ОДМ 218.3.103-2018

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ВИНТОВЫХ СВАЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2018

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН: ООО «Корпорация «ДорПромСтрой» совместно с АО «НИИ мостов». ОДМ подготовлен авторским коллективом: к.т.н. Шмелев В.А., Румянцев Е.И. (АО «НИИ Мостов»), к.т.н. Бурукин А.Ю., д.т.н., проф. Луцкий С.Я. (МИИТ), к.т.н., доц. Носков И.В. (АлтГТУ), инж. Баранов В.Е., инж. Хаблов А.Г. (ООО «БАУ групп»), инж. Копылов А.В. (ООО «ГеоПроектСтройАлтай»).

2 ВНЕСЕН: Управление научно-технических исследований и информационного обеспечения Федерального дорожного агентства

3 ПРИНЯТ распоряжением Федерального дорожного агентства от «07» 08.2018г. № 3117-р

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины, определения, обозначения и сокращения..... 5
3.1 Термины и определения..... 5
3.2 Обозначения и сокращения..... 6
4 Условия применения винтовых свай на автомобильных дорогах..... 8
4.1 Общие положения применения винтовых свай..... 8
4.2 Исходные данные инженерных изысканий 10
4.3 Исходные данные проектной документации..... 12
5 Рекомендации по расчету винтовых свай для применения на автомобильных дорогах..... 14
5.1 Общие положения по расчету винтовых свай..... 14
5.2 Расчет по несущей способности грунта основания свай 18
5.3 Расчет устойчивости грунтов основания 24
5.4 Расчет свай по деформациям..... 29
5.5 Расчёт винтовых свай на воздействие сил морозного пучения 32
5.6 Обеспечение долговечности винтовых свай..... 34
6 Рекомендации по технологии монтажа винтовых свай..... 38
6.1 Общие положения 38
6.2 Рекомендации по выбору средств механизации 40
6.3 Операционный контроль производства работ 41
6.4 Геотехнический мониторинг..... 42
7 Рекомендации по контролю качества и приемке винтовых свай..... 44
7.1 Общие положения..... 44
7.2 Подтверждение соответствия винтовых свай требованиям проектной документации 45
7.3 Входной контроль..... 46
7.4 Полевые испытания..... 47

7.5 Рекомендации по приемочному контролю выполненных работ…..... 49
8 Рекомендации по безопасному выполнению работ и охране окружающей среды…… 50
Приложение А (справочное) Основные виды и параметры винтовых свай….. 54
Приложение Б (справочное) Нормативные значения прочностных и деформативных характеристик грунтов (по СП 22.13330.2016)…… 58
Приложение В (рекомендуемое) Примеры расчётов свай винтовых конусно-спиральных (СВКС)…….. 63
Приложение Г (рекомендуемое) Пример расчётов лопастных винтовых свай (СВЛ)…..... 79
Приложение Д (рекомендуемое) Пример расчетов винтовых свай на воздействие сил морозного пучения……... 82
Приложение Е (справочное) Примеры погружения винтовых свай СВКС и СВЛ с использованием механизмов…… 85
Приложение Ж (справочное) Формы исполнительной документации..…… 87
Библиография…….…… 99

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ВИНТОВЫХ СВАЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

1 Область применения

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

ОДМ не распространяется на винтовые сваи, изготовленные с применением композиционных материалов, а также на применение 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, карст и др.), на многолетнемерзлых грунтах, которые следует проектировать с учетом дополнительных требований соответствующих нормативных документов, утвержденных в установленном порядке.

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

1.3 ОДМ направлен на выполнение требований ТР ТС 014/2011, Федерального закона Российской Федерации от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и других действующих нормативных документов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем ОДМ использованы нормативные ссылки на следующие документы:

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

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 9.401-91 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

СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования

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 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов

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

СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции»

СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия»

СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений»

СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты»

СП 25.13330.2012 «СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах»

СП 28.13330.2017 «СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии»

СП 47.13330.2016 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

СП 48.13330.2011 «СНиП 12-01-2004 Организация строительства»

СП 50-102-2003 Проектирование и устройство свайных фундаментов

СП 53-102-2004 Общие правила проектирования стальных конструкций

СП 70.13330.2012 «СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции»

СП 294.1325800.2017 «Конструкции стальные. Правила проектирования»

СП 317.1325800.2017 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ» (вводится в действие с 23.06.2018

Примечание – При пользовании настоящим методическим документом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов, составленных по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **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.

3.1.2 **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.

3.1.3 **свая винтовая конусно-спиральная (СВКС):** Изделие, состоящее из круглой металлической трубы с обжатым в ротационно-ковочной машине и закованным в прессе конусом с острым наконечником, с приваренной на конусной и прямой частях трубного корпуса многовитковой спиралью.

3.1.4 **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.

3.1.5 **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.

3.1.6 **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.

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

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

3.2 Обозначения и сокращения

3.2.1 В настоящем методическом документе применены следующие обозначения:

***h*, м**: Мощность слоя грунта основания.

$E_{гр}$**, кПа**: Модуль деформации.

***φ*, град.**: Угол внутреннего трения.

***C*, кПа**: Удельное сцепление.

***ρ*, г/см^3**: Плотность грунта.

***γ*, кН/м^3**: Удельный вес грунта.

***W*, д.ед.**: Влажность грунта.

S_r**, д.ед.**: Степень влажности.

***e*, д.ед.**: Коэффициент пористости.

J_p**, д.ед.**: Число пластичности.

J_L**, -**: Показатель текучести.

ν: Коэффициент Пуассона.

c_z: Коэффициент постели грунта

$h_м$, **м**: Глубина промерзания.

d, **м**: Диаметр ствола винтовой сваи.

D, **м**: Диаметр лопасти СВЛ.

L, **м**: Длина винтовой сваи.

N, **кН**: Расчетная нагрузка, передаваемая на сваю.

F_d, **кН**: Несущая способность грунта основания одиночной сваи.

F_{d0}, **кН**: Несущая способность лопасти.

F_{df}, **кН**: Несущая способность ствола.

$F_{u,n}$, **кН**: Нормативное значение предельного сопротивления сваи.

A, **м**^{2}: Проекция площади лопасти.

u, **м**: Периметр поперечного сечения ствола сваи.

f_i, **кПа**: Расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности ствола винтовой сваи.

$h_{св}$, **м**: Длина ствола сваи, погруженной в грунт.

R, **кПа**: Расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи.

G, МПа: Модуль сдвига грунта.

S, **м**: Осадка сваи.

σ_z, **кПа**: Расчетное давление на грунт, действующее от боковой поверхности сваи.

M_c, **кНм**: Момент от внешних постоянных нагрузок в сечении фундамента на уровне нижних концов свай.

M_i, **кНм**: Момент от внешних временных расчетных нагрузок.

K: Коэффициент пропорциональности.

α_ε, **1/м**: Коэффициент деформации.

$E_{св}$, **кПа**: Модуль упругости материала сваи.

I, **м**^{4}: Момент инерции поперечного сечения сваи.

$\bar{z}$, **м**: Приведенная глубина погружения сваи.

H_0, **кН** и M_0, **кН·м**: Расчетные значения поперечной силы и изгибающего момента действующие на голову сваи.

U_0, **м** и ψ_0, **рад.**: Горизонтальное перемещение и угол поворота поперечного сечения сваи.

γ_c: Коэффициент условий работы винтовой сваи.

γ_g: Коэффициент надежности по грунту.

γ_n: Коэффициент надежности по назначению сооружения.

A_f, **м**^{2}: Площадь поперечного сечения ствола сваи.

S_u, **м**: Предельное значение деформации сооружения.

Обозначения расчетных коэффициентов надежности, в том числе по грунту, по условиям работы, по материалам и нагрузкам, приведенные в разделе 5 ОДМ, соответствуют принятым в ГОСТ 27751 и СП 24.13330.2011.

3.2.2 В настоящем методическом документе применены следующие сокращения:

ОДМ: Отраслевой методический документ.

ПД: Проектная документация.

РД: Рабочая документация.

ППР: Проект производства работ.

СВКС: Свая винтовая конусно-спиральная.

СВЛ: Свая винтовая лопастная.

ТЗ: Техническое задание.

ТР ТС: Технический регламент Таможенного Союза.

4 Условия применения винтовых свай на автомобильных дорогах

4.1 Общие положения применения винтовых свай

4.1.1 Для применения на автомобильных дорогах рекомендуются лопастные винтовые сваи (СВЛ) и винтовые конусно-спиральные сваи (СВКС), 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 СВЛ предназначены для применения в различных климатических зонах при всех типах дисперсных грунтов. Широколопастные СВЛ с одной или несколькими лопастями допускается применять в переувлажненных грунтах. СВЛ не рекомендуется применять в скальных и полускальных грунтах по ГОСТ 25100.

Основные параметры и размеры СВЛ, выпускаемых производителями, представлены в Приложении А.1.

4.1.3 СВКС предназначены для применения в различных климатических зонах в дисперсных, полускальных, и сезонно-мерзлых грунтах (по ГОСТ 25100). СВКС рекомендуется заглублять в слой несущего грунта не менее чем на 0,5 метра. СВКС не рекомендуется применять в обводненных, мягкопластичных и текучих грунтах.

Основные параметры и размеры СВКС, выпускаемых производителями, представлены в Приложении А.2.

4.1.4 Выбор видов, параметров и размеров винтовых свай под конкретный фундамент следует производить в составе проектной документации на основе норм и правил, приведенных в п. 2, и рекомендаций раздела 5 настоящего ОДМ.

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 настоящего ОДМ.

4.1.6 Контроль соответствия фактически поставленных (приобретенных) свай проектным требованиям следует выполнять с учетом правил верификации и контроля по ТР ТС 014/2011, ГОСТ 24297 и раздела 7 настоящего ОДМ.

4.1.7 Геотехнический мониторинг и приемочный контроль выполненных работ следует выполнять с учетом правил контроля и приемки, приведенных в

ТР ТС 014/2011, ГОСТ 32731, ГОСТ 32756, а также п. 6.4 и раздела 7 настоящего ОДМ.

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, СП 24.13330.2011, СП 47.13330.2016, СП 11-102-97, СП 11-104-97, СП 11-105-97, СП 50-102-2003, СП 317.1325800.2017 и настоящего ОДМ.

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, ГОСТ Р 54476 и ГОСТ Р 54477).

- данные об инженерно-геологическом строении 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;

- гидрогеологические условия с указанием толщины и расположения водоносных горизонтов, сведения о фильтрационных характеристиках грунтов по ГОСТ 33177;

- физико-механические характеристики грунтов, представленные в таблице 1;

- сведения о возможном изменении гидрогеологических условий в ходе строительства и эксплуатации сооружения;

- сведения о неблагоприятных геологических и инженерно-геологических процессах (карст, оползни, подтопление, суффозия, горные подработки, температурные аномалии и др.);

- наличие специфических грунтов.

Таблица 1 – Перечень физико-механических характеристик грунтов основания для устройства винтовых свай

Условные обозначения	Наименование характеристики	Ед. изм.
h	Мощность слоя грунта основания	м
$E_{гр}$	Модуль деформации	кПа
φ	Угол внутреннего трения	град.
$E_{гр}$	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_r	Влажность грунта	д.ед.
S	Степень влажности	д.ед
e	Коэффициент пористости	д.ед.
J_p	Число пластичности	д.ед
J_L	Показатель текучести	-
$h_м$	Глубина промерзания	м

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 и СП 22.13330.2016. При отсутствии или недостаточном количестве данных испытаний, допускается, для предварительных расчетов, использовать значения нормативных и расчетных прочностных и деформационных характеристик по классификационным таблицам (Приложение Б) с учетом коэффициентов надежности по грунтам.

4.2.3 Полевые испытания грунтов сваями при инженерных изысканиях для строительства проводят по программе ГОСТ 5686 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 [1] на основе:

а) конструктивных расчетов: по выбору типа и определению размеров свай; по несущей способности грунта основания свай; по осадкам и перемещениям свай совместно с грунтом оснований при совместном действии горизонтальных нагрузок и моментов; по прочности материала свай; по сопротивлению силам морозного пучения и других требований в зависимости от характеристик грунтов, нагрузок и воздействий по ГОСТ 27751, СП 20.13330.2016, СП 22.13330.2016, СП 24.13330.2011, СП 28.13330.2017, СП 50-102-2003 и [2, 3, 4];

б) 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, СП 28.13330.2017;

в) опыта изготовления и применения винтовых свай;

г) 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 по методике [5].

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, Положения о порядке применения типовых схем оценки (подтверждения) соответствия требованиям технических регламентов Таможенного союза, ГОСТ 24297, ГОСТ 27751, ГОСТ 9.303.

4.3.3 В проектной документации 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, закреплённых) и в особых условиях, в т.ч. в условиях агрессивной среды дополнительно следует учитывать требования ГОСТ 9.303, СП 28.13330.2017 и раздела 6 СП 22.13330.2016.

4.3.5 При проектировании фундаментов с применением винтовых свай в вечномерзлых грунтах следует учитывать положения п. 6.3.11д 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 вечномерзлых грунтах следует использовать рекомендации п. 6.4 и раздела 7 настоящего ОДМ по контролю качества и приемке винтовых свай. В расчетах следует учитывать, что области применения сводов правил СП 24.13330.2011 (п.1) и СП 50-102-2003 (п.1) не распространяются на проектирование и устройство свайных фундаментов на вечномерзлых грунтах.

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 характеристик грунтов, нагрузок и воздействий.

5 Рекомендации по расчету винтовых свай для применения на автомобильных дорогах

5.1 Общие положения по расчету винтовых свай

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

состояниям:

а) *первой группы:*

- по несущей способности (предельному сопротивлению) грунта основания свай;

- по 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;

- по прочности материала свай и свайных ростверков;

б) *второй группы:*

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

- по 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.

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 расчётах свай и свайных фундаментов, коэффициенты надёжности по нагрузке, а также возможные сочетания постоянных и временных (длительные, кратковременные, особые) 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 должны быть указаны нормативные и расчетные значения усилий, в том числе: вертикальных усилий, 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 и геотехнической категории объекта строительства в соответствии с СП 22.13330.2016.

Для лопастной сваи 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 сваи СВКС при расчете несущей способности коэффициент условий работы принимается в соответствии с п. 5.2.5 настоящего ОДМ.

5.1.7 Расчёты свай, свайных фундаментов и их оснований по несущей способности следует выполнять с использованием расчётных значений характеристик материалов и грунтов в соответствии с требованиями ГОСТ 20522, 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 Расчетные сопротивления грунта под нижним концом сваи R и на боковой поверхности сваи f_i, а также значения коэффициентов постели грунта c_z, окружающего сваю, следует определять по правилам СП 24.13330.2011. Значения расчетных сопротивлений R допускается принимать по таблице 7.2. СП 24.13330.2011, если заглубление свай в неразмываемый и несрезаемый грунт составляет не менее 3,0 м.

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

5.1.10 Глубина заложения лопасти СВЛ от уровня планировки должна быть не менее 5 диаметров лопасти в глинистых грунтах и не менее 6 диаметров лопасти в песках.

Глубина заложения СВКС в грунтах (кроме полускальных, крупнообломочных, твердых глин) должна быть не менее длины спиральной ее части.

5.1.11 При расчете винтовых свай, 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, примеры расчетов свай СВЛ приведены в приложении Г, примеры расчета винтовых свай на воздействие сил морозного пучения приведены в приложении Д.

5.2 Расчет по несущей способности грунта основания свай

5.2.1 Несущую способность грунта основания сваи 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 сваи с учетом данных статического зондирования грунтов или результатов испытаний грунтов эталонными сваями, указанных в подразделе 7.3 СП 24.13330.2011, а также расчетным методом в соответствии с п. 7.2 СП 24.13330.2011.

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

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

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

F_d – несущая способность (предельное сопротивление) грунта основания одиночной сваи, кН, определяемая расчетными методами и по результатам полевых испытаний в соответствии с СП 24.13330.2011;

γ_0 – 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;

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_k – 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 свай, 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 F_d, кН, винтовой сваи диаметром лопасти $D \leq 1{,}2$ м и длиной $L \leq 10$ м, работающей на вдавливающую или выдергивающую нагрузку, в соответствии с п. 7.2.10 СП 24.13330.2011 следует определять по формуле:

$$F_d = \gamma_c [F_{d0} + F_{df}], \qquad (2)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи, зависящий от вида нагрузки, действующей на сваю, и грунтовых условий и определяемый по таблице 2;

F_{d0} – несущая способность лопасти, кН;

F_{df} – несущая способность ствола, кН.

5.2.4.1 Несущая способность лопасти винтовой сваи определяется по формуле:

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

a_1, a_2 – безразмерные коэффициенты, принимаемые по таблице 3 в зависимости от расчетного значения угла внутреннего трения грунта в рабочей зоне φ_1 (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, м^2, считая по наружному диаметру, при работе винтовой сваи на сжимающую нагрузку, и проекция рабочей площади лопасти, т.е. площади за вычетом сечения ствола, при работе винтовой сваи на выдергивающую нагрузку.

Таблица 3

Расчетное значение угла внутреннего трения грунта в рабочей зоне φ_I, град.	Коэффициент		Расчетное значение угла внутреннего трения грунта в рабочей зоне φ_I, град.	Коэффициент	
	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 характеристики грунтов в таблице 3 относятся к грунтам, залегающим под лопастью, а при работе на выдергивающие нагрузки – над лопастью сваи.

5.2.4.2 Несущая способность ствола винтовой сваи по грунту определяется по формуле:

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

u – периметр поперечного сечения ствола сваи, м;

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

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

D – диаметр лопасти сваи, м.

Таблица 4

Средняя глубина расположения слоя грунта, м	Расчетные сопротивления на боковой поверхности f_i, кПа								
	песков средней плотности								
	крупн. и средн. крупн.	мелк.	пыле-ватых	-	-	-	-	-	-
	глинистых грунтов при показателе текучести J_L, равном								
	≤ 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 расчетных сопротивлений грунтов на боковой поверхности свай f_i пласты грунтов следует расчленять на однородные слои толщиной не более 2 м.

2 Значения расчетного сопротивления плотных песков на боковой поверхности свай f_i 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 4, при любых значениях показателя текучести.

5.2.4.3 При других параметрах свай, в частности при двух и более лопастях, диаметре лопасти D более 1,2 м и длине сваи L более 10 м, действии горизонтальной силы или момента необходимо определять несущую способность только по данным испытаний свай 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).

5.2.5 Расчетную несущую способность винтовых свай СВКС рекомендуется рассчитывать на основе правил п. 7.2.11 СП 50-102-2003 по формуле:

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i \right) \quad (5)$$

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

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, определяемое по формуле 6;

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 принимается по сечению без учета конусности для полного сечения; при расчете по острию принимается полное сечение без учета конусности в районе острия сваи);

u – периметр поперечного сечения ствола сваи, м;

f_i – расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа, принимаемое по таблице 4;

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

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

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

Расчетное сопротивление грунта под нижним концом винтовой сваи следует определять по формуле:

$$R = \alpha_1 \cdot C_1 + \alpha_2 \cdot \gamma_1 \cdot h_{св} \qquad (6)$$

где α_1, α_2 – безразмерные коэффициенты, принимаемые по таблице 3 в зависимости от расчетного угла внутреннего трения грунта φ_1 основания сваи;

C_1 – расчетное значение удельного сцепления грунта основания сваи, кПа

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

$h_{св}$ – глубина погружения сваи, м.

5.2.6 Несущая способность свай из стальных труб, погружаемых с открытым нижним концом, работающих на вдавливающую нагрузку, должна определяться по результатам статических испытаний. Для назначения нагрузки при проведении статических испытаний стальных трубчатых свай, погружаемых с открытым концом, следует рассматривать два варианта работы сваи в предельном состоянии:

а) с учетом сформированной грунтовой пробки, обусловленной сопротивлением грунта под нижним концом торца трубы (площадь нетто), площади грунтовой пробки (площадь брутто минус площадь нетто) и сопротивления грунта по внешней боковой поверхности сваи;

б) с учетом сопротивления грунта под нижним торцом трубы сваи, без учета грунтовой пробки (площадь сечения нижнего конца сваи нетто) и сопротивления грунта по внешней и внутренней боковым поверхностям сваи.

Искомая величина должна приниматься наименьшей из рассмотренных вариантов.

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

а) проверку устойчивости грунта согласно п. 5.3;

б) расчет свай по деформациям, включающий проверку соблюдения условий допустимости расчетных значений горизонтального перемещения головы сваи U_0 и угла ψ_0 согласно п. 5.4.

в) проверку сечений свай по предельным состояниям первой и второй групп (по прочности, образованию и раскрытию трещин) в соответствии с п. 5.3, правилами СП 16.13330.2017 и СП 24.13330.2011.

5.2.8 Результаты расчетов несущей способности свай следует сравнивать с результатами натурных испытаний в полевых условиях по правилам СП 24.13330.2011: статическими испытаниями свай, испытаниями грунтов статическим зондированием. Если в ПД предусмотрены другие виды испытаний, несущую способность свай рекомендуется определять с учетом правил, указанных в п. 7.3 СП 24.13330.2011 и п. 7.4 настоящего ОДМ.

5.3 Расчет устойчивости грунтов основания

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

5.3.2 Расчет устойчивости грунтов основания должен производиться по условию ограничения расчетного давления σ_z, оказываемого на грунт боковыми поверхностями свай:

$$\sigma_z \leq \eta_1 \eta_2 \frac{4}{\cos \varphi_I} (\gamma_I z \operatorname{tg} \varphi_I + \xi c_I) \tag{7}$$

где σ_z – расчетное давление на грунт, кПа боковой поверхности сваи на глубине z, м, отсчитываемой при высоком ростверке от поверхности грунта, а при низком ростверке от его подошвы (при $\alpha_\varepsilon L \leq 2{,}5$ на двух глубинах, соответствующих $z = L/3$ и $z = L$; при $\alpha_\varepsilon L > 2{,}5$ на глубине $z = 0{,}85/\alpha_\varepsilon$);

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

φ_I, C_I – расчетные значения соответственно угла внутреннего трения грунта, град и удельного сцепления грунта в рабочей зоне, кПа, в соответствии с п. 7.2.10 СП 24.13330.2011;

ξ – коэффициент, принимаемый ξ=0,3;

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

η_2 – коэффициент, учитывающий долю постоянной нагрузки в суммарной нагрузке, определяемый по формуле:

$$\eta_2 = \frac{M_c + M_t}{\bar{n} M_c + M_t}, \qquad (8)$$

где 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;

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

а) особо ответственных сооружений, для которых при $\alpha_\varepsilon L \leq 2{,}6$ принимается $n = 4$ и при $\alpha_\varepsilon L \geq 5$ принимается $n = 2{,}5$; при промежуточных значениях $\alpha_\varepsilon L$ значение n определяется интерполяцией;

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

5.3.3 Величина расчетного давления от действия сваи на грунт σ_z по контакту с боковой поверхностью сваи, возникающее на глубине z, следует определять по формуле (Д.7) Приложения Д СП 50-102-2003:

$$\sigma_z = \frac{K}{\alpha_\varepsilon}\bar{z}\left(U_0 A_1 - \frac{\psi_0}{\alpha_\varepsilon}B_1 + \frac{M_0}{\alpha_\varepsilon^2 EI}C_1 + \frac{H_0}{\alpha_\varepsilon^3 EI}D_1\right) \quad (9)$$

где K – коэффициент пропорциональности, определяемый по таблице Д.1 СП 50-102-2003 и п. 5.3.4 настоящего ОДМ;

α_ε – коэффициент деформации, 1/м;

E – модуль упругости материала сваи, кПа;

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

$\bar{z}$ – приведенная глубина, определяемая как произведение коэффициента деформации α_ε и действительной глубины расположения сечения сваи в грунте z;

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

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

U_0 и ψ_0 – горизонтальное перемещение, м, и угол поворота поперечного сечения сваи, рад, в уровне поверхности грунта при высоком ростверке, а при низком ростверке – в уровне его подошвы, определяемые по п. 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
0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0,1	1	0,1	0,005	0	0	0	1	0,1	-0,005	0	0	1
0,2	1	0,2	0,02	0,001	-0,001	0	1	0,2	-0,02	-0,003	0	1
0,3	1	0,3	0,045	0,005	-0,005	-0,001	1	0,3	-0,045	-0,009	-0,001	1
0,4	1	0,4	0,08	0,011	-0,011	-0,002	1	0,4	-0,08	-0,021	-0,003	1
0,5	1	0,5	0,125	0,021	-0,021	-0,005	0,999	0,5	-0,125	-0,042	-0,008	0,999
0,6	0,999	0,6	0,18	0,036	-0,036	-0,011	0,998	0,6	-0,18	-0,072	-0,016	0,997
0,7	0,999	0,7	0,245	0,057	-0,057	-0,02	0,996	0,699	-0,245	-0,114	-0,03	0,994
0,8	0,997	0,799	0,32	0,085	-0,085	-0,034	0,992	0,799	-0,32	-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	0,98
1	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	0,96	1,09	-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	-0,73	-0,356	0,876
1,4	0,955	1,379	0,974	0,456	-0,455	-0,319	0,866	1,358	-0,967	-0,91	-0,479	0,821
1,5	0,937	1,468	1,115	0,56	-0,559	-0,42	0,811	1,437	-1,105	-1,116	-0,63	0,747
1,6	0,913	1,553	1,264	0,678	-0,676	-0,543	0,739	1,507	-1,248	-1,35	-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	0,53	1,612	-1,547	-1,906	-1,299	0,374
1,9	0,795	1,77	1,752	1,126	-1,118	-1,074	0,385	1,64	-1,699	-2,227	-1,608	0,181
2	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	-0,928	1,037	3,225	3,858	-3,541	-6	-4,688	-0,891	-1,969	-6,765	-8,84	-6,52
3,5	-2,928	-1,272	2,463	4,980	-3,919	-9,544	-10,34	-5,854	1,074	-6,789	-13,69	-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, от считываемой от поверхности грунта при высоком ростверке (выше уровня земли) или от подошвы для заглубленного в грунт ростверка:

$$l_K = 3.5d + \Delta \qquad (10)$$

где d – наружный диаметр сечения сваи, параллельного плоскости действия нагрузки, м;

Δ – коэффициент, принимаемый равным 1,5 м.

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

$$K = \frac{K_I l_I \left(2l_K - l_I\right) + K_{II}\left(l_K - l_I\right)^2}{l_K^2} \tag{11}$$

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

K_I, K_{II} – коэффициенты пропорциональности, принимаемые по таблице Д.1 СП 50-102-3003 для грунтов I и II слоев.

5.3.5 Требуемая прочность материала свай должна быть определена в ПД в составе расчетов:

- прочности ствола (корпуса) сваи (в сечении) при сжатии (растяжении) и изгибе;
- прочности ствола (корпуса) сваи при действии монтажных нагрузок (завинчивании);
- прочности винтовой лопасти;
- прочности сваи в местах соединений, в зависимости от решений в проектной документации по фундаменту сооружения, виду соединений и нагрузкам.

5.3.6 При расчёте свай по прочности, в соответствии с СП 24.13330.2011, сваю следует рассматривать как стержень, жёстко защемлённый в грунте в сечении, расположенном от подошвы ростверка на расстоянии не менее l_1, определяемом по формуле:

$$l_1 = l_0 + \frac{2}{\alpha_\varepsilon}, \tag{12}$$

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

α_ε – коэффициент деформации, 1/м, определяемый по формуле:

$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{Kb_p}{\gamma_c EI}}, \tag{13}$$

где E, I, K – тоже, что в формуле (9);

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

γ_c – коэффициент условий работы;

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

5.3.7 При проверке сечений свай по сопротивлению материала (прочности) расчетные значения сжимающих сил N_z изгибающих моментов M_z и поперечных сил Q_z, действующих в различных сечениях сваи, следует определять в проектной документации по правилам 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 Расчёт свай и свайных фундаментов по деформациям следует производить, исходя из условия п. 7.1.16 СП 24.13330.2011:

$$S \le S_u, \tag{14}$$

где S – совместная деформация сваи, свайного фундамента и сооружения (осадка, перемещение, относительная разность осадок свай, свайных фундаментов и т.п.), определяемая в соответствии с п. 5.4.2, *м*;

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

5.4.2 Расчет осадки одиночных свай, прорезающих слой грунта с модулем сдвига G_1, МПа, коэффициентом Пуассона v_1 и опирающихся на грунт, рассматриваемый как линейно-деформируемое полупространство, характеризуемое модулем сдвига G_2 и коэффициентом Пуассона v_2, допускается производить при выполнении требований подраздела 5.2 и при условии $L/d > G_1 L/G_2 d > 1$ (где L – длина сваи, м, d – наружный диаметр поперечного сечения ствола сваи, м) по формулам:

а) для одиночной сваи СВЛ:

$$S = \frac{0,22N}{G_2 D} + \frac{Nh_{св}}{E_{гр} A} \qquad (15)$$

где D – диаметр лопасти СВЛ, м;

G_2 – модуль сдвига МПа;

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

А – площадь лопасти сваи, м^2;

E – модуль деформации, кПа.

N – вертикальная расчетная нагрузка, передаваемая на сваю, кН.

б) для одиночной сваи СВКС:

$$S = \frac{1}{\gamma_c}\left(\frac{0,22N}{G_2 d_b} + \frac{Nh_{св}}{E_{гр} A}\right) \qquad (16)$$

где d_b – диаметр уширения сваи, м;

N, G_2, $h_{св}$, $E_{гр}$, A – тоже, что в формуле (15);

γ_c – 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 п. В.3 Приложения В СП 24.13330.2011, включает:

$$U_p \le U_u, \qquad (17)$$

$$\psi_p \leq \psi_u, \tag{18}$$

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 горизонтального перемещения сваи в уровне подошвы ростверка U_p, м, и угол ее поворота ψ_p, рад, следует определять по СП 50-102-2003.

5.4.5 Расчетные значения горизонтального перемещения сваи в уровне подошвы ростверка U_p, м, и угол ее поворота ψ_p, рад, следует определять по формулам СП 50-102-2003:

$$U_p = U_0 + \psi_0 l_0 + \frac{Hl_0^3}{3EI} + \frac{Ml_0^2}{2EI}; \tag{19}$$

$$\psi_p = \psi_0 + \frac{Hl_0^2}{2EI} + \frac{Ml_0}{EI}, \tag{20}$$

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

l_0 – длина участка сваи, м, равная расстоянию от подошвы ростверка до поверхности грунта под ростверком;

E и I – то же, что и в формуле (9);

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

5.4.6 Горизонтальное перемещение U_0, м, и угол поворота ψ_0, рад, следует определять по формулам:

$$U_0 = H_0 \cdot \varepsilon_{HH} + M_0 \cdot \varepsilon_{HM}; \tag{21}$$

$$\psi_0 = H_0 \cdot \varepsilon_{HM} + M_0 \cdot \varepsilon_{MM}, \quad (22)$$

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 $M_0 = M + Hl_0$;

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

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

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

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

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

5.5 Расчёт винтовых свай на воздействие сил морозного пучения

5.5.1 Расчет винтовых свай СВКС и СВЛ 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 правил СП 24.13330.2011.

5.5.2 Устойчивость свайных фундаментов на действие касательных сил морозного пучения грунтов следует проверять по п. Ж.2 Приложения Ж СП 24.13330.2011 условию:

$$\tau_{fh} A_{fh} - F \le \frac{\gamma_c}{\gamma_k} F_{rf} \quad (23)$$

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

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

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

γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый равным 1,0;

γ_k – коэффициент надежности, принимаемый равным 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 Ds > 5 и степени влажности $S_r > 0,95$	110	90	70
Супеси, суглинки и глины при $0,25 < J_L \leq 0,5$, крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые при Ds < 1 и степени влажности $0,8 < S_r \leq 0,95$	90	70	55
Супеси, суглинки и глины при $J_L < 0,25$, крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые при Ds >1 и степени влажности $0,6 < S_r \leq 0,8$	70	55	40

Примечания:

1. Для промежуточных глубин промерзания τ_{fh} принимается интерполяцией.
2. В зависимости от вида поверхности фундамента приведенные значения τ_{fh} умножают на коэффициент: при металлической без специальной обработки – 0,8.
3. Для сооружений III уровня ответственности значения τ_{fh} умножают на коэффициент 0,9.

5.5.3 Расчетное значение силы F_{rf}, кН, удерживающей сваи от выпучивания, следует определять по формуле:

$$F_{rf} = u\sum_{i=1}^{n} f_i h_i, \qquad (24)$$

где u – периметр сечения поверхности сдвига, м, принимаемый равным периметру сечения сваи;

h_i – толщина i-го слоя талого грунта, расположенного ниже подошвы слоя промерзания-оттаивания, м;

f_i – расчетное сопротивление i-го слоя талого грунта сдвигу по боковой поверхности сваи, кПа, принимаемое по таблице 4.

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, положениями раздела 7 и настоящего подраздела. Требования по обеспечению необходимой долговечности свай должны входить в состав ТЗ 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 (попеременное замораживание и оттаивание, наличие противогололедных реагентов, воздействие 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 расчётов сваи на прочность. Для винтовых свай, работающих в условиях знакопеременных нагрузок должен выполняться расчёт на усталостную прочность.

5.6.4 Степени агрессивного воздействия среды на металлические конструкции определяются в соответствии с приложением Х СП 28.13330.2017.

Проектирование металлических конструкций в условиях воздействия агрессивных сред выполняется 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. Выполнение данных мероприятий должны осуществлять службы эксплуатации сооружения.

Видами коррозионного воздействия на наружную (и 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, на участках размывов, выветривания, при вскрытии подземной части сооружения и учитывается при планировании защитных мероприятий, в т.ч. требований к защитным покрытиям винтовых свай.

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

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.

5.6.8 Оценка опасности биокоррозии осуществляется на основании следующих признаков:

- тип, размеры и расположение коррозионного повреждения (питтинговая коррозия);

- наличие коррозионных повреждений под отслоившимся защитным покрытием;

- условия протекания коррозионного процесса (аэробный, анаэробный);

- наличие коррозионных повреждений, не связанных с воздействием блуждающих токов;

- идентификация продуктов биокоррозии.

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

Оценку опасности биокоррозии, обусловленной воздействием микроорганизмов, следует осуществлять на основании их идентификации и установления связи их жизнедеятельности с коррозионным процессом. Предварительным подтверждением опасности биокоррозии, обусловленной воздействием микроорганизмов, являются положительные результаты определения качественных признаков биокоррозии согласно приложения 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;

- увеличение толщины металла лопасти и стенки ствола сваи;

- использование специальных легированных коррозионностойких сталей (марок 09Г2С, 10Г2С, 09Г2Д по ГОСТ 19281 или 14ХГНДЦ по ГОСТ Р 55374 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 предусматривают:

- оценку условий строительства и эксплуатации сооружений;

- оценку критериев опасности коррозии винтовых свай;

- выбор защитных покрытий, соответствующих условиям эксплуатации;

- оценку необходимости и выбор решений по электрохимической защите;

- оценку необходимости и выбор дополнительных методов защиты от коррозии.

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 минус 40 ^{o}C, необходимо учитывать требования ГОСТ 9.401. 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) 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.

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 (трассы) 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 правилами ГОСТ 32867, 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 нагружаемых свай;
- приемка партии (поставки) винтовых свай, проверка наличия всех деталей, сборочных единиц (входной контроль);
- проведение полевых испытаний винтовых свай в соответствии с п. 7.4 настоящего ОДМ и ГОСТ 5686 и ГОСТ 19912;
- погружение винтовых свай до проектной отметки;
- приемка установленных винтовых свай согласно п. 7.5 настоящего ОДМ с составлением акта скрытых работ на погружение винтовых свай;
- проведение испытаний винтовых свай статической нагрузкой в соответствии с п. 7.4 настоящего ОДМ и ГОСТ 5686, если фактические результаты устройства винтовых сваи не соответствуют проектным и

нормативным требованиям.

6.1.3 В целях минимального нарушения структуры грунта при погружении свай и сокращения времени 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 сваи на 0,5 м, был возможно ближе к 1.

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

6.1.4 При нарушении технологического цикла погружения свай в связи с местными скоплениями галечника, крупными валунами и т.п. допускается изменение расположения винтовых свай в процессе производства работ (извлечение свай и повторное погружение) при расчетном обосновании и согласовании с проектной организацией.

В подобных случаях (наличие включений) допускается применение лидерных скважин диаметром, не менее чем на $0{,}1d$ меньшим диаметра ствола сваи d, и расположением низа скважины не менее чем на 1 м выше отметки расположения нижних концов свай.

6.1.5 При устройстве свай 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 нижних концов свай (с учетом физико-механических характеристик разрыхленного грунта по СП 50-102-2003).

Расстояние в свету между стволами свай СВКС должно соответствовать ПД, но быть не менее 4*d* (диаметр сваи по полному сечению) между осями свай.

6.1.6 После погружения свай, в соответствии с п. 15.2.29 СП 50-102-2003, внутренняя полость трубы сваи может заполняться бетонной смесью (кроме изделий СВКС и СВЛ, оцинкованных горячим или термодиффузионным способами) или частично песком с созданием бетонной пробки в верхней части трубы. Состав бетонной смеси и необходимость бетонирования и армирования ствола сваи определяется в ПД в зависимости от данных сертификата соответствия продукции завода-изготовителя 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 свай поперек оси свайного ряда составляют ± 0,2*d* (*d* – диаметр ствола сваи), а вдоль оси ряда ± 0,3*d*; для кустов и лент с расположением в два и три ряда ± 0,2*d* – для крайних свай поперек оси свайного ряда и ± 0,3*d* – для остальных свай и крайних свай вдоль оси свайного ряда; для сплошного свайного поля ± 0,2*d* для крайних свай и ± 0,4*d* – для средних свай.

Предельные отклонения фактических отметок голов свай от проектных при монолитном ростверке или плите составляют ± 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 СВЛ и СВКС в грунт рекомендуется применять следующие инструменты и механизмы:

- ручной инструмент (ворот для СВЛ или ручной рычажный ключ для СВКС);

- малогабаритные вращающие механизмы (гидравлические и электрические завинчивающие устройства – Приложение Е, рисунки Е.1а и Е.2а);

- навесное гидравлическое оборудование, навешиваемое на стрелу экскаватора или крана-манипулятора (Приложение Е, рисунок Е.1б);

- специальное механизированное оборудование (с устройством для захвата и погружения сваи – Приложение Е, рисунок Е.2б).

6.2.2 Сваи СВЛ 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 мм до 325 мм рекомендуется устанавливать с применением специального механизированного оборудования, например, универсальной бурильной машины типа УБМ-85.

6.2.3 Для погружения в грунт свай СВКС диаметром ствола до 89 мм и длиной до 2,0 м допускается применять ручной инструмент. СВКС длиной до 2,5 м и диаметром до 114 мм рекомендуется устанавливать с использованием электрического завинчивающего устройства. СВКС длиной более 2,5м и диаметром более 114 мм рекомендуется устанавливать 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 и СП 48.13330.2011 включает проверку:

- соответствия последовательности и состава выполняемых технологических операций при устройстве винтовых свай проектной документации и ППР;

- 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 т.ч. правильность разбивки и закрепления осей нагружаемых свай, соответствие глубины погружения винтовых сваи проектной отметки).

6.3.2 Для проверки соответствия на стадии операционного контроля 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 в соответствии с СП 50-102-2003 и заноситься в журнал свайных работ (Приложение Ж.1) продолжительность погружения сваи и значения крутящего момента.

Допускается в процессе завинчивания производить фиксацию данных манометра гидролинии навесного оборудования, а контрольный замер по окончании монтажа произвести с помощью динамометрических устройств.

6.3.4 Результаты операционного контроля должны быть документированы (Приложения Ж.3, Ж.5).

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 в соответствии с результатами геотехнического прогноза.

6.4.2 Натурные наблюдения за погружением свай в составе геотехнического мониторинга, предусмотренного проектной документацией для комплекса работ по устройству свайных фундаментов, поведению 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:

а) наблюдения за поведением самих сооружений и состоянием их несущих конструкций – измерение деформаций сооружений (осадки, крены, горизонтальные смещения и др.); фиксацию и наблюдение за раскрытием трещин; измерение усилий в распорных и анкерных конструкциях;

б) наблюдения за напряженным состоянием основания и массива грунта и гидрогеологической обстановкой – измерения напряжений и деформаций в грунтовом массиве; наблюдения за составом и режимом подземных вод; наблюдения за развитием неблагоприятных инженерно-геологических процессов (суффозия, оседание поверхности, температурно-влажностные процессы и др.); наблюдения за состоянием температурного, электрического и других физических полей;

в) наблюдения 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, в частности изменения 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 качества 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 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 т. ч. винтовые сваи, должны пройти подтверждение соответствия требованиям безопасности ТР ТС 014/2011 по схемам в соответствии с Положением о порядке применения типовых схем оценки (подтверждения) соответствия в технических регламентах Таможенного союза.

7.1.3 Типовая схема подтверждения соответствия требованиям безопасности и ПД включает набор действий (элементов), результаты которых используются для принятия решения о соответствии (несоответствии) продукции требованиям технического регламента. К ним отнесены:

- анализ технической документации;

- идентификация, испытания продукции, исследования типа продукции;

- оценка производства, производственный контроль;

- выдача сертификата соответствия, принятие декларации о соответствии техническим регламентам по единой форме, утвержденной Комиссией Таможенного союза (далее «сертификат соответствия», «декларация о соответствии»);

- инспекционный контроль.

7.2 Подтверждение соответствия винтовых свай требованиям проектной документации

7.2.1 Для подтверждения соответствия требованиям, установленным проектной документацией, прошедшей экспертизу и принятую заказчиком, изготовитель винтовых свай должен иметь согласно техническому регламенту 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 установленном РФ порядке;

- протоколы испытаний винтовых свай, проведенных изготовителем, (или) аккредитованными испытательными лабораториями;

- сертификаты соответствия на материалы, из которых изготовлены винтовые сваи, и комплектующие изделия или протоколы их испытаний;

- другие документы, прямо или косвенно подтверждающие соответствие винтовых сваи, комплектующих изделий и материалов, из которых изготовлены винтовые сваи, 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, СП 24.13330.2011, раздела 5 и п. 7.2.1 настоящего ОДМ), включая:

- тип (СВКС или СВЛ) и размеры винтовых свай;
- величины, характер и направления допускаемых нагрузок и воздействий (расчетная схема) на винтовые сваи;
- прочность материала свай, прочность свай в местах соединений, прочность винтовой лопасти (для СВЛ);
- вид и толщину антикоррозионного 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 и ТР ТС 014/2011. Соответствие проверяется наличием и содержанием сопроводительных документов изготовителя (поставщика), указанных в п. 7.2.1, а также визуальным осмотром и сличением документов с поступившей продукцией.

Если такое соответствие не установлено, должно быть принято решение о дополнительных испытаниях винтовых свай и комплектующих изделий на соответствие требованиям проектной документации и ТР ТС 014/2011. Методы и средства этих измерений и испытаний винтовых свай должны соответствовать 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 антикоррозионного покрытия;
- номер документа и дата выдачи.

7.3.3 Входной контроль при визуальном осмотре, анализ приведенных в сопроводительной документации данных о качестве продукции включает выполнение следующих процедур:

- проверка наличия, комплектности и анализ сопроводительной документации по п. 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, предусмотренным нормативно-технической документацией на продукцию, предусматривает выполнение следующих процедур:

- отбор образцов винтовых свай для испытаний;
- 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 документированы (Приложение Ж.4).

7.4 Полевые испытания

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

Проведение полевых испытаний винтовых свай предусмотрено правилами 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 по п. 7.2.1 настоящего ОДМ согласно ГОСТ 5686 и ГОСТ 19912.

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 ПД предусмотрены другие виды испытаний натурных свай (методами статического зондирования грунтов) несущую способность сваи 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 и правил СП 24.13330.2011, а испытания грунтов статическим зондированием по ГОСТ 19912. 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 испытаний оформлять в виде графиков зависимостей перемещений сваи от нагрузки в соответствии с приложением Ж ГОСТ 5686.

7.4.5 Несущую способность F_d винтовых свай по результатам их испытаний вдавливающей, выдергивающей и горизонтальной статическими нагрузками следует определять по формуле:

$$F_d = \gamma_c F_{u,n} / \gamma_g \qquad (25)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи; в случае вдавливающих или горизонтальных нагрузок $\gamma_c = 1$; в случае выдергивающих нагрузок: для свай, погружаемых в грунт на глубину менее 4 м, $\gamma_c = 0{,}6$, на глубину 4 м и более $\gamma_c = 0{,}8$ – для всех сооружений, кроме опор воздушных линий электропередачи;

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

γ_g – коэффициент надежности по грунту, принимаемый по указаниям п. 5.4.

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

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

7.4.8 Состав испытаний по предельному горизонтальному перемещению головы сваи и угла поворота при совместном действии вертикальной и горизонтальной сил и момента должен учитывать сочетание нагрузок и соответствовать ГОСТ 5686, СП 24.13330.2011, п. 5.1.3 и 5.1.4 настоящего ОДМ.

7.4.9 В случае, если по результатам полевых испытаний несущая способность винтовых сваи 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 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 ПД;

- устранение дефектов и нарушений, отмеченных в журналах работ и авторского надзора и предписаниях строительного контроля;

- наличие комплекта необходимой исполнительной документации по ГОСТ 32756.

- испытания винтовых свай статической нагрузкой по ГОСТ 5686, если фактические результаты устройства винтовых сваи 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 РД 11-02-2006 [6] (для винтовых свай в РФ это: акт освидетельствования скрытых работ на устройство винтовых свай (Приложение Ж.2); исполнительная схема, отражающая в плане и профиле устройство винтовых свай; документы на винтовые сваи, подтверждающие качество продукции по п. 7.2.1).

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

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 и правилам СНиП 12-03-2001, СП 48.13330.2011, СП 12-136-2002.

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, 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. Указанные мероприятия принимаются на основе решений, разработанных в ПД и РД:

- 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;

- перед началом работ ознакомить 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 РД исходя из условий производства работ (мест расположения).

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

ППР должен содержать 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 число инструмента и приспособлений, схему организации рабочего места и пр.

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

- движущиеся машины и механизмы, оборудование и их элементы, применяемые в производственном процессе;

- пониженная и повышенная температура воздуха рабочей зоны, так как работы ведутся на открытом воздухе;

- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой

может пройти через тело человека;

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

- возможность поражения электротоком (электротравмы при работе вблизи ЛЭП);

- передвигающиеся конструкции;

- падение вышерасположенных материалов, инструмента;

- опасность ненадежных поверхностей;

- метеоопасности, гроза (в первую очередь);

- недостаточная освещенность рабочей зоны;

- повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны;

- острые кромки, заусенцы и шероховатость 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 (технологический регламент), согласно действующей нормативной и технической документации, а также санитарным нормам, методикам и другим документам, утвержденными органами Министерства здравоохранения и Министерства труда и социальной защиты.

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 винтовых свай СВЛ

А.1.1 СВЛ могут быть узколопастные (соотношение диаметра ствола и диаметра винтовой лопасти d/D = 0,6 – 0,8) и широколопастные (соотношение диаметра ствола и диаметра винтовой лопасти d/D < 0,6), кроме того: одновитковые (лопасть имеет один виток вокруг ствола сваи), многовитковые (лопасть имеет 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 свай СВЛ представлены в таблице А.1 и на рисунке А.1.

Таблица А.1

Диаметр сваи *d*, мм	Длина сваи *L*, мм	Толщина стенки δ, мм	Диаметр лопасти *D*, мм
Сваи винтовые однолопастные			
57	1000 - 6000	3,5	200
76	1000 - 6000	3,5	250
89	1000 - 6000	3,5	250
108	1000 - 6000	4	300
133	1000 - 6000	4	350
159	3000 - 6000	8	400
168	3000 - 6000	10	450
219	3000 - 12000	10	500, 850
273	6000 - 12000	10, 12	500, 850
325	6000 - 12000	10, 12	600, 850
Сваи винтовые двухлопастные			
60	1000 - 6000	5	200
73	1000 - 6000	5,5	250
89	1000 - 6000	6,5	250
102	1000 - 6000	6,5	300

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 диметра ствола, расстояние от вершины конического наконечника до начала винтовой лопасти 0,3–0,7 диаметра ствола. Принятые соотношения параметров свай следует проверить расчетом по разделу 5 ОДМ.

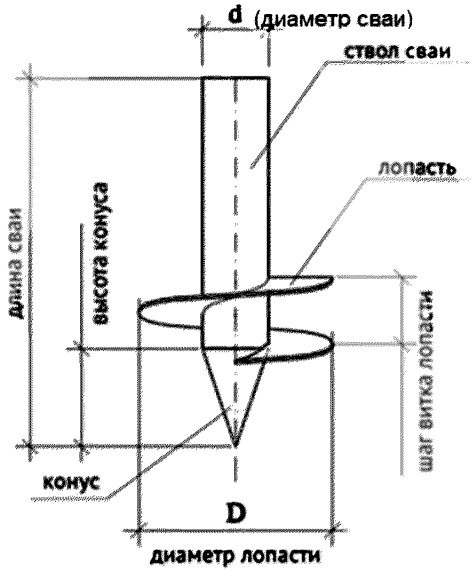


Рисунок А.1 – Общий вид и основные элементы СВЛ

А.2 Основные виды и параметры винтовых свай СВКС

Примеры основных параметров и размеров винтовых свай СВКС представлены в таблице А.2 и на рисунке А.2.

Таблица А.2

Марка сваи	Общая длина, *L*, мм	Диаметр внешний *d*, мм	Диаметр внутренний *c*, мм	Резьба или отверстие *g*, мм	Толщина оголовка (проушины фланца) *b*, мм
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	

Условные обозначения:

- FM24 – оцинкованное горячим способом изделие со сплошным фланцем диаметром

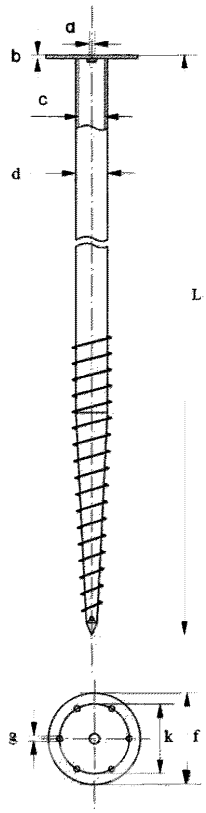
220 мм, с шестью технологическими отверстиями диаметром 14 мм, и приваренной в центре изнутри гайкой М24, для передачи крутящего момента при вкручивании и опирания самого сооружения или ростверка сооружения, а также с 22 витками спирали с шагом 40 мм;

- FB – изделие с чёрной не оцинкованной поверхностью с периметральным фланцем диаметром 220 мм, с шестью технологическими отверстиями диаметром 14 мм, и отверстием в центре диаметром равным внутреннему диаметру трубного корпуса СВКС, для передачи крутящего момента при вкручивании и опирания самого сооружения или ростверка сооружения, а также с 22 витками спирали с шагом 40 мм;

- 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;

- ТВ – изделие с чёрной не оцинкованной поверхностью серии «труба в трубу» без фланца со сквозным отверстием для передачи крутящего момента при вкручивании и с приваренными гайками М12 или М14 для фиксации стойки (опоры) или без них, а также с 5–11 витками спирали с шагом 40 мм;

- (3), (3,5), (6) – толщина стенки трубного корпуса изделия, в мм;



a – диаметр резьбы фланца;

b – толщина фланца;

c – внутренний диаметр ствола сваи;

d – внешний диаметр ствола сваи;

f – диаметр фланца;

g – диаметр отверстий фланца;

k – диаметр центров отверстий фланца;

L – общая длина сваи;

Рисунок А.2 – Общий вид и основные элементы СВКС

Пример оформления исходных данных для расчетов представлен в таблице А.3.

Таблица А.3

Марка сваи	$M_{rd,}$ кН·м (металл. корпус)	$F_{rd.c}$, кН (вниз)	$F_{rd.t}$, кН (вверх)	$F_{rd.h}$, кН (вбок)
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

Условные обозначения:

- M_{rd} (металл) – максимальный изгибающий момент силы, необходимый для деформации стального корпуса;

- $F_{rd,c}$ – максимальная сжимающая (вниз) нагрузка;

- $F_{rd,t}$ – максимальная выдергивающая (тянущая вверх) нагрузка;

- $F_{rd,h}$ – максимальная горизонтальная (боковая) нагрузка.

Примечание – 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 СВКС в соответствии с ГОСТ 5686 и п. 7.4 настоящего ОДМ.

Примеры разновидностей СВКС представлены на рисунке А.3.

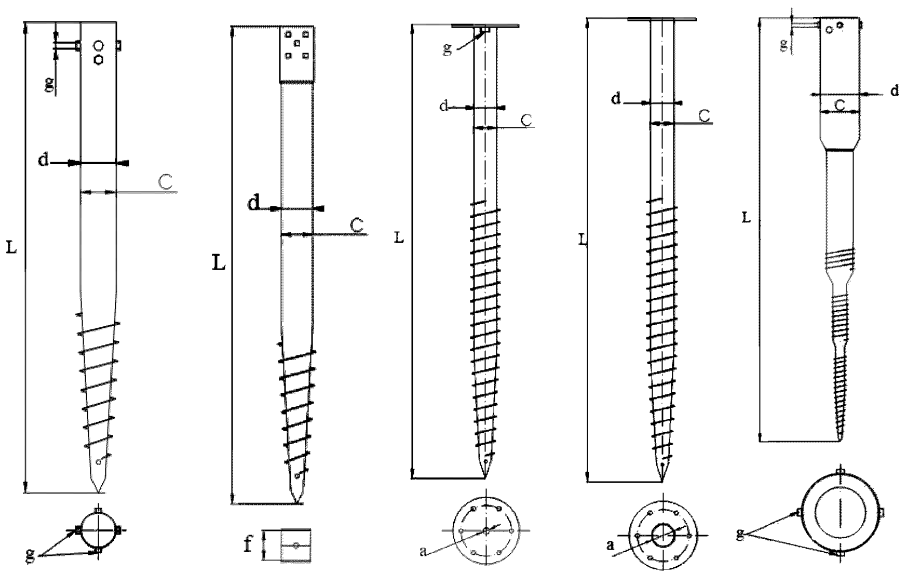


Рисунок А.3 – Примеры разновидностей СВКС

Приложение Б

(справочное)

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

Б.1 Характеристики песков в таблице Б.1 относятся к кварцевым пескам с зернами различной окатанности, содержащим не более 20% полевого шпата и не более 5% в сумме различных примесей (слюда, глауконит и пр.), включая органическое вещество, независимо от степени влажности грунтов S_r.

Б.2 Характеристики глинистых грунтов в таблицах Б.2 и Б.3 относятся к грунтам, содержащим не более 5% органического вещества и имеющим степень влажности $S_r \geq 0{,}8$.

Б.3 Характеристики, приведенные в таблице Б.8, распространяются на намывные пески в возрасте не менее 4 лет.

Б.4 Для грунтов с промежуточными значениями e, не указанными в таблицах Б.1 – Б.8, значения C_n, φ_n и E определяют интерполяцией.

Если значения e, J_L и S_r грунтов выходят за пределы, предусмотренные таблицами Б.1 – Б.8, характеристики C_n, φ_n и E следует определять по данным непосредственных испытаний этих грунтов.

Допускается в запас надежности принимать характеристики C_n, φ_n и E по соответствующим нижним пределам e, J_L и S_r в таблицах Б.1 – Б.8, если грунты имеют значения e, I_L и S_r меньше этих предельных значений.

Б.5 Для определения значений C_n, φ_n и E по таблицам Б.1 – Б.8 используют нормативные значения e, J_L и S_r.

Таблица Б.1 – Нормативные значения удельного сцепления C_n, кПа, угла внутреннего трения φ_n, град., и модуля деформации E, МПа, песков четвертичных отложений

Пески	Обозначения характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости e, равном			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные	C	2	1	-	-
	φ	43	40	38	-
	$E_{гр}$	50	40	30	-
Средней крупности	C	3	2	1	-
	φ	40	38	35	-
	$E_{гр}$	50	40	30	-
Мелкие	C	6	4	2	-
	φ	38	36	32	28
	$E_{гр}$	48	38	28	18
Пылеватые	C	8	6	4	2
	φ	36	34	30	26
	$E_{гр}$	39	28	18	11

Таблица Б.2 – Нормативные значения удельного сцепления C_n, кПа, угла внутреннего трения φ_n, град., глинистых нелессовых грунтов четвертичных отложений

Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателя текучести J_L		Обозначения характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости e, равном						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси	$0 \le J_L \le 0{,}25$	C	21	17	15	13	-	-	-
		φ	30	29	27	24	-	-	-
	$0{,}25 < J_L \le 0{,}75$	C	19	15	13	11	9	-	-
		φ	28	26	24	21	18	-	-
Суглинки	$0 \le J_L \le 0{,}25$	C	47	37	31	25	22	19	-
		φ	26	25	24	23	22	20	-
	$0{,}25 < J_L \le 0{,}5$	C	39	34	28	23	18	15	-
		φ	24	23	22	21	19	17	-
	$0{,}5 < J_L \le 0{,}75$	C	-	-	25	20	16	14	12
		φ	-	-	19	18	16	14	12
Глины	$0 \le J_L \le 0{,}25$	C	-	81	68	54	47	41	36
		φ	-	21	20	19	18	16	14
	$0{,}25 < J_L \le 0{,}5$	C	-	-	57	50	43	37	32
		φ	-	-	18	17	16	14	11
	$0{,}5 < J_L \le 0{,}75$	C	-	-	45	41	36	33	29
		φ	-	-	15	14	12	10	7

Таблица Б.3 – Нормативные значения модуля деформации E, МПа, глинистых нелессовых грунтов

Происхождение и возраст грунтов		Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателя текучести J_L		Модуль деформации грунтов E, МПа, при коэффициенте пористости e, равном										
				0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2	1,4	1,6
Четвертичные отложения	Аллювиальные, делювиальные, озерные, озерно-аллювиальные	Супеси	$0 < J_L \le 0{,}75$	-	32	24	16	10	7	-	-	-	-	-
		Суглинки	$0 < J_L \le 0{,}25$	-	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	$0 \le J_L \le 0{,}25$	-	-	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	$0 \le J_L \le 0{,}75$	-	33	24	17	11	7	-	-	-	-	-
		Суглинки	$0 \le J_L \le 0{,}25$	-	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	$J_L \le 0{,}5$	60	50	40	-	-	-	-	-	-	-	-
Юрские отложения оксфордского яруса		Глины	$0{,}25 \le J_L \le 0$	-	-	-	-	-	-	27	25	22	-	-
			$0 < J_L \le 0{,}25$	-	-	-	-	-	-	24	22	19	15	-
			$0{,}25 < J_L \le 0{,}5$	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12	10

Таблица Б.4 – Нормативные значения модуля деформации E, МПа, угла внутреннего трения φ_n, град., и удельного сцепления C_u, кПа, глинистых заторфованных грунтов при степени заторфованности $0{,}05 < I_r < 0{,}25$

Пределы нормативных значений показателя текучести J_L	Обозначения характеристик грунтов	Характеристики глинистых грунтов при степени заторфованности I_r и коэффициенте пористости e, равных							
		0,05 - 0,1				0,1 - 0,25			
		0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	1,35
$0 \le J_L \le 0{,}25$	$E_{гр}$	13,0	12	11	10	8,5	8	7	5,0
	φ	21	20	18	16	15	-	-	-
	C	29	33	37	45	48	-	-	-
$0{,}25 < J_L \le 0{,}5$	$E_{гр}$	11	10	8,5	7,5	7	6	5,5	5
	φ	21	20	18	16	15	14	13	12
	C	21	22	24	31.	33	36	39	42
$0{,}5 < J_L \le 0{,}75$	$E_{гр}$	8,0	7	6,0	5,5	5	5	4,5	4
	φ	21	20	18	16	15	14	13	12
	C	18	19	20	21	23	24	26	28
$0{,}75 < J_L \le 1$	$E_{гр}$	6	5	4,5	4,0	3,5	3	2,5	-
	φ	-	-	-	18	18	18	17	-
	C	-	-	-	15	16	17	18	-

Таблица Б.5 – Нормативные значения удельного сцепления C, кПа, угла внутреннего трения φ_n, град., и модуля деформации E, МПа, элювиальных песков

Пески	Обозначения характеристик	Характеристики песков при коэффициенте пористости e, равном						
		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	1,0	1,2
Дресвянистые	C	45	41	39	37	35	34	-
	φ	34	31	28	25	23	21	-
	E	44	33	24	18	15	14	-
Крупные и средней крупности	C	41	35	29	23	19	-	-
	φ	32	30	27	24	22	-	-
	E	44	31	22	14	13	-	-
Пылеватые	C	58	51	44	39	33	29	24
	φ	32	30	27	24	22	20	18
	E	48	38	29	21	16	12	10
Примечание – Данные таблицы распространяются на элювиальные пески, образованные при выветривании кварцесодержащих магматических пород.								

Таблица Б.6 – Нормативные значения удельного сцепления C, кПа, угла внутреннего трения φ_n, град., и модуля деформации E, МПа, элювиальных глинистых грунтов

магматических и метаморфических пород

Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателя текучести J_L		Обозначения характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости e, равном						
			0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2
Супеси	$J_L < 0$	C	47	44	42	41	40	39	-
		φ	34	31	28	26	25	24	-
		$E_{гр}$	37	30	25	20	15	10	-
	$0 \le J_L \le 0,75$	C	42	41	40	39	38	-	-
		φ	31	28	26	25	24	-	-
		$E_{гр}$	25	18	14	12	11	-	-
Суглинки	$0 \le J_L \le 0,25$	C	57	55	54	53	52	51	50
		φ	24	23	22	21	20	19	18
		$E_{гр}$	27	25	23	21	19	17	14
	$0,25 < J_L \le 0,5$	C	-	48	46	44	42	40	37
		φ	-	22	21	20	19	18	17
		$E_{гр}$	-	19	16	14	13	12	11
	$0,5 < J_L \le 0,75$	C	-	-	41	36	32	29	25
		φ	-	-	20	19	18	17	16
		$E_{гр}$	-	-	15	13	11	10	9
Глины	$0 \le J_L \le 0,25$	C	-	62	60	58	57	56	-
		φ	-	20	19	18	17	16	-
		$E_{гр}$	-	19	18	17	16	15	-
	$0,25 < J_L \le 0,5$	C	-	54	50	47	44	-	-
		φ	-	17	15	13	12	-	-
		$E_{гр}$	-	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.									

Таблица Б.7 – Нормативные значения удельного сцепления C, кПа, угла внутреннего трения φ_n, град., и модуля деформации $E_{гр}$, МПа, элювиальных глинистых грунтов осадочных аргиллито-алевролитовых пород

Обозначение характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости e, равном				
	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85
C	58	48	40	35	31
φ	29	24	21	19	17
$E_{гр}$	25	21	17	13	10

Таблица Б.8 – Нормативные значения удельного сцепления C_n, кПа, угла внутреннего трения φ_n, град., и модуля деформации E, МПа песчаных намывных грунтов

Пески	Обозначение характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости e, равном					
		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Средней	C	8	4	3	2	-	-

крупности	φ	39	37	33	30	-	-
	$E_{гр}$	45	32	25	17	-	-
Мелкие	C	10	6	4	3	1	-
	φ	36	33	30	27	25	-
	$E_{гр}$	35	27	19	15	12	-
Пылеватые	C	-	10	7	5	3	2
	φ	-	33	29	25	23	20
	$E_{гр}$	-	20	16	10	8	5

Приложение В

(рекомендуемое)

Примеры расчётов свай винтовых конусно-спиральных (СВКС)

В.1 По несущей способности

В.1.1 Исходные данные:

Грунт: суглинок полутвердый;

- модуль деформации – 27 МПа;
- удельное сцепление – 28 кПа;
- угол внутреннего трения – 32 град.;

для расчетов оснований по несущей способности:

- удельное сцепление – 19 кПа;
- угол внутреннего трения – 24 град.

В.1.2 Параметры винтовой сваи:

Винтовая свая – СВКС.

Марка сваи – FM24/FB 76 x (3,5) x 2500;

Ствол: диаметр ствола d = 76 мм; толщина стенки трубы – 3,5 мм;

Длина сваи L – 2,5 м;

Глубина погружения сваи в грунт – 2,5 м.

Нагрузки, действующие на сваю:

- продольная сила: $N = 15\,кН$;
- поперечная сила: $H = 5\,кН$;
- изгибающий момент: $M = 2\,кН \cdot м$.

В.1.3 Расчет по несущей способности грунта основания свай

Сваю по несущей способности грунта основания следует рассчитывать в соответствии с методикой п. 5.2 по условию:

$$N \le \frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k}$$

Расчетное значение нагрузки на сваю (продольное усилие) составляет N= 15,0 кН.

Определяется расчетным методом значение несущей способности F_d.

Несущую способность винтовых свай СВКС определяем по формуле:

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i \right),$$

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

A – площадь поперечного сечения ствола сваи, брутто, м^2; А = 0,00453 м^2.

u – периметр поперечного сечения ствола сваи, м; u = 0,24 м.

f_i – расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа, принимаемое по таблице 5.3 (с учетом пункта 2 – разбиваем длину сваи на слои по 2 метра) – f= 40 кПа на глубине 1,75 м, h_2 = 1,5 м.

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

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

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи, принимаемый равным 1,1 при погружении сваи с поверхности грунта в ненарушенный грунтовый массив;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, определяемое по

формуле:

$$R = \alpha_1 C_1 + \alpha_2 \gamma_1 h_{св}$$

где α_1, α_2 – безразмерные коэффициенты, принимаемые по таблице 5.2 в зависимости от расчетного угла внутреннего трения грунта φ_1, основания сваи, для φ_1= 24 град α_1= 18,0, α_2 = 9,2;

C_1 – расчетное значение удельного сцепления грунта основания сваи, кПа, C_1 = 19 кПа;

γ_1 – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, кН/м^3, залегающих выше нижнего конца сваи, γ_1 = 20,3 кН/м^3;

$h_{св}$ – глубина погружения сваи, $h_{св}$ = 2,5 м.

$$R = \alpha_1 C_1 + \alpha_2 \gamma_1 h_{св} = 18x19+9,2x20,3x2,5=809 \text{ кПа}$$

$$F_d = \gamma_c(\gamma_{cR} RA + u\Sigma\gamma_{cf} f_i h_i) = 1,0[0,8x809x0,00453+0,24x1,1x(1,5x40)]= 33 \text{ кН}$$

Расчетная нагрузка на сваю составит:

$$N_p = 1*33/1,4*1,15= 20,5 \text{ кН}$$

15,0 кН < 20,5 кН – устойчивость обеспечена.

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_k =1,4.

В.2 По устойчивости

В.2.1 Исходные данные:

Грунт: суглинок полутвердый (показатель текучести J_L = 0);

- удельное сцепление – 28 кПа;
- угол внутреннего трения – 32 град.;

для расчетов оснований по несущей способности:

- удельное сцепление – 19 кПа;
- угол внутреннего трения – 24 град.;

В.2.2 Параметры винтовой сваи:

Винтовая свая – СВКС.

Марка сваи – FM24/FB 76 x (3,5) x 2500.

Ствол: диаметр ствола d = 76 мм; толщина стенки трубы – 3,5 мм;

Длина сваи L = 2,5м.

Глубина погружения сваи в грунт – 2,5 м.

Нагрузки, действующие на сваю:

- продольная сила: $N = 15\,кН$;

- поперечная сила: $H = 5\,кН$;

- изгибающий момент: $M = 2\,кН \cdot м$.

В.2.3 Расчет устойчивости грунта основания свай

Расчет устойчивости основания, окружающего сваю, производится на основании п. 5.3 настоящих рекомендаций по формуле:

$$\sigma_z \le \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{4}{\cos\varphi_I}\left(\gamma_I \cdot z \cdot tg\varphi_I + \xi \cdot c_I\right),$$

где σ_z – расчетное давление на грунт, кПа (тс/м^2), боковой поверхности сваи на глубине z, м, отсчитываемой при высоком ростверке от поверхности грунта, а при низком ростверке – от его подошвы:

а) при $a_\varepsilon L$<2,5 – на двух глубинах, соответствующих $z = L/3$ и $z = L$;

б) при $a_\varepsilon L$>2,5 – на глубине $z = 0{,}85/\alpha_\varepsilon$, где α_ε определяется по формуле п. 5.3.6;

γ_I – расчетный удельный (объемный) вес грунта ненарушенной структуры, кН/м^3 (тс/м^3), определяемый в водонасыщенных грунтах с учетом взвешивания в воде;

φ_I, C_I – расчетные значения соответственно угла внутреннего трения грунта, град., и удельного сцепления грунта, кПа;

ξ – коэффициент, принимаемый для винтовых свай ξ = 0,3;

η_1 – коэффициент, равный единице, кроме случаев расчета фундаментов распорных сооружений, для которых η_I = 0,7;

η_2 – коэффициент, учитывающий долю постоянной нагрузки в суммарной нагрузке, определяемый по формуле:

$$\eta_2 = \frac{M_c + M_t}{\overline{n} \cdot M_c + M_t},$$

где 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 $\overline{n} = 2,5$, за исключением случаев расчета:

а) особо ответственных сооружений, для которых при $a_\varepsilon L \leq 2,6$ принимается $\overline{n} = 4$ и при $a_\varepsilon L \geq 5$ принимается $\overline{n} = 2,5$; при промежуточных значениях $a_\varepsilon L$ значение $\overline{n}$ определяется интерполяцией;

б) фундаментов с однорядным расположением свай на внецентренно приложенную вертикальную сжимающую нагрузку, для которых следует принимать $\overline{n} = 4$ независимо от значения $a_\varepsilon L$.

$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{K \cdot b_p}{E \cdot I}},$$

где K – коэффициент пропорциональности, кН/м^4;

E – модуль упругости материала свай, кПа (тс/м^2);

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

b_p – условная ширина сваи, м, принимаемая равной: для свай с диаметром стволов 0,8 м и более $b_p = d + 1$, а для остальных размеров сечений свай $b_p = 1,5 \cdot d + 0,5$, м;

d – наружный диаметр сечения сваи в плоскости, перпендикулярной действию нагрузки, м.

$K = 6000 \frac{кН}{м^4}$ – коэффициент пропорциональности для суглинка полутвердого с коэффициентом текучести $I_L = 0$.

$E = 2,06 \cdot 10^5 \, МПа$ – модуль деформации стали.

Момент инерции поперечного сечения сваи:

$$I = \frac{\pi\left[d^4 - (d - 2t)^4\right]}{64} = \frac{3,14 \cdot \left[(76 мм)^4 - (76 мм - 2 \cdot 3,5 мм)^4\right]}{64} = 52 см^4$$

Условная ширина сваи:

$$b_p = 1,5 \cdot d + 0,5 = 1,5 \cdot 76 мм + 0,5 = 0,614 м$$

Коэффициент деформации:

$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{K \cdot b_p}{E \cdot I}} = \sqrt[5]{\frac{6000 \frac{кН}{м^4} \cdot 0,614 м}{2,06 \cdot 10^5 МПа \cdot 52 см^4}} = 2,025 \frac{1}{м}$$

Значение $\alpha_\varepsilon \cdot l = 2,025\frac{1}{м} \cdot 2,5м = 5,06$ больше 2,5, поэтому расчетное давление боковой поверхности сваи на грунт определяется на глубине $z = 0,85/\alpha_\varepsilon = 0,85/2,025м^{-1} = 0,42м$.

$\eta_1 = 1$;

Коэффициент, учитывающий долю постоянных нагрузок, принимаем в качестве примера равным $\eta_2 = 1$, так как в сечении сваи не возникает момента от постоянных нагрузок.

$$\sigma_{zu} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{4}{\cos\varphi_I}\left(\gamma_I \cdot z \cdot tg\varphi_I + \xi \cdot c_I\right) = 1 \cdot 1 \cdot \frac{4}{\cos 24^\circ}\left(18\frac{кН}{м^3} \cdot 0,42м \cdot tg24^\circ + 0,3 \cdot 19кПа\right) =$$
$$= 39,69кПа$$

Расчетное давление σ_z, кПа, на грунт по контакту с боковой поверхностью сваи, возникающее на глубине z следует определять по формуле:

$$\sigma_z = \frac{K}{\alpha_\varepsilon}\bar{z}\left(U_0 A_1 - \frac{\psi_0}{\alpha_\varepsilon}B_1 + \frac{M_0}{\alpha_\varepsilon^2 EI}C_1 + \frac{H_0}{\alpha_\varepsilon^3 EI}D_1\right),$$

где K – коэффициент пропорциональности, кН/м^4;

α_ε, E, I – то же, что и в п. 5.3;

$\bar{z}$ – приведенная глубина, определяемая по формуле (ссылка) в зависимости от значения действительной глубины z, для которой определяют значения давления σ_z;

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 $M_0 = M + Hl_0$;

U_0 и ψ_0 – горизонтальное перемещение, м, и угол поворота поперечного сечения сваи, рад, в уровне поверхности грунта при высоком ростверке, а при низком ростверке – в уровне его подошвы;

A_1, B_1, C_1, D_1 – коэффициенты, значения которых принимают по таблице Д.3 СП 50-102-2003.

Горизонтальное перемещение U_0, м, и угол поворота ψ_0, рад, следует определять по формулам:

$$U_0 = H_0 \cdot \varepsilon_{HH} + M_0 \cdot \varepsilon_{HM},$$

$$\psi_0 = H_0 \cdot \varepsilon_{MH} + M_0 \cdot \varepsilon_{MM},$$

где ε_{HH} – горизонтальное перемещение сечения, м/кН, от силы $H_0 = 1$ (рисунок В.1 а);

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

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

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

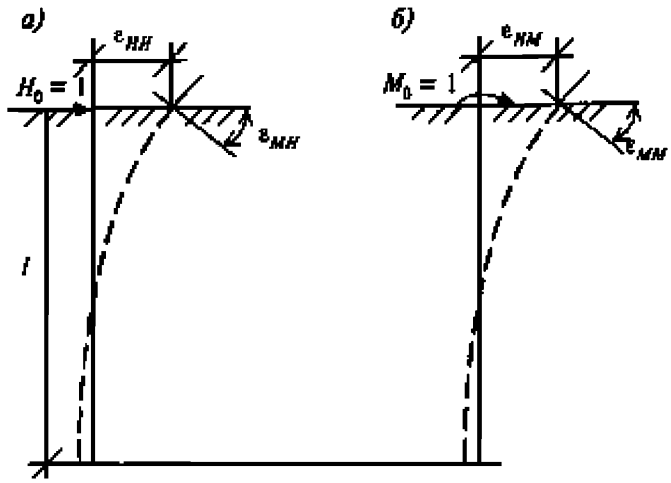


Рисунок В.1 – Схемы перемещения свай в грунте; а) от воздействия горизонтальной силы, б) от воздействия изгибающего момента

Перемещения ε_{HH}, $\varepsilon_{MH} = \varepsilon_{HM}$ и ε_{MM} вычисляют по формулам:

$$\varepsilon_{HH} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon^3 EI} A_0,$$

$$\varepsilon_{MH} = \varepsilon_{HM} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon^2 EI} B_0,$$

$$\varepsilon_{MM} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon EI} C_0,$$

где A_0, B_0, C_0 – безразмерные коэффициенты, принимаемые по таблице Д.2 СП 50-102-2003 в зависимости от приведенной глубины заложения свай в грунте $\overline{l}$. При

значении глубины $\overline{l}$, соответствующей промежуточному значению, указанному в таблице Д.2, его следует округлить до ближайшего табличного значения.

$l_0 = 0\,м$ – длина участка сваи от подошвы ростверка до поверхности грунта;

$H_0 = H = 5\,кН$;

$M_0 = M + Hl_0 = 2\,кН \cdot м + 5\,кН \cdot 0 = 7\,кН \cdot м$.

Значение безразмерных коэффициентов по таблице Д.2 СП 50-102-2003 при $l' = \alpha_\varepsilon \cdot l = 2,025\,м^{-1} \cdot 2,5\,м = 5,06$ при опирании сваи на дисперсный грунт:

$A_0 = 2,441$, $B_0 = 1,621$, $C_0 = 1,751$

$$\varepsilon_{HH} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon^3 EI} A_0 = \frac{1}{\left(2,025\,м^{-1}\right)^3 2,06 \cdot 10^5\,МПа \cdot 52\,см^4} \cdot 2,441 = 2,717 \cdot 10^{-3}\,\frac{м}{кН}$$

$$\varepsilon_{MH} = \varepsilon_{HM} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon^2 EI} B_0 = \frac{1}{\left(2,025\,м^{-1}\right)^2 2,06 \cdot 10^5\,МПа \cdot 52\,см^4} \cdot 1,621 = 3,655 \cdot 10^{-3}\,\frac{1}{кН}$$

$$\varepsilon_{MM} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon EI} C_0 = \frac{1}{2,025\,м^{-1} \cdot 2,06 \cdot 10^5\,МПа \cdot 52\,см^4} \cdot 1,751 = 7,995 \cdot 10^{-3}\,\frac{1}{кН \cdot м}$$

$$U_0 = H_0 \cdot \varepsilon_{HH} + M_0 \cdot \varepsilon_{HM} = 5\,кН \cdot 2,717 \cdot 10^{-3}\,\frac{м}{кН} + 2\,кН \cdot м \cdot 3,655 \cdot 10^{-3}\,\frac{1}{кН} = 21\,мм$$

$$\psi_0 = H_0 \cdot \varepsilon_{MH} + M_0 \cdot \varepsilon_{MM} = 5\,кН \cdot 3,655 \cdot 10^{-3}\,\frac{1}{кН} + 2\,кН \cdot м \cdot 7,995 \cdot 10^{-3}\,\frac{1}{кН \cdot м} = 0,034\,рад$$

Значение безразмерных коэффициентов по таблице Д.3 СП 50-102-2003 при значении приведенной глубины расположения сечения сваи $\overline{z} = \frac{0,85}{\alpha_\varepsilon} = \frac{0,85}{2,025\,м^{-1}} = 0,42\,м$:

$A_1 = 1,000$, $B_1 = 0,40$, $C_1 = 0,080$, $D_1 = 0,011$

$$\sigma_z = \frac{K}{\alpha_\varepsilon}\overline{z}\left(U_0 A_1 - \frac{\psi_0}{\alpha_\varepsilon} B_1 + \frac{M_0}{\alpha_\varepsilon^2 EI} C_1 + \frac{H_0}{\alpha_\varepsilon^3 EI} D_1\right) = \frac{6000\,\frac{кН}{м^4}}{2,025\,м^{-1}} 0,42\,м$$

$$\left(\begin{array}{l} 21\,мм \cdot 1 - \frac{0,034\,рад}{2,025\,м^{-1}} 0,4 + \frac{2\,кН \cdot м}{\left(2,025\,м^{-1}\right)^2 2,06 \cdot 10^5\,МПа \cdot 52\,см^4} 0,08 + \\ + \frac{5\,кН}{\left(2,025\,м^{-1}\right)^3 2,06 \cdot 10^5\,МПа \cdot 52\,см^4} 0,011 \end{array}\right) = 36,64\,кПа$$

$\sigma_z \le \sigma_{zu}$

$36,64\,кПа \le 39,69\,кПа$

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

В.3 Сравнительный расчет в программном комплексе

Расчетная схема в программных комплексах может использоваться для определения деформаций сечений сваи (перемещения U_p, мм, и угла поворота, ψ_p, рад) и расчетного давления σ_z, кПа, 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 стрежневых 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, кН/м^3, возрастающим с глубиной, и условной шириной сечения сваи b_p, м. 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, кН/м^3, для каждого стержневого элемента расчетной схемы, взаимодействующим с грунтом основания при отсутствии опытных данных допускается определять по формуле:

$$c_z = K \cdot z,$$

где K – коэффициент пропорциональности, кН/м^4, принимаемый в зависимости от вида грунта, окружающего сваю, по таблице Д.1 СП 50-102-2003;

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: для свай с диаметром стволов 0,8 м и более $b_p = d + 1$, а для остальных размеров сечений свай $b_p = 1{,}5 \cdot d + 0{,}5$, м.

Для сваи FM24/FB 76 x (3,5) x 2500 $b_p = 1{,}5 \cdot d + 0{,}5 = 1{,}5 \cdot 76$ мм + 0,5 = 0,614 м.

Таблица В.1 – Расчет коэффициентов постели

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» получена эпюра отпора грунта, мозаики перемещений и углов поворота точек сваи (рисунки В.2–В.5).

Расчетное давление боковой поверхности сваи на грунт: $\sigma_z = \frac{R_z}{b_p} = \frac{17\,кН/м}{0{,}614\,м} = 27{,}69\,кПа$

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

Таблица В.2

Показатель	Значение по методике СП 50-102-2003	Значение в ПК «ЛИРА-САПР»	Отклонение, %
Расчетное давление σ_z, кПа	36,64	27,69	24,4 %
Горизонтальное перемещение, мм	21	- 20	4,8 %
Угол поворота сечения сваи, рад	0,034	0,033	2,9 %

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

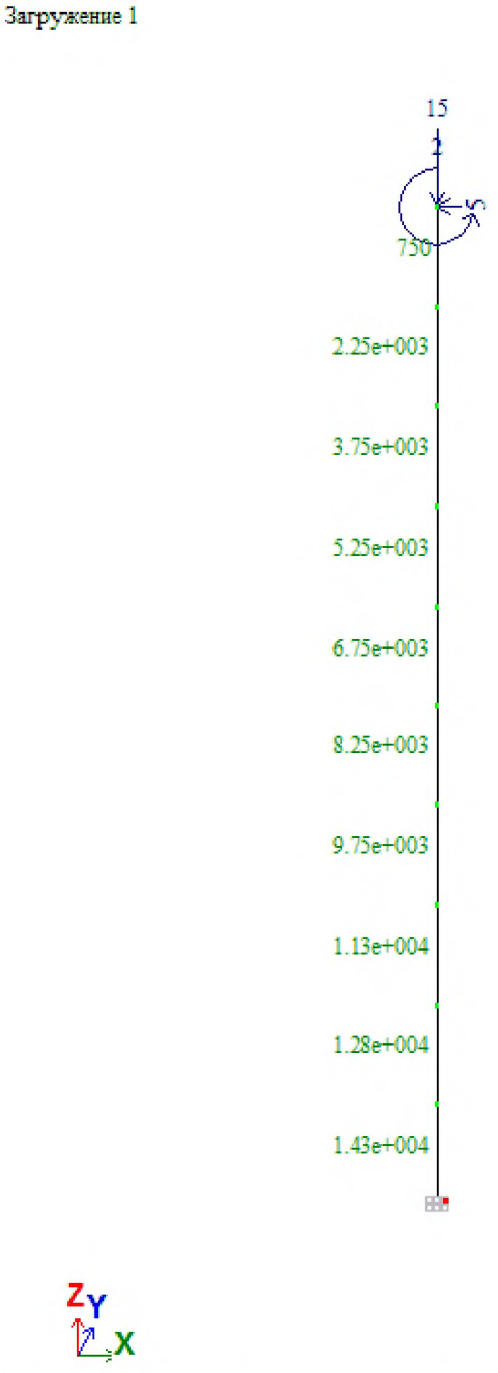
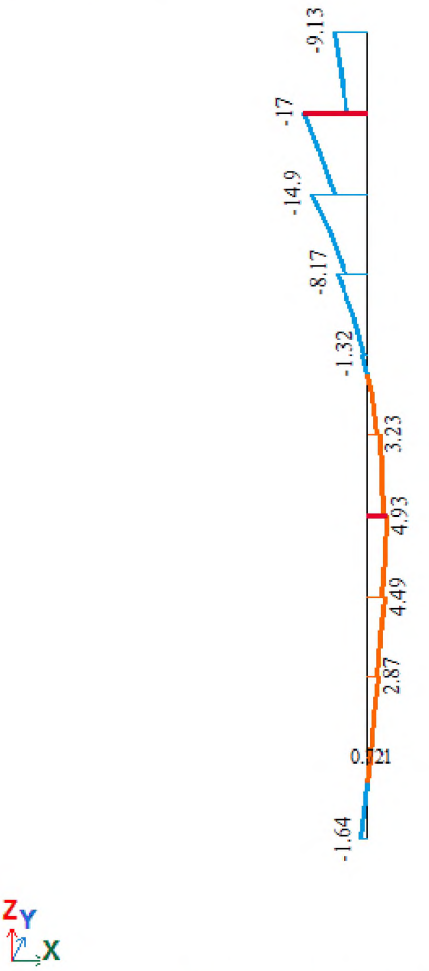


Рисунок В.2 – Общий вид расчетной схемы в ПК «ЛИРА-САПР»
(синим цветом показаны нагрузки, действующие на сваю, зеленым – коэффициенты постели c_z)

Загружение 1
Эпюра Rz
Единицы измерения - кН/м



Минимальное усилие -16.9762; Максимальное усилие 4.93361

Рисунок В.3 – Эпюра отпора грунта, кН/м

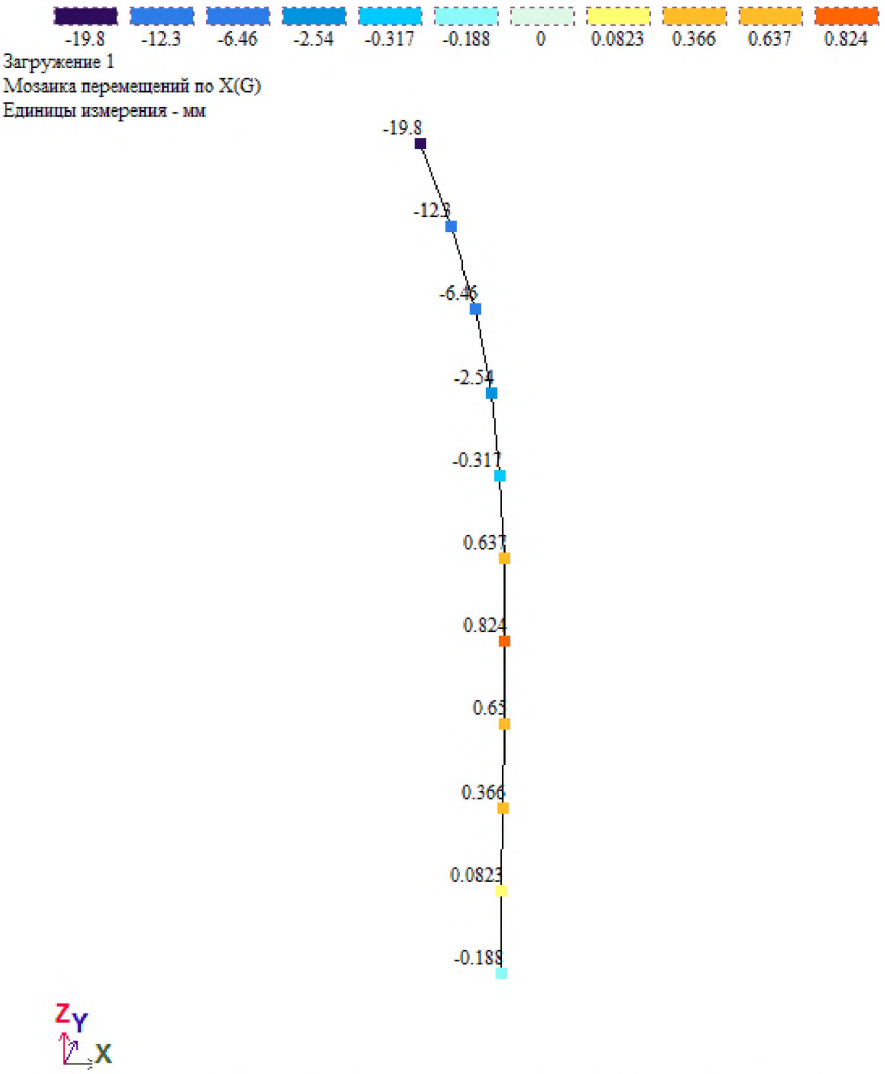


Рисунок В.4 – Мозаика горизонтальных перемещений сваи, мм

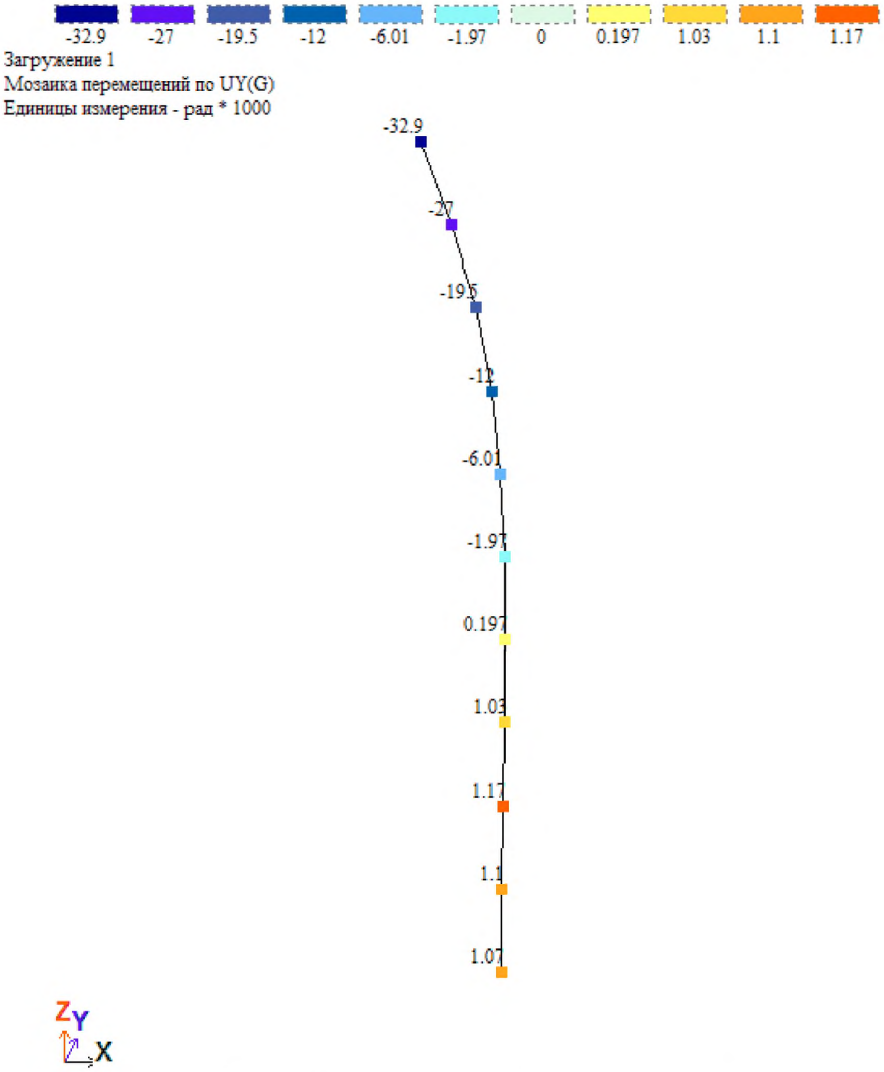


Рисунок В.5 – Мозаики углов поворота точек сваи, рад*1000

В.4 Расчет горизонтального перемещения и угла поворота (в уровне «головы» сваи)

Исходные данные см. из В.2.

Расчетные значения горизонтального перемещения сваи в уровне подошвы ростверка U_p, м, и угол ее поворота ψ_p, рад следует определять по формулам:

$$U_p = U_0 + \psi_0 l_0 + \frac{Hl_0^3}{3EI} + \frac{M_0^2}{2EI},$$

$$\psi_p = \psi_0 + \frac{Hl_0^2}{2EI} + \frac{Ml_0}{EI},$$

где H и M – расчетные значения поперечной силы, кН, и изгибающего момента, кНм, действующие на голову сваи;

l_0 – длина участка сваи, м, равная расстоянию от подошвы ростверка до поверхности грунта под ростверком;

E и I – модуль деформации материала сваи, МПа и момент инерции поперечного сечения, м^4;

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

Горизонтальное перемещение U_0, м, и угол поворота ψ_0, рад, следует определять по формулам:

$$U_0 = H_0 \cdot \varepsilon_{HH} + M_0 \cdot \varepsilon_{HM},$$

$$\psi_0 = H_0 \cdot \varepsilon_{MH} + M_0 \cdot \varepsilon_{MM},$$

где ε_{HH} – горизонтальное перемещение сечения, м/кН, от силы $H_0 = 1$ (рисунок В.6 а);

ε_{HM} – горизонтальное перемещение сечения, 1/(кН·м), от момента $M_0 = 1$ (рисунок В.6 б);

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

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

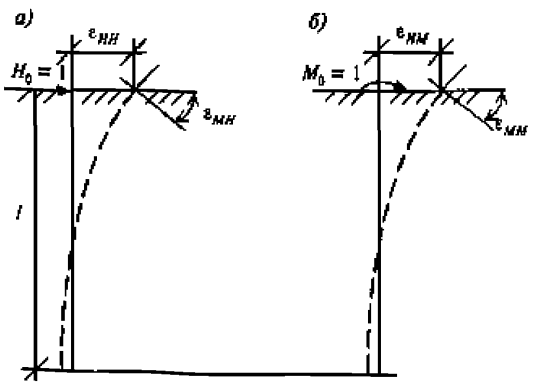


Рисунок В.6 – Схемы перемещения свай в грунте

Перемещения ε_{HH}, $\varepsilon_{MH} = \varepsilon_{HM}$ и ε_{MM} вычисляют по формулам:

$$\varepsilon_{HH} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon^3 EI} A_0,$$

$$\varepsilon_{MH} = \varepsilon_{HM} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon^2 EI} B_0,$$

$$\varepsilon_{MM} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon EI} C_0,$$

где A_0, B_0, C_0 – безразмерные коэффициенты, принимаемые по таблице Д.2 СП 50-102-2003 в зависимости от приведенной глубины заложения свай в грунте $\overline{l}$. При значении глубины $\overline{l}$, соответствующей промежуточному значению, указанному в таблице Д.2, его следует округлить до ближайшего табличного значения.

$l_0 = 0\,м$ – длина участка сваи от подошвы ростверка до поверхности грунта.

$H_0 = H = 5\,кН$.

$M_0 = M + Hl_0 = 2\,кН \cdot м + 5\,кН \cdot 0 = 7\,кН \cdot м$.

Значение безразмерных коэффициентов по таблице Д.2 СП 50-102-2003 при $\overline{l} = \alpha_\varepsilon \cdot l = 2,025\,м^{-1} \cdot 2,5\,м = 5,06$ при опирании сваи на дисперсный грунт:

$A_0 = 2,441$, $B_0 = 1,621$, $C_0 = 1,751$

$$\varepsilon_{HH} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon^3 EI} A_0 = \frac{1}{(2,025)^3 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 52} \cdot 2,441 = 2,717 \cdot 10^{-3} \frac{м}{кН}$$

$$\varepsilon_{MH} = \varepsilon_{HM} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon^3 EI} B_0 = \frac{1}{(2,025)^2 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 52} \cdot 1,621 = 3,655 \cdot 10^{-3} \frac{1}{кН}$$

$$\varepsilon_{MM} = \frac{1}{\alpha_\varepsilon EI} C_0 = \frac{1}{2,025^{-1} \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 52} \cdot 1,751 = 7,995 \cdot 10^{-3} \frac{1}{кНм}$$

$$U_0 = H_0 \cdot \varepsilon_{HH} + M_0 \cdot \varepsilon_{HM} = 5 \cdot 2,717 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 3,655 \cdot 10^{-3} = 0,021 м$$

$$\psi_0 = H_0 \cdot \varepsilon_{MH} + M_0 \cdot \varepsilon_{MM} = 5 \cdot 3,655 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 7,995 \cdot 10^{-3} = 0,034\ рад$$

$$U_p = U_0 + \psi_0 l_0 + \frac{Hl_0^3}{3El} + \frac{M_0^2}{2EI} = 21 + 0,034 \cdot 0 + \frac{5 \cdot (0)^3}{3 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 52} +$$

$$+ \frac{(2)^2}{2 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 52} = 0,021 м$$

$$\psi_p = \psi_0 + \frac{Hl_0^2}{2El} + \frac{Ml_0}{EI} = 0,034 + \frac{5 \cdot (0)^2}{2 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 52} + \frac{2}{2,06 \cdot 10^5 \cdot 52} = 0,034 \, рад$$

Получившееся значение горизонтального перемещения $U_p = 21 мм$, угла поворота $\psi_p = 0,034 \, рад$.

Сравнительный расчет в программном комплексе см. приложение В.3.

Приложение Г

(рекомендуемое)

Пример расчётов лопастных винтовых свай (СВЛ)

Г.1 Исходные данные

Г.1.1 Грунт: суглинок мягкопластичный;

Расчетное значение плотности ρ = 18 г/см^3;

Коэффициент пористости: e = 0,75 МПа;

Показатель текучести: J_L = 0,75;

Расчетное значение угла внутреннего трения: φ = 13,3 град;

Расчетное значение удельного сцепления: C = 15,7 кПа.

Расчетное значение модуля деформации E_0 = 6000 кПа.

Ветровой район строительства – III.

Г.1.2 Параметры винтовой сваи:

Винтовая свая СВЛ.

Марка сваи - СВ 219/6000/500;

Ствол: диаметр ствола d – 0,219 м; тип трубы – ЭЛСВ; толщина стенки трубы – 0,007 м;

Лопасть: диаметр лопасти D – 0,5 м; толщина лопасти – 0,008 м; шаг винтовой лопасти $h_л$ – 0,2 м; количество витков лопасти – 1,25;

Длина сваи L – 6 м;

Защитное покрытие: полимерное, 150–200 мкр.

Несущая способность по материалу – не менее 300 кН;

Глубина погружения сваи в грунт – 5 м.

Г.1.3 Нагрузки, действующие на винтовую сваю:

Вид: стойка прямая из двутавра 16Б1 с секцией шумозащитого экрана 3х6,09 м (конструкция экрана – прямая; длина – 3 м; ширина 6,09 м); сопряжение стойки с винтовой сваей – фланецевое.

Действующие нагрузки: нагрузки от собственного веса конструкций; ветровая нагрузка.

Нормативное значение нагрузки:

- от собственного веса конструкции q_n = 0,83 кН/м;

- от ветра W_n = 3,5 кН/м.

Расчетное значение нагрузки:

- от собственного веса конструкции q_r = 0,98 кН/м.

- от ветра W_n = 4,9 кН/м.

Г.1.4 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 нагрузки:

- вертикальные N_{r1} = 6 кН;

- горизонтальные Q_r= 29,84 кН;

- изгибающего момента M_r = 90,9 кН·м.

Г.2 Расчет по несущей способности грунта основания свай

Сваю по несущей способности грунта основания следует рассчитывать в соответствии с методикой п. 5.2 по условию:

$$N \leq \frac{\gamma_0 F_d}{\gamma_n \gamma_k}$$

Расчетное значение нагрузки на сваю (продольное усилие) составляет N = 6,72 кН.

Определим расчетным методом значение несущей способности F_d.

Несущая способность лопасти винтовой сваи определяется по формуле:

$$F_{d0} = (a_1C_1 + a_2\gamma_1h_1)A = (7{,}8*12{,}5 + 2{,}8*17{,}6*4{,}7)*0{,}635 = 208{,}9 \text{ кН}.$$

Прочностные и деформационные характеристики грунта в рабочей зоне необходимо определять после устройства лопастной сваи. Ввиду отсутствия этих характеристик примем допущение – уменьшив значения прочностных и деформационных характеристик применением коэффициента K = 0,8 (по 7.2 СП 50-102-2003 для разрыхленного грунта). Значения C_1 и φ_1 в рабочей зоне составляют C_1 = 12,5 кПа, φ_1 = 10,6 град., которому соответствуют a_1 = 7,8 и a_2 = 2,8.

Глубина залегания лопасти сваи h_1 = 4,7 м.

Проекция площади лопасти за вычетом сечения ствола A = 0,635 м.

Несущая способность ствола винтовой сваи определяется по формуле:

$$F_{df} = uf_i(h_{св} - d) = 0{,}69*6{,}5*(5-0{,}5) = 20{,}2 \text{ кН}.$$

Периметр поперечного сечения ствола сваи u = 0,69 м.

Расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности ствола для J_L = 0,75 по таблице 5.3 соответствует f_i = 6,5 кПа.

Расчетная несущая способность составляет:

$$F_d = \gamma_c[F_{d0} + F_{df}] = 0{,}8*(20{,}2+208{,}9) = 183{,}2 \text{ кПа}.$$

Коэффициент условий работы сваи γ_c в соответствии с таблицей 2 для сжимающих нагрузок составляет γ_c = 0,8.

6,72 кН < 1*183,2 кН / 1,15*1,4

6,72 кН < 113,7 кН – устойчивость обеспечена.

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_k =1,4.

Г.3 Расчет осадки сваи

Расчёт свай и свайных фундаментов по осадке следует производить соответствии с методикой п. 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 осадка определяется по формуле:

$$S = \frac{0{,}22N}{G_2 d_b} + \frac{NL}{EA} = \frac{0{,}22 \cdot 6}{2400 \cdot 0{,}5} + \frac{6 \cdot 5}{6000 \cdot 3{,}44} = 0{,}0026 \text{ м}$$

Модуль сдвига G_2 = 2400 кПа;

Площадь боковой поверхности сваи A = 0,688*5 = 3,44 м^2.

Модуль деформации E, вертикальная расчетная нагрузка на сваю N, длина свай L и диаметр лопасти D приняты по исходным данным Г.1.

Приложение Д

(рекомендуемое)

Пример расчетов винтовых свай на воздействие сил морозного пучения

Д. 1 Исходные данные

Грунт: тугопластичный суглинок.

Плотность ρ = 19 г/см^3.

Модуль деформации: E = 2,5 МПа;

Коэффициент Пуассона: ν = 0,30;

Показатель текучести: J_L = 0,22;

Угол внутреннего трения: φ = 22 град;

Удельное сцепление: C_I = 31 кПа;

Расчетная глубина промерзания: h_m = 1,0м.

Д.2 Расчет устойчивости свай СВКС

Д.2.1 Исходные данные.

Свая СВКС конической формы, диаметром 0,114 м, длиной 6,0 м.

Геометрические данные:

- длина цилиндрической части – 1,0 м;
- диаметр цилиндрической части – 0,114 м;
- периметр цилиндрической части – 0,358 м;
- длина конической части – 5 м;
- приведенный диаметр конической части – 0,114/2 = 0,057 м;
- расчетный периметр конической части u = 0,358/2 = 0,18 м.

Д.2.2 Расчетное значение силы F_{rf}, кН, удерживающей фундамент от выпучивания вследствие трения его поверхности с не промерзшим грунтом, лежащим ниже расчетной глубины промерзания, кН, определяется по формуле:

$$F_{rf} = u\sum_{i=1}^{n} f_i h_i$$

f_i - расчетное сопротивление i-го слоя талого грунта сдвигу по поверхности сваи, кПа, принимаемое по таблице 4 $f_{i\,3}$, равно 30 кПа.

$$F_r = 0{,}18 * 30 * 5 = 27 \text{ кН}.$$

Д.2.3 Воздействие вертикальных касательных сил морозного пучения:

$$\tau_{fh} A_{fh} - F \le \frac{\gamma_c}{\gamma_k} F_{rf}$$

где τ_{fh} – расчетная удельная касательная сила пучения, кПа, принимаемая по таблице 6 в зависимости от характеристик грунта и глубины промерзания – 70 кПа, с коэффициентом при металлической поверхности 0,8 равна τ_{fh} = 56 кПа;

A_{fh} – площадь боковой поверхности смерзания сваи в пределах расчетной глубины сезонного промерзания-оттаивания грунта; A = 1,0*0,358 = 0,358 м^2;

γ_k – коэффициент надежности, принимаемый равным 1,1.

Вертикальная выдергивающая сила:

$$F_d = 56 \text{ кПа} * 0{,}36 \text{ м}^2 = 20{,}1 \text{ кН}.$$

Примем F – расчетную нагрузку на сваю, включая вес сваи (с коэффициентом 0,9 по сочетанию нагрузок), равную 2 кН.

Условие устойчивости выполняется: (20 – 2) < (27/1,1).

Д.3 Расчет устойчивости свай СВЛ

Д.3.1 Исходные данные.

Свая СВЛ:

- длина – 6 м;
- диаметр ствола сваи – 0,108 м;
- диаметр режущей лопасти – 0,3 м.

Д.3.2 Несущая способность ствола:

$$F_{df} = uf_i (h_{св} - d) = 0{,}34*30 \text{ кПа}*(6{,}0-1{,}0 - 0{,}3) = 47{,}94 \text{ кН}$$

Д.3.3 Несущая способность лопасти:

$$F_d = \gamma c[(a_1C_1 + a_2\gamma_1 h_1)A\ ] = 0{,}7*[(12{,}1*31+ 5{,}5*19 \text{ кН/м}^3*5{,}7 \text{ м})0{,}07]= 48{,}9 \text{ кН}$$

где α_1, α_2 – безразмерные коэффициенты, принимаемые по таблице 3 в зависимости от расчетного значения угла внутреннего трения грунта в рабочей зоне φ_I (под рабочей зоной понимается прилегающий к лопасти слой грунта толщиной, равной d) 12,1 и 5,5;

C_1 – расчетное значение удельного сцепления грунта в рабочей зоне, 32 кПа;

h_1 – глубина залегания лопасти сваи от природного рельефа – 3,0 - 0,3 = 2,7 м;

A – проекция площади лопасти, $м^2$, считая по наружному диаметру, при работе винтовой сваи на сжимающую нагрузку, и проекция рабочей площади лопасти, т.е. за вычетом площади сечения ствола, при работе винтовой сваи на выдергивающую нагрузку:

$$A = 3{,}14*0{,}15^2 - 3{,}14*0{,}054^2 = 0{,}07\ м^2.$$

γ_c – коэффициент условий работы (таблица 2) равен 0,7.

Общая несущая способность ствола и лопасти составляет: 47,9+ 48,9 = 96,8 кН.

Д.3.4 Воздействие вертикальных касательных сил морозного пучения:

$$56\ кПа * 0{,}33\ м^2 = 18{,}48\ кН$$

Вертикальная выдергивающая сила: (площадь боковой поверхности: 0,108*3,14*1,0 = 0,33$м^2$).

Примем *F* – расчетную нагрузку на сваю, включая вес сваи (с коэффициентом 0,9 по сочетанию нагрузок), равную 2 кН.

Условие устойчивости выполняется: (18,5 – 2) < (96,8/1,1).

Приложение Е

(справочное)

Примеры погружения винтовых свай СВКС и СВЛ с использованием механизмов

а)

б)

Рисунок Е.1 – Пример монтажа свай СВКС: а) с использованием электрического завинчивающего устройства; б) с использованием гидравлического завинчивающего устройства AICHI D-502 на базе грузового автомобиля.

а)

б)

Рисунок Е.2 – Пример монтажа свай СВЛ: а) с использованием электрического завинчивающего устройства; б) с использованием гидравлического завинчивающего устройства: универсальной бурильной машины УБМ-85 на базе грузового автомобиля УРАЛ

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 _____

«___»_____ _____/_____/

МП руководитель субподрядной организации

Ж.1.2 Типовая страница журнала

Установка для погружения свай _____

Абсолютная / относительная отметка верха оголовка сваи _____/_____

№№ сваи п/п	№ сваи на схеме	Дата	Параметры сваи		Маркировка сваи	Количество свай в ростверке, шт.	Исполнители	Подпись производ. работ
			длина	диаметр				

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ж.1.3 Последняя страница журнала

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Работы по устройству фундаментов из винтовых свай,								
производитель работ _____/_____/, дата_____								

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

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

Ответственный представитель технического надзора

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

а также лица, дополнительно участвующие в освидетельствовании:

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

произвели осмотр работ, выполненных_____

_____

(наименование подрядчика (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:

Фамилия, инициалы _____

(подпись)

Фамилия, инициалы _____

(подпись)

Фамилия, инициалы _____

(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 производители работ по объекту (подлежат регистрации в территориальном органе Госархстрой надзора):

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_____

Ответственное должностное лицо по стройплощадке_____

Застройщик (заказчик)_____

(юридическое или физическое лицо, получившее разрешение на строительство)

Наименование и почтовые реквизиты, телефон_____

Руководитель_____

Ответственные представители технического надзора (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. Указываются: наименование и почтовые реквизиты, Ф.И.О. руководителей и производителей работ по объекту_____

_____

Организации, разработавшие проектно-сметную документацию и выполненные ими части проектной документации. Указываются: 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)*

Должность, фамилия, имя, отчество и подпись руководителя организации, выдавшего журнал

_____

Дата выдачи, печать организации_____

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

№ п. п.	Наименование актов (с указанием места расположения конструкций и работ)	Дата подписания акта, фамилии, инициалы и должности подписавших

Раздел 4

Сведения о производстве работ и контроле качества

№ и дата	Наименование конструктивных частей, элементов и работ, места их расположения со ссылкой на номера чертежей	Сведения о входном контроле материалов изделий и конструкций	Сведения об операционном контроле (оценка соответствия	Сведения о приемочном контроле (№ актов по разделу 2)

		(реквизиты паспортов и др. документов о качестве)	проекту, отметки о допущенных отступлениях и т.д.)	

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 сделавшим ее лицом.

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 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)

_____

наименование предприятия

УТВЕРЖДАЮ

_____

должность, Ф.И.О.

_____

подпись

«____» _____ 200__г.

АКТ №_____
приемки продукции по качеству – свай

« »_____ 20___ _____

Комиссия в составе:

№ п/п	Фамилия имя отчество	Место работы	Должность
1			
2			
3			
4			

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 _____

_____

состояние тары, упаковки

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	
				кол.	стоимость	кол.	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

_____

описывается состояние пломб

15 Продукция подлежит замене _____

указывается количество объем

16 Дефекты продукции устранить поставщиком (изготовителем) до «___ »____200__г.

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

число месяц год

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

Члены комиссии:

_____	_____	_____
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 _____

Генподрядчик_____

Подрядчик_____

Должность, фамилия, имя, отчество и подпись лица, ответственного от строительной организации за ведение журнала производственного контроля _____

Фамилия, имя, отчество и подпись бригадира _____

Фамилия, имя, отчество и подпись геодезиста _____

Фамилия, имя, отчество и подпись главного инженера строительной организации ____

_____

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.

Должность, фамилия, имя, отчество и подпись руководителя строительной организации, выдавшего журнал _____

_____

_____

Библиография

[1] Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»

[2] СТО 56947007-29.120.95-050-2010. ОАО «ФСК ЕЭС». Стандарт организации. Нормы проектирования фундаментов из винтовых свай. 2010. С.22-23

[3] ТР 95.03-99. Технологический регламент производства строительно-монтажных работ при возведении зданий и сооружений. 03. Возведение свайных фундаментов. Москва 2009

[4] Инструкция по проектированию и устройству свайных фундаментов зданий и сооружений в г. Москве, 2001

[5] Руководство по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса. ОДМД / Минтранс РФ. – М.: Информавтодор, 2002

[6] 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».

ОКС 93.020

Ключевые слова:

автомобильные дороги, винтовые сваи, методический документ, рекомендации

Генеральный директор ООО

«Корпорация «ДорПромСтрой» _____Б.В. Стрыгин