ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59594— 2021

ГРУНТЫ

Метод полевых испытаний электрокаротажным статическим зондированием

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

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) АО «НИЦ «Строительство» при участии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (МГУ им. М.В. Ломоносова), Открытого акционерного общества «Фундаментпроект» (ОАО «Фундаментпроект»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 июля 2021 г. № 652-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

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

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 3
8 Проведение испытания 4
9 Обработка результатов испытания 4
10 Составление отчета 5
Приложение А (обязательное) Схема зонда для электрокаротажного статического зондирования 6
Приложение Б (обязательное) Определение геометрического коэффициента электрокаротажного модуля зонда 7

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГРУНТЫ

Метод полевых испытаний электрокаротажным статическим зондированием

Soils. Field test methods with the use of resistivity cone penetration

Дата введения — 2021—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на грунты, состав и состояние которых позволяют проводить внедрение зонда, и устанавливает метод полевых испытаний электрокаротажным статическим зондированием (электростатическим зондированием) при их исследовании для проектирования, строительства и контроля оснований зданий и сооружений.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 9.602 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 19912—2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием

ГОСТ 30672 Грунты. Полевые испытания. Общие положения

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 электрокаротажного статического зондирования:** Устройство, погружаемое в грунт при зондировании и состоящее из штанги и наконечника, позволяющее с помощью электрических датчиков измерять сопротивления грунта зондированию, а также определять электропроводность (электрическое сопротивление) грунта.

Издание официальное

Примечание — Могут быть использованы зонды, позволяющие дополнительно измерять, и другие параметры зондирования (поровое давление и др.).

3.2 **электрокаротажное статическое зондирование (электростатическое зондирование):** Вдавливание в грунт зонда с постоянной скоростью, с измерением сопротивлений грунта внедрению зонда и определением электропроводности (электрического сопротивления) грунта.

4 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

d_e — диаметр электрокаротажного модуля, мм,

d_s — диаметр муфты трения, мм;

f_s — удельное сопротивление грунта вдоль муфты трения зонда, МПа (кПа);

G_s — удельная электропроводность грунта, См/м;

K — геометрический коэффициент электрокаротажного модуля зонда, м;

I_{AB} — ток в питающей линии электрокаротажного модуля, А.

q_c — удельное сопротивление грунта под конусом наконечника зонда, МПа;

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

$R_r = \Delta U_{MN}/I_{AB}$ — электрическое сопротивление грунта, измеренное зондом, Ом;

H — глубина погружения зонда, м;

H_c — откорректированная глубина погружения зонда, м;

α — угол отклонения наконечника зонда от вертикали, °;

ρ_{er} — удельное электрическое сопротивление грунта, $\rho_{er} = 1/G_s$, Ом · м;

ρ_{ss} — удельное электрическое сопротивление соляного раствора, Ом · м;

ΔU_{MN} — измеренная разность потенциалов между приемными электродами электрокаротажного модуля, В.

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 осуществляют с помощью установки для испытания грунта электрокаротажным статическим зондированием (далее — зондировочная установка), обеспечивающей вдавливание в грунт и извлечение зонда, измерение сопротивлений грунта внедрению зонда и электропроводности грунта.

5.3 Метод полевого испытания грунтов электрокаротажным статическим зондированием применяют для определения:

- удельного электрического сопротивления грунта ρ_{er} (удельной электропроводности грунта G_s);
- коррозионной агрессивности грунта (подземных вод);
- разновидности грунта;
- уровня подземных вод, а также для решения задач, решаемых стандартным статическим зондированием (см. ГОСТ 19912).

Примечания

1 Определение параметров (характеристик) состояния и свойств, разновидности грунтов проводят на основе включенных в действующие нормативные документы статистически обоснованных зависимостей, графиков, таблиц, картограмм между показателями электрокаротажного статического зондирования и результатами определения параметров грунтов другими стандартными методами.

2 Коррозионную агрессивность грунта (подземных вод) по отношению к углеродистой и низколегированной стали по данным электрокаротажного статического зондирования следует определять по ГОСТ 9.602.

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

Часть точек зондирования должна быть расположена в непосредственной близости (на расстоянии от 1,5 до 2,5 м) от инженерно-геологических выработок и скважин в целях получения данных, необходимых для интерпретации результатов зондирования, контроля и внесения необходимых поправок в результаты или методики определения показателей геотехнических параметров грунтов.

6 Оборудование и приборы

6.1 В состав зондировочной установки должны входить:

- задавливающее оборудование;
- зонд;
- измерительная система.

6.2 Задавливающее оборудование должно удовлетворять требованиям ГОСТ 19912, включать устройство для вдавливания и извлечения зонда, опорно-анкерное устройство, передвижное или плавающее средство (при необходимости).

6.3 Зонд должен состоять из штанги и наконечника, включающего силовой (располагается в нижней части зонда) и электрокаротажный (располагается над силовым модулем) модули (см. приложение А).

6.4 Параметры элементов силового модуля (конус, муфта трения и др.) должны удовлетворять требованиям ГОСТ 19912.

Примечания

1 Для облегчения задавливания зонда допускается использовать уширитель, который должен быть расположен над электрокаротажным модулем.

2 Расстояние между верхом муфты трения и электрокаротажным модулем должно составлять не менее 20 мм и быть не менее $4(d_e - d_s)$, где d_e — диаметр электрокаротажного модуля, d_s — диаметр муфты трения.

3 При испытании многолетнемерзлых грунтов, а также при необходимости введения температурной поправки к удельному электрическому сопротивлению грунта ρ_{ef} (удельной электропроводности грунта G_s), конус зонда должен быть оснащен датчиком температуры для измерения температуры конуса зонда и природной температуры грунта. Допускается использовать зонд без датчика температуры, если природная температура грунта на момент зондирования определяется с помощью термометрических скважин, расположенных на расстоянии не более 2 м от точки зондирования.

6.5 Электрокаротажный модуль должен включать пару наружных питающих (*A, B*) и пару внутренних приемных (*M, N*) электродов (см. приложение А), работающих по симметричной четырехэлектродной схеме (*AM* = *NB*) с расстояниями между электродами, удовлетворяющими условию $MN \leq 1/3\ AB$. Предпочтение следует отдавать электрической схеме, в которой $MN = 1/3\ AB$ ($AM = NB = MN$).

На питающие электроды должен подаваться переменный ток низкой частоты $I_{AB} < 10$ Гц. С помощью внутренних электродов должна быть измерена разность потенциалов ΔU_{MN}. Электроды выполняются в виде колец длиной 5 мм, толщиной не менее 2 мм. Расстояние между центрами колец приемных электродов (*M, N*) должно составлять 50 мм. Общая длина активной части электрической схемы *AMNB* должна быть 150 мм. Между кольцами, а также выше и ниже их должны располагаться электроизоляторы. Длина нижнего и верхнего электроизоляторов должна составлять не менее 100 мм.

Примечание — По специальному заданию (специальных целей) допускается использовать зонды, работающие по несимметричной четырехэлектродной схеме ($AM \neq NB$).

Диаметр электрокаротажного модуля допускается принимать от 38 до 50 мм, при этом для обеспечения плотного прилегания грунта к электродам он должен быть более диаметра муфты трения не менее чем на 2 мм.

6.6 Измерительная система должна учитывать требования ГОСТ 19912 и обеспечивать погрешность измерения удельного электрического сопротивления (удельной электропроводности) грунта не более 5 %.

7 Подготовка к испытанию

Подготовка зондировочной установки, включая зонд и измерительную систему, к испытанию должна быть осуществлена с учетом требований ГОСТ 19912 и инструкций по эксплуатации оборудования и приборов.

8 Проведение испытания

8.1 Испытание грунта выполняют путем вдавливания в грунт зонда с постоянной скоростью с учетом требований ГОСТ 19912.

Примечание — По специальному заданию на изыскания, при наличии соответствующего требования в действующих нормативных документах, а также при испытании многолетнемерзлых грунтов испытание должно быть выполнено со стабилизацией зонда в соответствии с указаниями ГОСТ 19912.

8.2 Периодичность регистрации параметров зондирования 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.

8.3 Регистрацию параметров зондирования осуществляют на электронном запоминающем устройстве. Электронный файл протоколов испытаний с результатами зондирования по глубине в виде электронных таблиц прилагают к отчету на изыскания и передают заказчику.

8.4 В процессе полевых испытаний грунтов электрокаротажным статическим зондированием измеряют:

- удельное сопротивление грунта под конусом наконечника зонда при погружении зонда с постоянной скоростью q_c, МПа;
- удельное сопротивление грунта вдоль боковой поверхности муфты трения зонда при погружении зонда с постоянной скоростью f_s, МПа;
- разность потенциалов между приемными электродами ΔU_{MN}, В;
- глубину погружения зонда H, м;
- угол отклонения наконечника зонда от вертикали α, °.

Примечания

1 Вместо разности потенциалов между приемными электродами допускается прямое измерение удельного электрического сопротивления грунта (удельной электропроводности грунта).

2 При использовании зондов с дополнительными датчиками и устройствами в процессе зондирования следует регистрировать и другие (дополнительные) параметры зондирования (поровое давление и др.).

9 Обработка результатов испытания

9.1 Зарегистрированные значения, которые не являются репрезентативными из-за прерывания испытания или других факторов, способных влиять на результаты испытаний, не должны быть учтены.

9.2 На основе измеренных параметров зондирования определяют:

а) удельное электрическое сопротивление грунта ρ_{er} (удельную электропроводность грунта G_s), вычисляемое(ую) по формулам:

$$\rho_{er} = K R_r; \tag{1}$$

$$G_s = \frac{1}{K R_r}, \tag{2}$$

где K — геометрический коэффициент электрокаротажного модуля зонда, определяемый по приложению Б, для симметричной четырехэлектродной схемы $K \approx 4\pi(AM\,AN/MN)$ при $AM = NB = MN = aK \approx 4\pi a$, для несимметричной четырехэлектродной схемы $K \approx 4\pi/(1/AM - 1/AN - 1/BM + 1/BN)$;

$R_r = \Delta U_{MN}/I_{AB}$ — электрическое сопротивление грунта, измеренное зондом,

где ΔU_{MN} — измеренная разность потенциалов между приемными электродами M и N; I_{AB} — ток в питающей линии AB.

Удельное электрическое сопротивление грунта (удельную электропроводность грунта), как правило, вычисляют в автоматическом режиме в процессе работы измерительной системы;

б) фрикционное отношение R_f и откорректированную глубину погружения зонда H_c (вычисляют по ГОСТ 19912—2012, приложение Л).

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 и др.).

10.2 При выполнении зондирования следует составлять:

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

10.3 Отчет с результатами зондирования должен включать следующую информацию:

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

10.4 Графики с результатами испытаний по глубине следует представлять 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:

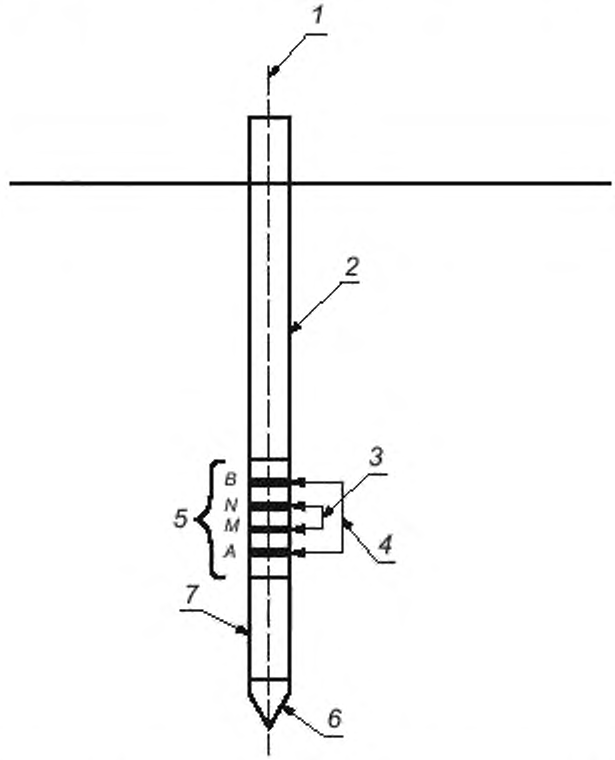
- глубина зондирования H – 1 см = 1 м;

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 зонда f_s – 1 см = 0,5 МПа, 1 см = 0,1 МПа;
- удельное электрическое сопротивление грунта ρ_{ef} – 1 см = 10 Ом · м, 1 см = 20 Ом · м;
- удельная электропроводность грунта G_s, См/м – 1 см = 10 См/м;
- угол отклонения наконечника зонда от вертикали α – 1 см = 5°.

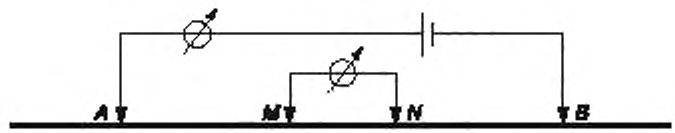
Приложение А
(обязательное)

Схема зонда для электрокаротажного статического зондирования



1 — ось зонда; *2* — штанга зонда, *3* — приемные электроды, *4* — питающие электроды, *5* — блок электродов, *6* — конус; *7* — муфта крепления

Рисунок А.1 — Схема зонда для электрокаротажного статического зондирования



A, M, N, B — центры кольцевых электродов

Рисунок А.2 — Электрическая (симметричная четырехэлектродная) схема электрокаротажного модуля зонда

Приложение Б
(обязательное)

Определение геометрического коэффициента электрокаротажного модуля зонда

Б.1 Определение геометрического коэффициента электрокаротажного модуля зонда проводят путем его тарировки в лабораторных условиях в растворах различной концентрации химически чистой натриевой соли NaCl или средней калиевой соли (соляная кислота) KCl. Соль равномерно растворяют в дистиллированной воде. Тарировку проводят при температуре плюс 18 °С. Удельное электрическое сопротивление раствора определяют с помощью поверенного резистивиметра.

Б.2 Тарировку проводят поэтапно при не менее чем шести значениях удельного электрического сопротивления соляного раствора, равномерно распределенных в диапазоне от 1 до 1000 Ом · м.

Б.3 Перед началом каждого этапа тарировки зонд погружают в цилиндрическую емкость, заполненную соляным раствором определенной концентрации, соответствующей заданному значению его удельного электрического сопротивления. Расстояние между электрокаротажным модулем и стенкой емкости должно быть больше расстояния между питающими электродами *AB* (см. приложение А) не менее чем в три раза. Расстояния между питающим электродом и дном емкости, а также между питающим электродом и верхним уровнем раствора должны быть не менее расстояния *FB*.

Б.4 Геометрический коэффициент электрокаротажного модуля зонда *K* принимают равным среднему арифметическому значению полученных в результате тарировки частных значений коэффициентов K_i, м, рассчитываемых по формуле

$$K_i = \frac{\rho_{ss} I_{AB}}{\Delta U_{MN}}, \qquad (Б.1)$$

где ρ_{ss} — удельное электрическое сопротивление соляного раствора, измеренное резистивиметром, Ом · м;

ΔU_{MN} — измеренная разность потенциалов между приемными электродами *M* и *N*, В;

I_{AB} — ток в питающей линии *AB*, А.

УДК 624.131.4.001.4(083).74:006.354 МКС 13.080.20

Ключевые слова: грунт, испытание, электрокаротажное статическое зондирование, зонд, конус, муфта трения, электроды

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 29.07.2021. Подписано в печать 02.08.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,20.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано в ФГБУ «РСТ» 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