|  |  |
| --- | --- |
| **1** | **Северо-Западный НПЦ «АрхиМет»**  **Общество с ограниченной ответственностью**  ИНН 7816456217 КПП 780101001  Юр. Адрес: Санкт-Петербург, 5-я линия В.О., д.70  Тел.: (812)309-38-03  [www.archimet.ru](http://www.archimet.ru)  [mail@archimet.ru](mailto:mail@archimet.ru) |
| **Экз №\_\_\_** | |
|  | |
|  | |
| **{{ project\_name }}** | |
| **Расчетная пояснительная записка** | |
| **Расчет фундамента многогранной опоры {{ pole\_code }}** | |
| **{{ project\_code }}-РПЗФ** | |
|  | |
| Генеральный директор Собин К.Н. | |
| ГИП Родчихин С.В. | |
|  | |
| **{{ year }} г.** | |

**Содержание**

[1 Исходные данные 2](#_Toc90757470)

[1.1 Конструктивные решения фундамента 2](#_Toc90757471)

[1.2 Нагрузки на фундамент 3](#_Toc90757472)

[1.3 Инженерно-геологические условия 3](#_Toc90757473)

[2 Расчет фундамента 5](#_Toc90757474)

[2.1 Расчет несущей способности 5](#_Toc90757475)

[2.2 Расчет деформаций 8](#_Toc90757476)

[2.3 Выводы по результатам расчета фундамента 9](#_Toc90757477)

[Приложение А 10](#_Toc90757478)

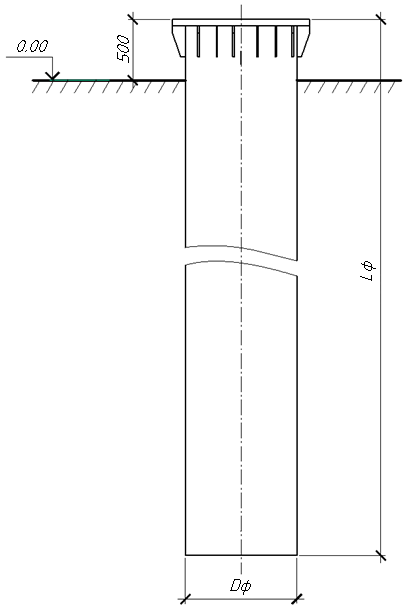
# Исходные данные

## Конструктивные решения фундамента

В качестве фундамента многогранной опоры {{ pole\_code }} принята многогранная стальная свая-оболочка. Диаметр сваи-оболочки Dф – {{ diam\_svai }} м, длина сваи Lф – {{ length\_svai }} м, глубина заложения нижнего конца сваи – {{ deepness\_svai }} м.

Эскиз фундамента представлен на рис.1. Чертежи сваи приведены в «{{ project\_code }}».

Соединение опоры и фундамента выполняется с помощью фланцевого соединения.



**Рисунок 1 - Эскиз фундамента**

## Нагрузки на фундамент

По результатам статического расчета опоры определены нагрузки на фундамент. Нагрузки на отметке верха фундамента для расчета по первой и второй группам предельных состояний приведены в таблице 1.

Направление оси У принято вдоль оси траверс опоры.

Таблица 1 – Расчетные нагрузки на фундамент

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | I ГПС | II ГПС |
| Суммарный момент, M0, тс·м | {{ moment1 }} | {{ moment2 }} |
| Вертикальная сила, N, тс | {{ vert\_force1 }} | {{ vert\_force2 }} |
| Суммарная горизонтальная сила, Q, тс | {{ shear\_force1 }} | {{ shear\_force2 }} |

## Инженерно-геологические условия

Инженерно-геологические условия приняты согласно техническому отчету по результатам инженерно-геологических изысканий {{ ige\_name }} для подготовки

проектной документации для проекта «{{ project\_name }}».

Адрес строительства: {{ building\_adress }}.

Геологические условия для расчета приняты по разрезу скважин: {{ razrez\_skvajin }}. Данные выработки приведены на рис.2.

Таблица рекомендуемых нормативных и расчетных показателей физико-механических свойств грунтов приведена в приложении А.

{{ picture1 }}

**Рисунок 2 – Описание выработки принятых для расчета скважин**

# Расчет фундамента

## Расчет несущей способности

Расчет несущей способности основания произведен согласно СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».

Согласно п.7.11 несущая способность (устойчивость) основания стоечной опоры считается обеспеченной при соблюдении условия

где Fh – расчетная горизонтальная сила на отметке поверхности грунта, кН;

γс2 – коэффициент условий работы закрепления, принимаемый по таблице 7.2;

Fhu – предельная горизонтальная сила на отметке поверхности грунта, кН;

γn – коэффициент надежности по ответственности, принимаемый по п.7.10.

Расчет предельной горизонтальной силы Fhu производится согласно 3041тм-2 «Руководство по проектированию опор и фундаментов линий электропередачи и распределительных устройств подстанций напряжением выше 1 кВ. Раздел 6. Основания» (далее – Руководство).

Общая схема к расчету несущей способности (устойчивости) основания приведена на рис. 3.

Расчет производился для усредненных значений характеристик физико-механических свойств суглинков, плотность грунта принята средневзвешенной по глубине с учетом взвешивающего действия грунтовых вод:

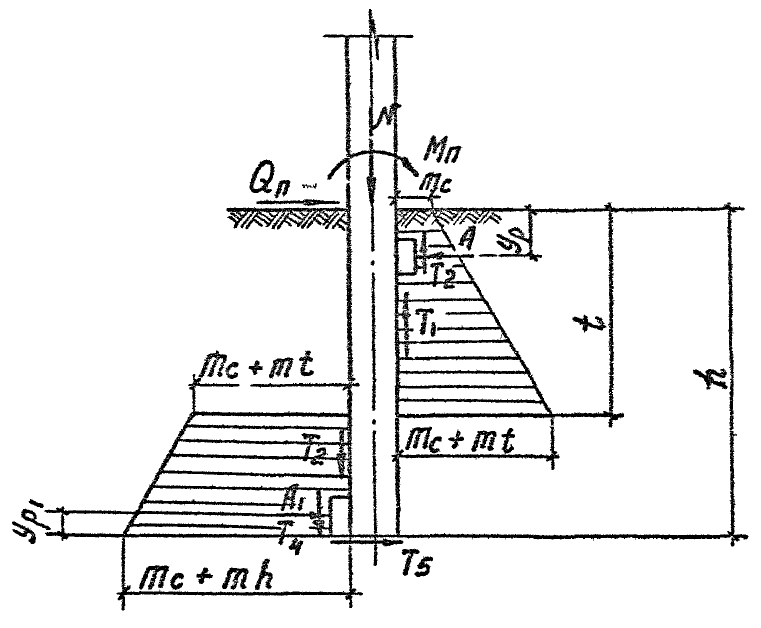
- угол внутреннего трения φI = {{ sr\_ugol\_vn\_tr }} °;

- удельное сцепление сI= {{ sr\_udel\_scep }} кПа;

- плотность ρI= {{ sr\_ves\_gr\_ras }} г/см3;

- модуль деформации Е= {{ sr\_def\_mod }} кПа.

Исходные данные, необходимые для расчета предельной горизонтальной силы на отметке поверхности грунта для сваи-оболочки согласно Руководству, приведены в таблице 2.



**Рисунок 3 – Общая схема к расчету несущей способности основания**

Таблица 2 – Сводная таблица исходных данных

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | Обозначение | Ед. изм. | Числ.значение |
| **Расчетные нагрузки на фундамент на отметке поверхности грунта** | | | |
| Вертикальная нагрузка | N | тс | {{ vert\_force1 }} |
| Горизонтальная нагрузка | Q | тс | {{ shear\_force1 }} |
| Изгибающий момент | M | тс·м | {{ moment1 }} |
| **Расчетные механические свойства грунтов** | | | |
| Угол внутреннего трения | φI |  | {{ sr\_ugol\_vn\_tr }}° |
| Удельное сцепление | сI | тс/м2 | {{ sr\_udel\_scep }} |
| Плотность | ρI | г/см3 | {{ sr\_ves\_gr\_ras }} |
| Модуль деформации | Е | тс/м2 | {{ sr\_def\_mod }} |
| **Геометрические характеристики фундамента** | | | |
| Глубина заложения низа сваи | h | м | {{ deepness\_svai }} |
| Диаметр сваи | b0 | м | {{ diam\_svai }} |
| Глубина расположения ригеля | ур | м | {{ deepness\_rigel }} |
| Длина ригеля | lр | м | 0 |
| Ширина ригеля | a | м | {{ widness\_rigel }} |
| Высота ригеля | ур | м | {{ height\_rigel }} |
| 1. Значения геометрических характеристик нижнего ригеля ур1, lр1, a1 и ур1 принимаются равными 0  2. Символьное обозначение принято согласно Руководству | | | |

При расчете закреплений все действующие на опору нагрузки должны быть заменены двумя силами: горизонтальной сосредоточенной нагрузкой Q, приложенной на высоте H от отметки поверхности земли, и вертикальной силой N.

Высота приложения горизонтальной силы составляет:

= {{ height\_shear\_force }}, м

Отношение высоты приложения горизонтальной силы к глубине погружения сваи:

= {{ D64 }}

Расчетное значение угла сдвига грунта:

= {{ ugol\_sdviga }},

где σ=10тс/м2.

Расчетный коэффициент трения металла по грунту:

= {{ coef\_tr\_met\_po\_gr }}

Коэффициент формы эпюры давления грунта на стойку:

= {{ coef\_ep\_dav }}

Определим различные параметры и безразмерные коэффициенты, необходимые для расчета:

= {{ D65 }}

= {{ D66 }}

= {{ D67 }} т/м3

= {{ D68 }} т/м2

= {{ D69 }}

= {{ D70 }}

= {{ D71 }}

= {{ D72 }}

Расчетная ширина сваи:

= {{ D73 }}, м

Пассивное давление грунта на стойку:

= {{ D74 }} т.

Давление грунта на верхний и нижний ригель соответственно с учетом понижающего коэффициента mg, равного 0,71 согласно таблице 6.13 Руководства:

= {{ D75 }} т.

= {{ D76 }} т.

Для нахождения относительной глубины центра поворота Θ определим безразмерные коэффициенты:

= {{ D77 }}

= {{ D78 }}

= {{ D79 }}

*=* {{ D85 }}

*=* {{ D86 }}

Относительная глубина центра поворота:

= {{ D87 }}

Предельная горизонтальная сила:

*=* {{ D94 }} т.

Проверяем условие п.7.11 СП 22.13330.2016:

Fh = {{ shear\_force1 }} {{ D92 }} ∙ {{ D94 }} = {{ D96 }}

{{ D93 }}

Условие выполняется, несущая способность (устойчивость) основания опоры обеспечена.

## Расчет деформаций

Согласно п.7.5 СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» деформация основания свободностоящих стоечных опор ограничивается предельным значением угла δ отклонения стойки от вертикали на уровне поверхности грунта от воздействия опрокидывающих нагрузок, которое составляет 0,01 рад.

Угол поворота стойки в случае безбанкеточного закрепления без ригеля определяется согласно формуле (6.83) 3041тм-2 «Руководство по проектированию опор и фундаментов линий электропередачи и распределительных устройств подстанций напряжением выше 1 кВ. Раздел 6. Основания»:

где Q – нормативная горизонтальная сила, кН;

α - отношение высоты приложения горизонтальной силы к глубине погружения сваи в грунт;

Е – модуль деформации грунта, кПа;

h – глубина погружения сваи в грунт, м;

ν – безразмерный коэффициент, принимаемый по графику на рис. 6.12 Руководства.

Угол поворота стойки:

δ = (3 ∙ {{ D45 }} )/ .

(4 ∙ {{ D29 }} ∙ {{ D50 }})

∙ (6∙ ( {{ D64 }} )+3) ∙ {{ D104 }} = {{ D107 }} рад ≤ 0,01 рад

Условие выполняется. Фундамент удовлетворяет требованиям по предельным деформациям.

## Выводы по результатам расчета фундамента

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что фундамент в виде одиночной стальной сваи-оболочки диаметром {{ diam\_svai }} м и

глубиной погружения {{ D50 }} м удовлетворяет требованиям по несущей способности и деформациям и может применяться для закрепления многогранной опоры {{ pole\_code }} для конкретных условий проекта «{{ project\_name }}».

**Приложение А**

**Таблица нормативных и расчетных показателей прочностных и деформационных грунтов**

{{ picture2 }}