ПНИИИС Госстроя СССР

Рекомендации

по инженерным изысканиям для проектирования и устройства свайных фундаментов

Москва 1983

gost.e-ecolog.ru

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
(ПНИИИС) ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УСТРОЙСТВА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Москва Стройиздат 1983

УДК 624.131.1+624.154(083).75

Рекомендованы решением Научно-технического совета ПНИИИС Госстроя СССР.

Рекомендации по инженерным изысканиям для проектирования и устройства свайных фундаментов/ПНИИИС. — М.: Стройиздат. 1983. — 23 с.

Разработаны к главе СНиП II-9-78 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» и СНиП II-17-77 «Свайные фундаменты».

Для инженерно-технических работников, занимающихся изысканиями, проектированием и устройством свайных фундаментов.

Разработаны ПНИИИС Госстроя СССР (канд. техн. наук И. З. Гольдфельд, канд. геол.-минерал. наук Э. Р Черняк), НИИОСП им. Н. М. Герсеванова (кандидаты техн. наук Л. Г. Мариупольский, Б. В. Бахолдин, Н. Б. Экимян), ГПИ Фундаментпроект Минмонтажспецстроя СССР (канд. техн. наук Ю. Г. Трофименков, инженеры З. К. Пярнпуу, А. А. Шерман), ПО «Стройизыскания» (канд. техн. наук Л. Н. Воробьев, инженеры Д. К. Прокофьев, В. В. Почуева) при участии Киевского отделения ВНИИГС (канд. техн. наук В. И. Берман).

Разд. 3 подготовлен д-ром техн. наук А. А. Григорян канд. техн. наук В. П. Петрухиным, д-ром техн. наук Е. А. Сорочаном, прил. 3 — д-ром техн. наук В. А. Ильичевым, кандидатами техн. наук В. М. Шаевичем, Ю. В. Монголовым (НИИОСП им. Н. М. Герсеванова) и С. И. Гриб (Красноярский ПромстройНИИпроект).

Р $\frac{3202000000\text{-}423}{047(01)\text{-}83}$ Инструкт.-нормат., II вып.—84—83

© Стройиздат, 1983

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие Рекомендации содержат дополнительные требования по составу, видам и объемам инженерных изысканий для строительства зданий и сооружений на свайных фундаментах.

Примечание. Рекомендации не распространяются на изыскания под гидротехнические, энергетические, линейные, сельскохозяйственные здания и сооружения, а также на изыскания в районах с вечномерзлыми грунтами.

1.2. Общие требования к инженерным изысканиям для строительства изложены в главе СНиП II-9-78 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» и в отраслевых инструкциях по инженерным изысканиям, а применительно к свайным фундаментам — в главе СНиП II-17-77 «Свайные фундаменты. Нормы проектирования».

1.3. Состав и объемы инженерных изысканий, установленные настоящими Рекомендациями и нормативными документами п. 1.2, должны обеспечить получение исходных данных для проектирования оптимального варианта свайного фундамента при требуемой надежности и наименьшей сумме приведенных затрат на изыскания, строительство и последующую эксплуатацию объекта.

1.4. Техническое задание на производство изысканий составляется организацией, разрабатывающей проект фундаментов, и согласуется ею с генеральным проектировщиком. Техническое задание передается заказчику для согласования и выдачи его изыскательской организации с приложением оформленных разрешений на производство изысканий.

1.5. В техническом задании в дополнение к требованиям главы СНиП II-9-78, СНиП II-15-74 «Основания зданий и сооружений» и отраслевых инструкций по инженерным изысканиям указывают предполагаемые типы свай, их размеры и конструктивные решения свайного фундамента.

1.6. На основе полученного технического задания изыскательская организация составляет программу изысканий с учетом специфики конструкции и работы свай (свайного фундамента) под нагрузкой:

широкого диапазона глубин заложения свай, свай-оболочек и свай-столбов (от 2 до 30 м, а в отдельных случаях до 60 м);

зависимости мощности сжимаемой толщи от расположения свай в плане и размеров свайного поля;

восприятия горизонтальных нагрузок в основном грунтом, расположенным в пределах верхнего участка ствола сваи;

влияния на несущую способность и осадки свайного фундамента не только слоя грунта под нижними концами свай, но и слоев грунта в пределах ствола сваи;

возможности проявления отрицательного трения на боковой поверхности свай;

зависимости несущей способности свайного фундамента и его осадок от технологии устройства свай;

установления возможности погружения свай до намеченных отметок;

необходимости в ряде случаев испытания натурных свай.

1.7. Порядок испытаний натурных свай определен Госстроем СССР, стоимость испытаний свай включается в общую смету на изыскательские работы.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ

2.1. Состав и объемы инженерно-геологических работ для проектирования и устройства фундаментов из свай-стоек определяются необходимостью установления глубины залегания и рельефа кровли грунтов, которые могут быть отнесены к практически несжимаемым, а также состояния таких грунтов в кровле слоя.

2.2. Изыскания для проектирования и строительства на фундаментах из свай-стоек должны включать следующие виды работ:

а) бурение скважин с отбором образцов для определения положения кровли практически несжимаемого слоя с заглублением в последний не менее чем на 1,5 м, а по трем скважинам — не менее чем на 3 м;

б) динамическое зондирование для уточнения положения кровли практически несжимаемого слоя и выбора способа устройства свай;

в) проходку шурфов с отбором образцов нарушенной и ненарушенной структуры для характеристики грунтов кровли практически несжимаемого слоя при невозможности оценки его состояния по скважинам;

г) испытания натурных свай, необходимость которых определяется организацией, ведущей изыскания, и согласуется с организацией, выдавшей техническое задание на изыскания;

д) геофизические методы.

2.3. Объемы указанных в п. 2.2 работ должны быть достаточными для построения на топографических планах изучаемых участков изогипс кровли практически несжимаемого слоя грунтов через 1 м в пределах контуров проектируемых зданий и сооружений.

2.4. В зависимости от однородности грунтов по условиям залегания и свойствам для фундаментов из висячих свай выделяют три категории сложности грунтовых условий:

первая — однослойная или многослойная по составу толща грунтов с практически горизонтальными или слабонаклонными слоями (уклон не более 0,05), в пределах каждого слоя грунты однородны по свойствам;

вторая — однослойная или многослойная по составу толща грунтов с недостаточно выдержанными границами между слоями (уклон не более 0,1), в пределах слоев грунты не однородны по свойствам;

третья — многослойная по составу и неоднородная по свойствам толща грунтов с невыдержанными границами между слоями (уклон более 0,1), отдельные слои могут выклиниваться.

2.5. Состав и объемы инженерно-геологических работ для проектирования и устройства фундаментов из висячих свай определяются категорией сложности грунтовых условий площадки применительно к свайным фундаментам (п. 2.4) и характеристикой проектируемых зданий или сооружений в соответствии с табл. 1.

2.6. При инженерно-геологических изысканиях для проектирования свайных фундаментов испытание грунтов статическим зондированием производится согласно ГОСТ 20069—74 и СН 448-72 «Указания по зондированию грунтов для строительства» для решения таких задач:

определения однородности грунтов в плане и по глубине по несущей способности свай и по модулю деформации;

определения в плане и по глубине кровли несущего слоя;

определения возможности погружения сваи на требуемую глубину;

определения ожидаемой несущей способности свай при различных вариантах заглубления;

выбора мест расположения опытных участков для исследования грунтов другими методами, в том числе испытанием натурных свай.

2.7. Испытание грунтов динамическим зондированием проводится согласно ГОСТ 19912—74 и СН 448-72 для уточнения положения кровли в плане и по глубине скальных и крупнообломочных пород (для свай-стоек).

2.8. Испытание грунтов статическими нагрузками штампом или прессиометром проводится согласно ГОСТ 12374—77 и 20276—74 для определения модуля деформации грунтов для расчета свайных фундаментов по второму предельному состоянию. Применение в этих целях штампа площадью 600 см² не рекомендуется.

2.9. Испытания грунтов эталонной сваей проводятся согласно прил. 1 для определения ожидаемой несущей способности забивных свай на вдавливание.

2.10. Цели и методика полевых испытаний грунтов сваями принимаются согласно ГОСТ 5686—78. Испытания натурных свай в комплексе проектно-изыскательских работ должны выполняться как динамической, так и статической нагрузкой.

2.11. Динамические и статические испытания забивных свай должны проводиться после окончания процессов упрочнения грунта основания («отдыха»), а набивных свай — после приобретения материалом тела свай проектной прочности.

Сроки «отдыха» свай сверх минимальных, установленных ГОСТ 5686—78, увеличивают в случае, если несущая способность свай по данным динамических испытаний на основе формулы (1) оказывается на 15—20% выше несущей способности свай с шестидневным сроком «отдыха».

$$P = P_0 + D(P_6 - P_0), \qquad (1)$$

где P_0, P_6 — несущая способность сваи по данным динамических испытаний соответственно сразу и через 6 сут после забивки;

D — коэффициент увеличения несущей способности за 60 сут, определяемый по табл. 2.

Оптимальный срок «отдыха» составляет:

в песчаных грунтах — 3 сут, в глинистых грунтах с консистенцией $I_L \leqslant 0{,}5$—6 сут;

в глинистых грунтах с консистенцией $0{,}5 < I_L < 0{,}8$: в супесях — 10 сут, суглинках — 20 сут, в глинах — 30 сут;

в глинистых грунтах с консистенцией $I_L > 0{,}8$—40 сут.

2.12. Статистическая обработка показателей физико-механических свойств грунтов (объемного веса, угла внутреннего трения, сцепления и др.) производится по ГОСТ 20522—75. При определении несущей способности свай по данным испытаний грунтов статическим зондированием, моделями свай или натурными сваями для получения расчетных значений нагрузок на сваи необходимо учитывать коэффициент надежности $\kappa_н$, предусмотренный соответствующими СНиП на проектирование.

Таблица 1

Характеристика проектируемого здания или сооружения	Состав изысканий в зависимости от характеристики проектируемого здания или сооружения	Объем изысканий в зависимости от категории сложности инженерно-геологических условий применительно к свайным фундаментам		
		I (первая)	II (вторая)	III (третья)
Гражданские здания до 9 этажей включительно с нагрузками от несущих стен на фундамент не более 50 тс/м и промышленные сооружения с нагрузками на колонну каркаса не более 300 тс при массовой застройке	1. Бурение скважин	По сетке 70×70 м, но не менее 1 скважины на каждое здание (сооружение)	По сетке 50×50 м, но не менее 2 скважин на каждое здание	По сетке 30×30 м, но не менее 2 скважин на каждое здание
	2. Лабораторные исследования грунтов	Не менее 6 определений каждого показателя в пределах одного инженерно-геологического элемента		
	3. Статическое зондирование	По сетке 35×35 м, но не менее 2 точек на каждое здание	По сетке 25×25 м, но не менее 3 точек на каждое здание	По сетке 15×15 м, но не менее 5 точек на каждое здание
	4. Испытания эталонной сваи	Не менее 3 испытаний на каждой конкретной глубине в пределах одного инженерно-геологического элемента		
Гражданские здания до 16 этажей включительно с нагрузками от несущих стен на фундамент не более 300 тс/м и промышленные сооружения с нагрузками на колонну каркаса не более 2000 тс	1. Бурение скважин	По сетке 50×50 м, но не менее 2 скважин на каждое здание	По сетке 40×40 м, но не менее 3 скважин на каждое здание	По сетке 30×30 м, но не менее 4 скважин на каждое здание
	2. Лабораторные исследования грунтов	Не менее 6 определений каждого показателя в пределах одного инженерно-геологического элемента		
	3. Статическое зондирование	По сетке 25×25 м, но не менее 5 точек на каждое здание	По сетке 20×20 м, но не менее 7 точек на каждое здание	По сетке 15×15 м, но не менее 10 точек на каждое здание
	4. Прессиометрия	Не менее 6 испытаний в пределах одного инженерно-геологического элемента		
	5. Испытания эталонной сваи 6. Испытания натурной сваи	Не менее 3 испытаний эталонной сваи и одного испытания натурной сваи на каждой конкретной глубине в пределах одного инженерно-геологического элемента		

Продолжение табл. 1

Характеристика проектируемого здания или сооружения	Состав изысканий в зависимости от характеристики проектируемого здания или сооружения	Объем изысканий в зависимости от категории сложности инженерно-геологических условий применительно к свайным фундаментам		
		I (первая)	II (вторая)	III (третья)
Высотные жесткие здания и сооружения (16—28-этажные здания, силосные корпуса, доменные печи, промышленные трубы), а также промсооружения с нагрузкой на колонну каркаса более 2000 тс	1. Бурение скважин	По сетке 40×40 м, но не менее 3 скважин на каждое здание	По сетке 30×30 м, но не менее 4 скважин на каждое здание	По сетке 20×20 м, но не менее 5 скважин на каждое здание
	2. Лабораторные исследования грунтов	Не менее 6 определений каждого показателя в пределах одного инженерно-геологического элемента		
	3. Статическое зондирование	По сетке 20×20 м, но не менее 6 точек на каждое здание	По сетке 15×15 м, но не менее 8 точек на каждое здание	По сетке 10×10 м, но не менее 10 точек на каждое здание
	4. Прессиометрия	Не менее 6 испытаний в пределах одного инженерно-геологического элемента		
	5. Испытания штампом	Не менее 2 испытаний на каждой конкретной глубине в пределах одного инженерно-геологического элемента, при отклонении от среднего не более 30%		
	6. Испытания натурной сваи	Не менее 2 испытаний на каждой конкретной глубине в пределах одного инженерно-геологического элемента при отклонении от среднего не более 30%		

Примечания:

1. При рядовом расположении свай и при свайных кустах размером в плане не более 10×10 м глубина исследования грунтов назначается согласно требованиям СНиП II-17-77. При свайных полях (размером более 10×10 м) глубина исследования должна превышать предполагаемое заглубление свай не менее чем на ширину свайного поля. При наличии слоев просадочных, набухающих, засоленных, сильносжимаемых грунтов (илы, торф, глинистые грунты текучей консистенции) глубина исследования определяется с учетом необходимости их проходки сваями на всю толщину слоя для установления глубины залегания подстилающих грунтов и определения их характеристик.

2. Изыскания по видам работ должны проводиться в последовательности, указанной в таблице. Лабораторные исследования грунтов проводятся параллельно со статическим зондированием и прессиометрией. Места испытаний натурных и эталонных свай должны располагаться на расстоянии 1—2 м от скважины; рядом со скважинами на том же удалении от них должно проводиться статическое зондирование грунтов.

3. Намеченная программой глубина погружения эталонных и натурных свай для испытаний должна корректироваться по результатам бурения и статического зондирования.

4. При одиночной застройке зданиями до 9 этажей и сооружениями с нагрузкой на колонну до 300 тс количество скважин и точек статического зондирования увеличивается в 2 раза.

5. При отсутствии данных о коэффициенте перехода от эталонной сваи к натурной, а также при длине свай более 12 м испытания эталонных свай заменяются испытаниями натурных. При проектировании набивных свай натурные испытания производятся во всех случаях.

6. При горизонтальных нагрузках более 0,05 от вертикальной должны намечаться испытания натурных свай статической горизонтальной нагрузкой.

7. Если на площадке залегают рыхлые песчаные грунты или глинистые грунты с показателем консистенции $I_L > 0{,}6$ и не намечается прорезка этих грунтов на полную мощность — состав, объем и методика изыскательских работ определяются индивидуально.

8. Изменение видов и объемов работ против рекомендуемых табл. 1 должно быть обосновано и согласовано с организацией, выдавшей техническое задание.

Таблица 2

$\frac{P_6 - P_0}{P_3 - P_0}$	1	1,2	1,4	1,6	⩾1,8
D	1	1,2	1,6	2,2	3,6

Примечание. P_3 — несущая способность сваи соответственно через 3 сут после забивки.

3. ИСПЫТАНИЯ СВАЙ В ОСОБЫХ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ

Испытания свай в просадочных грунтах

3.1. Статические испытания свай в просадочных грунтах для определения их несущей способности проводят с учетом режима возможного замачивания оснований зданий или сооружений в период эксплуатации.

В случаях невозможности замачивания в период строительства и эксплуатации оснований зданий или сооружений на свайных фундаментах статические испытания свай производят в грунтах природной влажности в соответствии с ГОСТ 5686—78.

В случаях возможного замачивания оснований зданий или сооружений в период эксплуатации статические испытания свай в просадочных грунтах проводятся с полным замачиванием грунтов до степени влажности $G \geqslant 0{,}8$.

Испытания свай проводят на площадке вблизи проектируемого объекта в тех же грунтовых условиях. Испытания свай с замачиванием грунтов непосредственно на территории проектируемого объекта запрещаются.

Погружение забивной либо устройство набивной пробной сваи производят в грунте природной влажности. Методы погружения или устройства пробных свай должны быть такими же, как для производственных свай.

3.2. Различают испытания свай с «локальным замачиванием», когда грунты замачивают только в основании опытной сваи, и с «площадным замачиванием», когда грунты замачивают на всю глубину просадочной толщи с проявлением просадки грунтов от действия собственного веса вышележащей толщи. Границы основания при локальном замачивании принимаются равными $5d$ под нижним концом сваи (d — диаметр или сторона поперечного сечения сваи) и $2d$ в стороны от боковой поверхности сваи.

3.3. Испытания свай с локальным замачиванием производят в грунтовых условиях I и II типа по просадочности. В грунтовых условиях II типа по просадочности в некоторых случаях производят статические испытания свай с площадным замачиванием. Несущая способность и перемещения свай определяются при этом с учетом возможной просадки грунтов от собственного веса и действия при этом сил отрицательного трения.

3.4. Ввиду значительной технической сложности выполнения испытаний свай с площадным замачиванием их следует проводить при строительстве сооружений I класса, уникальных и в других ответственных случаях по специальной программе.

3.5. Локальное замачивание оснований свай начинается после погружения или устройства свай и продолжается вплоть до окончания их статических испытаний.

Замачивание основания производится через траншеи, устраиваемые по периметру пробных свай на расстоянии 1 м от боковой поверхности. Ширина траншеи понизу должна быть не менее 0,5 м, глубина траншеи — от 1 до 1,5 м. При длине сваи более 10 м для ускорения замачивания грунта со дна траншеи устраивают не менее четырех дренажных скважин. Диаметр скважин — 10—20 см глубина — не более $0{,}8l$ (l — глубина погружения сваи). Скважины полностью, а траншея на 10—20 см при испытании вертикальной нагрузкой и на всю глубину при действии горизонтальной нагрузки засыпаются гравием. В течение всего испытания в траншее поддерживают постоянный уровень воды высотой порядка 1 м. Ориентировочный расход воды на увлажнение основания сваи длиной около 7 м до начала испытания должен быть не менее 100 м³ с добавлением по 20 м³ воды на каждый последующий метр длины сваи. Время замачивания до начала испытания — от 8 до 20 сут в зависимости от глубины погружения сваи и фильтрационных свойств грунтов.

3.6. Контроль за увлажнением грунта по глубине ведется путем отбора проб грунта и определения их степени влажности.

После полного замачивания основания сваи приступают к ее нагружению по методу ГОСТ 5686—78.

3.7. Площадное замачивание толщи грунтов производится из котлована после погружения или устройства свай. Размер стороны квадратного в плане котлована принимают равным глубине залегания просадочной толщи, но не менее 20 м, а глубину котлована — не менее 1 м. Котлован располагают в месте наибольшей возможной просадки грунтов от собственного веса.

3.8. Нагружение свай при испытаниях с площадным замачиванием производится после замачивания грунтов, но до начала просадки от собственного веса. В этих экспериментах нагружение свай предпочтительно вести с использованием загрузочных платформ.

Сваи нагружают постоянной в течение всего испытания нагрузкой, составляющей примерно 60% предельной нагрузки, определенной в испытаниях с локальным замачиванием. Длину пробных свай назначают из условия полной прорезки всей просадочной толщи и требуемого заглубления в непросадочный грунт. Целесообразно, чтобы конструкция сваи позволяла измерять продольные усилия в поперечных сечениях по длине сваи для получения данных о распределении касательных напряжений по стволу сваи и нормальных напряжений под ее нижним концом в течение испытания.

3.9. Котлован оборудуется сетью поверхностных и глубинных марок, по данным нивелировки которых определяются послойные деформации грунтов в пределах просадочной толщи. Глубинные марки устанавливаются в центре котлована через каждые 2—3 м по глубине в пределах просадочной толщи. Поверхностные марки устанавливаются по двум взаимно перпендикулярным створам че-

рез каждые 3 м в плане на расстоянии от центра котлована 1,5 H, где H — глубина всей просадочной толщи.

3.10. Замачивание грунтов в котловане производится с поддержанием в нем слоя воды не менее 0,5 м до полного проявления просадки грунтов и ее условной стабилизации. За условную стабилизацию просадки принимают прирост ее не более 1 см за 10 дней. В процессе замачивания периодически замеряют количество залитой в грунт воды; через каждые 5—7 дней до начала и 2—3 дня во время просадки производят нивелировку поверхностных и глубинных марок. При толще просадочных грунтов 20 м такое испытание занимает около 3 мес. Для ускорения замачивания со дна котлована по сетке 3×3 м в плане устраивают дренажные скважины глубиной около 0,8Н. Скважина полностью, а котлован слоем 10—20 см засыпаются щебнем или гравием.

Испытания свай в набухающих грунтах

3.11. Статические испытания свай в набухающих грунтах проводят для определения их несущей способности и величины подъема в случаях возможного замачивания и набухания грунтов оснований зданий или сооружений в период их эксплуатации.

3.12. Статические испытания начинают с загружения свай, погруженных или устроенных в грунте природной влажности, предполагаемой расчетной нагрузкой. После загружения проводят замачивание грунтов основания и наблюдение за перемещениями свай.

3.13. Замачивание должно выполняться из котлована площадью не менее 150 м² и глубиной около 0,5 м ниже кровли набухающих грунтов через дренирующие скважины диаметром 10—20 см и глубиной на 1,5 м ниже нижнего конца испытуемой сваи. Количество дренирующих скважин должно быть не менее 4. Их следует располагать на расстоянии 1—2 м от боковой поверхности свай.

3.14. После завершения процесса набухания грунта испытания свай проводят по методике, принятой для обычных ненабухающих грунтов согласно ГОСТ 5686—78. Процесс набухания считается завершенным, когда величина подъема поверхности грунта составляет не менее 0,9 от величины полного подъема поверхности грунта при набухании Δh. Величина Δh определяется по результатам опытного замачивания набухающих грунтов из котлована без свай или же согласно рекомендациям прил. 3 СНиП II-15-74.

Испытание сваи в засоленных грунтах

3.15. Статические испытания свай в засоленных грунтах выполняют с целью определения их несущей способности и установления возможного уменьшения в результате выщелачивания солей несущей способности свай при действии вертикальной и горизонтальной нагрузок. Испытания необходимы в том случае, когда в процессе эксплуатации сооружения ожидается длительное обводнение основания грунтовыми водами или технологическими растворами и когда теоретический расчет скорости выщелачивания солей указывает на соизмеримость сроков эксплуатации сооружения и процесса рассоления грунтов в зоне работы свайного фундамента (особенно в месте контакта грунта с боковой поверхностью сваи).

3.16. В случае возможного кратковременного замачивания осно-

ваний зданий или сооружений в период их эксплуатации статические испытания свай в засоленных грунтах выполняют с кратковременным замачиванием грунтовой толщи до достижения степени влажности грунта $G>0,7—0,8$.

Статические испытания свай производят на площадке, расположенной вблизи проектируемого объекта в аналогичных грунтовых условиях. Место для испытаний назначается в зоне залегания грунтов с максимальной засоленностью. Погружение забивной или устройство набивной пробной сваи выполняют на расстоянии не более 1—2 м от инженерно-геологической выработки.

3.17. Испытания свай с учетом возможного рассоления грунта осуществляют при строительстве зданий и сооружений 1-го и 2-го класса, а также уникальных сооружений на площадках, сложенных песками, при суммарном содержании легкорастворимых солей или гипса от веса воздушно-сухого грунта $a_0>3\%$, крупнообломочными грунтами при $a_0>5\%$ и глинистыми грунтами при $a_0>20\%$. При этом погружение свай в песок производят при естественной влажности грунта, а в крупнообломочные и глинистые грунты при кратковременном замачивании грунтового основания с поверхности, а также через лидирующие скважины.

3.18. После погружения или устройства сваи начинают длительное замачивание грунта без передачи нагрузки на сваю. Замачивание крупнообломочных грунтов и песков осуществляется через траншеи по периметру пробных свай на расстоянии не более 0,5 м от их боковой поверхности. Ширина траншеи—не более 0,5 м, глубина—0,3—0,4 м. Траншею заполняют слоем утрамбованного песка толщиной 0,2—0,3 м, по которому сверху укладывают слой гравия толщиной 0,1 м.

3.19. При залегании в пределах верхней части основания глинистых загипсованных грунтов ($a_0>35—40\%$) с коэффициентом фильтрации $\kappa_ф<10^{-5}—10^{-6}$ см/с замачивание осуществляют через траншею шириной не менее 1 м и глубиной не менее 0,3—0,4 м непосредственно по периметру сваи.

Для ускорения промачивания со дна траншеи устраивают не менее 4-х дренажных скважин диаметром 10—20 см. Скважины засыпаются гравием или смесью гравия с песком. Длина скважин должна превышать длину испытываемой сваи на 0,5 м. В песчаных и крупнообломочных грунтах дренажные скважины устраивать не рекомендуется.

3.20. Испытания набивных свай в засоленных глинистых грунтах выполняют с промачиванием грунтов под нижним концом сваи через трубу диаметром не менее 50 мм, устанавливаемую в центре скважины перед бетонированием сваи. Трубу заглубляют в грунт на 5—10 см ниже дна скважины и выпускают на 10—15 см выше оголовка. Указанный метод замачивания основания неприменим при устройстве набивных свай методом вертикально-перемещающейся трубы (ВПТ).

3.21. В процессе замачивания отбирают пробы грунта на влажность и фиксируют проявления механической суффозии визуально, а также по резкому увеличению количества фильтрующей в грунт воды.

3.22. Длительность процесса рассоления грунта определяется его фильтрационными характеристиками и начальной степенью засоления. Процесс рассоления считается завершенным, если сред-

няя засоленности грунта составляет менее 0,6—0,7 от начального количества.

3.23. В процессе длительного замачивания, особенно при испытании на горизонтальную нагрузку, необходимо обеспечить интенсивное рассоление грунта непосредственно в месте контакта грунта с боковой поверхностью сваи и следить, чтобы вода из траншеи не удалялась за пределы замачиваемого контура по отдельным путям фильтрации. При появлении таких путей их необходимо тампонировать.

3.24. В случае залегания в пределах верхних 3—4 м глинистых сильно загипсованных грунтов ($a_0 > 35$—40%) сваи испытывают без длительного замачивания основания, удаляя сильно загипсованные грунты в пределах боковой поверхности сваи и кратковременно увлажняя нижележащие грунты до $G > 0{,}7$—$0{,}8$.

3.25. После окончания процесса рассоления грунтов испытание свай проводят согласно рекомендациям ГОСТ 5686—78.

4. СОСТАВ И ОБЪЕМ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

4.1. По результатам проведения полевых работ составляется «Отчет об инженерно-геологических испытаниях для проектирования и строительства свайных фундаментов», который состоит из двух частей:

I часть — текстовая;

II часть — графические и табличные приложения.

4.2. Отчет об инженерно-геологических изысканиях площадки должен помимо требований упомянутых глав СНиП на проектирование и отраслевых инструкций по инженерно-геологическим изысканиям для строительства обеспечить выявление в изучаемой толще грунта слоя, при заглублении в который сваи будут обладать наибольшей несущей способностью («несущего» слоя), а также получение данных для определения несущей способности свай и прогнозирования осадок сооружений.

4.3. Текстовая часть включает такие разделы: 1—«Введение»; 2—«Характеристика конструкций проектируемых зданий и сооружений»; 3—«Инженерно-геологическая характеристика площадки строительства и результаты испытаний эталонных и натурных свай»; 4—«Выводы».

В дополнение к содержанию разделов, определенных в отраслевых инструкциях, указывают следующее.

4.4. В разделе «Характеристика конструкций проектируемых зданий и сооружений» излагаются данные о характеристике проектируемых зданий и сооружений, их конструкции и технологии, предполагаемых нагрузках на фундаменты и допустимых перемещениях. Указываются отметки заложения фундаментов. Раздел рекомендуется оформлять в виде таблицы.

4.5. В разделе «Инженерно-геологическая характеристика площадки строительства» наряду с анализом инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки и физико-механических свойств слагающих ее грунтов дополнительно проводится районирование площадки по категориям сложности инженерно-геологических условий, вытекающим из требований проектирования и расчета свайных фундаментов. Для каждого «района» определяется «несущий» слой, дается прогноз несущей способности свай, заглуб-

ленных в «несущий» слой, а также возможности погружения производственных свай до намеченной глубины.

4.6. Нагрузки на сваю, прогнозируемые по данным лабораторных определений свойств грунтов и статического зондирования, приводятся в сопоставление с результатами испытаний эталонных и натурных свай (если последние выполнялись) с учетом возможных изменений инженерно-геологических условий при строительстве и эксплуатации проектируемых зданий и сооружений. Результаты испытаний должны характеризовать несущую способность свай при заглублении их как с природных, так и с проектных отметок на намеченную глубину.

4.7. В разделе «Выводы» приводят значения несущей способности свай, рассчитанные по результатам статического зондирования, испытаний эталонных и натурных свай. Указывают абсолютные отметки, до которых следует заглублять нижние концы свай определенного сечения для восприятия проектных нагрузок; при отсутствии последних дается значение несущей способности свай различной длины.

4.8. Графические и табличные приложения в своем составе должны содержать материалы, требуемые отраслевыми инструкциями, а также:

а) карту участка с контурами проектируемых зданий и сооружений; со скважинами (шурфами) и точками динамического (статического) зондирования; с местами испытаний грунта штампом, прессиометром и сваями;

б) графики испытаний грунта эталонной и натурной сваями динамическими и статическими нагрузками, если они выполнялись в период изысканий;

в) продольные и поперечные инженерно-геологические разрезы, на которые кроме графиков зондирования грунта наносятся контуры испытуемых свай, контуры проектируемых зданий и сооружений, отметки пола 1-го этажа и технического подполья (если они имеются).

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ГРУНТОВ ЭТАЛОННОЙ СВАЕЙ

1. Испытания грунтов эталонной сваей проводятся с целью определения несущей способности натурных забивных висячих свай постоянного сечения при действии на них вдавливающих нагрузок.

2. Под эталонной сваей понимается инвентарная металлическая труба с закрытым нижним концом и меньшим, чем у натурных свай, поперечным сечением брутто, погружаемая до предполагаемой отметки расположения нижних концов свай.

3. Испытания эталонных свай намечают, как правило, в местах, где по данным бурения скважин, статического зондирования грунтовые условия наименее благоприятны или наиболее характерны. Количество испытаний эталонных свай назначают в программе изысканий согласно указаниям табл. 1 настоящей Инструкции.

4. Несущая способность свай, определяемая по результатам испытаний эталонных свай, должна уточняться путем проведения параллельных испытаний статическими нагрузками натурных свай в следующих случаях:

а) при расчетных нагрузках на сваю по проекту более 60 тс;

б) при невозможности проведения статического зондирования;

в) когда сопротивления сваи по результатам статического зондирования и испытания эталонной сваи, проведенных в одном пункте площадки, расходятся более чем на 30%.

5. Количество испытаний натурных свай в случаях, указанных в подпунктах «а» и «б» п. 4, устанавливается в пределах $\frac{1}{4} \div \frac{1}{3}$ от общего количества испытаний эталонных свай на исследуемой площадке, но не менее 2 шт.

6. Рекомендуемая конструкция эталонной сваи состоит из звеньев труб площадью поперечного сечения брутто не менее 100 см² с толщиной стенки не менее 8 мм, соединяемых между собой на резьбе.

Длина звена около 2 м, общая длина сваи не более 12 м.

7. Перед погружением эталонной сваи в грунт необходимо проверить ее прямолинейность. Отклонение оси сваи от прямой линии не должно превышать 1 см на 6 м длины.

8. Погружение свай забивкой осуществляют легкими копровыми установками с механическими молотами весом не менее 300 кгс и высотой падения молота не менее 100 см.

9. Оборудование для статических испытаний эталонных свай включает:

гидродомкрат грузоподъемностью не менее 50 т, устанавливаемый на сваю;

упорную конструкцию (балочную или безбалочную), воспринимающую реактивные нагрузки от гидродомкрата и передающую их на анкеры;

инвентарные анкеры (забивные металлические трубы, винтовые сваи, анкеры с раздвигающимися лопастями);

реперную систему с приборами для измерения перемещений сваи под нагрузкой.

10. Методика забивки и извлечения эталонных свай, монтажа-демонтажа оборудования и требования к приборам для испытаний должны соответствовать ГОСТ 5686—78.

11. Статические испытания эталонных свай проводят вертикальными, центральными, ступенчато-возрастающими нагрузками.

Нагрузка на эталонную сваю должна быть доведена до величины, вызывающей осадку свай не менее 20 мм.

Величина ступени нагрузки принимается равной 1/10 от заданной в программе наибольшей нагрузки на сваю и кратной 0,25 тс.

12. После приложения каждой ступени нагрузки снимают отсчеты со всех приборов в следующем порядке: первый отсчет—сразу после приложения нагрузки, затем два отсчета с интервалами через 15 мин и далее через каждые 30 мин до «условной стабилизации» осадки, характеризуемой приращением осадки не более 0,1 мм за последние 30 мин.

13. Разгрузку эталонной сваи производят после достижения наибольшей нагрузки ступенями, равными удвоенным ступеням нагрузки.

Отсчеты на каждой ступени разгрузки снимают сразу и через каждые 15 мин после снижения заданной ступени.

14. Извлекают эталонные сваи с измерением наибольшего выдергивающего усилия.

15. Результаты забивки и статических испытаний эталонных свай фиксируются в журналах по форме ГОСТ 5686—78.

16. Результаты динамических испытаний эталонной сваи оформляют в виде графиков зависимости величин средних отказов от глубины погружения (по оси ординат сверху вниз в масштабе 1:1000 откладывают глубину погружения, а по оси абсцисс слева направо в масштабе 1:1—средние отказы на данной глубине). Графики динамических испытаний используют для дополнительной оценки однородности грунтов площадки.

17. Результаты статических испытаний эталонной сваи оформляют в виде графиков зависимости осадки сваи от нагрузки и изменения осадки по ступеням нагрузки. Величина нагрузки в масштабе 1 см—2 тс откладывается слева направо по оси абсцисс, а величина осадки в масштабе 10:1 откладывается сверху вниз по оси ординат. Осадка сваи сразу после приложения ступени нагрузки и осадка за время выдержки показываются раздельно.

На графиках изменения осадки сваи во времени по ступеням нагрузки время откладывают в масштабе 6 мм—1 ч по оси абсцисс, а осадку в масштабе 10:1 на оси ординат.

18. Частное значение предельного сопротивления натурной сваи в отдельной точке определяется по графику «осадка—нагрузка» эталонной сваи по формуле

$$\Phi_i = \Phi_{эi}\frac{u}{u_э}, \qquad (1)$$

Φ_i и $\Phi_{эi}$ — частное значение предельного сопротивления соответственно натурной и эталонной свай, соответствующее осадке Δ (п. 6.5 СНиП II-17-77);

u и $u_э$ — периметры соответственно натурной и эталонной свай.

19. *Нормативное и расчетное предельные сопротивления* натурной сваи определяются на основе частных значений, полученных по результатам испытаний эталонной сваи в соответствии с п. 2.12 настоящих Рекомендаций.

Приложение 2

МЕТОДИКА СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СВАЙ ДЛЯ УЧЕТА СИЛ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ТРЕНИЯ

1. Учет сил отрицательного трения при определении несущей способности свай, прорезающих сильносжимаемые грунты (торфы, заторфованные грунты, илы), следует предусматривать в случаях:

а) намыва или подсыпки грунта, выполняемых при повышении территории строительства, когда с поверхности залегают слабые грунты;

б) загрузки поверхности грунта или пола на грунте значительной полезной нагрузкой;

в) увеличения собственного веса грунта при понижении уровня грунтовых вод на площадке;

г) естественной консолидации грунтовой толщи;

д) уплотнения грунтов динамической нагрузкой;

е) возведения рядом с сооружением на сваях сооружения на фундаментах более мелкого заложения.

2. Силы отрицательного трения считают действующими по боковой поверхности сваи в пределах участка ее длины, где скорость осадки околосвайного грунта превышает скорость осадки свайного фундамента.

3. Каждое испытание проводят на группе из двух свай после огрузки территории. Количество групп определяется программой, но не менее двух для каждого объекта. Испытуемые группы располагают в местах, где ожидается максимальное развитие сил отрицательного трения.

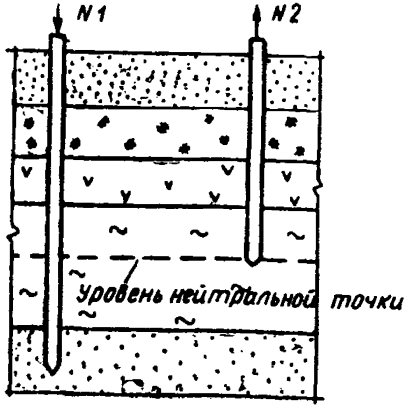

Рис. 1. Схема испытаний свай с учетом отрицательного трения

4. В каждой группе (рис. 1):

сваю № 1 погружают до проектной отметки и испытывают статической осевой вдавливающей нагрузкой согласно ГОСТ 5686—78;

сваю № 2 погружают до уровня, соответствующего нейтральной точке, положение которой указывается в программе (*оно обусловлено* равенством скоростей осадок фундамента и околосвайного грунта) и испытывают статической осевой выдергивающей нагрузкой согласно ГОСТ 5686—78.

5. По графикам испытаний свай № 1 на вдавливание $S_{вд}=f(P_{вд})$ и сваи № 2 на выдергивание $S_{выд}=f(P_{выд})$ строят графики «осадка—нагрузка» свай $S_{св.\,о}=f\,(P_{вд}-P_{выд})$ путем вычитания значения абсцисс графика $S_{выд}=f(P_{выд})$ из значения абсцисс графика $S_{вд}=f(P_{вд})$ при равных ординатах (осадках) (рис. 2). По графику $S_{св.\,о}=f\,(P_{вд}-P_{выд})$ определяют наименьшую несущую способность сваи Φ_{min} тс.

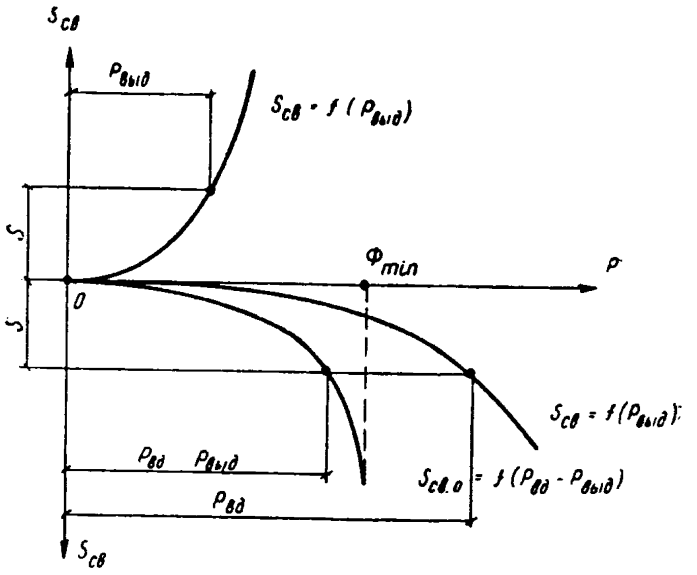

Рис. 2. Нахождение Φ_{min}
по графику $S_{св.\,0}=f\,(P_{вд}-P_{выд})$

Приложение 3

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ СВАЙ ИМИТИРОВАННЫМИ СЕЙСМИЧЕСКИМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ

1. Снижение несущей способности свай при сейсмических воздействиях характеризуют коэффициентом κ_0, который находят как произведение коэффициентов m_1 и m_2, получаемых по результатам испытаний свай на указанные воздействия.

2. Испытания на сейсмовзрывные воздействия проводятся в такой последовательности:

а) с помощью гидравлического домкрата свая загружается безынерционной осевой вдавливающей ступенчато-возрастающей нагрузкой (с условной стабилизацией осадки в соответствии с ГОСТ 5686—78) до величины P_0, при которой осадка сваи достигает значения Δ [по формуле (16) главы СНиП II-17-77]. Перед началом загружения между домкратом и упорной конструкцией устанавливают виброизолятор (пружины или катки);

б) не позднее чем через 24 ч после стабилизации осадки сваи при нагрузке P_0 осуществляется сейсмовзрывное воздействие требуемой интенсивности с помощью замедленного взрыва зарядов ВВ, расположенных в скважинах на определенном расстоянии от испытываемых свай. Продолжительность сейсмовзрывного воздействия при испытаниях должна составлять не менее 7 с. Промежуток времени между взрывами отдельных зарядов ВВ назначается в зави-

симости от затухания колебаний грунта (по записям контрольных взрывов от момента вступления волны с максимальной амплитудой до момента, когда амплитуда колебаний от одного взрыва уменьшится не менее чем вдвое). Ориентировочно этот промежуток времени t может быть принят в пределах $2T \leqslant t \leqslant 3T$, где T—период колебаний грунта возле опытных свай.

3. При сейсмовзрывных воздействиях вертикальная статическая нагрузка не должна поддерживаться постоянной, а должна иметь возможность уменьшаться по мере снижения сопротивления грунта. При испытаниях на сейсмовзрывные воздействия регистрируют горизонтальные составляющие колебаний грунта на поверхности возле опытных свай в двух перпендикулярных направлениях, осадку сваи ΔS за время испытаний и уменьшение давления в гидродомкрате. Векторные значения ускорений колебаний поверхности грунта возле пробных свай должны быть не менее 2 мм/с² для расчетной сейсмичности 7 баллов, 4 м/с² для 8 баллов и 7 м/с² для 9 баллов.

4. Глубину, диаметр и размещение скважин для зарядов ВВ назначает организация, производящая буровзрывные работы в зависимости от требуемой интенсивности взрыва. Выброс при взрыве должен быть исключен.

5. Массу c заряда ВВ кг для обеспечения требуемой интенсивности колебаний грунта возле пробных свай определяют по формуле (1) и уточняют по результатам контрольных взрывов одиночных зарядов на площадке.

где
$$c = \bar{c} a^2 T^2 r^2, \tag{1}$$

$$\bar{c} = 2{,}8 \cdot 10^{-3} \text{кг} \cdot \text{с}^2 \text{м}^{-5} \tag{2}$$

a — векторное значение ускорений колебаний поверхности грунта, м/с²;

T — период колебаний грунта для предварительных расчетов, принимают $T = 0{,}2$ с;

r — расстояние от скважины с зарядом ВВ до испытываемой сваи, м, назначается из условия $r \geqslant 15 + 1{,}5l$, где l — глубина погружения сваи в грунт, м.

6. Коэффициент m_1 по результатам испытаний свай на сейсмовзрывные воздействия определяется по формуле

$$m_1 = \frac{P_1}{P_0} \frac{\Delta_0}{\Delta_0 + \Delta_i}, \tag{3}$$

где P_0 и P_1 — значения вертикальной статической нагрузки соответственно до начала и после окончания сейсмовзрывных воздействий;

Δ_0 — осадка сваи при нагрузке P_0 перед началом испытаний на сейсмовзрывные воздействия;

Δ_i — дополнительная осадка сваи в результате испытаний на сейсмовзрывные воздействия.

7. Испытания на горизонтальные динамические воздействия проводятся в такой последовательности:

а) свая загружается вертикальной статической нагрузкой, как при испытаниях на сейсмовзрывные воздействия;

б) вибратором направленного действия, установленным на катках возле сваи и жестко связанным с ней, создаются горизонтальные динамические воздействия на сваю продолжительностью не ме-

нее 10 с при постоянной частоте вращения, не превышающей $10\,с^{-1}$. В качестве вибратора используют вибропогружатели типа ВП-1, ВП-2 или ВПП с двигателями постоянного тока для создания колебаний необходимой амплитуды за счет изменения частоты вращения. Горизонтальное раскачивание сваи необходимо осуществлять с постоянной амплитудой в уровне поверхности грунта $A_д \geqslant \geqslant 1{,}2y$, но не менее 3 мм ($y_0$ — горизонтальное перемещение сваи в уровне поверхности грунта при статическом приложении расчетной сейсмической нагрузки к свайному фундаменту).

8. В процессе испытаний на горизонтальные динамические воздействия вертикальная нагрузка не должна поддерживаться постоянной, а должна иметь возможность уменьшаться по мере снижения сопротивления грунта. При испытаниях свай на горизонтальные динамические воздействия регистрируется амплитуда колебаний свай в уровне поверхности грунта $A_д$, осадка сваи $\Delta S_г$ за время испытаний у контрольных запусков вибратора, а также уменьшение давления в гидродомкрате.

9. Горизонтальное перемещение сваи y_0 м, в уровне поверхности грунта при статическом приложении к свайному фундаменту расчетной горизонтальной сейсмической нагрузки определяется по формуле

$$y_0 = \frac{\rho H}{\alpha_д^3 \cdot E_б \cdot I}. \tag{4}$$

$E_б$ I — значения те же, что и в формуле (7) приложения к главе СНиП II-17-77.

10. Значения коэффициента ρ вычисляются:

для свай, защемленных в низкий или высокий ростверк без возможности поворота головы сваи, соответственно по формуле (5) или (6):

$$\rho = A_0 - \frac{B_0^2}{C_0}; \tag{5}$$

$$\rho = A_0 + \alpha_д B_0 \left(l_0 - \frac{\alpha_д \bar{\rho}}{C_0 + \alpha_д l_0} \right), \tag{6}$$

где

$$\bar{\rho} = \frac{B_0}{\alpha_д^2} + \frac{C_0 l_0}{\alpha_д} + \frac{l_0^2}{2}; \tag{7}$$

для свай, сопряженных с ростверком с возможностью поворота головы свай, а также для свободно стоящих свай по формуле

$$\rho = A_0 + \alpha_д\ l_0 B_0\ + \frac{\alpha_д B_0 M}{H}. \tag{8}$$

В формулах приняты следующие обозначения:

H — расчетная горизонтальная сейсмическая нагрузка, приходящаяся на одну сваю, тс;

M — внешний изгибающий момент, действующий на свободно стоящую сваю, тс·м;

$\alpha_д$ — коэффициент деформации, определяемый по формуле (7) приложения к главе СНиП II-17-77;

A_0, B_0, C_0 — безразмерные коэффициенты, значения которых принимаются по табл. 2 приложения к главе СНиП II-17-77;

l_0 — расстояние от подошвы ростверка до поверхности грунта (для свободно стоящих свай—высота приложения горизонтальной нагрузки над поверхностью грунта), см.

11. Коэффициент m_2 определяют по результатам испытаний свай на горизонтальные динамические воздействия по формуле

$$m_2 = \frac{P_2}{P_0} \frac{\Delta_0}{\Delta_0 + \Delta_2}, \qquad (9)$$

где P_0 и P_2 — значения вертикальной статической нагрузки на сваю соответственно до начала и после окончания горизонтальных динамических воздействий, тс;

Δ_0 — осадка сваи при нагрузке P_0 перед испытаниями на горизонтальные динамические воздействия, см;

Δ_2 — дополнительная осадка свай за время испытаний горизонтальных динамических воздействий и контрольных запусков вибратора, см.

12. Испытания сейсмовзрывными горизонтальными динамическими воздействиями рекомендуется проводить на различных сваях. Возможно проведение указанных испытаний на одной и той же свае. В случае если оба вида испытаний проводятся на одной и той же свае, испытания горизонтальной динамической нагрузкой должны выполняться после испытаний на сейсмовзрывные воздействия. Вертикальную статическую нагрузку, уменьшающуюся в процессе опыта от сейсмовзрывных воздействий, необходимо перед динамическим воздействием довести до первоначального значения P_0.

13. Для испытаний имитированными сейсмическими воздействиями не должны использоваться сваи, испытанные ранее статической нагрузкой для определения их несущей способности.

Сваи, испытанные имитированными сейсмическими воздействиями, не могут в дальнейшем использоваться в свайном фундаменте сооружения.

14. Количество свай, подлежащих испытаниям имитированными сейсмическими воздействиями, устанавливается проектной организацией и принимается не менее 1/3 от числа свай, испытанных вертикальной статической нагрузкой на данном объекте.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 3
2. Требования к инженерным изысканиям . . . 4
3. Испытания свай в особых грунтовых условиях . . 10
4. Состав и объем отчетных материалов . . . 14
Приложение 1. Методика испытаний грунтов эталонной сваей 16
Приложение 2. Методика статических испытаний свай для учета сил отрицательного трения 18
Приложение 3. Методика испытания свай имитированными сейсмическими воздействиями 19

Госстрой СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УСТРОЙСТВА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Л. Г. Бальян
Редактор М. А. Жарикова
Мл. редактор И. А. Баринова
Технический редактор И. Б. Скакальская
Корректор Г. Г. Морозовская
Н/К

Сдано в набор 23.11. 82. Подписано в печать 31.03. 83. Т-07414.
Формат 84×108 1/32. Бумага тип. № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 1,26. Усл. кр.-отт. 1,47. Уч.-изд. л. 1,47.
Тираж 20 000 экз. Изд. № XII-9102. Заказ 391. Цена 5 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

Калужское производственное объединение «Полиграфист»,
248640, г. Калуга, пл. Ленина, 5

gost.e-ecolog.ru