**Исходные данные**

Трасса сооружаемой воздушной линии электропередачи \_\_\_\_ кВ проходит по территории \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

В таблице 1 приведены данные по местности.

Таблица 1 – Данные по местности

|  |  |
| --- | --- |
| **Параметр** | **Значение** |
| Район по ветровому давлению | [1, рис.2.5.1] |
| Район по толщине стенок гололеда | [1, рис.2.5.2.] |
| Абсолютно минимальная температура воздуха, *t*­­- | [2, табл.1] |
| Абсолютно максимальная температура воздуха, *t*+ | [2, табл.2] |
| Среднегодовая температура, *t*СГ | [2, табл.3] |
| Температура гололедообразования, *t*Г | [1, п.2.5.51] |

Нормативное ветровое давление *W*0 составляет 650 Па (скорость ветра *ν*0 = 32 м/с), что соответствует \_\_\_\_ району по ветровому давлению. Нормативная толщина стенки гололеда *b*Э в \_\_\_ гололедном районе составляет \_\_\_\_ мм [1, табл. 2.5.3].

Воздушная линия выполнена проводом марки \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, предназначенного для районов с толщиной стенки гололеда до \_\_\_\_\_ мм [3, табл. 3.2]. Длина ВЛ составляет \_\_\_\_\_\_ км.

Для определения нагрузок, действующих на провод, следует выбрать технические данные провода в соответствии с табл. 1.50 [4, с. 55-56]. Технические данные приведены в табл.2.

Таблица 2 – Технические данные провода \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Параметр** | **Провод** | **Сердечник** | **Проводник** |
| Сечение, мм2 |  |  |  |
| Диаметр, мм |  |  |  |
| Масса, кг/км |  |  |  |

**Определение единичных и удельных механических нагрузок на провод от внешних воздействий**

**1.1. Постоянно действующая и удельная нагрузка**

Постоянно действующая нагрузка от собственного веса провода на один метр определяется по следующему выражению:

 , (1.1)

где *P*П− постоянно действующая нагрузка, Н/м;

*М*П– вес провода, кг;

*g* – ускорение свободного падения м/с2.

*P*П = Н/м.

Удельная нагрузка от собственной массы провода рассчитывается по

формуле:

, (1.2)

где γП − удельная нагрузка, Н/м ∙мм2;

*F* – сечение провода, мм2.

γП= Н/м·мм2 .

**1.2. Нормативная голодная нагрузка**

Нормативная временно действующая нагрузка от массы гололедных отложений на один метр провода:

 , (1.3)

где *Ki* , *Kd* − коэффициенты, учитывающие изменения толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода [1, табл. 2.5.4];

*b*Э− толщина стенки гололеда, м;

*d* − диаметр провода, мм;

ρ −плотность льда, составляет \_\_\_\_\_ г/см.

Согласно [1, п.2.5.44] высота расположения приведенного центра тяжести проводов или тросов для габаритного пролета определяется по формуле:

, (1.4)

где *h*пр− высота расположения приведенного центра тяжести проводов или тросов, м;

*h*ср− среднеарифметическое значение высоты крепления проводов к изоляторам или среднеарифметическое значение высоты крепления тросов к опоре, отсчитываемое от отметок земли в местах установки опор, м;

*f* – стрела провеса провода или троса в середине пролета при высшей температуре, м.

На строящейся ВЛ провод марки \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ будет смонтирован на металлических промежуточных опорах марки \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. В таблице 3

приведена характеристика опоры.

Рисунок 1 – Эскиз опоры \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Таблица 3 – Характеристика опоры \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |
| --- | --- |
| Шифр опоры |  |
| Марка провода |  |
| Габаритный пролет, м |  |
| Полная высота, м |  |
| Высота до нижней траверсы, м |  |
| Масса, т |  |

Среднеарифметическое значение высоты крепления проводов к изоляторам вычисляется по следующей формуле:

, (1.5)

где  − расстояние от поверхности земли до места установки опоры, м;

*n* – количество зон, отсчитываемых от поверхности земли в месте установки опоры.

*h*ср= м.

Стрела провеса провода или троса в середине пролета при высшей температуре определяется по следующему выражению:

, (1.6)

где *l* − длина промежуточного пролета, м;

*σсэ* − среднеэксплуатационное значение напряжения, Н/мм2.

Согласно таблице 2 провод марки ­­­­­­­\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ имеет поперечное сечение проводника *FAL* = ­­\_\_\_\_\_­­ мм2, сердечника – *F*СТ= \_\_\_\_\_ мм2. Отношение площадей поперечных сечений равно:



Для этого отношения допустимое механическое напряжение *σ*сэ= \_\_\_\_ Н/мм2 [1, табл. 2.5.7].

Примем длину пролета \_\_\_\_\_\_\_м. Тогда стрела провисание провода в

середине пролета равна:

 м.

Высота расположения приведенного центра тяжести проводов или тросов для габаритного пролета по формуле (1.4) равна:

*h*пр= м.

Согласно [1, п. 2.5.49], при высоте расположения приведенного центра тяжести проводов или тросов до 25 метров поправки на толщину стенки гололеда на проводах и тросах в зависимости от высоты и диаметра проводов

не вводятся.

Нормативная временно действующая нагрузка от массы гололедных отложений на один метр провода по формуле (1.3) равна:

 Н/м.

Удельная нагрузка от массы гололедных отложений равна:

 Н/м∙мм2.

**1.3. Нормативная ветровая нагрузка провода без гололеда**

Нормативная временно действующая нагрузка от давления ветра на один метр провода (провод, свободный от гололеда) рассчитывается по следующему выражению:

, (1.7)

где  − нормативная временно действующая нагрузка от давления ветра, Н/мм2;

*αw* − коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ и зависящий от ветрового давления, для *W*0= 650 Па коэффициент был принят равным ­­­­­\_\_\_\_\_\_\_ [1, п. 2.5.52];

*Kl* − коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку, принимаем равным \_\_\_\_\_ [1, п. 2.5.52];

*Kw* – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности, местность Б – городские территории, лесные массивы и др. *Kw* =\_\_\_\_\_\_\_ [1, табл. 2.5.2];

*C*x – коэффициент лобового сопротивления, равен \_\_\_\_\_\_ для проводов свободных от гололеда, диаметром менее 20 мм [1, п. 2.5.52];

*W*0*=W* – ветровое давление, Па;

*F* ***–*** площадь продольного диаметрального сечения провода, м, определяется по формуле:

*F=d·* 10-3= м;

φ – угол между направлением ветра и осью ВЛ, для упрощения расчётов примем равным 90°.

Нормативная временно действующая нагрузка от давления ветра на один метр провода без гололеда равна:

= Н/мм2 .

Удельная нагрузка от ветрового давления на провод без гололеда:

 Н/м∙мм2.

**1.4. Нормативная ветровая нагрузка провода с гололедом**

Нормативная временно действующая нагрузка от давления ветра (провод с гололедом) на один метр провода определяется по выражению:

, (1.8)

где  − нормативная временно действующая нагрузка от давления ветра с гололедом, Н/мм2;

0,25·*W* 0=*W*Г − гололедное ветровое давление, Па, равно \_\_\_\_\_\_\_ Па, тогда α*w*=\_\_\_\_\_\_ [1, п. 2.5.52];

*C*X− коэффициент лобового сопротивления, равен \_\_\_\_\_\_ для провода покрытым гололедом [1, п. 2.5.52];

*F* ***–*** площадь продольного диаметрального сечения провода, которая определяется по формуле:

 м.

Нормативная временно действующая нагрузка от давления ветра с гололедом равна:

 Н/ мм2.

Удельная нагрузка от ветрового давления на провод с гололедом:

 Н/м∙мм2.

**1.5. Расчетная гололедная нагрузка**

Расчётная временно действующая нагрузка от массы гололедных отложений на один метр провода определяется по формуле:

, (1.9)

где *P*гп− расчётная нагрузка от массы гололедных отложений, Н/мм2;

γпw − коэффициент надежности по ответственности, принимаем равным \_\_\_\_\_ для ВЛ до \_\_\_\_\_\_\_\_ кВ [1, п. 2.5.55];

γр − региональный коэффициент, принимаем равным \_\_\_\_\_ [1, п. 2.5.55];

*γf*  − коэффициент надежности по гололедной нагрузке, равен \_\_\_\_\_\_\_ [1, п. 2.5.55];

*γd*  − коэффициент условий работы, равен \_\_\_\_\_\_\_ [1, п. 2.5.55];

Расчётная временно действующая нагрузка от массы гололедных отложений на один метр провода равна:

*P*гп*=* Н/мм2.

Удельная расчетная нагрузка от массы гололедных отложений:

 Н/м∙мм2.

**1.6. Расчётная нагрузка от давления ветра без гололеда**

Расчётная временно действующая нагрузка от давления ветра на один метр провода (провод, свободный от гололеда) рассчитывается по выражению:

 (1.10)

где *PW*П− расчётная нагрузка от давления ветра без гололеда, Н/мм2;

γпw − коэффициент надежности по ответственности, равен \_\_\_\_\_\_ [1,п.2.5.54];

γр − региональный коэффициент, принят равным \_\_\_\_\_\_ [1, п. 2.5.54];

*γf* − коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный \_\_\_\_\_ [1, п. 2.5.54].

Расчётная временно действующая нагрузка от давления ветра без гололеда равна:

*PW*П = Н/мм2.

Удельная расчетная нагрузка от давления ветра на провод без гололеда:

 Н/м∙мм2.

**1.7. Расчётная нагрузка от давления ветра c гололедом**

Расчётная временно действующая нагрузка от давления ветра на один метр провода (провод с гололедом) определяется по формуле:

 , (1.11)

где *PW*ПГ − расчётная нагрузка от давления ветра с гололедом, Н/мм2.

Расчётная временно действующая нагрузка от давления ветра на провод с гололедом равна:

*PW*ПГ= Н/мм2.

Удельная расчетная нагрузка от давления ветра на провод с гололедом:

 Н/м∙мм2.

**1.8. Результирующие нагрузки**

Результирующая нагрузка от массы провода и массы гололеда равна:

*P*Σ1=*P*П+*P*ГП= Н/мм2.

Удельная результирующая нагрузка от массы провода и массы гололеда:

 Н/м∙мм2.

Результирующая нагрузка от собственной массы провода и давления ветра:

 Н/мм2.

Удельная результирующая нагрузка от собственной массы провода и давления ветра:

 Н/м∙мм2.

Результирующая нагрузка от массы провода с гололедом и давления ветра равна:

 Н/мм2.

Удельная результирующая нагрузка от массы провода с гололедом и давления ветра:

 Н/м∙мм2.

Результаты расчетов всех нагрузок приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчетов нагрузок, действующих на провод

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Название** | **Нормативная,**  **Н/м** | **Расчетная,**  **Н/м** | **Удельная от**  **расчетной, Н/м∙мм2** |
| Постоянно действующая  нагрузка от собственной массы провода |  |  |  |
| Гололедная нагрузка,  действующая на 1м провода |  |  |  |
| Ветровая нагрузка,  действующая на 1м  провода без гололеда |  |  |  |
| Ветровая нагрузка,  действующая на 1м  провода с гололедом |  |  |  |
| Результирующая нагрузка от массы провода и массы  гололеда |  |  |  |
| Результирующая нагрузка от собственной массы провода и давления ветра |  |  |  |
| Результирующая нагрузка от массы провода с гололедом и давления ветра |  |  |  |

Таким, образом, при сравнении значений результирующих нагрузок видно, что наибольшая – нагрузка от массы провода с гололедом и давления ветра. Следовательно, в дальнейших расчётах принимаем, что γнб=γΣЗ=\_\_\_\_\_\_ Н/м∙мм2.

**Список литературы**

1. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 февраля 2016 г. – М.: КНОРУС, 2016− 488 с.

2. Строительные нормы и правила: СНиП 23-01-99. Строительная климатология: нормативно-технический материал. – М., 2003. – 36 с.

3. Карапетян И. Г., Файбисович Д. Л., Шапиро И. М. Справочник по проектированию электрических сетей. - М.: ЭНАС, 2012. – 376 с.

4. Гологорский Е.Г., Кравцов А.Н., Узелков Б.М. Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4−500 кВ. − М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. − 344 с.