АУР

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

ГОСТ 12248.1–12248.11-2020

Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости грунтов

Справочный обзор серии стандартов

Дата введения: 01.06.2021
Взамен соответствующих подразделов ГОСТ 12248-2010

Внимание! Документ носит информационно-справочный характер и не является официальным изданием стандартов. Для выполнения испытаний следует использовать официальные тексты с действующими изменениями и поправками.

Правовая информация

Настоящий документ подготовлен на основе обзорного материала испытательной лаборатории «АУР». Он не заменяет официальные тексты стандартов и не является самостоятельной методикой проведения испытаний.

Официальные сведения о стандартах доступны в Федеральном информационном фонде стандартов.

Общие сведения о серии стандартов

Серия ГОСТ 12248.1–12248.11-2020 объединяет 11 межгосударственных стандартов, устанавливающих методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости грунтов для строительства. Документы введены взамен соответствующих подразделов ГОСТ 12248-2010, утратившего силу на территории Российской Федерации.

Стандарты регламентируют определение сопротивления грунтов срезу, прочности при сжатии, характеристик сжимаемости, суффозионного сжатия, набухания и усадки, а также механических свойств мёрзлых и оттаивающих грунтов.

Параметр	Значение
Обозначение серии	ГОСТ 12248.1–12248.11-2020.
Статус	действующие.
Дата введения в действие	01.06.2021.
Количество стандартов	11.
Взамен	соответствующих подразделов ГОСТ 12248-2010.
Официальный источник	Федеральный информационный фонд стандартов.

Перечень стандартов серии ГОСТ 12248

Каждый стандарт серии устанавливает самостоятельную методику лабораторных испытаний с учётом вида, физического состояния и определяемых характеристик грунта.

Нормативный документ	Метод испытания
ГОСТ 12248.1-2020	Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза
ГОСТ 12248.2-2020	Определение характеристик прочности методом одноосного сжатия
ГОСТ 12248.3-2020	Определение характеристик прочности и деформируемости методом трёхосного сжатия
ГОСТ 12248.4-2020	Определение характеристик деформируемости методом компрессионного сжатия

Нормативный документ	Метод испытания
ГОСТ 12248.5-2020	Определение характеристик суффозионного сжатия
ГОСТ 12248.6-2020	Определение характеристик набухания и усадки
ГОСТ 12248.7-2020	Испытание мёрзлых грунтов шариковым штампом
ГОСТ 12248.8-2020	Испытание мёрзлых грунтов методом среза по поверхности смерзания
ГОСТ 12248.9-2020	Испытание мёрзлых грунтов методом одноосного сжатия
ГОСТ 12248.10-2020	Испытание мёрзлых грунтов методом компрессионного сжатия
ГОСТ 12248.11-2020	Испытание оттаивающих грунтов методом среза

Область применения

Стандарты серии ГОСТ 12248 применяются при лабораторных исследованиях грунтов в рамках инженерно-геологических изысканий для строительства и реконструкции зданий и сооружений.

Результаты испытаний используются для решения следующих инженерных задач:

- определение нормативных и расчётных характеристик грунтов;
- проектирование оснований и фундаментов;
- расчёт осадок и других деформаций оснований;
- оценка устойчивости откосов, насыпей и грунтовых массивов;
- расчёт давления грунта на подпорные сооружения;
- оценка изменения свойств грунтов при увлажнении, промерзании и оттаивании.

Метод испытания выбирают с учётом вида и состояния грунта, характера предполагаемых нагрузок, условий работы основания и перечня необходимых расчётных характеристик.

Основные методы определения прочности и деформируемости грунтов

ГОСТ 12248.1-2020 — метод одноплоскостного среза

Метод одноплоскостного среза предназначен для определения характеристик прочности дисперсных грунтов. Стандарт не распространяется на торф, средне- и сильнозаторфованные, а также мёрзлые грунты.

Испытания проводят в срезном приборе, рабочая камера которого состоит из двух частей, способных перемещаться относительно друг друга в горизонтальном направлении. Образец грунта помещают в рабочую камеру, прикладывают нормальную нагрузку, а затем создают касательное усилие, вызывающее срез по заданной плоскости.

В зависимости от вида грунта и условий его работы применяют консолидированно-дренированную или неконсолидированную схему испытания.

Основные определяемые характеристики:

- сопротивление грунта срезу, кПа;
- удельное сцепление c, кПа;
- угол внутреннего трения φ, градусы.

Зависимость сопротивления грунта срезу от нормального напряжения в рамках линейной модели прочности Мора — Кулона выражается формулой:

$$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi + c$$

где:

- τ — сопротивление грунта срезу, кПа;
- σ — нормальное напряжение, кПа;
- φ — угол внутреннего трения, градусы;
- c — удельное сцепление грунта, кПа.

Для определения удельного сцепления и угла внутреннего трения проводят серию испытаний при различных нормальных напряжениях. По полученным значениям строят график зависимости сопротивления срезу от нормального напряжения.

При кинематическом нагружении в предусмотренных стандартом условиях скорость горизонтального перемещения рассчитывают по формуле, приведённой в пункте 8.8 ГОСТ 12248.1-2020:

$$v = l_f / t_f$$

где:

- v — скорость горизонтального перемещения, мм/мин;
- l_f — ожидаемое горизонтальное смещение при разрушении, мм;
- t_f — расчётное время до разрушения, мин.

Удельное сцепление и угол внутреннего трения являются исходными характеристиками для расчётов несущей способности оснований и устойчивости грунтовых массивов.

ГОСТ 12248.2-2020 — метод одноосного сжатия

Метод одноосного сжатия применяется для определения характеристик прочности связных дисперсных грунтов ненарушенной структуры, сохраняющих форму при вырезании и подготовке образцов.

Стандарт не распространяется на трещиноватые глины, илы, торф, средне- и сильнозаторфованные, а также мёрзлые грунты.

Сущность метода заключается в нагружении образца осевой сжимающей нагрузкой в условиях отсутствия бокового обжатия. В процессе испытания регистрируют нагрузку и соответствующие ей деформации образца.

По результатам испытания определяют прочность грунта при одноосном сжатии и сопротивление недренированному сдвигу.

В общем виде напряжение сжатия рассчитывают как отношение приложенной силы к расчётной площади поперечного сечения образца:

$$\sigma = F / A$$

где:

- σ — напряжение сжатия, МПа;
- F — осевая сила, Н;
- A — расчётная площадь поперечного сечения образца, мм^2.

При обработке результатов учитывают изменение геометрических размеров образца в процессе нагружения. Расчётную площадь поперечного сечения и критерий определения прочности принимают в соответствии с требованиями стандарта.

ГОСТ 12248.3-2020 — метод трёхосного сжатия

Метод трёхосного сжатия позволяет определять прочностные и деформационные характеристики грунтов при различных напряжённых состояниях. В отличие от одноосного сжатия, испытание проводят при контролируемом боковом обжатии образца.

Образец помещают в герметичную эластичную оболочку и устанавливают в камеру трёхосного сжатия. В камере создают заданное давление, после чего прикладывают дополнительную осевую нагрузку и регистрируют деформации.

В зависимости от условий работы грунта применяют следующие схемы испытаний:

Схема испытания	Особенности проведения
Консолидированно-дренированная (КД, CD)	Предварительная консолидация образца с возможностью отвода поровой воды при последующем осевом нагружении.
Консолидированно-недренированная (КН, CU)	Предварительная консолидация образца с последующим осевым нагружением без дренирования.
Неконсолидированно-недренированная (НН, UU)	Нагружение без предварительной консолидации и без отвода поровой воды.

Одной из основных характеристик напряжённого состояния при осесимметричном трёхосном сжатии является девиатор напряжений:

$$q = \sigma_1 - \sigma_3$$

где:

- q — девиатор напряжений;
- σ_1 — максимальное главное напряжение;
- σ_3 — минимальное главное напряжение.

Все величины напряжений выражают в одинаковых единицах измерения, например в кПа.

При испытаниях водонасыщенных грунтов с измерением порового давления эффективное нормальное напряжение определяют на основании зависимости:

$$\sigma' = \sigma - u$$

где:

- σ′ — эффективное нормальное напряжение, кПа;
- σ — полное нормальное напряжение, кПа;
- u — поровое давление воды, кПа.

При определении сопротивления недренированному сдвигу по результатам НН-испытаний используют зависимость:

$$c_u = (\sigma_{1f} - \sigma_{3f}) / 2$$

где c_u — сопротивление недренированному сдвигу, кПа; σ_{1f} и σ_{3f} — главные напряжения, соответствующие принятому критерию разрушения, кПа.

В зависимости от схемы испытания, условий измерения и обработки результатов определяют:

- удельное сцепление и угол внутреннего трения;
- сопротивление недренированному сдвигу;
- модуль деформации E;
- коэффициент поперечной деформации;
- модуль сдвига G;
- модуль объёмной деформации K;
- секущий модуль деформации E_{50}.

Трёхосное сжатие позволяет исследовать поведение грунта при различных уровнях бокового давления и условиях дренирования, что особенно важно при расчётах оснований и подземных сооружений.

ГОСТ 12248.4-2020 — метод компрессионного сжатия

Компрессионные испытания предназначены для определения характеристик деформируемости грунтов при вертикальном нагружении в условиях отсутствия бокового расширения образца.

Испытание проводят в компрессионном приборе — одометре. Образец грунта помещают в жёсткое кольцо, после чего прикладывают вертикальную нагрузку в соответствии с установленной схемой нагружения. На отдельных этапах испытания регистрируют изменение высоты образца и развитие деформаций во времени.

По результатам испытания строят компрессионную кривую, характеризующую изменение относительной деформации или коэффициента пористости грунта в зависимости от приложенного давления.

Относительную вертикальную деформацию при сжатии образца определяют по формуле:

$$\varepsilon = \Delta h / h_0$$

где:

- ε — относительная вертикальная деформация, безразмерная величина;
- Δh — уменьшение высоты образца, мм;

• h_0 — начальная высота образца, мм.

Коэффициент пористости грунта характеризует отношение объёма пор к объёму твёрдых частиц:

$$e = V_p / V_s$$

где V_p — объём пор грунта; V_s — объём твёрдых частиц. Коэффициент пористости является безразмерной величиной.

Коэффициент сжимаемости на рассматриваемом интервале давлений определяют по зависимости:

$$m_0 = (e_1 - e_2) / (p_2 - p_1)$$

где:

• m_0 — коэффициент сжимаемости, МПа$^{-1}$;
• e_1, e_2 — коэффициенты пористости грунта при соответствующих давлениях;
• p_1, p_2 — давления на рассматриваемом интервале нагружения, МПа.

Одной из основных характеристик деформируемости грунта при компрессионном сжатии является одометрический модуль деформации. Согласно пункту 10.4 ГОСТ 12248.4-2020, его определяют по зависимости:

$$E_{oed} = \Delta\sigma / \Delta\varepsilon$$

При согласованном определении относительной деформации и коэффициента сжимаемости эту зависимость также можно выразить через начальный коэффициент пористости:

$$E_{oed} = (1 + e_0) / m_0$$

где:

• E_{oed} — одометрический модуль деформации, МПа;
• $\Delta\sigma$ — приращение вертикального напряжения, МПа;
• $\Delta\varepsilon$ — соответствующее приращение относительной вертикальной деформации;
• e_0 — начальный коэффициент пористости грунта;
• m_0 — коэффициент сжимаемости, МПа$^{-1}$.

В зависимости от программы испытаний и схемы нагружения дополнительно определяют модуль повторного нагружения, характеристики просадочности и коэффициенты консолидации грунта.

Одометрический модуль деформации не следует непосредственно отождествлять с модулем деформации, полученным при полевых испытаниях. Условия нагружения, напряжённое состояние грунта и порядок применения этих характеристик различаются.

ГОСТ 12248.5-2020 — метод суффозионного сжатия

Метод предназначен для определения характеристик суффозионного сжатия засоленных дисперсных грунтов ненарушенной и нарушенной структуры.

Суффозионное сжатие связано с дополнительными деформациями грунта вследствие растворения и выноса водорастворимых солей фильтрующейся водой.

Испытание предусматривает нагружение образца грунта в компрессионном приборе с последующей фильтрацией воды через образец. В процессе исследования регистрируют вертикальные деформации, возникающие при выщелачивании солей.

Относительное суффозионное сжатие характеризует дополнительное уменьшение высоты образца вследствие выщелачивания по отношению к исходной высоте, принимаемой в соответствии с методикой испытания.

Результаты исследований позволяют оценивать дополнительные осадки оснований, сложенных засоленными грунтами, при изменении гидрогеологических условий или длительном воздействии фильтрующейся воды.

ГОСТ 12248.6-2020 — определение набухания и усадки грунтов

Стандарт устанавливает методы определения характеристик набухания и усадки глинистых грунтов природного и нарушенного сложения. Он не распространяется на мёрзлые грунты и глинистые грунты с крупнообломочными включениями размером более 5 мм.

Набухание представляет собой увеличение объёма грунта при увлажнении, а усадка — уменьшение его объёма при высыхании. Эти свойства характерны прежде всего для глинистых грунтов определённого минерального состава.

При лабораторных испытаниях определяют:

- относительное набухание без внешней нагрузки;
- относительное набухание под нагрузкой;
- давление набухания;
- влажность набухания;
- характеристики линейной и объёмной усадки;
- влажность на пределе усадки.

В общем виде относительное набухание по высоте характеризуется зависимостью:

$$\varepsilon_{sw} = (h_{sw} - h_0) / h_0$$

где:

- ε_{sw} — относительное набухание, безразмерная величина;
- h_{sw} — высота образца после набухания, мм;
- h_0 — исходная высота образца, принимаемая для соответствующей схемы испытания, мм.

Давление набухания характеризует вертикальное давление, при котором в условиях отсутствия бокового расширения образца при его увлажнении отсутствуют деформации сжатия и набухания.

Полученные характеристики учитывают при проектировании фундаментов, подземных сооружений и мероприятий по защите оснований от изменения влажности грунтов.

ГОСТ 12248.7–12248.11-2020 — испытания мёрзлых и оттаивающих грунтов

Механические свойства мёрзлых грунтов зависят от их состава, плотности, влажности, льдистости, температуры и продолжительности действия нагрузки. Для определения характеристик таких грунтов предусмотрены специальные методы лабораторных испытаний.

Стандарт	Сущность метода	Определяемые характеристики
ГОСТ 12248.7-2020	Вдавливание шарикового штампа в образец мёрзлого грунта под заданной нагрузкой.	Характеристики прочности и деформируемости мёрзлого грунта, определяемые по результатам вдавливания штампа.
ГОСТ 12248.8-2020	Срез по поверхности смерзания под действием нормальной и касательной нагрузок.	Сопротивление срезу по поверхности смерзания.
ГОСТ 12248.9-2020	Осевое сжатие образца мёрзлого грунта при заданной температуре.	Предел прочности при одноосном сжатии, модуль линейной деформации, коэффициент поперечного расширения и коэффициент нелинейной деформации.
ГОСТ 12248.10-2020	Компрессионное нагружение мёрзлого грунта и исследование деформаций при оттаивании.	Коэффициент сжимаемости пластично-мёрзлого грунта, коэффициент оттаивания и коэффициент сжимаемости при оттаивании.
ГОСТ 12248.11-2020	Быстрый одноплоскостной недренированный срез оттаивающего грунта.	Сопротивление срезу, удельное сцепление и угол внутреннего трения оттаивающего грунта.

При подготовке и испытании образцов необходимо соблюдать температурный режим, установленный соответствующим стандартом. Изменение температуры и фазового состояния содержащейся в грунте воды существенно влияет на результаты исследований.

Характеристики мёрзлых и оттаивающих грунтов используют при проектировании оснований в районах распространения многолетнемёрзлых грунтов, оценке деформаций при оттаивании и выборе мероприятий по обеспечению устойчивости сооружений.

Требования к образцам грунта и испытательному оборудованию

Для определения прочностных и деформационных характеристик используют образцы ненарушенного сложения либо искусственно приготовленные образцы с заданной плотностью и влажностью, если это допускается соответствующим стандартом.

При подготовке образцов определяют необходимые физические характеристики грунта, включая влажность, плотность и другие показатели, предусмотренные выбранной методикой.

В зависимости от вида испытания применяют следующее оборудование:

- приборы одноплоскостного среза;

- установки одноосного сжатия;
- стабилометры и камеры трёхосного сжатия;
- компрессионные приборы (одометры);
- приборы для определения набухания и усадки;
- термостатируемые установки для испытаний мёрзлых грунтов;
- средства измерения нагрузок, перемещений, давления и температуры.

Размеры образцов, допустимые размеры включений, режимы нагружения, продолжительность выдерживания под нагрузкой, условия дренирования и критерии стабилизации деформаций устанавливаются отдельно для каждого метода испытания.

Отбор, упаковку, транспортирование и хранение образцов грунта осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-2014. Общие требования к проведению лабораторных испытаний установлены ГОСТ 30416-2020.

Обработка результатов лабораторных испытаний

В ходе испытаний регистрируют исходные характеристики образцов, приложенные нагрузки, деформации, продолжительность отдельных этапов и другие параметры, предусмотренные соответствующим методом.

При обработке результатов в зависимости от вида испытания строят:

- графики зависимости сопротивления срезу от нормального напряжения;
- диаграммы зависимости напряжений от относительных деформаций;
- компрессионные кривые;
- графики развития деформаций во времени;
- графики набухания и усадки грунтов.

Результаты отдельных испытаний используют для последующего определения нормативных и расчётных характеристик грунтов посредством статистической обработки в соответствии с ГОСТ 20522-2012.

Приведённые расчётные зависимости поясняют физический смысл определяемых характеристик и основные принципы обработки результатов. Для проведения испытаний, выбора расчётных интервалов, определения показателей и оформления протоколов необходимо руководствоваться полными текстами соответствующих стандартов серии ГОСТ 12248 с учётом действующих изменений и поправок.

Связанные нормативные документы

При лабораторном определении прочностных и деформационных характеристик грунтов применяют также нормативные документы, регламентирующие классификацию грунтов, подготовку образцов, определение физических свойств и статистическую обработку результатов.

Нормативный документ	Назначение
ГОСТ 25100-2020	Классификация грунтов

Нормативный документ	Назначение
ГОСТ 30416-2020	Общие положения лабораторных испытаний грунтов
ГОСТ 5180-2015	Лабораторное определение физических характеристик грунтов
ГОСТ 12071-2014	Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов грунтов
ГОСТ 20522-2012	Статистическая обработка результатов испытаний грунтов

Лабораторные испытания грунтов в АУР

Строительная лаборатория «АУР» проводит лабораторные испытания грунтов в соответствии с действующей нормативной документацией. Исследования позволяют получить сведения о физических и механических свойствах грунтов, необходимые для оценки состояния оснований и решения инженерных задач.

Методы испытаний выбирают с учётом вида грунта, целей исследования и требований технического задания. Возможность проведения конкретных испытаний, требования к образцам, стоимость и сроки выполнения работ можно уточнить у специалистов лаборатории.

Источник: aur-lab.ru/normativnaya-baza/gost-12248/