ОДМ 218.2.016-2011

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И УСТРОЙСТВУ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПО ГРУНТУ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

Москва 2013

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт транспортного строительства» (ОАО ЦНИИС).

2 ВНЕСЕН Управлением строительства и проектирования автомобильных дорог Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 20.03.2012 № 79-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Общие положения 2
5 Виды буронабивных свай повышенной несущей способности, область применения 3
6 Проектирование буронабивных свай 4
6.1 Исходные данные 4
6.2 Конструирование буронабивных свай и материалы 5
6.3 Расчет буронабивных свай 7
7 Правила производства работ 9
7.1 Общие положения 9
7.2 Параметры оборудования 10
7.3 Усиление основания скважин вибровтрамбовыванием щебня при сооружении буронабивных свай 11
7.4 Объемное виброштампование укладываемой бетонной смеси при сооружении буронабивных свай 12
8 Контроль качества и приемка выполненных работ 13
9 Техника безопасности при производстве работ 15
10 Приложение А Методика определения максимального времени «оживления» бетонной смеси 17
11 Приложение Б Расчетные сопротивления грунта 18
12 Приложение В Технологическая схема усиления основания буровых скважин вибровтрамбовыванием щебня 20
13 Приложение Г Технологическая схема сооружения щебеночных свай с объемным виброштампованием щебня 21
14 Приложение Д Технологическая схема сооружения буронабивных свай с объемным виброштампованием укладываемой бетонной смеси 22
15 Приложение Е Форма журнала работ по виброштампованию 23
Библиография 24

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Методические рекомендации по проектированию и устройству буронабивных свай повышенной несущей способности по грунту

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее – методический документ) распространяется на проектирование, производство и приемку работ по устройству буронабивных свай повышенной несущей способности, сооружаемых с применением технологии объемного виброштампования («ВИБРОСТОЛБ»).

1.2 Положения настоящего методического документа предназначены для применения организациями, выполняющими работы по проектированию, строительству, ремонту и реконструкции автомобильных дорог и искусственных сооружений на них.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ 5686-94 Грунты. Методы полевых испытаний сваями

ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 19912-2001 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием

ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты (актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85)

СП 45.13330.2012 Земляные сооружения, основания и фундаменты (актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87)

СП 46.1333.30.2012 Мосты и трубы (актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91)

СП 48.13330.2011 Организация строительства (актуализированная

редакция СНиП 12-01-2004)

СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции (СП 70.13330.2012 – в стадии актуализации)

СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования (СП 49.13330.2012 – в стадии актуализации)

СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **несущая способность сваи**: Предельное сопротивление основания одиночной сваи по условию ограничения развития в нем чрезмерных деформаций сдвига.

3.2 **основание сваи**: Часть массива грунта, воспринимающая нагрузку, передаваемую сваей, и взаимодействующая со сваей.

3.3 **расчетная нагрузка, передаваемая на сваю**: Нагрузка, равная продольному усилию, возникающему в свае от проектных воздействий на фундамент при наиболее невыгодных их сочетаниях.

3.4 **свая**: Погруженная в грунт или изготовленная в грунте вертикальная или наклонная конструкция, предназначенная для передачи нагрузки на основание.

3.5 **свая висячая**: Свая, передающая нагрузку на основание через боковую поверхность и пяту.

3.6 **свая одиночная**: Свая, передающая нагрузку на грунт в условиях отсутствия влияния на нее других свай.

3.7 **щебеночное «ядро» в основании буронабивной сваи:** Сформированный объемным виброштампованием щебеночный массив, являющийся элементом искусственного основания и воспринимающий нагрузку, передаваемую через нижний конец сваи, совместно с окружающим грунтом.

4 Общие положения

4.1 Настоящий методический документ разработан в развитие требований СП 24.13330.2011, СП 46.13330.2012, СП 45.13330.2012.

4.2 Повышение несущей способности буронабивных свай достигается за счет уплотнения и снижения деформативности околосвайного

грунта в процессе их сооружения. При этом сохраняется основная последовательность традиционных технологических операций при сооружении буронабивных свай.

4.3 При изготовлении буронабивных свай применяется специальное гидравлическое оборудование, обеспечивающее требуемые технологические режимы уплотняющего воздействия на укладываемую бетонную смесь, щебень и околосвайный грунт. В основу технологии положен способ глубинного объемного вибрационного воздействия на уплотняемые материалы.

4.4 Производство и контроль качества работ осуществляется в соответствии с Технологическим регламентом, разработанным для конкретного объекта с учетом положений настоящего методического документа. Технологический регламент согласовывается с проектной организацией – разработчиком конструкций и утверждается заказчиком. Без Технологического регламента могут выполняться только опытные работы.

5 Виды буронабивных свай повышенной несущей способности, область применения

5.1 Технология объемного виброштампования может быть применена при устройстве буронабивных свай диаметром от 0,6 до 2 м и длиной до 50 м в составе свайных ростверков, отдельно стоящих, буросекущихся и бурокасательных свай, баретт, щебеночных (песчаных) свай.

5.2 Повышение несущей способности буронабивных свай по грунту может быть достигнуто двумя способами:

- виброштампованием бетонной смеси при бетонировании скважин;

- усилением грунтового основания ниже забоя скважины вибровтрамбовыванием щебня.

Максимальная несущая способность буронабивной сваи данного типа достигается совместным применением обоих способов.

5.3 Технологию объемного виброштампования рекомендуется применять в следующих случаях:

- строительство фундаментов зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях;

- недостаточная несущая способность буронабивных свай по грунту;

- строительство объектов в стесненных условиях;

- повышение устойчивости оползневых склонов;

- для повышения сплошности, прочности бетона свай и герметичности «холодных» швов между буросекущимися и бурокасательными сваями при устройстве «стены в грунте»;

- для обеспечения проектной несущей способности при необходимости сокращения длины, диаметра буронабивных свай или их количества.

5.4 Наибольший эффект от технологии объемного виброштампования достигается в грунтах, обладающих коэффициентом пористости $\varepsilon \geq 0,6$, в том числе в водонасыщенных песчаных грунтах мелких и средней крупности, а также в пылевато-глинистых грунтах при показателе текучести $I_L \geq 0,4$.

6 Проектирование буронабивных свай

6.1 Исходные данные

6.1.1 Выбор конструкции фундаментов, сооружаемых с применением технологии объемного виброштампования, следует производить исходя из конкретных условий строительной площадки, характеризуемых результатами инженерно-геологических, инженерно-гидрологических изысканий, расчетных нагрузок, действующих на фундамент, а также на основе технико-экономического сравнения вариантов возможных проектных решений с учетом экологических и ресурсосберегающих требований.

6.1.2 В материалах изысканий приводятся результаты полевых и лабораторных исследований грунтов, геологические разрезы с данными о напластованиях грунтов, расчетные значения их физико-механических характеристик, устанавливаемых проектной организацией в необходимых случаях, результаты статического или динамического зондирования.

6.1.3 При выполнении инженерно-геологических изысканий и проектирования фундаментных конструкций с применением технологии объемного виброштампования следует руководствоваться СП 24.13330.2011, МГСН 2.07-01 [1] и Рекомендациями [2].

6.1.4 В состав исходных данных для проектирования входят чертежи основных элементов сооружения с указанием несущих конструкций, размеров, глубины заложения, расчетных нагрузок и мест их приложения, сведения об их возможном изменении в процессе эксплуатации.

6.1.5 При необходимости проведения опытных работ на стадии

проектирования работы выполняются в следующей последовательности (рекомендуемый состав):

- бурение скважины до проектной отметки;
- статические испытания грунта основания штампом;
- упрочнение грунта забоя скважины вибровтрамбовыванием щебня (подразд. 7.3);
- статические испытания усиленного основания штампом (подразд. 8.15);
- установка арматурного каркаса и бетонирование скважины (подразд. 7.4);
- статические испытания готовой сваи вдавливающей и выдергивающей нагрузками после набора прочности бетона свай не менее 80%.

Состав и технология опытных работ уточняются проектной организацией в Техническом задании.

6.2 Конструирование буронабивных свай и материалы

6.2.1 Глубина заложения подошвы железобетонных виброштампованных буронабивных свай назначается исходя из гидрогеологических условий, конструктивных решений подземной части сооружений и наличия коммуникаций. При выборе несущего слоя грунта следует учитывать, что при вибровтрамбовывании щебня в забой скважин в грунте ниже отметки забоя образуется щебеночное «ядро», по форме близкое к конусу высотой не менее диаметра скважины с зоной уплотненного грунта вокруг «ядра». Для вибровтрамбовывания следует использовать щебень твердых пород (гранитный, гравийный и т.п.) размером зерен 20-40 мм (или 40-70мм) по ГОСТ 8267-93.

6.2.2 Сваи надлежит армировать заранее изготовленными каркасами проектной длины. Допускается наращивание каркаса до проектной длины путем стыкования, в соответствии с требованиями рабочей документации, непосредственно при опускании его в пробуренную скважину.

6.2.3 Конструкция каркаса и технология его монтажа назначаются исходя из обеспечения проектного положения (центрирования) каркаса в скважине и величину защитного слоя бетона не менее 70 мм в свету. С этой целью на арматурный каркас устанавливается необходимое количество дистанционных прокладок соответствующего качества и геометрических параметров.

6.2.4 Проектные показатели прочности, морозостойкости и водонепроницаемости бетона обеспечиваются за счет назначения

оптимального состава бетонной смеси, который надлежит подбирать методом лабораторных подборов исходя из конкретных свойств используемых материалов (цемента, заполнителей, добавок) в соответствии с указаниями приложения 4 СП 46.13330.2012 и рекомендациями настоящего методического документа. При этом состав бетонной смеси для бетонирования скважин с объемным виброштампованием следует подбирать исходя из возможности «оживления» уложенной бетонной смеси виброоборудованием в течение 3 ч в случае вынужденных пауз в подаче свежей порции смеси (приложение А).

6.2.5 Бетонная смесь, уложенная в скважину при помощи объемного виброштампования, может обеспечивать приобретение бетоном в возрасте 28 дней установленных проектом показателей качества по прочности, соответствующих классу не ниже В25, по водонепроницаемости не ниже W6 и морозостойкости не ниже F200.

6.2.6 Для приготовления бетонной смеси следует использовать портландцементы марки не ниже 400 с нормированным минералогическим составом (подразд.1.14 ГОСТ 10178-85), при C_3A не более 8%, бездобавочные портландцементы или содержащие не более 5% минеральных добавок в соответствии с приложением 3 СП 46.13330.2012.

6.2.7 В качестве добавок, улучшающих технологические свойства бетонной смеси и повышающих качество бетона, следует применять добавки, указанные в приложениях 3 и 6 СП 46.13330.2012.

6.2.8 В качестве крупного заполнителя бетонной смеси следует использовать гранитный щебень размером зерен 5-20 мм, получаемый дроблением невыветренных скальных пород в соответствии с требованиями ГОСТ 26633-91. Для приготовления щебня применяется порода, обладающая в водонасыщенном состоянии прочностью не ниже 80 МПа, с водопоглощением не более 0,5%.

6.2.9 Для бетонной смеси необходимо использовать естественный кварцевый или дробленый из высокопрочных магматических пород песок с модулем крупности не менее 2,5 в соответствии с требованиями ГОСТ 26633-91.

6.2.10 Цемент и заполнители следует дозировать по массе, а водные растворы пластифицирующих и воздухововлекающих добавок – по объему.

6.2.11 Показатели бетонной смеси на месте укладки назначаются Технологическим регламентом в зависимости от способа заполнения скважины.

6.3 Расчет буронабивных свай

6.3.1 Расчеты свайных фундаментов и их элементов выполняются в соответствии с общими положениями СП 24.13330.2011, МГСН 2.07-01 [1], МГСН 5.02-99 [3].

6.3.2 При расчете буронабивных свай из виброштампованного бетона по прочности материала расчетное сопротивление бетона следует принимать с учетом коэффициента условий работы γ_{cb}=1 и коэффициента условий работы, учитывающего влияние способа производства работ при наличии в скважине воды и извлекаемых обсадных труб, γ'_{cb} =0,9

6.3.3 Сваю в составе фундамента и одиночную по несущей способности грунта основания следует рассчитывать исходя из условия

$$N \le \frac{\gamma_0 F_d}{\gamma_n \gamma_k}, \qquad (1)$$

где N – расчетная вертикальная нагрузка, передаваемая на сваю, кН;

F_d – несущая способность (предельное сопротивление) грунта основания одиночной сваи, кН, называемая в дальнейшем несущей способностью сваи;

γ_0, γ_n, γ_k – коэффициенты, принимаемые согласно п. 7.1.11 СП 24.13330.2011.

6.3.4 Несущую способность F_d буронабивной сваи, работающей на сжимающую нагрузку, следует определять по формулам:

а) при объемном виброштамповании укладываемой бетонной смеси

$$F_d = \gamma_c(\gamma_{cR} R A + U \Sigma \gamma_{cf} f_i h_i), \qquad (2)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи, γ_c = 1;

γ_{cR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи (для песков и супесей γ_{cR} = 1,1; для глин и суглинков γ_{cR} = 1; в остальных случаях, согласно п. 7.2.6 СП 24.13330.2011);

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, принимаемое, согласно п. 7.2.7 СП 24.13330.2011;

A – площадь опирания сваи, м^2, принимаемая равной:

- для буронабивных свай без уширения – площади поперечного сечения ствола сваи в уровне подошвы;

- для буронабивных свай с уширением – площади поперечного сечения уширения в месте наибольшего его диаметра;

U – периметр поперечного сечения ствола сваи, м;

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи (для любого типа грунта $\gamma_{cf} = 0,9$);

f_i – расчетное сопротивление i-го слоя грунта на боковой поверхности сваи, кПа, принимаемое по таблице Б.1 приложения Б;

h_i – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м;

б) при вибровтрамбовывании щебня в грунт ниже забоя скважины или сваи-оболочки, погружаемой с выемкой грунта

$$F_d = \gamma_c(\gamma_{cR1} R A + U \Sigma \gamma_{cf} f_i h_i), \quad (3)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи, $\gamma_c = 1$;

γ_{cR1} – коэффициент условий работы, учитывающий особенности совместной работы щебеночного «ядра» в основании сваи и окружающего уплотненного грунта, принимаемый по таблице 1;

R – расчетное сопротивление уплотненного грунта под подошвой буронабивных свай, сооружаемых с вибровтрамбовыванием жесткого материала в забой, кПа, принимаемое по таблице Б.2 приложения Б;

A – площадь опирания сваи, м^2, принимаемая равной:

- для буронабивных свай без уширения – площади поперечного сечения ствола сваи в уровне подошвы;

- для свай-оболочек, заполняемых бетоном, – площади поперечного сечения оболочки брутто;

U – периметр поперечного сечения ствола сваи, м;

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи, принимаемый:

- при объемном виброштамповании укладываемой бетонной смеси (для любого типа грунта $\gamma_{cf} = 0,9$);

- в остальных случаях, согласно п. 7.2.6 СП 24.13330.2011 в зависимости от способа образования скважины и условий бетонирования;

f_i – расчетное сопротивление i-го слоя грунта на боковой поверхности сваи, кПа, принимаемое по таблице Б.1 приложения Б;

h_i – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м.

Таблица 1 – Значения коэффициента γ_{cR1}

Вид грунта	Значение коэффициента для пылевато-глинистых грунтов с показателем текучести I_L						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
	для песчаных грунтов						
	гравелистых	крупных	-	средней крупности	мелких	пылеватых	-
Пески средней плотности	-	-	-	0,8	1,0	1,1	-
Супеси, суглинки и глины	-	-	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2

Примечания

1 Для промежуточных значений I_L значения коэффициента γ_{cR1} определяются интерполяцией.

2 Для гравелистых, крупных песчаных и пылевато-глинистых грунтов с показателем текучести $I_L < 0,2$ определение сопротивлений производится по результатам опытных работ. Для предварительной оценки сопротивления основания под нижним концом сваи по формуле (3) допускается принимать $\gamma_{cR1} = 0,5$.

6.3.5 При определении несущей способности буросекущихся и бурокасательных свай, воспринимающих сжимающую нагрузку в составе конструкций типа «стена в грунте», следует учитывать уменьшение трения грунта на боковой поверхности сваи, вызванное объединением сечений соседних свай в ряду.

7 Правила производства работ

7.1 Общие положения

7.1.1 Работы по сооружению фундаментов следует выполнять в соответствии с Проектом производства работ (ППР) и Технологическим регламентом, разработанными с учетом требований СП 45.13330.2012, СП 46.13330.2012, МГСН 2.07-01 [1], Рекомендаций [2], ВСН 165-85 [4] и указаниями, приведенными в настоящем методическом документе.

7.1.2 Работы по объемному виброштампованию бетонной смеси и вибровтрамбовыванию щебня в основание скважин разрешается производить только специально обученному персоналу, прошедшему инструктаж у разработчиков технологии.

7.1.3 При строповке, поднятии, перемещении и опускании арматурного каркаса в скважину необходимо исключить остаточные деформации каркаса или отдельных его стержней и нарушение устойчивости грунта боковой поверхности скважины.

7.1.4 Бетонирование обводненных скважин осуществляется методом вертикально-перемещаемой трубы (ВПТ) через установленную на забой бетонолитную трубу особой конструкции с обеспечением мероприятий по предотвращению попадания грунтовых вод в бетонную смесь и возможности передачи на нее вибрационного воздействия.

7.2 Параметры оборудования

7.2.1 Буронабивные сваи изготавливаются при помощи буровых машин, оснащенных комплектом секционных обсадных труб и гидравлическими погружающе-извлекающими столами в соответствии с руководством по эксплуатации конкретного агрегата.

7.2.2 Традиционный комплект средств механизации и оснастки для сооружения буронабивных свай (буровая машина, обсадные трубы, самоходный кран, средства доставки и подачи в скважину бетонной смеси и т.п.) дополняется комплектом специального оборудования, который включает:

- виброагрегат с регулируемыми параметрами по частоте, амплитуде и возмущающей силе, состоящий из полого гидравлического вибратора с загрузочной воронкой, гидравлическим наголовником и амортизаторами; требуемый диапазон рабочих частот для применяемого оборудования лежит в пределах от 10 до 30 Гц, возмущающая сила вибратора определяется диаметром и глубиной заложения сваи (как правило, используются вибраторы с возмущающей силой от 5 до 32 тс);
- специализированную насосную станцию с пультом дистанционного управления;
- систему гибких гидравлических и электрических коммуникаций;
- набор секций вибростойких бетонолитных труб с инвентарными вибропередающими бандажными зажимами и уплотнительными элементами;
- комплект виброштампов и виброплит для вибровтрамбовывания щебня и объемного виброштампования бетонной смеси в скважинах разного диаметра.

7.2.3 Управление специальным гидравлическим оборудованием, контроль параметров его эксплуатации в процессе сооружения свайных фундаментов производят специалисты, прошедшие профессиональную подготовку и обладающие необходимыми навыками в работе.

7.3 Усиление основания скважин вибровтрамбовыванием щебня при сооружении буронабивных свай

7.3.1 В пробуренную скважину с помощью фронтального погрузчика или краном с помощью кубла через воронку отсыпают первую порцию щебня из расчета заполнения скважины на высоту 1,5-2,5$d_{скв}$ (где $d_{скв}$ – диаметр скважины) в зависимости от грунтовых условий.

7.3.2 Погружающе-извлекающим столом бурового агрегата поднимают обсадную трубу выше отметки забоя в пределах первой порции щебня. По центру скважины до упора в щебень опускают виброштамп, собранный из секций вибростойкой бетонолитной трубы с закрепленным на нижнем конце специальным виброуплотнителем (рабочим органом – РО) для щебня. На верхнем фланце бетонолитной трубы с помощью гидравлического наголовника закрепляют вибратор, подключенный к насосной станции и вывешенный на кране.

7.3.3 Включают вибратор в режим «погружение», постепенно залогами по 20-50 см погружают РО в основание скважины на глубину, зависящую от сопротивления грунта и диаметра скважины, но не менее $d_{скв}$.

7.3.4 После этого переводят вибратор в режим «трамбование» и производят уплотнение грунтового основания в течение 2 мин с последующим ступенчатым извлечением.

7.3.5 Начинают пошаговое извлечение рабочего органа из грунта. Извлечение производят в ступенчатом режиме залогами по 20-50 см. Замеряют уровень щебня в скважине и при необходимости производят досыпку очередной порции.

7.3.6 После полного извлечения рабочего органа из грунта повторяют цикл «погружение – извлечение» (при необходимости с досыпкой дополнительных порций щебня) несколько раз до получения эффекта отказа в уровне забоя скважины.

7.3.7 Показателем достаточности глубины погружения РО в грунт является проявление эффекта отказа (снижение скорости погружения РО в грунт до 5 мм/мин или его полная остановка).

7.3.8 В процессе погружения, извлечения и вибровтрамбовывания щебня следует поддерживать уровень щебня в скважине не менее чем на 0,3 м выше отметки ножа обсадной трубы.

7.3.9 По окончании вибровтрамбовывания (после достижения эффекта «отказа» в уровне забоя скважины) РО извлекают из щебня. Выключают вибратор и извлекают виброштамп из скважины.

7.3.10 После этого с помощью погружающе-извлекающего стола бурового агрегата осаживают обсадную трубу до проектной отметки

забоя скважины и производят зачистку забоя скважины до уровня ножа обсадной трубы.

7.3.11 В подготовленную и принятую по акту, согласно СП 46.13330.2012, скважину устанавливают арматурный каркас и бетонируют. Технологическая схема усиления основания буровых скважин вибровтрамбовыванием щебня приведена в приложении В.

7.3.12 Сооружение щебеночных (песчаных) свай с объемным виброштампованием укладываемого в скважину материала в зависимости от грунтовых условий может производиться в буровых скважинах с использованием обсадных и/или защитных труб.

7.3.13 *При устройстве указанных свай виброштампование каждой* порции жесткого материала, засыпанной в скважину, повторяется до заполнения скважины на всю глубину. При этом производятся технологические операции, описанные в п.п. 7.3.1-7.3.9, при уплотнении каждой порции. Технологическая схема сооружения щебеночных свай приведена в приложении Г.

7.4 Объемное виброштампование укладываемой бетонной смеси при сооружении буронабивных свай

7.4.1 Укладку бетонной смеси методом ВПТ с объемным виброштампованием следует производить, руководствуясь СП 46.13330.2012, СНиП 3.03.01-87, ВСН 165-85 [4] и дополнительными указаниями, приведенными в настоящем подразделе.

7.4.2 При бетонировании применяются вибростойкие секционные бетонолитные трубы, соединяемые вибропередающими бандажными зажимами. Герметичность стыков бетонолитной трубы обеспечивается конструкцией соединений и уплотнительными элементами. Бетонолитная система также включает полый виброштамп для бетонной смеси и закрепляемый на верхней секции бетонолитной трубы полый вибратор.

7.4.3 На первом этапе бетонную смесь подают бетононасосом или непосредственно автобетоносмесителем через загрузочную воронку вибратора или бетонолитной трубы в скважину на высоту, зависящую от длины секций обсадной трубы.

7.4.4 В процессе укладки бетонной смеси через загрузочную воронку вибратора при необходимости периодически включают вибратор в режиме «виброподача смеси».

7.4.5 После удаления освободившихся секций обсадной трубы включают вибратор в режим «штампование» и производят виброштампование уложенного в очередную захватку объема бетонной смеси. Для этого при помощи крана попеременно поднимают и опускают

бетонолитную систему, перемещая виброштамп в пределах участка скважины, свободного от обсадной трубы. При этом следует обеспечивать заглубление нижнего конца виброштампа в бетонную смесь не менее чем на 3 м. В зависимости от объема уплотняемой смеси и грунтовых условий необходимо произвести 5-10 полных подъемов-опусканий виброштампа на каждый шаг бетонирования.

7.4.6 После виброштампования с помощью лота контролируют высоту бетонной смеси в скважине. Затем снимают вибратор и удаляют освободившиеся секции бетонолитной трубы.

7.4.7 Цикл работы, состоящий из подачи и укладки в скважину очередной порции бетонной смеси, подъема и удаления освободившихся секций обсадной трубы, закрепления вибратора на бетонолитной трубе и виброштампования очередного объема поданной порции бетонной смеси, подъема и удаления освободившихся секций бетонолитной трубы повторяют до полного окончания сооружения буронабивной сваи. Технологическая схема сооружения буронабивных свай с объемным виброштампованием укладываемой бетонной смеси приведена в приложении Д.

7.4.8 На всех этапах обеспечивается заглубление низа обсадной и бетонолитной труб в уложенную смесь на величину не менее 3 м.

8 Контроль качества и приемка выполненных работ

8.1 В процессе производства работ необходимо вести пооперационный контроль на всех технологических этапах, согласно СП 46.13330.2012, СП 45.13330.2012, ВСН 165-85 [4] и дополнительным указаниям, приведенным в настоящем разделе.

8.2 Обеспечение качества выполненных работ и соблюдение параметров технологии возлагаются на сменного мастера, производителя работ и дежурного лаборанта построечной лаборатории.

8.3 Контроль качества бурения скважин возлагается на мастера, руководящего буровыми работами. Результаты бурения отражаются в журнале производства работ и в приложенной к нему сводной ведомости пробуренных скважин.

8.4 При установке в скважине арматурного каркаса и в процессе укладки бетонной смеси в тело сваи визуально контролируется соосность каркаса и скважины.

8.5 По мере выполнения технологических циклов сооружения буронабивной сваи с помощью тарированного лота производят измерения глубины образовавшейся скважины, степени ее заполнения щебнем, а

затем бетонной смесью, степени осадки щебня и бетонной смеси под воздействием виброштампования.

8.6 Входной контроль качества материалов, используемых для приготовления бетонной смеси, и выходных параметров бетонной смеси и бетона обеспечивают заводы-поставщики бетонной смеси, а также лаборант построечной лаборатории.

8.7 Обязательному контролю подлежат подвижность и температура бетонной смеси, получаемые на выходе из бетономешалки, а также подвижность и температура бетонной смеси в каждом автобетоносмесителе непосредственно перед ее подачей в скважину. Воздухосодержание бетонной смеси необходимо контролировать не реже чем через каждые 3 ч.

8.8 Контролируется величина извлечения из скважины обсадной и бетонолитной труб, на всех этапах составляющая не менее 3 м ниже верхнего уровня поданной в скважину бетонной смеси.

8.9 Качество уложенной бетонной смеси по прочности, водонепроницаемости и морозостойкости следует контролировать по результатам испытаний контрольных образцов, изготавливаемых из проб (не менее трех проб от заполнения каждой скважины).

8.10 При производстве работ в зимнее время во время набора бетоном проектной прочности необходимо обеспечить температуру бетона в свае не ниже 5°С.

8.11 В процессе сооружения сваи ведется исполнительная документация в объемах, установленных требованиями действующих нормативных документов.

8.12 В специальном журнале отражают объем втрамбованного щебня и уложенной с виброштампованием бетонной смеси, наличие эффекта отказа при вибровтрамбовывании щебня (приложение Е).

8.13 Контроль глубины погружения виброштампа, наличия эффекта отказа при вибровтрамбовывании щебня осуществляется визуально при помощи рулетки, меток, нанесенных на трубу виброштампа, и секундомера.

8.14 Для контроля при производстве работ, а также для проведения расчетов с использованием размеров щебеночного «ядра» под подошвой буронабивной сваи по результатам опытных работ форма «ядра» может быть принята в виде конуса. Параметры щебеночного «ядра» связаны между собой следующей зависимостью:

$$k_v V_s = \frac{\pi 1{,}3 h_p k r_s^2}{3}, \qquad (4)$$

где k_v – коэффициент, учитывающий степень уплотнения щебня в «ядре», k_v=0,8;

V_s – суммарный объем втрамбованного щебня, м^3;

h_p – глубина погружения рабочего органа ниже забоя скважины, м;

k – эмпирический коэффициент, учитывающий схематизацию формы щебеночного «ядра», k = 1,75;

r_s – радиус щебеночного «ядра» в уровне забоя скважины, м.

8.15 Для контроля несущей способности сооружаемых буровых свай необходимо провести их испытания в соответствии с СП 24.13330.2011, ГОСТ 5686-94 и Руководством [5]. Уточнение сопротивления усиленного основания по результатам вибровтрамбовывания щебня в грунт ниже забоя скважины может производиться статическими испытаниями штампом [5], зондированием по ГОСТ 19912-2001 или иными известными методами [6,7]. При испытаниях штампом следует использовать штамп, по диаметру незначительно отличающийся от диаметра скважины.

9 Техника безопасности при производстве работ

9.1 Настоящие указания по технике безопасности являются дополнительными к действующим инструкциям по эксплуатации оборудования, механизмов и устройств, а также к требованиям техники безопасности общестроительных работ, изложенных в СНиП 12-03-2001, СНиП 12-04-2002.

9.2 Следует использовать рабочие подмости, обладающие необходимой прочностью и устойчивостью при различных положениях бурового инструмента и оборудования для бетонирования скважины.

9.3 Запрещается производить какие-либо ремонтные работы по устранению неисправностей станка и виброоборудования при подвешенном состоянии инструмента.

9.4 Во время подъема и перемещения бурового инструмента и оборудования для виброштампо-вания бетонной смеси рабочим запрещается находиться в радиусе менее 3 м от перемещаемого над поверхностью грунта рабочего органа.

9.5 При бетонировании полости скважин или уширений, осуществляемом на одной площадке с параллельными работами, контроль за соблюдением техники безопасности возлагается на производителя работ и сменных мастеров.

9.6 Строповку, подвозку, укорочение, извлечение бетонолитной трубы, а также ее первоначальное заполнение бетонной смесью, вибрирование и виброштампование необходимо производить под руководством сменного мастера.

9.7 После сооружения очередной сваи и перед началом сооружения последующей сваи следует выполнять профилактику дополнительного виброоборудования: внешний осмотр погружаемой части оборудования, проверку надежности и исправности креплений и резьбовых соединений, ликвидацию течей и механических неисправностей, замену при необходимости быстро изнашивающихся деталей, узлов и элементов гидропривода.

Приложение А
Методика определения максимального времени «оживления» бетонной смеси

А.1 Из стандартного замеса бетонной смеси отбирается две пробы объемом 3 л.

А.2 Для бетонной смеси первой пробы строится график «осадка конуса – время», замеры выполняются с интервалом в 30 мин до потери бетонной смесью подвижности.

А.3 Для бетонной смеси второй пробы такой график строится при периодической (30 мин) вибрации бетонной смеси.

А.4 Максимальное время «оживления» бетонной смеси следует определять по формуле

$$\tau_{max} = \tau_{виб}(ОК=0) - \tau\,(ОК=0), \qquad (А.1)$$

где τ_{max} – максимальное время «оживления» бетонной смеси, мин;

$\tau_{виб}(ОК=0)$ – время снижения подвижности бетонной смеси до ОК=0 при периодической вибрации, мин;

$\tau\,(ОК=0)$ – время снижения подвижности бетонной смеси до ОК=0 без вибровоздействия, мин.

Приложение Б
Расчетные сопротивления грунта

Таблица Б.1 – Значения расчетного сопротивления грунта на боковой поверхности

Глубина от поверхности до середины расчетного слоя грунта, м	Расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности сваи f_i, кПа								
	для песчаных грунтов								
	средней крупности, крупных	мелких	пылеватых						
	для пылевато-глинистых грунтов при показателе текучести I_L								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	35	23	15	12	8	4	4	3	2
2	42	30	21	17	12	7	5	4	4
3	48	34	25	20	14	7	7	6	5
4	53	38	27	22	16	9	8	7	5
5	56	40	29	24	17	10	8	7	6
6	58	42	31	25	18	10	8	7	6
8	62	44	33	26	19	10	8	7	6
10	65	46	34	27	19	10	8	7	6
15	72	51	38	28	20	11	8	7	6
20	79	56	41	30	20	12	8	7	6
25	86	61	44	32	20	12	8	7	6
30	93	66	47	34	21	12	9	8	7
≥35	100	70	50	36	22	13	9	8	7

Примечания

1 Значения расчетных сопротивлений грунта f_i соответствуют значениям, приведенным в таблице 7.3 СП 24.13330.2011.

2 При определении расчетных сопротивлений грунтов на боковой поверхности свай f_i пластины грунтов следует расчленять на однородные слои толщиной не более 2 м.

Б.1 В таблицах Б.1 и Б.2 глубину заложения нижнего конца сваи и среднюю глубину расположения слоя грунта при планировке территории срезкой, подсыпкой, намывом до 3 м следует принимать от уровня природного рельефа, а при срезке, подсыпке, намыве от 3 м – от условной отметки, расположенной соответственно на 3 м выше уровня срезки или на 3 м ниже уровня подсыпки. Глубину заложения нижнего конца сваи и среднюю глубину расположения слоя грунта в водоеме следует принимать от уровня дна после общего размыва расчетным паводком, на болотах – от уровня дна болота.

Таблица Б.2 – Значения расчетного сопротивления уплотненного грунта

Глубина заложения нижнего конца сваи, м	Расчетное сопротивление уплотненного грунта под подошвой буронабивных свай, сооружаемых с вибровтрамбовыванием жесткого материала в забой R, кПа						
	песчаных грунтов						
	гравели-стых	крупных	-	средней крупности	мелких	пыле-ватых	-
	пылевато-глинистых грунтов при показателе текучести I_L						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	7500	6600/4000	3000	3100/2000	2000/1200	1100	600
4	8300	6800/5100	3800	3200/2500	2100/1600	1250	700
5	8800	7000/6200	4000	3400/2800	2200/2000	1300	800
7	9700	7300/6900	4300	3700/3300	2400/2200	1400	850
10	10500	7700/7300	5000	4000/3500	2600/2400	1500	900
15	11700	8200/7500	5600	4400/4000	2900	1650	1000
20	12600	8500	6200	4800/4500	3200	1800	1100
25	13400	9000	6800	5200	3500	1950	1200
30	14200	9500	7400	5600	3800	2100	1300
35	15000	10000	8000	6000	4100	2250	1400

Примечания

1 Значение расчетного сопротивления уплотненного грунта соответствуют значениям, приведенным в таблице 7.2 СП 24.13330.2011.

2 В числителе приведены значения R для песчаных грунтов, в знаменателе – для пылевато-глинистых грунтов.

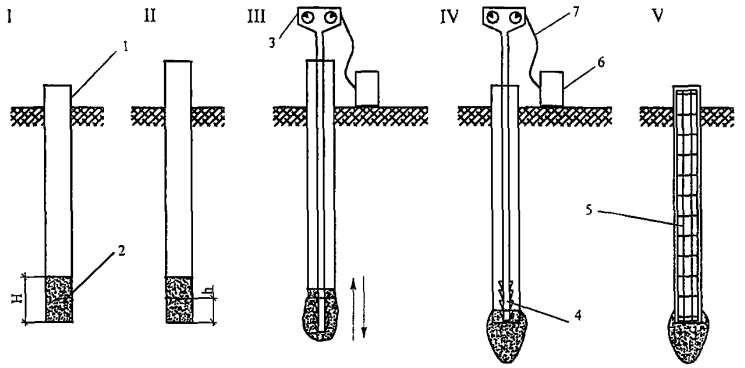
3 Значения расчетных сопротивлений R допускается использовать при условии, если заглубление свай в неразмываемый и несрезаемый грунт для мостов и гидротехнических сооружений составляет не менее 4 м; для зданий и прочих сооружений – 3 м.

Б.2 Для промежуточных глубин погружения свай и промежуточных значений показателя текучести I_L глинистых грунтов значения R и f_i в таблицах Б.1 и Б.2 определяют интерполяцией.

Б.3 При расчетах показатель текучести грунтов следует принимать применительно к прогнозируемому их состоянию в период эксплуатации проектируемых зданий и сооружений.

Приложение В

Технологическая схема усиления основания буровых скважин вибровтрамбовыванием щебня

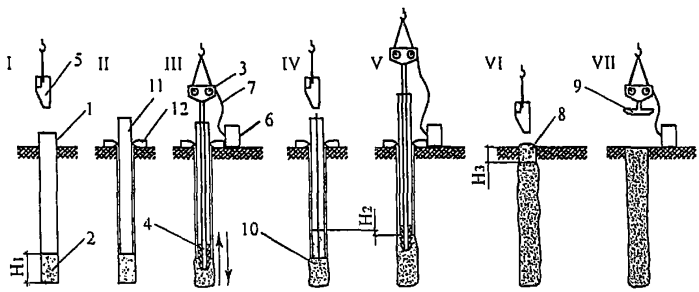


I – засыпка в пробуренную скважину щебня; II – подъем обсадной трубы; III – вибровтрамбовывание щебня в грунт забоя скважины; IV – погружение обсадной трубы до проектной отметки и зачистка забоя; V – установка арматурного каркаса и бетонирование скважины; 1 – обсадная труба; 2 – щебень; 3 – вибратор; 4 – виброштамп; 5 – арматурный каркас; 6 – насосная станция; 7 – гибкие трубопроводы; H – высота первой порции щебня; h – высота подъема обсадной трубы

Рисунок В.1 – Технологическая схема усиления основания буровых скважин вибровтрамбовыванием щебня

Приложение Г

Технологическая схема сооружения щебеночных свай с объемным виброштампованием щебня

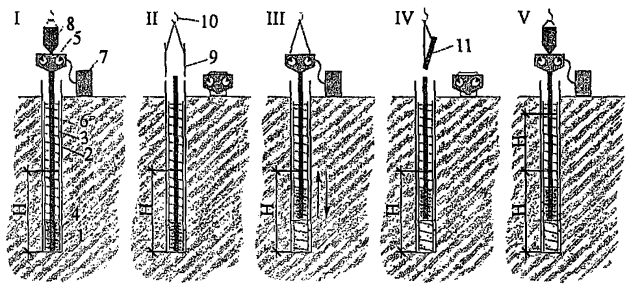


I – засыпка в пробуренную скважину порции щебня; II – установка защитной трубы и извлечение обсадных труб; III – виброштампование щебня; IV,V – засыпка и виброштампование очередной порции щебня; VI,VII – засыпка и виброштампование верхней порции щебня; 1 – обсадная труба; 2 – щебень; 3 – вибратор; 4 – виброштамп; 5 – кубло для засыпки щебня; 6 – насосная станция; 7 – гибкие трубопроводы; 8 – верхняя порция щебня; 9 – инвентарная трамбовка; 10 – уплотненный щебень; 11 – защитная труба; 12 – кондуктор; H_1 – высота порции щебня в скважине; H_2 – осадка очередной порции щебня после виброштампования; H_3 – высота верхней порции щебня

Рисунок Г.1 – Технологическая схема сооружения щебеночных свай с объемным виброштампованием щебня

Приложение Д

Технологическая схема сооружения буронабивных свай с объемным виброштампованием укладываемой бетонной смеси



I – заполнение скважины бетонной смесью на первом этапе; II – удаление верхней секции обсадной трубы; III – виброштампование уложенной бетонной смеси; IV – удаление верхней секции бетонолитной трубы; V – укладка бетонной смеси в очередную захватку; 1 – бетонная смесь; 2 – обсадная труба; 3 – арматурный каркас; 4 – виброштамп; 5 – вибратор; 6 – бетонолитная труба; 7 – насосная станция; 8 – кубло; 9 – секция обсадной трубы; 10 – крюк крана; 11 – секция бетонолитной трубы; Н – высота уложенной бетонной смеси

Рисунок Д.1 – Технологическая схема сооружения буронабивных свай с объемным виброштампованием укладываемой бетонной смеси

Приложение Е
Форма журнала работ по виброштампованию

№ п/п	Число, месяц	Время начала/ окончания работ	№ сваи/ участок	Длина сваи (глубина скважины), м	Расход щебня, $м^3$	Наличие отказа	Оператор		Ответственный производитель работ	
					Осадка бетонной смеси под вибрацией, м		Ф.И.О.	Подпись	Ф.И.О.	Подпись

Библиография

[1] МГСН 2.07-01	Основания, фундаменты и подземные сооружения
[2]	Рекомендации по расчету, проектированию и устройству свайных фундаментов нового типа в г. Москве, 1997
[3] МГСН 5.02-99	Проектирование городских мостовых сооружений
[4] ВСН 165-85	Устройство свайных фундаментов мостов (из буровых свай)
[5]	Руководство по методам полевых испытаний несущей способности свай и грунтов, 1979
[6]	Рекомендации по определению несущей способности свай-оболочек и буровых свай по результатам статического зондирования, 1990
[7]	Руководство по электроконтактному динамическому зондированию грунтов,1993

ОКС 91.040.01
Ключевые слова: буронабивные сваи, свайные фундаменты, несущая способность сваи, виброштампование, глубинное уплотнение грунтов, виброуплотнение бетонной смеси, щебеночные сваи

Руководитель организации-разработчика

ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства» (ОАО ЦНИИС)

Генеральный директор_____П.А.Сычев

Отпечатано в ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР»

Адрес ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР»:
129085, Москва, Звездный бульвар, д. 21, стр. 1
Тел.: (495) 747-9100, 747-9105, тел./факс: 747-9113
E-mail: gost.e-ecolog.ru
Сайт: gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru