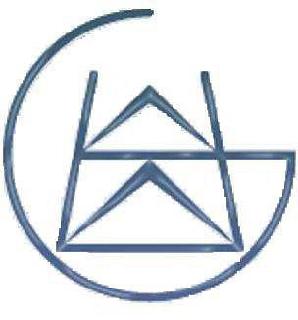
**Северо-Западный НПЦ «АрхиМет»**



**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

mail@archimet.ru

**Экз №\_\_\_**

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| **{{ project\_name }}** |
| **ЗАКЛЮЧЕНИЕ НА ПОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ**  **МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ОПОР** |
|  |
| **{{ project\_code }}** |
|  |
|  |
| Генеральный директор Собин К.Н. |
| Главный инженер проекта Родчихин С.В.    **{{ year }}** |

**Содержание**

[Введение 3](#_Toc112285732)

[1 Нормативные ссылки 4](#_Toc112285733)

[2 Исходные данные 5](#_Toc112285734)

[2.1 Климатические условия 5](#_Toc112285735)

[2.2 Конструкции опор 6](#_Toc112285736)

[2.3 Стандарты расчетов 6](#_Toc112285737)

[3 Расчет {{ pole\_type\_1 }} опор 8](#_Toc112285738)

[3.1 Расчет {{ pole\_type\_2 }} опоры {{ pole\_code }} 8](#_Toc112285739)

[4 Выводы и рекомендации 13](#_Toc112285744)

Приложение 1

Приложение 2

# Введение

В соответствии с Техническим заданием в рамках данной работы были рассмотрена {{ pole\_type\_3 }} {{ pole\_code }}:

При определении расчетных пролетов механические напряжения в проводах {{ wire }} не превышают допустимых значений, регламентируемых техническими условиями на провода.

Целью данной работы является проверка несущей способности металлоконструкций опоры на конкретные условия ВЛ {{ voltage }} кВ в рамках работы по титулу: {{ project\_name }} в соответствии с требованиями ПУЭ-7 редакции.

# Нормативные ссылки

Расчеты выполнены на основании и с учетом следующих нормативных документов:

|  |  |
| --- | --- |
| ПУЭ-7 | Правила устройства электроустановок. Седьмое издание |
| СП 16.13330.2017 | Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* |
| СП 20.13330.2016 | Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* |
| СП 131.1333.2020 | Строительная климатология. Актуализированная  редакция СНиП 23-01-99 |
| СП 28.13330.2017 | Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 |
| СП 53-102-2004 | Общие правила проектирования строительных конструкций |
| СП 14.13330.2018 | Строительство в сейсмических районах |
| СП 70.13330.2012 | Несущие и ограждающие конструкции |
| ГОСТ 27772-2015 | Прокат для строительных стальных конструкций |
| ГОСТ 839-2019 | Провода неизолированные для воздушных линий  электропередачи. Технические условия |
| ГОСТ 27751-2014 | Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения |
| № 384-ФЗ | Технический регламент о безопасности зданий и сооружений |
|  |  |

# Исходные данные

## Климатические условия

Климатические условия для расчета приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

|  |  |
| --- | --- |
| **Характеристика показателя** | **Значение** |
| Район по ветру  Нормативное ветровое давление на высоте 10м над поверхностью земли (Wо), Па | {{ wind\_region }}  {{ wind\_pressure }} |
| Тип местности | {{ area }} |
| Район по гололеду  толщина стенки гололеда, мм | {{ ice\_region }}  {{ ice\_thickness }} |
| Нормативное ветровое давление при гололеде, Па | {{ ice\_wind\_pressure }} |
| Расчетная температура воздуха, 0 С  среднегодовая  абсолютно минимальная  при ветре  при гололеде  абсолютно максимальная | {{ year\_average\_temp }}  {{ min\_temp }}  {{ wind\_temp }}  {{ ice\_temp }}  {{ max\_temp }} |
| Региональные коэффициенты:  по ветру  по гололеду | {{ wind\_reg\_coef }}  {{ ice\_reg\_coef }} |
| Район по пляске проводов | {{ wire\_hesitation }} |
| Сейсмичность площадки строительства по данным карты ОСР-2015-В СП 14.13330.2018 | {{ seismicity }} |

Климатические характеристики приняты в соответствии с проектом.

## Конструкции опор

Материал конструкций опор сталь С345 по ГОСТ 27772-2015. Болты класса прочности 8.8 по ГОСТ 7798-70, гайки - 8.0.

Геометрия всех рассматриваемых в данной работе опор соответствует типовой серии. По результатам расчетов определена возможность применения унифицированных опор без изменений.

## Стандарты расчетов

При определении нагрузок от проводов, тросов и других нагрузок, воспринимаемых опорами, в соответствии с требованиями ПУЭ-7 в расчетах введены следующие коэффициенты:

* надежности по ответственности для ветра: {{ wind\_coef }},
* региональный по ветру: {{ wind\_reg\_coef }},
* надежности по ответственности для гололеда: {{ ice\_coef\_1 }},
* региональный по гололеду: {{ ice\_reg\_coef }},
* надежности по гололеду: {{ ice\_coef\_2 }};
* сочетаний при расчете тяжения проводов: 1.0;
* надежности по ветру при расчете нагрузок на опоры: 1ПС – 1.3 (2 ПС - 1.1);
* условий работы при расчете проводов: 0.5;
* надежности по ветру при расчете проводов: 1.1;
* условий работы при расчете нагрузок на опоры: 1ПС –1 (2ПС - 0.5);
* надежности по весовой нагрузке при расчете проводов: 1;
* надежности по весовой нагрузке при расчете нагрузок: 1.05;
* надежности при расчете тяжения проводов: 1ПС - 1.3 (2ПС - 1).

Максимальные напряжения при максимальной нагрузке:

для провода {{ wire }} – {{ wire\_tencion }} кгс/мм2.

Коэффициент надежности по назначению сооружения нормального уровня ответственности (ФЗ № 384-ФЗ).



Нагрузки на опоры от проводов и тросов представлены ниже. Расчетные нагрузки на опоры приняты в соответствии с СП 20.13330.2016 и ПУЭ-7.

Расчет выполнен при условии абсолютной жесткости фундаментов.

Отметка основания опор относительно уровня основного рельефа местности: 0,0 м.

# Расчет анкерно-угловых опор

Для проверки несущей способности опор были выполнены следующие расчеты:

1. Расчет ветровой и гололедной нагрузки.

2. Расчеты несущей способности элементов по первой (по прочности и устойчивости) и второй (по деформативности) группам предельных состояний. Опоры рассчитаны, как пространственные консольно-стержневые системы в программном комплексе «ScadOffice 11». Каркас опор принят из стальных прокатных профилей. Пространственная жёсткость и геометрическая неизменяемость каркаса обеспечивается совместной работой стержневых элементов вертикальных поясов, раскосов, распоров и диафрагм.

Нагрузка от собственного веса задается программным комплексом «ScadOffice 11» по заданным жесткостям элементов с коэффициентом 1.05.

3. Для анкерно-угловых опор высотой до 60 м определение относительного отклонения верха стоек опор в соответствии с п. 16.15 СП16.13330.2017.

## Расчет анкерно-угловой опоры {{ pole\_code }}

Рассматриваемое сооружение представляет собой стальную пространственную четырёх­гранную ферму с основными несущими элементами из угловых равнопо­лочных прокатных профилей. Опора выполнена на базе типового проекта 3.407.2-170.3. Конструктивно сооружение состоит из {{ sections }}-х секций в виде усеченной пирамиды. Сторона грани в основании опоры составляет {{ pole\_base }} м, на топе {{ pole\_top }} м. На отметке +{{ fracture\_1 }} м и +{{ fracture\_2 }} м происходит перелом поясов. Расположение траверс приведено в таблице 3.1.

Таблица 3.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Уровень расположения траверс, м | Длина правой траверсы, м | Длина левой траверсы, м |
| {%tr for davit in davit\_dict %} | | |
| {{ davit\_dict[davit][0] }} | {{ davit\_dict[davit][1] }} | {{ davit\_dict[davit][2] }} |
| {%tr endfor %} | | |

Ветровой пролет – {{ wind\_span }} м.

Весовой пролет – {{ weight\_span }} м.

На рис.3.1. представлена расчетная схема опоры {{ pole\_code }}.

|  |
| --- |
| {{ pole\_pic }} |
| Рис.3.1. Расчетная схема {{ pole\_code }} |

Для данной расчетной схемы рассматривались следующие расчетные загружения:

{%p for load\_case in loads\_case\_dict %}

1. {{ loads\_case\_dict[load\_case] }}

{%p endfor %}

|  |  |
| --- | --- |
| {{ max\_wind\_pic }} | {{ wind\_ice\_pic }} |
| Рис.3.1.1 Максимальный ветер | Рис.3.1.2 Ветер и гололед |
| {{ lower\_and\_upper\_pic }}{{ upper\_pic }} | {{ middle\_pic }} |
| {{ lower\_and\_upper }}{{ upper }} | {{ middle }} |
| {{ ground\_pic }} | {{ mont\_pic }} |
| {{ ground }} | {{ mont }} |

Подробно информация по нагрузкам представлена в Приложении 1 к данному расчету.

***Деформации опоры {{ pole\_code }}***

Максимальное отклонение верха стойки опоры вдоль проводов составляет 32.2 мм.

Относительное отклонение верха (к высоте опоры) в соответствии с таблицей 46 (п.16.15 СП 16.13330.2017) составляет для опор ВЛ анкерного типа высотой до 60 м - 1/120.

Высота опоры {{ pole\_code }} h = {{ pole\_height }} м.

Предельно допустимое отклонение верха опоры определяется по формуле

мм,



32.2 мм < {{ max\_deflection }} мм – условие выполнено.

Относительный прогиб траверсы в соответствии с таблицей 46 (п.16.15 СП 16.13330.2017) составляет для опор ВЛ анкерного типа высотой до 60 м - 1/120 в пролете и 1/70 на консоли.

Максимальный вертикальный прогиб траверсы L=3.0 на консоли составляет 9.8мм, в пролете – 5.0 мм. Максимальный вертикальный прогиб траверсы L=4.6 на консоли составляет 12,6 мм, в пролете – 6,7 мм.

Предельно допустимый прогиб траверсы L=3,0м

на консоле 9,8мм < 20,5 мм – условие выполнено.

в пролете 5,0мм < 35,1 мм – условие выполнено.

Предельно допустимый прогиб траверсы L=4,6м

на консоле 12,6мм < 32,1 мм – условие выполнено.

в пролете 6,7мм < 55,0 мм – условие выполнено.

***Проверка элементов стальных конструкций опоры {{ pole\_code }}***

Проверка элементов была выполнена по СП 16.13330.2017.

Максимальные напряжения сжатия в расчетном сечении ствола опоры составляют:

- **в поясах** – на уровне нижней секции, несущая способность использована на 50%, лимитирующим фактором является устойчивость пояса при сжатии. Напряжения не превышают расчетное сопротивление С345.

- **в раскосах** – на уровне нижней секции опоры, несущая способность раскосов использована на 57%, лимитирующим фактором является устойчивость раскоса при сжатии. Напряжения не превышают расчетное сопротивление стали С345.

- **в распорах** – на уровне нижней секции опоры несущая способность распоров использована на 42%.

- **в траверсах** – несущая способность использована на 57%.

Подробно усилия в элементах представлены в приложении 2 к данному Заключению.

# Выводы и рекомендации

Выполненные расчёты показали, что конструкции анкерно-угловых опор при климатических характеристиках проектируемого объекта ВЛ {{ voltage }} кВ в рамках работы по титулу: {{ project\_name }} по прочности, деформативности и устойчивости соответствуют действующим требованиям строительных норм и правил.