**ЗАДАНИЕ 4** **Расчет осадки свайного куста**

 *Требуется:* определить осадку группы свай (свайного куста) с учетом взаимного влияния свай.

 *Исходные данные*: инженерно-геологические условия и физико-механические характеристики грунтов основания по задаче 1; конструкция фундамента по задаче 3; модуль упругости бетона *Еб* =20000 МПа; сечение сваи *dc*=0,30м; суммарная нагрузка на свайный куст, *Nd*, кН и несущая cспособность cваи, *Fd*, кН по табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Исходные данные для расчета осадки свайного куста**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №варианта | Суммарная нагрузка на свайный куст,*Nd*,кН | Несущая cспособность cваи, *Fd*,кН |
| 1 | 5800 | 1500 |
| 2 | 4600 | 1200 |
| 3 | 3800 | 1400 |
| 4 | 4200 | 1900 |
| 5 | 6100 | 1500 |
| 6 | 5900 | 2400 |
| 7 | 6400 | 2500 |
| 8 | 6350 | 2380 |
| 9 | 5600 | 2200 |
| 10 | 4900 | 1200 |

 ***Методические указания к выполнению задания***

 Определяем количество свай *n* в кусте по формуле:

 , (4.1)

где *γ n*–коэффициент надежности по назначению (ответственности)

 сооружения, принимаем – 1,15;

 *γk* –коэффициент надежности по грунту, т.к. несущая способность

 сваи определена расчетом, принимается равным – 1,4;

 *γc*  –коэффициент условий работы сваи – 1,15;

 *Nd* – суммарная нагрузка, передаваемая на куст свай, кН по табл.21;

 *Fd* – несущая способность сваи по табл.4.1, кН.

 Полученное значение необходимо округлить до целого числа.

 Нагрузка на одну сваю будет равна:

 *Nсв=Nd/n*, (4.2)

 Выполняем расстановку свай в кусте (рис.4.1).

 Расстояние между осями двух соседних свай *3d*.

 Расстояние от оси крайней сваи до края ростверка *0,15+d/2*.

 Устанавливаем окончательные размеры ростверка в плане *ар* и *bр*.

 Полученные значения округляем до десятых.

 При расчете осадок малой группы (*n* ≤ 25) висячих свай (свайного куста) необходимо учитывать их взаимное влияние. Расчет осадки *i*-й сваи в группе свай из *n* свай (свайного куста) при известном распределении нагрузок между *i*-йи *j*-й сваями определяется по формуле [7]:

 , (4.3)

 где *S(Nсв,i)* – осадка одиночной сваи без уширенной пяты, м, определяется по формуле [7]:

 , (4.4)

 здесь *Nсв* – вертикальная нагрузка на сваю, МН, по формуле (4.2);

 *G*1 – осредненный модуль сдвига, МПа, определяемый по формуле *G*1=*E0*/[2(1+*v*)] в пределах глубины погружения сваи до несущего слоя; *E*0 – модуль общей деформации по задаче 1; *v* – коэффициент поперечной деформации по табл.4.2.

 *L*св *–* полнаядлина сваи, м, по задаче 3.

 *β* – коэффициент, определяемый по формуле:

 , (4.5)

 здесь – коэффициент, соответствующий абсолютно сжатой свае *(ЕА=∞)*, определяется по выражению:

 , (4.6)

 где *kv* – коэффициент, определяемый по формуле:

 *kv=2,82-3,78ν+2,18ν2* , (4.7)

 здесь *ν* – осредненное значение коэффициента поперечной деформации по выражению:

 *ν* =(*ν*1+*ν2)/2*; (4.8)

где *ν*1 осредненный коэффициент поперечной деформации в пределах глубины заложения сваи, *ν2* в пределах несущего слоя ниже концов свай принимаются по таблице 4.2.

 Таблица 4.2

**Коэффициент поперечной деформации *v*** (Извлечение из СП 24.13330-2011[7])

|  |  |
| --- | --- |
| Грунты  | Коэффициент поперечной деформации *v* |
| Крупнообломочные грунты  | 0,27 |
| Пески и супеси  | 0,30-0,35 |
| Суглинки  | 0,35-0,37 |
| Глины при показателе текучести *IL:* *IL ≤* 0 0 < *IL* ≤ 0,25 0,25 *< IL ≤* 1  | 0,20-0,300,30-0,380,38-0,45 |

 *G2* – модуль сдвига, МПа, определяемый по формуле

 *G2 =E0* /[2(1+*v2*)], в пределах 0,5*Lсв* от подошвы свайного фундамента.

 *Е0* – модуль деформации слоя, в котором определяется *G2*;

  *d –* расчетный диаметр для свай некруглого сечения, в частности стандартных забивных свай заводского изготовления, вычисляется по формуле:

 , (4.9)

 здесь *А* – площадь поперечного сечения сваи, м2.

 λ1 – параметр, характеризующий увеличение осадки за счет сжатия ствола =, (4.10)

 где – относительная жесткость сваи, по выражению:

 =, (4.11)

 здесь *Еb* – модуль упругости бетона – 20000МПа;

 – коэффициент для основания с характеристиками грунта

 *G*1 и *v*1 по формуле:

 . (4.12)

 где *kv*1 – коэффициент по формуле (4.7) при *ν* = *ν*1.

 *δ* – коэффициенты, рассчитываемые в зависимости от расстояния *аij* измеряемого между *i* – й и *j –* й осями свай определяются исходя из условий:

 ; (4.13)

 и

 . (4.14)



 Рис.4.1. Схема размещения свай в ростверке и расчета осадки

***Пример решения***

*Исходные данные* для определения осадки группы свай (свайного куста) с учетом взаимного влияния свай в табл.4.3.

Таблица 4.3

**Исходные данные для расчета свайного куста**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ИГЭ 1 | Наименование грунта | Мощностьслоя, м | Показательтекучести,IL, д.е. | МодульдеформацииЕо,МПа | Суммарная нагрузка на свайный куст,*Nd*,кН | Несущая cспособность cваи, *Fd*,кН |
| 1 | Супесь | 2,0 | 0,50 | 20 | 5800 | 1500 |
| 2 | Суглинок | 4,0 | 0,50 | 14 |
| 3 | Глина | 0,9 | 0,25 | 19 |

Сечение сваи *dсв ,*м:0,30х0,30;

Отметка подошвы ростверка: – 1,95 м;

Отметка глубины заложения фундамента: – 6,9 м.

1. Определяем количество свай в кусте по формуле (4.1):

 =5,4 сваи

 Принимаем количество свай – 6.

 2. Определяем расчетную нагрузку на сваю по формуле (4.2):

 *Nсв=*5800/6/1000*=*0,967МН,

1. Выполняем расстановку свай в ростверке (рис.4.2):

 расстояние между осями двух соседних свай *3d* =3⋅0,3=0,9 м;

 расстояние от оси крайней сваи до края ростверка

 *0,15+d/2*=0,15+0,3/2=0,30 м.



Рис.4.2. Схема размещения свай в ростверке

4. Определяем осадку одиночной для сваи №2 по формуле (4.4) рис.4.2:

 0,021м = 2,10 см, где

 ,

 0,49,

 *kv=2,82-3,78ν+2,18ν2*=2,82-3,78⋅0,34+2,18⋅0,342=1,28

 здесь *ν* – осредненный коэффициент поперечной деформации принимаем для каждого слоя основания (ИГЭ 1,2,3) по таблице 4.2 и рассчитывается по формуле (4.8):*ν*1= 0,30; *ν*2=0,35;*ν*3=0,38,

*ν* = (0,30\*0,05+0,35\*4,0+0,38\*0,9)/(0,05+4,0+0,9)=0,34.

 *G*1 – осредненный модуль сдвига грунтов ИГЭ 1, ИГЭ 2 и ИГЭ 3

G1=6.44 МПа;

 *Lсв* – длина сваи – 5,0 м;

 G2 – модуль сдвига грунта ИГЭ 3 (35):

G2= 19/2(1+0,38)=6,88 МПа;

 *d* – расчетный диаметрдля свай некруглого сечения, в частности стандартных забивных свай заводского изготовления (4.9):

*d*= =0,34 м;

 λ1 – параметр, характеризующий увеличение осадки за счет сжатия ствола сваи (4.10):

λ1 =0,93

 где  – относительная жесткость сваи (4.11):

 == 20000⋅0,09/6,44⋅5,02 = 11,2 МН/м

 здесь *Еb* – модуль упругости бетона – 20000 МПа;

 *А* – площадь сечения сваи – 0,09 м2;

  – коэффициент основания с характеристиками грунта

 *G*1 и *v*1 (4.12):

;

где *kv1=*2,82-3,78*ν+*2,18*ν2*=2,82-3,78⋅0,325+2,18⋅0,3252=1,36

 при *ν* = *ν*1 = (0,30+0,35)/2=0,325.

 5. При расчете осадок группы свай (куста) учитываем их взаимное влияние.

 Проверяем условие для свай с номерами 1,3,5 (4.13,4.14):

 = =3,33≥1,0.

 Проверяем условие для свай с номерами 4,6 (4.12,4.13):

= =2,36≥1,0.

 Тогда для свай с номерами 1,3,5 находящиеся на расстоянии 0,90 м от сваи номер 2 (рис.4.2)значения *δ* будет равно:

.

 Для свай номер 4 и 6 находящиеся на расстоянии 1,27 м от сваи номер 2 (рис.4.2):

.

 6. Общая осадка определяется по формуле (4.1):



Предельные деформации основания фундаментов объектов нового строительства принимается по таблице 4.4.

Таблица 4.4

**Предельные деформации основания фундаментов**

(извлечение из СП 24.13330-2011[7])

|  |  |
| --- | --- |
| Сооружения  | Предельные деформации основания фундаментов |
| Относительная разность осадок *( s/L)u*  | Крен *iu*  | Максимальная или средняяосадка, см |
| 1 Производственные и гражданские одноэтажные и многоэтажные здания с полным каркасом: железобетонным то же, с устройством железобетонных поясов или монолитных перекрытий, а также здания монолитной конструкции стальным то же, с устройством железобетонных поясов или монолитных перекрытий  | 0,0020,0030,0040,005 | — — — —  | 10 15 15 18 |
| 2 Здания и сооружения, в конструкциях которых не возникают усилия от неравномерных осадок  | 0,006 | — | 20 |
| 3 Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из: крупных панелей крупных блоков или кирпичной кладки без армирования то же, с армированием, в том числе с устройством железобетонных поясов или монолитных перекрытий, а также здания монолитной конструкции  | 0,00160,00200,0024 | ——— | 121218 |

Условие S≤Su: 4,8 см≤10,0см выполняется.