ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58961— 2020

ГРУНТЫ

Метод полевых испытаний мерзлых грунтов термостатическим зондированием

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 августа 2020 г. № 489-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 ежемесячного 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 (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2020

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 Обозначения . . . 2
5 Общие положения . . . 2
6 Оборудование и приборы . . . 3
7 Подготовка к испытанию . . . 5
8 Проведение испытания . . . 5
9 Обработка результатов испытаний . . . 7
10 Составление отчета . . . 8
Приложение А (обязательное) Схема конструкции зонда для испытания грунтов термостатическим зондированием . . . 9
Приложение Б (рекомендуемое) Режим нагрева с заданной постоянной температурой конуса зонда. Глубина оттаивания мерзлого грунта под конусом . . . 10
Приложение В (рекомендуемое) Режим нагрева тепловым потоком большой заданной мощности. Глубина оттаивания мерзлого грунта под конусом . . . 11
Приложение Г (рекомендуемое) График изменения температуры конуса в процессе нагрева грунта зондом с использованием постоянного теплового потока малой мощности . . . 12
Приложение Д (обязательное) Информация, отражаемая в отчете с результатами испытаний . . . 13

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГРУНТЫ

Метод полевых испытаний мерзлых грунтов термостатическим зондированием

Soils. Field test method for frozen soils with the use of cone penetration with temperature measurement and heating

Дата введения — 2020—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на дисперсные природные, техногенные мерзлые, промерзающие и протаивающие грунты, состав и состояние которых позволяют проводить непрерывное внедрение зонда, и устанавливает метод полевых испытаний термостатическим зондированием при их исследовании для проектирования, строительства и контроля оснований.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 19912 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием

ГОСТ 25358 Грунты. Метод полевого определения температуры

ГОСТ 30672 Грунты. Полевые испытания. Общие положения

ГОСТ Р 58888—2020 Грунты. Метод полевых испытаний температурно-каротажным статическим зондированием

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 ежегодному 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 следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **зонд для термостатического зондирования:** Устройство, погружаемое в грунт при зондировании и состоящее из штанги и наконечника, позволяющего с помощью электрических датчиков измерять сопротивления грунта зондированию и температуру зонда, а также нагревать грунт зондом.

3.2 **термостатическое зондирование:** Вдавливание в грунт зонда с постоянной скоростью, включающее периодические, с заданным интервалом по глубине остановки зонда, при которых выполняются стабилизация зонда и термостатическое испытание зонда, с измерением показателей сопротивления грунта зондированию и температуры зонда.

3.3 **термостатическое испытание:** Испытание, при котором в процессе остановки зонда на заданной глубине с помощью установленного в него нагревательного элемента выполняется нагрев грунта.

Издание официальное

4 Обозначения

В настоящем стандарте использованы следующие обозначения:

A — тепловой коэффициент зонда;

f_s — удельное сопротивление грунта вдоль муфты трения зонда;

f_{sv} — удельное сопротивление грунта вдоль муфты трения при погружении зонда с постоянной скоростью;

f_{ss} — удельное сопротивление грунта вдоль муфты трения при испытании зонда в режиме стабилизации;

N — предельное усилие вдавливания зонда;

P — мощность нагрева зонда;

q_c — удельное сопротивление грунта под конусом зонда;

q_{cv} — удельное сопротивление грунта под конусом при погружении зонда с постоянной скоростью;

q_{cs} — удельное сопротивление грунта под конусом при испытании зонда в режиме стабилизации;

q_{cth} — удельное сопротивление грунта под конусом в начальный момент додавливания зонда после завершения оттаивания грунта;

R_f — фрикционное отношение = $(f_s/q_c)\cdot 100$ %;

T_c — температура конуса зонда;

T_{ec} — температура конуса при нагреве грунта с заданной постоянной температурой конуса;

T_{ch} — температура конуса при нагреве грунта зондом постоянным тепловым потоком малой мощности (без оттаивания мерзлого грунта);

T_{cs} — температура конуса при испытании зонда в режиме стабилизации;

T_{cv} — температура конуса при погружении зонда с постоянной скоростью;

T_{cth} — температура конуса при оттаивании мерзлого грунта зондом;

T_n — природная температура грунта;

t_h — время, прошедшее с момента начала нагрева грунта зондом постоянным тепловым потоком малой мощности (без оттаивания мерзлого грунта);

t_s — время, прошедшее с момента начала стабилизации зонда;

t_{th} — время, прошедшее с момента начала оттаивания мерзлого грунта зондом;

z — глубина погружения зонда;

z_c — откорректированная глубина погружения зонда;

α — угол отклонения наконечника зонда от вертикали;

λ — коэффициент теплопроводности грунта.

5 Общие положения

5.1 Общие требования к полевым испытаниям грунтов, оборудованию и приборам, подготовке площадок для испытаний приведены в ГОСТ 30672.

5.2 Испытание грунта проводят путем прерывистого вдавливания в грунт зонда с периодическими, с заданным интервалом по глубине, остановками зонда, при которых выполняются стабилизация зонда и термостатическое испытание зонда, с измерением показателей сопротивления грунта зондированию и температуры зонда.

Примечание — В процессе термостатических испытаний измеряют осадку зонда, если это предусмотрено выбранной методикой испытаний.

5.3 Испытание грунта осуществляют с помощью установки, обеспечивающей вдавливание в грунт и извлечение зонда, измерение сопротивлений грунта внедрению зонда, измерение температуры и нагрев конуса зонда.

5.4 Метод полевого испытания грунтов термостатическим зондированием применяют в комплексе с другими видами инженерно-геологических работ или отдельно:

- для определения теплофизических свойств грунта;
- определения механических свойств мерзлого грунта с учетом его оттаивания;
- прохождения слоев прочных мерзлых грунтов, а также для решения задач стандартным (см. ГОСТ 19912) и температурно-каротажным (ГОСТ Р 58888) статическим зондированием.

5.5 В результате полевых испытаний грунтов термостатическим зондированием определяют и фиксируют:

- удельное сопротивление грунта под конусом зонда q_c, МПа;

- удельное сопротивление грунта вдоль муфты трения зонда f_s, кПа;
- температуру конуса зонда T_c, °С;
- время в процессе стабилизации зонда, нагрева и оттаивания грунта t, с;
- мощность нагрева зонда P, Вт;
- температуру нагрева зонда T_{cc}, °С;
- глубину погружения зонда z, м;
- угол отклонения наконечника зонда от вертикали α, °.

Примечание — При выборе специальной методики испытания или зондов с дополнительными датчиками и устройствами в процессе испытаний измеряют и другие параметры зондирования (осадка зонда, поровое давление, удельная электропроводность грунта и др.).

5.6 Глубину и расположение точек зондирования указывают в программе инженерно-геологических изысканий.

Часть точек зондирования должна быть расположена в непосредственной близости (на расстоянии 1,5—2,5 м) от инженерно-геологических выработок и термометрических скважин в целях получения данных, необходимых для интерпретации результатов зондирования, а также для контроля и внесения необходимых поправок в результаты и методики определения показателей физико-механических свойств, несущей способности, температуры и состояния грунтов.

6 Оборудование и приборы

6.1 В состав установки для испытания грунта термостатическим зондированием (далее — зондировочная установка) должны входить:

- задавливающее оборудование;
- зонд (наконечник и штанги);
- измерительная система;
- нагревательная система.

6.2 Задавливающее оборудование должно обеспечивать погружение зонда со скоростью (1,2 ± 0,3) м/мин и (0,5 ± 0,1) м/мин, включать опорно-анкерное устройство, устройство для вдавливания и извлечения зонда, передвижное или плавающее средство (при необходимости).

6.3 В зависимости от усилий, необходимых для вдавливания зонда в различных грунтовых условиях, диапазонов значений измеряемых показателей сопротивления грунта, режима нагрева, зондировочные установки подразделяют на типы в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Тип зондировочной установки	Предельное усилие вдавливания и извлечения зонда N, кН	Диапазоны измеряемых параметров для грунтов						Режим нагрева с постоянной				
		талых и охлажденных			мерзлых			T_{cc}, °С (1)		P, Вт (2)		
		q_c, МПа	f_s, кПа	T_c, °С	q_c, МПа	f_s, кПа	T_c, °С	1А	1Б	2А	2Б	2В
Средняя	$50 < N \le 100$	1—40	5—400	От – 20 до + 40	—	—	—	—	—	—	—	0—5
Тяжелая	$N > 100$	1—80	10—800		1—80	10—800	От – 20 до + 110	90	≥ 100	0—100	≥ 100	

Примечания

1 «—» — не применяется.

2 Для прохождения слоев прочных мерзлых грунтов следует использовать повышенную мощность нагрева, в том числе больше 100 Вт.

3 1А, 1Б, 2А, 2Б, 2В — режимы нагрева (см. 6.8—6.10).

6.4 Наконечник зонда (см. приложение А) должен иметь: конус, муфту трения, силовые датчики, температурный датчик (далее — термодатчик), нагревательный элемент, инклинометр (при необходимости, см. ГОСТ 19912). Оси всех частей наконечника, за исключением термодатчика, должны совпадать.

Примечания

1 В наконечник могут быть включены другие датчики и измерительные системы.

2 Для облегчения задавливания зонда допускается использовать уширитель.

6.5 Требования к конусу, муфте трения, уширителю, инклинометру и штанге приведены в ГОСТ 19912.

Замеренные удельные сопротивления грунта под конусом и вдоль муфты трения для зондов с нестандартными размерами для определения геотехнических характеристик и параметров грунта необходимо использовать с поправочными коэффициентами (устанавливаются в результате сопоставительных испытаний, отдельно для каждого выделенного инженерно-геологического элемента), учитывающими влияние размеров зонда на сопротивления грунта зондированию.

При изысканиях под здания и сооружения пониженного уровня ответственности поправочные коэффициенты для сопротивлений грунта зондированию допускается не применять.

6.6 Термодатчик и нагревательный элемент должны располагаться в конусе наконечника.

Нагревательный элемент и термодатчик конструктивно могут располагаться в зонде в виде самостоятельных элементов или единого элемента двойного назначения (термопреобразователей сопротивления и др.).

Термодатчик и нагревательный элемент не должны выходить за габариты конуса. Размеры термодатчика и нагревательного элемента не должны влиять на размеры конуса, нормируемые в настоящем стандарте. Термодатчик и нагревательный элемент должны иметь надежные гидро- и электроизоляцию. Измерительная система термодатчика и нагревательная система не должны влиять на измерения сопротивлений грунта зондированию.

Термодатчик и нагревательный элемент должны плотно прилегать к конусу. Неровности и монтажные зазоры между термодатчиком и конусом должны быть заполнены термопастой.

Конус должен быть сконструирован таким образом, чтобы термодатчик можно было извлекать из конуса для выполнения контрольной калибровки и поверок смещения нуля.

6.7 Термодатчик должен иметь требуемую точность, низкий дрейф, высокую линейность, минимальную температурную инерционность.

Калибровка и тарировка термодатчика и измерительной системы должны выполняться до его установки в конус. Погрешность измерения температуры термодатчиком не должна превышать ± 0,1 °С. Разрешение термодатчика должно составлять 0,01 °С.

6.8 Нагревательная система должна обеспечивать нагрев конуса зонда в одном или двух следующих режимах:

- режим 1 — с заданной постоянной температурой конуса зонда;
- режим 2 — с заданной постоянной мощностью теплового потока.

6.9 Нагрев с постоянной температурой конуса зонда следует применять для решения следующих задач:

- режим 1А — оттаивания мерзлого грунта в процессе выполнения термостатических испытаний и определения сопротивления оттаявшего грунта под конусом зонда q_{cth};
- режим 1Б — оттаивания мерзлого грунта при прохождении слоев прочных мерзлых грунтов; температура конуса может превышать 100 °С.

6.10 Нагрев с постоянной мощностью теплового потока в процессе выполнения термостатических испытаний следует применять для решения следующих задач:

- режим 2А — оттаивания мерзлого грунта в процессе выполнения термостатических испытаний и определения сопротивления оттаявшего грунта под конусом зонда q_{cth}; нагрев должен выполняться тепловым потоком большой мощности;
- режим 2Б — оттаивания мерзлого грунта при прохождении слоев прочных мерзлых грунтов; нагрев должен выполняться тепловым потоком большой мощности; температура конуса может превышать 100 °С;
- режим 2В — определения коэффициента теплопроводности талых, охлажденных и мерзлых грунтов; нагрев должен выполняться тепловым потоком малой мощности.

Примечание — По специальному заданию на изыскания и при условии применения специальных методик коэффициент теплопроводности грунта допускается определять по методике, использующей режим остывания зонда после завершения нагрева с постоянной мощностью теплового потока или сообщения зонду кратковременного теплового импульса.

6.11 Нагревательная система в зависимости от режима нагрева (см. таблицу 1) должна обеспечивать заданную постоянную мощность теплового потока с погрешностью не более 1 %, заданную по-

стоянную температуру конуса зонда с погрешностью не более 2 °С, а также включать датчик контроля подаваемой на нагревательный элемент мощности.

Примечание — По специальному заданию на изыскания и при условии применения специальных методик испытаний допускается выполнять нагрев конуса зонда с регулируемой заданной температурой.

6.12 Требования к тарировкам, поверкам, допустимым погрешностям измерительных устройств и отклонениям размеров конуса и муфты трения приведены в ГОСТ 19912.

Конус и муфту трения не допускается применять, если визуальная проверка указывает, что они ассиметрично изношены или имеют необычайно грубую поверхность, даже если они иным образом удовлетворяют требованиям к допустимым отклонениям. Площадь поперечного сечения верхнего конца муфты трения не должна быть меньше площади поперечного сечения нижнего конца.

6.13 Проверка термокомпенсации зонда и измерительной системы осуществляется путем установки зонда в емкость с сухим песком, охлаждения емкости в климатической камере (термостате) до минус 10 °С, нагрева встроенного в конус зонда нагревательного элемента до 90 °С, выдерживания указанной температуры в течение 30 мин.

После прекращения нагрева, в начальный момент и в процессе остывания зонда проводят периодическое снятие показаний с частотой не реже одного раза в минуту со всех силовых датчиков зонда, до тех пор пока его температура не восстановится до минус 10 °С. Показания силовых датчиков зонда должны находиться в пределах точности измерений.

7 Подготовка к испытанию

7.1 Подготовка зондировочной установки к испытанию должна осуществляться с учетом требований ГОСТ 19912.

7.2 Перед погружением и после извлечения зонда на каждой точке зондирования следует выполнять проверку смещения нуля температурного и силовых датчиков сопротивлений грунта зондированию. Ее результаты следует учитывать при обработке результатов измерений и балансировке измерительной системы.

7.3 Нулевые отсчеты всех датчиков следует снимать, когда наконечник не нагружен и находится в грунте.

8 Проведение испытания

8.1 Испытание мерзлых грунтов термостатическим зондированием с использованием режимов 1А, 2А выполняют путем циклического повторения следующих операций:

а) вдавливание зонда с постоянной скоростью;

б) стабилизация зонда (релаксационно-ползучее испытание);

в) оттаивание мерзлого грунта с помощью нагревательного элемента, установленного в конусе зонда;

г) додавливание зонда с постоянной скоростью на глубину не менее 0,1 м.

Примечания

1 По специальному заданию на изыскания перед додавливанием допускается выполнять испытание оттаявшего грунта по одной из следующих методик: испытание грунта в одноступенчатом или многоступенчатом релаксационно-ползучем режиме, испытание грунта ступенчато возрастающими нагрузками, квазистатические испытания грунта.

2 При испытаниях на шельфе глубины стабилизации зонда могут иметь непериодический характер, они должны задаваться в программе инженерно-геологических изысканий;

д) снятие нагрузки на штангу, монтаж очередной секции штанги.

8.2 Испытание мерзлых, охлажденных и талых грунтов термостатическим зондированием с использованием режима 2В выполняют путем циклического повторения следующих операций:

а) вдавливание зонда с постоянной скоростью;

б) стабилизация зонда (релаксационно-ползучее испытание);

в) нагрев мерзлого грунта без оттаивания с помощью нагревательного элемента, установленного в конусе, с использованием постоянного теплового потока малой мощности;

г) додавливание зонда с постоянной скоростью на глубину не менее 0,1 м;

д) снятие нагрузки на штангу, монтаж очередной секции штанги.

8.3 Скорость вдавливания и додавливания зонда в талый и охлажденный грунт должна быть (1,2 ± 0,3) м/мин, в мерзлый грунт — (0,5 ± 0,1) м/мин.

Интервал (глубины) стабилизации и термостатических испытаний грунта должны быть указаны в техническом задании.

8.4 Стабилизацию (релаксационно-ползучее испытание) зонда осуществляют путем прекращения подачи масла в гидродомкраты вдавливания зонда, при этом штанга не должна разжиматься. В результате нагрузка на зонд и скорость его погружения резко снижаются с уменьшающейся интенсивностью.

Примечание — Для стабилизации зонда допускается использовать задавливающее оборудование с гидравлической системой без гидродомкратов вдавливания зонда.

8.5 Время выдержки зонда при стабилизации должно быть:

- для охлажденных и талых грунтов — не менее 15 мин;
- для мерзлых грунтов — до момента принятия конусом природной температуры грунта (см. ГОСТ Р 58888), но не менее 5 мин.

Примечание — При использовании зонда с нестандартным диаметром минимальное время выдержки зонда должно быть откорректировано на основе специально выполненных на опытном участке сравнительных измерений температуры грунта, рядом с термометрической скважиной.

8.6 Перерывы в погружении зонда допускаются только для наращивания штанг, стабилизации зонда и термостатического испытания.

8.7 Оттаивание мерзлого грунта с использованием заданной постоянной температуры конуса зонда при режиме нагрева 1А необходимо выполнять с учетом следующих положений.

Температура конуса зонда должна составлять 90 °С.

Время оттаивания устанавливают таким образом, чтобы глубина оттаивания составила 1,0—1,5 диаметра основания конуса зонда. Время оттаивания должно составлять не менее 30 мин. Для предварительного назначения времени оттаивания допускается использовать положения приложения Б.

8.8 Оттаивание мерзлого грунта с использованием постоянного теплового потока большой мощности при режиме нагрева 2А необходимо выполнять с учетом следующих положений.

Мощность нагрева должна составлять не менее 36 Вт, при этом температура конуса зонда не должна превышать 90 °С, чтобы не допускать испарения влаги из грунта.

Время оттаивания устанавливают таким образом, чтобы глубина оттаивания составила 1,0—1,5 диаметра основания конуса зонда. При мощности нагрева 36 Вт время оттаивания должно составлять не менее 60 мин. Для предварительного назначения времени оттаивания допускается использовать положения приложения В.

8.9 По специальному заданию на изыскания допускается время оттаивания устанавливать таким образом, чтобы глубина оттаивания составила не менее 0,5 диаметра основания конуса зонда. Для предварительного назначения времени оттаивания допускается использовать положения приложений Б, В. Замеренные сопротивления оттаявшего грунта следует использовать по отдельным эмпирическим зависимостям или с поправочными коэффициентами.

8.10 Нагрев мерзлого грунта без оттаивания, с использованием постоянного теплового потока малой мощности при режиме нагрева 2В необходимо выполнять с учетом следующих положений.

Мощность нагрева должна составлять 1,0 Вт, для высокотемпературных пластичномерзлых грунтов допускается использовать мощность нагрева 0,5 Вт.

Время нагрева должно составлять 10 мин.

Частота фиксации температуры конуса зонда должна составлять не реже 1 Гц.

8.11 В процессе зондирования необходимо осуществлять постоянный контроль за вертикальностью погружения зонда.

8.12 Регистрация показателей сопротивлений грунта зондированию и температуры выполняется одновременно, при вдавливании зонда с постоянной скоростью — с интервалом по глубине не более 0,05 м, при испытании в режиме стабилизации — с частотой не менее 1 Гц.

8.13 Испытание на точке заканчивают после достижения:

- заданной глубины погружения зонда;
- предельных усилий, приведенных в таблице 1;
- отклонения наконечника зонда от вертикали на 15° или изменения его отклонения на 5° на 1 м;
- опасности повреждения зонда.

По окончании испытания зонд извлекают из грунта, а скважину тампонируют.

8.14 Регистрацию параметров зондирования осуществляют на электронном запоминающем устройстве. Электронный файл с результатами зондирования по глубине и во времени в виде электронных таблиц прилагается к отчету на изыскания и передается заказчику.

8.15 В процессе полевых испытаний грунтов термостатическим зондированием должны измеряться и регистрироваться.

а) удельное сопротивление грунта под конусом зонда:
- при погружении зонда с постоянной скоростью q_{cv}, МПа,
- испытании зонда в режиме стабилизации q_{cs}, МПа,
- в начальный момент додавливания зонда после завершения оттаивания грунта q_{cth}, МПа;

б) удельное сопротивление грунта вдоль боковой поверхности муфты трения зонда:
- при погружении зонда с постоянной скоростью f_{sv}, кПа,
- испытании зонда в режиме стабилизации f_{ss}, кПа;

в) температура конуса зонда:
- при погружении зонда с постоянной скоростью T_{cv}, °С,
- испытании зонда в режиме стабилизации T_{es}, °С,
- оттаивании грунта зондом T_{tth}, °С,
- нагреве грунта зондом без оттаивания T_{ch}, °С;

г) время в процессе остановки зонда:
- при стабилизации зонда t_s, с,
- оттаивании грунта зондом t_{th}, с,
- нагреве грунта зондом без оттаивания t_h, с;

д) глубина погружения зонда z, м;

е) угол отклонения наконечника зонда от вертикали α, °.

Примечание — При использовании зондов с дополнительными датчиками и устройствами в процессе зондирования должны фиксироваться и другие (дополнительные) параметры зондирования (например, поровое давление, удельная электропроводность грунта и др.).

8.16 После завершения зондирования и извлечения зонда из грунта скважину тампонируют или, если это предусмотрено заданием на инженерно-геологические изыскания, с помощью зондировочной установки устраивают термометрическую скважину для проведения контрольных или режимных (мониторинговых) измерений температуры грунта. Устройство термометрических скважин следует выполнять согласно указаниям ГОСТ Р 58888—2020 (приложение Б) с учетом требований ГОСТ 25358.

9 Обработка результатов испытаний

9.1 Зарегистрированные значения, которые не являются репрезентативными из-за прерывания испытания, не допускается учитывать.

9.2 На основе измеренных параметров зондирования должны быть определены и вычислены:
- фрикционное отношение $R_f = \left(f_s / q_c\right) \cdot 100\ \%$;
- откорректированная глубина погружения зонда $z_c = \sum_{i=1}^{n} \left(C_i^{inc} \Delta z\right)$,

где $C_i^{inc} = \cos\alpha_i$ — поправочный коэффициент, учитывающий отклонение наконечника зонда от вертикали на i интервале; α_i — измеренный угол между вертикальной осью и осью наконечника, °; Δz — длина интервала между измерениями, м; n — общее число интервалов измерений;

- изменение температуры конуса зонда при его погружении по сравнению с температурой конуса, замеренной в конце предыдущей стабилизации зонда, $\Delta T_c = T_{cv} - T_{cs}$.

9.3 Коэффициент теплопроводности грунта λ, Вт/(м·°С), рассчитывают как среднее арифметическое значение для трех пар частных значений λ_i, вычисляемых по формуле

$$\lambda_i = A \frac{\ln\left(t_{h2} / t_{h1}\right)}{T_{ch1} - T_{ch2}}, \quad (1)$$

где A — тепловой коэффициент зонда;

t_{h1} и t_{h2} — начальное и конечное время на прямом участке графика (см. приложение Г), с, выбираются при условии $t_{h2} / t_{h1} = 1{,}5$;

T_{ch1} и T_{ch2} — соответствующие времени t_{h1} и t_{h2} значения температуры конуса зонда, °С.

Тепловой коэффициент зонда A определяют индивидуально для каждого зонда в лабораторных условиях для выбранной мощности теплового потока (1,0 Вт и/или 0,5 Вт).

9.4 Количественную оценку характеристик механических свойств мерзлого грунта с учетом его оттаивания проводят на основе включенных в действующие нормативные документы статистически обоснованных зависимостей между сопротивлением оттаявшего грунта под конусом зонда q_{cth} и результатами определения характеристик грунта стандартными методами.

9.5 По замеренным в процессе стабилизации зонда значениям температуры термодатчика конуса зонда определяют природную температуру талых и мерзлых грунтов.

9.6 Природную температуру грунтов T_n, а также состояние дисперсных грунтов (талое, охлажденное, мерзлое) по результатам зондирования определяют согласно указаниям ГОСТ Р 58888.

10 Составление отчета

10.1 Отчет с результатами испытаний следует излагать в доступной для ознакомления и анализа форме, с использованием таблиц и графиков. К отчету должны быть приложены первичные результаты испытаний в цифровой электронной форме (в виде файлов электронных таблиц).

10.2 При выполнении зондирования следует составлять:

- полевой отчет, сделанный на месте проведения испытаний;
- протокол испытаний;
- таблицы и графики;
- текстовую часть (составляют после камеральной обработки).

10.3 Отчет с результатами зондирования должен учитывать указания приложения Д настоящего стандарта, приложения В ГОСТ Р 58888—2020 и включать следующую информацию:

- общую;
- о местоположении;
- об испытательном оборудовании;
- об испытании;
- о результатах испытаний.

10.4 Графики с результатами зондирования по глубине должны приводиться совместно с разрезами ближайших инженерно-геологических скважин, с указанием расстояний между ними. При составлении графиков следует использовать линейную шкалу и следующие масштабы:

а) по вертикали:

- глубина зондирования z — 1 см = 1 м;

б) по горизонтали:

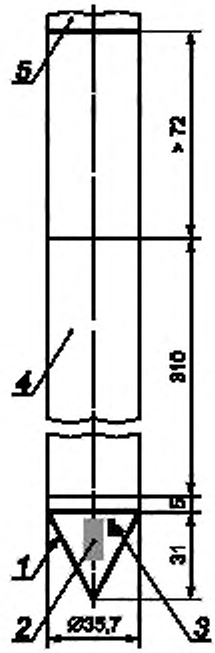
- удельное сопротивление грунта под конусом q_c — 1 см = 4 МПа, 1 см = 2 МПа, 1 см = 0,5 МПа;
- удельное сопротивление грунта вдоль муфты трения f_s — 1 см = 0,5 МПа, 1 см = 0,1 МПа;
- температура конуса зонда T_c — 1 см = 0,2 °С, 1 см = 0,5 °С;
- угол отклонения наконечника зонда от вертикали α — 1 см = 5°.

10.5 Графики с результатами зондирования во времени необходимо приводить с использованием следующих масштабов:

- при испытаниях в режиме стабилизации зонда следует использовать линейную шкалу для T_{cs}, q_{cs}, f_{ss} и логарифмическую шкалу для t_s;
- при испытаниях в режиме нагрева зонда следует использовать линейную шкалу для T_{ch} и логарифмическую (ln) шкалу для t_h и t_{th}.

Приложение А
(обязательное)

Схема конструкции зонда для испытания грунтов термостатическим зондированием



1 — конус; *2* — нагревательный элемент; *3* — термодатчик; *4* — муфта трения; *5* — штанга

Рисунок А.1

Приложение Б
(рекомендуемое)

Режим нагрева с заданной постоянной температурой конуса зонда. Глубина оттаивания мерзлого грунта под конусом

Б.1 Предварительную глубину оттаивания мерзлых грунтов под конусом зонда H_{th}, см, при нагреве с заданной постоянной температурой конуса зонда допускается определять по формуле

$$H_{th} = k + k_{T1}T_n + k_{T2}T_n^2 + k_{w1}W_{tot} + k_{w2}W_{tot}^2 + k_{t1}t_{th} + k_{t2}t_{th}^2, \quad (Б.1)$$

где k, k_{T1}, k_{T2}, k_{w1}, k_{w2}, k_{t1}, k_{t2} — коэффициенты, определяемые по таблице Б.1;

T_n — природная температура грунта, °С;

W_{tot} — суммарная влажность грунта, %;

t_{th} — время нагрева грунта зондом с заданной постоянной температурой конуса, с.

Б.2 Формулу (Б.1) допустимо использовать при следующих диапазонах изменения значений входящих в него параметров:

- T_n = −7,0 °С + −0,3 °С;
- W_{tot} = 5 % — 25 % (песок); 5 % — 35 % (супесь); 5 % — 40 % (суглинок/глина);
- t_{th} = 0—120 мин.

Таблица Б.1

Коэффициенты формулы (Б.1)	Разновидность грунта		
	Песок	Супесь	Суглинок/глина
k	3,76587	3,78777	3,25599
k_{t1}	0,46626	0,38595	0,66657
k_{T2}	0,03101	0,02563	0,05527
k_{w1}	– 0,15738	– 0,09878	– 0,02762
k_{w2}	0,00562	0,00132	0,00008
k_{t1}	0,06482	0,05792	0,05712
k_{t2}	– 0,00021	– 0,00018	– 0,00020

Приложение В
(рекомендуемое)

Режим нагрева тепловым потоком большой заданной мощности. Глубина оттаивания мерзлого грунта под конусом

В.1 Предварительную глубину оттаивания мерзлых грунтов под конусом зонда H_{th}, см, при нагреве тепловым потоком большой заданной мощности допускается определять по формуле

$$H_{th} = k + k_{T1}T_n + k_{T2}T_n^2 + k_{w1}W_{tot} + k_{w2}W_{tot}^2 + k_{t1}t_{th} + k_{t2}t_{th}^2 + k_{P1}P + k_{P2}P^2, \quad (B.1)$$

где k, k_{T1}, k_{T2}, k_{w1}, k_{w2}, k_{t1}, k_{t2}, k_{P1}, k_{P2} — коэффициенты, определяемые по таблице В.1;

T_n — природная температура грунта, °С;

W_{tot} — суммарная влажность грунта, %;

t_{th} — время нагрева грунта зондом постоянным тепловым потоком большой мощности, с;

P — мощность нагрева, Вт.

В.2 Формулу (В.1) допустимо использовать при следующих диапазонах изменения значений входящих в него параметров:

- T_n = −7,0 °С ÷ −0,3 °С;
- W_{tot} = 5 % — 25 % (песок); 5 % — 35 % (супесь); 5 % — 40 % (суглинок/глина);
- t_{th} = 0...120 мин;
- P = 20...100 Вт.

Таблица В.1

Коэффициенты формулы (В.1)	Разновидность грунта		
	Песок	Супесь	Суглинок/глина
k	1,18719	1,28536	1,79248
k_{T1}	0,39098	0,39096	0,53090
k_{T2}	0,02345	0,02604	0,04200
k_{w1}	– 0,18054	– 0,12816	– 0,12444
k_{w2}	0,00355	0,00188	0,00169
k_{t1}	0,05673	0,05261	0,04874
k_{t2}	– 0,00019	– 0,00017	– 0,00016
k_{P1}	0,06559	0,05555	0,05296
k_{P2}	– 0,00026	– 0,00021	– 0,00021

Приложение Г
(рекомендуемое)

График изменения температуры конуса в процессе нагрева грунта зондом с использованием постоянного теплового потока малой мощности

График измерения температуры конуса приведен на рисунке Г.1.

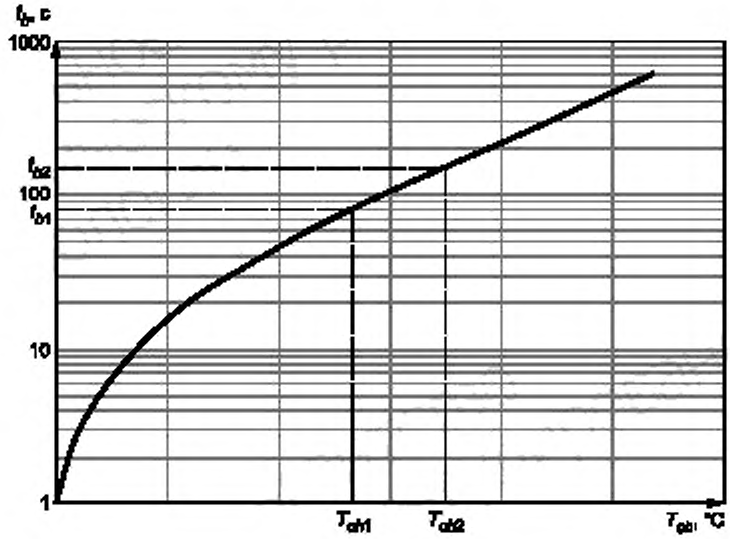


Рисунок Г.1

Приложение Д
(обязательное)

Информация, отражаемая в отчете с результатами испытаний

Д.1 В таблице Д.1 приведена общая информация.

Таблица Д.1

Общая информация	Полевой отчет	Протокол испытаний	Графики
1 Ссылка на настоящий стандарт	x	x	x
2 Особенности или отклонения от настоящего стандарта	x	x	—
3 Организация, выполняющая испытание	x	x	x
4 Фамилия и подпись оператора оборудования, выполняющего испытание	x	x	—
5 Фамилия и подпись руководителя подразделения, ответственного за испытание	—	x	—
6 Глубина предварительного бурения или проходки шурфа	x	x	x
7 Глубина и причины любых прерываний и отказов при зондировании	x	x	—
8 Фактическая максимальная глубина испытания	x	x	x
9 Примененные критерии остановки испытания (заданная глубина, максимальное усилие, допустимый наклон зонда и др.)	x	x	—
10 Метод тампонажа скважины (если применяется)	x	—	—
11 Глубина и наблюдения, сделанные при испытании, например: - подъем или наклон установки - присутствие крупных камней и препятствий - шум от штанг - падения зонда - изогнутые штанги - ненормальный износ наконечника - значимые изменения нуля или контрольных считываний	x	x	—
12 Специальные приготовления, которые отступают от общепринятой схемы монтажа задавливающего оборудования (установка оборудования на плавсредство, ж.-д. платформу и др.)	x	x	—

Д.2 В таблице Д.2 приведена информация о местоположении.

Таблица Д.2

Информация о местоположении	Полевой отчет	Протокол испытаний	Графики
Наименование объекта	x	x	x
Номер точки (пункта) испытания	x	x	x
Номер и наименование ближайшей инженерно-геологической выработки и расстояние до нее	x	x	x
Высотная отметка места испытания	—	x	x
Местные или общие координаты	—	x	x

Окончание таблицы Д.2

Информация о местоположении	Полевой отчет	Протокол испытаний	Графики
Система отсчета и допустимые отклонения	—	x	—
Примечание — В техническом задании на изыскания должно быть точно определено, кто отвечает за предоставление координат и уровней точек испытания, где проводится испытание.			

Д.3 В таблице Д.3 приведена информация об испытательном оборудовании.

Таблица Д.3

Информация об испытательном оборудовании	Полевой отчет	Протокол испытаний	Графики
1 Тип наконечника	x	—	x
2 Идентификационный номер наконечника	x	x	—
3 Предприятие — изготовитель наконечника	x	x	—
4 Диаметр конуса наконечника	x	—	—
5 Диаметр и длина муфты трения наконечника	x	—	—
6 Диаметр уширителя, расстояние от муфты трения до уширителя	x	—	—
7 Наружный диаметр и толщина стенок штанг	x	—	—
8 Тип и марка задавливающего оборудования (специальная установка, буровая установка и др.), максимальное усилие вдавливания, применение домкратов и анкеров, тип передвижного или плавающего средства (автомобиль, тягач, переносная установка и др.)	x	—	—
9 Перечень основных датчиков и устройств, измеряемых ими параметров	x	—	—
10 Перечень дополнительных датчиков и устройств, измеряемых ими параметров	x	—	—
11 Диапазоны измерения датчиков	x	x	—
12 Дата последней калибровки датчиков	x	x	—
13 Местоположение термодатчика	x	—	x
14 Местоположение нагревательного элемента	x	x	x
15 Задаваемая постоянная мощность теплового потока при нагреве с оттаиванием	x	x	x
16 Задаваемая постоянная мощность теплового потока при нагреве без оттаивания	x	x	x

Д.4 В таблице Д.4 приведена информация о процедуре испытания.

Таблица Д.4

Информация о процедуре испытания	Полевой отчет	Протокол испытаний	Графики
1 Дата испытания	x	x	x
2 Время начала испытания	x	x	—
3 Время завершения испытания	x	x	—

Окончание таблицы Д.4

Информация о процедуре испытания	Полевой отчет	Протокол испытаний	Графики
4 Методика испытания, в том числе режимы нагрева зонда	x	x	x
5 Глубина в начале испытания относительно земной поверхности	—	x	x

Д.5 В таблице Д.5 приведена информация о результатах испытания.

Таблица Д.5

Информация о результатах испытания	Полевой отчет	Протокол испытаний	Графики
1 Измеренные параметры в процессе задавливания, стабилизации и нагрева зонда	x	x	x
2 Вычисленные параметры согласно 8.2	—	x	x
3 Нулевой и контрольный отсчеты измеренных сопротивлений грунта под конусом и вдоль муфты трения, температуры до и после испытания, а также дрейф нуля	x	x	—
4 Корректировка, выполненная во время обработки данных (например, дрейфа нуля)	—	x	—
5 Определенные (рассчитанные) в результате испытаний: природная температура, состояние (талое, охлажденное, мерзлое), коэффициент теплопроводности, характеристики механических свойств грунта	x	x	—

УДК 624.131.4.001.4(083).74:006.354 ОКС 93.020

Ключевые слова: грунты, полевые испытания, термостатическое зондирование, зонд, конус, муфта трения, нагревательный элемент, термодатчик

БЗ 9—2020/70

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

Сдано в набор 13.08.2020. Подписано в печать 09.09.2020. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,11.

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

gost.e-ecolog.ru