ОДМ 218.3.103–2018
ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ВИНТОВЫХ СВАЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

Москва 2020

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН ООО «Корпорация «ДорПромСтрой» совместно с АО «НИИ мостов».

Коллектив авторов: канд. техн. наук В.А. Шмелев, инж. Е.И. Румянцев (АО «НИИ Мостов»), канд. техн. наук А.Ю. Бурукин, д-р. техн. наук, проф. С.Я. Луцкий (МИИТ), канд. техн. наук, доц. И.В. Носков (АлтГТУ), инж. В.Е. Баранов, инж. А.Г. Хаблов (ООО «БАУ групп»), инж. А.В. Копылов (ООО «ГеоПроектСтройАлтай»).

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 07.08.2018 № 3117-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 4
4 Условия применения винтовых свай на автомобильных дорогах ... 5
4.1 Общие положения 5
4.2 Исходные данные инженерных изысканий 6
4.3 Исходные данные проектной документации 8
5 Рекомендации по расчету винтовых свай для применения на автомобильных дорогах 10
5.1 Общие положения 10
5.2 Расчет по несущей способности грунта основания свай 12
5.3 Расчет устойчивости грунтов основания 17
5.4 Расчет свай по деформациям 21
5.5 Расчет винтовых свай на воздействие сил морозного пучения 23
5.6 Обеспечение долговечности винтовых свай 24
6 Рекомендации по технологии монтажа винтовых свай 28
6.1 Общие положения 28
6.2 Рекомендации по выбору средств механизации 30
6.3 Операционный контроль производства работ 30
6.4 Геотехнический мониторинг 31
7 Рекомендации по контролю и приемке винтовых свай 32
7.1 Общие положения 32
7.2 Подтверждение соответствия винтовых свай требованиям проектной документации 33
7.3 Входной контроль 34
7.4 Полевые испытания 35
7.5 Рекомендации по приемочному контролю выполненных работ 36
8 Рекомендации по безопасному выполнению работ и охране окружающей среды 37
Приложение А (справочное) Основные виды и параметры винтовых свай 40

Приложение Б (справочное) Нормативные значения прочностных и деформационных характеристик грунтов (по СП 22.13330.2016) 43
Приложение В (рекомендуемое) Пример расчета сваи винтовой конусно-спиральной 49
Приложение Г (рекомендуемое) Пример расчета винтовой лопастной сваи 56
Приложение Д (рекомендуемое) Пример расчетов винтовых свай на воздействие сил морозного пучения ... 59
Приложение Е (справочное) Примеры погружения свай винтовых конусно-спиральных и винтовых лопастных с использованием механизмов 62
Приложение Ж (справочное) Формы исполнительной документации 64
Библиография 80

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Рекомендации по применению винтовых свай на автомобильных дорогах

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее – методический документ) распространяется на стальные винтовые широколопастные и узколопастные сваи различных конструкций и устанавливает рекомендации по их применению на автомобильных дорогах общего пользования.

1.2 Методический документ не распространяется на винтовые сваи, изготовленные с применением композиционных материалов, а также на использование винтовых свай для проектирования и устройства свайных фундаментов зданий и сооружений, возводимых в районах с наличием или возможностью развития опасных физико-геологических процессов, приводящих к изменению состояния грунтов в основании сооружений при строительстве и эксплуатации (оползни, карсты и др.), на многолетнемерзлых грунтах, которые следует проектировать с учетом дополнительных требований соответствующих нормативных документов, утвержденных в установленном порядке.

1.3 Данный методический документ устанавливает рекомендации по составу инженерных изысканий и проектной документации при применении винтовых свай, расчетам винтовых свай, технологии монтажа, контролю качества и приемке винтовых свай, безопасному выполнению работ и охране окружающей среды.

1.4 Настоящий методический документ направлен на выполнение требований ТР ТС 014/2011, Федерального закона [1] и других действующих нормативных документов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

Технический регламент Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011)

ГОСТ 9.039–74 Единая система защиты от коррозии и старения. Коррозионная агрессивность атмосферы

ГОСТ 9.303–84* Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические

ГОСТ 9.401–2018 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов

ГОСТ 9.502–82 Единая система защиты от коррозии и старения. Ингибиторы коррозии металлов для водных систем. Методы коррозионных испытаний

ГОСТ 9.602–2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 15.309–98 Системы разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

ГОСТ 5686–2012 Грунты. Методы полевых испытаний сваями

ГОСТ 15150–69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 19281–2014 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия

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

ГОСТ 20276–2012 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости

ГОСТ 20522–2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний

ГОСТ 24297–2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля

ГОСТ 25100–2011 Грунты. Классификация

ГОСТ 27751–2014 Надежность строительных конструкций и оснований

ГОСТ 30672–2012 Грунты. Полевые испытания. Общие положения

ГОСТ 32731–2014 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению строительного контроля

ГОСТ 32756–2014 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению промежуточной приемки выполненных работ

ГОСТ 32836–2014 Дороги автомобильные общего пользования. Изыскания автомобильных дорог. Общие требования

ГОСТ 32867–2014 Дороги автомобильные общего пользования. Организация строительства. Общие требования

ГОСТ 32868–2014 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению инженерно-геологических изысканий

ГОСТ 33177–2014 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению инженерно-гидрологических изысканий

ГОСТ Р 54476–2011 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик сопротивляемости сдвигу грунтов в дорожном строительстве

ГОСТ Р 54477–2011 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик деформируемости грунтов в дорожном строительстве

ГОСТ Р 55374–2012 Прокат из стали конструкционной легированной для мостостроения. Общие технические условия

СП 16.13330.2017 Стальные конструкции (актуализированная редакция СНиП II–23–81*)

СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия (актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85*)

СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений (актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83*)

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

СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах (актуализированная редакция СНиП 2.02.04–88)

СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии (актуализированная редакция СНиП 2.03.11–85)

СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения (актуализированная редакция СНиП 11–02–96)

СП 48.13330.2011 Организация строительства (актуализированная редакция СНиП 12–01–2004)

СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции (актуализированная редакция СНиП 3.03.01–87)

СП 11–102–97 Инженерно-экологические изыскания для строительства

СП 11–104–97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Часть III. Инженерно-гидрографические работы при инженерных изысканиях для строительства

СП 11–105–97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ

СП 12–136–2002 Безопасность труда в строительстве. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ

СП 50–102–2003 Проектирование и устройство свайных фундаментов

СП 53–102–2004 Общие правила проектирования стальных конструкций

СП 294.1325800.2017 Конструкции стальные. Правила проектирования

СП 317.1325800.2017 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **свая винтовая:** Тип свай, заглубляемых в грунт способом завинчивания в сочетании с вдавливанием, состоящих из металлического ствола и лопасти или многовитковой спирали, изготавливаемых из литых и (или) сварных деталей.

3.2 **свая винтовая лопастная (СВЛ):** Изделие, состоящее из металлической винтовой лопасти (или нескольких лопастей) и трубчатого металлического ствола со значительно меньшей по сравнению с лопастью площадью поперечного сечения; лопасти размещены в нижней части или по длине ствола.

3.3 **свая винтовая конусно-спиральная (СВКС):** Изделие, состоящее из трубчатого металлического ствола с обжатым в ротационно-ковочной машине и закованным в прессе конусом с острым наконечником, с приваренной на конусной и прямой частях корпуса многовитковой спиралью.

3.4 **наконечник винтовой сваи:** Сварная или литая часть сваи, лидерно заглубляемая в грунт; состоит для СВЛ из острия (или забурника для полых свай) и лопастей, для СВКС – из острия и многовитковой спирали.

3.5 **ствол винтовой сваи:** Полая труба, привариваемая к наконечнику или составляющая с ним единое целое (для СВКС); служит для погружения сваи на необходимую глубину, восприятия нагрузок и изгибающих моментов.

3.6 **свайный фундамент:** Часть сооружения, состоящая из свай (в том числе и одиночных) и конструктивных элементов, воспринимающая и передающая от сооружения нагрузки и воздействия на грунты основания, отвечающая проектным требованиям по несущей способности и надежности.

3.7 **долговечность винтовых свай:** Способность винтовых свай сохранять физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие их нормальную эксплуатацию в течение расчетного срока службы.

3.8 **питтинговая коррозия:** Коррозия металлов, ведущая к образованию питтингов (язв) – полостей в металле, начинающихся с его поверхности.

4 Условия применения винтовых свай на автомобильных дорогах

4.1 Общие положения

4.1.1 Для применения на автомобильных дорогах рекомендуются лопастные и спиральные винтовые сваи, которые должны соответствовать требованиям ТР ТС 014/2011 и других действующих норм на всех стадиях жизненного цикла сооружений, выполненных с применением данных свай.

4.1.2 Лопастные винтовые сваи предназначены для применения в различных климатических зонах при всех типах дисперсных грунтов. Широколопастные СВЛ с одной или несколькими лопастями допускается использовать в переувлажненных грунтах. Данные сваи не рекомендуется применять в скальных и полускальных грунтах (по ГОСТ 25100–2011).

Основные параметры и размеры СВЛ, выпускаемых производителями, представлены в приложении А.

4.1.3 Сваи винтовые спиральные предназначены для применения в различных климатических зонах в дисперсных, полускальных и сезонно-мерзлых грунтах (по ГОСТ 25100–2011). Данные сваи рекомендуется заглублять в слой несущего грунта не менее чем на 0,5 м, их не рекомендуется применять в обводненных, мягкопластичных и текучих грунтах.

Основные параметры и размеры СВКС, выпускаемых производителями, указаны в приложении А.

4.1.4 Выбор видов, параметров и размеров винтовых свай под конкретный фундамент следует производить в составе проектной документации на основе действующих норм и правил, а также рекомендаций раздела 5.

4.1.5 Выбор технологических схем и средств механизации для погружения винтовых свай следует выполнять с учетом типовых технологических решений, фактического технического оснащения строительных организаций и рекомендаций раздела 6.

4.1.6 Контроль соответствия поставленных (приобретенных) свай проектным требованиям необходимо проводить с учетом правил верификации и контроля по ТР ТС 014/2011, ГОСТ 24297–2013 и раздела 7.

4.1.7 Геотехнический мониторинг и приемочный контроль выполненных работ следует осуществлять с учетом правил контроля и приемки, изложенных в ТР ТС 014/2011, ГОСТ 32731–2014, ГОСТ 32756–2014, а также подразделе 6.4 и разделе 7.

4.2 Исходные данные инженерных изысканий

4.2.1 Проектирование фундаментов с использованием винтовых свай следует выполнять на основе результатов инженерных изысканий и конструктивных решений рабочей документации, полученных в соответствии с требованиями ГОСТ 32836–2014, СП 24.13330.2011, СП 47.13330.2016, СП 11–102–97, СП 11–104–97 (часть III), СП 11–105–97 (часть I), СП 50–102–2003, СП 317.1325800.2017 и данного методического документа.

Результаты инженерных изысканий должны содержать:

- данные, необходимые для расчета нагрузок и воздействий, передаваемых на винтовую сваю, с учетом прогноза возможных изменений (в процессе строительства) инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства (в соответствии с ГОСТ 20276–2012**,** ГОСТ Р 54476–2011, ГОСТ Р 54477–2011);
- данные об инженерно-геологическом составе территории строительства с описанием напластований грунтов, их размеров в плане и по глубине, классификационных наименований грунтов с указанием выделенных инженерно-геологических элементов по ГОСТ 32868–2014;
- гидрогеологические условия с указанием толщины и расположения водоносных горизонтов, сведения о фильтрационных характеристиках грунтов по ГОСТ 33177–2014;
- физико-механические характеристики грунтов (таблица 1);
- сведения о возможном изменении гидрогеологических условий в ходе строительства и эксплуатации сооружения;
- сведения о неблагоприятных геологических и инженерно-геологических процессах (карстах, оползнях, подтоплениях, суффозии, горных подработках, температурных аномалиях и др.);
- наличие специфических грунтов.

4.2.2 Физико-механические характеристики грунтов, непосредственно входящие в расчет, следует, как правило, определять путем прямых испытаний грунтов в условиях природного залегания

в соответствии с ГОСТ 20276–2012 и СП 22.13330.2016. При отсутствии или недостаточном количестве данных испытаний для предварительных расчетов допускается использовать значения нормативных и расчетных прочностных и деформационных характеристик по классификационным таблицам с учетом коэффициентов надежности по грунтам (приложение Б).

Таблица 1

Условное обозначение	Наименование показателя	Единица измерения
h	Мощность слоя грунта	м
$E_{гр}$	Модуль деформации	кПа
φ	Угол внутреннего трения	град
C	Удельное сцепление	кПа
ρ	Плотность грунта	г/см^3
γ	Удельный вес грунта	кН/м^3
$W_г$	Влажность грунта	доли. ед.
$S_г$	Степень влажности	доли. ед.
e	Коэффициент пористости	доли. ед.
$J_р$	Число пластичности	доли. ед.
J_L	Показатель текучести	-
$h_м$	Глубина промерзания	м

4.2.3 Полевые испытания грунтов сваями при инженерных изысканиях для строительства проводят по программе, изложенной в ГОСТ 5686–2012, с учетом положений соответствующих федеральных, территориальных и отраслевых нормативных документов, с целью получения данных, необходимых для обоснования выбора типа фундаментов, их параметров и способов устройства, в том числе:

- определения вида и размеров свай и их несущей способности;
- проверки возможности погружения свай на намечаемую глубину, а также относительной оценки однородности грунтов по их сопротивлению погружению свай;
- определения зависимости перемещения свай в грунте от нагрузок и во времени.

При этом испытания грунтов выдергивающими и горизонтальными нагрузками проводят только натурными сваями.

4.2.4 При инженерно-геологических изысканиях и исследованиях свойств грунтов для проектирования фундаментов с применением винтовых свай необходимо учитывать дополнительные требования разделов 9–15 СП 24.13330.2011.

4.3 Исходные данные проектной документации

4.3.1 Выбор и расчет параметров винтовых свай под конкретный фундамент следует производить в составе проектной документации [2] на основе:

- конструктивных расчетов: по выбору типа и определению размеров свай; несущей способности грунта основания свай; осадкам и перемещениям свай совместно с грунтом оснований при одновременном действии горизонтальных нагрузок и моментов; прочности материала свай; сопротивлению силам морозного пучения и других требований в зависимости от характеристик грунтов, нагрузок и воздействий согласно ГОСТ 27751–2014, СП 20.13330.2016, СП 22.13330.2016, СП 24.13330.2011, СП 28.13330.2017, СП 50–102–2003 и документам [3, 4, 5];

- расчетов проектной долговечности и коррозионной стойкости винтовых свай с учетом гидрогеологических, климатических условий, характеристик грунтов, нагрузок и воздействий на свайный фундамент в соответствии с СП 16.13330.2017, СП 50–102–2003, ГОСТ 9.303–84*, СП 28.13330.2017;

- опыта изготовления и применения винтовых свай;

- технико-экономических расчетов стоимости и срока службы фундамента на винтовых сваях в зависимости от грунтовых условий и рельефа местности с учетом снижения трудоемкости, продолжительности и объемов работ при определении сравнительной эффективности вариантов конструктивно-технологических решений на основании руководства [6].

4.3.2 В проектной документации должны быть сформулированы требования к исходным материалам, конструкции и защитному антикоррозийному покрытию, обеспечивающие заданную долговременную прочность и долговечность винтовых свай на основе требований ТР ТС 014/2011.

4.3.3 Расчетная схема свайных фундаментов должна учитывать наиболее существенные факторы, определяющие напряженное состояние

и деформации основания и конструкций сооружения (статическую схему сооружения, характер грунтовых напластований, свойства грунтов основания, возможности их изменения в процессе строительства и эксплуатации сооружения и т. д.). Рекомендуется учитывать пространственную работу конструкций, геометрическую и физическую нелинейность, анизотропность, пластические и реологические свойства материалов и грунтов, развитие областей пластических деформаций под фундаментом.

4.3.4 При проектировании фундаментов с применением винтовых свай в специфических грунтах (просадочных, набухающих, засоленных, органоминеральных, органических, элювиальных, насыпных, намывных, пучинистых, закрепленных) и в особых условиях, в том числе в условиях агрессивной среды, дополнительно следует учитывать требования ГОСТ 9.303–84*, СП 28.13330.2017 и раздела 6 СП 22.13330.2016.

4.3.5 При проектировании фундаментов с применением винтовых свай в многолетнемерзлых грунтах необходимо учитывать положения пункта 6.3.11(д) СП 25.13330.2012, а именно: «…винтовые – полые сваи с винтом или одной или несколькими лопастями, погружаемые завинчиванием с контролируемым вдавливанием в лидерные скважины (без лидерных скважин), диаметр которых меньше наибольшего поперечного сечения ствола сваи, допускаются к применению в пластично-мерзлых грунтах с содержанием крупнообломочных включений до 10 % на основании пробных погружений свай на данной площадке.

Допускается применять другие способы погружения свай в многолетнемерзлые грунты, если это не приводит к недопустимому повышению температуры грунтов основания и недопустимому понижению несущей способности свай, что должно быть подтверждено полевыми испытаниями, экспериментальными данными и теплотехническим расчетом».

При производстве работ и приемке фундаментов с применением винтовых свай в многолетнемерзлых грунтах следует использовать рекомендации подраздела 6.4.

4.3.6 Проектные расчеты свайных фундаментов в сложных инженерно-геологических условиях рекомендуется выполнять с применением математических моделей, описывающих напряженно-деформируемое состояние свайных фундаментов и учитывающих начальные граничные условия и прогноз изменения характеристик грунтов, нагрузок и воздействий.

5 Рекомендации по расчету винтовых свай для применения на автомобильных дорогах

5.1 Общие положения

5.1.1 Расчет свай, свайных фундаментов и их оснований должен быть выполнен в соответствии с ГОСТ 27751–2014 и СП 24.13330.2011 по предельным состояниям:

а) *первой группы:*

- несущей способности (предельному сопротивлению) грунта основания свай,

- потере устойчивости свай – в составе проектного расчета по определению общей устойчивости оснований свайных фундаментов, если на них передаются значительные горизонтальные нагрузки, в том числе сейсмические, если сооружение расположено на откосе или вблизи него или если основание сложено крутопадающими слоями грунта,

- прочности материала свай и свайных ростверков;

б) *второй группы:*

- по осадкам оснований свай и свайных фундаментов от вертикальных нагрузок,

- перемещениям свай совместно с грунтом оснований от действия горизонтальных нагрузок и моментов.

Сваи и свайные фундаменты следует рассчитывать по прочности материала и производить проверку устойчивости фундаментов при действии сил морозного пучения, если основание сложено пучинистыми грунтами (подраздел 5.5).

5.1.2 Расчеты свай и свайных фундаментов по предельным состояниям первой и второй групп следует выполнять с учетом неблагоприятных сочетаний нагрузок, воздействий или соответствующих им усилий, которые устанавливаются в проектной документации.

5.1.3 Нагрузки и воздействия, учитываемые в расчетах свай и свайных фундаментов, коэффициенты надежности по нагрузке, а также возможные сочетания постоянных и временных (длительных, кратковременных, особых) нагрузок и воздействий от сооружения и ростверка устанавливаются в проектной документации в соответствии с требованиями СП 20.13330.2016, СП 22.13330.2016.

5.1.4 Расчет свай, свайных фундаментов и их оснований по несущей способности необходимо выполнять на основные и особые сочетания нагрузок, по деформациям – на основные сочетания.

5.1.5 В проектной документации в соответствии с ГОСТ 27751–2014 должны быть указаны нормативные и расчетные значения усилий, в том числе: вертикальных и горизонтальных усилий, изгибающих и крутящих моментов, действующих на винтовую сваю при погружении и в период эксплуатации.

5.1.6 Расчетные значения нагрузок и усилий в элементах строительных конструкций и в основании сооружения должны быть определены с учетом коэффициентов надежности по ответственности сооружения и условиям работы в соответствии с ГОСТ 27751–2014 и геотехнической категории объекта строительства в соответствии с СП 22.13330.2016.

Для лопастных винтовых свай при расчете несущей способности коэффициент условий работы, зависящий от вида нагрузки, действующей на сваю, и грунтов определяется по таблице 2.

Таблица 2

Грунт	Коэффициент условий работы винтовых свай γ_c при нагрузках		
	сжимающих	выдергивающих	знакопеременных
Глины и суглинки: твердые, полутвердые и тугопластичные	0,8	0,7	0,7
мягкопластичные	0,8	0,7	0,6
текучепластичные	0,7	0,6	0,4
Пески и супеси: пески маловлажные и супеси твердые	0,8	0,7	0,5
пески влажные и супеси пластичные	0,7	0,6	0,4
пески водонасыщенные и супеси текучие	0,6	0,5	0,3

Для спиральных винтовых свай при расчете несущей способности коэффициент условий работы принимается в соответствии с пунктом 5.2.5.

5.1.7 Расчеты свай, свайных фундаментов и их оснований по несущей способности следует выполнять с использованием расчетных значений характеристик материалов и грунтов в соответствии с требованиями ГОСТ 20522–2012, СП 16.13330.2017, СП 22.13330.2016, СП 53–102–2004, СП 24.13330.2011, СП 50–102–2003 и СП 294.1325800.2017.

5.1.8 Расчетное сопротивление грунта под нижним концом винтовой сваи R, кПа, и на боковой поверхности ее ствола f_i, кПа, а также значение коэффициента постели грунта c_z, кН/м, окружающего сваю, следует определять по СП 24.13330.2011. Значение расчетного сопротивления R допускается принимать по таблице 7.2 СП 24.13330.2011, если заглубление сваи в неразмываемый и несрезаемый грунт составляет не менее 3 м.

5.1.9 Коэффициент надежности по грунту γ_g при вычислении расчетных значений прочностных характеристик φ, С, а также плотности грунта ρ устанавливают по ГОСТ 20522–2012, СП 22.13330.2016. Для прочих характеристик грунта допускается принимать γ_g равным 1.

5.1.10 Глубина заложения лопасти СВЛ от уровня планировки грунта должна быть не менее пяти диаметров лопасти в глинистых грунтах и не менее шести диаметров лопасти в песках.

Глубина заложения спиральных свай должна быть не менее длины спиральной ее части.

5.1.11 С целью уточнения результатов расчета рекомендуется дополнительно производить проверку по двум группам предельных состояний с использованием сертифицированных программных комплексов, разработанных с учетом СП 24.13330.2011, СП 50–102–2003 и других действующих норм.

5.1.12 При проектировании свайных фундаментов допускается использовать как компьютерные программы, реализующие методики СП 24.13330.2011, так и численные решения с использованием апробированных геотехнических моделей. Программное обеспечение должно быть верифицировано (проверено). Проведение расчетов с использованием геотехнического программного обеспечения должно выполняться в соответствии с требованиями подраздела 7.7 СП 24.13330.2011.

5.1.13 Примеры расчетов свай СВКС приведены в приложении В, свай СВЛ – в приложении Г, примеры расчета винтовых свай на воздействие сил морозного пучения – в приложении Д.

5.2 Расчет по несущей способности грунта основания свай

5.2.1 Несущую способность грунта основания свай при наличии результатов полевых исследований, проведенных в соответствии с требованиями подраздела 7.3 СП 24.13330.2011, следует принимать по результатам испытаний свай статической нагрузкой. Для объектов, по которым не проводились испытания натурных свай статической

нагрузкой, рекомендуется определять несущую способность грунта основания свай с учетом данных статического зондирования грунта или результатов испытаний грунтов эталонными сваями, указанных в подразделе 7.3 СП 24.13330.2011, а также расчетным методом в соответствии с подразделом 7.2 СП 24.13330.2011.

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

$$N \leq \frac{\gamma_c F_d}{\gamma_n \gamma_g}, \quad (1)$$

где N – расчетная нагрузка, передаваемая на сваю (продольное усилие, возникающее в ней от расчетных нагрузок, действующих на фундамент при наиболее невыгодном их сочетании), кН;

γ_c – коэффициент условий работы, учитывающий повышение однородности грунтовых условий при применении свайных фундаментов, принимаемый равным 1 при односвайном фундаменте и 1,15 при кустовом расположении свай;

F_d – несущая способность по грунту одиночной сваи, определяемая расчетными методами и по результатам полевых испытаний в соответствии с СП 24.13330.2011, кН;

γ_n – коэффициент надежности по назначению (ответственности) сооружения, принимаемый равным 1,2; 1,15 и 1,10 соответственно для сооружений I, II и III уровней ответственности;

γ_g – коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным:

1,2 – если несущая способность сваи определена по результатам полевых испытаний статической нагрузкой;

1,25 – если несущая способность сваи определена расчетом по результатам статического зондирования грунта или по результатам динамических испытаний сваи, выполненных с учетом упругих деформаций грунта, а также по результатам полевых испытаний грунтов эталонной сваей или сваей-зондом;

1,4 – если несущая способность сваи определена расчетом, в том числе по результатам динамических испытаний сваи, выполненных без учета упругих деформаций грунта.

5.2.3 При расчете свай по несущей способности на вдавливающие и выдергивающие нагрузки продольное усилие, возникающее в свае от расчетной нагрузки N, следует определять с учетом собственного веса сваи и коэффициента надежности по нагрузке, увеличивающего расчетное усилие.

5.2.4 Расчетную несущую способность по грунту одиночной сваи F_d диаметром лопасти $D \leq 1{,}2$ м и длиной $L \leq 10$ м, работающей на вдавливающую или выдергивающую нагрузку, в соответствии с пунктом 7.2.10 СП 24.13330.2011 следует определять по формуле

$$F_d = \gamma_c(F_{d0} + F_{df}), \quad (2)$$

где F_{d0} – несущая способность лопасти винтовой сваи, кН;

F_{df} – несущая способность ствола сваи, кН.

5.2.5 Несущую способность лопасти винтовой сваи F_{d0} находят по формуле

$$F_{d0} = (\alpha_1 C_1 + \alpha_2 \gamma_1 h_1) A_{лоп}, \quad (3)$$

где α_1 и α_2 – безразмерные коэффициенты, принимаемые по таблице 3 в зависимости от расчетного значения угла внутреннего трения грунта в рабочей зоне φ_1, град (под рабочей зоной понимается прилегающий к лопасти слой грунта толщиной, равной диаметру лопасти сваи D);

C_1 – расчетное значение удельного сцепления грунта в рабочей зоне, кПа;

γ_1 – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше лопасти сваи (при водонасыщенных грунтах с учетом взвешивающего действия воды), кН/м^3;

h_1 – глубина залегания лопасти сваи от природного рельефа, а при планировке территории срезкой – от уровня планировки, м;

$A_{лоп}$ – проекция площади лопасти (считая по наружному диаметру) при работе винтовой сваи на сжимающую нагрузку и проекция рабочей площади лопасти (за вычетом площади сечения ствола) при работе винтовой сваи на выдергивающую нагрузку, м^2.

Таблица 3

Расчетное значение угла внутреннего трения грунта в рабочей зоне φ_1, град	Коэффициенты		Расчетное значение угла внутреннего трения грунта в рабочей зоне φ_1, град	Коэффициенты	
	α_1	α_2		α_1	α_2
13	7,8	2,8	24	18,0	9,2
15	8,4	3,3	26	23,1	12,3
16	9,4	3,8	28	29,5	16,5
18	10,1	4,5	30	38,0	22,5
20	12,1	5,5	32	48,4	31,0
22	15,0	7,0	34	64,9	44,4

Примечание – При определении несущей способности винтовых свай при действии вдавливающих нагрузок данные таблицы 3 относятся к грунтам, залегающим под лопастью, а при работе на выдергивающие нагрузки – над лопастью сваи.

5.2.6 Несущую способность ствола винтовой сваи по грунту вычисляют по формуле

$$F_{df} = uf_i(h_{св} - D), \quad (4)$$

где u – периметр поперечного сечения ствола сваи, м;

f_i – расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности ствола винтовой сваи, принимаемое по таблице 4 (осредненное значение для всех слоев в пределах глубины погружения сваи), кПа;

$h_{св}$ – длина погруженной в грунт сваи, м.

Таблица 4

Средняя глубина расположения слоя грунта, м	Расчетные сопротивления на боковой поверхности f_i, кПа, песков средней плотности								
	крупных и средней крупности	мелких	пылеватых						
	глинистых грунтов при показателе текучести J_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	35	25	20	14	8	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 При определении расчетного сопротивления грунта на боковой поверхности сваи пласты грунта следует расчленять на однородные слои толщиной не более 2 м.

2 Значения расчетного сопротивления плотных песков на боковой поверхности сваи следует увеличивать на 30 % по сравнению со значениями, приведенными в таблице.

3 Расчетные сопротивления супесей и суглинков с коэффициентом пористости $e < 0,5$ и глин с коэффициентом пористости $e < 0,6$ следует увеличивать на 15 % по сравнению со значениями, приведенными в таблице, при любых величинах показателя текучести.

5.2.7 При других параметрах свай, в частности при двух и более лопастях, диаметре лопасти более 1,2 м и длине сваи более 10 м, действии горизонтальной силы или изгибающего момента необходимо определять несущую способность свай только по данным их испытаний статической нагрузкой и результатам численных расчетов в нелинейной постановке с использованием апробированных моделей грунта (например, для двухлопастной сваи следует учесть увеличение расчетного сопротивления грунта на боковой поверхности ствола винтовой сваи между лопастями).

5.2.8 Расчетную несущую способность по грунту спиральной сваи рекомендуется рассчитывать на основании пункта 7.2.11 СП 50–102–2003 по формуле

$$F_d = \gamma_c(\gamma_{cR}RA_f + u\Sigma\gamma_{cf}f_ih_i), \quad (5)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1;

γ_{cR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи, принимаемый равным 0,8;

A_f – площадь поперечного сечения ствола сваи, брутто, м^2 (для конусного ствола сваи принимается по полному сечению без учета конусности; для сваи с переменным сечением при расчете по боковой поверхности – по сечению без учета конусности для полного сечения; при расчете по острию – полное сечение без учета конусности в районе острия сваи);

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи, принимаемый равным 1,1; 0,8; 0,6 при ее погружении с поверхности грунта соответственно в ненарушенный грунтовый массив, разрыхленный предварительным бурением грунтовый массив и лидерную скважину;

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

Расчетное сопротивление грунта под нижним концом винтовой сваи R определяют по формуле

$$R = \alpha_1C_1 + \alpha_2\gamma_1h_{св}. \quad (6)$$

5.2.9 Несущая способность винтовых свай с открытым нижним концом, работающих на вдавливающую нагрузку, должна определяться по результатам статических испытаний. Для назначения нагрузки при проведении таких испытаний следует рассматривать два варианта работы сваи в предельном состоянии:

- с учетом формирования грунтовой пробки в нижней части сваи;
- без появления грунтовой пробки.

В первом варианте в расчет включают сопротивление грунта под нижним концом сваи с учетом площади грунтовой пробки и сопротивление грунта по внешней боковой поверхности сваи.

Во втором варианте рассчитывают сопротивление грунта в пределах площади сечения сваи (без учета площади грунтовой пробки) и сопротивление грунта по внешней и внутренней боковым поверхностям сваи.

Искомая величина должна приниматься наименьшей из рассмотренных вариантов.

5.2.10 Расчет свай на совместное действие вертикальной и горизонтальной сил и изгибающего момента должен включать:

- проверку устойчивости грунтов основания согласно подразделу 5.3;

- расчет сваи по деформациям, включающий проверку соблюдения условий допустимости расчетных значений горизонтального перемещения головы сваи U_0, м, и угла поворота поперечного сечения сваи ψ_0, рад, согласно подразделу 5.4;

- проверку сечений сваи по предельным состояниям первой и второй групп (по прочности, образованию и раскрытию трещин) в соответствии с подразделом 5.3 данного методического документа, СП 16.13330.2017 и СП 24.13330.2011.

5.2.11 Результаты расчетов несущей способности свай следует сравнивать с результатами натурных испытаний в полевых условиях согласно СП 24.13330.2011: статическими испытаниями свай, испытаниями грунтов статическим зондированием. Если в проектной документации предусмотрены другие виды испытаний, несущую способность свай рекомендуется определять с учетом правил, указанных в подразделе 7.3 СП 24.13330.2011 и подразделе 7.4 настоящего методического документа.

5.3 Расчет устойчивости грунтов основания

5.3.1 Расчетные значения характеристик грунтов следует определять в рабочей зоне с учетом пункта 7.2.10 СП 24.13330.2011.

5.3.2 Расчет устойчивости грунтов основания должен производиться по условию ограничения расчетного давления σ_z, кПа, оказываемого на грунт боковой поверхностью сваи

$$\sigma_z \le \eta_1 \eta_2 \frac{4}{\cos\varphi_1} (\gamma_1 z \mathrm{tg}_1 \varphi_1 + \xi C_1), \qquad (7)$$

где σ_z – расчетное давление на грунт от действия боковой поверхности сваи на глубине z, м, отсчитываемой при высоком ростверке

от поверхности грунта, а при низком ростверке от его подошвы (при $\alpha_\varepsilon L \le 2{,}5$ на двух глубинах, соответствующих $z = L/3$ и $z = L$; при $\alpha_\varepsilon L > 2{,}5$ на глубине $z = 0{,}85/\alpha_\varepsilon$), кПа;

α_ε – коэффициент деформации, $м^{-1}$;

γ_1 – расчетный удельный вес грунта ненарушенной структуры, определяемый в водонасыщенных грунтах с учетом взвешивания в воде, $кН/м^3$;

ξ – коэффициент, принимаемый равным 0,3;

η_1 – коэффициент, равный 1, кроме случаев расчета фундаментов распорных сооружений, для которых $\eta_1 = 0{,}7$;

η_2 – коэффициент, учитывающий долю постоянной нагрузки в суммарной нагрузке

$$\eta_2 = \frac{M_c + M_t}{\overline{n}M_c + M_t}; \qquad (8)$$

M_c – момент от внешних постоянных нагрузок в сечении фундамента на уровне нижних концов свай, кН·м;

M_t – то же, от внешних временных расчетных нагрузок, кН·м;

$\overline{n}$ – коэффициент, принимаемый равным 2,5, за исключением случаев расчета:

• особо ответственных сооружений, для которых при $\alpha_\varepsilon L \le 2{,}6$ $\overline{n} = 4$ и при $\alpha_\varepsilon L \ge 5$ $\overline{n} = 2{,}5$; при промежуточных значениях $\alpha_\varepsilon L$ значение $\overline{n}$ определяют интерполяцией,

• фундаментов с однорядным расположением свай на внецентренно приложенную вертикальную сжимающую нагрузку (в соответствии с проектной документацией), для которых $\overline{n} = 4$ независимо от значения $\alpha_\varepsilon L$.

5.3.3 Величину расчетного давления на грунт от действия боковой поверхности сваи σ_z, возникающего на глубине z, следует вычислять по формуле Д.7 СП 50–102–2003

$$\sigma_z = \frac{K}{\alpha_\varepsilon}\overline{z}\left(U_0A_1 - \frac{\psi_0}{\alpha_\varepsilon}B_1 + \frac{M_0}{\alpha_\varepsilon^2 E_{св} I}C_1 + \frac{H_0}{\alpha_\varepsilon^3 E_{св} I}D_1\right), \qquad (9)$$

где K – коэффициент пропорциональности, $кН/м^4$, определяемый по таблице Д.1 СП 50–102–2003 и пункту 5.3.4 данного методического документа;

α_ε – коэффициент деформации, $м^{-1}$

$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{Kb_p}{\gamma_c E_{св} I}}; \qquad (10)$$

b_p – условная ширина сваи, м, принимаемая равной: для свай с диаметром ствола 0,8 м и более $b_p = d_p + 1$, для остальных размеров сечений свай $b_p = 1{,}5d_p + 0{,}5$;

d_p – наружный диаметр круглого, или сторона квадратного, или сторона прямоугольного сечения свай в плоскости, перпендикулярной действию нагрузки, м;

$E_{св}$ – модуль упругости материала сваи, кПа;

I – момент инерции поперечного сечения сваи, м^4;

$\overline{z}$ – приведенная глубина, м,

$$\overline{z} = \alpha_\varepsilon z; \qquad (11)$$

A_1, B_1, C_1, D_1 – коэффициенты, значения которых принимают по таблице 5;

H_0 и M_0 – соответственно расчетные значения поперечной силы, кН, и изгибающего момента, кН·м, действующие на голову сваи;

U_0 и ψ_0 – соответственно горизонтальное перемещение головы сваи, м, и угол поворота поперечного сечения сваи, рад, в уровне поверхности грунта при высоком ростверке, а при низком ростверке – в уровне его подошвы, определяемые согласно пункту 5.4.6.

Таблица 5

Приведенная глубина расположения сечения сваи в грунте	Коэффициенты											
	A_1	B_1	C_1	D_1	A_3	B_3	C_3	D_3	A_4	B_4	C_4	D_4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	1,000	0	0	0	0	0	1,000	0	0	0	0	1,000
0,1	1,000	0,100	0,005	0	0	0	1,000	0,100	–0,005	0	0	1,000
0,2	1,000	0,200	0,020	0,001	–0,001	0	1,000	0,200	–0,020	–0,003	0	1,000
0,3	1,000	0,300	0,045	0,005	–0,005	–0,001	1,000	0,300	–0,045	–0,009	–0,001	1,000
0,4	1,000	0,400	0,080	0,011	–0,011	–0,002	1,000	0,400	–0,080	–0,021	–0,003	1,000
0,5	1,000	0,500	0,125	0,021	–0,021	–0,005	0,999	0,500	–0,125	–0,042	–0,008	0,999

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,6	0,999	0,600	0,180	0,036	–0,036	–0,011	0,998	0,600	–0,180	–0,072	–0,016	0,997
0,7	0,999	0,700	0,245	0,057	–0,057	–0,020	0,996	0,699	–0,245	–0,114	–0,030	0,994
0,8	0,997	0,799	0,320	0,085	–0,085	–0,034	0,992	0,799	–0,320	–0,171	–0,051	0,989
0,9	0,995	0,899	0,405	0,121	–0,121	–0,055	0,985	0,897	–0,404	–0,243	–0,082	0,980
1,0	0,992	0,997	0,499	0,167	–0,167	–0,083	0,975	0,994	–0,499	–0,333	–0,125	0,967
1,1	0,987	1,095	0,604	0,222	–0,222	–0,122	0,960	1,090	–0,603	–0,443	–0,183	0,946
1,2	0,979	1,192	0,718	0,288	–0,287	–0,173	0,938	1,183	–0,716	–0,575	–0,259	0,917
1,3	0,969	1,287	0,841	0,365	–0,365	–0,238	0,907	1,273	–0,838	–0,730	–0,356	0,876
1,4	0,955	1,379	0,974	0,456	–0,455	–0,319	0,866	1,358	–0,967	–0,910	–0,479	0,821
1,5	0,937	1,468	1,115	0,560	–0,559	–0,42	0,811	1,437	–1,105	–1,116	–0,630	0,747
1,6	0,913	1,553	1,264	0,678	–0,676	–0,543	0,739	1,507	–1,248	–1,350	–0,815	0,652
1,7	0,882	1,633	1,421	0,812	–0,808	–0,691	0,646	1,566	–1,396	–1,613	–1,036	0,529
1,8	0,843	1,706	1,584	0,961	–0,956	–0,867	0,530	1,612	–1,547	–1,906	–1,299	0,374
1,9	0,795	1,770	1,752	1,126	–1,118	–1,074	0,385	1,640	–1,699	–2,227	–1,608	0,181
2,0	0,735	1,823	1,924	1,308	–1,295	–1,314	0,207	1,646	–1,848	–2,578	–1,966	–0,057
3,0	–0,928	1,037	3,225	3,858	–3,541	–6,000	–4,6880	–0,891	–1,969	–6,765	–8,840	–6,520
3,5	–2,928	–1,272	2,463	4,980	–3,919	–9,544	–10,340	–5,854	1,074	–6,789	–13,690	–13,826

5.3.4 При наличии в пределах длины сваи нескольких слоев грунта рекомендуется для определения сопротивления грунта на боковой поверхности сваи пользоваться одним приведенным значением коэффициента пропорциональности K, принимаемым в зависимости от грунтов, расположенных до глубины ℓ_K, м, отсчитываемой от поверхности грунта при высоком ростверке (выше уровня земли) или от подошвы для заглубленного в грунт ростверка,

$$\ell_K = 3{,}5d + \Delta, \qquad (12)$$

где d – диаметр ствола сваи, м;

Δ – коэффициент, принимаемый равным 1,5 м.

Если в пределах глубины ℓ_K расположено два слоя грунта, то приведенное значение K находят по формуле

$$K = \frac{K_I \ell_I (2\ell_K - \ell_I) + K_{II}(\ell_K - \ell_I)^2}{\ell_K^2}, \quad (13)$$

где ℓ_I – толщина первого (верхнего слоя) грунта, м;

K_I, K_{II} – коэффициенты пропорциональности, принимаемые по таблице Д.1 СП 50–102–2003 для грунтов I и II слоев.

5.3.5 В проектной документации требуемая прочность материала свай должна быть определена в составе расчетов прочности:

- ствола сваи (в сечении) при сжатии (растяжении) и изгибе;
- ствола сваи при действии монтажных нагрузок (завинчивании);
- винтовой лопасти;
- сваи в местах соединений, в зависимости от вида соединения и нагрузок.

5.3.6 При расчете свай по прочности в соответствии с СП 24.13330.2011 сваю следует рассматривать как стержень, жестко защемленный в грунте, в сечении, расположенном от подошвы ростверка на расстоянии не менее ℓ_I, рассчитываемом по формуле

$$\ell_I = \ell_0 + \frac{2}{\alpha_\varepsilon}, \quad (14)$$

где ℓ_0 – длина участка сваи от подошвы высокого ростверка до уровня планировки грунта, м.

5.3.7 При проверке сечений сваи по сопротивлению материала (прочности) расчетные значения сжимающих сил N_z, кН, изгибающих моментов M_z, кН/м, и поперечных сил Q_z, кН, действующих в различных сечениях сваи, следует определять в проектной документации согласно СП 24.13330.2011, СП 16.13330.2017 СП 53–102–2004 и СП 294.1325800.2017.

5.4 Расчет свай по деформациям

5.4.1 Расчет свай и свайных фундаментов по деформациям следует выполнять исходя из условия пункта 7.1.16 СП 24.13330.2011

$$S \le S_u, \quad (15)$$

где S – совместная деформация сваи, свайного фундамента и сооружения (осадка, перемещение, относительная разность осадок свай, свайных фундаментов и т. п.), м;

S_u – предельное значение совместной деформации основания сваи, свайного фундамента и сооружения, устанавливаемое в соответствии с СП 22.13330.2016, м.

5.4.2 Расчет осадки одиночной сваи, прорезающей слой грунта с модулем сдвига G_1, МПа, коэффициентом Пуассона ν_1 и опирающейся на грунт, рассматриваемый как линейно-деформируемое полупространство, характеризуемое модулем сдвига G_2, МПа, и коэффициентом Пуассона ν_2, допускается производить при выполнении требований подраздела 5.2 и при условии $L/d > G_1L/G_2d > 1$ по следующим формулам:

- для одиночной лопастной сваи

$$S = \frac{0{,}22N}{G_2D} + \frac{Nh_{св}}{E_{гр}A_{лоп}}, \quad (16)$$

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

- для одиночной спиральной сваи

$$S = \frac{1}{\gamma_o}\left(\frac{0{,}22N}{G_2d_b} + \frac{Nh_{св}}{E_{гр}A}\right), \quad (17)$$

где d_b – диаметр уширения сваи, м;

γ_o – коэффициент надежности по осадке, его величина равна для супесей 1/10, для суглинков – 1/5, для песков – 1/2.

5.4.3 Проверка соблюдения условий допустимости расчетных значений горизонтального перемещения головы сваи и угла ее поворота в соответствии с приложением В СП 24.13330.2011 предусматривает выполнение следующих условий:

$$U_p \le U_u, \quad (18)$$

$$\psi_p \le \psi_u, \quad (19)$$

где U_p и ψ_p – расчетные значения соответственно горизонтального перемещения головы сваи, м, и угла ее поворота, рад;

U_u и ψ_u – предельные значения соответственно горизонтального перемещения головы сваи, м, и угла ее поворота, рад, устанавливаемые в задании на проектирование здания или сооружения.

5.4.4 Расчетные значения U_p и ψ_p следует определять по формулам (СП 50–102–2003)

$$U_p = U_0 + \psi_0\ell_0 + \frac{H\ell_0^3}{3E_{св}I} + \frac{M\ell_0^2}{2E_{св}I}, \quad (20)$$

$$\psi_p = \psi_0 + \frac{H\ell_0^2}{2E_{св}I} + \frac{M\ell_0}{E_{св}I}, \quad (21)$$

где H и M – расчетные значения поперечной силы, кН, и изгибающего момента, кН·м, действующие на голову сваи.

5.4.5 Горизонтальное перемещение U_0 и угол поворота ψ_0 следует определять по формулам

$$U_0 = H_0\varepsilon_{HH} + M_0\varepsilon_{HM}, \quad (22)$$

$$\psi_0 = H_0\varepsilon_{MH} + M_0\varepsilon_{MM}, \quad (23)$$

где H_0 и M_0 – расчетные значения соответственно поперечной силы, кН, и изгибающего момента, кН·м, в рассматриваемом сечении сваи, принимаемые равными $H_0 = H$ и $M_0 = M + H\ell_0$;

ε_{HH} – горизонтальное перемещение сечения, м/кН, от силы $H_0 = 1$ кН;

ε_{HM} – горизонтальное перемещение сечения, 1/(кН·м), от изгибающего момента $M_0 = 1$ кН·м;

ε_{MH} – угол поворота сечения, 1/кН, от силы $H_0 = 1$ кН;

ε_{MM} – угол поворота сечения, 1/кН·м, от изгибающего момента $M_0 = 1$ кН·м.

Величины горизонтальных перемещений сечений ε_{HH} и ε_{HM}, а также углов поворота ε_{MH} и ε_{MM} определяют по приложению Д.5 СП 50–102–2003.

5.5 Расчет винтовых свай на воздействие сил морозного пучения

5.5.1 Расчет винтовых свай по устойчивости и прочности на воздействие сил морозного пучения грунтов следует производить в соответствии с нормами проектирования и строительства зданий и сооружений на свайных фундаментах в сезоннопромерзающих пучинистых грунтах и СП 24.13330.2011.

5.5.2 Устойчивость свайных фундаментов на действие касательных сил морозного пучения грунтов необходимо проверять согласно приложению Ж СП 24.13330.2011 из условия

$$\tau_{fh}A_{fh} - F \le \frac{\gamma_c}{\gamma_g}F_{rf}, \quad (24)$$

где τ_{fh} – расчетная удельная касательная сила пучения, которую следует определять, как правило, опытным путем, кПа;

Примечание – При отсутствии опытных данных допускается принимать значение τ_{fh} по таблице 6 в зависимости от глубины промерзания-оттаивания, вида и характеристик грунта.

A_{fh} – площадь боковой поверхности смерзания сваи в пределах расчетной глубины сезонного промерзания-оттаивания грунта, м^2;

F – расчетная нагрузка на сваю, принимаемая с коэффициентом 0,9 по наиболее невыгодному сочетанию нагрузок и воздействий, включая выдергивающие (ветровые, крановые и т. п.), кН;

F_{rf} – расчетное значение силы, удерживающей сваю от выпучивания вследствие трения его боковой поверхности о талый грунт, лежащий ниже расчетной глубины промерзания, кН.

Примечание – Коэффициенты γ_c и γ_g применяют равными соответственно 1,0 и 1,1.

Таблица 6

Грунты и их характеристики	Значения τ_{fh}, кПа, при глубине сезонного промерзания-оттаивания, м		
	До 1,5	2,5	3,0 и более
Супеси, суглинки и глины при показателе текучести $J_L > 0,5$, крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые при показателе дисперсности $D_s > 5$ и степени влажности $S_r > 0,95$	110	90	70
Супеси, суглинки и глины при $0,25 < J_L \le 0,5$, крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые при $D_s < 1$ и $0,8 < S_r \le 0,95$	90	70	55
Супеси, суглинки и глины при $J_L < 0,25$, крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые при $D_s > 1$ и $0,6 < S_r \le 0,8$	70	55	40

Примечания

1 Для промежуточных глубин промерзания τ_{fh} принимается интерполяцией.

2 При металлической поверхности фундамента без специальной обработки значения τ_{fh} умножают на коэффициент 0,8.

3 Для сооружений III уровня ответственности значения τ_{fn} умножают на коэффициент 0,9.

5.5.3 Расчетное значение силы F_{rf}, кН, удерживающей сваю от выпучивания, находят по формуле

$$F_{rf} = u\sum_{i=1}^{n} f_i h_i. \qquad (25)$$

5.6 Обеспечение долговечности винтовых свай

5.6.1 Необходимые меры по обеспечению долговечности конструкций и оснований зданий и сооружений с учетом конкретных условий эксплуатации проектируемых объектов, а также расчетные сроки их службы должны устанавливаться проектной документацией. Долговечность винтовых свай следует определять в соответствии с требованиями ТР ТС 014/2011, ГОСТ 27751–2014, положениями

раздела 7 и настоящего подраздела. Требования по обеспечению необходимой долговечности свай должны входить в состав технического задания заводу-изготовителю или поставщику винтовых свай.

5.6.2 Для обеспечения требуемой долговечности винтовых свай при проектировании необходимо учитывать влияние на них агрессивной среды и условий эксплуатации (попеременного замораживания-оттаивания, наличия противогололедных реагентов, воздействия морской воды, выбросов промышленных производств и т. д.), а также свойства применяемых материалов, возможные способы защиты от негативных воздействий среды и деградацию их свойств со временем.

5.6.3 Параметры винтовых свай, влияющие на долговечность (толщина и марка стали лопастей и ствола сваи, диаметр ствола сваи), должны определяться на основании их расчетов на прочность. Для винтовых свай, работающих в условиях знакопеременных нагрузок, следует выполнять расчет на усталостную прочность.

5.6.4 Степени агрессивного воздействия среды на металлические конструкции определяют в соответствии с приложением Х СП 28.13330.2017. Проектирование металлических конструкций в условиях воздействия агрессивных сред выполняют в соответствии с разделом 9 СП 28.13330.2017.

5.6.5 При разработке проекта сооружения с применением винтовых свай необходимо одновременно разрабатывать мероприятия по оценке опасности и защите свай от коррозии.

Видами коррозионного воздействия на наружную или внутреннюю поверхность стальных винтовых свай являются:

- атмосферная коррозия;
- коррозия в грунтах и почвенно-грунтовых водах;
- биокоррозия;
- коррозия, вызванная блуждающими токами;
- коррозия, вызванная индуцированным переменным током.

Примечание – Атмосферная коррозия возникает на участках выхода свай из земли, участках размывов, выветривания, при вскрытии подземной части сооружения и учитывается при планировании защитных мероприятий, в том числе требований к защитным покрытиям винтовых свай.

5.6.6 Оценка опасности атмосферной коррозии осуществляется по величине коррозионных потерь в соответствии с ГОСТ 9.039–74 и степени коррозионной агрессивности атмосферы по ГОСТ 15150–69.

5.6.7 Коррозионная агрессивность грунта и почвенно-грунтовых вод по отношению к винтовым сваям характеризуется значениями удельного электрического сопротивления грунта (почвенно-грунтовых

вод), средней плотностью катодного тока и наличием (или отсутствием) признаков биокоррозии. Коррозионная агрессивность грунта и почвенно-грунтовых вод определяется по ГОСТ 9.602–2016.

5.6.8 Оценка опасности биокоррозии осуществляется на основании следующих признаков:

- типа, размеров и расположения коррозионного повреждения (питтинговая коррозия);
- наличия коррозионных повреждений под отслоившимся защитным покрытием;
- условий протекания коррозионного процесса (аэробного, анаэробного);
- наличия коррозионных повреждений, не связанных с воздействием блуждающих токов;
- идентификации продуктов биокоррозии.

Критерием биокоррозионной опасности (агрессивности грунта), связанным с воздействием сульфатредуцирующих бактерий, может являться наличие визуальных признаков (окрашенности грунта в сероватые, сизые, голубоватые тона) и наличие в грунте восстановленных соединений серы.

Оценку опасности биокоррозии, обусловленной воздействием микроорганизмов, следует осуществлять на основании идентификации и установления связи их жизнедеятельности с коррозионным процессом. Предварительным подтверждением опасности биокоррозии, обусловленной воздействием микроорганизмов, являются положительные результаты определения качественных признаков биокоррозии согласно приложению В ГОСТ 9.602–2016.

5.6.9 Оценка опасности коррозии, вызванной блуждающими токами и индуцированным переменным током промышленной частоты, осуществляется в соответствии с приложениями Г, Д, Е ГОСТ 9.602–2016.

5.6.10 Основными методами защиты винтовых свай от коррозии в грунтах и почвенно-грунтовых водах и коррозии, вызванной блуждающими токами, являются:

- применение защитных покрытий по СП 28.13330.2017;
- применение средств электрохимической защиты по ГОСТ 9.602–2016;
- увеличение толщины металла лопасти и стенки ствола сваи;
- использование специальных легированных коррозионностойких сталей (марок 09Г2С, 10Г2С, 09Г2Д по ГОСТ 19281–2014 или 14ХГНДЦ по ГОСТ Р 55374–2012 в насыпных грунтах из шлаковых или зольно-шлаковых отвалов).

5.6.11 Дополнительными методами защиты свай от коррозии являются:

- расположение сооружений с учетом опасности воздействия блуждающих и индуцированных токов;

- ограничение блуждающих и индуцированных токов и напряжений на их источнике;

- заполнение ствола сваи песчано-цементным или бетонным раствором.

5.6.12 При определении методов защиты от коррозии винтовых свай производят оценку условий строительства и эксплуатации сооружений, определение критериев опасности коррозии, принимают решения по электрохимической защите, выбирают защитные антикоррозийные покрытия, а также другие методы защиты, соответствующие условиям эксплуатации.

Независимо от коррозионной агрессивности грунта в качестве основного метода защиты от коррозии предусматривают применение защитных покрытий из расчета на весь период эксплуатации свай.

5.6.13 При проектировании защиты от коррозии винтовых свай, эксплуатирующихся в районах с расчетной температурой наружного воздуха ниже –40 °С, необходимо учитывать требования ГОСТ 9.401–2018. За температуру наружного воздуха принимается температура наиболее холодной пятидневки.

5.6.14 Электрохимическую защиту винтовых свай совместно с защитными покрытиями следует предусматривать при высокой коррозионной агрессивности грунта (по ГОСТ 9.602–2016) и опасном влиянии блуждающих и индуцированных токов.

5.6.15 Для защиты от биокоррозии с целью снижения агрессивности окружающей среды могут применяться допущенные к использованию в установленном порядке биоциды и ингибиторы коррозии по ГОСТ 9.502–82.

5.6.16 Защитные покрытия, как правило, должны быть нанесены в заводских (базовых) условиях на механизированных линиях. Работы по нанесению защитных покрытий в условиях стройплощадки осуществляют при изоляции сварных стыков, устранении повреждений покрытия (не более 10 % площади), возникших при транспортировке.

Места повреждения защитного покрытия ремонтируют с применением материалов, соответствующих основному защитному покрытию, ремонтными составами в соответствии с рекомендациями производителя защитных покрытий.

6 Рекомендации по технологии монтажа винтовых свай

6.1 Общие положения

6.1.1 При монтаже винтовых свай следует руководствоваться ГОСТ 32867–2014, СП 70.13330.2012, СП 50–102–2003, а также соблюдать требования правил охраны труда, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

6.1.2 Устройство винтовых свай рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- планировка поверхности площадки (если требуется);
- разбивка и закрепление осей погружаемых свай;
- приемка партии (поставки) винтовых свай, проверка наличия всех деталей, сборочных единиц (входной контроль);
- проведение полевых испытаний в соответствии с подразделом 7.4 методического документа, ГОСТ 5686–2012, ГОСТ 19912–2012;
- погружение свай до проектной отметки;
- приемка свай (свайного поля) согласно подразделу 7.5 с составлением акта скрытых работ на их погружение;
- проведение испытаний свай статической нагрузкой в соответствии с подразделом 7.4 методического документа и ГОСТ 5686–2012, если фактические результаты погружения свай не соответствуют проектным и нормативным требованиям.

6.1.3 В целях минимального нарушения структуры грунтов при погружении свай и сокращения времени их погружения в соответствии с СП 50–102–2003 значение осевой пригрузки должно приниматься в зависимости от плотности проходимого грунта. Осевую пригрузку рекомендуется принимать такой, чтобы коэффициент погружения сваи $k_п$, вычисляемый как отношение теоретического числа оборотов сваи на 0,5 м ее погружения $n_т$ к фактическому числу оборотов n, определяемому путем умножения скорости вращения выходного вала установки для погружения на продолжительность погружения, был возможно ближе к 1.

Теоретическое число оборотов сваи на 0,5 м ее погружения $n_т$ определяют путем деления 0,5 м на шаг спирали (винтовой лопасти).

6.1.4 При нарушении технологического цикла погружения винтовых свай в связи с местными скоплениями галечника, крупных валунов и т. п. допускается изменение их расположения

в процессе производства работ (извлечение свай и повторное погружение) при расчетном обосновании и согласовании с проектной организацией.

В подобных случаях допускается применение лидерных скважин диаметром меньше диаметра ствола сваи на 0,1d и расположением низа скважины не менее чем на 1 м выше отметки расположения нижнего конца сваи.

6.1.5 При погружении СВКС в структурно-неустойчивых грунтах вместо устройства лидерных скважин допускается по СП 50–102–2003 выполнять рыхление грунтов шнековым буром (без подъема его при бурении) в пределах грунтового массива (цилиндра), диаметр которого не менее чем на 0,1d меньше диаметра ствола сваи и отметка низа массива не менее чем на 0,5 м выше проектной отметки расположения нижнего конца сваи (с учетом физико-механических характеристик разрыхленного грунта по СП 50–102–2003).

Расстояние между осями спиральных свай должно соответствовать проектной документации, но быть не менее 4d.

6.1.6 После погружения свай в соответствии с пунктом 15.2.29 СП 50–102–2003 внутренняя полость ствола сваи может заполняться цементно-песчаной или бетонной смесью (кроме свай, оцинкованных внутри горячим или термодиффузионным способом) или песком с созданием бетонной пробки в верхней части ствола. Состав бетонной смеси, необходимость бетонирования и армирования ствола сваи определяются в проектной документации в зависимости от условий работы сваи и свойств грунтов основания.

6.1.7 При монтаже винтовых свай следует учитывать требование СП 50–102–2003: предельные отклонения фактического положения свай в плане от проектного при однорядном расположении поперек оси свайного ряда составляют ±0,2d, а вдоль оси ряда ±0,3d; для кустов и лент с расположением в два и три ряда ±0,2d – для крайних свай поперек оси свайного ряда и ±0,3d – для остальных свай и крайних свай вдоль оси свайного ряда; для сплошного свайного поля ±0,2d – для крайних свай и ±0,4d – для средних свай.

Предельные отклонения фактических отметок голов свай от проектных при монолитном ростверке или плите равны ±3 см, при сборном ростверке ±1 см, а в безростверковом фундаменте со сборным оголовком ±5 см.

Предельные отклонения осей погруженных свай от вертикали составляют ±2 % их длины.

6.2 Рекомендации по выбору средств механизации

6.2.1 Для погружения винтовых свай рекомендуется применять следующие инструменты и механизмы:

- ручной инструмент (ворот или ручной рычажный ключ);
- малогабаритные вращающие механизмы (гидравлические и электрические завинчивающие устройства) (приложение Е);
- навесное гидравлическое оборудование, навешиваемое на стрелу экскаватора или крана-манипулятора (см. приложение Е);
- специальное механизированное оборудование (с устройством для захвата и погружения сваи) (см. приложение Е).

6.2.2 Сваи винтовые лопастные с диаметром ствола до 159 мм и диаметром лопасти до 300 мм допускается устанавливать как вручную, так и с помощью вращающих механизмов и специального оборудования. Сваи с диаметром ствола от 159 до 325 мм рекомендуется устанавливать с применением специального механизированного оборудования, например универсальной бурильной машины типа УБМ-85.

6.2.3 Для погружения в грунт спиральных свай диаметром ствола до 89 мм и длиной до 2 м допускается применять ручной инструмент. Сваи длиной до 2,5 м и диаметром до 114 мм рекомендуется устанавливать с использованием электрического завинчивающего устройства, длиной более 2,5 м и диаметром более 114 мм – с использованием специального механизированного оборудования, например буровых установок типа AICHI D-502.

6.2.4 Специальные механизмы для погружения винтовых свай (в том числе машины для завинчивания) должны обеспечивать проектное значение величины крутящего момента и гарантировать вертикальность или точность угла наклона сваи при погружении.

6.3 Операционный контроль производства работ

6.3.1 Операционный контроль в соответствии с ГОСТ 32731–2014 и СП 48.13330.2011 включает проверку:

- соответствия последовательности и состава выполняемых технологических операций при устройстве винтовых свай проектной документации и проекту производства работ;
- соблюдения технологических режимов, установленных технологическими картами и регламентами;
- соответствия показателей качества выполнения операций и их результатов требованиям проектной и технологической документации, а также распространяющейся на данные технологические операции

нормативной документации (в том числе правильность разбивки и закрепления осей свай, соответствие глубины погружения свай проектной отметке).

6.3.2 В проектной документации рекомендуется указывать места выполнения контрольных операций, их частоту, исполнителей, методы и средства измерений, формы записи результатов, порядок принятия решений при выявлении несоответствий установленным требованиям.

6.3.3 В процессе погружения винтовых свай через каждые 0,5 м должны фиксироваться продолжительность погружения сваи и значения крутящего момента в соответствии с СП 50–102–2003 и заноситься в журнал устройства винтовых свай (приложение Ж).

Допускается в процессе погружения винтовых свай производить фиксацию данных манометра гидролинии навесного оборудования, а контрольный замер по окончании их монтажа осуществлять с помощью динамометрических устройств.

6.3.4 Результаты операционного контроля должны быть занесены в общий журнал работ и журнал производственного операционного контроля строительно-монтажных работ (см. приложение Ж).

6.4 Геотехнический мониторинг

6.4.1 Состав работ, объем и методы геотехнического мониторинга должны быть определены в проектной документации в зависимости от уровня ответственности объекта строительства, его конструктивных особенностей, способа устройства свайных фундаментов, инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки, удаленности окружающей существующей застройки, требований эксплуатации и результатов геотехнического прогноза.

6.4.2 Натурные наблюдения за погружением свай в составе геотехнического мониторинга, поведением конструкций фундаментов и их оснований в процессе строительства и эксплуатации следует выполнять в соответствии с СП 22.13330.2016, СП 24.13330.2011, СП 25.13330.2012 и СП 50–102–2003.

6.4.3 Натурные наблюдения включают:

- контроль за поведением самих сооружений и состоянием их несущих конструкций – измерение деформаций сооружений (осадок, кренов, горизонтальных смещений и др.); фиксацию и наблюдение за раскрытием трещин; измерение усилий в распорных и анкерных конструкциях;

- наблюдение за напряженным состоянием массива грунта и гидрогеологической обстановкой – измерение напряжений и деформаций в грунтовом массиве; составом и режимом подземных

вод; развитием неблагоприятных инженерно-геологических процессов (суффозией, оседанием поверхности, температурно-влажностными процессами и др.); состоянием температурного, электрического и других физических полей;

- контроль за изменением окружающей среды при опасности загрязнения грунтов и подземных вод, газовыделении, радиационном излучении и т. п.

6.4.4 На основе полученных результатов натурных наблюдений проектная организация уточняет прогноз напряженно-деформированного состояния грунтового массива и гидрогеологического режима, вносит коррективы в проектные решения, а также разрабатывает в необходимых случаях противоаварийные и защитные мероприятия.

6.4.5 При эксплуатации сооружения должны быть обеспечены систематический контроль противокоррозионной защиты и опасности коррозии, а также регистрация и анализ причин коррозионных повреждений.

7 Рекомендации по контролю и приемке винтовых свай

7.1 Общие положения

7.1.1 Дорожно-строительные материалы и изделия, в том числе винтовые сваи и комплектующие изделия, поступающие для строительства, реконструкции, капитального ремонта и эксплуатации автомобильных дорог, подлежат входному контролю по ГОСТ 24297–2013 и должны соответствовать требованиям проектной документации и ТР ТС 014/2011. Соответствие требованиям должно быть подтверждено в установленном законодательством государств – членов Таможенного союза порядке путем проведения их испытаний. В соответствии с ТР ТС 014/2011 подрядчик (генподрядчик) несет ответственность за качество поступающих на объект изделий. Подрядчик (генподрядчик) имеет право провести полный перечень испытаний поступающих изделий на соответствие требованиям проектной документации. Заказчик проводит выборочные испытания поступающих изделий на соответствие требованиям проектной документации.

7.1.2 Перед выпуском в обращение на рынке дорожно-строительные материалы и изделия, в том числе винтовые сваи, должны пройти подтверждение соответствия требованиям безопасности ТР ТС 014/2011.

7.1.3 Типовая схема подтверждения соответствия требованиям безопасности и проектной документации включает набор действий (элементов), результаты которых используются для принятия

решения о соответствии (несоответствии) продукции требованиям ТР ТС 014/2011. К ним отнесены:

- анализ технической документации;
- идентификация, испытания продукции, исследования ее типа;
- оценка производства, производственный контроль;
- выдача сертификата соответствия, принятие декларации о соответствии техническим регламентам по единой форме, утвержденной Комиссией Таможенного союза;
- инспекционный контроль.

7.2 Подтверждение соответствия винтовых свай требованиям проектной документации

7.2.1 Для подтверждения соответствия винтовых свай требованиям, установленным проектной документацией, прошедшей экспертизу и принятой заказчиком, изготовитель свай должен иметь согласно ТР ТС 014/2011 следующие документы:

- стандарт организации;
- сертификат на систему менеджмента изготовителя (при наличии);
- сертификаты соответствия винтовых свай;
- технические условия на винтовые сваи, зарегистрированные в порядке, установленном в Российской Федерации;
- протоколы испытаний винтовых свай, проведенных изготовителем, или аккредитованными испытательными лабораториями;
- сертификаты соответствия на материалы, из которых они изготовлены, и комплектующие изделия или протоколы их испытаний;
- другие документы, прямо или косвенно подтверждающие соответствие винтовых свай, комплектующих изделий и материалов, из которых они изготовлены, требованиям безопасности технического регламента и проектной документации.

7.2.2 Сертификаты соответствия, технические условия, протоколы испытаний на винтовые сваи должны содержать требуемые для проектной документации параметры изделий (в соответствии с ГОСТ 27751–2014, СП 24.13330.2011, разделом 5 и пунктом 7.2.1 методического документа), включая:

- тип и размеры винтовых свай;
- величины, характер и направления допускаемых нагрузок и воздействий (расчетная схема) на винтовые сваи;
- прочность материала свай, свай в местах соединений, винтовой лопасти (для СВЛ);
- вид и толщину антикоррозийного защитного покрытия.

7.3 Входной контроль

7.3.1 Входной контроль винтовых свай и комплектующих изделий, поступающих на объект, выполняется заказчиком и подрядчиком для оценки их соответствия требованиям проектной документации, ТР ТС 014/2011 и другим действующим нормативным документам путем проведения визуального осмотра и сличения документов с поступившей продукцией на их соответствие.

Если соответствие не установлено, должно быть принято решение о дополнительных испытаниях винтовых свай и комплектующих изделий. Методы и средства этих испытаний и измерений винтовых свай должны отвечать требованиям стандартов, технических условий и (или) технических свидетельств на изделия.

7.3.2 Каждая партия свай должна сопровождаться документом о качестве, содержащим:

- наименование предприятия-изготовителя;
- сертификат или декларацию о соответствии требованиям безопасности ТР ТС 014/2011, в том числе по соответствию антикоррозийного покрытия;
- номер документа и дату выдачи.

7.3.3 Входной контроль включает выполнение следующих процедур:

- проверку наличия, комплектности и анализ сопроводительной документации (см. пункт 7.2.1);
- внешний осмотр винтовых свай (сохранность изделия, комплектность, наличие маркировки и т. д.);
- документальное оформление решения по результатам входного контроля.

7.3.4 Входной контроль при проведении дополнительных испытаний по отдельным (всем) показателям качества в соответствии с нормативно-технической документацией на продукцию предусматривает:

- отбор образцов винтовых свай;
- проведение испытаний по показателям качества, указанным в нормативно-технической документации;
- регистрацию результатов контроля и испытаний;
- обработку результатов входного контроля и принятие решения.

7.3.5 Результаты входного контроля должны быть документально оформлены (см. приложение Ж).

7.4 Полевые испытания

7.4.1 Полевые контрольные испытания свай при строительстве проводят на основе ГОСТ 30672–2012 с целью проверки соответствия несущей способности свай расчетным нагрузкам, установленным в проекте свайного фундамента.

Проведение полевых испытаний винтовых свай предусмотрено СП 24.13330.2011 в объеме, установленном проектной документацией, после проведения приемочного контроля до начала работ по устройству винтовых свай, а также на этапе приемки работ для проверки свай в полевых условиях на соответствие проектным и нормативным требованиям (см. пункт 7.2.1) согласно ГОСТ 5686–2012 и ГОСТ 19912–2012.

7.4.2 Несущую способность свай при наличии результатов полевых исследований, проведенных в соответствии с требованиями СП 24.13330.2011, следует принимать по результатам испытаний свай статической нагрузкой. Если проектной документацией предусмотрены другие виды испытаний натурных свай (методами статического зондирования грунтов), их несущую способность рекомендуется определять с учетом данных, указанных в подразделе 7.3 СП 24.13330.2011.

7.4.3 Статические испытания свай следует производить, соблюдая требования ГОСТ 5686–2012 и СП 24.13330.2011, а испытания грунтов статическим зондированием выполнять по ГОСТ 19912–2012. Для зданий (сооружений) I уровня ответственности несущую способность свай рекомендуется определять по результатам статических испытаний тензометрических свай, выполняемых по специальной программе и при научном сопровождении специализированной научно-исследовательской организации.

7.4.4 В процессе проведения испытаний грунтов сваями всех типов следует вести журналы испытаний, а результаты оформлять в виде графиков зависимостей перемещений сваи от нагрузки в соответствии с приложением Ж ГОСТ 5686–2012.

7.4.5 Расчетную несущую способность F_d по результатам испытания винтовой сваи вдавливающей, выдергивающей и горизонтальной статическими нагрузками следует определять по формуле

$$F_d = \gamma_c F_{u,n}/\gamma_g, \quad (26)$$

где $F_{u,n}$ – нормативное значение предельного сопротивления сваи, кН.

В случае вдавливающих или горизонтальных нагрузок коэффициент $\alpha = 1$; при выдергивающих нагрузках для сваи, погружаемой в грунт на глубину менее 4 м, γ_c – 0,6, на глубину 4 м и более для всех сооружений, кроме опор воздушных линий электропередачи, γ_c – 0,8.

7.4.6 Состав и обработка результатов полевых испытаний должны соответствовать требованиям ГОСТ 5686–2012, ГОСТ 20522–2012, СП 24.13330.2011.

7.4.7 Частное значение предельного сопротивления винтовой сваи в точке зондирования F_u, кН, следует определять согласно ГОСТ 19912–2012 и СП 24.13330.2011.

7.4.8 Состав испытаний по предельному горизонтальному перемещению головы сваи и угла поворота ее поперечного сечения при совместном действии вертикальной и горизонтальной сил и изгибающего момента должен учитывать сочетание нагрузок и соответствовать ГОСТ 5686–2012, СП 24.13330.2011, пунктов 5.1.3 и 5.1.4 методического документа.

7.4.9 В случае если по результатам полевых испытаний несущая способность винтовых свай окажется меньше расчетной, определенной в проектной документации, подрядной организации необходимо составить акт и уведомить проектную организацию и заказчика для принятия решения.

7.5 Рекомендации по приемочному контролю выполненных работ

7.5.1 Приемочный контроль выполненных работ по устройству свай рекомендуется выполнять по ГОСТ 32756–2014 применительно к сооружениям на винтовых сваях.

7.5.2 Перечни конкретных видов работ, относящихся к промежуточной приемке выполненных работ при устройстве винтовых свай, должны быть определены проектной документацией.

7.5.3 Промежуточную приемку проводят путем оценки соответствия выполненных работ требованиям проектной документации и нормативно-технических документов. Обязательными условиями для приемки работ по устройству винтовых свай являются:

- соответствие винтовых свай и комплектующих изделий установленным требованиям проектной документации;
- устранение дефектов и нарушений, отмеченных в журналах работ и авторского надзора, предписаниях строительного контроля;
- наличие комплекта необходимой исполнительной документации по ГОСТ 32756–2014;
- испытания винтовых свай статической нагрузкой согласно ГОСТ 5686–2012, если фактические результаты устройства винтовых свай не соответствуют проектным и нормативным требованиям.

7.5.4 К исполнительной документации относятся внутрипроизводственные документы подрядчика, содержащие всю необходимую информацию о выполняемых работах, а также применяемых материалах и конструкциях на объекте, оформленные в соответствии с документом [7] (для винтовых свай это акт освидетельствования скрытых работ на их устройство; исполнительная схема, отражающая в плане и профиле устройство свай; документы, подтверждающие качество продукции).

7.5.5 Приемку скрытых работ по устройству винтовых свай производят в порядке и сроки, предусмотренные ГОСТ 32756–2014.

8 Рекомендации по безопасному выполнению работ и охране окружающей среды

8.1 Организация и производство работ по устройству свайных фундаментов должны соответствовать требованиям проектной документации, СП 48.13330.2011, СП 12–136–2002, норм [8].

При организации и проведении работ во избежание пожаров, взрывов, отравлений, ожогов, других несчастных случаев и аварий, являющихся следствием несоблюдения технологического процесса, правил хранения и транспортировки материалов, следует строго выполнять требования, изложенные в нормативно-технической документации на материалы (технические условия) и в технологических инструкциях.

8.2 Перед началом выполнения работ подрядчик (субподрядчик) и администрация организации, эксплуатирующей участок, обязаны оформить акт-допуск.

8.3 Производство работ на территории действующего участка необходимо осуществлять при строгом выполнении мероприятий, указанных в акте-допуске. Эти мероприятия принимаются на основании решений, разработанных в проектной и рабочей документациях, а именно:

- установление границы территории, выделяемой подрядчику для производства работ;
- определение порядка допуска работников подрядной организации на территорию организации;
- проведение необходимых подготовительных работ на выделенной территории;
- определение зоны совмещенных работ и порядка их выполнения.

8.4 Генеральный подрядчик при выполнении совмещенных работ с участием субподрядчиков обязан:

- осуществлять их доступ на производственную территорию с учетом выполнения требований, изложенных в акте-допуске;

- обеспечить выполнение всех мероприятий охраны труда и координировать действия субподрядчиков в части выполнения мероприятий по безопасности труда согласно акту-допуску и графику выполнения совмещенных работ.

8.5 Перед началом и в процессе производства работ руководитель работ обязан:

- оформить необходимую документацию (наряд-допуск) на право производства работ в местах действия опасных или вредных факторов;

- ознакомить перед началом работ работников с мероприятиями по безопасности производства работ и оформить инструктаж с записью в наряде-допуске;

- проводить систематические осмотры участка, проверку условий труда рабочих и принимать меры к устранению выявленных недостатков;

- производить выдачу спецодежды и других средств индивидуальной защиты согласно действующим нормам.

8.6 При организации рабочей зоны до начала производства работ следует установить опасные для людей участки, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы.

8.7 Конструкция защитного и сигнального ограждения должна быть предусмотрена в рабочей документации исходя из условий производства работ (мест расположения).

При наличии опасных и вредных производственных факторов безопасность работ обеспечивается на основе выполнения мероприятий, содержащихся в рабочей документации.

Проект производства работ должен включать схемы и инструктивные указания по рациональной организации и технологии строительного производства, привязанные к местным условиям строительства, в которых намечают рациональные режимы труда и мероприятия по безопасности, организационные требования к подготовке и обслуживанию трудового процесса, перечень и количество инструмента и приспособлений, схему организации рабочего места и пр.

8.8 При производстве работ по устройству винтовых свай работники могут подвергаться воздействию опасных и вредных производственных факторов:

- движущихся машин и механизмов, оборудования и его элементов, применяемых в производственном процессе;

- пониженной и повышенной температуре воздуха рабочей зоны, так как работы ведутся на открытом воздухе;

- повышенного напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека;

- расположения рабочего места вблизи перепада по высоте от 1,3 м;

- поражения электротоком (электротравмы при работе вблизи ЛЭП);

- падающих вышерасположенных материалов, инструмента;

- метеоопасности, грозе (в первую очередь);

- недостаточной освещенности рабочей зоны;

- повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны;

- острых кромок, заусенцев и шероховатостей на поверхности материалов и оборудования.

8.9 Требования безопасности, охрана окружающей среды, а также порядок их контроля должны быть установлены в комплекте документации на устройство винтовых свай и приспособлений (технологическом регламенте) согласно действующей нормативной и технической документации, а также санитарным нормам, методикам и другим документам, утвержденным органами Министерства здравоохранения и Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации.

Все материалы, изделия и приспособления, используемые при устройстве винтовых свай, должны иметь санитарно-эпидемиологические заключения или другие документы, предусмотренные действующим законодательством и утвержденные в установленном порядке.

Приложение А
(справочное)

Основные виды и параметры винтовых свай

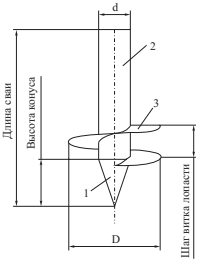
А.1 Основные виды и параметры свай винтовых лопастных

А.1.1 Сваи винтовые лопастные могут быть узколопастные (соотношение диаметра ствола и диаметра винтовой лопасти d/D = 0,6 – 0,8) и широколопастные (d/D < 0,6), кроме того, одновитковые (лопасть имеет один виток вокруг ствола сваи), многовитковые (более двух витков вокруг ствола сваи) и сплошные (лопасть по всей длине ствола сваи в виде винта), а также однолопастные (лопасть расположена только у основания сваи), двух-, трех- и более лопастные (лопасти расположены по длине ствола сваи). Лопасти могут иметь одинаковый или разный диаметр по длине ствола.

А.1.2 Примеры основных параметров и размеров наиболее распространенных винтовых широколопастных одновитковых СВЛ представлены в таблице А.1 и на рисунке А.1.

Таблица А.1

Диаметр d, мм	Длина L, мм	Толщина стенки ствола δ, мм	Диаметр лопасти D, мм
Сваи винтовые однолопастные			
57	1000–6000	3,50	200,00
76	1000–6000	3,50	250,00
89	1000–6000	3,50	250,00
108	1000–6000	4,00	300,00
133	1000–6000	4,00	350,00
159	3000–6000	8,00	400,00
168	3000–6000	10,00	450,00
219	3000–12000	10,00	500,85
273	6000–12000	10,12	500,85
325	6000–12000	10,12	600,85
Сваи винтовые двухлопастные			
60	1000–6000	5,0	200
73	1000–6000	5,5	250
89	1000–6000	6,5	250
102	1000–6000	6,5	300



1 – конус; 2 – ствол сваи; 3 – лопасть

Рисунок А.1 – Общий вид и основные элементы СВЛ

А.1.3 Для снижения трудоемкости монтажа наиболее целесообразный диаметр лопасти составляет 2,5–4 диаметра ствола, число витков винта лопасти 1–1,4 оборота, шаг винта лопасти 1–1,3 диаметра ствола, длина конического наконечника 1,2–1,6 диаметра ствола, расстояние от вершины конического наконечника до начала винтовой лопасти 0,3–0,7 диаметра ствола. Принятые соотношения параметров свай следует проверить расчетом согласно разделу 5.

А.2 Основные виды и параметры свай винтовых конусно-спиральных

А.2.1 Примеры основных параметров и размеров СВКС приведены в таблице А.2 и на рисунке А.2.

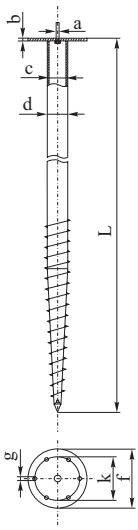
Таблица А.2

Марка сваи	Общая длина L, мм	Диаметр, мм		Диаметр отверстий фланца g, мм	Толщина оголовка (проушины фланца) b, мм
		внешний d	внутренний c		
СВКС Т4/ТВ4 57х(3)х550	550	57	51	4хМ12	-
СВКС U55/UB55 66х(3)х830	830	66	60	10х10	5
СВКС FM24/FB 76х(3,5)х2000	2000	76	69	1хМ24, 6хШ14	8
СВКС Т4/ТВ4 325х(6)х3500	3500	325	315	4хМ30	-

Примечания

1 FM24 – оцинкованное горячим способом изделие со сплошным фланцем диаметром 220 мм, с шестью технологическими отверстиями диаметром 14 мм и приваренной в центре изнутри гайкой М24 для передачи крутящего момента при вкручивании и опирании самого сооружения или ростверка сооружения, а также с 22 витками спирали с шагом 40 мм; FB – изделие с черной неоцинкованной поверхностью; Т4 – оцинкованное горячим способом изделие серии «труба в трубу» без фланца со сквозным отверстием для передачи крутящего момента при вкручивании и с четырьмя приваренными гайками М12 или М14 для фиксации стойки (опоры), а также с 5–11 витками спирали с шагом 40 мм; ТВ4 – то же, изделие с черной неоцинкованной поверхностью; U55 – оцинкованное горячим способом изделие с оголовком-проушиной U-образной формы; UB55 – то же, но изделие с черной неоцинкованной поверхностью.

2 В скобках указана толщина стенки трубного корпуса изделия, мм.



a – диаметр резьбы фланца; f – диаметр фланца; k – диаметр центров отверстий фланца

Рисунок А.2 – Общий вид и основные элементы СВКС

А.2.2 Пример оформления исходных данных для расчетов СВКС дан в таблице А.3.

Таблица А.3

Марка сваи	M_{rd}, кН·м	$F_{rd.c}$, кН	$F_{rd.t}$, кН	$F_{rd.h}$, кН
СВКС Т4/ТВ4 57х(3)х550	1,725	2,159	1,468	0,432
СВКС U55/UB55 66х(3)х830	2,751	4,119	2,746	1,716
СВКС FM24/FB 76х(3,5)х2000	2,963	44,130	29,420	19,613
СВКС Т4/ТВ4 325х(6)х3500	102,394	196,133	98,066	58,840

Примечания

1 M_{rd} – максимальный изгибающий момент силы, необходимый для деформации ствола сваи; $F_{rd.c}$, $F_{rd.t}$, $F_{rd.h}$ – максимальная нагрузка соответственно сжимающая, выдергивающая и горизонтальная.

2 Расчетные значения нагрузок даны с учетом понижающего коэффициента 1,4. Для подтверждения фактических нагрузок для определенного типоразмера СВКС необходимо проведение полевых статических испытаний по определению несущей способности свай в соответствии с ГОСТ 5686–2012 и подразделом 7.4.

А.2.3 Примеры разновидностей СВКС представлены на рисунке А.3.

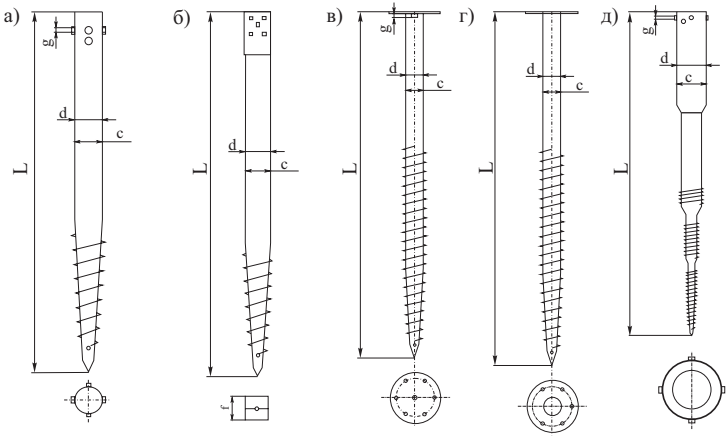


Рисунок А.3 – Примеры (а, б, в, г, д) разновидностей СВКС

Приложение Б
(справочное)

Нормативные значения прочностных и деформационных характеристик грунтов (по СП 22.13330.2016)

Б.1 Прочностные и деформационные характеристики песков четвертичных отложений приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Разновидность песка	Обозначение показателя песка	Единица измерения	Величина показателя песка при коэффициенте пористости *e*			
			0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистый и крупный	С	кПа	2	1	-	-
	φ	град	43	40	38	-
	$E_{гр}$	МПа	50	40	30	-
Средней крупности	С	кПа	3	2	1	-
	φ	град	40	38	35	-
	$E_{гр}$	МПа	50	40	30	-
Мелкий	С	кПа	6	4	2	-
	φ	град	38	36	32	28
	$E_{гр}$	МПа	48	38	28	18
Пылеватый	С	кПа	8	6	4	2
	φ	град	36	34	30	26
	$E_{гр}$	МПа	39	28	18	11

Примечание – Приведенные пески относятся к кварцевым пескам с зернами различной окатанности, содержащим не более 20 % полевого шпата и не более 5 % в сумме различных примесей (слюды, глауконита и пр.), включая органическое вещество, независимо от степени влажности.

Б.2 Прочностные характеристики глинистых нелессовых грунтов четвертичных отложений представлены в таблице Б.2.

Таблица Б.2

Разновидность грунта	Обозначение показателя грунта	Единица измерения	Величина показателя грунта при коэффициенте пористости *e*						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси при: $0 \le J_L \le 0,25$	C	кПа	21	17	15	13	-	-	-
	φ	град	30	29	27	24	-	-	-
$0,25 < J_L \le 0,75$	C	кПа	19	15	13	11	9	-	-
	φ	град	28	26	24	21	18	-	-
Суглинки при: $0 \le J_L \le 0,25$	C	кПа	47	37	31	25	22	19	-
	φ	град	26	25	24	23	22	20	-
$0,25 < J_L \le 0,5$	C	кПа	39	34	28	23	18	15	-
	φ	град	24	23	22	21	19	17	-
$0,5 < J_L \le 0,75$	C	кПа	-	-	25	20	16	14	12
	φ	град	-	-	19	18	16	14	12
Глины при: $0 \le J_L \le 0,25$	C	кПа	-	81	68	54	47	41	36
	φ	град	-	21	20	19	18	16	14
$0,25 < J_L \le 0,5$	C	кПа	-	-	57	50	43	37	32
	φ	град	-	-	18	17	16	14	11
$0,5 < J_L \le 0,75$	C	кПа	-	-	45	41	36	33	29
	φ	град	-	-	15	14	12	10	7

Примечание – Глинистые грунты относятся к грунтам, содержащим не более 5 % органического вещества и имеющим степень влажности $S_r \ge 0,8$.

Б.3 Модуль деформации глинистых нелессовых грунтов указан в таблице Б.3.

Таблица Б.3

Происхождение и возраст грунта		Разновидность грунта	Модуль деформации грунта Е, МПа, при коэффициенте пористости *e*										
			0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,20	1,40	1,60
Четвертичные отложения	Аллювиальные, делювиальные, озерные, озерноаллювиальные	Супеси при $0 < J_L \le 0,75$	-	32	24	16	10	7	-	-	-	-	-
		Суглинки при: $0 < J_L \le 0,25$	-	34	27	22	17	14	11	-	-	-	-
		$0,25 < J_L \le 0,5$	-	32	25	19	14	11	8	-	-	-	-
		$0,5 < J_L \le 0,75$	-	-	-	17	12	8	6	5	-	-	-
		Глины при: $0 \le J_L \le 0,25$	-	-	28	24	21	18	15	12	-	-	-
		$0,25 < J_L \le 0,5$	-	-	-	21	18	15	12	9	-	-	-
		$0,5 < J_L \le 0,75$	-	-	-	-	15	12	9	7	-	-	-
	Флювиогляциальные	Супеси при $0 \le J_L \le 0,75$	-	33	24	17	11	7	-	-	-	-	-
		Суглинки при: $0 \le J_L \le 0,25$	-	40	33	27	21	-	-	-	-	-	-
		$0,25 < J_L \le 0,5$	-	35	28	22	17	14	-	-	-	-	-
		$0,5 < J_L \le 0,75$	-	-	-	17	13	10	7	-	-	-	-
	Мореные	Супеси, суглинки при $J_L \le 0,5$	60	50	40	-	-	-	-	-	-	-	-
Юрские отложения оксфордского яруса		Глины при: $0,25 \le J_L \le 0$	-	-	-	-	-	-	27	25	22	-	-
		$0 < J_L \le 0,25$	-	-	-	-	-	-	24	22	19	15	-
		$0,25 < J_L \le 0,5$	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12	10

Примечание – Глинистые грунты относятся к грунтам, содержащим не более 5 % органического вещества и имеющим степень влажности $S_r \ge 0,8$.

Б.4 Прочностные и деформационные характеристики глинистых заторфованных грунтов при степени заторфованности $0,05 < I_г < 0,25$ даны в таблице Б.4.

Таблица Б.4

Показатель текучести J_L грунта	Обозначение показателя грунта	Единица измерения	Величина показателя грунта при степени заторфованности $I_г$ и коэффициенте пористости e							
			0,05–0,1				0,1–0,25			
			0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	1,35
$0 \le J_L \le 0,25$	C	кПа	29	33	37	45	48	-	-	-
	φ	град	21	20	18	16	15	-	-	-
	$E_{гр}$	МПа	13	12	11	10	8,5	8	7	5
$0,25 < J_L \le 0,5$	C	кПа	21	22	24	31	33	36	39	42
	φ	град	21	20	18	16	15	14	13	12
	$E_{гр}$	МПа	11	10	8,5	7,5	7	6	5,5	5
$0,5 < J_L \le 0,75$	C	кПа	18	19	20	21	23	24	26	28
	φ	град	21	20	18	16	15	14	13	12
	$E_{гр}$	МПа	8	7	6,0	5,5	5	5	4,5	4
$0,75 < J_L \le 1$	C	кПа	-	-	-	15	16	17	18	-
	φ	град	-	-	-	18	18	18	17	-
	$E_{гр}$	МПа	6	5	4,5	4,0	3,5	3	2,5	-

Б.5 Прочностные и деформационные характеристики элювиальных песков приведены в таблице Б.5.

Таблица Б.5

Разновидность песка	Обозначение показателя песка	Единица измерения	Величина показателя песка при коэффициенте пористости e						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	1,00	1,20
Дресвяный	C	кПа	45	41	39	37	35	34	-
	φ	град	34	31	28	25	23	21	-
	$E_{гр}$	МПа	44	33	24	18	15	14	-
Крупный и средней крупности	C	кПа	41	35	29	23	19	-	-
	φ	град	32	30	27	24	22	-	-
	$E_{гр}$	МПа	44	31	22	14	13	-	-
Пылеватый	C	кПа	58	51	44	39	33	29	24
	φ	град	32	30	27	24	22	20	18
	$E_{гр}$	МПа	48	38	29	21	16	12	10

Примечание – Данные таблицы распространяются на элювиальные пески, образованные при выветривании кварцесодержащих магматических пород.

Б.6 Прочностные и деформационные характеристики элювиальных глинистых грунтов магматических метаморфических пород представлены в таблице Б.6.

Таблица Б.6

Разновидность грунта	Обозначение показателя грунта	Единица измерения	Величина показателя грунта при коэффициенте пористости *e*						
			0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,20
Супеси при:									
	C	кПа	47	44	42	41	40	39	-
$J_L < 0$	φ	град	34	31	28	26	25	24	-
	$E_{гр}$	МПа	37	30	25	20	15	10	-
	C	кПа	42	41	40	39	38	-	-
$0 \le J_L \le 0,75$	φ	град	31	28	26	25	24	-	-
	$E_{гр}$	МПа	25	18	14	12	11	-	-
Суглинки при:									
	C	кПа	57	55	54	53	52	51	50
$0 \le J_L \le 0,25$	φ	град	24	23	22	21	20	19	18
	$E_{гр}$	МПа	27	25	23	21	19	17	14
	C	кПа	-	48	46	44	42	40	37
$0,25 < J_L \le 0,5$	φ	град	-	22	21	20	19	18	17
	$E_{гр}$	МПа	-	19	16	14	13	12	11
	C	кПа	-	-	41	36	32	29	25
$0,5 < J_L \le 0,75$	φ	град	-	-	20	19	18	17	16
	$E_{гр}$	МПа	-	-	15	13	11	10	9
Глины при:									
	C	кПа	-	62	60	58	57	56	-
$0 \le J_L \le 0,25$	φ	град	-	20	19	18	17	16	-
	$E_{гр}$	МПа	-	19	18	17	16	15	-
	C	кПа	-	54	50	47	44	-	-
$0,25 < J_L \le 0,5$	φ	град	-	17	15	13	12	-	-
	$E_{гр}$	МПа	-	14	12	10	9	-	-

Примечание – Данные таблицы распространяются на элювиальные глинистые грунты, в которых содержание крупнообломочных частиц ($d \ge 2$ мм) не превышает 20 % по массе.

Б.7 Прочностные и деформационные характеристики элювиальных глинистых грунтов осадочных аргиллито-алевролитовых пород даны в таблице Б.7.

Таблица Б.7

Обозначение показателя грунта	Единица измерения	Величина показателя грунта при коэффициенте пористости *e*				
		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85
C	кПа	58	48	40	35	31
φ	град	29	24	21	19	17
$E_{гр}$	МПа	25	21	17	13	10

Б.8 Прочностные и деформационные характеристики песчаных намывных песков приведены в таблице Б.8.

Таблица Б.8

Разновидность песка	Обозначение показателя песка	Единица измерения	Величина показателя песка при коэффициенте пористости *e*					
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Средней крупности	C	кПа	8	4	3	2	-	-
	φ	град	39	37	33	30	-	-
	$E_{гр}$	МПа	45	32	25	17	-	-
Мелкий	C	кПа	10	6	4	3	1	-
	φ	град	36	33	30	27	25	-
	$E_{гр}$	МПа	35	27	19	15	12	-
Пылеватый	C	кПа	-	10	7	5	3	2
	φ	град	-	33	29	25	23	20
	$E_{гр}$	МПа	-	20	16	10	8	5

Примечание – Данные таблицы распространяются на намывные пески в возрасте не менее 4 лет.

Б.9 Для грунтов с промежуточными значениями *e*, не указанными в таблицах Б.1–Б.8, значения C, φ и $E_{гр}$ определяют интерполяцией.

Б.10 Если значения *e*, J_L грунтов выходят за пределы, предусмотренные таблицами Б.1–Б.8, характеристики C, φ и $E_{гр}$ следует определять по данным непосредственных испытаний этих грунтов.

Б.11 Допускается в запас надежности принимать характеристики C, φ и $E_{гр}$ по соответствующим нижним пределам *e*, J_L, приведенным в таблицах Б.1–Б.8, если грунты имеют значения *e*, I_L и S_r меньше этих предельных значений.

Приложение В
(рекомендуемое)

Пример расчета сваи винтовой конусно-спиральной

Исходные данные

- Грунт – суглинок полутвердый $J_L = 0$:
  - модуль деформации $E_{гр} = 27$ МПа;
  - удельное сцепление $C = 28$ кПа;
  - угол внутреннего трения $\varphi = 32°$.
- Для расчетов оснований по несущей способности:
  - расчетное удельное сцепление $C_1 = 19$ кПа;
  - угол внутреннего трения $\varphi_1 = 24°$.
- Винтовая свая:
  - тип СВКС;
  - марка FM24/FB 76х(3,5)х2500;
  - диаметр ствола $d = 76$ мм;
  - толщина стенки трубы $t = 3,5$ мм;
  - длина сваи $L = 2,5$ м;
  - глубина погружения сваи в грунт $h_{св} = 2,5$ м.
- Нагрузки, действующие на сваю:
  - продольная сила $N = 15$ кН;
  - поперечная сила $H = 5$ кН;
  - изгибающий момент $M = 2$ кН·м.

Расчет по несущей способности

Сваю по несущей способности грунта основания следует рассчитывать в соответствии с методикой, изложенной в подразделе 5.2.

Параметры, используемые в расчете

- Коэффициент условий работы сваи в грунте $\gamma_c = 1$.
- Площадь проекции сваи $A = 0,00453$ м^2.
- Периметр поперечного сечения ствола сваи $u = 0,24$ м.
- Расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности сваи $f = 40$ кПа на глубине 1,75 м, мощность слоя грунта $h = 1,5$ м.
- Коэффициент условий работы грунта:
  - под нижним концом сваи $\gamma_{cR} = 0,8$;
  - на боковой поверхности сваи $\gamma_{cf} = 1$.

Безразмерные коэффициенты по таблице 3 для $\varphi_1 = 24°$: $\alpha_1 = 18$; $\alpha_2 = 9,2$.

- Осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше нижнего конца сваи, $\gamma_1 = 20,3$ кН/м^3.
- Коэффициент надежности по назначению (ответственности) сооружения $\gamma_n = 1,15$ (для 2-го уровня ответственности).
- Коэффициент надежности по грунту $\gamma_g = 1,4$.

Расчет по несущей способности грунта основания сваи

Расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи определяем по формуле (6)

$$R = 18 \times 19 + 9{,}2 \times 20{,}3 \times 2{,}5 = 809 \text{ кПа}.$$

Расчет несущей способности по грунту сваи рассчитываем по формуле (5)

$$F_d = 1{,}0[0{,}8 \times 809 \times 0{,}00453 + 0{,}24 \times 1{,}1 \times (1{,}5 \times 40)] = 33 \text{ кН}.$$

Расчетная нагрузка на сваю по формуле (1) составит

$$N_p = 1 \times 33/(1{,}4 \times 1{,}15) = 20{,}5 \text{ кН}.$$

$$15{,}0 \text{ кН} < 20{,}5 \text{ кН}.$$

Вывод: Несущая способность обеспечена.

Расчет по устойчивости

Расчет устойчивости основания, окружающего сваю, производится согласно подразделу 5.3.

Параметры, используемые в расчете

• Коэффициент пропорциональности для суглинка полутвердого с коэффициентом текучести 0 K = 600 кН/м^4.

• Модуль деформации стали E = 2,06 × 10^5 МПа.

• Момент инерции поперечного сечения сваи

$$I = \frac{\pi[d^4 - (d - 2t)^4]}{64} = \frac{[3{,}14 \times 76^4 - (76 - 2 \times 3{,}5)^4]}{64} = 52 \text{ см}^4.$$

• Условная ширина сваи согласно пункту 5.3.3

$$b_p = 1{,}5d + 0{,}5 = 1{,}5 \times 76 + 0{,}5 = 0{,}614 \text{ м}.$$

• Расчетный коэффициент $\eta_1 = 1$.

• Длина участка сваи от подошвы ростверка до поверхности грунта $\ell_0 = 0$ м.

• Расчетное значение поперечной силы

$$H_0 = H = 5 \text{ кН}.$$

• Расчетное значение изгибающего момента

$$M_0 = M + H = 2 + 5 = 7 \text{ кН·м}.$$

Расчет устойчивости грунта основания сваи

Коэффициент деформации вычисляем по формуле (10)

$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{6000 \times 0{,}614}{2{,}06 \times 10^5 \times 52}} = 2{,}025 \text{ м}^{-1}.$$

Значение $\alpha_\varepsilon L = 2{,}025 \times 2{,}5 = 5{,}6$ больше 2,5 (см. подпункт 5.3.2), поэтому расчетное давление боковой поверхности сваи на грунт определяется на глубине $z = 0{,}85/\alpha_\varepsilon = 0{,}85/2{,}025$ м$^{-1}$ = 0,42 м.

Величину безразмерных коэффициентов при значении приведенной глубины расположения сечения сваи 0,42 м берем из таблицы 5

$$A_1 = 1{,}000;\ B_1 = 0{,}40;\ C_1 = 0{,}080;\ D_1 = 0{,}011.$$

Коэффициент, учитывающий долю постоянных нагрузок η_2, принимаем равным 1, так как в сечении сваи не возникает момента от постоянных нагрузок.

Предельное значение давления на грунт определяем по правой части формулы (7)

$$\overline{\sigma}_Z = 1 \times 1 \times \frac{4}{\cos 24}\left(20{,}3 \times 0{,}42 \times \operatorname{tg}24 + 0{,}3 \times 19\right) = 41{,}6 \text{ кПа}.$$

Перемещения $\varepsilon_{НН} = \varepsilon_{МН}$ и $\varepsilon_{ММ}$ находим по формулам приложения Д.5 СП 50–102–2003

$$\varepsilon_{НН} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon^3 EI} A_0; \qquad \text{(В.1)}$$

$$\varepsilon_{МН} = \varepsilon_{НМ} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon^2 EI} B_0; \qquad \text{(В.2)}$$

$$\varepsilon_{ММ} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon EI} C_0; \qquad \text{(В.3)}$$

$$\varepsilon_{НН} = \frac{1}{(2{,}025)^3 \times 2{,}06 \times 10^5 \times 52} \times 2{,}441 = 2{,}771 \times 10^{-3} \text{ м/кН};$$

$$\varepsilon_{МН} = \frac{1}{(2{,}025)^2 \times 2{,}06 \times 10^5 \times 52} \times 1{,}621 = 3{,}655 \times 10^{-3} \text{ м/кН};$$

$$\varepsilon_{ММ} = \frac{1}{2{,}025 \times 2{,}06 \times 10^5 \times 52} \times 1{,}751 = 7{,}995 \times 10^{-3} \text{ м/кН}.$$

Горизонтальное перемещение U_0 и угол поворота ψ_0 следует рассчитывать по формулам (20) и (21)

$$U_0 = 5 \times 2{,}717 \times 10^{-3} + 2 \times 3{,}655 \times 10^{-3} = 21 \text{ мм};$$

$$\psi_0 = 5 \times 3{,}655 \times 10^{-3} + 2 \times 7{,}995 \times 10^{-3} = 0{,}034 \text{ рад}.$$

Расчетное давление σ_Z, кПа, на грунт по контакту с боковой поверхностью сваи, возникающее на глубине z, следует определять по формуле (9)

$$\sigma_Z = \frac{6000}{2{,}025} \times 0{,}42 \times \left(21 \times 1 - \frac{0{,}034}{2{,}025} \times 0{,}4 + \frac{7}{(2{,}025)^2 \times 2{,}06 \times 10^5 \times 52} \times 0{,}08 + \right.$$

$$\left. + \frac{5}{(2{,}025)^3 \times 2{,}06 \times 10^5 \times 52} \times 0{,}011\right) = 36{,}64 \text{ кПа}.$$

Исходя из условия (7) 36,64 < 41,6.

Вывод: Расчетное давление не превышает предельно допустимое. Устойчивость основания обеспечена.

Расчет горизонтального перемещения и угла поворота (в уровне головы сваи)

Расчетные значения горизонтального перемещения сваи в уровне подошвы ростверка U, м, и угол ее поворота ψ_p, рад, следует определять по формулам (20) и (21).

При $\ell_0 = 0$ $U_p = U_0 = 21$ мм; $\psi_p = \psi_0 = 0{,}034$ рад.

Сравнительный расчет в программном комплексе

Расчетная схема в программных комплексах может использоваться для определения деформаций сечений сваи (перемещения U_p и угла поворота ψ_p) и расчетного давления σ_z на грунт по контакту с боковой поверхностью сваи. Расчетная схема сваи может быть как обособленной, так и в составе общей задачи с надфундаментными конструкциями.

Расчетная схема винтовой сваи представляет собой совокупность стержневых конечных элементов длиной не более 250 мм с жесткостью, соответствующей фактическому сечению. Грунт, окружающий сваю, рассматривается как линейно-деформируемая среда, характеризующаяся коэффициентом постели c_z, возрастающим с глубиной, и условной шириной сечения сваи b_p. В случае действия моментов и поперечных сил в двух плоскостях рассматривается пространственная расчетная схема, в которой коэффициенты постели задаются в двух плоскостях.

Расчетное значение коэффициента постели c_z для каждого стержневого элемента расчетной схемы, взаимодействующего с грунтом основания, при отсутствии опытных данных допускается рассчитывать по формуле

$$c_z = Kz, \qquad (B.4)$$

где z – глубина расположения сечения сваи в грунте, м, для которой определяют коэффициент постели по отношению к поверхности грунта при высоком ростверке или к подошве ростверка при низком ростверке. Глубина z принимается для середины рассматриваемого элемента расчетной схемы (таблица В.1).

Условная ширина сечения сваи b_p, м, принимается равной 0,614 м.

Таблица В.1

Толщина слоя, м	z, м	K, кН/м^4	c_z, кН/м^3
0,25	0,125	6000	750
	0,375		2250
	0,625		3750
	0,875		5250
	1,125		6750
	1,375		8250
	1,625		9750
	1,875		11250
	2,125		12750
	2,375		14250

В результате расчета в ПК «ЛИРА-САПР» получены эпюра отпора грунта, мозаики горизонтальных перемещений сваи и углов поворота точек сваи (рисунки В.1–В.4).

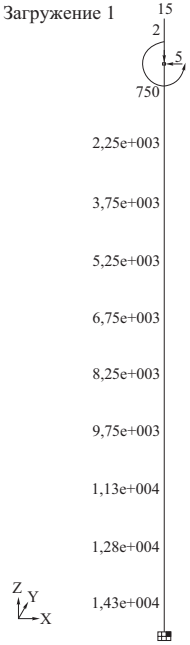
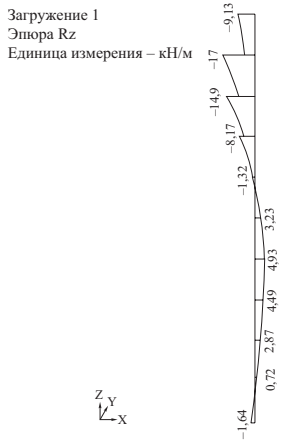


Рисунок В.1 – Общий вид расчетной схемы в ПК «ЛИРА-САПР»



Минимальное усилие – 16,9762 кН/м; максимальное усилие – 4,93361 кН/м

Рисунок В.2 – Эпюра отпора грунта

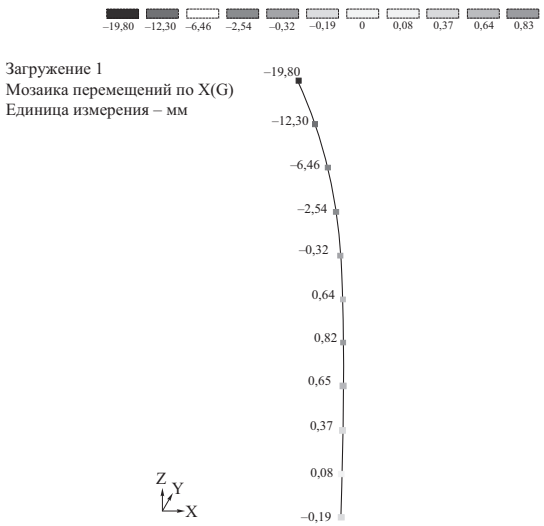


Рисунок В.3 – Мозаика горизонтальных перемещений сваи

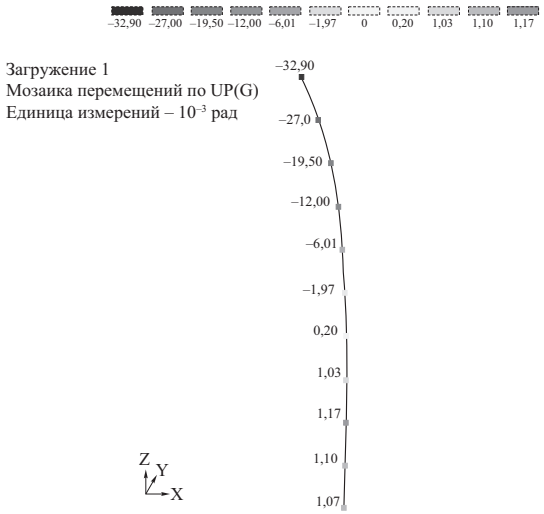


Рисунок В.4 – Мозаика углов поворота точек сваи

Сравнение результатов, полученных согласно методике СП 50–102–2003, и результатов в ПК «ЛИРА-САПР» представлено в таблице В.2.

Таблица В.2

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя		Отклонение, %
		по методике СП 50–102–2003	в ПК «ЛИРА-САПР»	
Расчетное давление	кПа	36,64	27,69	24,40
Горизонтальное перемещение	мм	21,0	–20,0	4,8
Угол поворота сечения сваи	рад	0,034	0,033	2,900

Вывод: Сравнивая полученные расчетные значения давления боковой поверхности грунта, горизонтальных перемещений и углов поворота точек сваи, можно отметить достаточно высокую сходимость.

Приложение Г
(рекомендуемое)

Пример расчета винтовой лопастной сваи

Исходные данные

- Грунт − суглинок мягкопластичный:
  - плотность ρ = 18 г/см^3;
  - коэффициент пористости e = 0,75 МПа;
  - показатель текучести J_L = 0,75;
  - угол внутреннего трения φ = 13,3°;
  - удельное сцепление С = 15,7 кПа;
  - модуль деформации $E_{гр}$ = 6000 кПа;
  - модуль сдвига грунта G_2 = 2400 кПа.
- Винтовая свая:
  - тип СВЛ;
  - марка СВ 219/6000/500;
  - диаметр ствола d = 0,219 м;
  - тип трубы – ЭЛСВ;
  - толщина стенки трубы t = 7 мм.
- Лопасть:
  - диаметр лопасти D = 0,5 м;
  - толщина лопасти $b_{лоп}$ = 8 м;
  - шаг винтовой лопасти $h_л$ = 0,2 м;
  - количество витков лопасти – 1,25.
- Длина сваи L = 6 м.
- Периметр поперечного сечения ствола сваи u = 0,69 м.
- Площадь боковой поверхности сваи P = 0,688 × 5 = 3,44 м^2.
- Защитное покрытие – полимерное толщиной 150–200 мкр.
- Несущая способность по материалу – не менее 300 кН.
- Площадь проекции лопасти $A_{лоп}$ = 0,635 м^2.

Параметры, используемые в расчете

- Глубина погружения сваи в грунт $h_{св}$ = 5 м.
- Глубина залегания лопасти сваи h_l = 4,7 м.
- Ветровой район строительства – III.
- Коэффициент условий работы γ_0 = 1.
- Коэффициент надежности по назначению (ответственности) сооружения γ_n = 1,15 (для 2-го уровня ответственности).
- Коэффициент надежности по грунту γ_g = 1,4.
- Коэффициент условий работы сваи для сжимающих нагрузок γ_c = 0,8.
- Расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности ствола для J_L = 0,75 по таблице 4 соответствует f_i = 6,5 кПа.

• Прочность и деформационные характеристики грунта в рабочей зоне необходимо определять после устройства лопастной сваи. Ввиду отсутствия этих характеристик примем допущение – уменьшив значение прочностных и деформационных характеристик применением коэффициента k = 0,8 (раздел 7.2 СП 50−102−203 для разрыхленного грунта). Значения C_1 и φ_1 в рабочей зоне составляют C_1 = 12,5 кПа, φ_1 = 10,6°, которым соответствуют α_1 = 7,8 и α_2 = 2,8.

• Осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше нижнего конца сваи, γ_1 = 17,6 кН/м^3.

Нагрузки, действующие на винтовую сваю

• Вид нагрузки − стойка прямая из двутавра 16Б1 с секцией шумозащитного экрана 3х6,09 м (конструкция экрана – прямая, длина 3 м, ширина 6,09 м); сопряжение стойки с винтовой сваей – фланцевое.

• Действующие нагрузки:
- от собственного веса конструкции;
- ветровая.

• Нормативное значение нагрузки:
- от собственного веса конструкции q_n = 0,83 кН/м;
- ветра W_n = 3,5 кН/м.

• Расчетное значение нагрузки:
- от собственного веса конструкции q_r = 0,98 кН/м;
- ветра W_r = 4,9 кН/м.

Усилия, возникающие в голове сваи

• Нормативное значение усилий:
- вертикальные N_{n1} = 5,1 кН;
- горизонтальные Q_n = 21,35 кН;
- изгибающего момента M_n = 64,9 кН·м.

• Расчетное значение усилий:
- вертикальные N_{r1} = 6,72 кН;
- горизонтальные Q_r = 29,84 кН;
- изгибающего момента M_r = 90,9 кН·м.

Расчет по несущей способности грунта основания сваи

Сваю по несущей способности грунта основания следует рассчитывать в соответствии с методикой, изложенной в подразделе 5.2.

Несущую способность лопасти винтовой сваи определяем по формуле (3)

$$F_{d0} = (7,8 \times 12,5 + 2,8 \times 17,6 \times 4,7) \times 0,635 = 208,9 \text{ кН}.$$

Несущую способность ствола винтовой сваи выполняем по формуле (4)

$$F_{df} = 0,69 \times 6,5 \times (5 - 0,5) = 20,2 \text{ кН}.$$

Расчетную несущую способность грунта рассчитываем по формуле (2)

$$F_d = 0,8 \times (20,2 + 208,9) = 183,2 \text{ кН}.$$

В соответствии с условием (1)

$$6,72 < \frac{1 \times 183,2}{1,15 \times 1,4}.$$

$$6,72 \text{ кН} < 113,7 \text{ кН}.$$

Вывод: Устойчивость обеспечена.

Расчет осадки сваи

Расчет свай и свайных фундаментов по осадке следует производить в соответствии с методикой, изложенной в подразделе 5.5, по условию предельного значения совместной деформации основания сваи, свайного фундамента и сооружения, определяемого в проектной документации в соответствии с СП 22.13330.2016.

Для одиночной сваи СВЛ осадку определяем по формуле (16)

$$S = \frac{0,22 \times 6}{2400 \times 0,5} + \frac{6 \times 5}{6000 \times 0,635} = 0,01 \text{ м}.$$

Приложение Д
(рекомендуемое)

Пример расчетов винтовых свай на воздействие сил морозного пучения

Исходные данные

- Грунт − тугопластичный суглинок:
  - плотность $\rho = 19$ г/см^3;
  - модуль деформации $E_{гр} = 2,5$ МПа;
  - коэффициент Пуассона $\nu = 0,30$;
  - показатель текучести $J_L = 0,22$;
  - угол внутреннего трения $\varphi = 22°$;
  - удельное сцепление $C = 31$ кПа;
  - расчетная глубина промерзания $h_м = 1,0$ м.

Расчет устойчивости сваи винтовой конусно-спиральной

Исходные данные

- Свая винтовая конусно-спиральная (СВКС).
- Геометрические данные:
  - общая длина $L = 6$ м;
  - длина цилиндрической части $\ell = 1$ м;
  - диаметр цилиндрической части $d = 0,114$ м;
  - периметр поперечного сечения ствола сваи (цилиндрической части) $u = 0,358$ м;
  - длина конической части $\ell_k = 5$ м;
  - приведенный диаметр конической части $d_k = 0,114/2 = 0,057$ м;
  - расчетный периметр конической части $u_k = 0,358/2 = 0,18$ м.

Параметры, используемые в расчетах

- Расчетная удаленная касательная сила пучения τ_{fh}, принимаемая по таблице 6 в зависимости от характеристик грунта и глубины промерзания с коэффициентом примерзания к металлической поверхности 0,8, равна 56 кПа.
- Площадь боковой поверхности смерзания сваи в пределах расчетной глубины сезонного промерзания-оттаивания грунта $A_{fn} = 1,0 \times 0,358 = 0,358$ м^2.
- Коэффициент надежности $\gamma_g = 1,1$.
- Расчетное сопротивление слоя талого грунта сдвигу по поверхности сваи, принимаемое по таблице 4, $f_i = 30$ кПа.
- Расчетная нагрузка на сваю F, включая вес сваи (с коэффициентом 0,9 по сочетанию нагрузок), равна 2 кН.

Расчет

Расчетное значение силы F_{rf}, удерживающей фундамент от выпучивания вследствие трения его поверхности с непромерзшим грунтом, лежащим ниже расчетной глубины промерзания, определяем по формуле (25)

$$F_{rf} = 0{,}18 \times 30 \times 5 = 27 \text{ кН}.$$

Воздействие вертикальных касательных сил морозного пучения находим из условия (24).

Вертикальная выдергивающая сила рассчитывается по формуле

$$F_d = \tau_{fh} A_{fn}, \qquad (Д.1)$$

$$F_d = 56 \times 0{,}36 = 20{,}1 \text{ кН}.$$

Проверяем выполнение условия (24)

$$(20 - 2) < (27/1{,}1).$$

Вывод: Условие устойчивости выполняется.

Расчет винтовой лопастной сваи

Исходные данные

- Свая винтовая лопастная (СВЛ).
- Геометрические данные:
- общая длина L = 6 м;
- диаметр ствола d = 0,108 м;
- диаметр лопасти D = 0,3 м;
- периметр поперечного сечения ствола сваи u = 0,33 м;
- проекция площади лопасти (за вычетом площади сечения ствола) A = 0,07 м^2.

Параметры, используемые в расчетах

- Глубина погружения $h_{св}$ = 5 м.
- Безразмерные коэффициенты α_1 и α_2, принимаемые по таблице 3 в зависимости от расчетного значения угла внутреннего трения грунта в рабочей зоне φ_I,

$$\alpha_1 = 12{,}1 \text{ и } \alpha_2 = 5{,}5.$$

- Глубина залегания лопасти от верха сваи $h_1 = 6 - 0{,}3 = 5{,}7$ м.
- Коэффициент условий работы (по таблице 2) $\gamma_c = 0{,}7$.
- Расчетное сопротивление слоя талого грунта сдвигу по поверхности сваи, принимаемое по таблице 4, f_i = 30 кПа.
- Осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше нижнего конца сваи, $\gamma_1 = 19$ кН/м^3.
- Площадь боковой поверхности смерзания сваи в пределах расчетной глубины сезонного промерзания-оттаивания грунта $A_{fn} = 1{,}0 \times 0{,}33 = 0{,}33$ м^2.

• Расчетная удельная касательная сила пучения τ_{fh}, принимаемая по таблице 6 в зависимости от характеристик грунта и глубины промерзания с коэффициентом примерзания к металлической поверхности 0,8, равна 56 кПа.

• Расчетная нагрузка на сваю, включая вес сваи (с коэффициентом 0,9 по сочетанию нагрузок), равна 2 кН.

Расчет

Воздействие вертикальных касательных сил морозного пучения определяем по формуле (Д.1)

$$F_d = 56 \times 0,33 = 18,48 \text{ кН}.$$

Расчетное значение силы F_{rf}, удерживающей фундамент от выпучивания вследствие трения его поверхности с непромерзшим грунтом, лежащим ниже расчетной глубины промерзания, находим по формуле (25)

$$F_{rf} = 0,33 \times 30 \times 4,7 = 46,53 \text{ кН}.$$

Проверяем выполнение условия устойчивости (24)

$$(18,5 - 2) < (46,53/1,1).$$

Вывод: Условие устойчивости выполняется.

Приложение Е
(справочное)

Примеры погружения свай винтовых конусно-спиральных и винтовых лопастных с использованием механизмов

а)



б)



Рисунок Е.1 – Погружение СВКС с использованием электрического завинчивающего устройства (а) и гидравлического завинчивающего устройства AICHI D-502 на базе грузового автомобиля (б)

а)



б)



Рисунок Е.2 – Погружение СВЛ с использованием электрического завинчивающего устройства (а) и гидравлического завинчивающего устройства − универсальной бурильной машины УБМ-85 на базе грузового автомобиля Урал (б)

Приложение Ж
(справочное)

Формы исполнительной документации

Ж.1 Форма журнала устройства винтовых свай

Ж.1.1 Титульный лист

Журнал
устройства винтовых свай

Объект _____

Заказчик _____

Субподрядная организация, выполняющая работы _____

Генподрядная организация _____

Проектная организация – разработчик проекта _____

Дата начала работ _____

Дата окончания работ _____

В настоящем журнале _____ пронумерованных и прошнурованных страниц.

Дата выдачи журнала «____»_____ _____ 20____г.

Руководитель субподрядной организации _____ _____
(Ф.И.О.) (подпись)

«____»_____ 20___г.

МП

Ж.1.2 Типовые страницы журнала

Установка для погружения свай _____

Абсолютная / относительная отметка верха оголовка сваи _____/_____

Номер сваи		Дата	Параметры сваи		Маркировка сваи	Количество свай в ростверке, шт.	Исполнители	Подпись производителя работ
по порядку	на схеме		длина	диаметр				
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Работы по устройству фундаментов из винтовых свай

Производитель работ _____ / _____ / «____» _____ 20____ г.
(Ф.И.О.) (подпись)

Примечание – Страницы журнала нумеруются, прошнуровываются, опечатываются и заверяются подписью руководителя субподрядной организации.

Ж.2 Форма акта освидетельствования скрытых работ

АКТ № _____
освидетельствования скрытых работ, выполненных на строительстве

_____
(наименование и место расположения объекта)

«___» _____ 20 ____ г.

Мы, нижеподписавшиеся:

Ответственный представитель исполнителя работ

_____
(должность, Ф.И.О., организация)

Ответственный представитель технического надзора

_____,
(должность, Ф.И.О., организация)

а также лица, дополнительно участвующие в освидетельствовании:

_____
(должность, Ф.И.О., организация)

_____
(должность, Ф.И.О., организация)

произвели осмотр работ, выполненных_____

_____
(наименование подрядчика или исполнителя работ)

и составили настоящий акт о нижеследующем:

1 К освидетельствованию предъявлены следующие работы _____

_____
(наименование скрытых работ)

2 Работы выполнены по проектно-сметной документации _____

_____
(наименование проектной организации, № чертежей и дата их составления
или идентификационные параметры эскиза или записи в журнале авторского надзора)

3 При выполнении работ применены _____

_____
(наименование материалов, конструкций, изделий со ссылкой на паспорта
или другие документы о качестве)

Исполнителем работ предъявлены следующие дополнительные доказательства соответствия работ предъявляемым к ним требованиям, приложенные (не приложенные) к настоящему акту

_____
(исполнительные схемы и чертежи, заключения лаборатории и т. п.)

4 При выполнении работ отсутствуют (или допущены) отклонения от проектно-сметной документации _____

_____
(при наличии отклонений указывается, кем согласованы,
№ чертежей и дата согласования)

5 Даты:

начала работ _____

окончания работ _____

6 Работы выполнены в соответствии с проектно-сметной документацией и требованиями действующих нормативных документов.

На основании изложенного разрешается производство последующих работ по устройству (монтажу) _____
(наименование последующих работ и конструкций)

_____

Ответственный представитель
исполнителя работ (подрядчика) _____
(подпись)

Ответственный представитель
технического надзора _____
(подпись)

Дополнительные участники _____ _____
(Ф.И.О.) (подпись)

_____ _____
(Ф.И.О.) (подпись)

_____ _____
(Ф.И.О.) (подпись)

Дополнительная информация:

_____

_____

К настоящему акту прилагаются:

_____

_____

Ж.3 Форма общего журнала работ

Общий журнал работ №_____

по строительству объекта _____
(комплекс, здание, сооружение)

_____

Адрес _____

Участники строительства

Организация, ответственная за производство работ по объекту _____

_____
(юридическое или физическое лицо, получившее разрешение на выполнение строительно-монтажных работ) (генподрядчик, исполнитель работ)

Наименование и почтовые реквизиты, телефон _____

Руководитель _____

Ответственные представители технического надзора по объекту

(подлежат регистрации в территориальном органе Госархстройнадзора)

Должность	Фамилия, имя, отчество	Подпись	Даты и параметры документа о назначении и освобождении	Примечание

Ответственный за ведение журнала работ_____

_____
(заполняется в случае, если управление стройплощадкой поручено отдельной организации)

Наименование и почтовые реквизиты, телефон_____

Руководитель _____

Ответственные производители работ по объекту

(подлежат регистрации в территориальном органе Госархстройнадзора)

Застройщик (заказчик) _____

Наименование и почтовые реквизиты, телефон _____

Руководитель _____

Ответственные представители технического надзора по объекту
(подлежат регистрации в территориальном органе Госархстройнадзора)
(заполняется в случае, если технический надзор ведется сотрудниками застройщика (заказчика)

Должность	Фамилия, имя, отчество	Подпись	Даты и параметры документа о назначении и освобождении	Примечание

Технический надзор _____

_____
(заполняется в случае, если технический надзор ведется сторонней организацией)

Наименование и почтовые реквизиты, телефон _____

Руководитель _____

Ответственные представители технического надзора по объекту
(подлежат регистрации в территориальном органе Госархстройнадзора)

Должность	Фамилия, имя, отчество	Подпись	Даты и параметры документа о назначении и освобождении	Примечание

Орган Госархстройнадзора, курирующий объект

Наименование и почтовые реквизиты_____

Руководитель _____

Куратор объекта_____ телефон _____

Другие исполнители работ по объекту (субподрядные организации) и выполняемые ими работы _____
(наименование и почтовые реквизиты,

_____
Ф.И.О. руководителей и производителей работ по объекту)

Организации, разработавшие проектно-сметную документацию и выполненные ими части проектной документации

_____
(наименование и почтовые реквизиты, Ф.И.О. руководителя, а также руководителей авторского надзора, если такой надзор на объекте ведется)

Сведения о журнале

В настоящем журнале _____ пронумерованных и прошнурованных страниц.

Журнал охватывает период с _____ по _____

(заполняется в случае, если на протяжении строительства велось несколько журналов)

Руководитель организации, выдавшего журнал _____

(должность, Ф.И.О. и подпись руководителя)

_____

(М.П, дата выдачи)

Отметки об изменениях в записях на титульном листе

Дата	Изменение в записях с указанием основания

Общая информация об объекте

Основные показатели строящегося объекта (этажность, количество квартир, площадь, мощность, производительность, вместимость и т. п.) и сметная стоимость на момент начала строительства_____

Начало работ:

по плану (договору) _____

фактически _____

Окончание работ (приемка в эксплуатацию):

по плану (договору) _____

фактически _____

Утверждающая инстанция и дата утверждения проекта _____

Раздел 1

Список инженерно-технического персонала, занятого на строительстве объекта

Фамилия, имя, отчество, занимаемая должность, участок работ	Дата начала работ на строительстве объекта	Дата окончания работ на строительстве объекта	Примечание

Раздел 2

Перечень специальных журналов работ, а также журналов авторского надзора

Наименование специального журнала и дата его выдачи	Организация, ведущая журнал, фамилия, инициалы и должность ответственного лица	Дата сдачи-приемки журнала и подписи должностных лиц

Раздел 3

Перечень актов промежуточной приемки ответственных конструкций и освидетельствования скрытых работ

Наименование акта (с указанием места расположения конструкций и работ)	Дата подписания акта, фамилии, инициалы и должности подписавших

Раздел 4
Сведения о производстве работ и контроле качества

Дата	Наименование конструктивных частей, элементов и работ, места их расположения со ссылкой на номера чертежей	Сведения о входном контроле материалов, изделий и конструкций (реквизиты паспортов и других документов о качестве)	Сведения об операционном контроле (оценка соответствия проекту, отметки о допущенных отступлениях и т. д.)	Сведения о приемочном контроле (№ актов по разделу 3)

Раздел 5
Замечания контролирующих органов и служб

Дата	Замечания контролирующих органов или ссылка на предписание	Отметки о принятии замечаний к исполнению и о проверке их выполнения

Указания к ведению общего журнала работ

1 Общий журнал работ является основным первичным производственным документом, отражающим технологическую последовательность, сроки, качество выполнения и условия производства строительно-монтажных работ. Основное назначение журнала – обеспечение прослеживаемости руководителями и исполнителями результатов работ, определяющих прочность, устойчивость и надежность здания (сооружения).

2 Общий журнал работ ведется на строительстве (реконструкции) отдельных или группы однотипных, одновременно строящихся зданий (сооружений), расположенных в пределах одной строительной площадки.

3 Общий журнал работ ведет лицо, ответственное за производство работ на объекте (ответственный производитель работ), и заполняет его с первого дня работы на объекте лично или поручает подчиненным инженерно-техническим работникам. Специализированные строительно-монтажные организации ведут специальные журналы работ, которые находятся у ответственных лиц, выполняющих эти работы. По окончании работ специальный журнал передается организации, ответственной за производство работ на объекте (генподрядчику).

4 Титульный лист заполняется до начала строительства организацией, ответственной за производство работ по объекту, с участием остальных упомянутых участников строительства (проектной организации, заказчика и пр.).

5 Список инженерно-технического персонала, занятого на строительстве объекта (раздел 1), составляет руководитель организации, ответственной за производство работ по объекту. В него включаются инженерно-технические работники этой организации, а также других организаций – исполнителей работ по объекту (субподрядных организаций).

6 В разделе 3 приводится перечень всех актов в календарном порядке.

7 В раздел 4 включаются все работы по частям и элементам зданий и сооружений, подлежащие оценке соответствия. В случае выявления несоответствий приводится их краткая характеристика.

8 Раздел 4 заполняется лицом, ответственным за ведение общего журнала работ, или уполномоченными им инженерно-техническими работниками.

9 Регулярные сведения о производстве работ (с начала и до их завершения), включаемые в раздел 4, являются основной частью журнала.

Эта часть журнала должна содержать сведения о начале и окончании работы и отражать ход ее выполнения. Описание работ должно производиться по конструктивным элементам здания или сооружения с указанием осей, рядов, отметок, этажей, ярусов, секций и помещений, где работы выполнялись. Здесь же должны приводиться краткие сведения о методах производства работ, применяемых материалах, готовых изделиях и конструкциях, испытаниях оборудования, систем, сетей и устройств (опробование вхолостую или под нагрузкой, подача электроэнергии, давления, испытания на прочность и герметичность и др.), отступлениях от рабочих чертежей (с указанием причин) и их согласовании, наличии и выполнении схем операционного

контроля качества, исправлениях или переделках выполненных работ. Кроме того, заносится информация о существенных изменениях на стройплощадке, в том числе изменении расположения охранных, защитных и сигнальных ограждений, переносе транспортных и пожарных проездов, прокладке, перекладке и разборке временных инженерных сетей, а также о метеорологических и других особых условиях производства работ.

10 В раздел 5 вносятся замечания лиц (в том числе представителя технадзора), контролирующих производство и безопасность работ в соответствии с предоставленными им правами.

11 Каждая запись в журнале подписывается лицом, сделавшим ее.

12 При необходимости иллюстрации записей эскизами, схемами или иными графическими материалами последние подписываются отдельно и вклеиваются в текст или собираются в отдельную папку. В записях в этом случае должно содержаться упоминание о наличии и местонахождении графических материалов.

13 Общий журнал работ должен быть пронумерован, прошнурован, оформлен всеми подписями на титульном листе и скреплен печатью организации, его выдавшей. При недостатке в журнале места для записей заводится новый журнал работ со следующим номером, о чем делается запись на титульном листе.

14 В ходе строительства журнал работ должен предъявляться представителю технадзора, органа архитектурно-строительного надзора и других контролирующих органов по их требованию.

15 При сдаче законченного строительством объекта в эксплуатацию общий и специальные журналы работ предъявляются принимающей организации (органу) и после приемки объекта передаются на постоянное хранение заказчику (застройщику) или, по его поручению, эксплуатационной организации или пользователю.

16 По разрешению органа архитектурно-строительного надзора допускается ведение журнала в виде электронного документа. При этом должны быть обеспечены надежная защита от несанкционированного доступа, а также идентификация подписей ответственных должностных лиц.

Ж.4 Форма акта приемки продукции по качеству (ГОСТ 15.309–98)

_____
(наименование предприятия)

УТВЕРЖДАЮ

_____
(должность, Ф.И.О.)

_____
(подпись)

«____» _____ 200__г.

АКТ № _____
приемки продукции по качеству

«____»_____ 20____ г.

Комиссия в составе

Фамилия, имя, отчество	Место работы	Должность

произвела осмотр и приемку _____
(место и время приемки)

продукции _____
(наименование продукции, марка (условное обозначение)

С правилами приемки продукции по качеству комиссия ознакомлена _____
(да, нет)

1 Продукция поступила «____»_____20____г. по сопроводительному документу от «____» _____20___ г. № _____

2 Изготовитель _____
(полное наименование и адрес)

3 Поставщик _____
(полное наименование и адрес)

_____

4 Получатель _____
(полное наименование и адрес)
_____

5 Представитель поставщика (изготовителя) вызван письмом, телеграммой (телефаксом) от «____» _____ 20____г. № ____

6 Количество продукции удостоверено _____
(наименование документа, номер, дата)
_____

7 Качество продукции должно соответствовать _____
_____
(наименование и обозначение нормативно-технического документа)

8 Состояние тары, упаковки в момент осмотра _____
_____

9 Условия хранения продукции до составления акта _____
_____
(соответствуют, не соответствуют требованиям нормативно-технической документации, договору (контракту) на поставку)

10 Проверка качества продукции проводилась по _____
_____
(обозначение нормативно-технического документа)

11 В результате приемки продукции установлено

Наименование продукции, условное обозначение (марка), сорт	Единица измерения	Общее количество поступившей продукции	Общая стоимость поступившей продукции	Из них			
				не подлежит применению		подлежит исправлению	
				количество	стоимость	количество	стоимость

12 Продукция забракована, переведена в низший сорт на основании _____
_____ в количестве
(наименование и обозначение нормативно-технического документа)

13 Установлены дефекты _____
_____
(приводится подробное описание дефектов)

14 Причины возникновения дефектов _____
_____
(приводится описание причин дефектов)
_____
(состояние пломб)

15 Продукция подлежит замене _____
(указывается количество, объем)

16 Дефекты продукции устранить поставщиком (изготовителем) до «_____»_____200)_____г.

17 Акт отбора образцов № _____ от «_____» _____ 20_____г.

18 Члены комиссии об ответственности за подписание акта, содержащего данные, не соответствующие действительности, ознакомлены.

Члены комиссии:

_____	_____	_____
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)
_____	_____	_____
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)
_____	_____	_____
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)

Особое мнение членов комиссии: _____
_____
_____

Ж.5 Форма журнала производственного операционного контроля качества строительно-монтажных работ

Журнал №
производственного операционного контроля качества строительно-монтажных работ

Монтаж подземной части _____

Адрес объекта _____

Геподрядчика _____

Подрядчика _____

Лицо, ответственное от строительной организации за ведение журнала производственного контроля _____
(должность, Ф.И.О.) (подпись)

Бригадир _____ _____ _____
(Ф.И.О.) (подпись)

Геодезист _____ _____ _____
(Ф.И.О.) (подпись)

Главный инженер строительной организации _____ _____ _____
(Ф.И.О.) (подпись)

Начало работ:

по плану _____

фактически _____

Окончание работ:

по плану _____

фактически _____

Отметки об изменениях в записях на титульном листе _____
_____
_____
_____
_____
_____

Дата	Наименование конструктивных частей и элементов, места их расположения со ссылкой на номера чертежей	Результаты контроля и оценка качества	Должности и подписи лиц, оценивающих качество работ в порядке контроля и надзора
	С результатами контроля ознакомлены:		

Журнал производственного операционного контроля качества строительно-монтажных работ выдан на строительство _____

_____

_____

В журнале пронумеровано _____ стр.

Из них заполнено _____ стр.

Руководитель строительной организации, выдавшей журнал

_____ _____

(должность, Ф.И.О.) (подпись)

Библиография

[1]		Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2000 г. № 384−ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
[2]		Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»
[3]	СТО 56947007−29. 120.95−050−2010	ОАО «ФСК ЕЭС». Нормы проектирования фундаментов из винтовых свай
[4]	ТР 95.03−99	Технологический регламент производства строительно-монтажных работ при возведении зданий и сооружений. 03. Возведение свайных фундаментов
[5]		Инструкция по проектированию и устройству свайных фундаментов зданий и сооружений в г. Москве, 2001
[6]		Руководство по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса, 2002
[7]	РД 11−02−2006	Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения
[8]	СНиП 12−03−2001	Безопасность труда в строительстве. Часть I. Общие требования

ОКС 93.020
Ключевые слова: автомобильные дороги, винтовые сваи, методический документ, рекомендации

Руководитель организации-разработчика
ООО «Корпорация «ДорПромСтрой»

Генеральный директор _____ Б.В. Стрыгин

Редактор *М.Н. Захарова*
Корректор *О.П. Вьюнова*
Компьютерная верстка *Т.В. Серегина*
Компьютерная графика *Т.Б. Рябинкина*

Подписано в печать 04.03.2020 г. Формат бумаги 60х84 1/16.
Уч.-изд. л. 5,3. Печ. л. 5,8. Тираж 300 экз.

Адрес ФГБУ «ИНФОРМАВТОДОР»:
129085, г. Москва, Звёздный бульвар, д. 21, стр. 1
Тел.: +7 (495) 747-91-00, 747-91-05
E-mail: sif@infad.ru
Сайт: информавтодор.рф