
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р

2021

ГРУНТЫ

Определение характеристик прочности скальных грунтов методом трехосного сжатия

первая редакция

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2021

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН НИИОСП им. Н.М. Герсевича — АО «НИЦ «Строительство» при участии Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, Санкт Петербургского горного университета, ООО «ПрогрессГео-МДПТ» и ООО НПП «Геотек».

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от № -ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

Содержание

1 Область применения.....	
2 Нормативные ссылки.....	
3 Термины и определения.....	
4 Общие положения.....	
5 Сущность метода.....	
6. Оборудование и приборы.....	
7 Подготовка к испытанию.....	
8 Проведение испытания.....	
9 Обработка результатов.....	
Приложение А (справочное) Формы журналов испытания.....	
Приложение Б (справочное) Принципиальные схемы камеры стабилометра для испытаний скальных грунтов.....	
Приложение В (рекомендуемое) Многостадийное трехосное испытание скальных грунтов.....	
Приложение Г (рекомендуемое) Образцы графического оформления результатов испытания грунта методом трехосного сжатия.....	

Введение

Настоящий стандарт разработан впервые с учетом требований федеральных законов «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ и «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ (с изменениями на 2 июля 2013 года).

Настоящий стандарт разработан коллективом авторов под руководством кандидата технических наук, заведующего лабораторией «Методов исследований грунтов» НИИОСП им. Н.М. Герсевича, АО НИЦ «Строительство» А.Н. Труфанова.

В основу настоящего стандарта положены результаты последних достижений в области лабораторных испытаний скальных грунтов.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**ГРУНТЫ****Определение характеристик прочности скальных грунтов методом
трехосного сжатия***Soils. Determination of the strength of rocky soils by the triaxial compression method*

Дата введения — 2021 —

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к лабораторному методу испытания трехосным сжатием для определения характеристик прочности скальных грунтов при их исследованиях для строительства.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 25100 -2011 Грунты. Классификация (с Поправками)

ГОСТ 30416- 2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения

ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов

ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний

ГОСТ 12248.3- 2020 Определение характеристик прочности и деформируемости методом трехосного сжатия

ГОСТ Р XXXXX Грунты. Метод определения предела прочности на одноосное сжатие скальных грунтов плоскими плитами

ГОСТ 21153.8-88 Породы горные. Методы определения предела прочности при объемном сжатии.

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная

ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 25100, ГОСТ 30416, включая следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 скальный грунт - Грунт, имеющий жесткие структурные связи кристаллизационного и/или цементационного типа (ГОСТ 25100);

3.2 многостадийное трехосное испытание - Многократное приведение к предельному состоянию одного и того же образца при различных значениях горизонтального напряжения в условиях трехосного осесимметричного нагружения.

4 Общие положения

4.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к методу определения характеристик прочности образцов скальных грунтов методом трехосного сжатия в условиях осесимметричного нагружения.

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

4.3 Способы отбора монолитов и подготовки образцов для испытаний должны обеспечить сохранение их структуры и влажности в соответствии с ГОСТ 12071 и ГОСТ 30416.

4.4 Для испытываемых образцов скальных грунтов должна быть определена исходная влажность в соответствии с требованиями ГОСТ 5180.

Примечание – По специальному заданию могут быть определены другие классификационные параметры по ГОСТ 25100.

4.5. В процессе испытаний грунтов ведут журналы, формы которых приведены в приложении А. При автоматизации процесса испытаний и обработки данных с помощью компьютерных программ результаты опыта выводятся на компьютер в форме паспорта (протокола) испытания.

4.6 Паспорт (протокол) испытания должен включать в себя:

- идентификацию образца (номер буровой скважины, номер пробы, номер испытания, глубину отбора, и т.п.);
- начальные размеры образца;

- физические характеристики образца грунта;
- таблицы измеренных и рассчитанных текущих параметров;
- графические материалы (графики зависимости вертикальной деформации от вертикального напряжения и девиатора напряжений, диаграмма Кулона-Мора);
- числовые значения полученных характеристик грунта.

При необходимости допускается приводить и другую дополнительную информацию.

5 Сущность метода

5.1 Испытания скальных грунтов методом трехосного сжатия производят в условиях осесимметричного нагружения путем разрушения образца вертикальной нагрузкой при заданных постоянных значениях горизонтального напряжения в условиях отсутствия дренажа.

5.2 Испытания грунта методом трехосного сжатия проводят для определения угла внутреннего трения φ и удельного сцепления c .

Определение всех характеристик производится в полных напряжениях без измерения и учета порового давления.

Примечание – При необходимости в задании могут быть указаны и другие характеристики, возможные к определению в рамках данного вида испытаний

5.3 Указанные характеристики определяют по результатам испытаний образцов в камерах трехосного сжатия (стабилометра) типа Б.

Принципиальная схема камеры стабилометра типа Б приведена на рисунке Б.1 (приложение Б).

Примечание – Допускается также проведение трехосных испытаний скальных грунтов в камерах стабилометра типа А (рисунок Б.2 приложения Б), и «ячейках Хоека» (рисунок Б.3 приложения Б).

6 Оборудование и приборы

6.1 В состав установки для трехосных испытаний скальных грунтов в условиях осесимметричного нагружения должны входить:

- механизм вертикального нагружения;
- камера трехосного сжатия;
- устройство создания и измерения давления в камере стабилометра;
- устройство для измерения вертикальной нагрузки на образец;
- устройство для измерения вертикальных перемещений.

6.2 Устройство вертикального нагружения должно обеспечивать создание

вертикального напряжения в образце, превышающего не менее чем на 20-% величину максимального вертикального напряжения при разрушении σ_{1m} .

6.3 Устройство вертикального нагружения должно обеспечивать режим заданной скорости деформирования образца, или заданной скорости возрастания нагрузки с отклонениями не более 10% от заданных программой испытаний.

6.4 Устройство создания и измерения давления в камере стабилометра должно обеспечивать поддержание значения горизонтального напряжения σ_3 , с отклонением не более 2% от заданного программой испытаний

6.5 Камера трехосного сжатия должна обеспечивать размещение в ней образца скального грунта, изолированного от жидкости непроницаемой упругой оболочкой. Образец в камере размещается между двумя штампами, снабженных шарнирами* для равномерной передачи вертикальной нагрузки на образец, как в начале испытания, так и в процессе его проведения.

Примечания –

1. Допускается использование конструкции камеры с одним шарниром на верхнем или нижнем штампе;

2. Штампы должны быть изготовлены из инструментальной стали с упрочнением до твердости не менее 0,58 ед. по шкале Роквелла HRC. Контактующие с образцом поверхности штампов должны быть отшлифованы и отполированы, при этом отклонение от плоскости не должно превышать 0.01 мм.

6.6 Погрешность измерений должна соответствовать требованиями ГОСТ 30416, при этом она не должна превышать:

- при измерении вертикальной нагрузки на образец - 2% от максимальной нагрузки при разрушении;

- при измерении вертикальной деформации образца - 0.2% от начальной высоты образца;

- при измерении давления в камере - 2% от заданного значения.

7 Подготовка к испытанию

7.1 Отбор, упаковку, транспортирование и хранение образцов скальных грунтов, предназначенных для трехосных испытаний, производят в соответствии с требованиями ГОСТ 12071.

7.2 Образцы скальных грунтов изготавливают с соответствия с требованиями Приложения Б ГОСТ 30416 для полускальных грунтов и с учетом требований 4.4.

7.3 Образцы должны иметь цилиндрическую форму диаметром не менее 30 мм и соотношением высоты к диаметру равным $2,0 \pm 0,1$.

7.4. Образцы одной выборки должны иметь одинаковую форму и размеры.

7.5. Образцы изготавливают из шtuфов и кернов выбуриванием на лабораторном буровом станке. Торцевые поверхности шлифуют на шлифовальном станке.

7.6 Горизонтальные торцевые поверхности изготовленного образца должны быть плоскими, строго параллельными друг другу и перпендикулярными его боковой поверхности. Вертикальная цилиндрическая поверхность образца должна быть прямолинейной по всей высоте.

7.7. Образцы из негигроскопических грунтов изготавливают с применением промывочной жидкости. Образцы из гигроскопических пород изготавливают без применения промывочной жидкости и до начала испытания хранят в эксикаторе.

7.8 Образцы скальных грунтов испытывают при природной влажности, в воздушно сухом и водонасыщенном состоянии в зависимости от Программы испытаний.

7.9 Перед проведением испытания образец взвешивают и с учетом его объема, определяют плотность грунта перед испытанием согласно ГОСТ 5180.

7.10 Количество образцов для испытаний при различных горизонтальных напряжениях должно быть не менее 3-х.

8 Проведение испытания

8.1. Образец грунта размещают в камере прибора трехосного сжатия гидроизолирующей оболочке. Процедура установки образца может отличаться в зависимости от конструкции камеры прибора трехосного сжатия.

8.2 Камеру герметизируют и заполняют рабочей жидкостью.

8.3 Горизонтальное напряжение σ_3 и вертикальное напряжение σ_1 поднимают одновременно до значений, заданных программой испытаний.

8.4 При помощи устройства вертикального нагружения к образцу прикладывается дополнительная вертикальная нагрузка в соответствии с 6.3. вплоть до его разрушения.

Вертикальную нагрузку прикладывают с заданной скоростью деформирования образца – или с заданной скоростью возрастания нагрузки.

Режим нагружения с заданной скоростью деформирования осуществляется приращением вертикальной деформации образца грунта ϵ_1 со скоростью от 0,5 % до 2 % в минуту.

Примечания –

1. В случае, если мощность нагрузочного устройства недостаточна для проведения

всего испытания с выбранной начальной скоростью деформирования, допускается в процессе испытания производить ее снижение.

2. При ограниченном объеме исследуемого материала в соответствии с Заданием на изыскания допускается проведение многостадийных трехосных испытаний в режиме заданной скорости деформирования в соответствии с приложением В

Режим нагружения с заданной скоростью возрастания вертикальной нагрузки обеспечивается непрерывным приращением вертикальной нагрузки со скоростью от 1 до 5 МПа/с.

8.5. После испытания, если указано в задании, определяют влажность грунта в соответствии с требованиями ГОСТ 5180.

9 Обработка результатов

9.1. Значение максимального вертикального напряжения при разрушении σ_{1f} вычисляют по формуле

$$\sigma_{1f} = (F_m / S) \cdot 10, \text{ МПа}, \quad (9.1)$$

где F_m - максимальная нагрузки при разрушении, кН;

S - площадь поперечного сечения образца, см².

9.2 При определении характеристик прочности по вычисленным значениям строят графики зависимости относительной вертикальной деформации от девиатора напряжений $\varepsilon_1 = f(q)$ для испытаний, проведенных при различных значениях горизонтальных напряжений σ_3 и диаграмму Кулона-Мора (приложение Г).

По графику зависимости относительной вертикальной деформации от девиатора напряжений $\varepsilon_1 = f(q)$ определяют значения разрушающего девиатора напряжения $q_f = (\sigma_{1f} - \sigma_3)$, соответствующего моменту разрушения образца грунта. Пример такого графика представлен на с рис. Г.1 приложения Г.

По результатам испытаний отдельных образцов строят диаграмму Кулона-Мора, по которой, в соответствии с рисунком Г 2, графическим путем определяют частные значения угла внутреннего трения φ (град) и удельного сцепления c МПа (кПа).

9.3. Вычисление нормативных значений угла внутреннего трения φ (град) и удельного сцепления c , МПа (кПа) производят в соответствии с ГОСТ 20522. При этом для скальных грунтов во всех расчетных формулах вместо эффективных напряжений используют значения полных напряжений.

Приложение А
(рекомендуемое)

Формы журналов испытания

А.1 Форма первой страницы журнала

Организация
(лаборатория) _____

ЖУРНАЛ ИСПЫТАНИЙ СКАЛЬНОГО ГРУНТА МЕТОДОМ ТРЕХОСНОГО СЖАТИЯ

Объект (пункт) _____

Сооружение _____

Шурф (скважина) N _____

Глубина отбора образца, м _____

Лабораторный номер образца _____

Наименование грунта _____

Сложение грунта _____

Визуальное описание грунта в лаборатории _____

Вид испытания _____

Приборы (тип, номер) _____

Дата испытаний: _____

начало _____

окончание _____

Данные об образце:

Высота, мм _____

Диаметр, мм _____

Площадь, см² _____

Объем, см³ _____

Масса, г _____

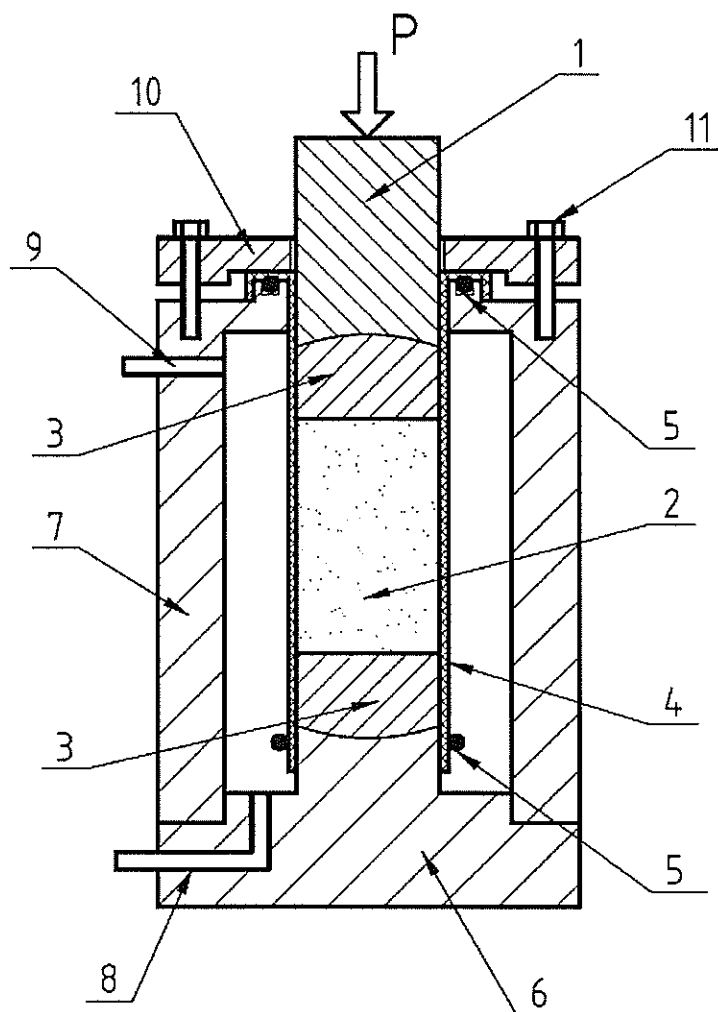
Физические характеристики грунта

Характеристика	Значение		Примечание
	До опыта	После опыта	

Приложение Б

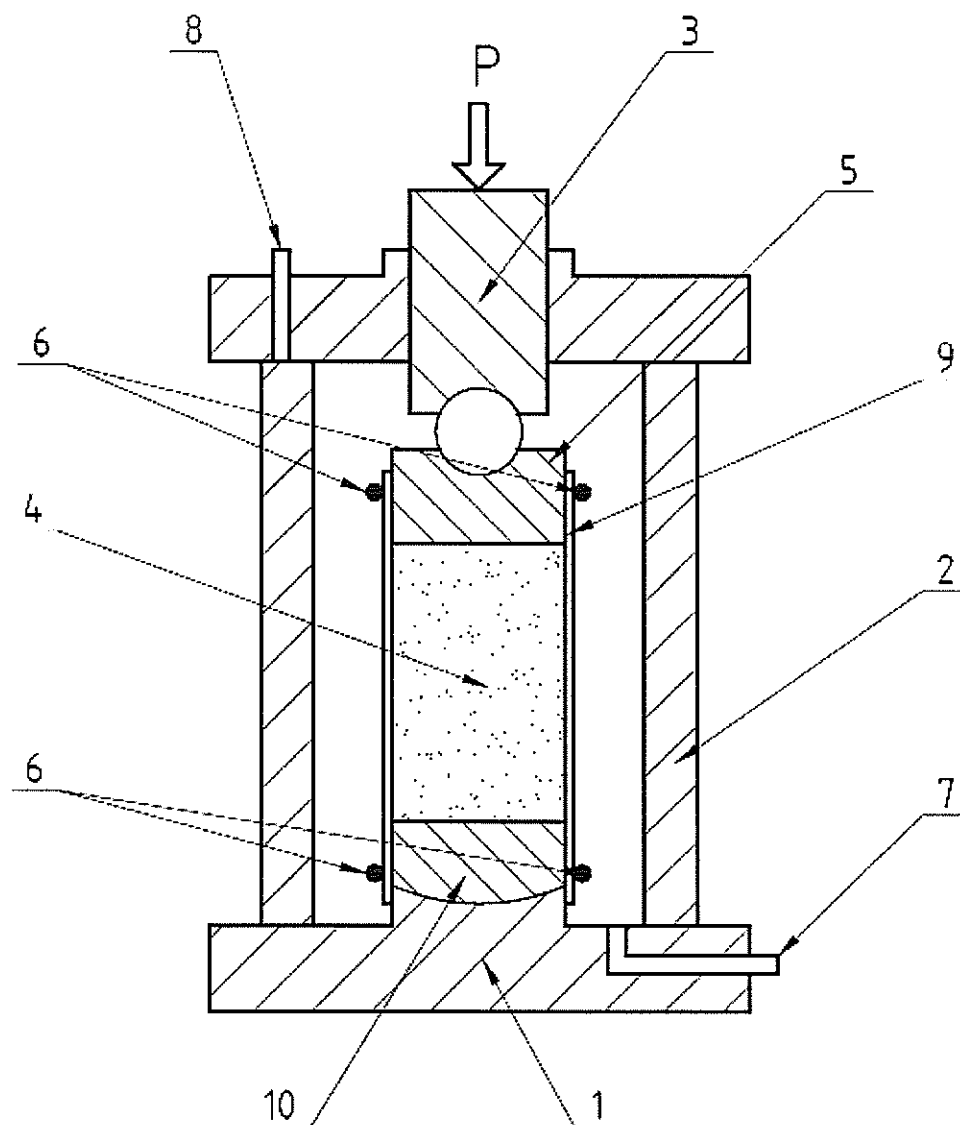
(справочное)

Принципиальные схемы камер стабилометров для испытаний скальных грунтов



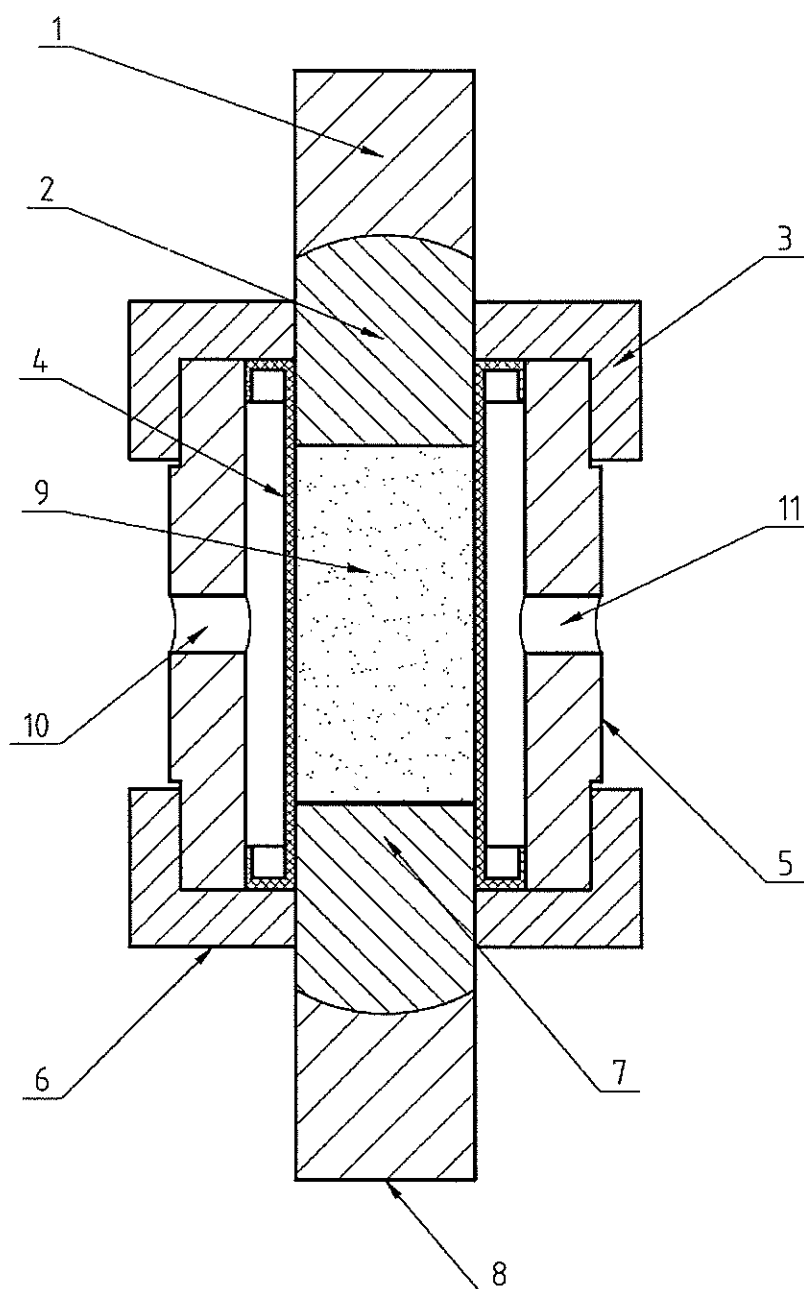
P – нагрузка; 1 – нагрузочный шток; 2 – образец; 3 – штамп со сферической посадкой; 4 – водонепроницаемая оболочка; 5 – уплотнительные кольца (хомуты); 6 – основание камеры; 7 – корпус камеры; 8 – подающая магистраль; 9 – выпускная магистраль; 10 – прижимной фланец; 11 – шпильки.

Рисунок Б.1- Принципиальная схема камеры стабилометра типа Б



P – нагрузка; 1 – основание камеры; 2 – корпус камеры; 3 – шток; 4 – образец скального грунта в оболочке; 5 – верхний штамп; 6 – уплотнительные кольца (хомуты); 7 – магистраль давления в камере; 8 – магистраль для выпуска воздуха; 9 – водонепроницаемая оболочка; 10 – штамп со сферической посадкой.

Рисунок Б.2- Принципиальная схема камеры стабилометра типа А



1 – верхняя опора; 2 – верхний штамп; 3 – верхняя накидная гайка; 4 – резиновая уплотняющая втулка; 5 – корпус; 6 – нижняя накидная гайка; 7 – нижний штамп; 8 – нижняя опора; 9 – образец скального грунта; 10 – подача рабочей жидкости; 11 – отверстие для выпуска воздуха.

Рисунок Б.3 - Принципиальная схема «ячейки Хоека»

Приложение В
(рекомендуемое)

Многостадийное трехосное испытание скальных грунтов

В.1 Метод многостадийного трехосного испытания скальных грунтов используется для определения характеристик прочности - угла внутреннего трения ϕ и удельного сцепления c .

В.2 Метод является вспомогательным и используется, как правило, при ограниченном объеме грунтового материала.

В.3 Сущность многостадийного трехосного испытания заключается в многократном доведении одного и того же образца до предельного состояния при постадийном увеличении горизонтального напряжения.

В.4 Вертикальное нагружение образцов скальных грунтов при данном виде испытаний производят в режиме заданной скорости деформирования.

В.5 Процедура подготовки образца к испытанию и оборудование для его проведения соответствуют разделам 6, 7 и п. 8.1 и 8.2 основного метода испытаний.

В.6 После выполнения операций по п. 8.1 - 8.2 к образцу одновременно прикладывают горизонтальное и вертикальное напряжения, соответствующие условиям природного напряженного состояния грунта.

В.7 При поддержании горизонтального напряжения на достигнутом уровне производят дальнейшее вертикальное нагружение образца до достижения значения разрушающего девиатора напряжений q_f , фиксируемого на графике кривой напряжение деформация (рисунок Г.1). Критерием завершения нагружения на текущей ступени нагружения и перехода к следующей является снижение вертикальной нагрузки.

В.8 После первой стадии испытания горизонтальное напряжение поднимается на величину $\Delta\sigma_3$, равной

$$\Delta\sigma_3 = \sigma_{3max}/n, \text{ МПа,}$$

где σ_{3max} — величина максимального дополнительного горизонтального напряжения, заданного программой испытаний, МПа;

n — заданное программой количество ступеней разрушения (на менее 3-х).

В.9 Далее, в соответствии с процедурой по п. В.7, производится следующая стадия испытания образца.

В.10 По стадийное испытание образца продолжается вплоть до последней стадии при максимальном дополнительном горизонтальном напряжении σ_{3max} .

В.11 На последней стадии разрушения вертикальное нагружение образца продолжается вплоть до получения установившегося значения девиатора напряжений q_f , соответствующего остаточной прочности образца.

В.12 После этого производят снижение горизонтального напряжения до атмосферного давления с измерением текущих значений вертикального и горизонтального напряжений.

В.13 Частные значения максимального девиатора напряжений при разрушении - q_f , для каждого этапа нагружения, фиксируют, как и для основного метода, по графику зависимости деформации от девиатора напряжений в соответствии с приложением Г.

В.14 По результатам многостадийного испытания в соответствии с п. 9.2 строят диаграмму Кулона – Мора, по которой графически определяют угол внутреннего трения φ и удельное сцепление c (рисунок Г.2).

В.15 Нормативные значения прочностных характеристик определяют в соответствии с п. 9.3.

В.16 Значения вертикального и горизонтального напряжений, полученные в соответствии с п. В.11 на этапе разгрузки образца, могут быть использованы для определения угла внутреннего трения и удельного сцепления остаточной прочности.

В.17 После завершения испытания производят определение влажности образца в соответствии с п. 8.5., если это предусмотрено Заданием.

Приложение Г
(рекомендуемое)

Образцы графического оформления результатов испытания грунта
методом трехосного сжатия

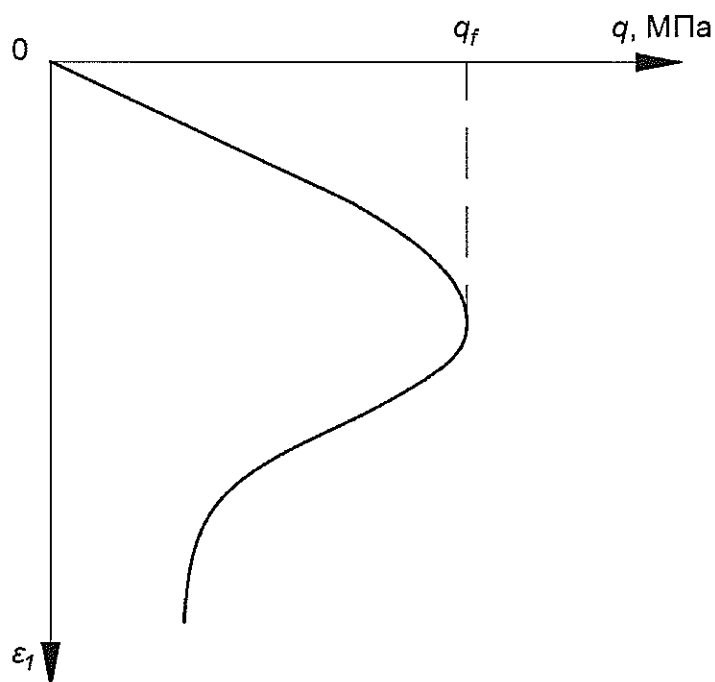


Рисунок Г.1— График зависимости вертикальной деформации ε_1 от девиатора напряжений q при разрушении образца скального грунта

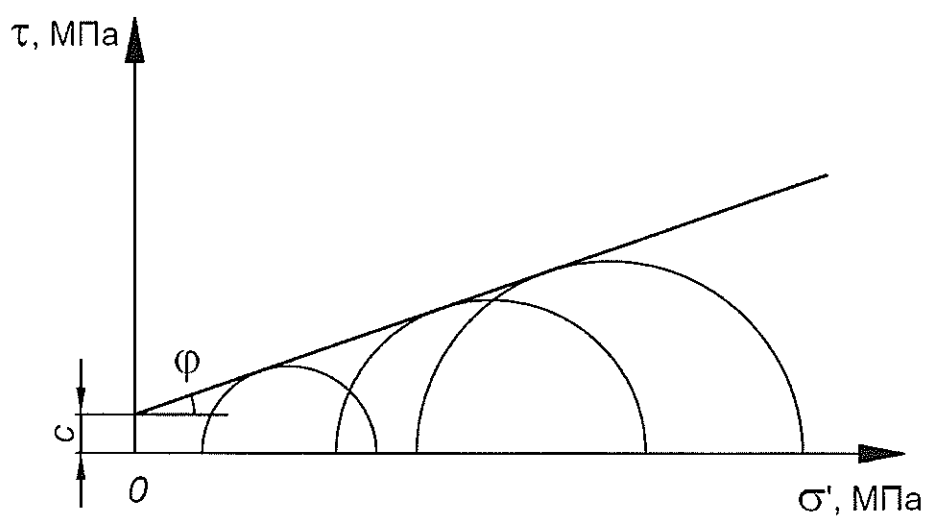


Рисунок Г. 2 – Диаграмма прочности Кулона-Мора

УДК624.131:006.354

ОКС 93.020

Ключевые слова: скальные грунты, трехосные испытания, угол внутреннего трения, удельное сцепление, модуль деформации

Заместитель генерального
директора по научной работе,
АО «НИЦ Строительство», к.т.н.

А.И. Звездов

Директор НИИОСП
им. Н.М. Герсегованова,
АО «НИЦ «Строительство», к.т.н.

И.В. Колыбин

Ответственный исполнитель:
Зав. лабораторией «Методов
исследований грунтов» №9,
НИИОСП им. Н.М. Герсегованова,
АО «НИЦ «Строительство», к.т.н.

А.Н. Труфанов