

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГРУНТЫ

Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием

SOILS

Field test methods by static and dynamic sounding

ОКС 13.080.20

ОКСТУ 5709

Дата введения 2002-01-01

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием — Научно-исследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова (НИИОСП им. Герсеванова) ВНЕСЕН Госстроем России

2 ПРИНЯТ Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС) 30 мая 2001 г.

За принятие проголосовали

| Наименование государства | Наименование органа государственного управления строительством |
|----------------------------|---|
| Азербайджанская Республика | Госстрой Азербайджанской Республики |
| Республика Армения | Министерство градостроительства Республики Армения |
| Республика Казахстан | Казстройкомитет |
| Республика Молдова | Министерство экологии и благоустройства территорий Республики Молдова |
| Российская Федерация | Госстрой России |
| Республика Узбекистан | Госархитектстрой Республики Узбекистан |
| Украина | Госстрой Украины |

3 ВЗАМЕН ГОСТ 19912-81, ГОСТ 20069-81

4 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ с 1 января 2002 г. в качестве государственного стандарта Российской Федерации постановлением Госстроя России от 22 августа 2001 г. № 99

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на дисперсные природные, техногенные и мерзлые грунты, состав и состояние которых позволяют производить непрерывное внедрение зонда, и устанавливает методы полевых испытаний зондированием при их исследовании для строительства.

Стандарт не распространяется на грунты, содержащие частицы крупнее 10 мм более 25 % по массе, при статическом зондировании и грунты, содержащие частицы крупнее 10 мм более 40 % по массе, при динамическом зондировании.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использована ссылка на стандарт:
ГОСТ 30672—99 Грунты. Полевые испытания. Общие положения

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термины, применяемые в настоящем стандарте, приведены в приложении А.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Настоящий стандарт устанавливает следующие методы полевых испытаний грунтов зондированием:

статическое зондирование;
динамическое зондирование.

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

4.3 Методы полевых испытаний грунтов зондированием применяют в комплексе с другими видами инженерно-геологических работ или отдельно для:

выделения инженерно-геологических элементов (толщины слоев и линз, границ распространения грунтов различных видов и разновидностей);
оценки пространственной изменчивости состава и свойств грунтов;
определения глубины залегания кровли скальных и крупнообломочных грунтов;
количественной оценки характеристик физико-механических свойств грунтов (плотности, модуля деформации, угла внутреннего трения и сцепления грунтов и др.);
определения степени уплотнения и упрочнения грунтов во времени и пространстве;
оценки возможности забивки свай и определения глубины их погружения;
определения данных для расчета свайных фундаментов;
выбора мест расположения опытных площадок и глубины проведения полевых испытаний, а также мест отбора образцов грунтов для лабораторных испытаний;
контроля качества геотехнических работ.

4.4 Зондирование грунтов производят вдавливанием в грунт зонда при статическом зондировании, забивкой или вибропогружением в грунт зонда при динамическом зондировании с одновременным измерением непрерывно (или через заданные интервалы по глубине) показателей, характеризующих сопротивление грунта внедрению зонда.

4.5 Количественную оценку характеристик физико-механических свойств грунтов проводят на основе статистически обоснованных зависимостей между показателями сопротивления грунта внедрению зонда и результатами определения характеристик другими стандартными методами.

4.6 Метод зондирования, глубина зондирования и расположение точек зондирования определяют программой инженерно-геологических изысканий.

Часть точек зондирования должна быть расположена в непосредственной близости от горных выработок (2—5 м) с целью получения данных, необходимых для интерпретации результатов зондирования.

4.7 В процессе проведения испытаний зондированием следует вести журналы испытаний по формам, приведенным в приложении Б, с приложением автоматических записей при их наличии, а результаты испытаний — оформлять в виде графиков изменения параметров сопротивления грунта внедрению зонда в зависимости от глубины зондирования.

Масштабы графиков допускается изменять по сравнению с установленными настоящим стандартом при обязательном сохранении соотношения между масштабами вертикальных и горизонтальных координат.

Графики испытаний должны сопровождаться инженерно-геологическим разрезом по ближайшей к точке зондирования горной выработке.

5 СТАТИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ

5.1 Сущность метода

5.1.1 Испытание грунта методом статического зондирования проводят с помощью специальной установки, обеспечивающей вдавливание зонда в грунт.

5.1.2 При статическом зондировании по данным измерения сопротивления грунта под наконечником зонда и на боковой поверхности зонда определяют:

- удельное сопротивление грунта под наконечником (конусом) зонда q_c ;
- общее сопротивление грунта на боковой поверхности Q_s (для зонда типа I);
- удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности (муфте трения) зонда f_s (для зонда типа II).

Примечания

1 По специальному заданию возможно измерение порового давления, возникающего в поровой воде при зондировании, с применением датчиков порового давления. Датчики устанавливают на конусе зонда (пьезо-конусы) или сразу после конуса (пьезо-зонды).

2 При использовании специально оборудованных зондов в процессе зондирования могут измеряться плотность, объемная влажность и естественный гамма-фон грунта с помощью радиоактивного каротажа, температура грунта и электрическое сопротивление грунта.

5.2 Оборудование и приборы

5.2.1 В состав установки для испытания грунта статическим зондированием должны входить: зонд (набор штанг и конический наконечник); устройство для вдавливания и извлечения зонда; опорно-анкерное устройство; устройства для измерения нагрузки и показателей сопротивления грунта.

5.2.2 В зависимости от усилий, необходимых для вдавливания зонда в различных грунтовых условиях, и диапазонов значений измеряемых показателей сопротивления грунта установки подразделяют в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

| Тип установки | Предельное усилие вдавливания и извлечения зонда, кН | Диапазоны показателей сопротивления грунта | | |
|---------------|--|--|-------------|------------|
| | | q_c , МПа | f_c , кПа | Q_s , кН |
| Легкая | До 50 включ. | 0,5-10 | 2-100 | 0,5-10 |
| Средняя | Св. 50 до 100 включ. | 1-30 | 5-200 | 1-30 |
| Тяжелая | Св. 100 | 1-50 | 10-500 | 2-60 |

5.2.3 В зависимости от конструкции наконечника зонды могут быть следующих типов:

- I — зонд с наконечником из конуса и кожуха;
- II — зонд с наконечником из конуса и муфты трения.

Схемы конструкций зондов и их основные параметры приведены в приложении В.

Примечание — Для зонда типа II допускается применение уширителя, расположенного не ближе 1000 мм от конуса.

5.2.4 Периодически (но не реже чем через 15 точек зондирования) необходимо проверять прямолинейность штанг зонда и степень износа наконечника.

Прямолинейность штанг проверяют путем сборки звеньев в отрезки длиной 3 м на ровной поверхности. Отклонение отрезков штанг от прямой линии не должно превышать 3 мм в любой плоскости по всей длине проверяемого отрезка.

Уменьшение высоты конуса наконечника не должно превышать 5 мм, а уменьшение его диаметра — 0,3 мм.

5.2.5 Опорно-анкерное устройство должно воспринимать реактивные усилия, возникающие при вдавливании и извлечении зонда.

5.2.6 Основная погрешность измерительных устройств (приборов) должна быть не более:

- 5 % — при измерении прикладываемой нагрузки;
- 10 % — при измерении показателей сопротивления грунта (но не более 5 % максимально измеренного значения);

1,0 см — при измерении глубины погружения зонда.

5.2.7 Устройства для измерения показателей сопротивления грунта внедрению зонда могут быть механическими или автоматическими. Возможно применение комбинации этих устройств.

При этом предусматривают регистрацию информации в ходе испытания на диаграммной ленте, в блоке памяти системы регистрации и др.

5.2.8 Измерительные устройства (приборы) необходимо тарировать в соответствии с паспортными данными (но не реже чем через 3 мес.).

5.3 Подготовка к испытанию

5.3.1 Подготовка к работе установки для испытания грунта статическим зондированием выполняют в соответствии с требованиями инструкции по ее эксплуатации.

5.3.2 При необходимости проверяют прямолинейность штанг и степень износа наконечника в соответствии с 5.2.4.

5.3.3 Отклонение мачты установки от вертикали не должно превышать 2° .

5.4 Проведение испытания

5.4.1 Статическое зондирование следует выполнять путем непрерывного вдавливания зонда в грунт, соблюдая порядок операций, предусмотренный инструкцией по эксплуатации установки.

5.4.2 Перерывы в погружении зонда допускаются только для наращивания штанг зонда.

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

5.4.4 Показатели сопротивления грунта следует регистрировать непрерывно или с интервалами по глубине погружения зонда не более 0,2 м.

5.4.5 Скорость погружения зонда в грунт должна быть $(1,2 \pm 0,3)$ м/мин.

5.4.6 Испытание заканчивают после достижения заданной глубины погружения зонда или предельных усилий, приведенных в таблице 1. По окончании испытания зонд извлекают из грунта, а скважину тампонируют.

5.4.7 Регистрацию показателей сопротивления грунта внедрению зонда производят в журнале испытания (приложение Б), на диаграммной ленте или в блоке памяти системы регистрации.

5.5 Обработка результатов

По данным измерений, полученных в процессе испытания, вычисляют значения Q_s (для зонда типа I), q_c , f_s (для зонда типа II) и строят графики изменения этих величин по глубине зондирования (приложение Г).

6 ДИНАМИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ

6.1 Сущность метода

6.1.1 Испытание грунта методом динамического зондирования проводят с помощью специальной установки, обеспечивающей внедрение зонда ударным или ударно-вибрационным способом.

6.1.2 При динамическом зондировании измеряют:

глубину погружения зонда h от определенного числа ударов молота (залога) при ударном зондировании;

скорость погружения зонда v при ударно-вибрационном зондировании.

По данным измерений вычисляют условное динамическое сопротивление грунта погружению зонда p_d .

6.2 Оборудование и приборы

6.2.1 В состав установки для испытания грунта динамическим зондированием должны входить: зонд (набор штанг и конический наконечник);

ударное устройство для погружения зонда (молот или вибромолот);

опорно-анкерное устройство (рама с направляющими стойками);

устройства для измерения глубины погружения зонда или скорости погружения зонда.

6.2.2 В зависимости от значений необходимой удельной энергии зондирования в различных грунтовых условиях и диапазона измеряемого условного динамического сопротивления грунта установки подразделяют в соответствии с таблицей 2.

| Тип установки | Удельная энергия зондирования A , Н/см | Условное динамическое сопротивление грунта p_d , МПа |
|---------------|--|--|
| Легкая | 280 | До 0,7 включ. |
| Средняя | 1120 | Св. 0,7 до 17,5 включ. |
| Тяжелая | 2800 | Св. 17,5 |

Примечания

1 Предварительное определение условного динамического сопротивления грунта для выбора типа установки производят по фондовым материалам, данным испытаний в первых точках зондирования или по данным бурения.

2 При испытании грунтов в стесненных условиях возможно применение малогабаритных установок при наличии данных сопоставительных испытаний на стандартных установках.

6-2.3 Ударное устройство должно отвечать требованиям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

| Характеристика оборудования | Ударное зондирование установкой | | | Ударно-вибрационное зондирование |
|------------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------------------------------|
| | легкой | средней | тяжелой | |
| Масса молота (вибромолота), кг | 30 | 60 | 120 | 350 |
| Высота падения молота, см | 40 | 80 | 100 | — |
| Максимальный ход ударной части, см | — | — | — | 13,5 |
| Момент массы дебалансов, кг×см | — | — | — | 200 |
| Частота ударов, уд/мин | 20-50 | 15-30 | 15-30 | 300-1200 |

6.2.4 Схемы конструкций зондов и их основные параметры приведены в приложении В.

6.3 Подготовка к испытанию

6.3.1 Подготовку к работе установки для испытания грунта динамическим зондированием выполняют в соответствии с требованиями инструкции по ее эксплуатации.

6.3.2 При необходимости проверяют прямолинейность штанг и степень износа наконечника в соответствии с 5.2.4.

6.3.3 Отклонение мачты установки от вертикали не должно превышать 2°.

6.4 Проведение испытания

6.4.1 Динамическое зондирование следует выполнять непрерывной забивкой зонда в грунт свободно падающим молотом или вибромолотом, соблюдая порядок операций, предусмотренный инструкцией по эксплуатации установки.

6.4.2 Перерывы в забивке зонда допускаются только для наращивания штанг зонда.

6.4.3 При ударном зондировании следует фиксировать глубину погружения зонда h от определенного числа ударов молота (залога), а при ударно-вибрационном зондировании следует производить автоматическую запись скорости погружения зонда v .

6.4.4 Число ударов в залоге при ударном зондировании следует принимать в зависимости от состава и состояния грунтов в пределах 1—20 ударов, исходя из глубины погружения зонда за залог 10—15 см, определяемой с точностью $\pm 0,5$ см.

Примечание — По специальному заданию допускается фиксировать число ударов при погружении зонда на определенный интервал глубины (например, на 10 см).

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

При наращивании звеньев колонну штанг поворачивают вокруг оси по часовой стрелке с помощью штангового ключа. Сопротивление повороту штанг, возникающее в результате трения штанг о грунт, при крутящем моменте до 15 кН×см следует учитывать при обработке результатов испытания по 6.5.2. В случае значительного сопротивления повороту колонны штанг (при крутящем моменте более 15 кН×см), вызванного искривлением скважины, зонд извлекают из грунта и повторяют испытание в новой точке зондирования на расстоянии 2—3 м от прежней.

6.4.6 Испытание заканчивают после достижения заданной глубины погружения зонда или в случае резкого уменьшения скорости погружения зонда (менее 2—3 см за 10 ударов или менее 1 см/с). По окончании испытания зонд извлекают из грунта, а скважину тампонируют.

6.4.7 Регистрацию результатов испытания производят в журнале испытания (приложение Б) или на диаграммной ленте.

6.5 Обработка результатов

6.5.1 По данным измерений, полученных в процессе испытания, вычисляют условное динамическое сопротивление грунта p_d .

6.5.2 При испытании ударным способом значение p_d , МПа, определяют по формуле

$$p_d = \frac{AK_1 K_2 n}{h}, \quad (1)$$

где A — удельная энергия зондирования, Н/см, определяемая по таблице 2 в зависимости от типа установки;

K_1 — коэффициент учета потерь энергии при ударе молота о наковальню и на упругие деформации штанг, определяемый по таблице 4 в зависимости от типа установки и глубины погружения зонда;

K_2 — коэффициент учета потерь энергии на трение штанг о грунт, определяемый в зависимости от усилия при повороте штанг.

При крутящем моменте менее 5 кН×см $K_2 = 1$; от 5 до 15 кН×см K_2 определяют опытным путем по результатам двух параллельных испытаний ударным зондированием, одно из которых производят обычным способом, а другое в разбуриваемой интервалами скважине. При отсутствии таких данных допускается для ориентировочных расчетов принимать значения K_2 по приложению Д;

n — число ударов молота в залоге;

h — глубина погружения зонда за залог, см.

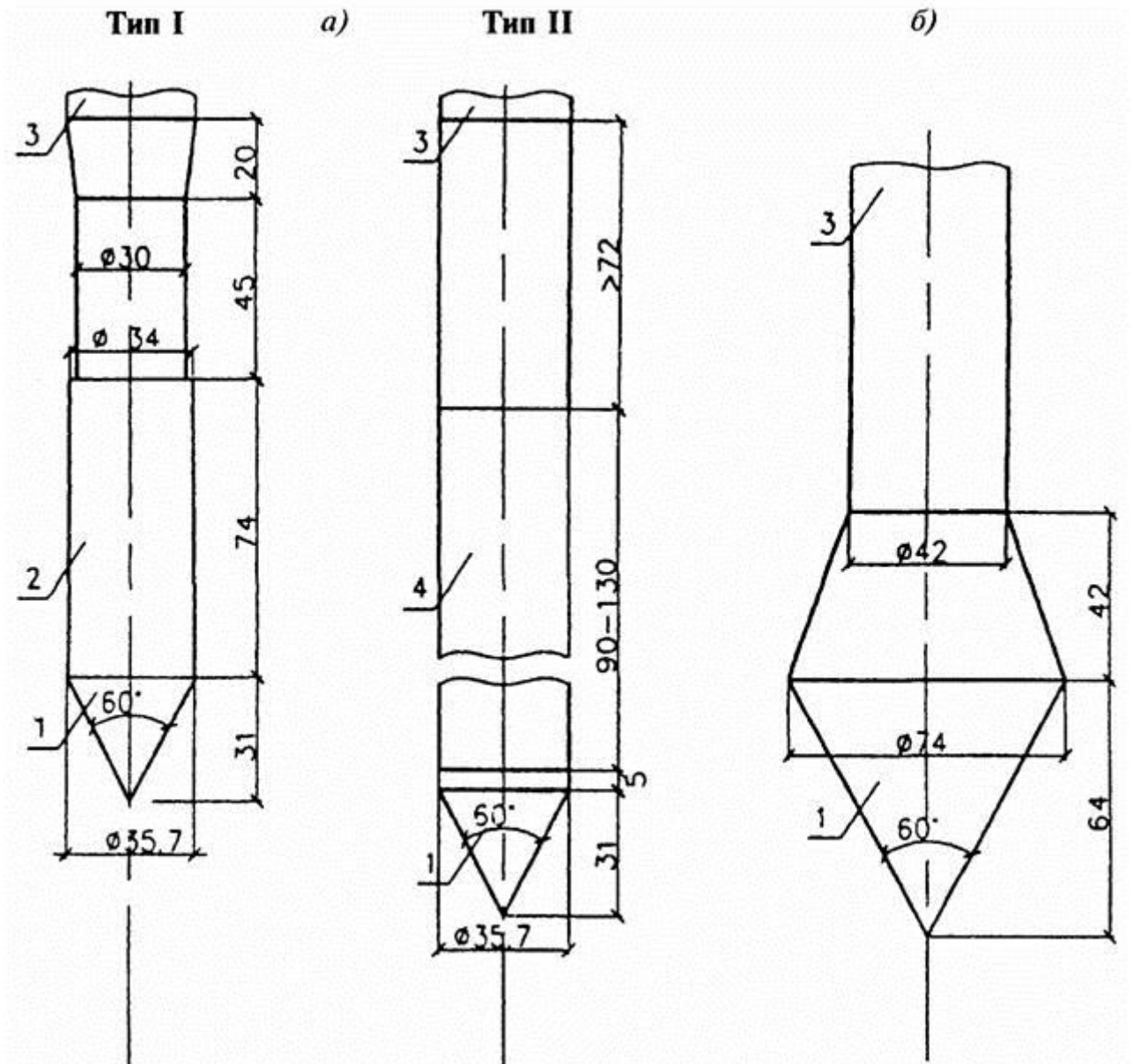
Таблица 4

| Глубина погружения зонда, м | Коэффициент K_1 при установке | | |
|--------------------------------|---------------------------------|---------|---------|
| | легкой | средней | тяжелой |
| Св. 0,5 до 1,5 включ. | 0,49 | 0,62 | 0,72 |
| » 1,5 » 4,0 » | 0,43 | 0,56 | 0,64 |
| » 4,0 » 8,0 » | 0,37 | 0,48 | 0,57 |
| » 8,0 » 12,0 » | 0,32 | 0,42 | 0,51 |
| » 12,0 » 16,0 » | 0,28 | 0,37 | 0,46 |
| » 16,0 » 20,0 » | 0,25 | 0,34 | 0,42 |

6.5.3 При испытании ударно-вибрационным способом значение p_d определяют в соответствии с приложением Е.

6.5.4 По вычисленным значениям p_d строят ступенчатый график изменения условного динамического сопротивления грунта по глубине погружения зонда (приложение Ж). На графике выделяют интервалы, на которых осредняют значения p_d .

Схемы конструкций зондов



а — для статического зондирования; б — для динамического зондирования (ударного);
1 — конус; 2 — кожух; 3 — штанга; 4 — муфта трения

Рисунок В.1

Таблица В.1

Основные параметры зондов для статического зондирования

| Части зондов | Основные параметры зондов | |
|---|---------------------------|------------|
| | Тип I | Тип II |
| Конус: угол при вершине конуса, град диаметр основания конуса, мм | 60 35,7 | 60 35,7 |
| Муфта трения: | | |

| | | |
|-------------------------------------|------|------------|
| наружный диаметр муфты, мм | — | 35,7 |
| длина муфты, мм | — | 90,0-310,0 |
| Кожух: | | |
| наружный диаметр кожуха по низу, мм | 35,7 | — |
| длина кожуха, мм | 74,0 | — |
| Штанги зондов: | | |
| наружный диаметр, мм | 36,0 | 36,0 |
| длина звеньев, м, не менее | 1,0 | 1,0 |

Таблица В.2

Основные параметры зондов для динамического зондирования

| Части зондов | Основные параметры зондов | |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------|
| | ударного | ударновибрационного |
| Конус: | | |
| угол при вершине конуса, град | 60 | 60 |
| диаметр основания конуса, мм | 74,0 | 100,0 |
| Штанги зондов: | | |
| наружный диаметр, мм | 42,0 | 62,5 |
| длина звеньев, м, не менее | 1,0 | 1,5 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(рекомендуемое)

**Образец графического оформления результатов
испытания грунта методом статического зондирования**

а) Тип зонда I

Графики изменения q_c и Q_c по глубине погружения зонда H

Масштаб графиков:

по вертикали: для H 1 см — 1 м

по горизонтали:

для q_c 1 см — 2 МПа ($q_c \geq 1$ МПа); 1 см — 0,2 МПа ($q_c < 1$ МПа)

для Q_c 1 см — 5 кН

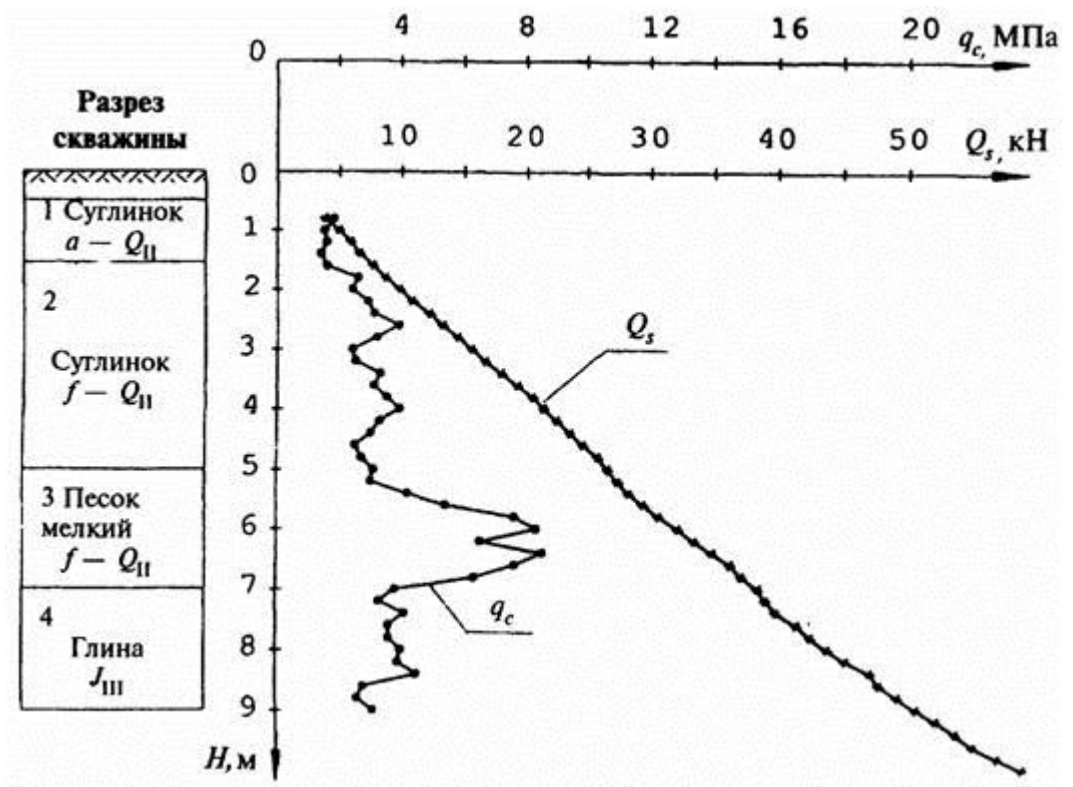


Рисунок Г.1

б) Тип зонда II

Графики изменения q_c и f_s по глубине погружения зонда H

Масштаб графиков:
 по вертикали: для H 1 см — 1 м
 по горизонтали:
 для q_c 1 см - 2 МПа ($q_c \geq 1$ МПа); 1 см - 0,2 МПа ($q_c < 1$ МПа)
 для f_s 1 см — 20 кПа

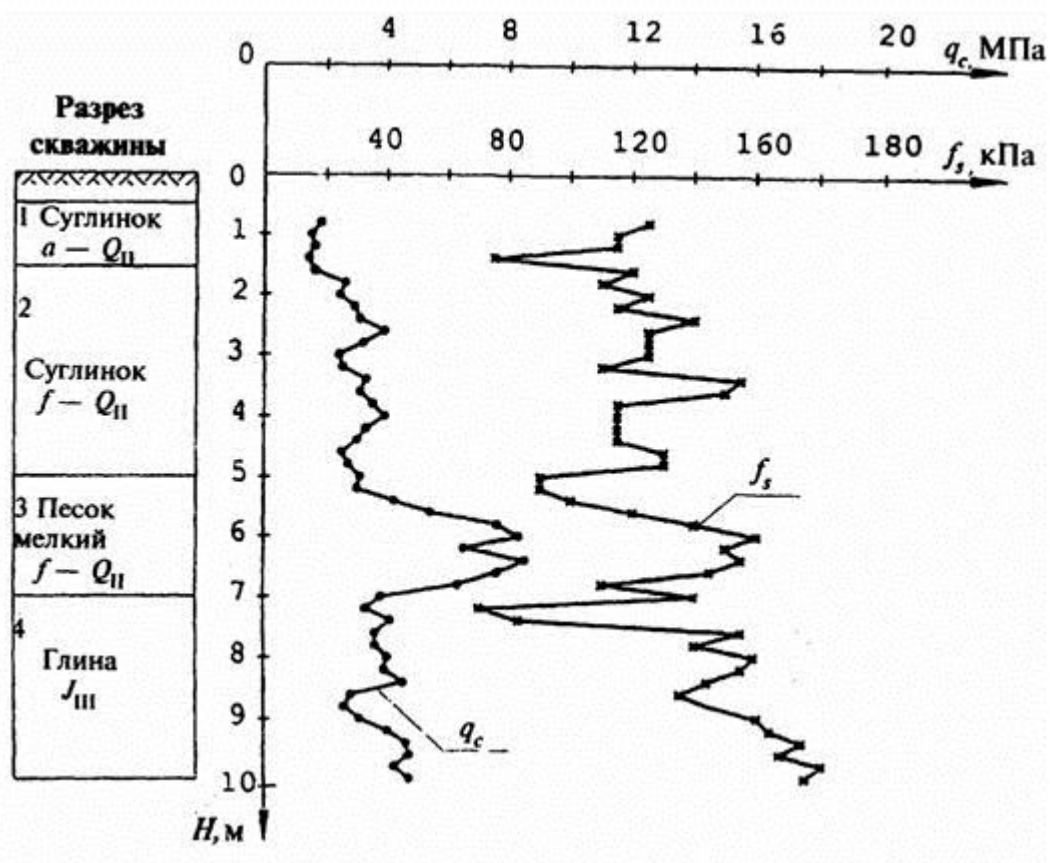


Рисунок Г. 2

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(рекомендуемое)

Коэффициент K_2 учета потерь энергии на трение штанг о грунт

| Глубина погружения зонда, м | Коэффициент K_2 для грунтов | |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------|
| | песчаных | глинистых |
| Св. 0,5 до 1,5 включ. | 1,00 | 1,00 |
| » 1,5 » 4,0 » | 0,92 | 0,83 |
| » 4,0 » 8,0 » | 0,84 | 0,75 |
| » 8,0 » 12,0 » | 0,76 | 0,67 |
| » 12,0 » 16,0 » | 0,68 | 0,59 |
| » 16,0 » 20,0 » | 0,60 | 0,50 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(рекомендуемое)

Определение условного динамического сопротивления грунта
погружению зонда при ударно-вибрационном зондировании

Значение p_d вычисляют по формуле

$$p_d = K_3 K_4 v, \quad (E.1)$$

где K_3 — коэффициент, учитывающий потери энергии при ударно-вибрационном зондировании;
 K_4 — коэффициент, учитывающий параметры применяемого оборудования;
 v — скорость погружения зонда при ударно-вибрационном зондировании, м/с.

| Глубина погружения зонда, м | Коэффициент K_3 |
|-----------------------------|-------------------|
| Св. 0,5 до 1,5 включ. | 0,74 |
| » 1,5 » 4,0 » | 0,72 |
| » 4,0 » 8,0 » | 0,70 |
| » 8,0 » 12,0 » | 0,68 |
| » 12,0 » 16,0 » | 0,65 |
| » 16,0 » 20,0 » | 0,62 |

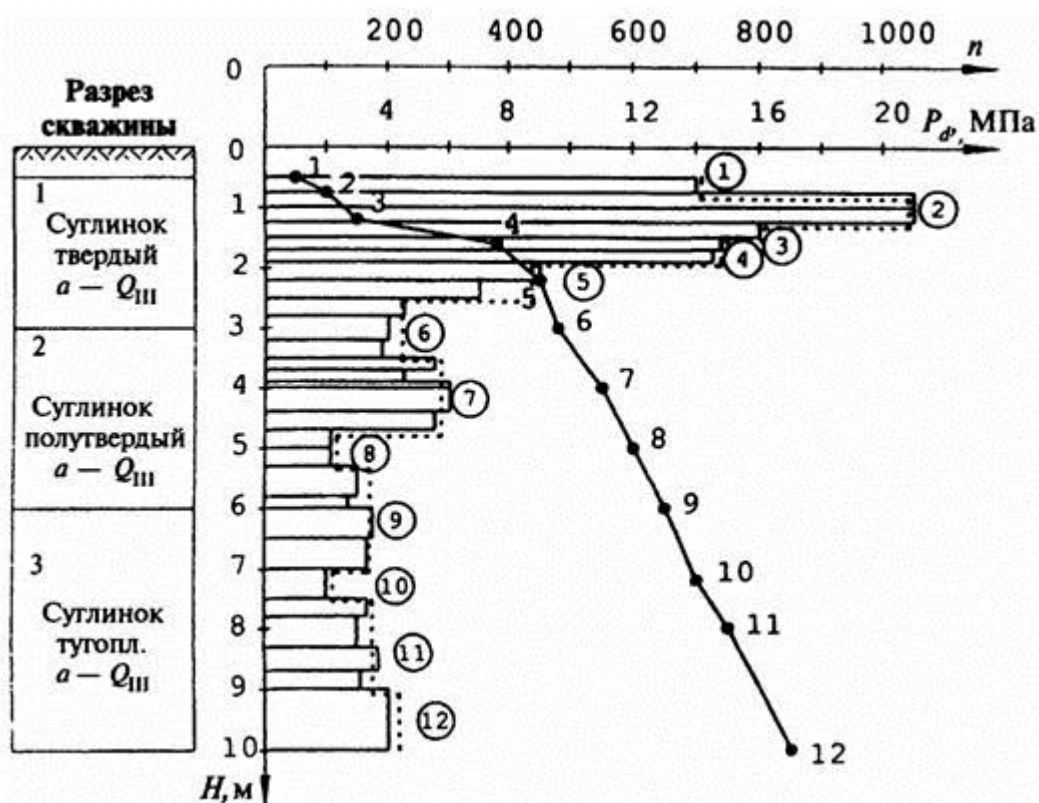
Для параметров оборудования, принятых в таблице 3 настоящего стандарта, $K_4 = 224 \times 10^3$ Н/см.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(рекомендуемое)

Образец графического оформления результатов испытания грунта методом динамического зондирования

Графики изменения n и p_d по глубине погружения зонда H

Масштаб графиков:
 по вертикали: для H 1 см — 1 м
 по горизонтали:
 для n 1 см — 100 ударов
 для p_d 1 см — 2,0 МПа



·1 — номер точки, указывающий число ударов в залоге нарастающим итогом;

①

— номер интервала осредненного значения p_d

Рисунок Ж.1

Ключевые слова: грунты, полевые испытания, статическое зондирование, динамическое зондирование

СОДЕРЖАНИЕ

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Определения
- 4 Общие положения
- 5 Статическое зондирование
- 6 Динамическое зондирование
- Приложение А Термины и определения
- Приложение Б Форма первой и последующих страниц журналов полевых испытаний грунтов статическим и динамическим зондированием
- Приложение В Схемы конструкций зондов
- Приложение Г Образец графического оформления результатов испытания грунта методом статического зондирования
- Приложение Д Коэффициент K_z учета потерь энергии на трение штанг о грунт
- Приложение Е Определение условного динамического сопротивления грунта погружению зонда при ударно-вибрационном зондировании
- Приложение Ж Образец графического оформления результатов испытания грунта методом динамического зондирования