*СОДЕРЖАНИЕ*

[СОДЕРЖАНИЕ 1](#_Toc517187266)

[*1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ 2*](#_Toc517187267)

[*1.1 ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ 2*](#_Toc517187268)

[*1.2 КОНСТРУКЦИЯ ФУНДАМЕНТА 2*](#_Toc517187269)

[*1.3 НАГРУЗКИ НА ФУНДАМЕНТ 3*](#_Toc517187270)

[*2. РАСЧЕТЫ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ 3*](#_Toc517187271)

[*2.1 РАСЧЕТ ОСНОВАНИЙ ПО ДЕФОРМАЦИЯМ 3*](#_Toc517187272)

[*2.1.1 НА СЖАТИЕ 3*](#_Toc517187273)

[*2.1.2 НА ВЫДЕРГИВАНИЕ 4*](#_Toc517187274)

[*2.1.3 НА СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СИЛ 5*](#_Toc517187275)

[*2.2 РАСЧЕТ ОСНОВАНИЙ ПО УСТОЙЧИВОСТИ 7*](#_Toc517187276)

[*2.2.1 НА ВЫДЕРГИВАНИЕ 7*](#_Toc517187277)

[*2.2.2 НА ДЕЙСТВИЕ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ 7*](#_Toc517187278)

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Далее в данном разделе будет выполнен расчет фундаментов стальных опор ВЛ типа У110-2+14 с номерами по плану расстановки №№ 3,15.

1.1 ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ

!!!!

!!!!

1.2 КОНСТРУКЦИЯ ФУНДАМЕНТА

В качестве фундаментов рассматриваемых опор по согласованию с заказчиком приняты грибовидные подножники по с. 3.407-115 вып. 2 с уклоном колонной части. Схема расположения грибовидных подножников по отношению к опоре приведена на рис. 1.



Рис. 1. Схема расположения фундаментов опоры

Обозначения на рис. 1:

*Lb* – размер базы опоры. Для опоры У110-2+14 равен 9,0 м.

α – угол поворота ВЛ на опоре.

b – размер основания грибовидного подножника.

1.3 НАГРУЗКИ НА ФУНДАМЕНТ

Схема приложения нагрузок приведена на рис. 2. Значения нагрузок на фундаменты рассматриваемых опор приведены в табл. 2



Рис. 2. Схема приложения нагрузок на фундамент

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Усилия | Ncж , Тс | Nв , Тс | QI I , Тс | QT , Тс |
| Расчетные | 22,0 | 14,0 | 5,5 | - |
| Нормативные | 19,1 | 12,2 | 4,8 | - |

Здесь QI I – поперечная сила, приходящаяся на куст свай параллельно оси ВЛ

 QT – поперечная сила, приходящаяся на куст свай перпендикулярно оси ВЛ

2. РАСЧЕТЫ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Расчеты выполняются с использованием формул и таблиц «Пособия по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)» **[1]** и «Руководства по проектированию опор и фундаментов линий электропередачи и распределительных устройств подстанций напряжением выше 1 кВ» Раздел Б. Основания **[2].**

2.1 РАСЧЕТ ОСНОВАНИЙ ПО ДЕФОРМАЦИЯМ

Предварительно принимаем для расчета фундамент Ф3-А с размером подошвы 2,1х2,1 м.

Согласно данным инженерно-геологических изысканий в пределах глубины установки фундамента грунты представлены 2-мя элементами: насыпные грунты (1,2 м) и РГЭ 5 – суглинок со средним показателем текучести 0,92. Выполнять обратную засыпку данными грунтами недопустимо, поэтому проектом предусматривается замена грунта на песок средней крупности или крупный **или пылевато-глинистый грунт с показателем текучести в водонасыщенном состоянии мене 0,5** с послойным уплотнением его механическим способом до объемного веса 1,7 Тс/м3. Непосредственно под подошвой залегает грунт, относящийся к РГЭ 5.

Учитывая возможное сезонное колебание уровня грунтовых вод, принимаем его на 1 м выше вскрытого, т.е. на уровне дневной поверхности.

2.1.1 НА СЖАТИЕ

Расчет выполняется по СП 22.13330.2016.

Для сжато-опрокидываемого фундамента расчетное сопротивление грунта под подошвой определяется по формуле СП. Для фундамента грибовидного подножника формула имеет вид (исключена часть формулы зависящая от глубины подвала):

Где *k* – коэффициент, принимаемый равным 1 при определении характеристик грунтов испытаниями;

 γс1 – коэффициент условий работы для рассматриваемых грунтовых условий равен 1,25;

 γс2 – коэффициент условий работы равен 1,0;

 *d1* – глубина заложения фундамента от уровня планировки;

 *b* – ширина подошвы фундамента;

 - среднее расчетное значение объемного веса грунта выше подошвы фундамента с учетом взвешивающего действия воды (при наличии);

 - то же, залегающего ниже подошвы фундамента в пределах сжимаемой толщи;

 - расчетное значение уд. сцепления грунта непосредственно под подошвой;

 - коэффициенты, зависящие от значения угла внутреннего трения грунта;

Среднее давление под подошвой фундамента:

 не превышает расчетного сопротивления грунта.

Давление под краем подошвы фундамента с учетом момента от горизонтальной силы, приведенного к отметке подошвы:

**Условия выполняются**

Методом послойного суммирования на основе модели линейно-деформируемого полупространства определяем осадку фундамента от действия нормативных сжимающих нагрузок (по СП 50-101-2004). Опуская промежуточные расчеты, получим:

**Условие выполнено**

2.1.2 НА ВЫДЕРГИВАНИЕ

Расчет выполняется по [1].

Расчет основания выдергиваемого грибовидного фундамента по деформациям сводится к обеспечению выполнения следующего условия:

*Где* Nв - нормативное значение выдергивающей силы, Тс

 Gф - нормативное значение веса фундамента или плиты с учетом взвешивающего действия воды (при наличии), Тс

 β – угол наклона выдергивающей силы к вертикали, град

 - расчетное сопротивление грунта обратной засыпки, Тс/м2

 γс - определяется по формуле:

, в которой:

γ1 зависит от размеров базы опоры, для базы 9,0 м равен 1,2;

γ2 для нормального режима работы принимается равным 1,0;

γ3 для анкерных угловых опор принимается равным 0,8

γ4 для грибовидных фундаментов принимается равным 1,0

Всем принятым условиям соответствует значение 6,2 Т/м2.

**Условие выполняется**

2.1.3 НА СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СИЛ



Расчет выполняется по [1]. Расчет выполняется раздельно для каждого направления действия горизонтальных сил.

Расчет деформаций не выполняется в случае соблюдения основного условия:

При этом обязательно должны выполняться следующие условия:

;;;

Здесь bl – средняя ширина колонной части фундамента (для Ф3-А равна 0,5м)

 A – площадь подошвы фундамента

 δ – приведенная высота плиты фундамента, равная частному от деления площади проекции боковой поверхности на вертикальную плоскость на ширину плиты (для подножника Ф3-А равен 0,283). **Условия выполняются**, исходные данные соответствуют методике расчета.

Т.к. оси подножников повернуты к оси ВЛ на 45 град. и расчет на действие горизонтальных сил допускается вести для взаимно перпендикулярных направлений действия сил отдельно, то значение горизонтальной силы приведем к осям подножников: в обоих направлениях.

Допускаемая горизонтальная сила определяется по формулам:

При опрокидывании сжатых фундаментов:

При опрокидывании выдергиваемых фундаментов:

Где:

 – полная высота фундамента, м

 - расчетная ширина стойки фундамента, м

- угол внутреннего трения и удельное сцепление грунта засыпки (вычисляются согласно формулам 6.2, 6.3 Руководства **[2]**).

 *–* расчетное сопротивление грунта обратной засыпки на боковой поверхности стойки фундамента;

 - расчетное сопротивление грунта обратной засыпки и грунта под подошвой фундамента соответственно, Тс/м2

– нормативная сжимающая и выдергивающая нагрузка;

– нормативный вес фундамента и грунта соответственно;

В результате расчетов получим следующие значения:

 ; ;

 ; ;

 ; ;

 ;

 ; ; ;

**Горизонтальная сила превышает предельно допустимую. Для восприятия горизонтальных сил выдергиваемыми фундаментами необходима установка ригелей в 2-х направлениях:**

Принимаем ригель Р1-А по с. 3.407-115 с размерами 3х0,4м.

Показатели ригеля:

При

При

 – соответственно длина и ширина ригеля (при наличии), м

- глубина центра ригеля от поверхности, м

 принимаем 0,56 м, тогда:

;

 ;

**Условие - выполнено**

2.2 РАСЧЕТ ОСНОВАНИЙ ПО УСТОЙЧИВОСТИ

2.2.1 НА ВЫДЕРГИВАНИЕ

Расчет выполняется по СНиП 2.02.01-83.

*F –* расчетное значение выдергивающей силы, Тс;

γf – коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 0,9;

– нормативный вес фундамента;

β – угол наклона выдергивающей силы к вертикали, град;

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

γn – коэффициент надежности по назначению, принимаемый для анкерных угловых опор равным 1,3.

– расчетный угол внутреннего трения и удельное сцепление грунта засыпки:

 – объем выпираемого грунта, м3

A1, A2, A3 – площади боковых граней тела выпирания;

 – объем части фундамента, находящейся в пределах тела выпирания, м3

В результате расчетов получим:

*A1=14,74 , A2,=12,84 , A3 =12,58 , м2*

**[F] = 35.99 Тс > F = 14,0 Тс – Условие выполнено**

2.2.2 НА ДЕЙСТВИЕ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ

**При обратной засыпке котлована непучинистым грунтом расчет не выполняется.**

Фундаменты на действие касательных сил морозного пучения рассчитываются по формулам [1]:

где τ*fh* - значение расчетной удельной касательной силы пучения, Тс/м2, принимаемое по п. 2.149;

*Afh* - площадь боковой поверхности фундамента, находящейся в пределах расчетной глубины сезонного промерзания, м2;

*F* - расчетная постоянная нагрузка, Тс, при коэффициенте надежности по нагрузке γ*п* = 0,9. Состоит из веса фундамента Gф и веса грунта на уступах фундамента Gгр и расчетной вертикальной силы от постоянных и длительных нагрузок Nвыр;

F = - Nвыр. + γf · (Gф- Gгр). = – 14,0 + 0,9∙ (4,3+22,5) = 10,12 Тс ;

*Frf* - расчетное значение силы Тс, удерживающей фундамент от выпучивания вследствие трения его боковой поверхности о талый грунт, лежащий ниже расчетной глубины промерзания;

γ*с* - коэффициент условий работы, принимаемый равным 1,1;

γn - коэффициент надежности, принимаемый равным 1,1.

Согласно данным отчета об инженерно-геологических изысканиях по объекту нормативная глубина сезонного промерзания в случае обратной засыпки песчано-гравийной смесью – 2,41м.

Расчетная глубина промерзания определяется по п.2.28 СНиП 2.02.01-83\* :

kh – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, для неотапливаемых зданий и сооружений принимается равным 1,1;

Расчетная глубина сезонного промерзания:

 τ*fh* = 9 Тс/м2 :

 ;

Расчетное значение силы *Frf*, кН, удерживающей фундамент от выпучивания за счет трения его о талый грунт, для фундаментов, имеющих вертикальные грани, определяется по формуле

где *Rfj* - расчетное сопротивление талых грунтов сдвигу по боковой поверхности фундамента в *j*-том слое, кПа, допускается принимать согласно указаниям СНиП по проектированию свайных фундаментов;

 *Afj* - площадь вертикальной поверхности сдвига в *j*-том слое грунта ниже расчетной глубины промерзания, м2; значение *Afj* для фундаментов с анкерной плитой равно произведению *j*-того слоя на периметр анкерной плиты; *п* - число слоев.

Rf = 4,2 т/м2 ;

Анкерная плита: ;

 Frf = 4,2∙2,94 = 12,35 т.

При проектировании в пучинистых грунтах малонагруженных столбчатых фундаментов с опорно-анкерными плитами необходимо учитывать силы, возникающие в процессе пучения на верхней поверхности плиты и препятствующие выпучиванию фундамента. В этом случае расчет фундамента на выпучивание уточняется введением коэффициента *kf* к расчетной удельной касательной силе τ*fh* :

где *df* - расчетная глубина промерзания; *а* - сторона сечения стойки фундамента; *b* - сторона квадратной анкерной плиты; β1, β2 - коэффициенты, определяемые по табл. 42 «Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)» в зависимости от :

*m*1 *=* (*d* - *h*) / *a*; *n*1 = *df* / *a* - для β1;

*m2* = *(d* - *h*) / *b*; *n*2 = *df* / *b* - для β2;

*d* - глубина заложения фундамента; *h* - высота нижней ступени анкерной плиты.

β1 = 0,047;

β2 = 0,058;

*Условие*

**Устойчивость фундамента на действие касательных сил морозного пучения грунтов обеспечена.**

Окончательно в ходе расчета приняты следующие фундаменты:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип вдавливаемого фундамента (серия) | Тип выдергиваемого фундамента (серия) | Ригели на вдавливаемых подножниках | Ригели на вырываемых подножниках |
| **Ф3-А (3.407-115)** | **Ф3-А (3.407-115)** | **нет** | **По 2 шт. Р1-А** |