МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 12248.9— 2020

ГРУНТЫ

Определение характеристик прочности и деформируемости мерзлых грунтов методом одноосного сжатия

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ «Строительство») — Научно-исследовательским проектно-изыскательским и конструкторско-технологическим институтом оснований и подземных сооружений (НИИОСП) им. Н.М. Герсеванова

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 31 августа 2020 г. № 132-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 октября 2020 г. № 829-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 12248.9—2020 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2021 г.

5 ВЗАМЕН ГОСТ 12248—2010, подраздел 6.3

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Стандартинформ, оформление, 2020

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Общие положения 2
5 Сущность метода 2
6 Оборудование и приборы 3
7 Подготовка образцов грунта к испытанию 3
8 Проведение испытания 4
9 Обработка результатов 6
Приложение А (рекомендуемое) Форма журнала испытания 7
Приложение Б (рекомендуемое) Принципиальная схема установки для испытания мерзлого грунта методом одноосного сжатия 10
Приложение В (рекомендуемое) Расчетные сопротивления мерзлого грунта под подошвой фундамента 11
Приложение Г (рекомендуемое) Образец графического оформления результатов испытания мерзлого грунта методом одноосного сжатия 12
Приложение Д (рекомендуемое) Определение характеристик деформируемости мерзлого грунта по результатам испытания методом одноосного сжатия 13

Поправка к ГОСТ 12248.9—2020 Грунты. Определение характеристик прочности и деформируемости мерзлых грунтов методом одноосного сжатия

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Предисловие. Таблица согласования	—	Азербайджан | AZ | Азстандарт

(ИУС № 7 2023 г.)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГРУНТЫ

Определение характеристик прочности и деформируемости мерзлых грунтов методом одноосного сжатия

Soils. Determination of creep properties of frozen soils by uniaxial compression test

Дата введения — 2021—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает лабораторный метод одноосного сжатия для определения предела прочности на одноосное сжатие R_{oc}, R_c, модуля линейной деформации E, коэффициента поперечного расширения v, коэффициента нелинейной деформации A, коэффициента вязкости сильнольдистых грунтов η для песков (кроме гравелистых и сыпучемерзлых) и глинистых грунтов с содержанием органического вещества не более 10 %, кроме сыпучемерзлых разновидностей указанных грунтов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 5180 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 12536 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава

ГОСТ 25100 Грунты. Классификация

ГОСТ 30416 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения

ГОСТ ISO/IEC 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (gost.e-ecolog.ru по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

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

3.1 **ползучесть:** Процесс развития деформаций грунта (сдвиговых, объемных) во времени при действии постоянного напряжения.

Издание официальное

3.2 **стадия незатухающей ползучести:** Процесс деформирования грунта с постоянной или увеличивающейся скоростью при постоянном напряжении.

3.3 **природное давление:** Вертикальное эффективное напряжение в массиве грунта на данной глубине от веса вышележащих слоев грунта.

4 Общие положения

4.1 Испытания мерзлого грунта методом одноосного сжатия проводят для определения условно-мгновенного сопротивления одноосному сжатию R_{oc}, предельно длительного сопротивления нормальному давлению R_c, модуля линейной деформации E, коэффициента поперечного расширения v, коэффициента нелинейной деформации A, коэффициента вязкости сильнольдистых грунтов η.

4.2 Характеристики по 4.1 определяют по результатам нагружения образцов грунта вертикальной нагрузкой в условиях свободного бокового расширения с доведением образца до хрупкого разрушения или достижения незатухающей ползучести.

4.3 Для испытуемых образцов грунта должны определяться основные классификационные показатели по ГОСТ 25100, а также следующие физические характеристики по ГОСТ 5180: суммарная влажность для мерзлого грунта, плотность, плотность частиц, влажность оттаивающего грунта, гранулометрический и микроагрегатный составы грунтов по ГОСТ 12536 (при необходимости), а также вычисляются: коэффициент пористости, степень заполнения объема пор льдом и незамерзшей водой, коэффициент водонасыщения, влажность на границе текучести и раскатывания, число пластичности и показатель текучести.

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

Толщина прослоек льда в образце должна быть не более 0,02 д. е. от высоты образца, а льдистость за счет видимых ледяных включений — менее 0,4.

При определении коэффициента вязкости сильнольдистых грунтов толщина прослоек льда в образце должна быть не более 0,1 д. е. от высоты образца.

4.5 Образцы должны иметь форму цилиндра диаметром не менее 70 мм и соотношение диаметра и высоты, равное 1/2—1/2,3.

4.6 В процессе испытаний грунтов ведут журнал по форме, приведенной в приложении А, а при автоматизации процесса данные испытаний выводятся на компьютер.

4.7 Протокол испытания составляется в соответствии с требованиями ГОСТ ISO/IEC 17025 и включает в себя:

- идентификацию образца (номер испытания, номер буровой скважины, номер пробы, глубина отбора и т. п.);
- метод подготовки образца (ненарушенного или нарушенного сложения);
- размеры образца;
- физические характеристики грунта;
- режим нагружения;
- числовое значение полученных результатов.

В протоколе при необходимости отмечают характерные особенности (текстура, слоистость, наличие включений и т. п.).

5 Сущность метода

5.1 Характеристики по 4.1 определяют по результатам нагружения образцов грунта вертикальной нагрузкой в условиях свободного бокового расширения с доведением образца до хрупкого разрушения или достижения незатухающей ползучести.

5.2 Испытания по определению условно-мгновенного сопротивления одноосному сжатию R_{oc} проводят для расчета напряжения на каждой ступени нагружения при определении предельно длительного сопротивления нормальному давлению R_c.Также при определении предельно длительного сопротивления нормальному давлению R_c нагрузку при испытаниях допускается определять на основе расчетного сопротивления грунта под подошвой фундамента (при отсутствии данных допускается определять в соответствии с приложением В).

6 Оборудование и приборы

6.1 В состав установки для испытания мерзлого грунта методом одноосного сжатия входят:

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

Принципиальная схема установки приведена в приложении Б.

6.2 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 или ступени длительностью не более 5 с;
- общую нагрузку на образец грунта не менее 4 МПа;
- возможность относительной деформации образца не менее 0,2 д. е.

6.3 Погрешности измерений (усилий, давлений, перемещений, температуры) для всех измерительных устройств принимаются в соответствии с требованиями ГОСТ 30416.

6.4 В комплект оборудования для подготовки образцов мерзлого грунта к лабораторным испытаниям методом одноосного сжатия должны входить:

- винтовой пресс-станок или любое другое вспомогательное оборудование для вдавливания вырезной обоймы;
- цилиндрические обоймы-пробоотборники из металла с режущим краем, внутренним диаметром, соответствующим диаметру образца грунта, и высотой не менее высоты образца, предназначенного для испытаний;
- выталкиватель диаметром, равным диаметру образца грунта;
- пила для распиливания монолита мерзлого грунта на блоки;
- режущий инструмент для вырезки образцов в обойму (например, ножи с прямым лезвием, ножовки, сабельные пилы — как механические, так и электрические);
- изопаролента (или полиэтиленовая пленка, пакеты);
- весы с точностью взвешивания ± 0,01 г;
- полиэтиленовая пленка или стретч-пленка толщиной 12—35 мкм.

7 Подготовка образцов грунта к испытанию

7.1 Все операции по изготовлению, подготовке и испытанию образцов мерзлого грунта следует выполнять в помещениях с постоянной отрицательной температурой (морозильных камерах или подземных лабораториях, расположенных в толще многолетне-мерзлых грунтов), которые должны обеспечивать сохранность мерзлого состояния грунта. Температура воздуха в помещении для подготовки образцов ненарушенного сложения не должна превышать температуру испытания. Рекомендуется вырезку образцов проводить в отдельном помещении при температуре ниже температуры испытания на 1 °С — 2 °С.

7.2 Оборудование для вырезки образцов грунта, а также подготовленные блоки из монолитов мерзлого грунта выдерживаются в помещении для подготовки образцов не менее 6 ч.

Образцы мерзлого грунта ненарушенного сложения с природной влажностью, плотностью и льдистостью вырезают из монолита так, чтобы при последующем испытании образец имел по отношению к нагрузке ориентировку, соответствующую природному залеганию.

7.3 Перед изготовлением образцов мерзлого грунта обоймы-пробоотборники нумеруют, взвешивают, измеряют их высоту и внутренний диаметр. Обойму-пробоотборник смазывают с внутренней стороны тонким слоем технического вазелина и устанавливают режущим краем на зачищенную поверхность основания призмы (или керна).

7.4 При помощи пресса обойму-пробоотборник слегка вдавливают в мерзлый грунт и острым ножом начинают срезать грунт. Постепенно надвигают обойму-пробоотборник на образующийся грунтовый цилиндр до полного его заполнения. Штангенциркулем измеряют высоту образца не менее чем в четырех различных точках, расположенных по диаметру образца в двух взаимно перпендикулярных направлениях, измеряют диаметр образца не менее чем в четырех различных точках, равномерно распределенных по высоте образца. Проверяют взаимную параллельность оснований образца с погрешностью 0,1 мм. Образец грунта взвешивают.

7.5 Образец грунта заворачивают в стретч-пленку не более двух слоев для предотвращения испарения влаги во время испытания таким образом, чтобы пленка плотно прилегала к образцу.

7.6 После подготовки перед установкой в прибор для испытаний образец выдерживают в помещении, где будут проводиться испытания, не менее 1 сут и не более 10 сут. Хранение образцов более 1 сут должно осуществляться в эксикаторах или герметичных контейнерах.

7.7 Образец помещают на нижнюю неподвижную платформу установки и центрируют, закрепляют устройства для измерения поперечных и продольных деформаций образца, записывают показания приборов и фиксируют время начала испытаний.

8 Проведение испытания

8.1 Проведение испытания при непрерывном быстром возрастании нагрузки для определения условно-мгновенного сопротивления одноосному сжатию R_{oc}

8.1.1 К образцу плавно, не допуская ударов, прикладывают нагрузку, непрерывно увеличивая ее и обеспечивая постоянную скорость деформирования образца не менее 1 мм/с или ступенями длительностью не более 5 с.

8.1.2 Испытание должно продолжаться до момента разрушения образца, если разрушение носит хрупкий характер, или до момента, когда относительная продольная деформация достигнет значения $\varepsilon \geq 0{,}20$.

8.1.3 В процессе испытания проводят автоматическую запись нагрузки на образец и его деформацию. При отсутствии системы автоматической записи фиксируют нагрузку и высоту образца грунта в момент его разрушения или вязкого деформирования.

8.2 Проведение испытания на ползучесть для определения предельно длительного сопротивления нормальному давлению R_c и характеристик деформируемости E, u, A

8.2.1 К образцу плавно, не допуская ударов, прикладывают нагрузку, увеличивая ее равными ступенями нагружения. Время приложения нагрузки на каждой ступени должно быть не более 20 с. На каждой ступени осевое напряжение в образце должно быть постоянным ($\sigma_{z,i} = \text{const}$).

8.2.2 Нагрузку на образец грунта F_i, кН, на каждой ступени нагружения определяют по формуле

$$F_i = \frac{\pi \sigma_{z,i} d_i^2}{4}, \tag{8.1}$$

где d_i — средний диаметр образца грунта в момент приложения очередной ступени нагружения, см.

8.2.3 Напряжение $\sigma_{z,i}$, МПа, на каждой ступени нагружения определяют по формуле

$$\sigma_{z,i} = \frac{R_{oc} n_i}{10}, \tag{8.2}$$

где R_{oc} — условно-мгновенное сопротивление одноосному сжатию, определяемое по результатам испытания при непрерывном быстром возрастании нагрузки, МПа (см. 8.1);

n_i — порядковый номер ступени нагружения.

8.2.4 Значение $\sigma_{z,i}$ допускается определять по формуле

$$\sigma_{z,i} = \frac{R n_i}{5}, \tag{8.3}$$

где R — расчетное сопротивление грунта под подошвой фундамента, определяемое в соответствии с приложением В.

8.2.5 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 % с момента начала испытания или предшествующего догружения.

Значение $\Delta F_{i,j}$, кН, определяют по формуле

$$\Delta F_{i,j} = \frac{\pi}{4} \sigma_{z,i} \left(d_{i,j}^2 - d_{i,j-1}^2 \right), \tag{8.4}$$

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.

При обосновании допускается определять изменение площади образца по формуле

$$d = d_0 (0{,}89\varepsilon + 0{,}97), \quad (8.5)$$

где d_0 — диаметр образца в начале опыта, см;

ε — относительная продольная деформация образца.

8.2.6 Продолжительность действия каждой ступени нагружения должна быть 24 ч, при обосновании — 48 ч и более (например, при испытании льдистых, заторфованных или засоленных образцов).

8.2.7 При длительности ступени нагружения 24 ч на каждой ступени нагружения записывают показания приборов для измерения продольной деформации образца через 1, 5, 10, 20, 30, 60 мин, 2, 4, 6, 8, 24 ч после приложения нагрузки или ведется автоматическая запись с интервалами не реже чем перечисленные. При длительности ступени нагружения 48 ч и более на каждой ступени нагружения записывают показания приборов для измерения продольной деформации образца через 1, 5, 10, 20, 30, 60 мин, 2, 4, 6, 8 ч после приложения нагрузки, затем два раза в сутки (например, в начале и в конце рабочего дня) или ведется автоматическая запись с интервалами не реже чем перечисленные.

8.2.8 Строят график зависимости продольной деформации образца грунта от времени — кривую ползучести (см. рисунок Г.1 приложения Г).

8.2.9 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 значения 0,20 д. е.

Скорость деформации считают постоянной, если в трех последовательных интервалах измерений деформация изменяется не более чем на 0,02 мм за 2 ч.

8.3 Проведение испытания на ползучесть для определения коэффициента вязкости сильнольдистых грунтов η

8.3.1 К образцу грунта прикладывают нагрузку в соответствии с 8.2.1.

8.3.2 Нагрузку на образец на каждой ступени определяют по 8.2.2—8.2.4.

8.3.3 Для обеспечения постоянства осевого напряжения выполняют требования 8.2.5.

8.3.4 Каждую ступень нагружения выдерживают до условной стабилизации продольной деформации образца грунта или до достижения стадии незатухающей ползучести. За критерий условной стабилизации деформации принимается приращение продольной деформации, не превышающее 0,01 мм за 12 ч.

8.3.5 На каждой ступени нагружения записывают показания устройств для измерения деформаций образца грунта через интервалы времени, принимаемые по 8.2.7.

8.3.6 В процессе испытания для каждой ступени нагружения выполняют следующие операции:

- строят кривую ползучести (см. рисунок Г.1 приложения Г);
- 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

$$v_i = \frac{\Delta h_i}{\Delta t_i}, \quad (8.6)$$

где Δh_i — разность продольных деформаций образца грунта в конце и в начале периода деформирования грунта с постоянной скоростью на *i*-й ступени нагружения, мм;

Δt_i — продолжительность периода деформирования образца грунта с постоянной скоростью на *i*-й ступени нагружения, ч;

- по вычисленным значениям определяют значения скорости относительного деформирования образца грунта $\dot{\varepsilon}_j$, 1/ч, на *i*-й ступени нагружения по формуле

$$\dot{\varepsilon}_j = \frac{v_i}{h}, \quad (8.7)$$

где h — начальная высота образца грунта, мм.

8.3.7 На основании полученных значений $\dot{\varepsilon}_j$ строят реологическую кривую, отражающую зависимость $\dot{\varepsilon}_j = f(\sigma_i)$ (см. рисунок Г.2 приложения Г).

Реологическую кривую на начальном участке аппроксимируют прямой наилучшего приближения к экспериментальным точкам графически или методом наименьших квадратов.

8.3.8 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.

Если указанное условие не выполняется, то необходимо увеличить число ступеней нагружения.

9 Обработка результатов

9.1 Результаты испытаний обрабатывают одновременно с проведением самих испытаний и переход к следующему этапу испытаний (ступени нагружения, догружения и т. д.) осуществляют после обработки результатов на предыдущем этапе.

9.2 По результатам испытания при непрерывном быстром возрастании нагрузки (см. 8.1) определяют условно-мгновенное значение предела прочности на одноосное сжатие R_{oc}, МПа, по формулам:

$$R_{oc} = 0{,}1\frac{F}{A_0} \text{ — при хрупком разрушении образца;} \quad (9.1)$$

$$R_{oc} = 0{,}1\frac{F}{A_m} \text{ — при пластическом разрушении образца,} \quad (9.2)$$

где F — разрушающая нагрузка, кН, определяемая по 8.1.2, 8.1.3;

A_0 и A_m — соответственно начальная и конечная (после проведения испытания) площади поперечного сечения образца, см^2.

9.3 Предельно длительное значение предела прочности на одноосное сжатие грунта R_c, МПа, определяют по результатам испытания на ползучесть, проведенного в соответствии с 8.2, по формуле

$$R_c = 0{,}6\sigma_{k-1}, \quad (9.3)$$

где σ_{k-1} — напряжение в образце грунта на ступени нагружения, предшествующей k-й ступени, на которой процесс деформирования образца переходит в стадию незатухающей ползучести (см. 8.2.9), МПа.

9.4 По результатам этого же испытания (см. 8.2) определяют также характеристики деформируемости мерзлого грунта, E, υ, A в соответствии с приложением Д.

9.5 По результатам испытания, проведенного в соответствии с 8.3, определяют коэффициент вязкости сильнольдистых грунтов η, МПа·ч, с точностью 10 МПа·ч по формуле

$$\eta = \frac{\sigma_{k-1} - \sigma_1}{3\dot{\varepsilon}}, \quad (9.4)$$

где σ_1 — напряжение, соответствующее точке A пересечения линейного участка реологической кривой (см. 8.3.7) с осью абсцисс, МПа (см. приложение Д);

σ_{k-1} — то же, что в формуле (9.3) — точка B линейного участка реологической кривой, МПа (см. приложение Д);

$\dot{\varepsilon}$ — то же, что в 8.3.6.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма журнала испытания

ЖУРНАЛ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕРЗЛОГО ГРУНТА МЕТОДОМ ОДНООСНОГО СЖАТИЯ

Форма первой страницы журнала

Объект (пункт) _____
Сооружение _____
Шурф (скважина) № _____
Глубина отбора образца, м _____
Лабораторный номер образца _____
Наименование грунта _____
Сложение грунта _____
Визуальное описание образца
мерзлого грунта в лаборатории _____
_____
Температура в холодильной камере _____

Данные о рабочем кольце и образце:
высота, мм _____
диаметр, мм _____
площадь, $см^2$ _____
объем, $см^3$ _____
масса кольца, г _____
масса кольца с мерзлым грунтом, г _____
масса образца мерзлого грунта, г _____
плотность мерзлого грунта, $г/см^3$ _____
влажность мерзлого грунта, д. е. _____

Журнал испытания мерзлого грунта методом одноосного сжатия

Дата испытаний	Время снятия отсчета t_i, ч	Время от начала оттаивания, мин	Давление на образец грунта p, МПа	Показания индикатора деформации осадки, мм	Время от начала среза, мин	Показания индикатора среза, мм	Абсолютная деформация среза l, мм	Касательное напряжение τ, МПа	Касательное напряжение с учетом поправки на трение в приборе τ, МПа	Примечание

1 Испытание при непрерывном быстром возрастании нагрузки

Номер образца _____

Дата испытания	Температура испытания,°С	Время снятия отсчета, ч	Время от начала испытания, ч	Характер деформирования образца	Разрушающая нагрузка, кН	Значения диаметра образца после испытания, мм				Средняя площадь сечения образца после испытания, см	Высота образца в момент разрушения, мм	Условно-мгновенное сопротивление одноосному сжатию, МПа	Примечание
						1-е	2-е	3-е	среднее				

2 Испытание на ползучесть

Номер образца _____

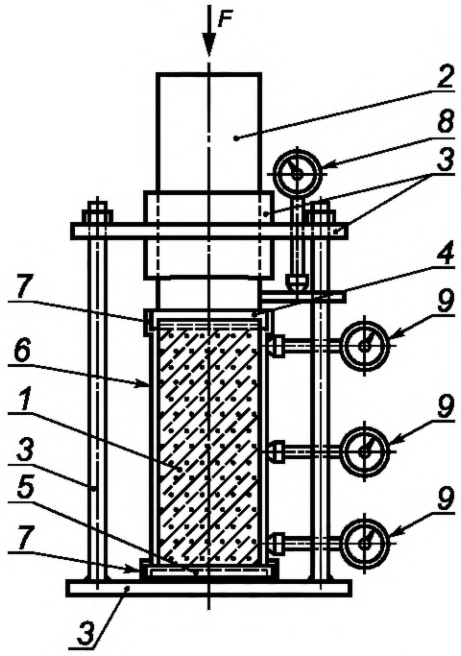
Дата испытания	Температура испытания, °С	Время снятия отсчета	Время от начала опыта	Номер ступени нагружения	Давление на образец, МПа	Отсчеты по приборам для измерения деформаций									
						продольных			поперечных						
						1			1	2	3	4	5	6	среднее

Окончание таблицы

Продольная деформация, мм	Поперечная деформация, мм	Относительная продольная деформация	Относительная поперечная деформация	Средняя площадь поперечного сечения образца, см	Приращение площади поперечного сечения, см	Время между отсчетами $t_i - t_{i-1}$, ч	Приращение продольной деформации, мм	Скорость продольной деформации, мм/ч	Скорость относительной продольной деформации, 1/ч	Примечание

Приложение Б
(рекомендуемое)

Принципиальная схема установки для испытания мерзлого грунта методом одноосного сжатия



1 — образец грунта; *2* — шток; *3* — направляющее устройство; *4* — верхний штамп; *5* — нижний штамп; *6* — стретч-пленка; *7* — резиновое прижимное кольцо; *8* — измеритель продольных деформаций; *9* — измеритель поперечных деформаций; *F* — нагрузка

Рисунок Б.1

Приложение В
(рекомендуемое)

Расчетные сопротивления мерзлого грунта под подошвой фундамента

Расчетные значения сопротивления мерзлого грунта под подошвой фундамента представлены в таблице В.1.

Таблица В.1 — Расчетные значения сопротивления мерзлого грунта в зависимости от льдистости грунтов и температуры испытаний

Грунты	Значения сопротивления мерзлого грунта R, МПа, при температуре испытаний T, °С											
	– 0,3	– 0,5	– 1	– 1,5	– 2	– 2,5	– 3	– 3,5	– 4	– 6	– 8	– 10
При льдистости грунтов i_l < 0,2												
1 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 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 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 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 льдистости грунтов i_l ≥ 0,2												
Все виды грунтов, указанные в 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

Приложение Г
(рекомендуемое)

Образец графического оформления результатов испытания мерзлого грунта методом одноосного сжатия

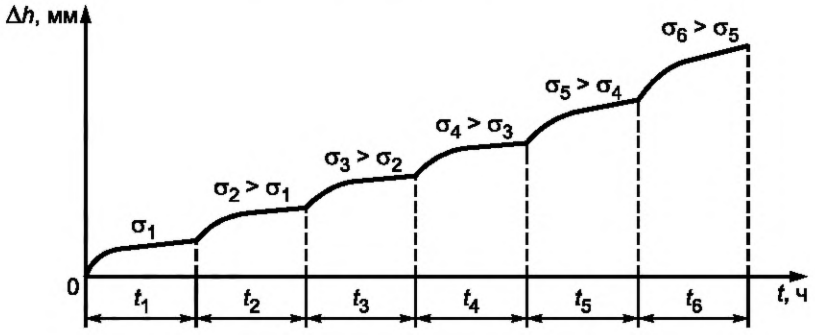


Рисунок Г.1

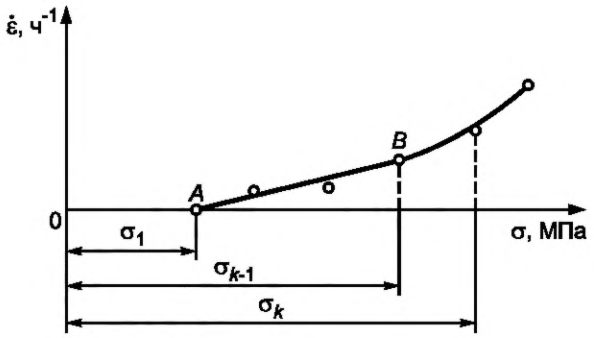


Рисунок Г.2

Приложение Д
(рекомендуемое)

Определение характеристик деформируемости мерзлого грунта по результатам испытания методом одноосного сжатия

Д.1 Модуль линейной деформации E_0 и коэффициент нелинейной деформации A_0 определяют по зависимости, устанавливающей связь между относительными продольными деформациями ε, напряжениями σ и временем действия нагрузки t

$$\varepsilon(\sigma,t) = f(\sigma)\left(t/t_0\right)^{\alpha}, \qquad (Д.1)$$

где $f(\sigma)$ — функция напряжений σ для времени t_0 их действия, равного 1 ч, t_0 которую принимают в виде:

$f(\sigma) = \sigma/E_0$ — для модели линейно деформируемого основания;

$f(\sigma) = \left(\sigma/A_0\right)^{1/m}$ — для модели нелинейно деформируемого основания,

где E_0 и A_0 — параметры функции $f(\sigma)$;
m — коэффициент нелинейности по напряжениям.

Д.2 Предельно длительные значения E и A вычисляют по формулам:

$$E = E_0\left(t_u/t_0\right)^{-\alpha}; \qquad (Д.2)$$

$$A = A_0\left(t_u/t_0\right)^{-\alpha m}, \qquad (Д.3)$$

где t_u — время, равное сроку службы сооружения или принимаемое равным 50 лет ($4{,}38 \cdot 10^5$ ч);
α — коэффициент нелинейности во времени.

Д.3 Для установления зависимости (Д.1) исходные данные испытаний (см. 8.3) обрабатывают в соответствии с теорией наследственной ползучести. Используя кривую ползучести, последовательно вычисляют ряд значений $\varepsilon_{i,j}$, имеющих смысл деформаций, которые развились бы под действием постоянного напряжения (i = 1, 2, ...), соответствующего напряжению i-й ступени нагружения, за время t_j. Вычисления проводят по формуле

$$\varepsilon_{i,j} = \varepsilon_{i-1,j} + \Delta\varepsilon_{i,j}, \qquad (Д.4)$$

где $\varepsilon_{i-1,j}$ — полная относительная продольная деформация предшествующей ступени нагружения в момент времени t_j, вычисленная по этой формуле ранее при $\varepsilon_{0,j} = 0$;

$\Delta\varepsilon_{i,j}$ — приращение относительной деформации, определяемое по кривой ползучести (см. 8.3.6) и представляющее собой разность между деформацией, накопленной к моменту, когда i-я ступень нагрузки действовала в течение времени t_j, и деформацией, накопленной к началу действия i-й ступени нагрузки.

Моменты времени t_j назначают одинаковыми для каждой ступени нагружения с учетом требований 8.2.7.

Результаты представляют в виде семейства кривых ползучести при постоянных напряжениях σ (см. рисунок Д.1).

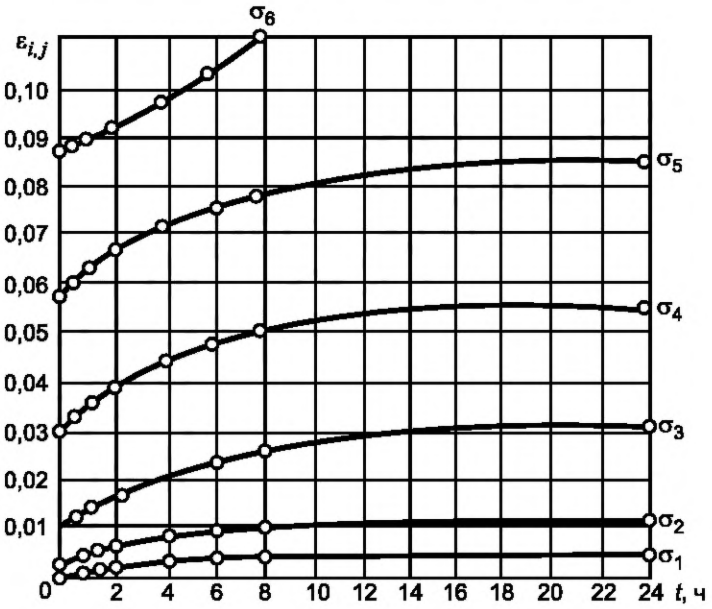


Рисунок Д.1

Д.4 Для определения параметра α и набора значений $f(\sigma_i)$ полученные значения представляют в виде семейства параллельных прямых в координатах: ln*t* — ось абсцисс, $\ln\varepsilon_i$ — ось ординат (см. рисунок Д.2). Далее значения α и $f(\sigma_i)$ вычисляют по формулам:

$$\alpha = b; \tag{Д.5}$$

$$f(\sigma_i) = e^{a_j}, \tag{Д.6}$$

где a_j и b — параметры, определяемые графически (см. Д.8) или способом наименьших квадратов.

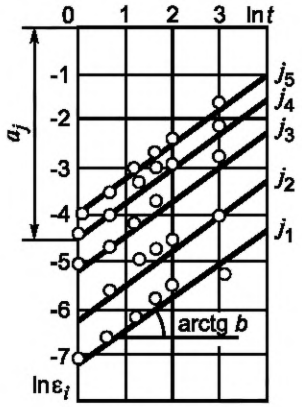


Рисунок Д.2

Д.5 Для модели линейно деформируемого основания набор значений $f(\sigma_i)$ аппроксимируют прямой в координатах: σ_i — ось абсцисс, $f(\sigma_i)$ — ось ординат (см. рисунок Д.3) и вычисляют значение E_0 по формуле

$$E_0 = 1/c, \tag{Д.7}$$

где *c* — параметр, определяемый графически (см. Д.9) или способом наименьших квадратов.

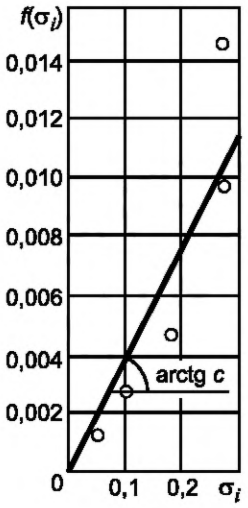


Рисунок Д.3

Д.6 Для модели нелинейно деформируемого основания набор значений $f(\sigma_i)$ аппроксимируют прямой в координатах $\ln\sigma_i$ — ось абсцисс, $\ln f(\sigma_i)$ — ось ординат (см. рисунок Д.4) и вычисляют значения A_0 и m по формулам:

$$A_0 = e^{-m\alpha}; \quad (Д.8)$$

$$m = 1/b, \quad (Д.9)$$

где a и b — параметры, определяемые графически (см. Д.10) или способом наименьших квадратов.

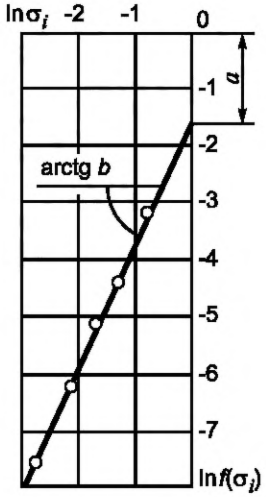


Рисунок Д.4

Д.7 Коэффициент поперечного расширения u определяют из зависимости, устанавливающей связь между относительными продольными ε и поперечными ε_χ деформациями

$$\varepsilon_\chi = \vartheta\varepsilon. \quad (Д.10)$$

Для определения ϑ экспериментальные данные (относительные продольные и поперечные деформации) в конце каждой ступени нагружения представляют в координатах: ε — ось абсцисс, ε_χ — ось ординат и аппроксимируют прямой, проходящей через начало координат. Значение ϑ равно тангенсу угла наклона этой прямой к оси абсцисс.

Д.8 При графическом способе определения параметров a_j и b уравнения семейства параллельных прямых (см. рисунок Д.2) эти параметры равны:

a_j — в масштабе чертежа равен отрезку, отсекаемому на оси ординат j-й из семейства параллельных прямых наилучшего приближения к экспериментальным точкам; b — в масштабе чертежа равен тангенсу угла наклона семейства параллельных прямых к оси абсцисс.

Д.9 Параметр c при графическом способе определения в масштабе чертежа равен тангенсу угла наклона к оси абсцисс прямой наилучшего приближения к экспериментальным точкам, проходящей через начало координат (см. рисунок Д.3).

Д.10 При графическом способе определения параметров a и b (см. рисунок Д.4) эти параметры равны: a — в масштабе чертежа равен отрезку, отсекаемому на оси ординат прямой наилучшего приближения к экспериментальным точкам; b — в масштабе чертежа равен тангенсу угла наклона этой прямой к оси абсцисс.

Д.11 Исходные данные и результаты расчета записывают в таблицу Д.1.

Таблица Д.1 — Исходные данные и результаты расчета характеристик деформируемости

Номер ступени нагружения	Напряжение, МПа	Время отсчета деформаций, ч	Относительные продольные деформации	Приращение относительных продольных деформаций	Относительные продольные деформации от постоянных напряжений	Относительные поперечные деформации	Приращение относительных поперечных деформаций	Относительные поперечные деформации от постоянных напряжений $\varepsilon_{x,i,j}$	Функции напряжений $f(\sigma_i)$

Окончание таблицы Д.1

Коэффициент нелинейности во времени	Модуль линейной деформации, МПа	Коэффициент нелинейной деформации, МПа·ч	Модуль предельно длительной	Коэффициент предельно длительной нелинейной деформации, МПа	Коэффициент нелинейности по напряжениям	Коэффициент поперечного расширения	Условно-мгновенное сопротивление, МПа	Предел длительной прочности, МПа	Примечание

УДК 624.131.4.001.4:006.354 МКС 93.020

Ключевые слова: одноосное сжатие мерзлых грунтов, сопротивление мерзлого грунта нормальному давлению, прочностные свойства мерзлых грунтов

БЗ 11—2020/175

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 15.10.2020. Подписано в печать 13.11.2020. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,48.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Поправка к ГОСТ 12248.9—2020 Грунты. Определение характеристик прочности и деформируемости мерзлых грунтов методом одноосного сжатия

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Предисловие. Таблица согласования	—	Азербайджан | AZ | Азстандарт

(ИУС № 7 2023 г.)

gost.e-ecolog.ru