ОАО «СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР»
ФИЛИАЛ «СЕВЗАПЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ - ЗАПАДСЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый заместитель Генерального
директора-директор по производству
«ОАО СевЗап НТЦ»
_____ Романенко С.А.
_____ 2008г.

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТОВ НА ВИНТОВЫХ СВАЯХ ДЛЯ МНОГОГРАННЫХ ОПОР ВЛ НАПРЯЖЕНИЕМ 220-500 кВ

Договор № 33Э-60

КОМПЛЕКТ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ «ФУНДАМЕНТЫ НА ВИНТОВЫХ СВАЯХ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ РОСТВЕРКАМИ ДЛЯ МНОГОГРАННЫХ ОПОР ВЛ НАПРЯЖЕНИЕМ 220 КВ»

№ 20015тм-т.1 кн.1

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Директор филиала В.В. Шуринов
Главный инженер проекта П.И. Романов
Начальник НИЛКЭС Л.И. Качановская

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2008

gost.e-ecolog.ru

СОСТАВ ПРОЕКТА

Разработка фундаментов на винтовых сваях для многогранных опор ВЛ напряжением 220-500 кВ.

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
1	2	3	4
1	20015тм-т.1	Комплект конструкторской документации «Фундаменты на винтовых сваях с металлическими ростверками для многогранных опор ВЛ напряжением 220 кВ».	Работать совместно с 20006тм-т.2.
	20015тм-т.1 кн.1	Пояснительная записка.	
	20015тм-т.1 кн.2	Четырёхсвайные фундаменты. Рабочие чертежи.	
2	20015тм-т.2	Комплект конструкторской документации «Фундаменты на винтовых сваях с монолитными ростверками для многогранных опор ВЛ напряжением 220-500 кВ».	Работать совместно с 20006тм-т.2.
	20015тм-т.2 кн.1	Пояснительная записка.	
	20015тм-т.2 кн.2	Рабочие чертежи.	
3	20015тм-т.3	Отчёт об исследовании патентоспособности принятых технических решений по фундаментам на винтовых сваях для многогранных опор ВЛ напряжением 220-500 кВ. Проект двух патентных заявок.	Выполнено ООО «АИС «ИНСО-ЭНЕРГО»
4	20015тм-т.4	Патентный формуляр на фундаменты из винтовых свай для многогранных опор ВЛ напряжением 220-500 кВ.	
5	20015тм-т.5	Лицензионный договор о предоставлении Исполнителю права использования результатов разработки.	

СОДЕРЖАНИЕ

ЛИСТ ПОДПИСЕЙ 4
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ 5
2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 7
3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ 8
4. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ 9
5. НОМЕНКЛАТУРА ФУНДАМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ 11
5.1. ВИНТОВЫЕ СВАИ 11
5.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФУНДАМЕНТА 11
5.3. ФУНДАМЕНТЫ ИЗ ВИНТОВЫХ СВАЙ 13
6. МАТЕРИАЛЫ КОНСТРУКЦИЙ 14
6.1. ВИНТОВЫЕ СВАИ 14
6.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФУНДАМЕНТОВ 14
7. ЗАЩИТА ФУНДАМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ 15
8. ТРЕБОВАНИЯ К ЗАВОДСКОМУ ИЗГОТОВЛЕНИЮ КОНСТРУКЦИЙ 17
8.1. ВИНТОВЫЕ СВАИ 17
8.2. СБОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ 18
9. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ 19
10. УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ 21
11. УКАЗАНИЯ ПО ПОДБОРУ ФУНДАМЕНТОВ 22
11.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 22
11.2. ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЁТУ 24
11.3. ВЫБОР ФУНДАМЕНТА 25
11.4. ВЫБОР ФУНДАМЕНТА ПО ТАБЛИЦАМ ПРИЛОЖЕНИЯ 27
11.5. ШИФР ФУНДАМЕНТА 30
11.6. ПРИМЕРЫ ШИФРОВ 30
11.7. ПРИМЕР ФОРМИРОВАНИЯ ШИФРА ФУНДАМЕНТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОПОРЫ 32
11.8. ПРИМЕР ФОРМИРОВАНИЯ ШИФРА ФУНДАМЕНТА АНКЕРНО-УГЛОВОЙ ОПОРЫ 35
12. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ 39
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВНОГО НОМЕРА ГРУНТА ПО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ 40
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ РАСЧЁТНОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОПОРЫ ИЗ МНОГОГРАННОГО ПРОФИЛЯ 45
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ РАСЧЁТНОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА АНКЕРНО-УГЛОВОЙ ОПОРЫ ИЗ МНОГОГРАННОГО ПРОФИЛЯ 50
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. УДЛИНЕНИЕ СТВОЛА СВАИ 55
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ 58

ЛИСТ ПОДПИСЕЙ

В разработке технической документации принимали участие:

Начальник НИЛКЭС, к.т.н.	**Л.И. Качановская**		
должность	Ф.И.О.	Личная подпись	Дата
ГИП НИЛКЭС, к.т.н.	**П.И. Романов**		
должность	Ф.И.О.	Личная подпись	Дата
Начальник сектора	**В.С. Бобров**		
должность	Ф.И.О.	Личная подпись	Дата
Ведущий инженер, к.ф.-м.н.	**М.С. Ермошина**		
должность	Ф.И.О.	Личная подпись	Дата
Инженер 3 категории	**Л.Ю. Васютин**		
должность	Ф.И.О.	Личная подпись	Дата

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Комплект конструкторской документации «Фундаменты на винтовых сваях с металлическими ростверками для многогранных опор ВЛ напряжением 220 кВ» (инв. № 20015тм–т.1) разработан в рамках технического проекта «Разработка фундаментов на винтовых сваях для многогранных опор ВЛ напряжением 220-500 кВ» Целевой программы ОАО «ФСК ЕЭС» «Унификация фундаментов для электросетевых объектов в связи с внедрением новых индустриальных методов скоростного строительства ВЛ и ПС» и выполнен по договору 33Э-60 между ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «СевЗап НТЦ».

Том 1 «Фундаменты на винтовых сваях с металлическими ростверками для многогранных опор ВЛ напряжением 220 кВ» выполнен в следующем составе:

книга 1: «Пояснительная записка» 20015тм-т.1 кн.1;

книга 2: «Четырёхсвайные фундаменты. Рабочие чертежи» 20015тм-т.1 кн.2.

В основу конструкторской документации положены разработки научно-исследовательской лаборатории конструкций электросетевого строительства (НИЛКЭС) института «Севзапэнергосетьпроект» ОАО «СевЗап НТЦ».

Конструкции винтовых свай разработаны в томе 2 «Винтовые сваи. Методика расчёта и рабочие чертежи» технического проекта «Унифицированные конструкции фундаментов на винтовых сваях для опор ВЛ 35-500 кВ» (инв. № 20006тм-т.2). Разработаны конструкции винтовых свай со сварной лопастью и с литым наконечником.

На конструкцию винтовой сваи получен патент № 49841 на полезную модель «Винтовая свая», патентообладателем является ОАО «СевЗап НТЦ».

На способ жёсткого соединения ростверка со сваями (с помощью сборных столиков) подана заявка № 2008133483 от 21.10.2008 на полезную модель «Многосвайный фундамент башенной опоры», патентообладателями являются ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «СевЗап НТЦ».

Изготовление конструкций с использованием запатентованных полезных моделей допускается только при заключении договора с патентообладателями.

Собственником документации «Фундаменты на винтовых сваях с металлическими ростверками для многогранных опор ВЛ напряжением 220 кВ» (инв. № 20015тм–т.1) является ОАО «ФСК ЕЭС».

Проектирование ВЛ с использованием разработанных в настоящем томе фундаментов осуществляется на основании заключения лицензионного договора с ОАО «ФСК ЕЭС». О возможности приобретения документации на фундаменты необходимо обращаться в департамент систем передачи и преобразования электроэнергии ОАО «ФСК ЕЭС», директор департамента — Дементьев Юрий Александрович, тел. (495) 710-93-33, факс (495) 710-96-55.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Разработанные в проекте фундаменты из винтовых свай предназначены для следующих опор из многогранного профиля, выполненных ОАО «РОСЭП»: промежуточных одноцепных и двухцепных опор ВЛ 110 кВ, анкерных и анкерно-угловых одноцепных опор ВЛ 110 кВ, промежуточных одноцепных опор ВЛ 220 кВ.

Рабочие чертежи опор ВЛ 110 кВ из многогранного профиля разработаны ОАО «РОСЭП» по договору с ОАО «Опытный завод Гидромонтаж»: «Стальные многогранные опоры ВЛ 110 кВ», инв. № 22.0099, 2003 г.

Рабочие чертежи опор ВЛ 220 кВ из многогранного профиля разработаны филиалом ОАО «НТЦ Электроэнергетики» «РОСЭП»: комплект РКД с литерой О «Одноцепные стальные многогранные промежуточные опоры ВЛ 220 кВ», инв. № 26.0069, альбом 2 к этапу 3, 2007 г.

Разработанные в проекте фундаменты из винтовых свай учитывают конструктивные и технологические особенности, а также условия эксплуатации опор из многогранного профиля.

Винтовые сваи могут применяться во всех видах нескальных грунтов: в природных дисперсных, природных мёрзлых и техногенных. Для использования в немёрзлых (талых и с сезонным промерзанием) грунтах (природных дисперсных и техногенных) предназначены широколопастные винтовые сваи. Для использования в вечномёрзлых (многолетнемёрзлых) грунтах предназначены узколопастные винтовые сваи.

Области рационального использования винтовых свай анализируются в томе 10 «Рекомендации по проектированию фундаментов на винтовых сваях» технического проекта «Унифицированные конструкции фундаментов на винтовых сваях для опор ВЛ 35-500 кВ» (инв. № 20006тм-т.10).

Разработанные в проекте фундаменты предназначены для применения в некоторых разновидностях дисперсных грунтов (песчаных, твёрдых и пластичных супесях, твёрдых, полутвёрдых и тугопластичных суглинках и глинах), в том числе очень плотных, а так же в нескальных природных мёрзлых (в том числе вечномёрзлых) и техногенных грунтах.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Свая винтовая: стальной ствол (труба) со стальной лопастью определённой конфигурации, обеспечивающей включение в работу грунта ненарушенной структуры, завинчиваемая в грунт специальными механизмами.

Свая винтовая широколопастная — свая винтовая с отношением диаметра лопасти к диаметру ствола сваи > 1.5, предназначенная для фундаментов, сооружаемых в немёрзлых (талых и с сезонным промерзанием) грунтах (природных дисперсных и техногенных) (рис. 3.1).

Свая винтовая узколопастная — свая винтовая с отношением диаметра лопасти к диаметру ствола сваи < 1.5, предназначенная для фундаментов, сооружаемых в вечномерзлых (многолетнемёрзлых) грунтах (рис. 3.2).

Наименования грунтов оснований приняты в соответствии с ГОСТ 25100-95.

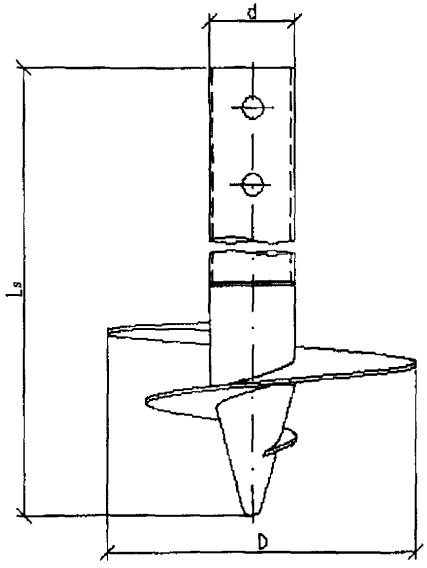


Рис. 3.1. Свая винтовая широколопастная.

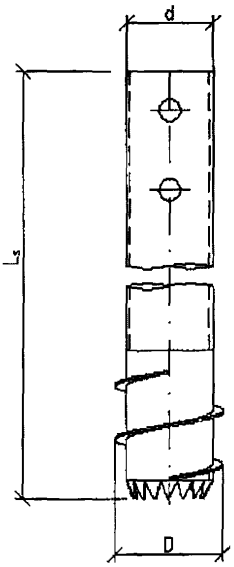


Рис. 3.2. Свая винтовая узколопастная.

4. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

Для закрепления опоры из многогранного профиля предусмотрен четырёхсвайный фундамент.

Для изготовления фундаментов могут быть использованы узколопастные винтовые сваи с литым наконечником (ВСЛМ) или со сварной лопастью (ВСМ).

В данном проекте конструкции фундаментов разработаны с использованием винтовых свай с литым наконечником. При использовании свай со сварной лопастью требуется пересчет массы фундаментов.

Предложено конструктивное решение четырёхсвайного фундамента из узколопастных винтовых свай.

Представленный фундамент из винтовых свай рассчитан на следующие нагрузки в разных расчётных режимах:

изгибающий момент вдоль оси ВЛ — до 90 тс·м;

изгибающий момент поперёк оси ВЛ — до 90 тс·м.

Общий вид фундамента приведен на рис. 4.1, схематичные виды спереди (главный) и сверху — на рис. 4.2 и рис. 4.3.

Четырёхсвайный фундамент состоит из ростверка, винтовых свай, сборных столиков и крышек. Металлический ростверк четырёхсвайного фундамента объединяет четыре сваи.

Жесткое соединение ростверка со сваями обеспечивается защемлением ростверка между нижним и верхним столиками, приваренными к сваям при помощи косынок (рёбер жёсткости).

На ствол каждой сваи на проектной отметке приваривается столик. На столики устанавливается и приваривается ростверк заводского изготовления.

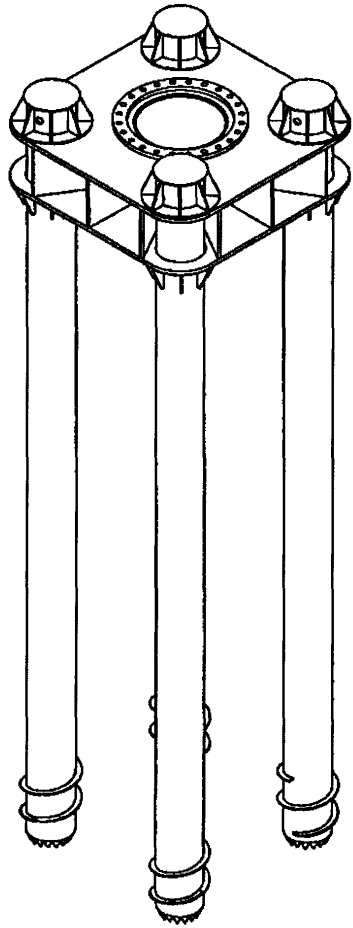


Рис. 4.1. Общий вид четырёхсвайного фундамента.

Ростверк конструктивно состоит из двух плит, соединённых между собой рёбрами жёсткости и трубой. В обеих плитах расположены двенадцать или двадцать четыре отверстия для болтов, предназначенных для крепления фланца опоры.

К нижней плите ростверка радиально привариваются рёбра жёсткости. Четыре ребра жёсткости расположены вдоль главных осей фундамента. Восемь рёбер расположены радиально в непосредственной близости от свай. Верхняя плита приваривается к двенадцати рёбрам жёсткости. К круглому краю плит ростверка приваривается труба. Далее труба сваривается с двенадцатью рёбрами жёсткости. Рёбра жёсткости, проходящие в непосредственной близости от свай, дополнительно усиливаются соединительными рёбрами. Четыре соединительных ребра устанавливаются и привариваются после соединения трубы и плит ростверка.

На ствол каждой сваи поверх ростверка устанавливается и приваривается столик.

После срезки стволов свай в уровне верха косынок верхних столиков внутренняя полость каждой сваи заполняется грунтом (с коэффициентом водонасыщения $S_r \le 0.8$ д.е.) или теплоизоляционным материалом. Затем каждая свая закрывается крышкой, привариваемой к стволу сваи.

На ростверк устанавливается фланец опоры из многогранного профиля.

Соединения всех элементов фундамента между собой выполняются при помощи сварки по ГОСТ 5264–80* электродами типа Э50А по ГОСТ 9467–75* для стали С345.

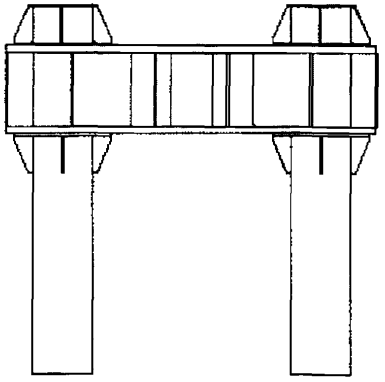


Рис. 4.2. Схема четырёхсвайного фундамента, вид спереди (главный).

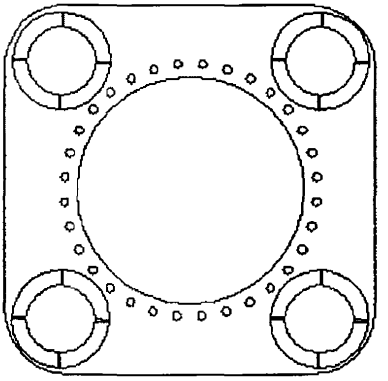


Рис. 4.3. Схема четырёхсвайного фундамента, вид сверху.

5. НОМЕНКЛАТУРА ФУНДАМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В комплект конструкторской документации включена фундаментная конструкция из узколопастных винтовых свай со сварной лопастью и с литым наконечником.

5.1. ВИНТОВЫЕ СВАИ

Узколопастная винтовая свая со сварной лопастью:

ВСМ 405–325–6.

Узколопастная винтовая свая с литым наконечником:

ВСЛМ 405–325–6.

Условные обозначения в шифрах винтовых свай:

буквы обозначают:

ВСМ — узколопастная винтовая свая со сварной лопастью;

ВСЛМ — узколопастная винтовая свая с литым наконечником;

числа обозначают:

диаметр лопасти сваи в мм: 405 мм;

диаметр ствола сваи в мм: 325 мм;

длину сваи в м: 6 м.

5.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФУНДАМЕНТА

Столик, крышка:

Столик:

С 325-8.

Крышка:

Кр 325.

Условные обозначения в шифрах столика, крышки:

буквы обозначают:

С — столик сборный;

Кр — крышка;

числа обозначают:

диаметр ствола сваи в мм: 325 мм;

количество рёбер жёсткости: 8.

Труба и рёбра жёсткости:

Труба ростверка:

Тр.

Рёбра жёсткости:

Р 1 (2, 3).

Условные обозначения в шифрах трубы и рёбер жёсткости:

буквы обозначают:

Тр — труба;

Р — ребро жёсткости;

числа обозначают:

индекс, соответствующий длине ребра жёсткости: 1 — 560 мм, 2 — 695 мм, 3 — 270 мм.

Плита:

Плита ростверка:

П 34.24.820, П 34.24.840, П 52.12.840.

Условные обозначения в шифре плиты:

буква обозначает:

П — плита ростверка;

числа обозначают:

диаметр отверстий под болты в мм: 34 мм, 52 мм;

количество отверстий под болты: 12, 24;

диаметр окружности, проведённой через центры отверстий под болты, в мм: 820 мм, 840 мм.

Ростверк:

Ростверк фундаментной конструкции:

4 РФ 34.24.820, 4 РФ 34.24.840, 4 РФ 52.12.840.

Условные обозначения в шифре ростверка:

буква обозначает:

РФ — ростверк фундамента;

числа обозначают:

количество свай в фундаментной конструкции: 4;

диаметр отверстий под болты в мм: 34 мм, 52 мм;

количество отверстий под болты: 12, 24;

диаметр окружности, проведённой через центры отверстий под болты, в мм: 820 мм, 840 мм.

5.3. ФУНДАМЕНТЫ ИЗ ВИНТОВЫХ СВАЙ

4 Ф 34.24.820-6, 4 Ф 34.24.840-6, 4 Ф 52.12.840-6.

Условные обозначения в шифрах фундаментов:

буквы обозначают:

Ф — фундамент;

числа обозначают:

количество свай в фундаментной конструкции: 4;

диаметр отверстий под болты в мм: 34 мм, 52 мм;

количество отверстий под болты: 12, 24;

диаметр окружности, проведённой через центры отверстий под болты, в мм: 820 мм, 840 мм;

длину винтовых свай в м: 6 м.

6. МАТЕРИАЛЫ КОНСТРУКЦИЙ

6.1. ВИНТОВЫЕ СВАИ

Стволы свай изготавливаются из стальных бесшовных горячедеформированных труб по ГОСТ 8732-78. Толщина стенки ствола сваи принята равной $\delta = 10\,мм$.

Для изготовления свай, разработанных в томе 2 «Винтовые сваи. Методика расчёта и рабочие чертежи» технического проекта «Унифицированные конструкции фундаментов на винтовых сваях для опор ВЛ 35-500 кВ» (инв. № 20006тм-т.2), принята сталь С 345 по ГОСТ 27772-88*.

Сталь С345 по ГОСТ 27772-88* отвечает требованиям СП 53-102-2004 для районов с расчётной температурой ниже -45°С. За расчётную температуру принимается температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0.98, определённая согласно СНиП 23-01-2003.

Сварные винтовые лопасти и накладные лопасти к ним следует изготавливать из той же марки стали, из которой изготовлены стволы свай, — С345.

Литые наконечники следует отливать из стали 35 Л по ГОСТ 977-88.

6.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФУНДАМЕНТОВ

Элементы фундаментных конструкций — столики, крышки, элементы ростверка (плиты, трубу и рёбра жёсткости), метизы — следует изготавливать из той же марки стали, из которой изготовлены стволы винтовых свай: С345 по ГОСТ 27772-88*.

Болты, предназначенные для крепления фланца опоры, следует изготавливать из стали 20 по ГОСТ 1050-88* класса прочности 5.8 по СНиП II-23-81, СП 53-102-2004.

Соединения всех элементов фундамента между собой выполняются при помощи сварки по ГОСТ 5264–80* электродами типа Э50А по ГОСТ 9467–75* для стали С345.

7. ЗАЩИТА ФУНДАМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ

Антикоррозионную защиту свай и элементов фундаментов следует проводить в заводских условиях.

После проведения сварочных работ на строительной площадке следует зачистить и произвести повторную антикоррозионную защиту сварных соединений элементов фундаментов.

Для предотвращения повреждения антикоррозионного покрытия фундаментной конструкции в процессе сварки и зачистки рекомендуется наносить антикоррозионное покрытие на ростверк фундамента, исключая места приварки сборных столиков (возможно, с использованием накладок).

Антикоррозионное покрытие выбирается в зависимости от степени агрессивности среды в соответствии со СНиП 2.03.11-85 или по техническим условиям завода-изготовителя, если показатели стойкости покрытия не уступают требованиям СНиП 2.03.11-85 в заданных условиях.

В зависимости от степени агрессивного воздействия на конструкции в соответствии со СНиП 2.03.11-85 металлические фундаментные конструкции должны защищаться от коррозии следующими покрытиями (путём нанесения их в заводских условиях):

в условиях слабоагрессивной среды:

- горячим цинковым покрытием по ГОСТ 9.307-89 толщиной 60-100 мкм;
- или газотермическим цинковым покрытием по ГОСТ 9.304-87 толщиной 120-180 мкм;

без восстановления защитных покрытий в процессе эксплуатации;

в условиях среднеагрессивной среды:

- горячим цинковым покрытием по ГОСТ 9.307-89 толщиной 60-100 мкм с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами;
- или газотермическим цинковым покрытием по ГОСТ 9.304-87 толщиной 120-180 мкм с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами;
- или газотермическим цинковым покрытием по ГОСТ 9.304-87 толщиной 200-250 мкм;

с восстановлением защитных покрытий по мере необходимости, но не чаще, чем через 15 лет;

в условиях сильноагрессивной среды:

– или газотермическим цинковым покрытием по ГОСТ 9.304-87 толщиной 200-250 мкм с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами;

– или термодиффузионным цинковым покрытием по ГОСТ Р 9.316-2006 толщиной не менее 100 мкм с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами толщиной не менее 150 мкм;

с восстановлением защитных покрытий по мере необходимости, но не чаще, чем через 10 лет.

При отсутствии возможности на заводе-изготовителе выполнения горячего цинкования, нанесения термодиффузионного или газотермического цинкового покрытия допускается защита лакокрасочными покрытиями с грунтовочным слоем на основе цинкнаполненных материалов.

В этом случае рекомендуется следующая система покрытий элементов фундаментов:

ростверка, столиков, крышек:

– 2 грунтовочных слоя антикоррозионной цинкнаполненной композиции ЦИНОЛ по ТУ 2312-012-12288779-99 (толщина одного сухого слоя составляет 40-50 мкм, теоретический расход на однослойное покрытие составляет 200-320 г/м^2);

– 1 покрывной слой алюминийнаполненной композиции АЛПОЛ по ТУ 2312-014-12288779-99 (толщина одного сухого слоя составляет 40 мкм, теоретический расход на однослойное покрытие составляет 130-250 г/м^2);

винтовых свай с учётом стойкости покрытия при погружении свай в грунт:

– 2 грунтовочных слоя антикоррозионной цинкнаполненной композиции ЦИНОТАН по ТУ 2312-017-12288779-2003 (толщина одного сухого слоя составляет 40-80 мкм, теоретический расход на однослойное покрытие составляет 190-380 г/м^2);

– 2 покрывных слоя антикоррозионной композиции ФЕРРОТАН по ТУ 2312-036-12288779-2003 (толщина одного сухого слоя составляет 80-100 мкм, теоретический расход на однослойное покрытие составляет 220-280 г/м^2).

Возобновление защитного покрытия («холодного цинкования») надземных элементов фундаментов производится по мере исчерпания им защитных свойств ориентировочно: в слабоагрессивной атмосфере — каждые 20 лет, в промышленной атмосфере — каждые 15 лет.

8. ТРЕБОВАНИЯ К ЗАВОДСКОМУ ИЗГОТОВЛЕНИЮ КОНСТРУКЦИЙ

8.1. ВИНТОВЫЕ СВАИ

Изготовление винтовых свай производится в заводских условиях. Как исключение, винтовые сваи со сварными лопастями допускается производить в механических мастерских. Литой наконечник сваи, включающий винтовую лопасть, цилиндрическую и коническую части трубы изготавливается отдельно с последующей приваркой к стволу сваи на заводе или на пикете.

Винтовые сваи должны отвечать требованиям тома 2 «Винтовые сваи. Методика расчёта и рабочие чертежи» проекта «Унифицированные конструкции фундаментов на винтовых сваях для опор ВЛ 35-500 кВ» (инв. № 20006тм-т.2) и соответствовать приведённым в томе 2 проекта (инв. № 20006тм-т.2) рабочим чертежам. Отклонение от требований к изготовлению лопастей винтовых свай недопустимо. Требования к изготовлению винтовых свай со сварной лопастью изложены в кн.2 т.2 «Винтовые сваи со сварной лопастью. Рабочие чертежи» (инв. № 20006тм-т.2 кн.2), с литым наконечником — в кн.3 т.2 «Винтовые сваи с литым наконечником. Рабочие чертежи» (инв. № 20006тм-т.2 кн.3).

Допуски на изготовление винтовых свай:

- отклонение плоскости лопасти от перпендикуляра к оси ствола не более 1.5 град.;
- волнистость наружной кромки лопасти из плоскости витка не более 2.5 мм на 100 мм длины кромки, в направлении перпендикулярном оси ствола не более 5 мм;
- изменение шага винтовой лопасти в пределах витка не должно превышать 10 мм;
- не допускается переменный шаг витка лопасти.

Неточное изготовление конического наконечника приводит к увеличению крутящего момента при погружении сваи. Невыдержанный при изготовлении свай шаг витка лопасти, волнистость лопасти, несоосность лопасти и оси сваи приводят к нарушению структуры грунта (разрыхлению) при завинчивании свай, следовательно, к уменьшению несущей способности винтовых свай.

Использование конструкции винтовых свай, изготовленных по Техническим Условиям Завода-Изготовителя, допустимо в случае согласования Технических Условий с НИЛКЭС института «Севзапэнергосетьпроект» ОАО «СевЗап НТЦ».

8.2. СБОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Элементы фундаментных конструкций должны отвечать требованиям чертежей настоящего тома (инв. № 20015тм-т.1 кн.2) и соответствующих ГОСТ.

Прокат для изготовления фундаментных конструкций должен отвечать требованиям ГОСТ 27772-88*.

Труба должна отвечать требованиям ГОСТ 8732-78.

Болты, предназначенные для крепления фланца опоры, должны отвечать требованиям ГОСТ 7798-70, гайки — ГОСТ 5915-70*, шайбы — ГОСТ 11371-78*.

Соединения элементов балок ростверков следует выполнять сварными в заводских условиях согласно ГОСТ 5264-80*.

9. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ

Рекомендуется следующая последовательность проведения работ по устройству фундаментов:

1. Производится планировка поверхности площадки и разбивка осей фундаментов.
2. Проводится приёмка винтовых свай. Каждая свая проверяется на соответствие чертежам и требованиям тома 2 «Винтовые сваи. Методика расчёта и рабочие чертежи» проекта «Унифицированные конструкции фундаментов на винтовых сваях для опор ВЛ 35-500 кВ» (инв. № 20006тм-т.2) или техническим условиям Завода-изготовителя.
3. Проверяется наличие всех деталей, сборочных единиц и их соответствие спецификациям общих видов, комплектующей и отгрузочной ведомостям.
4. Погружаются винтовые сваи до проектной отметки. Погружение винтовых свай в вечномёрзлые грунты осуществляется с предварительным устройством лидерной скважины, диаметр которой принимается равным диаметру ствола сваи. В немерзлых грунтах погружение осуществляется без лидерной скважины, при необходимости допускается устройство лидерной скважины диаметром, меньшим диаметра ствола сваи.
5. При погружении контролируется вертикальность и крутящий момент в процессе завинчивания. Величины крутящего момента должны быть занесены в журнал погружения винтовых свай (образец 1) вместе со схемой расположения и нумерацией свай. Журнал погружения винтовых свай прикладывается к акту освидетельствования скрытых работ.

Образец 1. Журнал погружения винтовых свай.

Объект_____ (место строительства)

Дата погружения:_____

Устройство завинчивания сваи:_____

Производитель работ:_____

номер опоры	вид сваи	ближайшая геологическая выработка	краткая характеристика инженерно-геологического разреза в месте расположения сваи	глубина погружения сваи	крутящий момент в конце завинчивания сваи	примечания

6. В проекте рассмотрены фундаменты с длиной свай 6 м. При необходимости увеличения длины свай рекомендуется удлинение ствола каждой сваи привариванием трубы. Порядок удлинения ствола сваи приведён в приложении Г.

7. Проводятся полевые испытания несущей способности винтовых свай согласно разделу 10.

8. Проводятся работы по устройству свайного ростверка.

1). На ствол каждой сваи на проектной отметке приваривается сборный столик.

2). На нижние столики устанавливается и приваривается ростверк заводского изготовления.

3). На ствол каждой сваи поверх ростверка устанавливается и приваривается столик.

4). Стволы свай срезаются в уровне верха косынок верхних столиков (возможно с использованием газорезки).

5). Внутренняя полость каждой сваи засыпается грунтом (с коэффициентом водонасыщения $S_r \leq 0.8$ д.е.) или заполняется теплоизоляционным материалом.

6). К верхним концам свай привариваются крышки.

Все сварные соединения выполняются согласно ГОСТ 5264-80* электродами типа Э50А по ГОСТ 9467–75* для стали С345.

9. Фланец опоры из многогранного профиля устанавливается на фундамент и крепится болтами (12 или 24 в зависимости от типа опоры) к ростверку фундамента.

10. Проводится приёмка и контроль качества работ по устройству свайных фундаментов в соответствии с требованиями раздела 15 СП 50-102-2003.

11. Выполняется зачистка и антикоррозионная защита мест сварки. Защита от коррозии фундаментных конструкций выполняется в соответствии с требованиями раздела 7.

12. После проведения монтажных работ составляется акт освидетельствования скрытых работ, к которому прикладывается журнал погружения свай.

13. Журнал погружения винтовых свай и протокол контрольных испытаний несущей способности винтовых свай отправляется авторам технического проекта:

1). Электронной почтой по адресам:

l_kachanovskaya@nwec.ru; gost.e-ecolog.ru

2). Экспресс-почтой по адресу:

Романову П.И., тел. (812) 717-47-77, (812) 431-99-51,

ОАО «СевЗап НТЦ», филиал «Севзапэнергосетьпроект»,

Невский пр., 111/3, Санкт-Петербург, 191036, Россия.

10. УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ

Испытания несущей способности винтовых свай на сжимающие, выдёргивающие и горизонтальные нагрузки проводятся в соответствии с ГОСТ 5686-94.

Необходимость проведения статических испытаний одиночных свай определяется проектной организацией с учётом результатов инженерно-геологических изысканий.

Испытания свай статическими нагрузками выполняются:

- в случае сложных грунтовых условий, когда сваи погружаются в слабые грунты, представленные торфами, заторфованными грунтами, сапропелями и сапропелитами, текучими суглинками, насыпями и другими сильносжимаемыми грунтами;
- если нет уверенности в том, что их несущая способность соответствует требованиям проекта (сваи, предназначенные для статического испытания, следует располагать на наиболее нагруженных участках при неблагоприятных грунтовых условиях);
- на участках с характерными для объекта грунтами.

Объём испытаний определяется проектной организацией на стадии разработки рабочего проекта для каждого объекта. Под объектом понимается участок ВЛ или площадка ПС. На каждый вид нагрузки на одной строительной площадке в сходных грунтовых условиях должны быть испытаны, как минимум, две сваи.

При испытании статической выдёргивающей нагрузкой должно быть испытано не менее 0.5 % от общего количества свай на объекте, но не менее 2 штук (двух свай на один вид нагрузки). При испытании свай статической вдавливающей или горизонтальной нагрузкой — не менее 2 штук (двух свай на один вид нагрузки) на объект.

В процессе проведения испытаний необходимо контролировать величину крутящего момента в процессе завинчивания.

Величина крутящего момента может быть использована для контроля несущей способности остальных свай, завинчиваемых в сходных грунтовых условиях. Если крутящий момент в конце завинчивания конкретной сваи резко отличается от значений крутящего момента при завинчивании соседних свай или при испытании свай в сходных грунтовых условиях, необходимо остановить работы на данной площадке и обратиться к главному инженеру проекта. По согласованию с проектной организацией может быть принято решение о проведении испытаний данной сваи или завинчивании (увеличении глубины погружении) до сходного значения крутящего момента в конце завинчивания.

11. УКАЗАНИЯ ПО ПОДБОРУ ФУНДАМЕНТОВ

11.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Свайные фундаменты должны проектироваться на основе и с учётом:

– результатов инженерно-геологических изысканий для строительства;

– сведений о сейсмичности района строительства;

– данных, характеризующих назначение, конструктивные и технологические особенности сооружения и условия его эксплуатации;

– действующих на фундаменты нагрузок;

– условий существующей застройки и влияния на неё нового строительства;

– экологических требований;

– технико-экономического сравнения возможных вариантов проектных решений для принятия варианта, обеспечивающего наиболее полное использование прочностных и деформационных характеристик грунтов и физико-механических свойств материалов фундаментов.

Инженерно-геологические изыскания должны соответствовать требованиям, изложенным в разделе 5 СП 50-102-2003.

При проектировании свайных фундаментов в сейсмических районах следует соблюдать указания, изложенные в разделе 12 СП 50-102-2003.

При проектировании фундаментов в вечномёрзлых грунтах должна быть предусмотрена теплоизоляция, обеспечивающая сохранение вечной мерзлоты, в том числе: заполнение внутренней полости каждой сваи грунтом (с коэффициентом водонасыщения $S_r \leq 0.8$ д.е.) или теплоизоляционным материалом, устройство теплоизоляционного патрона или поверхностного слоя на основе теплоизоляционных материалов.

Разработанные в проекте фундаменты из винтовых свай предназначены для следующих опор из многогранного профиля, выполненных ОАО «РОСЭП» и филиалом ОАО «НТЦ Электроэнергетики» «РОСЭП»: промежуточных одноцепных и двухцепных опор ВЛ 110 кВ (ПМ 110-1, ПМ 110-2, ПМ 110-4), анкерных и анкерно-угловых одноцепных опор ВЛ 110 кВ (УАМ 110-1, АМ 110-1), промежуточных одноцепных опор ВЛ 220 кВ (ПМ 220-1).

Параметры опор из многогранного профиля, выполненных ОАО «РОСЭП» и филиалом ОАО «НТЦ Электроэнергетики» «РОСЭП», и соответствие разработанных фундаментов из винтовых свай опорам приведены в таблице 11.1. В зависимости от разновидности грунта в разработанных фундаментах из узколопастных винтовых свай изменяется длина винтовых свай. Порядок удлинения ствола сваи приведён в приложении Г.

Разработанные фундаменты учитывают конструктивные и технологические особенности перечисленных опор, а также условия их эксплуатации.

Согласно рабочим чертежам опор из многогранного профиля «Стальные многогранные опоры ВЛ 110 кВ» (инв. № 22.0099), расчётная нагрузка, передаваемая на фундаментную конструкцию одноцепной или двухцепной опорой ВЛ 110 кВ, составляет до 650 кН·м.

Согласно рабочим чертежам опор из многогранного профиля «Одноцепные стальные многогранные промежуточные опоры ВЛ 220 кВ» (инв. № 26.0069), расчётная нагрузка, передаваемая на фундаментную конструкцию одноцепной промежуточной опорой ВЛ 220 кВ, составляет до 870 кН·м.

Таблица 11.1. Параметры опор из многогранного профиля и соответствие разработанных фундаментов из винтовых свай опорам.

Шифр опоры	Тип опоры	Диаметр отверстий под болты во фланце опоры, мм	Количество отверстий под болты во фланце опоры	Диаметр окружности, проведённой через центры отверстий под болты, мм	Шифр фундамента
ПМ 110-1	промежуточная	33	24	840	4 Ф 34.24.840-6
ПМ 110-2	промежуточная	33	24	840	4 Ф 34.24.840-6
ПМ 110-4	промежуточная	32	24	820	4 Ф 34.24.820-6
УАМ 110-1	анкерно-угловая	33	24	840	4 Ф 34.24.840-6
АМ 110-1	анкерная	33	24	840	4 Ф 34.24.840-6
ПМ 220-1	промежуточная	50	12	840	4 Ф 52.12.840-6

Действующие на фундамент расчётные нагрузки должны быть приведены к уровню низа ростверка фундамента. В расчётных нагрузках должен быть учтён собственный вес фундамента (в том числе, винтовых свай). В действующие на фундамент расчётные нагрузки должен быть включён момент от горизонтальной силы по низу ростверка (за счёт высоты ростверка фундамента).

Фундамент каждой опоры из многогранного профиля состоит из одной фундаментной конструкции. Соединение опоры и фундаментной конструкции фланцевое на 12 или 24 болтах (в зависимости от типа опоры).

11.2. ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЁТУ

Расчёт винтовых свай и фундаментных конструкций из винтовых свай должен быть выполнен по предельным состояниям:

а) первой группы:

– по прочности материала свай и свайных ростверков;

– по несущей способности грунта основания свай;

– по устойчивости (несущей способности) оснований свайных фундаментов, если на них передаются значительные горизонтальные нагрузки или если основания ограничены откосами или сложены круто падающими пластами;

б) второй группы:

– по перемещениям оснований свай и свайных фундаментов от вертикальных нагрузок;

– по перемещениям свай совместно с грунтом основания от действия горизонтальных нагрузок и моментов.

Расчёты винтовых свай следует производить согласно «Методике расчета винтовых свай для талых и вечномерзлых грунтов» (инв. № 2000бтм-т.2 кн.1).

При проектировании фундаментов из винтовых свай в специфических грунтах (просадочных, набухающих, засоленных, органо-минеральных, органических, элювиальных, насыпных, намывных, пучинистых, закреплённых) и в особых условиях следует учитывать требования СП 50-101-2004.

В проекте рассмотрены фундаменты с длиной свай 6 м. При необходимости увеличения длины свай рекомендуется удлинение ствола каждой сваи привариванием трубы. Порядок удлинения ствола сваи приведён в приложении Г.

11.3. ВЫБОР ФУНДАМЕНТА

Выбор фундамента для опоры из многогранного профиля по несущей способности грунтов основания производится, исходя из условий:

$$M^f + M^r \le M \quad (11.1),$$

$$N_d^f \le N_d \quad (11.2),$$

$$Q^f \le Q \quad (11.3),$$

где

M^f — расчётный момент, передаваемый на фундаментную конструкцию, $кН \cdot м$;

M^r — расчётный момент от горизонтальной силы по низу ростверка (за счёт высоты ростверка фундамента), $кН \cdot м$;

M — расчётная несущая способность грунта основания фундаментной конструкции, $кН \cdot м$;

N_d^f — расчётная сжимающая нагрузка, передаваемая на фундаментную конструкцию, $кН$;

N_d — расчётная несущая способность на сжимающие нагрузки грунта основания фундаментной конструкции, $кН$;

Q^f — расчётная горизонтальная нагрузка, передаваемая на фундаментную конструкцию, приложенная в уровне низа ростверка, $кН$;

Q — несущая способность на горизонтальные нагрузки грунта основания фундаментной конструкции в уровне низа ростверка, $кН$.

Расчётные нагрузки на каждую сваю определяются по формулам:

$$N_d^s = \frac{N_d^f}{n} + \frac{\left(M^f + M^r\right) \cdot x}{\sum_i x_i^2} + \gamma_{f1} G \quad (11.4),$$

$$N_{du}^s = \frac{\left(M^f + M^r\right) \cdot x}{\sum_i x_i^2} - \gamma_{f2} G \quad (11.5),$$

$$Q^s = \frac{Q}{n} \quad (11.6),$$

где

N_d^s — расчётная сжимающая нагрузка, передаваемая на одну сваю, *кН* ;

N_{du}^s — расчётная выдёргивающая нагрузка, передаваемая на одну сваю, *кН* ;

Q^s — расчётная горизонтальная нагрузка, передаваемая на одну сваю, *кН* ;

n — количество свай в фундаментной конструкции, $n = 4$;

x — расстояние от главной оси фундамента до оси сваи, для которой вычисляется расчётная нагрузка, *м* ;

x_i — расстояния от главной оси фундамента до оси каждой сваи, *м* ;

G — собственный вес фундамента, *т* ;

γ_{f1} — коэффициент надёжности по сжимающей нагрузке, определяемый по таблице 1 СНиП 2.01.07-85, $\gamma_{f1} = 1.05$;

γ_{f2} — коэффициент надёжности по выдёргивающей нагрузке, определяемый по таблице 1 СНиП 2.01.07-85, $\gamma_{f1} = 0.9$.

Горизонтальная нагрузка, действующая на фундамент с вертикальными сваями одинакового поперечного сечения, принимается равномерно распределённой между всеми сваями согласно СП 50-102-2003 и СНиП 2.02.03-85.

Выбор длины свай в фундаментной конструкции по несущей способности грунтов основания производится, исходя из условий:

$$N_d^s \le \frac{F_d}{\gamma_k \cdot \gamma_n} \qquad (11.7),$$

$$N_{du}^s \le \frac{F_{du}}{\gamma_k \cdot \gamma_n} \qquad (11.8),$$

$$Q^s \le \frac{Q_0}{\gamma_n} \qquad (11.9),$$

где

$F_{d,du}$ — несущая способность сваи на сжимающие или выдёргивающие нагрузки, определяемая в соответствии с «Методикой расчета винтовых свай для талых и вечномерзлых грунтов» (инв. № 20006тм-т.2 кн.1), *кН* ;

Q_0 — несущая способность на горизонтальные нагрузки грунта основания одиночной сваи, определяемая в соответствии с «Методикой расчета винтовых свай для талых и вечномерзлых грунтов» (инв. № 20006тм-т.2 кн.1), *кН* ;

γ_n — коэффициент надёжности по назначению сооружения, определяемый в соответствии с указаниями СНиП 2.02.01-83* и СП 50-101-2003, в частности для промежуточных опор ВЛ принимаемый равным $\gamma_n = 1$, для анкерных и анкерно-угловых опор ВЛ — $\gamma_n = 1.3$.

γ_k — коэффициент надёжности, определяемый в соответствии с указаниями СП 50-102-2003 и принимаемый в зависимости от числа свай в фундаменте, для четырёхсвайного фундамента $\gamma_k = 1.75$ (при определении несущей способности свай по результатам полевых испытаний статической нагрузкой или расчётом по результатам статического зондирования грунтов $\gamma_k = 1.6$).

Расчёт винтовых свай на совместное действие вертикальной и горизонтальной сил и момента для талых (немёрзлых) грунтов следует выполнять по указаниям приложения Д СП 50-102-2003, принимая предельное значение угла поворота сваи $\psi_u = 0.01\,рад$.

Расчёт винтовых свай на совместное действие горизонтальных сил и момента для вечномёрзлых грунтов следует выполнять по указаниям приложения 6 СНиП 2.02.04-88.

Расчёт винтовых свай по устойчивости и прочности на воздействие сил морозного пучения следует выполнять по указаниям СНиП 2.02.04-88.

11.4. ВЫБОР ФУНДАМЕНТА ПО ТАБЛИЦАМ ПРИЛОЖЕНИЯ

Для песчаных и пылевато-глинистых грунтов (немёрзлых), прочностные характеристики которых укладываются в табличные значения, приведённые в Приложении А (соответствующие табл. 1 и табл. 2 приложения 1 СНиП 2.02.01 – 83), выполнены расчёты и приведены результаты по определению несущей способности фундаментных конструкций из винтовых свай:

в Приложении Б приведена максимальная расчётная несущая способность грунтов основания фундаментных конструкций для закрепления промежуточных опор M;

в Приложении В приведена максимальная расчётная несущая способность грунтов основания фундаментных конструкций для закрепления анкерных и анкерно-угловых опор M.

Глубина погружения свай в грунт в соответствии с чертежами фундаментов (инв. № 20015тм-т.1 кн.2) принята равной:

для фундаментов	4 Ф 34.24.820 (840)-6, 4 Ф 52.12.840-6	—	4.99 *м*;
для фундаментов	4 Ф 34.24.820 (840)-7, 4 Ф 52.12.840-7	—	5.99 *м*;
для фундаментов	4 Ф 34.24.820 (840)-8, 4 Ф 52.12.840-8	—	6.99 *м*;
для фундаментов	4 Ф 34.24.820 (840)-9, 4 Ф 52.12.840-9	—	7.99 *м*;
для фундаментов	4 Ф 34.24.820 (840)-10, 4 Ф 52.12.840-10	—	8.99 *м*;
для фундаментов	4 Ф 34.24.820 (840)-11, 4 Ф 52.12.840-11	—	9.99 *м*.

Расстояние от низа ростверка (верха нижнего столика) до поверхности грунта в соответствии с чертежами фундаментов (инв. № 20015тм-т.1 кн.2) принято равным 0.340 м.

В проекте приведены рабочие чертежи фундаментов с длиной свай 6 м. При необходимости увеличения длины сваи рекомендуется удлинение ствола каждой сваи приваривании трубы. Порядок удлинения ствола сваи приведён в приложении Г. Также в приложении Г приведены массы фундаментов при удлинении ствола каждой сваи на 1–5 м.

Для определения расчётных нагрузок на сваю в составе фундаментной конструкции для закрепления промежуточной опоры приняты следующие значения:

$N_d^f = 188\,кН$ — расчётной сжимающей нагрузки, передаваемой на фундаментную конструкцию для закрепления промежуточной опоры;

$Q^f = 50\,кН$ — расчётной горизонтальной нагрузки, передаваемой на фундаментную конструкцию для закрепления промежуточной опоры;

$M^r = 23.4\,кН$ — расчётного момента $M^r = Q^f \cdot h^r$ от горизонтальной силы по низу ростверка за счёт высоты ростверка фундамента $h^r = 0.468\,м$.

Для определения расчётных нагрузок на сваю в составе фундаментной конструкции для закрепления анкерной и анкерно-угловой опоры приняты следующие значения:

$N_d^f = 80\,кН$ — расчётной сжимающей нагрузки, передаваемой на фундаментную конструкцию для закрепления анкерной и анкерно-угловой опоры;

$Q^f = 67\,кН$ — расчётной горизонтальной нагрузки, передаваемой на фундаментную конструкцию для закрепления анкерной и анкерно-угловой опоры;

$M^r = 31.4\,кН$ — расчётного момента $M^r = Q^f \cdot h^r$ от горизонтальной силы по низу ростверка за счёт высоты ростверка фундамента $h^r = 0.468\,м$.

Согласно рабочим чертежам опор из многогранного профиля «Стальные многогранные опоры ВЛ 110 кВ» (инв. № 22.0099), расчётная нагрузка M^f, передаваемая на фундаментную

конструкцию одноцепной или двухцепной промежуточной опорой ВЛ 110 кВ, составляет до 650 *кН·м*, анкерной или анкерно-угловой опорой ВЛ 110 кВ — до 600 *кН·м*.

Согласно рабочим чертежам опор из многогранного профиля «Одноцепные стальные многогранные промежуточные опоры ВЛ 220 кВ» (инв. № 26.0069), расчётная нагрузка M^I, передаваемые на фундаментную конструкцию одноцепной промежуточной опорой ВЛ 220 кВ, составляет до 870 кН·м.

В соответствии с указаниями «Методики расчета винтовых свай для талых и вечномерзлых грунтов» (инв. № 20006тм-т.2 кн.1) проведены расчёты:

– несущей способности винтовых свай на сжимающие нагрузки F_d;

– несущей способности винтовых свай на выдёргивающие нагрузки F_{du};

– несущей способности одиночной сваи на горизонтальные нагрузки Q_0.

Расчёты на действие горизонтальной силы проведены по приложению Д СП 50-102-2003: проведёны расчёт свай по деформациям (при предельном значении угла поворота сваи $\psi_u = 0.01\,рад$) и расчёт устойчивости грунта основания, окружающего сваю.

Принятые значения коэффициентов надёжности:

$\gamma_n = 1$ — коэффициент надёжности по назначению сооружения для промежуточных опор ВЛ;

$\gamma_n = 1.3$ — коэффициент надёжности по назначению сооружения для анкерных и анкерно-угловых опор ВЛ;

$\gamma_k = 1.75$ — коэффициент надёжности для четырёхсвайного фундамента.

Исходя из условий 11.7–11.9 для вычисленных значений несущей способности винтовых свай определены максимальные значения расчётных нагрузок, передаваемых на сваю: N_d^s, N_{du}^s, Q^s.

В соответствии с максимальными значениями расчётных нагрузок, передаваемых на сваю, для песчаных и пылевато-глинистых немёрзлых грунтов, прочностные характеристики которых укладываются в табличные значения, приведённые в Приложении А, определена максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундаментных конструкций M и приведена в приложении Б (для закрепления промежуточных опор) и в приложении В (для закрепления анкерных и анкерно-угловых опор).

11.5. ШИФР ФУНДАМЕНТА

Шифр фундамента из винтовых свай для закрепления опоры из многогранного профиля определяется:

–количеством свай в фундаментной конструкции;

–диаметром отверстий под болты в плитах ростверка;

–количеством отверстий под болты в плитах ростверка;

–диаметром окружности, проведённой через центр отверстий под болты в плитах ростверка;

–длиной винтовых свай.

Номенклатура фундаментов из винтовых свай приведена в разделе 5.3.

11.6. ПРИМЕРЫ ШИФРОВ

Даны примеры шифров конструктивных элементов фундаментов и фундамента из винтовых свай.

1. Пример шифра крышки:

Кр 325

325 — диаметр ствола сваи в мм;

Кр — крышка.

Шифр Кр 325 соответствует крышке для сваи с диаметром ствола 325 мм.

2. Пример шифра столика:

С 325-8

8 — количество рёбер жёсткости;

325 — диаметр ствола сваи в мм;

С — столик сборный.

Шифр С 325-8 соответствует столику сборному для сваи с диаметром ствола 325 мм с восемью рёбрами жёсткости.

3. Пример шифра ребра жёсткости:

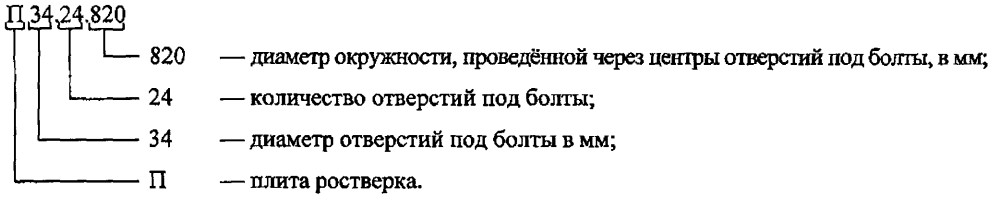
Р 2

2 — индекс, соответствующий длине ребра жёсткости 695 мм;

Р — ребро жёсткости.

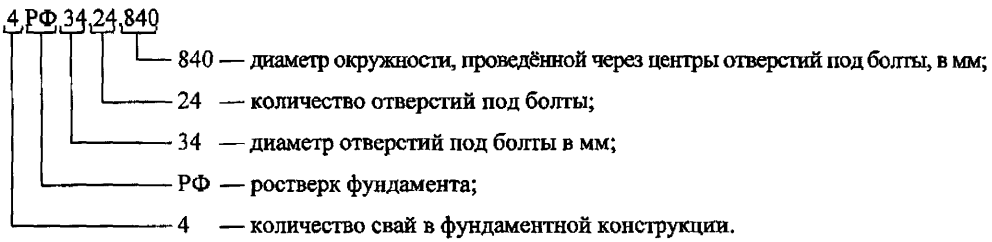
Шифр Р 2 соответствует ребру жёсткости длиной 695 мм.

4. Пример шифра плиты ростверка:



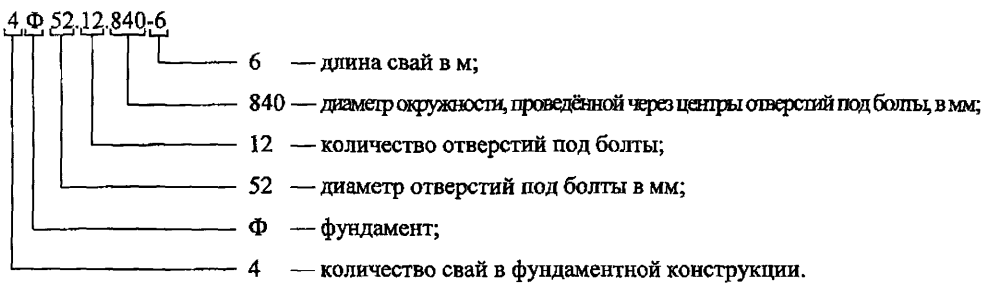
Шифр П 34.24.820 соответствует плите ростверка с двадцатью четырьмя отверстиями диаметром 34 мм под болты, центры которых расположены на окружности диаметром 820 мм.

5. Пример шифра ростверка фундаментной конструкции:



Шифр 4 РФ 34.24.840 соответствует ростверку четырёхсвайной фундаментной конструкции с двадцатью четырьмя отверстиями диаметром 34 мм под болты, центры которых расположены на окружности диаметром 840 мм.

6. Пример шифра фундаментной конструкции:



Шифр 4 Ф 52.12.840-6 соответствует четырёхсвайной фундаментной конструкции из винтовых свай длиной 6 м с двенадцатью отверстиями диаметром 52 мм в ростверке под болты, центры которых расположены на окружности диаметром 840 мм.

11.7. ПРИМЕР ФОРМИРОВАНИЯ ШИФРА ФУНДАМЕНТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОПОРЫ

Выбрать фундамент под одноцепную промежуточную опору ПМ 110-1, разработанную ОАО «РОСЭП», установленную в населённой местности.

Параметры опоры из многогранного профиля:

диаметр отверстий под болты во фланце опоры — 33 мм;

количество отверстий под болты во фланце опоры — 24;

диаметр окружности, проведённой через центры отверстий под болты, — 840 мм.

Изгибающий момент в уровне комля опоры — $M^f = 490\,кН \cdot м$.

Расчётная сжимающая нагрузка, передаваемая на фундамент — $N_d^f = 108\,кН$.

Расчётная горизонтальная нагрузка, передаваемая на фундамент — $Q^f = 24\,кН$.

Основание сложено полутвёрдым суглинком со следующими характеристиками:

расчётное значение угла внутреннего трения $\varphi_I = 21.7°$;

расчётное значение удельного сцепления $c_I = 24.7\,кПа$;

коэффициент пористости $e = 0.55$;

расчётное значение модуля деформации грунта $E = 27\ МПа$.

1. Для закрепления опоры из многогранного профиля предусмотрен четырёхсвайный фундамент из узколопастных винтовых свай.

В соответствии с таблицей 11.1 промежуточной опоре из многогранного профиля ПМ 110-1 соответствует фундамент с шифром 4 Ф 34.24.840-6.

2. Необходимо проверить несущую способность грунтов основания на заданные нагрузки и при необходимости увеличить длину винтовых свай.

Выбор длины винтовых свай по несущей способности грунтов основания производится, исходя из условий 11.1–11.3. Для этого необходимо определить расчётные нагрузки на фундамент.

2.1. Расчётные сжимающая и горизонтальная нагрузки на фундамент даны в условии — $N_d^f = 108\,кН$ и $Q^f = 24\,кН$.

2.2. Расчётный момент, передаваемый на фундаментную конструкцию промежуточной опорой, — $M^f = 490\,кН \cdot м$. Расчётный момент от горизонтальной силы по низу ростверка — $M^r = Q^f \cdot h^r = 24\,кН \cdot 0.468\,м = 11.24\,кН \cdot м$.

2.3. Суммарный момент, передаваемый на фундамент из винтовых свай, — $M^f + M^r = 501.24\,кН \cdot м$.

3. Для использования таблиц приложения необходимо, чтобы заданные расчётные сжимающая и горизонтальная нагрузки не превышали принятых при расчёте таблиц приложения значений.

При расчёте таблиц приложения для закрепления промежуточных опор приняты следующие значения:

расчётной сжимающей нагрузки — $N_d^f = 188\,кН$;

расчётной горизонтальной нагрузки — $Q^f = 50\,кН$.

Принятые расчётные значения нагрузок превышают заданные в условии значения ($N_d^f = 108\,кН$ и $Q^f = 24\,кН$), следовательно, можно воспользоваться приведёнными в приложении Б таблицами, если основание сложено однородным дисперсным немёрзлым грунтом.

4. Поскольку основание сложено однородным грунтом, можно воспользоваться приведёнными в приложении Б таблицами.

Определяем условный номер грунта по таблицам приложения А: характеристики грунта соответствуют суглинку полутвёрдому с условным номером 25 (таблица А.2).

4.1. Грунту с условным номером 25 в приложении Б соответствует таблица Б.3.

4.2. По таблице Б.3 определяем максимальную расчётную несущую способность грунта основания с условным номером 25:

для фундамента 4 Ф 34.24.840-6 — $M = 318\,кН \cdot м$;

для фундамента 4 Ф 34.24.840-7 — $M = 407\,кН \cdot м$;

для фундамента 4 Ф 34.24.840-8 — $M = 497\,кН \cdot м$;

для фундамента 4 Ф 34.24.840-9 — $M = 596\,кН \cdot м$;

для фундамента 4 Ф 34.24.840-10 — $M = 689\,кН \cdot м$;

для фундамента 4 Ф 34.24.840-11 — $M = 787\,кН \cdot м$.

4.3. Суммарный момент, передаваемый на фундамент из винтовых свай, составляет $M^f + M^r = 501.24\,кН \cdot м$.

Для обеспечения требуемой нагрузки принимаем ближайшее значение $M \geq M^f + M^r$: $M = 596\,кН \cdot м$.

5. Требуемую расчётную несущую способность грунта основания обеспечивает фундамент 4 Ф 34.24.840-9.

Таким образом, получено:

количество свай — 4;

диаметр лопасти свай — 405 мм;

диаметр ствола свай — 325 мм;

длина свай — 9 м;

глубина погружения свай — 7.982 м;

максимальное расстояние от низа ростверка (верха нижнего столика) до поверхности грунта — 0.340 м;

диаметр отверстий под болты, предназначенные для крепления фланца опоры — 34 мм;

количество отверстий под болты — 24;

диаметр окружности, проведённой через центры отверстий под болты, — 840 мм;

материал изготовления свай и свайных ростверков — сталь марки С345;

материал изготовления болтов — сталь 20 класса прочности 5.8.

Определён шифр фундамента: **4 Ф 34.24.840-9**.

Следовательно, под одноцепную промежуточную опору ПМ110-1, разработанную ОАО «РОСЭП», установленную в населённой местности, необходимо установить одну фундаментную конструкцию **4 Ф 34.24.840-9.**

Полученную фундаментную конструкцию необходимо проверить по устойчивости и прочности на воздействие сил морозного пучения.

Шифр винтовых свай: ВСЛМ **405–325–9**. При использовании винтовых свай со сварной лопастью требуется пересчет массы фундаментов.

К рабочим чертежам фундаментной конструкции **4 Ф 34.24.840-9** необходимо приложить схему удлинения ствола сваи, приведённую в рабочих чертежах фундаментных конструкций настоящего тома (инв. № 20015тм-т.1 кн.2), изменив в спецификации длину и массу трубы для удлинения свай.

Сваи необходимо удлинить на 3 м, следовательно, необходимо следующим образом изменить спецификацию:

Спецификация на **3 погонных метра**							
Позиция	Сечение	Длина, мм	Кол-во	Масса, кг			Примечание
				ед.	всех	итого	
1	Труба ø325х10	**3000**	1	77.7	**233.1**		ГОСТ 8732-78
2	–10х270	400	3	8.5	25.5	**262**	ГОСТ 19903-74
	Наплавленный металл				3.1		

В спецификации на фундамент необходимо изменить шифр фундамента и его массу.

Фундаменту 4 Ф 34.24.840-9 в приложении Г соответствует таблица Г.2.

В соответствии с таблицей Г.2 масса фундамента 4 Ф 34.24.840-9 составляет **5088 кг**.

11.8. ПРИМЕР ФОРМИРОВАНИЯ ШИФРА ФУНДАМЕНТА АНКЕРНО-УГЛОВОЙ ОПОРЫ

Выбрать фундамент под одноцепную анкерно-угловую опору УАМ 110-1, разработанную ОАО «РОСЭП», установленную в населённой местности.

Параметры опоры из многогранного профиля:

диаметр отверстий под болты во фланце опоры — 33 мм;

количество отверстий под болты во фланце опоры — 24;

диаметр окружности, проведённой через центры отверстий под болты, — 840 мм.

Изгибающий момент в уровне комля опоры — $M^f = 460\,кН \cdot м$.

Расчётная сжимающая нагрузка, передаваемая на фундамент — $N_d^f = 75\,кН$.

Расчётная горизонтальная нагрузка, передаваемая на фундамент — $Q^f = 60\,кН$.

Основание сложено полутвёрдым суглинком со следующими характеристиками:

расчётное значение угла внутреннего трения $\varphi_I = 21.7°$;

расчётное значение удельного сцепления $c_I = 24.7\,кПа$;

коэффициент пористости $e = 0.55$;

расчётное значение модуля деформации грунта $E = 27\ МПа$.

1. Для закрепления опоры из многогранного профиля предусмотрен четырёхсвайный фундамент из узколопастных винтовых свай.

В соответствии с таблицей 11.1 анкерно-угловой опоре из многогранного профиля УАМ 110-1 соответствует фундамент с шифром 4 Ф 34.24.840-6.

2. Необходимо проверить несущую способность грунтов основания на заданные нагрузки и при необходимости увеличить длину винтовых свай.

Выбор длины винтовых свай по несущей способности грунтов основания производится, исходя из условий 11.1–11.3. Для этого необходимо определить расчётные нагрузки на фундамент.

2.4. Расчётные сжимающая и горизонтальная нагрузки на фундамент даны в условии — $N_d^f = 75\,кН$ и $Q^f = 60\,кН$.

2.5. Расчётный момент, передаваемый на фундаментную конструкцию анкерно-угловой опорой, — $M^f = 460\,кН \cdot м$. Расчётный момент от горизонтальной силы по низу ростверка — $M^r = Q^f \cdot h^r = 60\,кН \cdot 0.468\,м = 28.08\,кН \cdot м$.

2.6. Суммарный момент, передаваемый на фундамент из винтовых свай, — $M^f + M^r = 488.08\,кН \cdot м$.

3. Для использования таблиц приложения необходимо, чтобы заданные расчётные сжимающая и горизонтальная нагрузки не превышали принятых при расчёте таблиц приложения значений.

При расчёте таблиц приложения для закрепления анкерно-угловых опор приняты следующие значения:

расчётной сжимающей нагрузки — $N_d^f = 80\,кН$;

расчётной горизонтальной нагрузки — $Q^f = 67\,кН$.

Принятые расчётные значения нагрузок превышают заданные в условии значения ($N_d^f = 75\,кН$ и $Q^f = 60\,кН$), следовательно, можно воспользоваться приведёнными в приложении В таблицами, если основание сложено однородным дисперсным немёрзлым грунтом.

4. Поскольку основание сложено однородным грунтом, можно воспользоваться приведёнными в приложении В таблицами.

Определяем условный номер грунта по таблицам приложения А: характеристики грунта соответствуют суглинку полутвёрдому с условным номером 25 (таблица А.2).

4.4. Грунту с условным номером 25 в приложении В соответствует таблица В.3.

4.5. По таблице В.3 определяем максимальную расчётную несущую способность грунта основания с условным номером 25:

для фундамента 4 Ф 34.24.840-7 — $M = 301 кН \cdot м$;

для фундамента 4 Ф 34.24.840-8 — $M = 371 кН \cdot м$;

для фундамента 4 Ф 34.24.840-9 — $M = 448 кН \cdot м$;

для фундамента 4 Ф 34.24.840-10 — $M = 519 кН \cdot м$;

для фундамента 4 Ф 34.24.840-11 — $M = 595 кН \cdot м$.

4.6. Суммарный момент, передаваемый на фундамент из винтовых свай, составляет $M^f + M^r = 488.08 кН \cdot м$.

Для обеспечения требуемой нагрузки принимаем ближайшее значение $M \geq M^f + M^r$: $M = 519 кН \cdot м$.

5. Требуемую расчётную несущую способность грунта основания обеспечивает фундамент 4 Ф 34.24.840-10.

Таким образом, получено:

количество свай — 4;

диаметр лопасти свай — 405 мм;

диаметр ствола свай — 325 мм;

длина свай — 10 м;

глубина погружения свай — 8.982 м;

максимальное расстояние от низа ростверка (верха нижнего столика) до поверхности грунта — 0.340 м;

диаметр отверстий под болты, предназначенные для крепления фланца опоры — 34 мм;

количество отверстий под болты — 24;

диаметр окружности, проведённой через центры отверстий под болты, — 840 мм;

материал изготовления свай и свайных ростверков — сталь марки С345;

материал изготовления болтов — сталь 20 класса прочности 5.8.

Определён шифр фундамента: **4 Ф 34.24.840-10**.

Следовательно, под одноцепную анкерно-угловую опору УАМ 110-1, разработанную ОАО «РОСЭП», установленную в населённой местности, необходимо установить одну фундаментную конструкцию **4 Ф 34.24.840-10.**

Полученную фундаментную конструкцию необходимо проверить по устойчивости и прочности на воздействие сил морозного пучения.

Шифр винтовых свай: ВСЛМ **405–325–10**. При использовании винтовых свай со сварной лопастью требуется пересчет массы фундаментов.

К рабочим чертежам фундаментной конструкции **4 Ф 34.24.840-10** необходимо приложить схему удлинения ствола сваи, приведённую в рабочих чертежах фундаментных конструкций настоящего тома (инв. № 20015тм-т.1 кн.2), изменив в спецификации длину и массу трубы для удлинения свай.

Сваи необходимо удлинить на 4 м, следовательно, необходимо следующим образом изменить спецификацию:

Спецификация на **4 погонных метра**							
Позиция	Сечение	Длина, мм	Кол-во	Масса, кг			Примечание
				ед.	всех	итого	
1	Труба ø325х10	**4000**	1	77.7	**310.8**	**340**	ГОСТ 8732-78
2	–10х270	400	3	8.5	25.5		ГОСТ 19903-74
	Наплавленный металл				3.1		

В спецификации на фундамент необходимо изменить шифр фундамента и его массу.

Фундаменту 4 Ф 34.24.840-10 в приложении Г соответствует таблица Г.2.

В соответствии с таблицей Г.2 масса фундамента 4 Ф 34.24.840-10 составляет **5399 кг**.

12. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ Р 9.316-2006	Покрытия термодиффузионные цинковые. Общие требования и методы контроля;
ГОСТ 9.304-87	Покрытия газотермические. Общие требования и методы контроля;
ГОСТ 9.307-89	Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля;
ГОСТ 977-88	Отливки стальные. Общие технические условия;
ГОСТ 5264-80*	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;
ГОСТ 5686-94	Грунты. Методы полевых испытаний сваями;
ГОСТ 5915-70*	Гайки шестигранные класса точности В. Конструкции и размеры;
ГОСТ 7798-70	Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкции и размеры;
ГОСТ 8732-78	Трубы стальные бесшовные горячедеформированные;
ГОСТ 9467-75*	Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы;
ГОСТ 1050-88*	Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия;
ГОСТ 11371-78*	Шайбы. Технические условия;
ГОСТ 19903-74	Прокат листовой горячекатаный. Сортамент;
ГОСТ 25100-95	Грунты. Классификация;
ГОСТ 27772-88*	Прокат для строительных стальных конструкций;
СНиП II-23-81*	Стальные конструкции;
СНиП 23-01-2003	Строительная климатология;
СНиП 2.01.07-85	Нагрузки и воздействия;
СНиП 2.02.01-83*	Основания зданий и сооружений;
СНиП 2.02.03-85	Свайные фундаменты;
СНиП 2.02.04-88	Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах;
СНиП 2.03.11-85	Защита строительных конструкций от коррозии;
СП 50-101-2004	Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений;
СП 50-102-2003	Проектирование и устройство свайных фундаментов;
СП 53-102-2004	Общие правила проектирования стальных конструкций.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВНОГО НОМЕРА ГРУНТА ПО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Характеристики дисперсных грунтов, приведённые в таблицах приложения А, соответствуют табл. 1 и табл. 2 приложения 1 СНиП 2.02.01 – 83 «Основания зданий и сооружений».

В соответствии с п. 2.16 СНиП 2.02.01 – 83 в расчётах оснований опор воздушных линий электропередачи независимо от их класса допускается определение нормативных и расчётных значений прочностных и деформационных характеристик грунтов по их физическим характеристикам.

Введённые обозначения характеристик грунтов:

$\varphi_н$ (φ_I) — нормативное (расчётное) значение угла внутреннего трения;

$c_н$ (c_I) — нормативное (расчётное) значение удельного сцепления;

e — коэффициент пористости;

E — нормативное (расчётное) значение модуля деформации грунта.

Расчётные значения характеристик песчаных и пылевато-глинистых грунтов принимаются при следующих значениях коэффициента надёжности по грунту:

для удельного сцепления — $\gamma_{g(c)} = 1.5$,

для угла внутреннего трения песчаных грунтов — $\gamma_{g(\varphi)} = 1.1$,

для угла внутреннего трения пылевато– глинистых грунтов — $\gamma_{g(\varphi)} = 1.15$.

Характеристики песчаных грунтов четвертичных отложений, приведённые в таблице А.1, относятся к кварцевым пескам с зёрнами различной окатанности, содержащим не более 20 % полевого шпата и не более 5 % в сумме различных примесей, включая органическое вещество, независимо от степени влажности грунтов.

Характеристики пылевато-глинистых нелёссовых грунтов четвертичных отложений, приведённые в таблицах А.2 и А.3, относятся к грунтам, содержащим не более 5 % органического вещества и имеющим степень влажности $S_r \geq 0.8$ (т.е. к водонасыщенным).

Определение условного номера грунта производится по таблицам А.1 – А.3.

Номер таблицы	Название таблицы	Номер листа
А.1	Определение условного номера грунта по его физико-механическим характеристикам для песчаных грунтов.	42
А.2	Определение условного номера грунта по его физико-механическим характеристикам грунта для супесей и суглинков.	43
А.3	Определение условного номера грунта по его физико-механическим характеристикам грунта для глин.	44

Таблица А.1. Определение условного номера грунта по его физико-механическим характеристикам для песчаных грунтов.

Виды песчаных грунтов	условный номер грунта	Нормативные и расчётные характеристики грунтов					
		φ_n	φ_I	c_n	c_I	e	E
		град.		кПа			МПа
пески гравелистые и крупные	1	43	39.1	2	1.3	0.45	50
	2	40	36.4	1	0.7	0.55	40
	3	38	34.5	–	–	0.65	38
пески средней крупности	4	40	36.4	3	2	0.45	50
	5	38	34.5	2	1.3	0.55	40
	6	35	31.2	1	0.7	0.65	30
пески мелкие	7	38	34.5	6	4	0.45	48
	8	36	32.7	4	2.7	0.55	38
	9	32	29.1	2	1.3	0.65	28
	10	28	25.5	–	–	0.75	18
пески пылеватые	11	36	32.7	8	5.3	0.45	39
	12	34	30.9	6	4	0.55	28
	13	30	27.3	4	2.7	0.65	18
	14	26	23.6	2	1.3	0.75	11

Таблица А.2. Определение условного номера грунта по его физико-механическим характеристикам грунта для супесей и суглинков.

Виды грунтов, показатель текучести		условный номер грунта	Нормативные и расчётные характеристики грунтов					
			$\varphi_н$	φ_I	$c_н$	c_I	e	E
			град.		кПа			МПа
супеси пластичные	$0 \le I_L \le 0.25$	15	30	26.1	21	14	32	32
		16	29	25.2	17	11.3	24	24
		17	27	23.5	15	10	16	16
		18	24	20.9	13	8.7	10	10
	$0.25 \le I_L \le 0.75$	19	28	24.3	19	12.7	32	32
		20	26	22.6	15	10	24	24
		21	24	20.9	13	8.7	16	16
		22	21	18.3	11	7.3	10	10
		23	18	15.7	9	6	7	7
суглинки	полутвёрдые $0 \le I_L \le 0.25$	24	26	22.6	47	31.3	0.45	34
		25	25	21.7	37	24.7	0.55	27
		26	24	20.9	31	20.7	0.65	22
		27	23	20	25	21.7	0.75	17
		28	22	19.1	22	14.7	0.85	14
		29	20	17.4	19	12.7	0.95	11
	тугопластичные $0.25 \le I_L \le 0.5$	30	24	20.9	39	26	0.45	32
		31	23	20	34	22.7	0.55	25
		32	22	19.1	28	18.7	0.65	19
		33	21	18.3	23	15.3	0.75	14
		34	19	16.5	18	12	0.85	11
		35	17	14.8	15	10	0.95	8
	мягкопластичные $0.5 \le I_L \le 0.75$	36	19	16.5	25	16.7	0.65	17
		37	18	15.7	20	13.3	0.75	12
		38	16	13.9	16	10.7	0.85	8
		39	14	12.2	14	9.3	0.95	6
		40	12	10.4	12	8	1.05	5

Таблица А.3. Определение условного номера грунта по его физико-механическим характеристикам грунта для глин.

Виды грунтов, показатель текучести		условный номер грунта	Нормативные и расчётные характеристики грунтов					
			$\varphi_н$	φ_I	$c_н$	c_I	e	E
			град.		кПа			МПа
глины	полутвёрдые $0 \le I_L \le 0.25$	41	21	18.3	81	54	0.55	28
		42	20	17.4	68	45.3	0.65	24
		43	19	16.5	54	36	0.75	21
		44	18	15.7	47	31.3	0.85	18
		45	16	13.9	41	27.3	0.95	15
		46	14	12.2	36	24	1.05	12
	тугопластичные $0.25 \le I_L \le 0.5$	47	18	15.7	57	38	0.65	21
		48	17	14.8	50	33.3	0.75	18
		49	16	13.9	43	28.7	0.85	15
		50	14	12.2	37	24.7	0.95	12
		51	11	9.6	32	21.3	1.05	9
	мягкопластичные $0.5 \le I_L \le 0.75$	52	15	13	45	30	0.65	18
		53	14	12.2	41	27.3	0.75	15
		54	12	10.4	36	24	0.85	12
		55	10	8.7	33	22	0.95	9
		56	7	6.1	29	19.3	1.05	7

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ РАСЧЁТНОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОПОРЫ ИЗ МНОГОГРАННОГО ПРОФИЛЯ

Номер таблицы	Название таблицы	Номер листа
Б.1	Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента промежуточной опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для песчаных грунтов (условные номера грунтов 1 – 14).	46
Б.2	Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента промежуточной опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для супесей (условные номера грунтов 15 – 23).	47
Б.3	Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента промежуточной опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для суглинков (условные номера грунтов 24 – 40).	48
Б.4	Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента промежуточной опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для глин (условные номера грунтов 41 – 56).	49

Таблица Б.1. Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента промежуточной опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для песчаных грунтов (условные номера грунтов 1 – 14).

усл. номер грунта	максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента промежуточной опоры *М*, кН·м					
	шифр фундамента					
	4Ф 52.12.840-6 4Ф 34.24.840-6 4Ф 34.24.820-6	4Ф 52.12.840-7 4Ф 34.24.840-7 4Ф 34.24.820-7	4Ф 52.12.840-8 4Ф 34.24.840-8 4Ф 34.24.820-8	4Ф 52.12.840-9 4Ф 34.24.840-9 4Ф 34.24.820-9	4Ф 52.12.840-10 4Ф 34.24.840-10 4Ф 34.24.820-10	4Ф 52.12.840-11 4Ф 34.24.840-11 4Ф 34.24.820-11
1	478	607	739	877	1010	–
2	475	604	736	873	1008	–
3	425	543	663	791	914	–
4	469	595	725	859	992	–
5	416	530	650	774	896	–
6	383	491	603	721	835	951
7	341	434	526	621	715	811
8	327	419	510	603	695	789
9	–	359	438	521	603	685
10	–	320	393	467	544	621
11	–	305	368	434	501	571
12	–	–	337	397	460	526
13	–	–	–	340	397	455
14	–	–	–	–	323	374

Таблица Б.2. Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента промежуточной опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для супесей (условные номера грунтов 15 – 23).

усл. номер грунта	максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента промежуточной опоры *М*, кН·м					
	шифр фундамента					
	4Ф 52.12.840-6 4Ф 34.24.840-6 4Ф 34.24.820-6	4Ф 52.12.840-7 4Ф 34.24.840-7 4Ф 34.24.820-7	4Ф 52.12.840-8 4Ф 34.24.840-8 4Ф 34.24.820-8	4Ф 52.12.840-9 4Ф 34.24.840-9 4Ф 34.24.820-9	4Ф 52.12.840-10 4Ф 34.24.840-10 4Ф 34.24.820-10	4Ф 52.12.840-11 4Ф 34.24.840-11 4Ф 34.24.820-11
15	–	331	407	488	563	645
16	–	320	394	475	551	630
17	–	–	333	400	464	530
18	–	–	312	377	438	504
19	–	–	–	353	408	466
20	–	–	–	–	–	342
21	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–
23	–	–	–	–	–	–

Таблица Б.3. Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента промежуточной опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для суглинков (условные номера грунтов 24 – 40).

усл. номер грунта	максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента промежуточной опоры *М*, кН·м					
	шифр фундамента					
	4Ф 52.12.840-6 4Ф 34.24.840-6 4Ф 34.24.820-6	**4Ф 52.12.840-7 4Ф 34.24.840-7 4Ф 34.24.820-7**	**4Ф 52.12.840-8 4Ф 34.24.840-8 4Ф 34.24.820-8**	**4Ф 52.12.840-9 4Ф 34.24.840-9 4Ф 34.24.820-9**	**4Ф 52.12.840-10 4Ф 34.24.840-10 4Ф 34.24.820-10**	**4Ф 52.12.840-11 4Ф 34.24.840-11 4Ф 34.24.820-11**
24	330	419	512	611	706	803
25	318	407	497	596	689	787
26	308	396	486	584	677	773
27	–	338	415	497	577	659
28	–	331	408	490	569	651
29	–	312	397	477	555	635
30	–	312	383	456	529	603
31	–	–	322	383	442	504
32	–	–	–	327	379	434
33	–	–	–	–	319	368
34	–	–	–	–	–	327
35	–	–	–	–	–	–
36	–	–	–	–	–	–
37	–	–	–	–	–	–
38	–	–	–	–	–	–
39	–	–	–	–	–	–
40	–	–	–	–	–	–

Таблица Б.4. Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента промежуточной опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для глин (условные номера грунтов 41 – 56).

усл. номер грунта	максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента промежуточной опоры ***М***, кН·м					
	шифр фундамента					
	4Ф 52.12.840-6 4Ф 34.24.840-6 4Ф 34.24.820-6	**4Ф 52.12.840-7 4Ф 34.24.840-7 4Ф 34.24.820-7**	**4Ф 52.12.840-8 4Ф 34.24.840-8 4Ф 34.24.820-8**	**4Ф 52.12.840-9 4Ф 34.24.840-9 4Ф 34.24.820-9**	**4Ф 52.12.840-10 4Ф 34.24.840-10 4Ф 34.24.820-10**	**4Ф 52.12.840-11 4Ф 34.24.840-11 4Ф 34.24.820-11**
41	323	408	497	593	684	777
42	316	401	490	583	674	769
43	307	392	481	574	666	759
44	–	338	414	493	573	652
45	–	326	400	478	556	634
46	–	303	390	470	545	625
47	–	301	370	442	511	582
48	–	–	–	323	374	427
49	–	–	–	–	312	360
50	–	–	–	–	–	323
51	–	–	–	–	–	–
52	–	–	–	–	–	–
53	–	–	–	–	–	–
54	–	–	–	–	–	–
55	–	–	–	–	–	–
56	–	–	–	–	–	–

ПРИЛОЖЕНИЕ В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ РАСЧЁТНОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА АНКЕРНО-УГЛОВОЙ ОПОРЫ ИЗ МНОГОГРАННОГО ПРОФИЛЯ

Номер таблицы	Название таблицы	Номер листа
В.1	Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента анкерно-угловой опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для песчаных грунтов (условные номера грунтов 1 – 14).	51
В.2	Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента анкерно-угловой опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для супесей (условные номера грунтов 15 – 23).	52
В.3	Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента анкерно-угловой опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для суглинков (условные номера грунтов 24 – 40).	53
В.4	Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента анкерно-угловой опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для глин (условные номера грунтов 41 – 56).	54

Таблица В.1. Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента анкерно-угловой опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для песчаных грунтов (условные номера грунтов 1 – 14).

усл. номер грунта	максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента анкерно-угловой опоры *М*, кН·м					
	шифр фундамента					
	4Ф 34.24.840-6	**4Ф 34.24.840-7**	**4Ф 34.24.840-8**	**4Ф 34.24.840-9**	**4Ф 34.24.840-10**	**4Ф 34.24.840-11**
1	357	456	556	663	–	–
2	355	453	556	662	–	–
3	316	407	500	597	692	–
4	349	445	545	651	–	–
5	309	397	489	586	678	–
6	–	367	453	544	630	–
7	–	323	394	467	538	613
8	–	312	381	453	523	597
9	–	–	326	390	453	518
10	–	–	–	349	408	467
11	–	–	–	323	375	429
12	–	–	–	–	344	39
13	–	–	–	–	–	338
14	–	–	–	–	–	–

Таблица В.2. Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента анкерно-угловой опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для супесей (условные номера грунтов 15 – 23).

усл. номер грунта	максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента анкерно-угловой опоры ***М***, кН·м					
	шифр фундамента					
	4Ф 34.24.840-6	**4Ф 34.24.840-7**	**4Ф 34.24.840-8**	**4Ф 34.24.840-9**	**4Ф 34.24.840-10**	**4Ф 34.24.840-11**
15	–	–	301	364	423	486
16	–	–	–	353	412	474
17	–	–	–	–	346	397
18	–	–	–	–	327	377
19	–	–	–	–	304	348
20	–	–	–	–	–	–
21	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–
23	–	–	–	–	–	–

Таблица В.3. Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента анкерно-угловой опоры из многогранного профиля *М*, *кН·м*, для суглинков (условные номера грунтов 24 – 40).

усл. номер грунта	максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента анкерно-угловой опоры *М*, кН·м					
	шифр фундамента					
	4Ф 34.24.840-6	4Ф 34.24.840-7	4Ф 34.24.840-8	4Ф 34.24.840-9	4Ф 34.24.840-10	4Ф 34.24.840-11
24	–	312	383	460	533	608
25	–	301	371	448	519	595
26	–	–	364	438	510	584
27	–	–	309	371	433	497
28	–	–	303	366	427	490
29	–	–	–	356	416	478
30	–	–	–	341	396	453
31	–	–	–	–	330	378
32	–	–	–	–	–	323
33	–	–	–	–	–	–
34	–	–	–	–	–	–
35	–	–	–	–	–	–
36	–	–	–	–	–	–
37	–	–	–	–	–	–
38	–	–	–	–	–	–
39	–	–	–	–	–	–
40	–	–	–	–	–	–

Таблица В.4. Максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента анкерно-угловой опоры из многогранного профиля *М, кН·м*, для глин (условные номера грунтов 41 – 56).

усл. номер грунта	максимальная расчётная несущая способность грунта основания фундамента анкерно-угловой опоры ***М***, кН·м					
	шифр фундамента					
	4Ф 34.24.840-6	**4Ф 34.24.840-7**	**4Ф 34.24.840-8**	**4Ф 34.24.840-9**	**4Ф 34.24.840-10**	**4Ф 34.24.840-11**
41	–	304	371	445	515	588
42	–	–	364	438	508	581
43	–	–	359	430	501	574
44	–	–	308	370	430	492
45	–	–	–	357	416	478
46	–	–	–	349	408	470
47	–	–	–	327	382	437
48	–	–	–	–	–	319
49	–	–	–	–	–	–
50	–	–	–	–	–	–
51	–	–	–	–	–	–
52	–	–	–	–	–	–
53	–	–	–	–	–	–
54	–	–	–	–	–	–
55	–	–	–	–	–	–
56	–	–	–	–	–	–

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. УДЛИНЕНИЕ СТВОЛА СВАИ

Рекомендуется следующая последовательность действий при удлинении стволов свай:

1. При удлинении ствола винтовой сваи изменяется шифр винтовой сваи ВСМ (ВСЛМ) 405–325–6:

при удлинении на 1 м на ВСМ (ВСЛМ) 405–325–7;
при удлинении на 2 м на ВСМ (ВСЛМ) 405–325–8;
при удлинении на 3 м на ВСМ (ВСЛМ) 405–325–9;
при удлинении на 4 м на ВСМ (ВСЛМ) 405–325–10;
при удлинении на 5 м на ВСМ (ВСЛМ) 405–325–11.

2. В соответствии с чертежами удлинения стволов свай, приведённых в рабочих чертежах настоящего тома (инв. № 20015тм-т.1 кн.2), проектируется удлинение стволов свай с учётом изменения массы винтовых свай в соответствии с приведённой в чертежах спецификацией:

Спецификация на один погонный метр							
Позиция	Сечение	Длина, мм	Кол-во	Масса, кг			Примечание
				ед.	всех	итого	
1	Труба ø325х10	1000	1	77.7	77.7	106	ГОСТ 8732-78
2	–10х270	400	3	8.5	25.5		ГОСТ 19903-74
	Наплавленный металл				3.1		

3. Аналогично изменению шифра винтовых свай изменяется шифр фундамента.

4. После определения шифра фундамента в книге рабочих чертежей (инв. № 20015тм-т.1 кн.2) берётся спецификация на фундамент (в т.ч. все конструктивные элементы фундаментной конструкции), соответствующий исходному шифру сваи (длиной 6 м).

В спецификации фундамента должна быть изменена масса фундамента в соответствии с таблицами:

Г.1 — для фундамента 4 Ф 52.12.840-6;

Г.2 — для фундаментов 4 Ф 34.24.820-6 и 4 Ф 34.24.840-6.

В таблицах Г.1 и Г.2 масса фундаментов рассчитана, исходя из предположения, что удлинение каждой сваи осуществляется привариванием одной трубы (в один приём).

5. При создании рабочего проекта необходимо приложить чертежи удлинения стволов свай, приведённые в рабочих чертежах настоящего тома (инв. № 20015тм-т.1 кн.2).

6. Если удлинение винтовой сваи невозможно выполнить привариванием одной трубы (например, в случае удлинения сваи более чем на 5 м), допускается удлинение ствола сваи в несколько приёмов. В этом случае на каждой свае выполняется соответствующее число монтажных соединений в соответствии с чертежами удлинения стволов свай. В зависимости от длины сваи и количества монтажных соединений должна быть изменена масса фундамента.

7. После удлинения ствола винтовой сваи выполняется зачистка и антикоррозионная защита мест сварки. Защита от коррозии фундаментных конструкций выполняется в соответствии с требованиями раздела 7.

Таблица Г.1. Изменение массы фундамента 4 Ф 52.12.840-6 при удлинении ствола каждой сваи.

типоразмер сваи после удлинения	масса фундамента **4 Ф 52.12.840-6**, кг	масса узла удлинения одной сваи, кг	шифр фундамента	масса фундамента, кг
ВСМ (ВСЛМ) 405–325–7	4099	106	**4 Ф 52.12.840-7**	**4524**
ВСМ (ВСЛМ) 405–325–8		184	**4 Ф 52.12.840-8**	**4835**
ВСМ (ВСЛМ) 405–325–9		262	**4 Ф 52.12.840-9**	**5146**
ВСМ (ВСЛМ) 405–325–10		340	**4 Ф 52.12.840-10**	**5457**
ВСМ (ВСЛМ) 405–325–11		417	**4 Ф 52.12.840-11**	**5768**

Таблица Г.2. Изменение массы фундаментов 4 Ф 34.24.820-6 и 4 Ф 34.24.840-6 при удлинении ствола каждой сваи.

типоразмер сваи после удлинения	масса фундаментов **4 Ф 34.24.820-6 и 4 Ф 34.24.840-6**, кг	масса узла удлинения одной сваи, кг	шифр фундамента	масса фундамента, кг
ВСМ (ВСЛМ) 405–325–7	4041	106	**4 Ф 34.24.820-7, 4 Ф 34.24.840-7**	**4466**
ВСМ (ВСЛМ) 405–325–8		184	**4 Ф 34.24.820-8, 4 Ф 34.24.840-8**	**4777**
ВСМ (ВСЛМ) 405–325–9		262	**4 Ф 34.24.820-9, 4 Ф 34.24.840-9**	**5088**
ВСМ (ВСЛМ) 405–325–10		340	**4 Ф 34.24.820-10, 4 Ф 34.24.840-10**	**5399**
ВСМ (ВСЛМ) 405–325–11		417	**4 Ф 34.24.820-11, 4 Ф 34.24.840-11**	**5710**

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	заменен-ных	новых	аннули-рованных					
1	–	все	–	–	58		03-09 ПК		20.05.09

gost.e-ecolog.ru