Випробування мерзлого грунту методом одноплощинного зрізу по поверхні змерзання проводять для визначення таких характеристик міцності: опору зрізу мерзлого грунту, ґрунтового розчину і льоду по поверхні їх змерзання з матеріалом (фундаменту або іншим твердим матеріалом) R_{af}, опору зрізу мерзлого грунту по поверхні змерзання з іншим грунтом або ґрунтовим розчином R_{sh}; опору зрізу льоду по поверхні змерзання з грунтом або ґрунтовим розчином $R_{sh,\,i}$.

6.2.1.2 Ці характеристики визначають за результатами випробувань зразків грунту в одноплощинних зрізувальних приладах з фіксованою площиною зрізу шляхом прикладення до зразка грунту, зумороженому із зразком матеріалу фундаменту, грунтовим розчином або льодом, дотичного навантаження при одночасному навантажуванні зразка навантаженням, нормальним до площини зрізу.

6.2.1.3 Гранично тривалі значення опору зрізу мерзлого грунту по поверхні змерзання R_{af}, R_{sh} або $R_{sh,i}$ визначають як найбільші дотичні напруження, при яких здійснилась стабілізація деформації зразка при заданному нормальному напруженні.

6.2 Метод одноплоскостного среза по поверхности смерзания

6.2.1 Сущность метода

6.2.1.1 Испытание мерзлого грунта методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания проводят для определения следующих характеристик прочности: сопротивления срезу мерзлого грунта, грунтового раствора и льда по поверхности их смерзания с материалом (фундамента или другим твердым материалом) R_{af}, сопротивления срезу мерзлого грунта по поверхности смерзания с другим грунтом или грунтовым раствором R_{sh}; сопротивления срезу льда по поверхности смерзания с грунтом или грунтовым раствором $R_{sh,\,i}$.

6.2.1.2 Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в одноплоскостных срезных приборах с фиксированной плоскостью среза путем приложения к образцу грунта, смороженному с образцом материала фундамента, грунтовым раствором или льдом, касательной нагрузки при одновременном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

6.2.1.3 Предельно длительные значения сопротивления срезу мерзлого грунта по поверхности смерзания R_{af}, R_{sh} или $R_{sh,\,i}$ определения как наибольшие касательные напряжения, при которых произошла стабилизация деформации образца при заданном нормальном напряжении.

6.2.1.4 Для випробувань використовують зразки грунту або грунтового розчину непорушеного і порушеного складу.

Зразки повинні мати форму циліндра діаметром не менше 70 мм і висотою від 1/2 до 1/3 діаметра.

6.2.1.5 Діаметр зразка матеріалу повинен дорівнювали діаметру зразка грунту.

6.2.2 Обладнання і прилади

6.2.2.1 До складу установки для випробувань мерзлого грунту методом одноплощинного зрізу по поверхні змерзання повинні входити:

- зрізувальний прилад з фіксованою площиною зрізу:
- робоче кільце для зразка грунту, грунтового розчину, льоду з внутрішніми розмірами за 6.2.1.4;
- форми для змережування зразка грунту з матеріалом фундаменту, грунтовим розчином, льодом і грунтом;
- механізми для створення дотичного і нормального навантажень;
- пристрої для вимірювання деформацій
- зразка.

Принципова схема зрізувального приладу наведена в додатку Т.

6.2.2.2 Конструкція зрізувального приладу повинна забезпечувати можливість прикладення дотичного навантаження до 10 кН.

6.2.2.3 Форми для зморожування виготовляють з матеріалу низької теплопровідності (наприклад, органічного скла). Товщина стінок кілець форми з органічного скла повинна бути не менше 20 мм.

Конструкція форми повинна забезпечувати можливість однобічного проморожування зразка через його торцеві поверхні і виключати віджимання і стікання води з грунту при його проморожуванні.

Принципові схеми форм наведені в додатку У. В формі першого типу підготовляють зразки виду "грунт (грунтовий розчин, лід) - матеріал" для визначення R_{af} (6.2.1.1), в формі другого типу - зразки виду "грунт - грунтовий розчин (лід, грунт)" - для визначення R_{sh} і $R_{sh,i}$.

6.2.3 Підготовка до випробування

6.2.3.1 Зразок грунту виготовляють з урахуванням вимог 6.1.1.4 і додатка У.

6.2.1.4 Для испытаний используют образцы грунта или грунтового раствора ненарушенного и нарушенного сложения.

Образцы должны иметь форму цилиндра диаметром не менее 70 мм и высотой от 1/2 до 1/3 диаметра.

6.2.1.5 Диаметр образца материала должен быть равным диаметру образца грунта.

6.2.2 Оборудование и приборы

6.2.2.1 В состав установки для испытаний мерзлого грунта методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания должны входить:

- срезной прибор с фиксированной плоскостью среза;
- рабочее кольцо для образца грунта, грунтового раствора, льда с внутренними размерами по 6.2.1.4;
- формы для смораживания образца грунта с материалом фундамента, грунтовым раствором, льдом и грунтом;
- механизмы для создания касательной и нормальной нагрузок;
- устройства для измерения деформаций образца.

Принципиальная схема срезного прибора приведена в приложении Т.

6.2.2.2 Конструкция срезного прибора должна обеспечивать возможность приложения касательной нагрузки до 10 кН.

6.2.2.3 Формы для смораживания изготовляют из материала низкой теплопроводности (например, органического стекла). Толщина стенок колец формы из органического стекла должна быть не менее 20 мм.

Конструкция формы должна обеспечивать возможность одностороннего промора-живания образца через его торцевые поверхности и исключать отжатие и отток воды из грунта при его промораживании.

Принципиальные схемы форм приведены в приложении У. В форме первого типа подготавливают образцы вида "грунт (грунтовый раствор, лед) - материал" для определения R_{af} (6.2.1.1), в форме второго типа - образцы вида "грунт - грунтовый раствор (лед, грунт)" - для определения R_{sh} и $R_{sh,i}$.

6.2.3 Подготовка к испытанию

6.2.3.1 Образец грунта изготавливают с учетом требований 6.1.1.4 и приложения У.

6.2.3.2 Зразок матеріалу виготовляють з урахуванням вимог додатка У діаметром, що дорівнює діаметру зразка грунту, і висотою, що визначається конструкцією зрізувального приладу.

6.2.3.3 Підготовлений до випробувань Зразок поміщають у зрізну коробку приладу і проводять такі операції:

- закріплюють зразок так, щоб площина змерзання розташовувалась у зазорі між рухомою і нерухомою частинами приладу, який дорівнює 1-2 мм;
- встановлюють на зразок грунту штамп
- для передачі нормального тиску і центрують його;
- закріплюють пристрої для вимірювання деформації зразка грунту;
- встановлюють зрізувальний прилад на станину під прес і центрують;
- звільняють рухому частину зрізувальної коробки, приєднують до неї механізм для створення дотичного навантаження;
- записують початкові показання пристроїв для вимірювання деформації зразка і фіксують час початку випробувань.

6.2.4 Проведення випробування

6.2.4.1 До зразка грунту плавно, не допускаючи ударів, прикладають нормальне навантаження і потім перший ступінь дотичного навантаження.

6.2.4.2 Значення нормального тиску, при Якому проводять випробування, визначають програмою випробувань. При відсутності даних цей тиск приймають рівним 0,1 МПа.

6.2.4.3 Значення першого ступеня дотичного навантаження Q_1 і ступеня подальшого навантажування ΔQ, кН, при випробуваннях по визначенню опору зрізу мерзлого грунту, грунтового розчину з матеріалом фундаменту і опору зрізу мерзлого грунту по поверхні змерзання з іншим грунтом або ґрунтовим розчином визначають відповідно до 6.2.4.4.

При недостатній кількості зразків значення Q_1 і ΔQ можуть бути визначені за формулами:

$$Q_1 = \tau_1 \cdot A_{af}, \quad (6.4)$$

$$\Delta Q_1 = \Delta\tau \cdot A_{af}, \quad (6.5)$$

де τ_1 - дотичне напруження, яке приймається за таблицею 6.1, МПа;

A_{af} - площа змерзання зразка грунту із зразком матеріалу фундаменту, см^2;

6.2.3.2 Образец материала изготавливают с учетом требований приложения У диаметром, равным диаметру образца грунта, и высотой, определяемой конструкцией срезного прибора.

6.2.3.3 Подготовленный к испытаниям образец помещают в срезную коробку прибора и производят следующие операции:

- закрепляют образец так, чтобы плоскость смерзания располагалась в зазоре между подвижной и неподвижной частями прибора, составляющем 1-2 мм;
- устанавливают на образец грунта штамп для передачи нормального давления и центрируют его;
- закрепляют устройства для измерения деформации образца грунта;
- устанавливают срезной прибор на станину под пресс и центрируют;
- освобождают подвижную часть срезной коробки, присоединяют к ней механизм для создания касательной нагрузки;
- записывают начальные показания устройств для измерения деформации образца и фиксируют время начала испытаний.

6.2.4 Проведение испытания

6.2.4.1 К образцу грунта плавно, не допуская ударов, прикладывают нормальную нагрузку и затем первую ступень касательной нагрузки.

6.2.4.2 Значение нормального давления, при котором проводят испытание, определяют программой испытаний. При отсутствии данных это давление принимают равным 0,1 МПа.

6.2.4.3 Значение первой ступени касательной нагрузки Q_1 и ступени последующего нагружения ΔQ, кН, при испытаниях по определению сопротивления срезу мерзлого грунта, грунтового раствора с материалом фундамента и сопротивления срезу мерзлого грунта по поверхности смерзания с другим грунтом или грунтовым раствором определяют в соответствии с 6.2.4.4.

При недостаточном количестве образцов значения Q_1 и ΔQ могут быть определены по формулам:

где τ_1 - касательное напружение, принимаемое по таблице 6.1, МПа;

A_{af}- площадь смерзания образца грунта с оразцом материала фундамента, см^2;

$\Delta\tau$ - приріст дотичного напруження на кожному ступені навантажування, який приймається за таблицею 6.2, МПа.

$\Delta\tau$ - приращение касательного напряжения на каждой ступени нагружения, принимаемое по таблице 6.2, МПа

Таблиця 6.1
Таблица 6.1

Грунти Грунты	**Значення дотичного напруження τ_1, МПа, на першому ступені навантажування при температурі грунту, °С Значение касательного напряжения τ_1, МПа, на первой ступени нагружения при температуре грунта, °С**											
	-0,3	**-0,5**	**-1**	**-1,5**	**-2**	**-2,5**	**-3**	**-3,5**	**-4**	**-6**	**-8**	**-10**
При визначенні R_{af} При определении R_{af}												
Піски Пески	0,04	0,06	0,09	0,11	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,26	0,31	0,30
Глинисті Глинистые	0,03	0,04	0,07	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,21	0,24	0,20
При визначенні R_{sh} При определении R_{sh}												
Піски Пески	0,05	0,08	0,12	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,29	0,34	0,38
Глинисті Глинистые	0,03	0,05	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,21	0,24	0,27

Примітка 1. Значення τ_1 при визначенні опору зрізу мерзлих грунтів, ґрунтових розчинів по поверхні змерзання R_{af}, з металевим матеріалом фундаменту слід приймати з коефіцієнтом 0,7.
Примечание 1. Значения τ_1 при определении сопротивления срезу мерзлых грунтов, грунтовых растворов по поверхности смерзания R_{af} с металлическим материалом фундамента следует принимать с коэффициентом 0,7.
Примітка 2. Значення τ_1 при визначенні R_{sh} при зморожуванні різнорідних грунтів слід приймати для найменш міцного грунту.
Примечание 2. Значения τ_1 при определении R_{sh} при смораживании разнородных грунтов следует принимать для наименее прочного грунта.
Примітка 3. Якщо на першому ступені навантажування спостерігається незатухаюча повзучість, значення τ_1 необхідно зменшити у два рази.
Примечание 3. Если на первой ступени нагружения наблюдается незатухающая ползучесть, значение τ_1 необходимо уменьшить в два раза.

Таблиця 6.2
Таблица 6.2

Температура випробуваного грунту, °С Температура испытываемого грунта, °С	**Приріст ступенів дотичного напруження $\Delta\tau$, МПа Приращение ступеней касательного напряжения $\Delta\tau$, МПа**
Від 0 до -1 От 0 до – 1	0,01
Нижче - 1 до – 3 Ниже - 1 до – 3	0,02
Нижче - 3 до – 6 Ниже - 3 до – 6	0,03
Нижче - 6 Ниже - 6	0,04

6.2.4.4 Значення першого ступеня дотичного навантаження Q, кН, при випробуваннях по визначенню опору зрізу льоду по поверхні змерзання з матеріалом фундаменту; мерзлого грунту, льоду - з іншими матеріалами і льоду з грунтом або грунтовим розчином слід вста-

6.2.4.4 Значение первой ступени касательной нагрузки Q, кН, при испытаниях по определению сопротивлений срезу льда по поверхности смерзания с материалом фундамента; мерзлого грунта, льда - с другими материалами и льда с грунтом или грунтовым раствором

новлювати відповідно до завдання, а при його відсутності визначати на основі результатів попередньо проведених випробувань при безперервному швидкому впливі навантаження за формулою:

$$Q_l = 0{,}1\ R_{af,\,o} \cdot A_{af} \qquad (6.6)$$

де $R_{af,\,o}$ - умовно-миттєвий опір зрізу мерзлого грунту, льоду по поверхні змерзання, який визначають відповідно до 6.2.4.9 і 6.2.5.4, МПа.

Далі збільшують дотичне навантаження ступенями навантажування ΔQ, кН, значення яких при відсутності завдання визначають за формулою:

$$\Delta Q = Q_l / 2. \qquad (6.7)$$

6.2.4.5 На кожному ступені навантажування записують показання приладів (пристроїв) для вимірювання деформацій зрізу зразка через інтервали часу, які приймають за вказівками 6.1.4.3, до досягнення умовної стабілізації деформації (6.1.4.4).

6.2.4.6 Якщо на черговому ступені навантажування стабілізації деформації не спостерігається, то навантаження витримують до виникнення деформування з постійною швидкістю, яке вважається досягнутим, коли швидкість деформування протягом двох 12-годинних інтервалів, які ідуть один за одним, зберігається постійною.

6.2.4.7 Випробування закінчують, коли деформування з постійною швидкістю встановлено не менше ніж для двох ступенів дотичного-навантаження.

6.2.4.8 Проби для визначення вологості грунту після випробувань відбирають із зони зрізу.

6.2.4.9 При проведенні випробувань при безперервному швидкому зростанні навантаження до зразка плавно, не допускаючи ударів, прикладають дотичне навантаження, збщыцуючи його безперервно і забезпечуючи таку постійну швидкість деформування зразка, щоб час від початку випробування до моменту руйнування зразка становив 20-30 с.

У процесі випробувань проводять автоматичний запис дотичного навантаження на зразок, ау разі відсутності системи автоматичного запису фіксують навантаження Q_o в момент його руйнування.

6.2.4.10 У процесі випробувань ведуть журнал за формою, яку наведено в додатку А.

следует устанавливать в соответствии с заданием, а при его отсутствии определять на основании результатов предварительно проведенных испытаний при непрерывном быстром воздействии нагрузки по формуле:

$$Q_l = 0{,}1\ R_{af,\,o} \cdot A_{af} \qquad (6.6)$$

где $R_{af,\,o}$ - условно-мгновенное сопротивление срезу мерзлого грунта, льда по поверхности смерзания, определяемое в соответствии с 6.2.4.9 и 6.2.5.4, МПа.

Далее увеличивают касательную нагрузку ступенями нагружения ΔQ, кН, значения которых при отсутствии задания определяют по формуле:

$$\Delta Q = Q_l / 2. \qquad (6.7)$$

6.2.4.5 На каждой ступени нагружения записывают показания приборов (устройств) для измерения деформаций среза образца через интервалы времени, принимаемые по указаниям 6.1.4.3, до достижения условной стабилизации деформации (6.1.4.4).

6.2.4.6 Если на очередной ступени нагружения стабилизации деформации не наблюдается, то нагрузку выдерживают до возникновения деформирования с постоянной скоростью, которое считается достигнутым, когда скорость деформиро-вания в течение двух следующих друг за другом 12-часовых интервалов сохраняется постоянной.

6.2.4.7 Испытание заканчивают, когда деформирование с постоянной скоростью установлено не менее чем для двух ступеней касательной нагрузки.

6.2.4.8 Пробы для определения влаж-ности грунта после испытаний отбирают из зоны среза.

6.2.4.9 При проведении испытаний при непрерывном быстром возрастании нагрузки к образцу плавно, не допуская ударов, прикладывают касательную нагрузку, увеличивая ее непрерывно и обеспечивая такую постоянную скорость деформирования образца, чтобы время от начала испытания до момента разрушения образца составляло 20-30 с.

В процессе испытаний производят автоматическую запись касательной нагрузки на образец, а при отсутствии системы автоматической записи фиксируют нагрузку Q_o в момент его разрушения.

6.2.4.10 В процессе испытаний ведут журнал по форме, приведенной в приложении А.

6.2.5 Обробка результатів

6.2.5.1 У процесі випробувань будують графік залежності деформацій зрізу зразка грунту 1 у часі при різних значеннях дотичного навантаження (додаток Ф).

6.2.5.2 Гранично тривалі значення опору зрізу мерзлого грунту по поверхні змерзання R_{af}, R_{sh}, $R_{sh,\ i}$ визначають як найбільше дотичне напруження, при якому відбулась стабілізація деформації зразка при заданому нормальному напруженні.

6.2.5.3 При визначенні R_{af}, R_{sh}, $R_{sh,\ i}$ вводять поправку на тертя в зрізувальному приладі на раніше побудованій тарувальній кривій.

6.2.5.4 За результатами випробувань при безперервному швидкому зростанні навантаження визначають умовно-миттєве значення опору зрізу мерзлого грунту, льоду по поверхні змерзання $R_{af,\ o}$, МПа, за формулою:

$$R_{af,\ o} = Q_o / A_{af} \qquad (6.8)$$

6.3 Метод одновісного стиску

6.3.1 Суть методу

6.3.1.1 Випробування мерзлого грунту методом одновісного стиску проводять для визначення таких характеристик міцності і деформованості: границь міцності на одновісний стиск R_c, R_{oc}, модуля лінійної деформації E, коефіцієнта поперечного розширення ν, коефіцієнта нелінійної деформації A, коефіцієнта в'язкості сильнольодистих грунтів η для пісків (крім гравелистих і крупних) і глинистих грунтів, крім заторфованих, засолених і сипкомерзлих різновидів вказаних грунтів.

6.3.1.2 Ці характеристики визначають за результатами навантажування зразків грунту вертикальним навантаженням в умовах вільного бічного розширення з доведенням зразка до крихкого руйнування або досягнення незатухаючої повзучості.

6.3.1.3 Для випробувань використовують зразки мерзлого грунту непорушеного складу з природною вологістю і льодистістю.

Товщина прошарків льоду у зразку повинна бути не більше 2 мм, а льодистість $i \leq 0,4$.

При визначенні коефіцієнта в'язкості сильнольодистих грунтів товщина прошарків льоду у зразку повинна бути не більше 10 мм.

6.3.1.4 Зразки повинні мати форму циліндра діаметром 71,4 і висотою 140 мм або діаметром 49 і висотою 100 мм.

6.2.5 Обработка результатов

6.2.5.1 В процессе испытаний строят график зависимости деформаций среза образца грунта 1 во времени при различных значениях касательного напряжения (приложение Ф).

6.2.5.2 Предельно длительные значения сопротивления срезу мерзлого грунта по поверхности смерзания R_{af}, R_{sh}, $R_{sh,\ i}$ определяют как наибольшее касательное напряжение, при котором произошла стабилизация деформации образца при заданном нормальном напряжении.

6.2.5.3 При определении R_{af}, R_{sh}, $R_{sh,\ i}$ вводят поправку на трение в срезном приборе по заранее построенной тарировочной кривой.

6.2.5.4 По результатам испытаний при непрерывном быстром возрастании нагрузки определяют условно-мгновенное значение сопротивления срезу мерзлого грунта, льда по поверхности смерзания $R_{af,\ o}$ МПа, по формуле:

$$R_{af,\ o} = Q_o / A_{af} \qquad 6.8)$$

6.3 Метод одноосного сжатия

6.3.1 Сущность метода

6.3.1.1 Испытание мерзлого грунта методом одноосного сжатия проводят для определения следующих характеристик прочности и деформируемости: пределов прочности на одноосное сжатие R_c, R_{oc}, модуля линейной деформации E, коэффициента поперечного расширения ν, коэффициента нелинейной деформации A, коэффициента вязкости сильнольдистых грунтов η для песков (кроме гравелистых и крупных) и глинистых грунтов, кроме заторфованных, засоленных и сыпуче-мерзлых разностей указанных грунтов.

6.3.1.2 Эти характеристики определяют по результатам нагружения образцов грунта вертикальной нагрузкой в условиях свободного бокового расширения с доведением образца до хрупкого разрушения или достижения незатухающей ползучести.

6.3.1.3 Для испытаний используют образцы мерзлого грунта ненарушенного сложения с природной влажностью и льдистостью.

Толщина прослоек льда в образце должна быть не более 2 мм, а льдистость $i \leq 0,4$.

При определении коэффициента вязкости сидьнольдистых грунтов толщина прослоек льда в образце должна быть не более 10 мм.

6.3.1.4 Образцы должны иметь форму цилиндра диаметром 71,4 и высотой 140 мм или диаметром 49 и высотой 100 мм.

6.3.2 Обладнання і прилади

6.3.2.1 До складу установки для випробувань мерзлого грунту на одновісний стиск повинні входити:

- платформи (рухома і нерухома) з набором штампів для установки і кріплення зразка грунту;
- механізм для вертикального навантажування зразка;
- пристрої для вимірювання поздовжніх
- і поперечних деформацій.

Принципова схема установки наведена у додатку Х.

6.3.2.2 Конструкція установки і механізму для вертикального навантажування зразка грунту повинна забезпечувати:

- можливість навантажування зразка грунту безперервно при постійній швидкості деформування зразка не менше 1 мм/с;
- загальне навантаження на зразок грунту не менше 30 кН;
- можливість деформації зразка не менше 30 мм.

6.3.3 Підготовка до випробування

6.3.3.1 Зразок грунту виготовляють з урахуванням вимог 6.3.1.3 і 6.3.1.4.

6.3.3.2 Зразок грунту виймають з кільця, поміщають між нижнім і верхнім штампами і проводять такі операції:

- закріплюють паровологонепроникну оболонку на бічних поверхнях штампів;
- на зразок встановлюють пристрої для вимірювання поперечних деформацій;
- зразок зі штампами поміщають на нижню нерухому платформу установки і центрують;
- закріплюють пристрої для вимірювання поздовжніх деформацій зразка.

6.3.3.3 Після видержування зразка грунту в установці проводять попереднє обтиснення зразка тиском, який дорівнює напруженню від власної ваги грунту на горизонті відбору зразка (але не більше половини умовно-миттєвого значення міцності на одновісний стиск), протягом 15с. Потім зразок розвантажують, записують показання приладів і фіксують час початку випробувань.

6.3.4 Проведення випробувань при безперервному швидкому зростанні навантаження для визначення умовно-миттєвого значення границі міцності на одновісний стиск R_{oc}

6.3.2 Оборудование и приборы

6.3.2.1 В состав установки для испытаний мерзлого грунта на одноосное сжатие должны входить:

- платформы (подвижная и неподвижная) с набором штампов для установки и крепления образца грунта;
- механизм для вертикального нагружения образца;
- устройства для измерения продольных
- и поперечных деформаций.

Принципиальная схема установки приведена в приложении Х.

6.3.2.2 Конструкция установки и механизма для вертикального нагружения образца грунта должна обеспечивать:

- возможность нагружения образца грунта непрерывно при постоянной скорости деформирования образца не менее 1 мм/с;
- общую нагрузку на образец грунта не менее 30 кН;
- возможность деформации образца не менее 30 мм.

6.3.3 Подготовка к испытанию

6.3.3.1 Образец грунта изготавливают с учетом требований 6.3.1.3 и 6.3.1.4.

6.3.3.2 Образец грунта извлекают из кольца, помещают между нижним и верхним штампами и производят следующие операции:

- закрепляют паровлагонепроницаемую оболочку на боковых поверхностях штампов;
- на образец устанавливают устройства для измерения поперечных деформаций;
- образец со штампами помещают на нижнюю неподвижную платформу установки и центрируют;
- закрепляют устройства для измерения продольных деформаций образца.

6.3.3.3 После выдерживания образца грунта в установке производят предварительное обжатие образца давлением, равным напряжению от собственного веса грунта на горизонте отбора образца (но не более половины условно-мгновенного значения прочности на одноосное сжатие), в течение 15с. Затем образец разгружают, записывают показания приборов и фиксируют время начала испытаний.

6.3.4 Проведение испытаний при непрерывном быстром возрастании нагрузки для определения условно-мгновенного значения предела прочности на одноосное сжатие R_{oc}

6.3.4.1 До зразка плавно, не допускаючи ударів, прикладають навантаження, збільшуючи його безперервно і забезпечуючи постійну швидкість деформування зразка не менше 1 мм/с.

6.3.4.2 Випробування повинні продовжуватись до моменту руйнування зразка, якщо руйнування носить крихкий характер, або до моменту, коли відносна поздовжня деформація досягне значення $\varepsilon \geq 20\%$, якщо зразок деформується в'язко, без явних ознак руйнування.

6.3.4.3 У процесі випробувань проводять автоматичний запис навантаження на зразок і його деформацій. При відсутності системи автоматичного записи фіксують навантаження і висоту зразка грунту в момент його руйнування або в'язкого деформування.

6.3.4.4 У процесі випробувань ведуть журнал за формою, наведеною у додатку А.

6.3.5 Проведення випробувань на повзучість для визначення гранично тривалого значення границі міцності на одновісний стиск R_c і характеристик деформованості E, ν, A

6.3.5.1 До зразка плавно, не допускаючи ударів, прикладають навантаження, збільшуючи його рівними ступенями навантажування. Час прикладання навантаження на кожному ступені повинен бути не більше 30 с. На кожному ступені осьове напруження у зразку повинно бути постійним ($\delta_{z,i} = \text{const}$).

6.3.5.2 Навантаження на зразок грунту F_i, кН, на кожному ступені навантажування визначають за формулою:

$$F_i = \pi \delta_{z,i} \cdot d_i^2 / 4, \qquad (6.9)$$

де d_i - середній діаметр зразка грунту в момент прикладання чергового ступеня навантажування, см.

6.3.5.3 Напруження $\delta_{z,i}$, МПа, на кожному ступені навантажування визначають за формулою:

$$\delta_{z,i} = R_{oc} \cdot n_i / 10, \qquad (6.10)$$

де R_{oc} - умовно-миттєве значення границі міцності грунту на одновісний стиск, яке визначають за результатами випробувань при безперервному швидкому зростанні навантаження, МПа (6.3.7.2);

n_i - порядковий номер ступеня навантажування.

6.3.5.4 Значення $\delta_{z,i}$, може бути визначено за формулою:

6.3.4.1 К образцу плавно, не допуская ударов, прикладывают нагрузку, увеличивая ее непрерывно и обеспечивая постоянную скорость деформирования образца не менее 1 мм/с.

6.3.4.2 Испытания должны продолжаться до момента разрушения образца, если разрушение носит хрупкий характер, или до момента, когда относительная продольная деформация достигнет значения $\varepsilon \geq 20\%$, если образец деформируется вязко, без видимых признаков разрушения.

6.3.4.3 В процессе испытаний производят автоматическую запись нагрузки на образец и его деформаций. При отсутствии системы автоматической записи фиксируют нагрузку и высоту образца грунта в момент его разрушения или вязкого деформирования.

6.3.4.4 В процессе испытаний ведут журнал по форме, приведенной в приложении А.

6.3.5 Проведение испытаний на ползучесть для определения предельно длительного значения предела прочности на одноосное сжатие R_C и характеристик деформируемости E, ν, A

6.3.5.1 К образцу плавно, не допуская ударов, прикладывают нагрузку, увеличивая ее равными ступенями нагружения. Время приложения нагрузки на каждой ступени должно быть не более 30 с. На каждой ступени осевое напряжение в образце должно быть постоянным ($\delta_{z,i} = \text{const}$).

6.3.5.2 Нагрузку на образец грунта F_i, кН, на каждой ступени нагружения определяют по формуле:

$$F_i = \pi \delta_{z,i} \cdot d_i^2 / 4, \qquad (6.9)$$

где d_i - средний диаметр образца грунта в момент приложения очередной ступени нагружения, см.

6.3.5.3 Напряжение $\delta_{z,i}$, МПа, на каждой ступени нагружения определяют по формуле:

$$\delta_{z,i} = R_{oc} \cdot n_i / 10, \qquad (6.10)$$

где R_{oc} - условно-мгновенное значение предела прочности грунта на одноосное сжатие, определяемое по результатам испытаний при непрерывном быстром возрастании нагрузки, МПа (6.3.7.2);

n_i - порядковый номер ступени нагружения.

6.3.5.4 Значение $\delta_{z,i}$, может быть определено по формуле:

$$\delta_{z,\,i} = R \cdot n_i / 5, \tag{6.11}$$

де R - розрахунковий опір грунту під підо-, швою фундаменту,який визначають згідно з додатком Р.

6.3.5.5 Для забезпечення постійності осьового напруження у зразку на кожному ступені навантажування додатково збільшують навантаження F_i на $\Delta F_{i,\,j}$ при збільшенні діаметра зразка на 3 % (2 мм для зразків діаметром 71,4 мм) з моменту початку випробування або попереднього довантажування.

Значення $\Delta F_{i,\,j}$, кН, визначають за формулою:

$$\Delta F_{i,j} = \frac{\pi}{4}\sigma_{z,i}(d_{i,j}^2 - d_{i,j-1}^2), \qquad (6.12)$$

де $d_{i,\,j}$- діаметр зразка в момент довантажування, см;

$d_{i,\,j-1}$ -діаметр зразка в момент прикладання ступеня навантажування або попереднього довантажування, см.

6.3.5.6 Тривалість дії кожного ступеня навантажування повинна становити 24 год.

6.3.5.7 На кожному ступені навантажування записують показання пристроїв для вимірювання деформацій через інтервали часу, які приймають за 6.1.4.3, і будують графік залежності поздовжньої деформації зразка грунту від часу - криву повзучості (додаток Ц).

6.3.5.8 Випробування продовжують до тих пір, поки процес деформування зразка не перейде у стадію незатухаючої повзучості (стадія незатухаючої повзучості вважається досягнутою, коли деформації зразка будуть розвиватись з постійною або зростаючою швидкістю) або відносна поздовжня деформація зразка досягне 20%.

Швидкість деформації вважають постійною, якщо у трьох послідовних інтервалах вимірювань деформація змінюється не більше ніж на 0,02 мм за 2 год.

6.3.5.9 У процесі випробування ведуть журнал за формою, наведеною в додатку А.

6.3.6 Проведення випробувань на повзучість для визначення коефіцієнта в'язкості сильнольодистих грунтів η

6.3.6.1 До зразка грунту прикладають навантаження у відповідності з вимогами 6.3.5.1.

6.3.6.2 Навантаження на зразок на кожному ступені визначають за 6.3.5.2 - 6.3.5.4.

6.3.6.3 Для забезпечення постійності осьового напруження, виконують вимоги 6.3.5.5.

где R - расчетное сопротивление грунта под подошвой фундамента, определяемое в соответствии с приложением Р.

6.3.5.5 Для обеспечения постоянства осевого напряжения в образце на каждой ступени нагружения дополнительно увеличивают нагрузку F_i на $\Delta F_{i,\,j}$ при увеличении диаметра образца на 3 % (2 мм для образцов диаметром 71,4 мм) с момента начала испытания или предшествующего догружения.

Значение $\Delta F_{i,\,j}$, кН, определяют по формуле:

$$\Delta F_{i,j} = \frac{\pi}{4}\sigma_{z,i}(d_{i,j}^2 - d_{i,j-1}^2), \qquad (6.12)$$

где $d_{i,\,j}$ - диаметр образца в момент догружения, см;

$d_{i,\,j-1}$ -диаметр образца в момент приложения ступени нагружения или предшествующего догружения, см.

6.3.5.6 Продолжительность действия каждой ступени нагружения должна составлять 24 ч.

6.3.5.7 На каждой ступени нагружения записывают показания устройств для измерения деформаций через интервалы времени, принимаемые по 6.1.4.3, и строят график зависимости продольной деформации образца грунта от времени - кривую ползучести (приложение Ц).

6.3.5.8 Испытание продолжают до тех пор, пока процесс деформирования образца не перейдет в стадию незатухающей ползучести (стадия незатухающей ползучести считается достигнутой, когда деформации образца будут развиваться с постоянной или увеличивающейся скоростью) или относительная продольная деформация образца достигнет 20%.

Скорость деформации считают постоянной, если в трех Последовательных интервалах измерений деформация изменяется не более чем на 0,02 мм за 2 ч.

6.3.5.9 В процессе испытания ведут журнал по форме, приведенной в приложении А.

6.3.6 Проведение испытаний на ползучесть для определения коэффициента вязкости сильнольдистых грунтов η

6.3.6.1 К образцу грунта прикладывают нагрузку в соответствии с требованиями 6.3.5.1.

6.3.6.2 Нагрузку наобразец на каждой ступени определяют по 6.3.5.2 - 6.3.5.4.

6.3.6.3 Для обеспечения постоянства осевого напряжения выполняют требования

6.3.5.5.

6.3.6.4 Кожний ступінь навантажування витримують до умовної стабілізації поздовжньої деформації зразка грунту, яку приймаємо за 6.1.4.4, або до досягнення стадії незатухаючої повзучості.

6.3.6.5 На кожному ступені навантажування записують показання приладів для вимірювання деформацій зразка грунту через інтервали часу, які приймають за 6.1.4.3.

6.3.6.6 У процесі випробування ведуть журнал за формою, що наведена у додатку А.

6.3.6.7 У процесі випробувань для кожного ступеня навантажування виконують такі операції:

- будують криву повзучості (додаток Ц)
- на кривій повзучості виділяють лінійні ділянки, які відображають деформування зразка грунту з постійною швидкістю, якщо воно мало місце при даному значенні напруження;
- для виділених лінійних ділянок визначають значення швидкості деформування зразка V_i, мм/год, за формулою:

$$V_i = \frac{\Delta h_i}{\Delta t_i}, \qquad (6.13)$$

де Δh_i - різниця поздовжніх деформацій зразка грунту в кінці і на початку періоду деформування грунту з постійною швидкістю на і-му ступені навантажування, мм;

Δt_i - тривалість періоду деформування зразка грунту з постійною швидкістю на і-му ступені навантажування, год;

- за обчисленими значеннями V_i визначають значення швидкості відносного деформування зразка грунту $\acute{\varepsilon}$, 1/год, на і-му ступені навантажування за формулою:

$$\varepsilon_i = \frac{V_i}{h}, \qquad (6.14)$$

де h - початкова висота зразка грунту, мм.

6.3.6.8 На основі одержаних значень $\acute{\varepsilon}_i$ будують реологічну криву, яка відображає залежність $\acute{\varepsilon}_i = f(\sigma_i)$ (додаток Ц).

Реологічну криву на початковій ділянці апроксимують прямою найкращого наближення до експериментальних точок графічно або методом найменших квадратів.

6.3.6.9 Випробування закінчують, коли на початковій лінійній ділянці реологічної кривої одержано не менше трьох експериментальних точок і стільки ж за його межами після переходу даної залежності в нелінійну.

6.3.6.4 Каждую ступень нагружения выдерживают до условной стабилизации продольной деформации образца грунта, принимаемой по 6.1.4.4, или до достижения стадии незатухающей ползучести.

6.3.6.5 На каждой ступени нагружения записывают показания приборов для измерения деформаций образца грунта через интервалы времени, принимаемые по 6.1.4.3.

6.3.6.6 В процессе испытания ведут журнал по форме, приведенной в приложении А.

6.3.6.7 В процессе испытаний для каждой ступени нагружения выполняют следующие операции:

- строят кривую ползучести (приложение Ц);
- на кривой ползучести выделяют линейные участки, отражающие деформирование образца грунта с постоянной скоростью, если оно имело место при данном значении напряжения;
- для выделенных линейных участков определяют значение скорости деформирования образца V_i, мм/ч, по формуле:

$$V_i = \frac{\Delta h_i}{\Delta t_i}, \qquad (6.13)$$

где Δh_i - разность продольных деформаций образца грунта в конце и начале периода деформирования грунта с постоянной скоростью на i-ой ступени нагружения, мм;

Δt_i - продолжительность периода деформирования образца грунта с постоянной скоростью на i-ой ступени нагружения, ч;

- по вычисленным значениям V_i определяют значения скорости относительного деформирования образца грунта $\acute{\varepsilon}$, 1/ч, на i-ой ступени нагружения по формуле:

$$\varepsilon_i = \frac{V_i}{h}, \qquad (6.14)$$

где h - начальная высота образца грунта, мм.

6.3.6.8 На основании полученных значений $\acute{\varepsilon}_i$ строят реологическую кривую, отражающую зависимость $\acute{\varepsilon}_i = f(\sigma_i)$ (приложение Ц).

Реологическую кривую на начальном участке аппроксимируют прямой наилучшего приближения к экспериментальным точкам графически или методом наименьших квадратов.

6.3.6.9 Испытание заканчивают, когда на начальном линейном участке реологической кривой получено не менее трех экспериментальных точек и столько же за его пределами после перехода рассматриваемой зависимости в нелинейную.

Якщо вказана умова не виконується, то необхідно збільшити число ступенів навантажування.

6.3.7 Обробка результатів

6.3.7.1 Обробку результатів випробувань виконують одночасно з проведенням самих випробувань і перехід до наступного етапу випробувань (ступені навантажування,довантажування і т.д.) здійснюють після обробки результатів на попередньому етапі.

6.3.7.2 За результатами випробувань при безперервному швидкому збільшенні навантаження (6.3.4) визначають умовно-миттєве значення границі міцності на одновісний стиск R_{oc}, МПа, за формулами:

Если указанное условие не выполняется, то необходимо увеличить число ступеней нагружения.

6.3.7 Обработка результатов

6.3.7.1 Обработку результатов испытаний выполняют одновременно с проведением самих испытаний и переход к следующему этапу испытаний (ступени нагружения, догружения и т.д) осуществляют после обработки результатов на предыдущем этапе.

6.3.7.2 По результатам испытаний при непрерывном быстром возрастании нагрузки (6.3.4) определяют условно-мгновенное значение предела прочности на одноосное сжатие R_{oc}, МПа, по формулам:

$$R_{oc} = \frac{F}{A_0} \quad \text{-} \quad \begin{matrix}\text{при крихкому руйнуванні зразка}\\ \text{при хрупком разрушении образца}\end{matrix} \qquad (6.15)$$

$$R_{oc} = \frac{F}{A_m} \quad \text{-} \quad \begin{matrix}\text{при пластичному руйнуванні зразка}\\ \text{при пластическом разрушении образца}\end{matrix} \qquad (6.16)$$

де A_0 и A_m - відповідно початкова і кінцева (після проведення випробування) площі поперечного перерізу зразка, см^2;

F - руйнівне навантаження, кН, яке визначають за 6.3.4.2.

6.3.7.3 Гранично тривале значення границі міцності на одновісний стиск грунту R_c, МПа, визначають за результатами випробувань на повзучість, проведених відповідно до 6.3.5, за формулою:

$$R_c = 0{,}6\ \sigma_{k-1}, \qquad (6.17)$$

де σ_{k-1} - напруження у зразку грунту на ступені навантажування, який передує k-му ступеню, на якому процес деформування зразка переходить у стадію незатухаючої повзучості (6.3.5.8), МПа.

6.3.7.4 За результатами цих же випробувань (6.3.5) визначають також характеристики деформованості мерзлого грунту E, A і ν відповідно до додатка Ш.

6.3.7.5 За результатами випробувань, проведених відповідно до 6.3.6, визначають коефіцієнт в'язкості сильнольодистих грунтів η, МПа·год, з точністю 10 МПа·год за формулою:

где A_0 и A_m - соответственно начальная и конечная (после проведения испытания) площади поперечного сечения образца, см^2;

F - разрушающая нагрузка, кН, определяемая по 6.3.4.2.

6.3.7.3 Предельно длительное значение предела прочности на одноосное сжатие грунта R_c, МПа, определяют по результатам испытаний на ползучесть, проведенных в соответствии с 6.3.5, по формуле:

$$R_c = 0{,}6\ \sigma_{k-1}, \qquad (6.17)$$

где σ_{k-1} - напряжение в образце грунта на ступени нагружения, предшествующей k-ой ступени, на которой процесс деформирования образца переходит в стадию незатухающей ползучести (6.3.5.8), МПа.

6.3.7.4 По результатам этих же испытаний (6.3.5) определяют также характеристики деформируемости мерзлого грунта E, A и ν в соответствии с приложением Ш.

6.3.7.5 По результатам испытаний, проведенных в соответствии с 6.3.6, определяют коэффициент вязкости сильнольдистых грунтов η МПа·ч, с точностью 10 МПа·ч по формуле:

$$\nu = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{3\dot{\varepsilon}}, \qquad (6.18)$$

де σ_1 - напруження, що відповідає точці A перетину лінійної ділянки реологічної кривої (6.3.6.8) з віссю абсцис, МПа;

σ_2 - напруження, що відповідає кінцевій точці B лінійної ділянки реологічної кривої, МПа;

где σ_1 - напряжение, соответствующее точке A пересечения линейного участка реологической кривой (6.3.6.8) с осью абсцисс, МПа;

σ_2 - напряжение, соответствующее конечной точке B линейного участка реологической

кривой, МПа;

έ - те саме, що і у 6.3.6.7.

6.4 Метод компресійного стиску

6.4.1 Суть методу

6.4.1.1 Випробування мерзлого грунту методом компресійного стиску проводять для визначення таких характеристик деформованості: коефіцієнта стисливості пластичномерзлих грунтів m_f, коефіцієнта відтавання A_{th} і стисливості при відтаванні m для пісків і глинистих грунтів (крім пісків гравелистих і крупних), а також заторфованих, засолених і сипкомерзлих різностей вказаних грунтів.

6.4.1.2 Ці характеристики визначають за результатами випробувань зразків грунту в компресійних приладах (одометрах), які виключають можливість бічного розширення зразка грунту при його навантажуванні вертикальним навантаженням у мерзлому або розмороженому стані.

Результати випробувань оформлюють у вигляді графіків залежностей деформацій зразка від навантаження та їх зміну в часі.

6.4.1.3 Навантаження при випробуванні визначають з умови, що на першому ступені навантажування тиск повинен дорівнювати напруженню від власної ваги на глибині відбирання зразка, а на останньому ступені - розрахунковому опору грунту під підошвою фундаменту R, який задається програмою випробувань.

Примітка. У разі відсутності даних значення R допускається приймати відповідно до додатка Р.

6.4.1.4 Для випробувань використовують зразки мерзлого грунту непорушеного складу з природною вологістю і льодистістю.

Товщина прошарків льоду у зразку повинна бути не більше 2 мм, а льодистість $i_i \leq 0,4$.

Зразки повинні мати форму циліндра діаметром не менше 71 мм і відношенням висоти до діаметра 1:3,5.

6.4.2 Обладнання та прилади

До складу установки для випробувань грунту методом компресійного стиску повинні входити:

- компресійний прилад (одометр);
- механізм для вертикального навантажування зразка грунту;
- пристрої для вимірювання вертикальних деформацій зразка грунту.

έ - то же, что и в 6.3.6.7.

6.4 Метод компрессионного сжатия

6.4.1 Сущность метода

6.4.1.1 Испытание мерзлого грунта методом компрессионного сжатия проводят для определения следующих характеристик деформируемости: коэффициента сжимаемости пластичномерзлых грунтов m_f, коэффициента оттаивания A_{th} и сжимаемости при оттаивании m для песков и глинистых грунтов (кроме песков гравелистых и крупных), а также заторфованных, засоленных и сыпучемерзлых разностей указанных грунтов.

6.4.1.2 Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в компрессионных приборах (одометрах), исключающих возможность бокового расширения образца грунта при его нагружении вертикальной нагрузкой в мерзлом или оттаянном состоянии.

Результаты испытаний оформляют в виде графиков зависимостей деформаций образца от нагрузки и их изменения во времени.

6.4.1.3 Нагрузку при испытании определяют из условия, что на первой ступени нагружения давление должно быть равно напряжению от собственного веса на глубине отбора образца, а на последней ступени - расчетному сопротивлению грунта под подошвой фундамента R, задаваемому программой испытаний.

Примечание. При отсутствии данных значение R допускается принимать в соответствии с приложением Р.

6.4.1.4 Для испытаний используют образцы мерзлого грунта ненарушенного сложения с природной влажностью и льдистостью.

Толщина прослоек льда в образце должна быть не более 2 мм, а льдистость $i_i \leq 0,4$.

Образцы должны иметь форму цилиндра диаметром не менее 71 мм и отношением высоты к диаметру 1:3,5.

6.4.2 Оборудование и приборы

В состав установки для испытаний грунта методом компрессионного сжатия должны входить:

- компрессионный прибор (одометр);
- механизм для вертикального нагружения образца грунта;
- устройства для измерения вертикальных деформаций образца грунта.

6.4.3 Підготовка до випробування

6.4.3.1 Зразок грунту виготовляють з урахуванням вимог 6.4.1.4.

6.4.3.2 Для грунтів, які випробовуються, додатково до фізичних характеристик, вказаних в 4.3, повинні бути визначені такі характеристики: тип криогенної текстури, вологість за рахунок льодяних включень і льодистість.

6.4.3.3 Зразок грунту у робочому кільці поміщають у направляючий циліндр одометра і проводять такі операції:

- на зразок грунту ставлять штамп і центрують його;
- закріплюють пристрої для вимірювання вертикальних деформацій зразка грунту симетрично відносно осі штампа;
- одометр встановлюють на станину під прес і центрують;
- витримують зразок при температурі випробувань;
- записують початкові показання приладів;
- фіксують температуру і час початку випробувань.

6.4.4 Проведення випробування

6.4.4.1 До зразка плавно, не допускаючи ударів, прикладають навантаження першого ступеня навантажування, створюючи тиск, який відповідає вимогам 6.4.1.3.

6.4.4.2 Після стабілізації деформації (відповідно до 6.4.4.3) збільшують навантаження на зразок ступенями навантажування відповідно до 6.4.1.3. Число ступенів повинно бути не менше п'яти.

6.4.4.3 Кожний ступінь навантажування слід прикладати після умовної стабілізації вертикальної деформації зразка грунту на попередньому ступені, який приймають за 6.1.4.4.

6.4.4.4 Під час випробувань для визначення A_{th} і m після умовної стабілізації деформації на першому ступені навантажування проводять відтавання зразка грунту, підвищуючи температуру повітря в приміщенні для випробувань і фіксують при цьому деформації зразка грунту також до досягнення умовної стабілізації деформації. Далі продовжують випробування грунту у розмороженому стані. Приріст тиску при цьому на наступних ступенях приймають 0,05 МПа для глинистих грунтів і 0,075 МПа - для пісків.

6.4.3 Подготовка к испытанию

6.4.3.1 Образец грунта изготавливают с учетом требований 6.4.1.4.

6.4.3.2 Для испытываемых грунтов дополнительно к физическим характеристикам, указанным в 4.3, должны быть определены следующие характеристики: тип криогенной текстуры, влажность за счет ледяных включений и льдистость.

6.4.3.3 Образец грунта в рабочем кольце помещают в направляющий цилиндр одометра и производят следующие операции:

- на образец грунта ставят штамп и центрируют его;
- закрепляют устройства для измерения вертикальных деформаций образца грунта симметрично относительно оси штампа;
- одометр устанавливают на станину под пресс и центрируют;
- выдерживают образец при температуре испытаний;
- записывают начальные показания приборов;
- фиксируют температуру и время начала испытаний.

6.4.4 Проведение испытания

6.4.4.1 К образцу плавно, не допуская ударов, прикладывают нагрузку первой ступени нагружения, создавая давление, отвечающее требованиям 6.4.1.3.

6.4.4.2 После стабилизации деформации (в соответствии с 6.4.4.3) увеличивают нагрузку на образец ступенями нагружения в соответствии с 6.4.1.3. Число ступеней должно быть не менее пяти.

6.4.4.3 Каждую ступень нагружения следует прикладывать после условной стабилизации вертикальной деформации образца грунта на предшествующей ступени, принимаемой по 6.1.4.4.

6.4.4.4 При испытаниях для определения A_{th} и m после условной стабилизации деформации на первой ступени нагружения производят оттаивание образца грунта, повышая температуру воздуха в помещении для испытаний и фиксируют при этом деформации образца грунта также до достижения условной стабилизации деформации. Далее продолжают испытание грунта в оттаянном состоянии. Приращение давления при этом на последующих ступенях принимают 0,05 МПа для глинистых грунтов и 0,075 МПа - для песков.

6.4.4.5 На кожному ступені навантажування записують показання приладів (пристроїв) для вимірювання вертикальної деформації зразка грунту через інтервали часу, які приймають за 6.1.4.3.

6.4.4.6 У процесі випробування ведуть журнал за формою, наведеною у додатку А.

6.4.5 Обробка результатів

6.4.5.1 За результатами випробувань для кожного ступеня навантажування обчислюють:

- абсолютну стабілізовану вертикальну деформацію зразка грунту Δh_i мм, як середнє арифметичне показання приладів (пристроїв для вимірювання вертикальної деформації зразка грунту);
- відносну стабілізовану вертикальну деформацію зразка грунту ε_f і ε_{th} за формулами:
- при випробуванні для визначення m_f - за формулою (5.10), в яку замість значення ε підставляють значення ε_f;
- при випробуванні для визначення A_{th} і m

$$\varepsilon_{th} = \frac{\Delta h_i - \Delta h_g}{h_1}, \qquad (6.19)$$

де Δh_i - абсолютна стабілізована деформація зразка грунту після відтавання, мм;

Δh_g - абсолютна стабілізована деформація зразка грунту на першому ступені навантажування (при тиску, що дорівнює напруженню від власної ваги грунту на глибині відбирання зразка і до його відтавання), мм;

h_1 - висота зразка грунту після обтиснення (до його відтавання), мм.

6.4.5.2 За обчисленими значеннями будують графіки залежності $\varepsilon_f = f(p)$ або $\varepsilon_{th} = f(p)$ (додаток Щ), де p - тиск на зразок на кожному ступені навантажування, МПа.

6.4.5.3 Коефіцієнти стисливості пластичномерзлого грунту $m_{f,i}$, $МПа^{-1}$, визначають як величини, чисельно рівні тангенсам кутів нахилу α_i прямих, проведених з початку координат через точки p_i і $\varepsilon_{f,i}$, з точністю 0,001 $МПа^{-1}$ за формулою:

6.4.4.5 На каждой ступени нагружения записывают показания приборов (устройств) для измерения вертикальной деформации образца грунта через интервалы времени, принимаемые по 6.1.4.3.

6.4.4.6 В процессе испытания ведут журнал по форме, приведенной в приложении А.

6.4.5 Обработка результатов

6.4.5.1 По результатам испытаний для каждой ступени нагружения вычисляют:

- абсолютную стабилизированную вертикальную деформацию образца грунта Δh_i, мм, как среднее арифметическое показание приборов (устройств для измерения вертикальной деформации образца грунта);
- относительную стабилизированную вертикальную деформацию образца грунта ε_f и ε_{th} по формулам:
- при испытании для определения m_f - по формуле (5.10), в которую вместо значения ε подставляют значение ε_f;
- при испытании для определения A_{th} и m

$$\varepsilon_{th} = \frac{\Delta h_i - \Delta h_g}{h_1}, \qquad (6.19)$$

где Δh_i - абсолютная стабилизированная деформация образца грунта после оттаивания, мм;

Δh_g - абсолютная стабилизированная деформация образца грунта на первой ступени нагружения (при давлении, равном напряжению от собственного веса грунта на глубине отбора образца и до его оттаивания), мм;

h_1 - высота образца грунта после обжатия (до его оттаивания), мм.

6.4.5.2 По вычисленным значениям строят графики зависимости $\varepsilon_f = f(p)$ или $\varepsilon_{th} = f(p)$ (приложение Щ), где p - давление на образец на каждой ступени нагружения, МПа.

6.4.5.3 Коэффициенты сжимаемости пластичномерзлого грунта $m_{f,i}$, $МПа^{-1}$, определяют как величины, численно равные тангенсам углов наклона α_i прямых, проведенных из начала координат через точки p_i и $\varepsilon_{f,i}$, с точностью 0,001 $МПа^{-1}$ по формуле:

$$m_{f,i} = tg\alpha_i = \frac{\varepsilon_{f,i}}{p_i}. \qquad (6.20)$$

Примітка. За значеннями коефіцієнта стисливості $m_{f,\,i}$ може бути визначений модуль деформації $E_i = \beta / m_{f,\,i}$, де β - коефіцієнт, рівний 0,8.

6.4.5.4 Коефіцієнти відтавання A_{th} і стисливості при відтаванні мерзлого грунту визначають по прямій найкращого наближення до експериментальних точок (додаток Щ), побудованій графічно або методом найменших квадратів як відрізок, що відсікається цією прямою на осі ε_{th}, і тангенс кута α її нахилу до осі р.

Примечание. По значениям коэффициента сжимаемости $m_{f,\,i}$ может быть вычислен модуль деформации $E_i = \beta / m_{f,\,i}$, где β - коэффициент, равный 0,8.

6.4.5.4 Коэффициенты оттаивания A_{th} и сжимаемости при оттаивании мерзлого грунта определяют по прямой наилучшего приближения к экспериментальным точкам (приложение Щ), построенной графически или методом наименьших квадратов как отрезок, отсекаемый этой прямой на оси ε_{th}, и тангенс угла α ее наклона к оси р.

Додаток А
(рекомендований)

Форми
першої і наступних сторінок журналів
лабораторних випробувань грунтів

Приложение А
(рекомендуемое)

Формы
первой и последующих страниц журналов
лабораторных испытаний грунтов

Форма першої сторінки журналу
Форма первой страницы журнала

Організація (лабораторія)
Организация (лаборатория)

Журнал випробувань грунту методом
Журнал испытаний грунта методом

_____

Об'єкт (пункт)
Объект(пункт) _____
Споруда
Сооружение _____
Шурф (свердловина) №
Шурф (скважина) № _____
Глибина відбирання зразка, м
Глубина отбора образца, м _____
Лабораторний номер зразка
Лабораторный номер образца_____
Найменування грунту
Наименование грунта _____
Будова грунту
Сложение грунта _____
Візуальний опис грунту в лабораторії
Визуальное описание грунта в лаборатории_____
_____
Вид випробування
Вид испытания _____
Фізичні характеристики грунту
Физические характеристики грунта_____
Прилад(тип, номер)
Прибор (тип, номер) _____
Схема випробування
Схема испытания _____
Схема фільтрації
Схема фильтрации_____
Відомості про зауваження
Сведения о замечании
Рідина для замочування (фільтрації)
Жидкость для замачивания (фильтрации) _____

Дата випробувань: початок закінчення
Дата испытаний: начало
_____окончание_____

Дані про робоче кільце (зразок):
Данные о рабочем кольце (образце):

Висота, мм
Высота, мм _____

Діаметр, мм
Диаметр, мм_____

Площа, см^2
Площадь, см^2 _____

Об'єм, см
Объем,см _____

Маса, г
Масса, г _____

Маса з грунтом, г
Масса с грунтом, г _____

Маса зразка, г
Масса образца, г _____

Фізичні характеристики грунта
Физические характеристики грунта

Найменування характеристики Наименование характеристики	**Значення Значение**		**Примітка Примечание**
	до досліду до опыта	**після досліду после опыта**	

Журнал
випробувань для визначення опору немерзлого грунту одноплощинному зрізу та опору мерзлого грунту зрізу по поверхні змерзання з матеріалом фундаменту

Попереднє ущільнення
(немерзлих грунтів)

Журнал
испытаний для определения сопротивления немерзлого грунта одноплоскостному срезу и сопротивления мерзлого грунта срезу по поверхности смерзания с материалом фундамента

Предварительное уплотнение
(немерзлых грунтов)

Номер зразка_____ Номер образца _____

Дата випробування Дата испытания	Маса вантажу на підвісці важеля, кг Масса груза на подвеске рычага, кг	Тиск на зразок p, МПа Давление на образец p, МПа	Час знімання відліку t_i, год Время снятия отсчета t_i, ч	Показания індикатора вертикальних деформацій Показания индикатора вертикальных деформаций	Вертикальна деформація зразка Δh, мм Вертикальная деформация образца Δh, мм	Відносна стисливість (набухання), ε Относительное сжатие (набухание), ε	Примітка Примечание

Зріз грунту
Срез грунта

Номер зразка
Номер образца_____

Дата випробувань Дата испытаний	Температура випробувань T, °C Температура испытаний T, °C	Час знімання відміру t_i, год Время снятия отсчета t_i, ч	Час початку досліду t, год Время начала опыта t, ч	Тиск на зразок грунту p, МПа Давление на образец грунта p, МПа	Дотичне навантаження Q, кН Касательная нагрузка, Q, кН	Дотичне напруження τ, МПа Касательное напряжение τ, МПа	Показания ндикагора деформацій зрізу Показания індикатора деформаций среза	Абсолютна деформація зрізу l, мм Абсолютная деформация среза, l, мм	Абсолютна деформація зрізу з урахуванням поправки на тертя у приладі l-Δ, мм Абсолютная деформация среза с учетом поправки на трение в приборе l-Δ, мм	Приріст деформацій зрізу Δl, мм Приращение деформаций среза Δl, мм	Швидкість деформацій зрізу v_1, мм/добу Скорость деформации среза v_1, мм/сут	Температура контрольного зразка T_o, °C Температура контрольного образца T_o, °C	Примітка Примечание

Примітка. Температура випробувань і контрольного зразка, а також швидкість деформації зрізу вказують при випробуванні мерзлих грунтів.
Примечание. Температура испытаний и контрольного образца, а также скорость деформации среза указываются при испытании мерзлых грунтов.

Журнал
випробувань грунту методом одновісного стиску

Журнал
испытаний грунта методом одноосного сжатия

Номер зразка_____

Номер образца_____

Дата випробувань Дата испытаний	Руйнівна сила F, Мпа Разрушительная сила F, МПа			Відносна вертикальна деформація в момент руйнування ε Относи-тельная вертикальная деформация в момент разрушения ε	Границя міцності зразка грунту на одновісний стиск R, МПа у стані Предел прочности образца грунта на одноосное сжатие R, Мпа в состоянии						Примітка Примечание
	при природній вологості при природной влажности	у повітряно-сухому стані в воздушно-сухом состоянии	у водона-сиченому стані в водона-сыщенном состоянии		природної вологості природной влажности		повітряно-сухому воздушно-сухом		водонасиченому водонасыщенном		
					окремого зразка отдельного образца	середній средний	окремого зразка отдельного образца	середній средний	окремого зразка отдельного образца	середній средний	

Журнал
випробувань грунту в умовах тривісного стиску

Журнал
испытаний грунта в условиях трехосного сжатия

Номер зразка_____

Номер образца_____

Дата випробувань Дата испытаний	Час знімання відліку t_i, год Время снятия отсчета t_i, ч	Час від початку досліду t, хв (год) Время от начала опыта t, мин (ч)	Тиск σ_3 у камері, МПа Давление σ_3 в камере, МПа	Вертикальне навантаження Ветрикальная нагрузка			Тиск в поровій воді Давление в поровой воде		Вертикальні деформації Вертикальные деформации			О'бємні деформації Объемные деформации			Вертикальне напруження Вертикальное напряжение
				Навантаження на важіль F, МН, або показания динамометра Нагрузка на рычаг F, МН, или показания динамометра	A_i, $см^2$	P_i, МПа	Показання за приладом Показания по прибору	U, МПа	Показання по прибору Показания по прибору	Деформації з поправкою Δh, мм Деформации с поправкой Δh, мм	Відносна деформація ε_1 Относительная деформация ε_1	Показання волюмометра, см Показания волюмометра, СМ	Об'ємна деформація з поправкою ΔV, $см^3$ Объемная деформация с поправкой ΔV, $см^3$	Відносна деформація ε_v Относительная деформация ε_v	σ_1, МПа

Журнал
випробувань грунтів методом компресійного стиску

Журнал
испытаний грунтов методом компрессионного сжатия

Номер зразка _____

Номер образца _____

Дата випробувань Дата испытаний	Температура випробувань, °С Температура испытаний, °С	Час знімання відліку t_i, год Время снятия отсчета t_i, ч	Час від початку досліду t, год Время от начала опыта t, ч	Номер ступеня навантаження Номер ступени нагружения	Маса вантажу на підвісці важеля приладу, кг Масса груза на подвеске рычага прибора, кг	Тиск на зразок грунту p_i, МПа Давление на образец грунта p_i, МПа	Показання індикаторів деформацій Показание индикаторов деформаций			Абсолютна деформація зразка Δh_i, мм Абсолютная деформация образца Δh_i, мм	Поправка на деформацію приладу Δ, мм Поправка на деформацию прибора Δ, мм	Абсолютна деформація з урахуванням поправки Δh_i -Δ, мм Абсолютная деформация с учетом поправки Δh_i -Δ, мм	Відносна деформація зразка ε Относительная деформация образца ε	Примітка Примечание
							n_1	n_2	Середнє Среднее					

Обробка кривої консолідації методом корінь квадратний із часу | Обработка кривой консолидации методом корень квадратный из времени

Тиск p_i, МПа Давление p_i, МПа	Висота зразка h, мм Высота образца h, мм	Загальна деформація Δh, мм Общая деформация Δh, мм	Деформація за ступінь навантаження Δh_i, мм Деформация за ступень нагрузки Δh_i, мм	Відносна деформація за ступінь навантаження ε_i Относительная деформация за ступень нагрузки ε_i	Час від початку прикладання ступеня навантаження t, хв Время от начала приложения ступени нагрузки t, мин	Корінь квадратний із часу $\sqrt{t}$, хв Корень квадратный из времени $\sqrt{t}$, мин	Час, який відповідає 90 % фільтраційної консолідації $\sqrt{t_{90}}$, хв Время, соответствующее 90 % фильтрационной консолидации $\sqrt{t_{90}}$, мин	Коефіцієнт фільтраційної консолідації c_v, см² / хв (см² / рік) Коэфициент фильтрационной консолидации c_v, см² / мин (см² / год)

Обробка кривої консолідації логарифмічним методом | Обработка кривой консолидации логарифмическим методом

Тиск p_i, МПа Давление p_i, МПа	Висота зразка h, мм Высота образца h, мм	Загальна деформація Δh, мм Общая деформация Δh, мм	Деформація за ступінь навантаження Δh_i, мм Деформация за ступень нагрузки Δh_i, мм	Відносна деформація за ступінь ε_i Относительная деформация за ступень ε_i	Час від початку прикладання ступеня навантаження t, хв Время от начала приложения ступени нагрузки t, мин	Деформація, яка відповідає 50 % первинного ущільнення ε_{50} Деформация, соответствующая 50 % первичного уплотнения ε_{50}	Час, який потрібен для 50 % первинного ущільнення t_{50}, хв Время, требуемое для 50 % первичного уплотнения t_{50}, мин	Коефіцієнт фільтраційної консолідації c_v, см² / хв (см² / рік) Коэффициент фильтрационной консолидации c_v, см² / мин (см² / год)	Вторинна консолідація Вторичная консолидация				
									деформація деформация		час время		коефіцієнт вторинної консолідації, c_α коэффициент вторичной консолидации, c_α

Журнал
випробувань засолених грунтів на суфозійний стиск

Журнал
испытаний засоленных грунтов на суффозионное сжатие

Номер зразка_____

Номер образца_____

Дата випробувань Дата испытаний	Температура випробувань, °С Температура испытаний, °С	Час знімання відліку t_i, год Время снятия отсче-та t_i, ч	Час від початку досліду t, год Время от начала опыта t, ч	Номер ступеня навантажування Номер ступени нагружения	Маса вантажу на підвісці важеля приладу, кг Масса груза на подвеске рычага прибора, кг	Тиск на зразок грунту p_i, МПа Давление на образец грунта p_i, МПа	Показання індикаторів деформацій Показания индикатора деформаций			Абсолютна деформація зразка Δh_i, мм Абсолютная деформация образца Δh_i, мм	Поправка на деформацію приладу Δ, мм Поправка на деформацию прибора Δ, мм	Абсолютна деформація з урахуванням поправки Δh_i-Δ, мм Абсолютная деформация с учетом поправки Δh_i-Δ, мм	Відносний стиск (набухання) зразка грунту ε Относительное сжатие (набухание) образца грунта ε	Об'єм води, яка профільтрувалась V_w, л Объем профильтровавшейся воды V_w, л	Щільний залишок фільтрату Х, г/л Плотный остаток фильтрата Х, г/л	Градієнт напору I Градиент напора I	Примітка Примечание
							n_1	n_2	Середнє Среднее								

Обробка результатів випробувань

Обработка результатов испытаний

Тиск р, МПа Давление р, МПа	Абсолютна деформація зразка грунту Δh, мм Абсолютная деформация образца грунта Δh, мм	Відносна деформація ε Относительная деформация ε	Відносна просадочність ε_{sl} Относительная просадочность ε_{sl}	Відносне набухання ε_{sw} Относительное набухание ε_{sw}	Відносний суфозійний стиск ε_{sf} Относительное суффозионное сжатие ε_{sf}	Початковий тиск суфозійного стиску p_{sf}, МПа Начальное давление суффозионного сжатия p_{sf}, МПа	Приріст відносного суфозійного осідання $\Delta\varepsilon_{sf}$, Приращение относительной суффозионной осадки $\Delta\varepsilon_{sf}$	Ступінь вилуговування солей β_t, д.е. Степень выщелачивания солей β_t, д.е.			Примітка Примечание
								у процесі досліду β_t, в процессе опыта β_t,	приріст ступеня вилуговування $\Delta\beta$, приращение степени выщелачивания $\Delta\beta$,	відкориговане значення β_c, откорректированное значение β_c	

Журнал
випробувань мерзлого грунту кульковим штампом

Журнал
испытаний мерзлого грунта шариковым штампом

Номер зразка_____

Номер образца_____

Дата випробувань Дата испытаний	Температура випробувань T,°C Температура испытаний T, °C	Час знімання відліку t_i, год Время снятия отсчета t_i, ч	Час від початку досліду t, год Время от начала опыта t, ч	Відлік за датчиком деформацій Отсчет по датчику деформаций	Глибина занурення кулькового штампу s_b, мм Глубина погружения шарикового штампа s_b, мм	Гранично тривале значення еквівалентного зчеплення c_{eq}, МПа Предельно длительное значение еквивалентного сцепления c_{eq}, МПа	Примітка Примечание

Журнал
випробувань мерзлих грунтів на одновісний стиск

1 Випробування при безперервному швидкому зростанні навантаження

Журнал
испытаний мерзлых грунтов на одноосное сжатие

1 Испытания при непрерывном быстром возрастании нагрузки

Номер зразка_____

Номер образца_____

Дата випробувань Дата испытаний	Температура випробувань T, °C Температура испытаний T, °C	Час знімання відліку t_i, год Время снятия отсчета t_i, ч	Час від початку досліду t, год Время от начала опыта t, ч	Характер деформування зразка Характер деформирования образца	Руйнівне навантаження F, кН Разрушающая нагрузка F, кН	Діаметр зразка після випробування, мм Диаметр образца после испытания, мм				Середня площа перерізу зразка після випробування A, $см^2$ Средняя площадь сечения образца после испытания A, $см^2$	Висота зразка в момент руйнування h, мм Высота образца в момент разруше-ния h, мм	Умовно-миттевий опір одновісному стиску R_{oc}, МПа Условно-мгновенное сопротивление одноосному сжатию R_{oc}, МПа	Примітка Примечание
						1	2	3	Середній Средний				

Журнал
випробувань мерзлих грунтів на одновісний стиск

2 Випробування на повзучість

Номер зразка_____

Журнал
испытаний мерзлых грунтов на одноосное сжатие

2 Испытания на ползучесть

Номер образца_____

Дата випробувань Дата испытаний	Температура випробувань T, °C Температура испытаний T, °C	Час знімання відліку t_i, год Время снятия отсчета t_i, ч	Час від Початку досліду t, год Время от начала опыта t, ч	Номер ступеня навантажування Номер ступени нагружения	Тиск на зразок p_i, МПа Давление на образец p_i, МПа	Відліки за приладами для вимірювання деформацій Отсчеты по приборам для измерения деформаций									
						повздовжніх продольных			поперечних поперечных						
						1	2	середнє значення среднее значение	1	2	3	4	5	6	середнє значення среднее значение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Поздовжня деформація h, мм Продольная деформация h, мм	Поперечна деформація S_x, мм Поперечная деформация S_x, мм	Відносна поздовжня деформація Относительная продольная деформация	Відносна поперечна деформація Относительная поперечная деформация	Середня площа поперечного перерізу зразка A, см^2 Средняя площадь поперечного сечения образца A, см^2	Приріст площі поперечного перерізу ΔA, см^2 Приращение площади поперечного сечения ΔA, см^2	Час між відліками $t_i - t_{i-1}$, год Время между отсчетами $t_i - t_{i-1}$, ч	Приріст поздовжньої деформації Δh_i, мм Приращение продольной деформации Δh_i, мм	Швидкість поздовжної деформації v, мм / год Скорость продольной деформации v, мм / ч	Швидкість відносної поздовжньої деформації ε, 1 / год Скорость относительной продольной деформации ε, 1 / ч	Примітка Примечание
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

Додаток Б
(рекомендований)

Зразок графічного оформлення результатів випробувань грунту методом одноплощинного зрізу

Приложение Б
(рекомендуемое)

Образец графического оформления результатов испытаний грунта методом одноплоскостного среза

Графік $\Delta 1 = f(\tau)$
График $\Delta 1 = f(\tau)$

Масштаб графіка:
Масштаб графика:

по горизонталі 10 мм – 1 мм для $\Delta 1$
по горизонтали 10 мм – 1 мм для $\Delta 1$

по вертикалі 20 мм - 0,1 Мпа для τ
по вертикали 20 мм - 0,1 Мпа для τ

Графік $\tau = f(\sigma)$
График $\tau = f(\sigma)$

Масштаб графіка:
Масштаб графика:

по горизонталі 20 мм – 0,1 МПа для σ
по горизонтали 20мм – 0,1 МПа для σ

по вертикалі 20 мм – 0,1 МПа для τ;
по вертикали 20 мм – 0,1 МПа для τ;

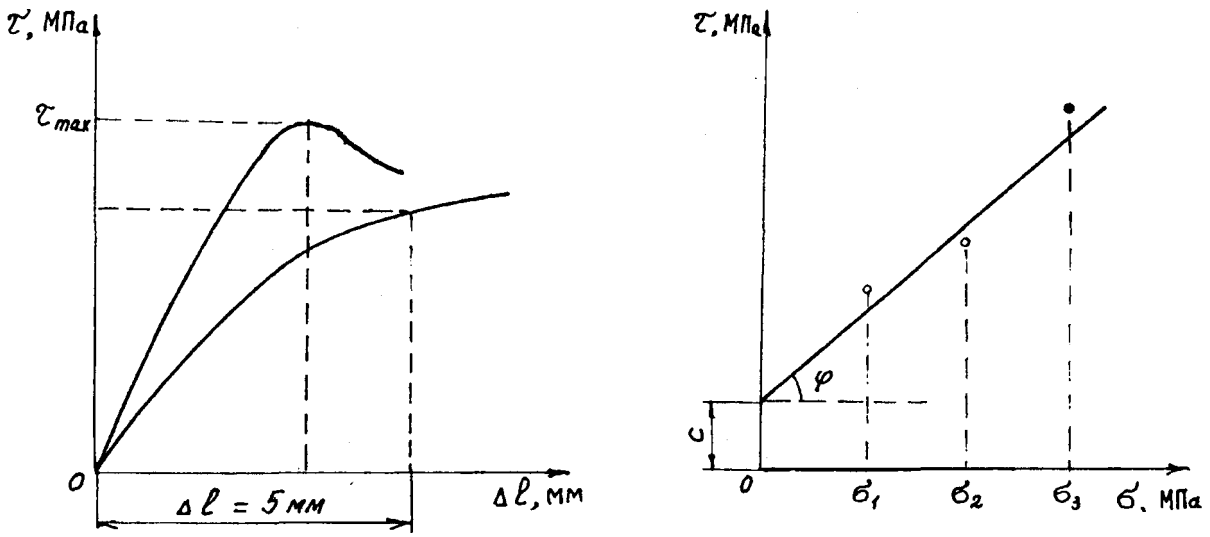


Рисунок Б.1

Додаток В
(рекомендований)

Визначення площі деформованих зразків глинистих грунтів

1 Якщо перед руйнуванням зразка відбуваються значні деформації, необхідно при розрахунку границі міцності на одновісний стиск враховувати збільшення площі зразка.

Площу А визначають безпосередньо вимірюванням діаметра зразка штангенциркулем з похибкою 0,1 мм і наступним розрахунком.

2 У припущенні про постійність об'єму грунту при випробуванні ($V = V_0 = \frac{\pi d^2}{4} h = const$) відношення $\frac{A}{A_0}$ може бути визначено за відносною вертикальною деформацією ε.

При збереженні циліндричної форми ($A \cdot h = A_0 \cdot h_0$)

$$\frac{A}{A_0} = \frac{1}{1-\varepsilon}. \qquad \text{(В.1)}$$

Якщо зразок після стиску набуває форми діжки, причому діаметр торця діжки залишається рівним початковому діаметру зразка,

$$\frac{A}{A_0} = \frac{1}{4}\left(3\sqrt{\frac{1}{1-\varepsilon} - 1}\right)^2. \qquad \text{(В.2)}$$

Приложение В
(рекомендуемое)

Определение площади деформированных образцов глинистых грунтов

1 Если разрушению образца предшествуют значительные деформации, необходимо при расчете предела прочности на одноосное сжатие учитывать увеличение площади образца.

Площадь А определяют непосредственно измерением диаметра образца штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм и последующим расчетом.

2 В предположении о постоянстве объема грунта при испытании ($V = V_0 = \frac{\pi d^2}{4} h = const$) отношение $\frac{A}{A_0}$ может быть определено по относительной вертикальной деформации ε.

При сохранении цилиндрической формы ($A \cdot h = A_0 \cdot h_0$)

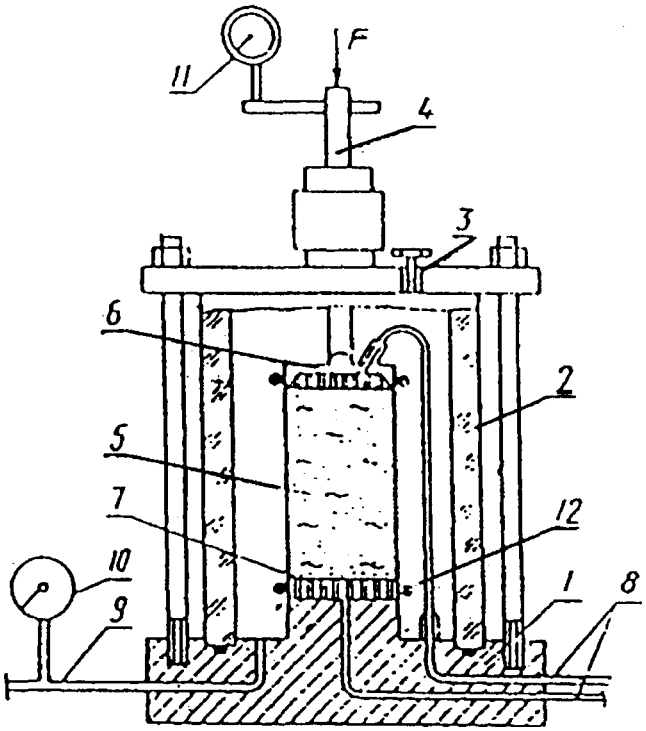
Если образец после сжатия приобретает форму бочки, причем диаметр торца бочки сохраняется равным начальному диаметру образца,

Додаток Г
(рекомендований)

Принципова схема установки для випробування грунту в умовах тривісного стиску

Приложение Г
(рекомендуемое)

Принципиальная схема установки для испытания грунта в условиях трехосного сжатия



1 - основа камери; 2 - корпус камери; 3- вентиль для випуску повітря; 4-шток; 5-зразок грунту в оболонці; 6 - верхній штамп; 7 - нижній штамп; 8 - трубки для дренування тиску у поровій рідині; 9 - трубка для заповнення камери і вимірювання тиску в камері; 10 -манометр; 11 - індикатор; 12 - ущільнювач

1 -основание камеры; 2 - корпус камеры; 3 - вентиль для выпуска воздуха; 4 - шток; 5 - образец грунта в оболочке; 6 - верхний штамп; 7 - нижний штамп; 8 - трубки для дренирования и измерения давления в поровой жидкости; 9 - трубка для заполнения камеры и измерения давления в камере; 10 - манометр; 11 -индикатор; 12 – уплотнитель

Рисунок Г.1

Додаток Д
(рекомендований)

Тарування камери тривісного стиску

1 Тарування камери на стиск

Для тарування між штампами, покритими вологими паперовими фільтрами, поміщають металевий вкладиш розмірами, які дорівнюють розмірам випробовуваного зразка грунту. Штамп навантажують ступенями вертикального тиску 0,01; 0,025; 0,05; 0,10 МПа**,** витримуючи їх по 5 хв до максимального тиску, який визначають граничними навантаженнями при випробуваннях грунту на кожному ступені тиску, записують показання приладу для вимірювання вертикальної деформації грунту.

Тарування проводять при триразовому навантажуванні і розвантаженні, кожного разу замінюючи фільтри на нові.

За середніми з трьох дослідів даними складають таблицю деформацій камери при різних тисках.

2 Тарування камери на розширення

Для тарування на металевий вкладиш та штампи (пункт 1) надягають гумову оболонку і закріплюють її на бічних поверхнях штампів гумовими або металевими кільцями.

Камеру заповнюють робочою рідиною і створюють у ній всебічний тиск такими самими ступенями, як і при тарування на стиск (пункт 1), витримуючи їх по 30 хв. На кожному ступені тиску записують показання волюмометра.

За середніми з трьох дослідів даними складають таблицю об'ємних деформацій камери при різних всебічних тисках.

3 Визначення тертя штока у втулці камери

При наявності зазору між штоком і штампом у камері створюють тиск до моменту, коли почнеться рух стрілки приладу, який вимірює вертикальні деформації зразка грунту. У цей момент записують показання манометра і обчислюють зусилля на 1 $см^2$ площі поперечного перерізу штока.

Приложение Д
(рекомендуемое)

Тарировка камеры трехосного сжатия

1 Тарировка камеры на сжатие

Для тарировки между штампами, покрытыми влажными бумажными фильтрами, помещают металлический вкладыш размерами, равными размерам испытываемого образца грунта. Штамп нагружают ступенями вертикального давления 0,01; 0,025; 0,05; 0,10 МПа, выдерживая их по 5 мин до максимального давления, определяемого предельными нагрузками при испытаниях грунта на каждой ступени давления, записывают показания прибора для измерения вертикальной деформации грунта.

Тарировку производят при трехкратном нагружении и разгрузке, каждый раз заменяя фильтры на новые.

По средним из трех опытов данным составляют таблицу деформации камеры при различных давлениях.

2 Тарировка камеры на расширение

Для тарировки на металлический вкладыш и штампы (пункт 1) надевают резиновую оболочку и закрепляют ее на боковых поверхностях штампов резиновыми или металлическими кольцами.

Камеру заполняют рабочей жидкостью и создают в ней всестороннее давление такими же ступенями, как и при тарировке на сжатие (пункт 1), выдерживая их по 30 мин. На каждой ступени давления записывают показания волюмометра.

По средним из трех опытов данным составляют таблицу объемных деформаций камеры при различных всесторонних давлениях.

3 Определение трения штока во втулке камеры

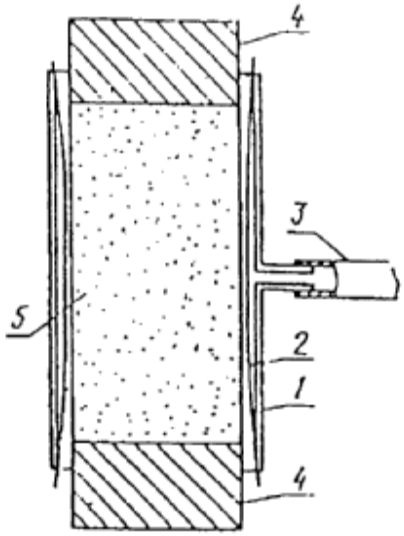
При наличии зазора между штоком и штампом в камере создают давление до момента, когда начнется движение стрелки прибора, измеряющего вертикальные деформации образца грунта. В этот момент записывают показания манометра и вычисляют усилие на 1 $см^2$ площади поперечного сечения штока.

Додаток Е
(рекомендований)

Розширювач для поміщення зразка грунту в гумову оболонку

Приложение Е
(рекомендуемое)

Расширитель для помещения образца грунта в резиновую оболочку



1 - металевий циліндр; 2 - гумова оболонка; 3 - гнучка трубка до джерела розрідження; 4 - штампи; 5 - зразок грунту

1 - металлический цилиндр; 2 - резиновая оболочка; 3 - гибкая трубка к источнику разрежения; 4 - штампы; 5 - образец грунта

Рисунок Е.1

Додаток Ж
(рекомендований)

Зразок графічної о оформлення результатів випробувань грунту в умовах трьохвісного стиску

1 При визначенні характеристик міцності

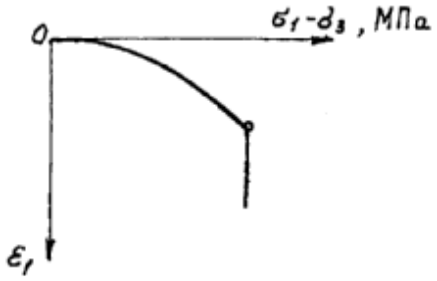
Графік $\varepsilon_1 = f(\sigma_1 - \sigma_3)$
Масштаб графіка:
по горизонталі 10 мм - 0,02 МПа різниці напружень $\sigma_1 - \sigma_3$
по вертикалі 10 мм - 0,01 відносної вертикальної деформації ε_1

Приложение Ж
(рекомендуемое)

Образец графического оформления результатов испытаний грунта в условиях трехосного сжатия

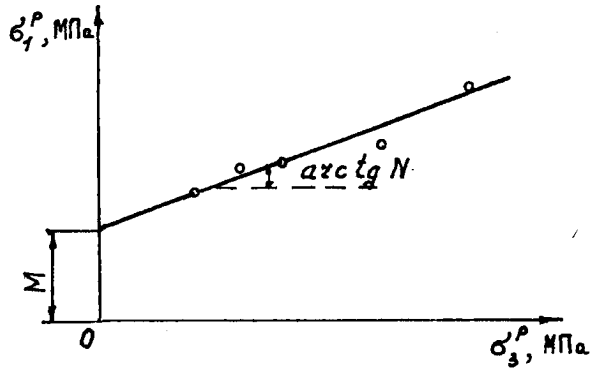
1 При определении характеристик прочности

График $\varepsilon_1 = f(\sigma_1 - \sigma_3)$
Масштаб графика:
по горизонтали 10 мм - 0,02 МПа разности напряжений $\sigma_1 - \sigma_3$;
по вертикали 10 мм - 0,01 относительной вертикальной деформации ε_1.



Графік $\sigma_1^p = f(\sigma_3^p)$
Масштаб графіка:
по горизонталі 10 мм - 0,02 МПа для σ_3^p;
по вертикалі 10 мм - 0,02 МПа для σ_1^p.

График $\sigma_1^p = f(\sigma_3^p)$
Масштаб графика:
по горизонтали 10 мм - 0,02 МПа для σ_3^p;
по вертикали 10 мм - 0,02 МПА для σ_1^p



2 При визначенні характеристик деформованості

Графік $\varepsilon_1 = f(\sigma_1)$ і $\varepsilon_v = f(\sigma_2)$
Масштаб графіка:
по горизонталі 10 мм - 0,05 МПа для σ_1;
по вертикалі 10 мм - 0,01 для ε_1, ε_v

2 При определении характеристик деформируемости

График $\varepsilon_1 = f(\sigma_1)$ и $\varepsilon_v = f(\sigma_2)$
Масштаб графика:
по горизонтали 10 мм - 0,05 МПа для σ_1;
по вертикали 10 мм - 0,01 для ε_1, ε_v

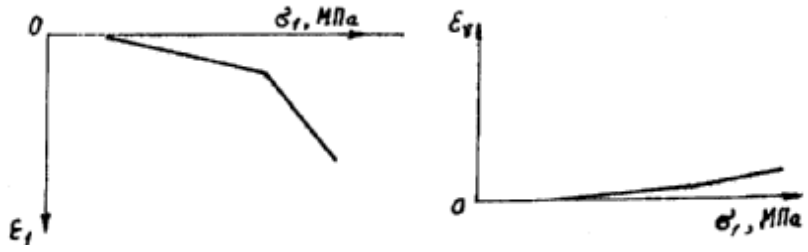


Рисунок Ж. 1

Додаток И
(рекомендований)

Визначення модуля зсуву G і модуля об'ємної деформації К

1 За результатами консолідовано-дренованих та консолідовано-недренованих (з вимірюванням тиску у поровій воді) випробувань зразків досліджуваного грунту в умовах тривісного стиску при різних значеннях постійного всебічного тиску в камері складають графічний "паспорт" залежностей (див. рисунок И.1)

Приложение И
(рекомендуемое)

Определение модуля сдвига G и модуля объемной деформации К

1 По результатам консолидированно-дренированных и консолидированно-недренированных (с измерением давления в поровой воде) испытаний образцов исследуемого грунта в условиях трехосного сжатия при различных значениях постоянного всестороннего давления в камере составляют графический "паспорт" зависимостей (см. рисунок И. 1)

$$\sigma_i = f(\sigma'), \quad \sigma_i^p = f(\sigma'), \quad \varepsilon_v = f(\sigma'), \quad e_i = f(\sigma_i).$$

де $\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{3}}(\sigma_1 - \sigma_3)$ - інтенсивність дотичних напружень;

$e_i = \frac{2}{\sqrt{3}}(\varepsilon_1 - \varepsilon_3)$ - інтенсивність деформації зсуву;

$\sigma' = \frac{\sigma_1' + 2\sigma_3'}{3}$ - середнє ефективне напруження;

$\varepsilon_v = \varepsilon_1 + 2\varepsilon_3$ - об'ємна деформація.

где $\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{3}}(\sigma_1 - \sigma_3)$ - интенсивность касательных напряжений;

$e_i = \frac{2}{\sqrt{3}(\varepsilon_1 - \varepsilon_3)}$ - интенсивность деформации сдвига;

$\sigma' = \frac{\sigma_1' + 2\sigma_3'}{3}$ - среднее эффективное напряжение;

$\varepsilon_v = \varepsilon_1 + 2\varepsilon_3$ - объемная деформация.

2 Окремі значення модуля зсуву G_k і модуля об'ємної деформації K_k, що відповідають різним значенням e_i, обчислюють за формулою:

2 Частные значения модуля сдвига G_k и модуля объемной деформации K_k, соответствующие различным значениям e_i, вычисляют по формуле:

$$G_k = \frac{\sigma_{i.k}}{e_{i,k}}; \qquad (И.1)$$

$$K_k = \frac{\sigma_k'}{\varepsilon_{v,k}}; \qquad (И.2)$$

де $\sigma_{i,k}$, σ'_k, $\varepsilon_{v,k}$ - за паспортом випробувань.

где $\sigma_{i,k}$, σ'_k, $\varepsilon_{v,k}$ - по паспорту испытаний.

3 Залежність модуля зсуву G від e_i та σ' апроксимується виразом:

3 Зависимость модуля сдвига G от e_i и σ' аппроксимируется выражением:

$$G = \frac{\sigma_i^p(\sigma')}{a + be_i}; \qquad (И.3)$$

де – $\sigma_i^p(\sigma') = C_1 + \sigma' + \operatorname{tg}\varphi_1$, (И.4)

тут C_i і φ_i - параметри графіка $\sigma_i^p = f(\sigma')$ у випадку лінійної залежності;

a і b - постійні коефіцієнти, які визначаються методом найменших квадратів з виразу:

где – $\sigma_i^p(\sigma') = C_1 + \sigma' + \operatorname{tg}\varphi_1$, (И.4)

здесь C_i и φ_i - параметры графика $\sigma_i^p = f(\sigma')$ в случае линейной зависимости;

a и b - постоянные коэффициенты, определяемые методом наименьших квадратов из выражения:

$$\frac{\sigma_i^p(\sigma')}{G} = a + be_i; \qquad (И.5)$$

4 Залежність модуля об'ємної деформації K від e_i і σ’ апроксимується виразом:

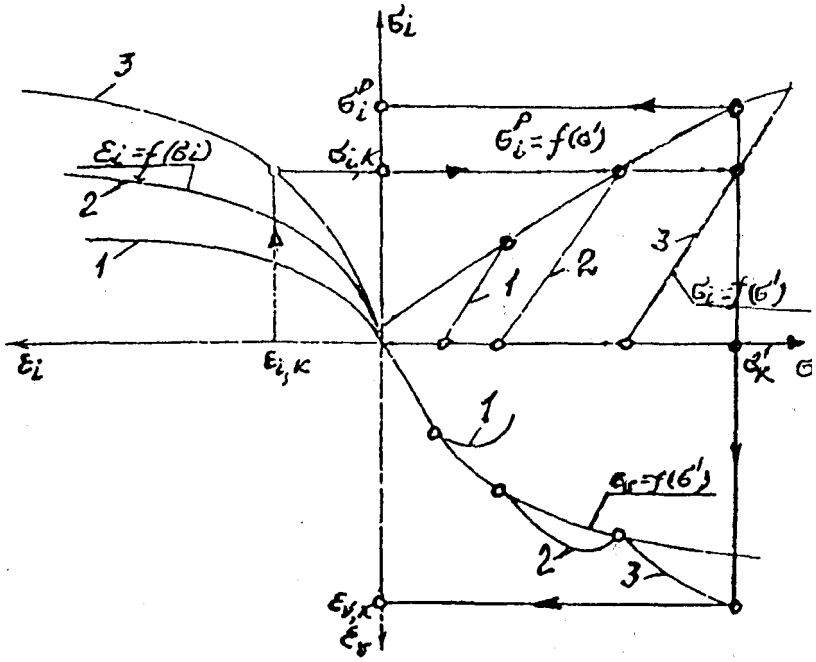
4 Зависимость модуля объемной деформации K от e_i и σ' аппроксимируется выражением

$$K = d + f \cdot \sigma', \qquad (И.6)$$

де параметри d і f визначають за графіком залежності окремих значень K_k від σ' для різних значень e_i.

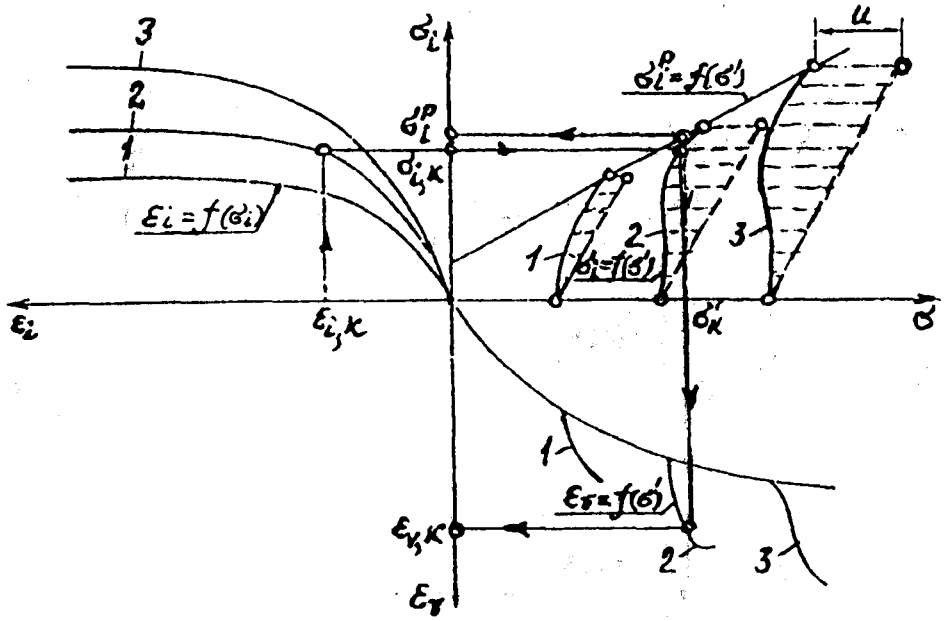
Графічний паспорт обробки результатів випробувань грунту в умовах тривісного стиску

а) для консолідовано-дренованого випробування



1,2,3…… - номери випробувань

б) для консолідовано-недренованого випробування



1,2,3…… - номери випробувань

а) для консолидированно-дренированного испытания

1,2,3…… - номера испытаний

б) для консолидированно-недренированного испытания

1,2,3…….. – номера испытаний

Графический паспорт обработки результатов испытаний грунта в условиях трехосного сжатия

Рисунок (И.1)

Додаток К
(рекомендований)

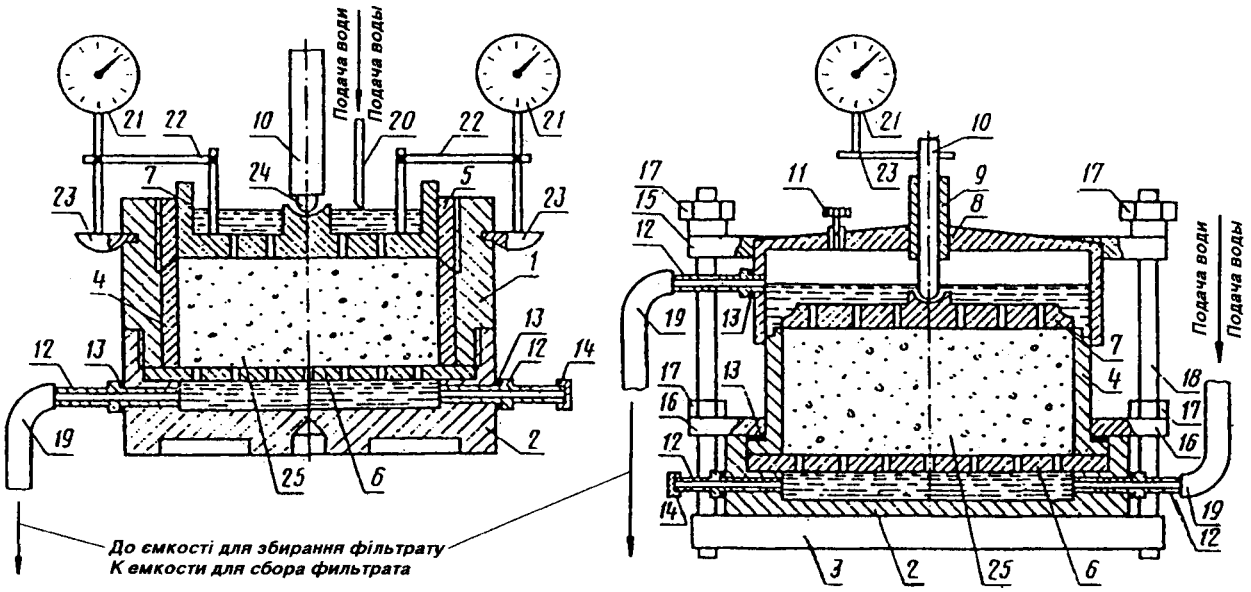
Принципові схеми компресійно-фільтраційних приладів

для випробувань за схемою низхідного потоку води
для испытаний по схеме нисходящего потока воды

Приложение К
(рекомендуемое)

Принципиальные схемы компрессионно-фильтрационных приборов

для випробувань за схемою висхідного потоку води
для испытаний по схеме восходящего потока воды



1 - корпус; 2 - піддон корпусу; 3 - основа корпусу; 4 - робоче кільце; 5 - направляюче кільце; 6 - перфорований вкладиш; 7 - перфорований штамп; 8 - кришка; 9 - втулка; 10 - шток; 11 - спускна пробка; 12 - штуцер; 13 - гумова прокладка; 14 - заглушка; 15 - притискне кільце верхнє; 16 - притискне кільце нижнє; 17 -гайка; 18 - стояк; 19 - шланг; 20 - скляна трубка; 21 - індикатор; 22 - тримач індикатора; 23 - опорна п'ята індикатора; 24 - кулька; 25 - зразок грунту, який випробовується.

1- корпус; 2 - поддон корпуса; 3 - основание корпуса; 4 - рабочее кольцо; 5 - направляющее кольцо; 6 - перфорированный вкладыш; 7 - перфорированный штамп; 8 - крышка; 9 - втулка; 10 - шток; 11 - спускная пробка; 12 - штуцер; 13 - резиновая прокладка; 14 - заглушка; 15 - прижимное кольцо верхнее; 16 - прижимное кольцо нижнее; 17 - гайка; 18 - стойка; 19 - шланг; 20 - стеклянная трубка; 21 - индикатор; 22 - держатель индикатора; 23 - опорная пята индикатора; 24 - шарик; 25 - образец испытываемого грунта.

Рисунок К.1

Додаток Л
(рекомендований)

Зразок графічного оформлення результатів випробувань грунту методом компресійного стиску

Графіки ε = f (p)

Масштаб графіків:
по горизонталі 10 мм - 0,025 МПа для p;
по вертикалі 10 мм - 0,02 для ε.

Графік 1 - Відносний стиск водонасиченого грунту в залежності від тиску p

Графік 2 - Відносний стиск глинистого грунту при частковому знеущільненні в залежності від тиску p

Приложение Л
(рекомендуемое)

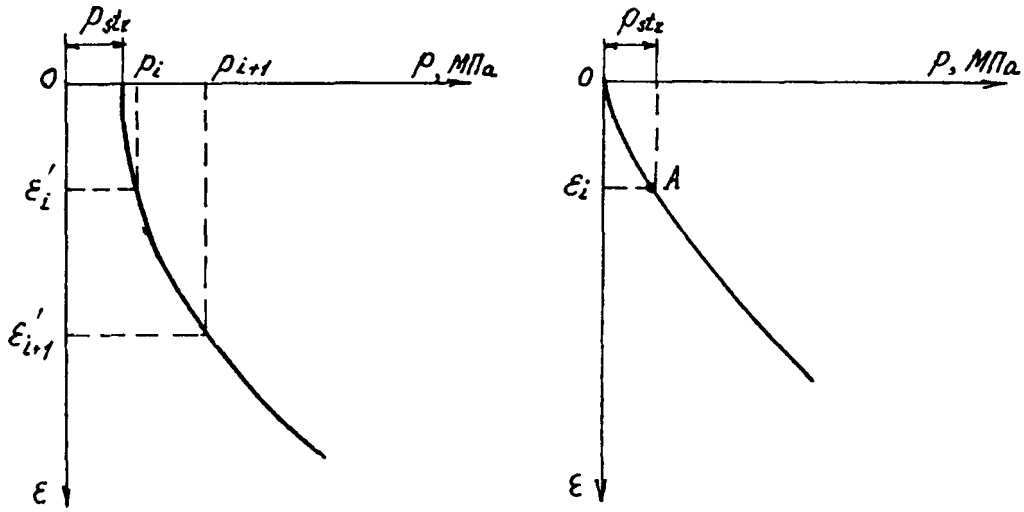
Образец графического оформления результатов испытаний грунта методом компрессионного сжатия

Графики ε = f (p)

Масштаб графиков:
по горизонтали 10 мм - 0,025 МПа для p;
по вертикали 10 мм - 0,02 для ε.

График 1 - Относительное сжатие водонасыщенного грунта в зависимости от давления p

График 2 - Относительное сжатие глинистого грунта при частичном разуплотнении в зависимости от давления p



A - точка графіка, яку приймають за ординатою, рівною ε = $\Delta h_н$ / h;
$P_{стр}$ - структурна міцність при випробуванні грунту у компресійному приладі

A - точка графика, принимаемая по ординате, равной ε = $\Delta h_н$ / h ;
$P_{стр}$ - структурная прочность при испытании грунта в компрессионном приборе

Рисунок Л.1

Додаток М
(рекомендований)

Визначення параметрів компресійної кривої

Для визначення параметрів компресійної кривої, що представлена експоненціальною залежністю, її логарифмують

ПриложениеМ
(рекомендуемое)

Определение параметров компрессионной кривой

Для определения параметров компрессионной кривой, представленной экспоненциальной зависимостью, ее логарифмируют

$$\lg(e_1 - e_k) = \lg b - a_н p_i \lg e, \qquad (М.1)$$

де lge = 0,43429

Для визначення e_k беруть дві довільні точки на компресійній кривій e_1, p_1, e_2 і p_2.

Потім вибирають третю точку $p_3 = 0{,}5\ (p_1 + p_2)$ і для неї знаходять за кривою значення e_3.

З трьох прологарифмованих рівнянь:

где lge = 0,43429

Для определения e_k берут две произвольные точки на компрессионной кривой e_1, p_1, e_2 и p_2..

Затем выбирают третью точку $p_3 = 0{,}5\ (p_1 + p_2)$ и для нее находят по кривой значение e_3.

Из трех прологарифмированных уравнений:

$$\lg \frac{(e_1 - e_k)}{b} = -a_н \lg e p_1, \qquad (М.2)$$

$$\lg \frac{(e_2 - e_k)}{b} = -a_н \lg e p_2, \qquad (М.3)$$

$$\lg \frac{(e_3 - e_k)}{b} = -a_н \lg e p_3, \qquad (М.4)$$

знаходять значення e_k

находят значение e_k

$$e_k = \frac{e_1 e_2 - e_3^2}{e_1 + e_2 - 2e_3}, \qquad (М.5)$$

Для визначення параметрів a і b розбивають всю сукупність точок компресійної кривої на дві групи. Підсумовують кожну групу і скла дають два рівняння для першої і другої груп точок:

Для определения параметров a и b разбивают всю совокупность точек компрессионной кривой на две группы. Суммируют каждую группу и составляют два уравнения для первой и второй групп точек:

$$\Sigma \lg(e_1 - e_k) = n \lg b - a_н \lg e \Sigma p. \qquad (М.6)$$

де n - число членів в кожній групі.

З двох рівнянь знаходять невідомі параметри $a_н$ і b.

где n - число членов в каждой группе.

Из двух уравнений находят неизвестные параметры $a_н$ и b.

Додаток Н
(рекомендований)

Визначення коефіцієнтів фільтраційної та вторинної консолідації

1 Для визначення коефіцієнта фільтрацій ної консолідації c_v криву консолідації (пункт 2 цього додатка) слід обробити методом квадратного кореня з часу, а при одночасному визначенні коефіцієнтів фільтраційної c_v і її вторинної c_α (за рахунок повзучості грунту) консолідації - логарифмічним методом.

На кривій консолідації виділяють ділянки фільтраційної і вторинної консолідації, а для насипних грунтів з заданими значеннями вологості і густини ще ділянку дофільтраційної консолідації.

2 Для визначення коефіцієнта фільтраційної консолідації c_v методом квадратного кореня з часу за результатами випробувань грунту під постійним тиском на основі записів у журналі випробувань грунту (додаток А) будують криву консолідації в координатах: відносна деформація за ступінь тиску (ордината) - корінь квадратний з часу у хвилинах (абсциса) (рисунок Н.1).

До початкової ділянки кривої проводять дотичну **ав** і з точки перетину дотичної з віссю ординат проводять другу пряму **ас,** абсциси якої дорівнюють 1,15 відповідних абсцис прямої **ав.**

За перетином прямої **ас** з експериментальною кривою визначають час t_{90}, який відповідає ступеню консолідації 0,90.

3 Коефіцієнт фільтраційної консолідації c_v, см^2 / хв (см^2/рік), обчислюють за формулою:

Приложение Н
(рекомендуемое)

Определение коэффициентов фильтрационной и вторичной консолидации

1 Для определения коэффициента фильтра ционной консолидации c_v кривую консолидации (пункт 2 настоящего приложения) следует обработать методом квадратного корня из времени, а при одновременном определении коэффициентов фильтрационной c_v и вторичной c_α (за счет ползучести грунта) консолидации - логарифмическим методом.

На кривой консолидации выделяют участки фильтрационной и вторичной консолидации, а для насыпных грунтов с заданными значениями влажности и плотности - еще участок дофильтрационной консолидации.

2 Для определения коэффициента фильтрационной консолидации c_v методом квадратного корня из времени по результатам испытаний грунта под постоянным давлением на основании записей в журнале испытаний грунта (приложение А) строят кривую консолидации в координатах: относительная деформация за ступень давления (ордината) - корень квадратный из времени в минутах (абсцисса) (рисунок Н.1).

К начальному участку кривой проводят касательную **ав** и из точки пересечения касательной с осью ординат проводят вторую прямую **ас,** абсциссы которой равны 1,15 соответствующих абсцисс прямой **ав.**

По пересечению прямой **ас** с экспериментальной кривой определяют время t_{90}, соответствующее степени консолидации 0,90.

3 Коэффициент фильтрационной консолидации c_v, см^2 / мин (см^2/год), вычисляют по формуле:

$$c_v = \frac{T_{90} h^2}{t_{90}}, \qquad \text{(Н.1)}$$

де T_{90} - коефіцієнт (фактор часу), який відповідає ступеню консолідації 0,90 і дорівнює 0,848;

h - висота зразка (середня між початковою висотою і висотою після завершення досліду на консолідацію), см.

При двосторонній фільтрації приймається висота, що дорівнює h/2;

t_{90} - час, хв;

где T_{90} - коэффициент (фактор времени), соответствующий степени консолидации 0,90, равный 0,848;

h - высота образца (средняя между начальной высотой и высотой после завершения опыта на консолидацию), см.

При двухсторонней фильтрации принимается высота, равная h/2;

t_{90} – время, мин.

4 Для визначення c_v і c_α логарифмічним методом будують криву консолідації у координатах: відносна деформація є (ордината) -логарифм часу lgt (абсциса) (рисунок Н.2).

5 За кривою слід знайти деформацію, відповідну 100%-вому первинному стиску при заданому навантаженні. Для цього проводять дотичну до кінцевої ділянки кривої ε = f (lgt).

Потім проводять дотичну до найкрутішої частини кривої. Точка перетину цих дотичних відповідає 100%-вому первинному стиску грунту.

Стиск, який іде за 100%-вим первинним стиском, визначається як вторинний стиск за рахунок деформацій повзучості.

6 На кривій ε = f(lgt) слід знайти значення відносної деформації, яке відповідає нульовому первинному стиску.

Для цього у початковій частині кривої вибирають точки з абсцисами 0,1 і 0,4. Різниця ординат даних точок, відкладена вище початкової точки графіка, визначить приведений нуль d_o.

7 Для визначення коефіцієнта фільтраційної консолідації логарифмічним методом для заданого тиску визначають час, який потрібен для 50%-вого первинного стиску. Для цього обчислюють деформацію, що відповідає 50%-вому первинному стиску і дорівнює середньому арифметичному між деформаціями, відповідними нульовому (d_0) і 100%-вому стиску (ε_{100}).

Час, який потрібен для 50%-вого первинного стиску заданим тиском, знаходять графічно за прямою залежністю ε = f (lgt).

Коефіцієнт фільтраційної консолідації c_v, $см^2$/хв ($см^2$/рік), обчислюють за формулою:

4 Для определения c_v и c_α логарифмическим методом строят кривую консолидации в координатах: относительная деформация є (ордината) - логарифм времени lgt (абсцисса) (рисунок Н.2).

5 По кривой следует найти деформацию, соответствующую 100%-ному первичному сжатию при заданной нагрузке. Для этого проводят касательную к конечному участку кривой ε = f (lgt).

Затем проводят касательную к самой крутой части кривой. Точка пересечения этих касательных соответствует 100%)-ному первичному сжатию грунта.

Сжатие, следующее за 100%-ным первичным сжатием, определяется как вторичное сжатие за счет деформаций ползучести.

6 На кривой ε = f(lgt) следует найти значение относительной деформации, соответствующее нулевому первичному сжатию.

Для этого в начальной части кривой выбирают точки с абсциссами 0,1 и 0,4. Разность ординат данных точек, отложенная выше начальной точки графика, определит приведенный нуль d_o.

7 Для определения коэффициента фильтрационной консолидации логарифмическим методом для заданного давления определяют время, требуемое для 50%-ного первичного сжатия. Для этого вычисляют деформацию, соответствующую 50%-ному первичному сжатию, равную среднему арифметическому между деформациями, соответствующими нулевому (d_0) и 100%-ному сжатию (ε_{100}).

Время, требующееся для 50%-ного первичного сжатия заданным давлением, находят графически по прямой зависимости ε = f (lgt).

Коэффициент фильтрационной консолидации c_v, $см^2$ / мин ($см^2$ / год), вычисляют по формуле:

$$c_v = \frac{T_{50} h^2}{t_{50}}, \qquad (Н.2)$$

де T_{50} - коефіцієнт (фактор часу), який відповідає ступеню консолідації 0,5 і дорівнює 0,197:

h - те саме, що і в (Н.1);

t_{50} - час, який відповідає 50%-вому первинному стиску, хв.

8 Коефіцієнт вторинної консолідації (безрозмірна величина) c_α визначають за тангенсом кута між прямою, паралельною осі абсцис, і прямолінійним відрізком кривої на ділянці вторинної консолідації (рисунок Н.3) за формулою:

мулою:

где T_{50} - коэффициент (фактор времени), соответствующий степени консолидации 0,5, равный 0,197;

h - то же, что и в (Н.1);

t_{50} - время соответствующее 50%-ному первичному сжатию, мин.

8 Коэффициент вторичной консолидации (безразмерная величина) c_{α} определяют по тангенсу угла между прямой, параллельной оси абсцисс, и прямолинейным отрезком кривой на участке вторичной консолидации (рисунок Н.3) по формуле:

$$c_\alpha = tg\alpha = \frac{\varepsilon(t_2) - \varepsilon(t_1)}{\lg(t_2) - \lg(t_1)}, \qquad (Н.3)$$

де ε (t_2) і ε(t_1) - значення деформації зразка на ділянці вторинної консолідації;

t_1 и t_2 - час, який відповідає деформаціям ε (t_1) и ε (t_2), мин

9 Для насипних грунтів з заданими значеннями вологості і густини крива консолідації в залежності від властивостей грунтів може мати три ділянки (крива а) або дві (крива б): дофільтраційної консолідації, фільтраційної консолідації і консолідації повзучості (рисунок Н.4)

Коефіцієнт дофільтраційної консолідації c'_α обчислюють за тангенсом кута нахилу дотичної до першої ділянки кривої ε = f (lgt), закінчення якого визначається перетином дотичних до першої і другої ділянки кривої за формулою:

где ε (t_1) и ε (t_2) - значения деформации образца на участке вторичной консолидации;

t_1 и t_2 - время, соответствующее деформациям ε (t_1) и ε (t_2), мин.

9 Для насыпных грунтов с заданными значениями влажности и плотности кривая консолидации в зависимости от свойств грунтов может иметь три участка (кривая а) или два (кривая б): дофильтрационной консолидации, фильтрационной консолидации и консолидации ползучести (рисунок Н.4).

Коэффициент дофильтрационной консолидации c'_α вычисляют по тангенсу угла наклона касательной к первому участку кривой ε = f (lgt), окончание которого определяется пересечением касательных к первому и второму участкам кривой по формуле:

$$c'_\alpha = tg\alpha = \frac{\varepsilon(t') - \varepsilon(t_0)}{\lg(t') - \lg(t_0)}, \qquad (Н.4)$$

Коефіцієнт фільтраційної консолідації обчислюють за формулою (Н.2), де

Коэффициент фильтрационной консоливычисляют по формуле (Н.2), где

$$t_{50} = \frac{t(\varepsilon_1 - \varepsilon')}{2} \qquad (Н.5)$$

Коефіцієнт вторинної консолідації обчислюють за формулами:

- для кривої **а**

Коэффициент вторичной консолидации вычисляют по формулам:

- для кривой **а**

$$c'_\alpha = tg\alpha = \frac{\varepsilon(t_2) - \varepsilon(t_1)}{\lg(t_2) - \lg(t_1)}, \qquad (Н.6)$$

- для кривої **б**

- для кривой **б**

$$c'_\alpha = tg\alpha = \frac{\varepsilon(t_2) - \varepsilon(t')}{\lg(t_2) - \lg(t')}. \qquad (Н.7)$$

Графіки кривих консолідації грунту

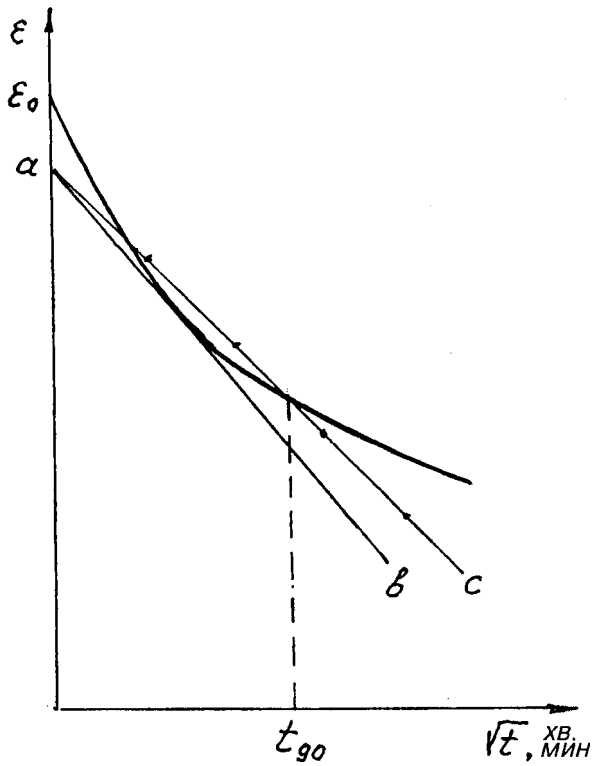
Графік обробки кривої консолідації методом корінь квадратний з часу

Масштаб графіка:
по горизонталі 10 мм - 1 хв для часу $\sqrt{t}$;
по вертикалі 10 мм - 0,01 для ε

Графики кривых консолидации грунта

График обработки кривой консолидации методом корень квадратный из времени

Масштаб графика:
по горизонтали 10 мм - 1 мин для времени $\sqrt{t}$;
по вертикали 10 мм - 0,01 для ε



t_{90} - час, що відповідає ступеню консолідації грунту 0,90

t_{90} - время, соответствующее степени консолидации грунта 0,90

Рисунок Н.1

Графік обробки кривої консолідації логарифмічним методом

Масштаб графіка:
10 мм -0,01 для ε.
Час відкладається на логарифмічній шкалі.

График обработки кривой консолидации логарифмическим методом

Масштаб графика:
10 мм -0,01 для ε.
Время откладывается на логарифмической шкале.

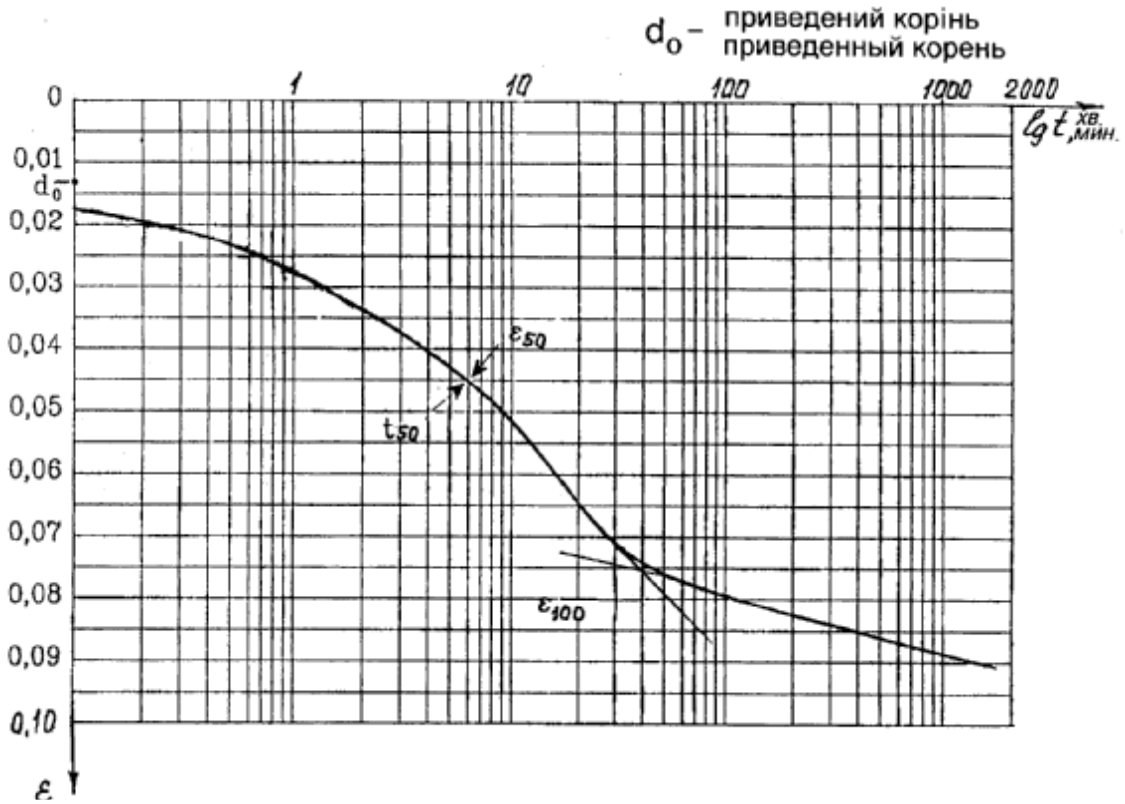


Рисунок Н.2

Графік залежності відносної деформації від логарифму часу (lgt) для визначення вторинної консолідації

Масштаб графіка:
20 мм-0,01 для ε.
Час відкладається на логарифмічній шкалі.

График зависимости относительной деформации от логарифма времени (lgt) для определения вторичной консолидации

Масштаб графика:
20 мм - 0,01 для ε.
Время откладывается на логарифмической шкале

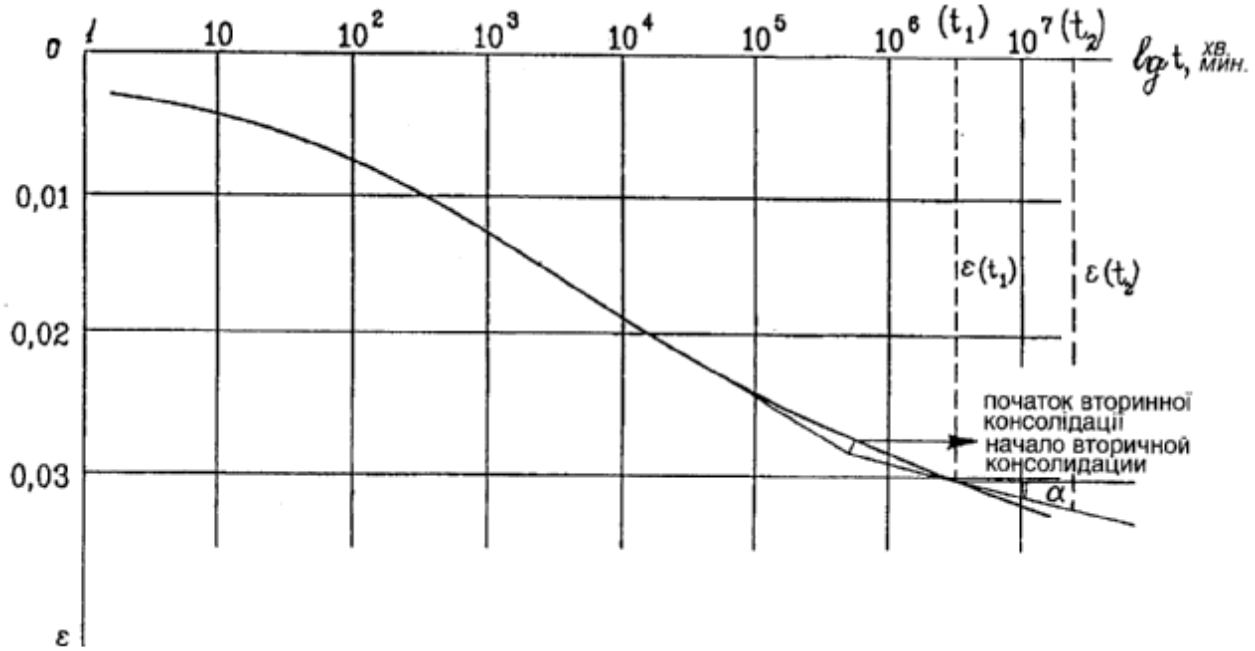


Рисунок Н.3

Графік залежності відносної деформації від логарифму часу (lgt) для визначення параметрів консолідації для насипних грунтів із заданими значеннями вологості і густини

График зависимости относительной деформации от логарифма времени (lgt) для определения параметров консолидации для насыпных грунтов с заданными значениями влажности и плотности

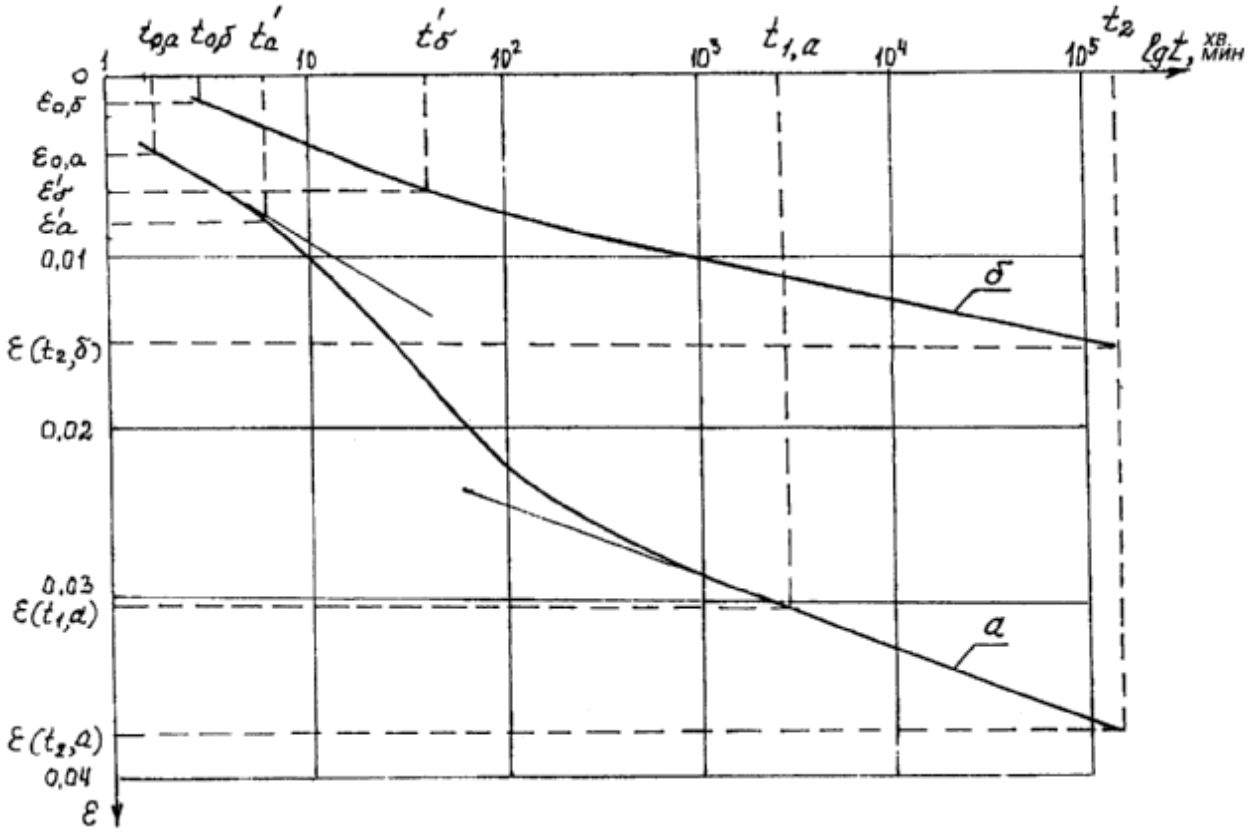


Рисунок Н.4

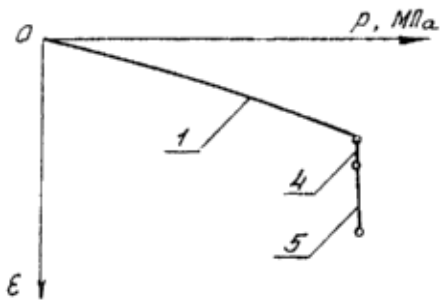
Додаток П
(рекомендований)

Зразок графічного оформлення результатів випробування засоленого грунту при стиску у компресійно-фільтраційному приладі

Масштаб графіків:
по горизонталі 20 мм - 0,025 МПа для тиску р;

10 мм - 0,1 для ступеня вилуговування солей β;
по вертикалі 10 мм - 0,01 для відносного стиску грунту ε

Графік ε = f (p)
(за схемою однієї кривої)



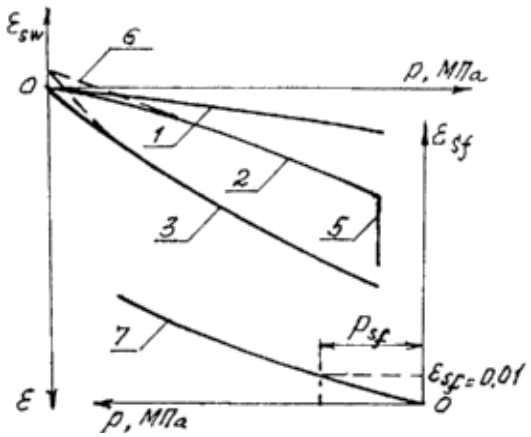
1, 2, 3 - відносний стиск ε грунту відповідно до: природної вологості, у водонасиченому стані і вилуженого без навантаження в залежності відтиску;
4 - відносний стиск грунту у результаті замочування (відносна просадочність) при заданому тиску р;
5 - відносний суфозійний стиск грунту при фільтрації води і заданому тиску р;
6 - деформація грунту при набуханні ε_{sw};
7 - залежність відносного суфозійного стиску ε_{st} від тиску (p_{sf}- початковий тиск суфозійного стиску).

Приложение П
(рекомендуемое)

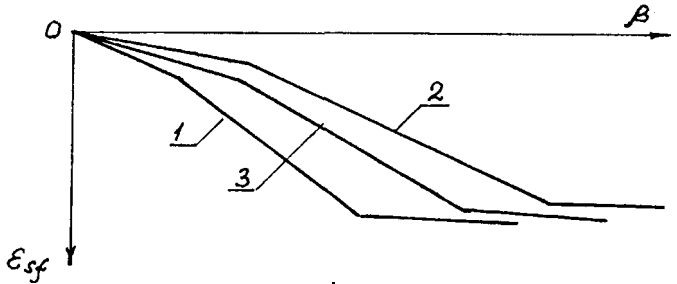
Образец графического оформления результатов испытания засоленного грунта при сжатии в компрессионно-филы рационном приборе

Масштаб графиков:
по горизонтали 20 мм - 0,025 МПа для давления р;
10 мм -0,1 для степени выщелачивания солей β;
по вертикали 10 мм - 0,01 для относительного сжатия грунта ε

Графік ε = f (p)
График ε = f (p)
(по схеме трех кривых



1, 2, 3 - относительное сжатие ε грунта соответственно: природной влажности, в водонасыщенном состоянии и выщелоченного без нагрузки в зависимости от давления;
4 - относительное сжатие грунта в результате замачивания (относительная просадочность) при заданном давлении р;
5 - относительное суффозионное сжатие грунта при фильтрации воды и заданном давлении р;
6 - деформация грунта при набухании ε_{sw};
7 - зависимость относительного суффозионного сжатия ε_{st} от давления (p_{sf} - начальное давление суффозионного сжатия).



1 - залежність відносного суфозійного стиску від ступеня вилуговування солей, яку одержують у процесі проведення випробування при $D > D_o$;
2 - те саме, при $D < D_o$;
3 - відкоригована залежність.

1 - зависимость относительного суффозионного сжатия от степени выщелачивания солей, получаемая в процессе проведения испытания при $D > D_o$;
2 - то же, при $D < D_o$;
3 - откорректированная зависимость.

Рисунок П.1

Додаток Р
(рекомендований)

Розрахункові опори мерзлого грунту під підошвою фундаменту

Приложение Р
(рекомендуемое)

Расчетные сопротивления мерзлого грунта под подошвой фундамента

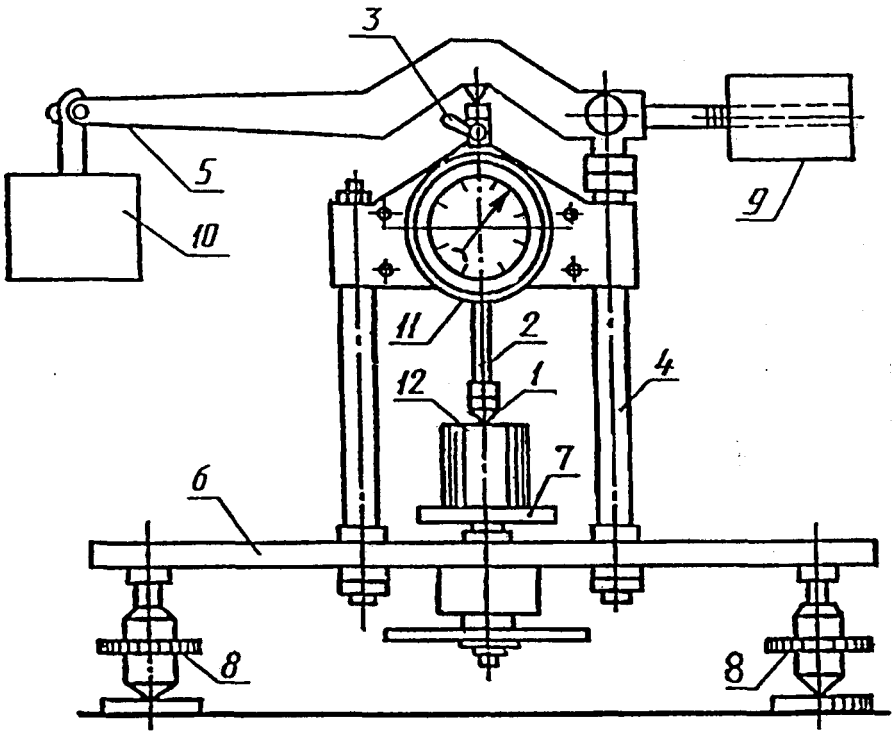
Грунти Грунты	Температура випробувань Т, °С Температура испытаний Т, °С											
	- 0,3	- 0,5	- 1	- 1,5	- 2	- 2,5	- 3	- 3,5	- 4	- 6	- 8	- 10
При льодистості грунтів i_i < 0,2 **При льдистости грунтов i_i < 0,2**												
1 Піски середньої крупності **Пески средней крупности**	0,55	0,95	1,25	1,45	1,6	1,8	1,95	2,0	2,2	2,6	2,95	3,3
2 Піски дрібні і пилуваті **Пески мелкие и пылеватые**	0,45	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,2	2,55	2,86
3 Супіски **Супеси**	0,3	0,5	0,7	0,8	1,05	1,15	1,30	1,40	1,5	1,9	2,25	2,5
4 Суглинки і глини **Суглинки и глины**	0,25	0,45	0,55	0,65	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,55	1,9	2,2
При льодистості грунтів $i_i \geq 0,2$ **При льдистости грунтов $i_i \geq 0,2$**												
Всі види грунтів, що вказані в пл.1-4 **Все виды грунтов, указанные в пп.1-4**	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75	0,85	0,95	1,25	1,55	1,75

Додаток С
(рекомендований)

Принципова схема установки для визначення еквівалентного зчеплення мерзлих грунтів

Приложение С
(рекомендуемое)

Принципиальная схема установки для определения эквивалентного сцепления мерзлых грунтов



1 - кульковий штамп; 2 - рухомий стержень з тримачем кульки; 3 - ручка стопорного гвинта; 4 - стояки; 5 - важільний прес (із співвідношенням плечей важеля 5:1); 6 - опорна плита; 7 - рухомий столик; 8 - урівнювальні гвинти; 9 - контрвантаж; 10 - гирі; 11 - індикатор деформацій; 12 - зразок грунту

1 - шариковий штамп; 2 - подвижной стержень с держателем шарика; 3 - ручка стопорного винта; 4 - стойки; 5 - рычажный пресс (с соотношением плеч рычага 5:1); 6 - опорная плита; 7 - подвижной столик; 8 - уравнительные винты; 9 - контргруз; 10 - гири; 11 - индикатор деформаций; 12 - образец грунта

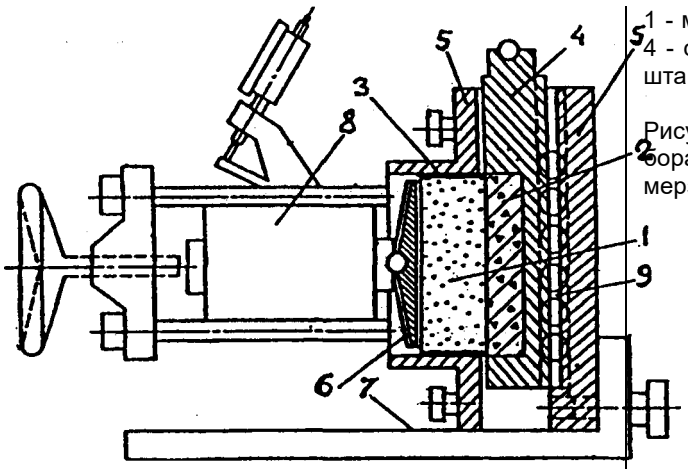
Рисунок С. 1

ДодатокТ
(рекомендований)

Схеми приладів і обладнання при випробуваннях методом одноплощинного зрізу мерзлого грунту по поверхні змерзання

Приложение Т
(рекомендуемое)

Схемы приборов и оборудования при испытаниях методом одноплоскостного среза мерзлого грунта по поверхности смерзания



1 - мерзлый грунт; 2 - материал; 3 - рабочее кольцо; 4 - срезная каретка; 5 - корпус прибора; 6 - боковой штамп; 7 - опорная плита; 8 - динамометр

Рисунок Т.1 - Схема одноплоскостного срезного прибора типа ПРС для определения сопротивления мерзлого грунта срезу по поверхности смерзания

1 - мерзлий грунт; 2 - матеріал; 3 - робоче кільце; 4 - зрізувальна каретка; 5 - корпус приладу; 6 - бічний штамп; 7 - опорна плита; 8 - динамометр

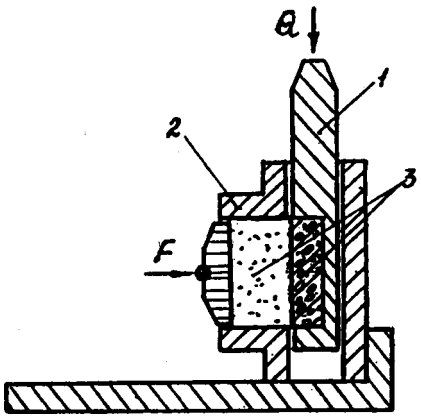
Рисунок Т.1 - Схема одноплощинного зрізувального приладу типу ПРС для визначення опору мерзлого грунту зрізу по поверхні змерзання

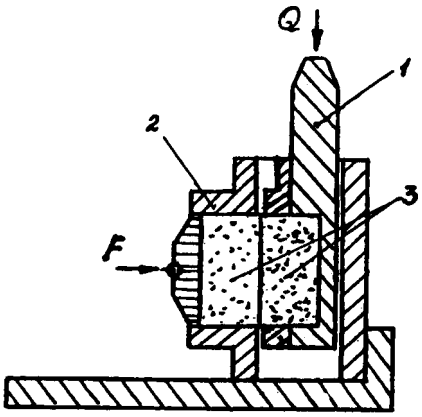
Схема випробування по поверхні змерзання мерзлого грунту, грунтового розчину і льоду по матеріалу

Схема испытания по поверхности смерзания мерзлого грунта, грунтового раствора и льда по материалу

Схема випробування по поверхні змерзання мерзлого грунту по грунту, грунтовому розчину і льоду

Схема испытания по поверхности смерзания мерзлого грунта по грунту, грунтовому раствору и льду





1 - рухома частина приладу (зрізувальна каретка); 2 -нерухома частина приладу (корпус); 3 - зразок; Q - дотичне навантаження;F-нормальне навантаження.

Рисунок Т.2 - Схеми випробувань на одноплощинному зрізувальному приладі типу ПРС для визначення опору мерзлого грунту зрізу по поверхні змерзання

1 - подвижная часть прибора (срезная каретка); 2 - неподвижная часть прибора (корпус); 3 - образец; Q - касательная нагрузка; F - нормальная нагрузка.

Рисунок Т.2 - Схемы испытаний на одноплоскостном срезном приборе типа ПРС для определения сопротивления мерзлого грунта срезу по поверхности смерзания

Додаток У
(рекомендований)

Рекомендації щодо виготовлення зразків матеріалу і грунту для випробувань методом одноплощинного зрізу по поверхні змерзання

1 Виготовляти зразки матеріалу фундаменту або інших твердих матеріалів (скельних і напівскельних гірських порід, будівельних матеріалів і ін.) слід таким чином, щоб їх шорсткість по поверхні змерзання відповідала

вимогам завдання. У разі відсутності завдання шорсткість поверхні зразка матеріалу повинна відповідати шорсткості матеріалу в природних умовах.

Виготовлення зразків матеріалу фундаменту з такою самою шорсткістю поверхні, як у фундаменту (яку не піддавали спеціальній обробці), повинно проводитись з урахуванням таких вимог:

- дерев'яні зразки повинні бути виготовлені з необробленої деревини і їх поверхня повинна бути обстругана; при заморожуванні зразків деревина повинна бути у водонасиченому стані;

- сталеві зразки повинні мати гарячекатану або холоднокатану поверхню в залежності від виду прокату, який використовують для виготовлення зразків на токарних, фрезерних або стругальних верстатах без шліфування їх поверхні, якщо зразки використовують замість гарячекатаної сталі, та із шліфуванням - замість холоднокатаної;
- бетонні зразки повинні бути виготовлені з віброущільненням у гладкій металевій опалубці, поверхню якої перед бетонуванням покривають вапняним або глинистим розчином; на поверхні зразків, які змерзаються з грунтом, не повинно бути раковин та зазалізнених ділянок.

При виготовленні зразків матеріалу фундаменту, поверхні якого піддають спеціальній обробці якимось способом, поверхню зразків слід обробляти таким самим способом. Використання інших способів обробки поверхонь зразків для надання їм такої самої шорсткості, як у бічній поверхні фундаменту, допускається за умови інструментальної оцінки класу шорсткості відповідно до ГОСТ 2789. Шорсткість

Приложение У
(рекомендуемое)

Рекомендации по изготовлению образцов материала и грунта для испытаний методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания

1 Изготовлять образцы материала фундамента или других твердых материалов (скальных и полускальных горных пород, строительных материалов и др.) следует таким образом, чтобы их шероховатость по поверхности смерзания соответствовала требованиям задания. При отсутствии задания шероховатость поверхности образца материала должна соответствовать шероховатости материала в естественных условиях.

Изготовление образцов материала фундамента с такой же шероховатостью поверхности, как у фундамента (не подвергнутой специальной обработке), должно производиться с учетом следующих требований:

- деревянные образцы должны быть изготовлены из необработанной древесины и их поверхность должна быть обстругана; при замораживании образцов древесина должна быть в водонасыщенном состоянии;
- стальные образцы должны иметь горячекатаную или холоднокатаную поверхность в зависимости от вида проката, используемого для изготовления образцов на токарных, фрезерных или строгальных станках без шлифования их поверхности, если образцы применяют взамен горячекатаной стали, и со шлифованием - взамен холоднокатаной;
- бетонные образцы должны быть изготовлены с виброуплотнением в гладкой металлической опалубке, поверхность которой перед бетонированием покрывают известковым или глинистым раствором; на поверхности образцов, смерзающихся с грунтом, не должно быть раковин и зажелезненных участков.

При изготовлении образцов материала фундамента, поверхности которого подвергают специальной обработке каким-либо способом, поверхность образцов следует обрабатывать таким же способом. Применение других способов обработки поверхностей образцов для придания им такой же шероховатости, как у боковой поверхности фундамента, допускается при условии инструментальной оценки

допускається оцінювати шляхом порівняння з еталонною поверхнею, виготовленою відповідно до вимог ГОСТ 9378.

2 Зразок виду "грунт (ґрунтовий розчин) - матеріал" готують у такій послідовності: в опорне кільце форми першого типу поміщають матеріал, потім на нього встановлюють робоче кільце зрізувального приладу, на якому розміщують захисне кільце форми. Робоче кільце заповнюють раніше підготовленим грунтом або ґрунтовим розчином заданого складу і вологості. При заповненні робочого кільця грунтом порушеного складу досягають потрібної густини грунту. Кришку форми встановлюють у її положення в залежності від заданих умов проморожування, а саме при проморожуванні через грунт - знизу; при проморожуванні через матеріал - зверху. При відсутності завдання зразок проморожують через матеріал.

Форму із зразком встановлюють для проморожування у приміщення або холодильну шафу із заданою мінусовою температурою повітря.

3 Зразок виду "лід - матеріал" підготовлюють у такій послідовності: зразок матеріалу поміщають у опорне кільце форми першого типу, на нього встановлюють робоче кільце зрізувального приладу, на яке поміщають захисне кільце форми і знизу встановлюють кришку форми. Форму переносять у приміщення із заданою мінусовою температурою, де після її охолодження проводять наморожування льоду на матеріал.

Лід наморожують шарами завтовшки до 5 мм, причому кожний новий шар наморожується після повного замерзання попереднього.

Для наморожування використовують воду, охолоджену до температури замерзання.

Якщо завдання потребує випробувати лід природного складу або лід, який утворено в умовах, що моделюють природні, то зразок льоду вирізають з моноліту за формою робочого кільця зрізувального приладу, закладають його у робоче кільце і зморожують з матеріалом через шар, охолоджений до температури замерзання води завтовшки до 3 мм, яку налито на охолоджену контактну поверхню.

4 Зразок виду "грунт - грунтовий розчин (грунт)" підготовлюють у такій послідовності:

класса шероховатости в соответствии с ГОСТ 2789. Шероховатость допускается оценивать путем сравнения с эталонной поверхностью, изготовленной в соответствии с требованиями ГОСТ 9378.

2 Образец вида "грунт (грунтовый раствор) - материал" готовят в такой последовательности: в опорное кольцо формы первого типа помещают материал, затем на него устанавливают рабочее кольцо срезного прибора, на которое помещают защитное кольцо формы. Рабочее кольцо заполняют заранее подготовленным грунтом или грунтовым раствором заданного состава и влажности. При заполнении рабочего кольца грунтом нарушенного сложения добиваются требуемой плотности грунта. Крышку формы устанавливают в ее положение в зависимости от заданных условий промораживания, а именно при промораживании через грунт- снизу; при промораживании через материал - сверху. При отсутствии задания образец промораживают через материал.

Форму с образцом устанавливают для промораживания в помещение или холодильный шкаф с заданной минусовой температурой воздуха.

3 Образец вида "лед-материал" подготавливают в следующей последовательности: образец материала помещают в опорное кольцо формы первого типа, на него устанавливают рабочее кольцо срезного прибора, на которое помещают защитное кольцо формы и снизу устанавливают крышку формы. Форму переносят в помещение с заданной минусовой температурой, где после ее охлаждения производят намораживание льда на материал.

Лед намораживают слоями толщиной до 5 мм, причем каждый новый слой намораживается после полного замерзания предыдущего.

Для намораживания применяют воду, охлажденную до температуры замерзания.

Если заданием требуется испытать лед природного сложения или лед, образованный в условиях, моделирующих природные, то образец льда вырезают из монолита по форме рабочего кольца срезного прибора, закладывают его в рабочее кольцо и смораживают с материалом через слой, охлажденный до температуры замерзания воды толщиной до 3 мм, налитой на охлажденную контактную поверхность.

4 Образец вида "грунт - грунтовый раствор (грунт)" подготавливают в такой последовательности:

- для грунту непорушеного складу - вирізають з моноліту грунту зразок за формою робочого кільця зрізувально-го приладу і поміщають його у робочому кільці;
- для грунту порушеного складу - робоче кільце приладу заповнюють раніше підготовленим грунтом заданого складу і вологості, добиваючись потрібної густини грунту, після чого грунт заморожують. Умови охолодження зразка при заморожуванні визначаються завданням. При відсутності такого завдання зразок грунту проморожують в умовах всебічного охолодження;
- мерзлий грунт у робочому кільці зрізувального приладу встановлюють у опорне кільце форми другого типу. На це робоче кільце встановлюють друге таке саме робоче кільце і на ньому поміщають захисне кільце форми другого типу. Верхнє робоче кільце заповнюють попередньо охолодженим до температури замерзання ґрунтовим розчином або грунтом заданого складу та вологості і проводять зморожування зразка через верхній або нижній торець відповідно до 6.4.3.1.

5 Зразок виду "грунт - лід" готують у такій послідовності: збирання форми другого типу, підготовку і проморожування зразка грунту проводять відповідно до 6.4.3.3. Лід наморожують на мерзлий грунт на другому кільці зрізувального приладу шарами завтовшки до 5 мм або приморожують зразок природного льоду через шар охолодженої до температури замерзання води завтовшки до 3 мм. Усі операції проводять у приміщенні з від'ємною температурою.

6 Під час проморожування вимірюють температуру контрольного зразка грунту, у який поміщають термодатчик термовимірювального пристрою.

Проморожування закінчують, коли температура контрольного зразка досягне значення температури повітря у приміщенні. Після цього зразок виймають з форми, герметизують і зберігають до випробувань.

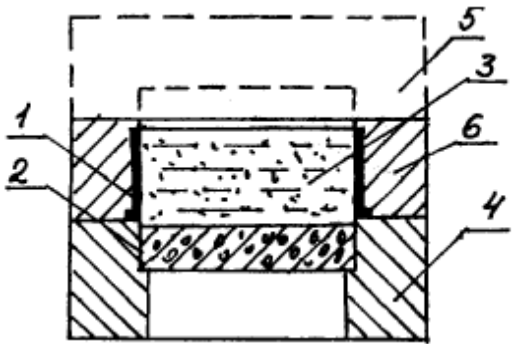
- для грунта ненарушенного сложения - вырезают из монолита грунта образец по форме рабочего кольца срезного прибора и помещают его в рабочее кольцо;
- для грунта нарушенного сложения - рабочее кольцо прибора заполняют заранее подготовленным грунтом заданного состава и влажности, добиваясь требуемой плотности грунта, после чего грунт замораживают. Условия охлаждения образца при замораживании определяются заданием. При отсутствии такого задания образец грунта промораживают в условиях всестороннего охлаждения;
- мерзлый грунт в рабочем кольце срезного прибора устанавливают в опорное кольцо формы второго типа. На это рабочее кольцо устанавливают второе такое же рабочее кольцо и на него помещают защитное кольцо формы второго типа. Верхнее рабочее кольцо заполняют предварительно охлажденным до температуры замерзания грунтовым раствором или грунтом заданного состава и влажности и производят смораживание образца через верхний или нижний торец в соответствии с 6.4.3.1.

5 Образец вида "грунт-лед" подготавливают в такой последовательности: сборку формы второго типа, подготовку и промораживa-ние образца грунта производят в соответствии с 6.4.3.3. Лед намораживают на мерзлый грунт во втором кольце срезного прибора слоями толщиной до 5 мм или промораживают образец природного льда через слой охлажденной до температуры замерзания воды толщиной до 3 мм. Все операции выполняют в помещении с отрицательной температурой.

6 Во время промораживания измеряют температуру контрольного образца грунта, в который помещают термодатчик термоизмерительного устройства.

Промораживание заканчивают, когда температура контрольного образца достигает значения температуры воздуха в помещении. После этого образец извлекают из формы, герметизируют и сохраняют до испытаний.

Форма типу I
для приготування зразків виду
"грунт (ґрунтовий розчин, лід) - матеріал"

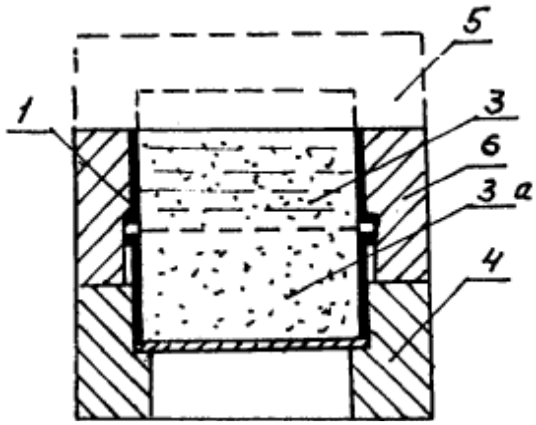


1 - робоче кільце зрізувального приладу; 2 - матеріал; 3 - грунт (лід, грунтовий розчин); 3 а - грунт; 4 -опорне кільце; 5 - кришка форми; 6 - захисне кільце форми.

Рисунок У.1 - Схеми форм для приготування зразків

Форма типу II
для приготування зразків виду
"грунт - грунтовий розчин (лід, грунт)".

Форма типа I
для приготовления образцов вида
"грунт (грунтовый раствор, лед) - материал"



1 - рабочее кольцо срезного прибора; 2 - материал; 3 - грунт (лед, грунтовый раствор); 3 а - грунт; 4 - опорное кольцо; 5 - крышка формы; 6 - защитное кольцо формы.

Форма типа II
для приготовления образцов вида "грунт - грунтовый раствор (лед, грунт)"

Рисунок У.1 - Схемы форм для приготовления образцов

Додаток Ф
(рекомендований)

Зразок графічного оформлення результатів випробувань мерзлого грунту методом одноплощинного зрізу по поверхні змерзання

Приложение Ф
(рекомендуемое)

Образец графического оформления результатов испытаний мерзлого грунта методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания

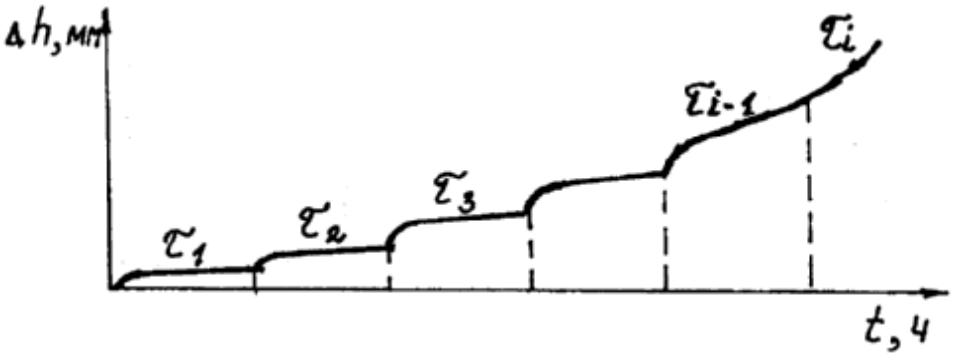


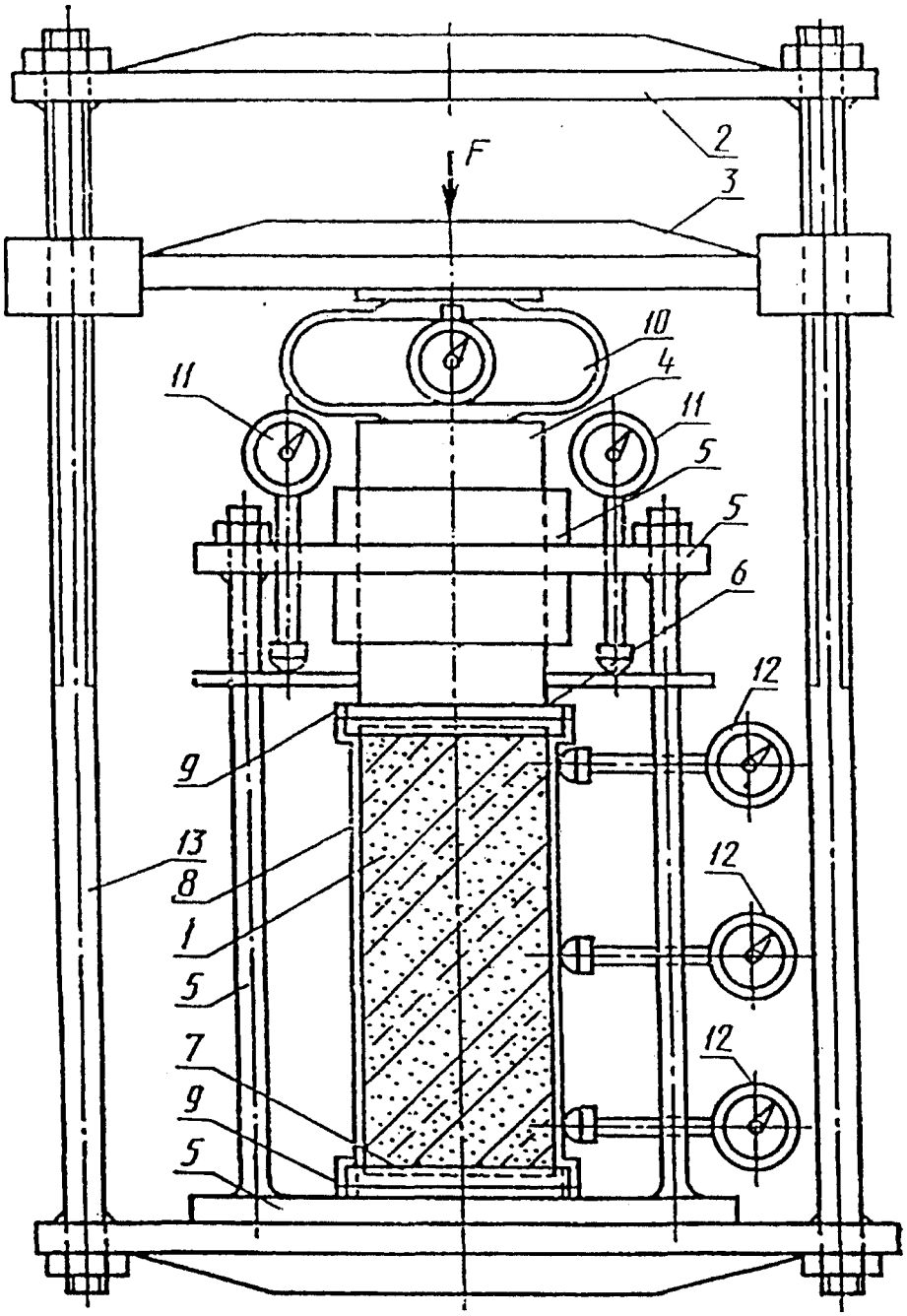
Рисунок Ф.1

Додаток Х
(рекомендований)

Принципова схема установки для випробування зразка грунту на одновісний стиск

Приложение Х
(рекомендуемое)

Принципиальная схема установки для испытания образца грунта на одноосное сжатие



1 - зразок грунту; 2 - нерухома платформа; 3 – рухома платформа; 4 - шток; 5 - направляючий пристрій; 6 - верхній штамп; 7 - нижній штамп; 8 - паровологонепроникна оболонка; 9 - гумове притискне кільце; 10-динамометр; 11 - вимірювач поздовжніх деформацій; 12 - вимірювач поперечних деформацій; 13 -поздовжня тяга

1 - образец грунта; 2 - неподвижная платформа; 3 - платформа; 4 - шток; 5 – направляющее устройство; 6 - подвижная платформа; 6 - верхний штамп; 7 - нижний штамп; 8 - паровлагонепроницаемая оболочка; 9 - резиновое прижимное кольцо; 10 - динамометр; 11 - измеритель продольных деформаций; 12 - измеритель поперечных деформаций; 13 - продольная тяга

Рисунок Х.1

Додаток Ц
(рекомендований)

Зразок графічного оформлення результатів випробувань мерзлого грунту методом одновісного стиску

Приложение Ц
(рекомендуемое)

Образец графического оформления результатов испытаний мерзлого грунта методом одноосного сжатия

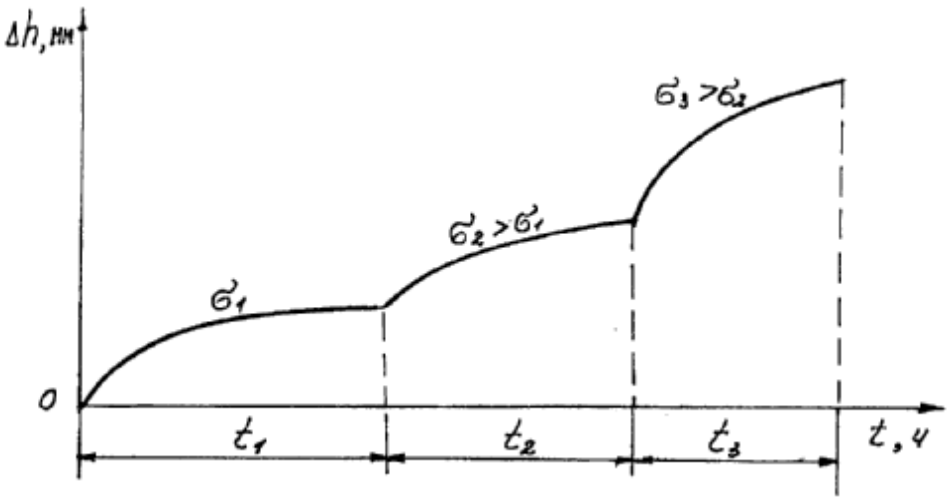


Рисунок Ц.1

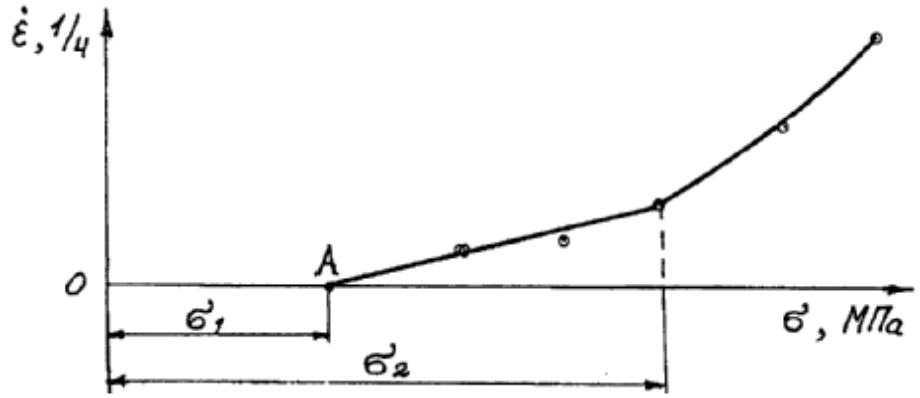


Рисунок Ц.2

Додаток Ш
(рекомендований)

Визначення характеристик деформованості мерзлого грунту за результатами випробувань на одновісний стиск

1 Модуль лінійної деформації Е і коефіцієнт нелінійної деформації А визначають за залежністю, яка встановлює зв'язок між відносними поздовжними деформаціями ε, напруженнями σ і часом дії навантаження t

$$\varepsilon(\sigma,t) = f(\sigma)t^{\alpha}, \qquad (Ш.1)$$

де f (σ) - функція напружень σ для часу t їх дії, що дорівнює 1 год, яку приймають у вигляді:

f (σ) = σ / E_o - для моделі лінійно деформованої основи,

f (σ) = (σ / A_o) $^{1/m}$ - для моделі нелінійно деформованої основи,

де E_O і A_O - параметри функції f (σ);

m - коефіцієнт нелінійності по напруженнях.

2 Гранично тривалі значення Е і А обчислюють за формулами:

$$E = E_o t_u^{\alpha}; \qquad (Ш.2)$$

$$A = A_o t_u^{\alpha}; \qquad (Ш.3)$$

де t_u - час, що дорівнює терміну служби будови або споруди і приймається

t_u = 50 років = 4,38 · 10^5 год;

α - коефіцієнт нелінійності у часі.

3 Для встановлення залежності (Ш.1) вихідні дані випробувань (6.3.5) обробляють у відповідності з теорією спадкової повзучості. Використовуючи криву повзучості (6.3.5.7), послідовно обчислюють ряд значень $\varepsilon_{i,\,j}$, що мають суть деформацій, які розвинулись би під дією постійного напруження (i = 1, 2, ...), яке відповідає напруженню і-го ступеня навантажування, за час t_j. Обчислення проводять за формулою:

$$\varepsilon_{i,j} = \varepsilon_{i-1,j} + \Delta\varepsilon_{i,j}, \qquad (Ш.4)$$

де $\varepsilon_{1\text{-}i,\,j}$ - повна відносна поздовжня деформація попереднього ступеня навантажування у момент часу t_j, обчислена за цією формулою раніше при $\varepsilon_{o,\,j} = 0$;

$\Delta\varepsilon_{i,\,j}$ - приріст відносної деформації, який визначається за кривою повзучості (6.3.5.7) і представляє собою різницю між деформацією, накопиченою до моменту, коли і-й ступінь навантаження діяв протягом часу t_j,

Приложение Ш
(рекомендуемое)

Определение характеристик деформируемости мерзлого грунта по результатам испытаний на одноосное сжатие

1 Модуль линейной деформации E и коэффициент нелинейной деформации A определяют по зависимости, устанавливающей связь между относительными продольными деформациями ε, напряжениями σ и временем действия нагрузки t

$$\varepsilon(\sigma,t) = f(\sigma)t^{\alpha}, \qquad (Ш.1)$$

где f (σ) - функция напряжений σ для времени t их действия, равного 1 ч, которую принимают в виде:

f (σ) = σ / E_o - для модели линейно деформируемого основания,

f (σ) = (σ / A_o) $^{1/m}$ - для модели нелинейно деформируемого основания,

где E_O и A_o - параметры функции f (σ);

m - коэффициент нелинейности по напряжениям.

2 Предельно длительные значения E и A вычисляют по формулам:

$$E = E_o t_u^{\alpha}; \qquad (Ш.2)$$

$$A = A_o t_u^{\alpha}; \qquad (Ш.3)$$

где t_u - время, равное сроку службы здания или сооружения и принимаемое

t_u = 50 лет = 4,38 · 10^5 ч;

α - коэффициент нелинейности во времени.

3 Для установления зависимости (Ш.1) исходные данные испытаний (6.3.5) обрабатывают в соответствии с теорией наследственной ползучести. Используя кривую ползучести (6.3.5.7), последовательно вычисляют ряд значений $\varepsilon_{i,\,j}$, имеющих смысл деформаций, которые развились бы под действием постоянного напряжения (i = 1, 2, ...), соответствующего напряжению i-ой ступени нагружения, за время t_j. Вычисления проводят по формуле

$$\varepsilon_{i,j} = \varepsilon_{i-1,j} + \Delta\varepsilon_{i,j}, \qquad (Ш.4)$$

где $\varepsilon_{1\text{-}i,\,j}$ - полная относительная продольная деформация предшествующей ступени нагружения в момент времени t_j, вычисленная по этой формуле ранее при $\varepsilon_{o,\,j} = 0$;

$\Delta\varepsilon_{i,\,j}$ - приращение относительной деформации, определяемое по кривой ползучести (6.3.5.7) и представляющая собой разность между деформацией, накопленной к моменту, когда i-ая ступень нагрузки дей-

і деформацією, накопиченою до початку дії і-го ступеня навантаження.

Моменти часу t_j призначають однаковими для кожного ступеня навантажування з урахуванням вказівок 6.1.4.3.

Результати представляють у вигляді сімейства кривих повзучості при постійних напруженнях σ (рисунок Ш.1).

ствовала в течение времени t_j и деформацией, накопленной к началу действия i-ой ступени нагрузки.

Моменты времени t_j назначают одинаковыми для каждой ступени нагружения с учетом указаний 6.1.4.3.

Результаты представляют в виде семейства кривых ползучести при постоянных напряжениях σ (рисунок Ш. 1).

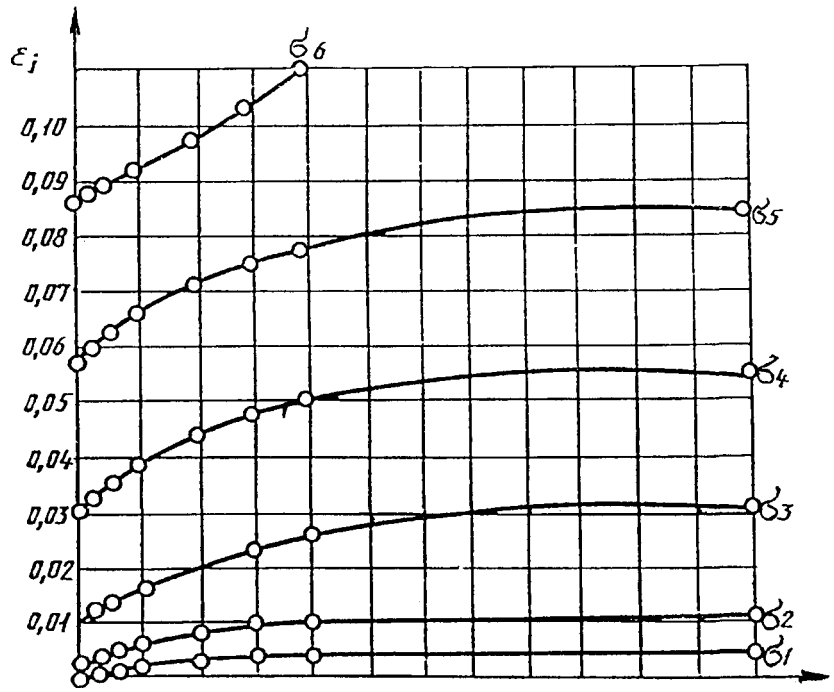


Рисунок Ш.1

4 Для визначення параметра α і набору значень f (σ_i) одержані значення $\varepsilon_{i,j}$ представляють у вигляді сімейства паралельних прямих у координатах x = lnt, y = lnσ_1 (рисунок Ш.2). Далі α і f (σ_1) обчислюють за формулою:

4 Для определения параметра α и набора значений f (σ_i) полученные значения $\varepsilon_{i,j}$ представляют в виде семейства параллельных прямых в координатах x = ln t, y = lnσ_1 (рисунок Ш.2). Далее α и f (σ_1) вычисляют по формулам:

$$a = b ; \qquad (Ш.5)$$

$$f(\sigma_i) = e^{a_j}, \qquad (Ш.6)$$

где a_j и b - параметры, определяемые графически или способом наименьших квадратов (пункт 8).

де a_j і b - параметри, які визначають графічно або способом найменших квадратів (пункт 8).

5 Для моделі лінійно деформованої основи набір значень f (σ_i) апроксимують прямою в координатах x = σ_i; y = f (σ_i) (рисунок Ш.3) і обчислюють значення E_o за формулою:

5 Для модели линейно деформируемого основания набор значений f (σ_i) аппроксимируют прямой в координатах x = σ_i; y = f (σ_i) (рисунок Ш.3) и вычисляют значение E_o по формуле:

$$E_o = 1 / c, \qquad (Ш.7)$$

де c - параметр, що визначається графічно або способом найменших квадратів (пункт 9).

где c - параметр, определяемый графически или способом наименьших квадратов (пункт 9)

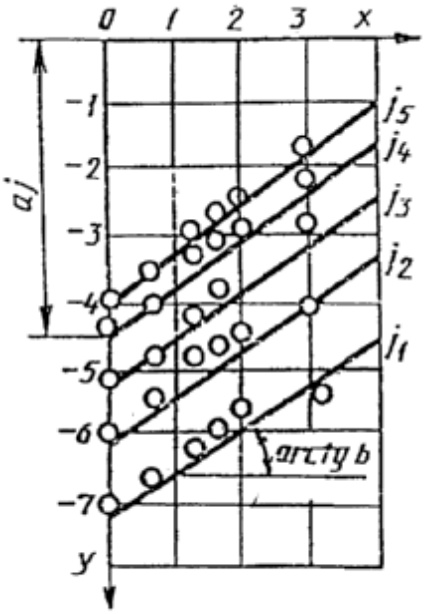


Рисунок Ш.2

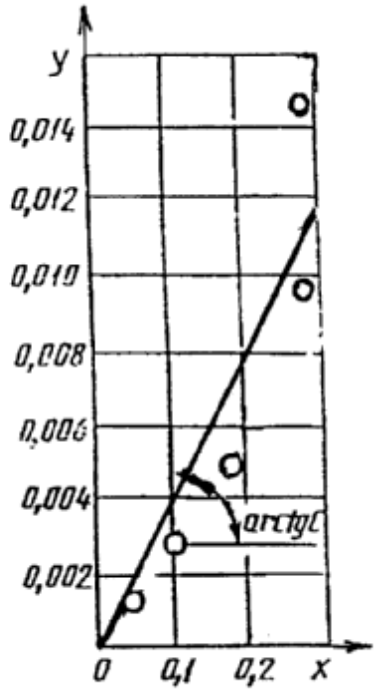


Рисунок Ш.3

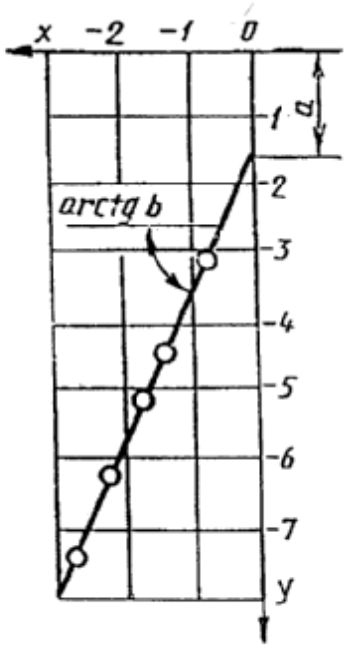


Рисунок Ш.4

6 Для моделі нелінійно деформованої основи набір значень f (σ_i) апроксимують прямою у координатах x = Inσ_i; y = Inf (σ_i) (рисунок Ш.4) і обчислюють значення A_o і m за формулами:

$$A_o = e^{-a}; \qquad (Ш.8)$$

$$m = 1 / b; \qquad (Ш.9)$$

де a і b - параметри, які визначаються графічно або способом найменших квадратів (пункт 10).

7 Коефіцієнт поперечного розширення ν визначають із залежності, яка встановлює зв'язок між відносними поздовжніми є і поперечними деформаціями ε_x

$$\varepsilon_x = \nu \varepsilon . \qquad (Ш.10)$$

Для визначення ν експериментальні дані (відносні поздовжні і поперечні деформації) в кінці кожного ступеня навантажування, які визначаються за пунктом 3, представляють у координатах x = ε; y = ε_x (рисунок Ш.3). Далі значення ν обчислюють за формулою:

$$\nu = 1 / c \qquad (Ш.11)$$

де c - параметр, який визначають графічно або способом найменших квадратів (пункт 9).

6 Для модели нелинейно деформируемого основания набор значений f (σ_i) аппроксимируют прямой в координатах x = Inσ_i; y = Inf (σ_i) (рисунок Ш.4) и вычисляют значения A_o и m по формулам:

$$A_o = e^{-a}; \qquad (Ш.8)$$

$$m = 1 / b; \qquad (Ш.9)$$

где a и b - параметры, определяемые графически или способом наименьших квадратов (пункт 10).

7 Коэффициент поперечного расширения ν определяют из зависимости, устанавливающей связь между относительными продольными ε и поперечными деформациями ε_x

$$\varepsilon_x = \nu \varepsilon . \qquad (Ш.10)$$

Для определения ν экспериментальные данные (относительные продольные и поперечные деформации) в конце каждой ступени нагружения, определяемые по пункту 3, представляют в координатах x = ε; y = ε_x (рисунок Ш.3). Далее значения ν вычисляют по формуле:

$$\nu = 1 / c \qquad (Ш.11)$$

где c - параметр, определяемый графически или способом наименьших квадратов (пункт 9).

8 Параметри a_j і b рівняння сімейства паралельних прямих y = a_j + bx визначають графічно (рисунок Ш.2), при цьому:

a_j - у масштабі креслення дорівнює відрізку, який відсікають на осі ординат (у) j-ої з сімейства паралельних прямих найкращого наближення до експериментальних точок;

b - у масштабі креслення дорівнює тангенсу кута нахилу сімейства паралельних прямих до осі абсцис (x).

Способом найменших квадратів параметри a_j і b визначають за формулами:

8 Параметры a_j и b уравнения семейства параллельных прямых y = a_j + bx определяют графически (рисунок Ш.2), при этом:

a_j - в масштабе чертежа равен отрезку, отсекаемому на оси ординат (y) j-ой из семейства параллельных прямых наилучшего приближения к экспериментальным точкам;

b - в масштабе чертежа равен тангенсу угла наклона семейства параллельных прямых к оси абсцисс (x).

Способом наименьших квадратов параметры a_j и b определяют по формулам:

$$a_j = \bar{y}_j - b\bar{x}; \qquad (Ш.12)$$

$$b = \frac{\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} x_{j,i}y_{i,j} - \sum_{j=1}^{k} n_j \bar{x}_j \bar{y}_j}{\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} x_{j,i}^2 - \sum_{j=1}^{k} n_j \bar{x}_j^2}, \qquad (Ш.13)$$

де

где

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n_j}\sum_{i=1}^{n_j} x_{j,i} \quad \text{і} \quad \bar{y}_j = \frac{1}{n_j}\sum_{i=1}^{n_j} y_{j,i}; \qquad (Ш.14)$$

- середні значення координат експериментальних точок відповідно $x_{j,\,i}$ і $y_{j,\,i}$;

n_j - число точок у J-й вибірці;

k - число J-х вибірок.

- средние значения координат экспериментальных точек соответственно $x_{j,\,i}$ и $y_{j,\,i}$;

n_j - число точек в J-й выборке;

k - число J-х выборок.

9 Параметр с рівняння прямої, яка проходить через початок координат y = cx, визначають графічно (рисунок Ш.3), при цьому **c** у масштабі креслення дорівнює тангенсу кута нахилу до осі абсцис (x) прямої найкращого наближення до експериментальних точок, яка проходить через початок координат.

Способом найменших квадратів параметр c визначають за формулою:

9 Параметр с уравнения прямой, проходящей через начало координат y = cx, определяют графически (рисунок Ш.3), при этом **c** в масштабе чертежа равен тангенсу угла наклона к оси абсцисс (x) прямой наилучшего приближения к экспериментальным точкам, проходящей через начало координат.

Способом наименьших квадратов параметр c определяют по формуле:

$$\frac{c = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}, \qquad (Ш.15)$$

де x_i і y_i - координати експериментальних точок;

n - число точок.

10 Параметри a і b рівняння прямої y = a + bx визначають графічно (рисунок Ш.4), при цьому:

- **a** у масштабі креслення дорівнює відрізку, який відсікають на осі ординат (y) прямої найкращого наближення до експериментальних точок;

- **b** у масштабі креслення дорівнює тангенсу кута нахилу прямої до осі абсцис (x).

где x_i и y_i - координаты экспериментальных точек;

n - число точек.

10 Параметры a и b уравнения прямой y = a + bx определяют графически (рисунок Ш.4), при этом:

- **a** в масштабе чертежа равен отрезку, отсекаемому на оси ординат (y) прямой наилучшего приближения к экспериментальным точкам;
- **b** в масштабе чертежа равен тангенсу угла наклона прямой к оси абсцисс (x).

Способом найменших квадратів параметри a і b визначають за формулами:

Способом наименьших квадратов параметры a и b определяют по формулам:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 \sum_{i=1}^{n} y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} x_i y_i}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}; \qquad \text{(Ш.16)}$$

$$b = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}, \qquad \text{(Ш.17)}$$

де x_i, y_i і n - те саме, що і у пункті 9.

где x_i, y_i и n - то же, что и в пункте 9.

11 Вихідні дані і результати розрахунку записують у таблицю Ш.1.

11 Исходные данные и результаты расчета записывают в таблицу Ш.1.

Таблиця Ш.1
Таблица Ш.1

Номер ступеня навантажування Номер ступени нагружения	Напруження σ_j, МПа Напряжение σ_j, МПа	Час відліку деформацій t, год Время отсчета деформаций t, ч	Відносні поздовжні деформації ε_i Относительные продольные деформации ε_i	Приріст відносних поздовжніх деформацій $\Delta\varepsilon$ Приращение относительных продольных деформаций $\Delta\varepsilon$	Відносні поздовжні деформації $\varepsilon_{i,j}$, від постійних напружень Относительные продольные деформации $\varepsilon_{i,j}$, постоянных напряжений	Відносні поперечні деформації $\varepsilon_{x,\,i}$ Относительные поперечные деформации $\varepsilon_{x,\,i}$	Приріст відносних поперечних деформацій $\Delta\varepsilon_x$ Приращение относительных поперечных деформаций $\Delta\varepsilon_x$	Відносні попе Речні деформації $\varepsilon_{x,\,i,\,j}$ від постійних напружень Относительные поперечные деформации $\varepsilon_{x,\,i,\,j}$ от постоянных напряжений	Функції напружень $f(\sigma_i)$ Функции напряжений $f(\sigma_i)$	Коефіцієнт нелінійності у часі, α Коэффициент нелинейности во времени, α	Параметр E_0, МПа·год Параметр E_0 МПач	Параметр A_0, МПа·год Параметр A_0, МПач	Модуль лінійної деформації E, МПа Модуль линейной деформации E, МПа	Коефіцієнт нелінійної деформації A, МПа Коэффициент нелинейной деформации A, МПа	Показник нелінійності за напруженнями, m Показатель нелинейности по напряжениям, m	Коефіцієнт поперечного розширення V Коэффициент поперечного расширения V	Умовно-миттєвий опір R_{oc}, МПа Условно мгновенное сопротивление R_{oc}, МПа	Границя тривалої міцності R_c, МПа Предел длительной прочности R_c, МПа	Примітка Примечание

Додаток Щ
(рекомендований)

Зразок графічного оформлення результатів випробувань мерзлого грунту методом компресійного стиску

Приложение Щ
(рекомендуемое)

Образец графического оформления результатов испытаний мерзлого грунта методом компрессионного сжатия

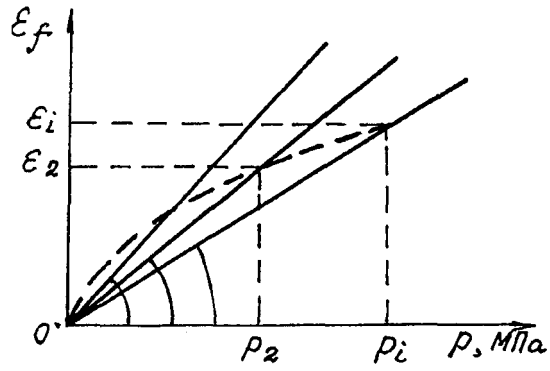


Рисунок Щ.1

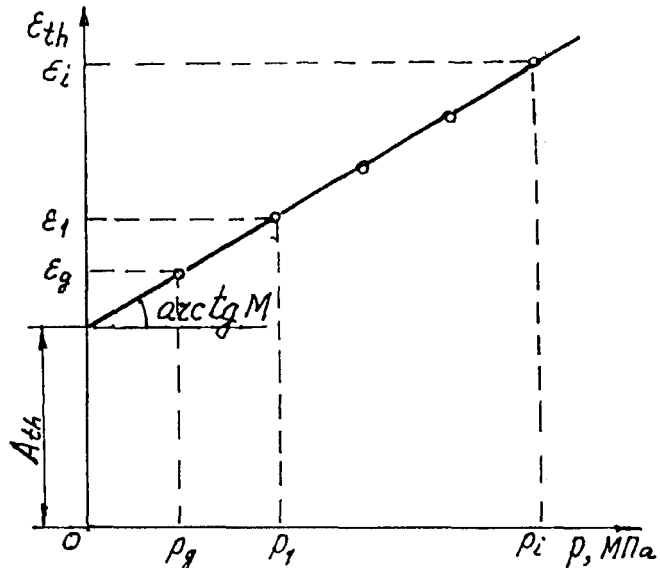


Рисунок Щ.2

УДК Ж39 ОКСТУ

Ключові слова: грунти, міцність, деформованість, методи лабораторного визначення, будівництво

Ключевые слова: грунты, прочность, деформируемость, методы лабораторного определения, строительство