Содержание

1 Задание на проектирование и исходные данные 3

2 Схема посадки здания на местности 5

3 Геологический профиль строительной площадки 6

4 Дополнительные сведения о грунтах основания 7

5 Общая оценка строительной площадки 9

6 Определение глубины заложения фундаментов 10

7 Расчёт ленточного фундамента 12

8 Расчёт столбчатых фундаментов 19

9 Расчёт свайного кустового фундамента 25

10 Расчёт свайного ленточного фундамента 32

11 Библиографический список 35

**1 Задание на проектирование и исходные данные**

№ варианта 5

№ строительной площадки 5

Грунтовые условия 5

Район строительства Саратов

Глубина подвала, м 1,0

Нормативная нагрузка на фундамент, кН/м 550

Толщина стен, м 0,4

Расчётная среднесуточная температура в помещении 1-го этажа 15

Вариант плана строительной площадки представлен на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – План строительной площадки.

Грунтовые условия строительной площадки представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Грунтовые условия строительной площадки

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование показателя | Номер слоя |
| 1 | 2 | 3 |
| Номер грунта | 1 | 2 | 7 |
| Наименование грунта | Почва каштановая, суглинистая | Суглинок пылеватый, тяжёлый полутвёрдый | Песок пылеватый, рыхлый |
| Глубина от поверхности слоёв грунта, м | от 0 до 0,9 | от 0,9 до 7,2 | от 7,2 до 14 |
| Глубина от поверхности грунтовых вод, м | 2,2 |
| γ, кН/м3 | - | 18 | 17,8 |
| γs, кН/м3 | - | 27,2 | 26,6 |
| w | - | 0,22 | 0,26 |
| wp | - | 0,2 | - |
| wl | - | 0,35 | - |
| ϕ0 | - | 19 | 26 |
| C, кПа | - | 13 | 3 |
| E, МПа | - | 15 | 21 |
| v | - | 0,12 | 0,3 |

Исходные данные для расчёта свайных фундаментов представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Исходные данные для расчёта свайных фундаментов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Поперечное сечение сваи | Количество стержней, диаметр и класс арматуры | Материал | Размеры сечения | Способ погружения свай |
|  | 8Ø18 А-I | B15 | 30x30 | Забивка молотом |

**2 Схема посадки здания на местности**

Главный фасад здания размещается по линии застройки с привязкой углов к строительной геодезической сети разбивочного плана. Схема привязки здания представлена на рисунке 2.1.

****

Рисунок 2.1 – Схема привязки здания к строительной площадке

Высотная ‏ㅤ привязка ‏ㅤ осуществляется ‏ㅤ из ‏ㅤ условий ‏ㅤ нулевого ‏ㅤ баланса ‏ㅤ земляных ‏ㅤ работ ‏ㅤ при ‏ㅤ планировке ‏ㅤ территории ‏ㅤ строительной ‏ㅤ площадки:

,

где hi– ‏ㅤ высотные ‏ㅤ отметки ‏ㅤ поверхности ‏ㅤ рельефа ‏ㅤ для ‏ㅤ углов ‏ㅤ здания, n ‏ㅤ – ‏ㅤ количество ‏ㅤ углов ‏ㅤ здания ‏ㅤ в ‏ㅤ плане.

По ‏ㅤ плану ‏ㅤ горизонталей ‏ㅤ определяют ‏ㅤ направление ‏ㅤ уклона ‏ㅤ местности ‏ㅤ и ‏ㅤ величину ‏ㅤ максимального ‏ㅤ уклона.

imax ‏ㅤ = ‏ㅤ ∆h/lmin ‏ㅤ = ‏ㅤ 0,25/44 ‏ㅤ = ‏ㅤ 0,00568 ‏ㅤ = ‏ㅤ 5,7 ‏ㅤ % ‏ㅤ ,

где‏ㅤ ∆h ‏ㅤ – ‏ㅤ превышение ‏ㅤ отметок ‏ㅤ горизонталей, ‏ㅤ м; lmin ‏ㅤ – ‏ㅤ минимальное ‏ㅤ расстояние ‏ㅤ между ‏ㅤ горизонталями, ‏ㅤ м.

Вывод: ‏ㅤ Естественный ‏ㅤ рельеф ‏ㅤ местности ‏ㅤ пригоден ‏ㅤ для ‏ㅤ организации ‏ㅤ строительства ‏ㅤ с ‏ㅤ незначительной ‏ㅤ планировкой ‏ㅤ

**3 Геологический профиль строительной площадки**

Согласно исходным данным составляется геологический профиль строительной площадки, представленный на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Геологический профиль строительной площадки

I - Почва каштановая, суглинистая; II - суглинок пылеватый, тяжёлый полутвёрдый; III - песок пылеватый, рыхлый.

**4 Дополнительные сведения о грунтах основания**

Для оценки сжимаемости и прочности грунтов в каждом слое грунта вычисляют присущие ему физические и механические характеристики.

1 ‏ㅤ Слой. ‏ㅤ Почва ‏ㅤ каштановая, ‏ㅤ суглинистая ‏ㅤ - ‏ㅤ не ‏ㅤ является прочным основанием поэтому расчёт данного грунта не рассматривается.

2 ‏ㅤ Слой. ‏ㅤ Суглинок ‏ㅤ пылеватый, ‏ㅤ тяжелый ‏ㅤ полутвердый

Объемный ‏ㅤ вес ‏ㅤ сухого ‏ㅤ грунта: ‏ㅤ .

Коэффициент ‏ㅤ пористости: ‏ㅤ .

Число ‏ㅤ пластичности: ‏ㅤ 

Согласно ‏ㅤ ГОСТ ‏ㅤ 25100-2011– ‏ㅤ суглинок ‏ㅤ тяжелый ‏ㅤ

Показатель ‏ㅤ консистенции:

.

Согласно ‏ㅤ ГОСТ ‏ㅤ 25100 ‏ㅤ – ‏ㅤ 2011 ‏ㅤ ‏ㅤ – ‏ㅤ суглинок ‏ㅤ полутвердый.

Коэффициент ‏ㅤ относительной ‏ㅤ сжимаемости:

*mυII*  ‏ㅤ*=βII*  ‏ㅤ ‏ㅤ*/*  ‏ㅤ *E*  ‏ㅤ ‏ㅤ= ‏ㅤ 0,967/15= ‏ㅤ 0,064 ‏ㅤ МПа-1  ‏ㅤ;

Предварительное расчётное сопротивление грунта согласно табл. 3 прил. 3 [2] определяем по интерполяции:

при e = 0,7:

при e = 1:

3 ‏ㅤ Слой. ‏ㅤ Песок ‏ㅤ пылеватый, ‏ㅤ рыхлый

Объемный ‏ㅤ вес ‏ㅤ сухого ‏ㅤ грунта: ‏ㅤ .

Коэффициент ‏ㅤ пористости:

.

Согласно ‏ㅤ ГОСТ ‏ㅤ 25100-2011 ‏ㅤ - ‏ㅤ песок ‏ㅤ рыхлый.

Степень ‏ㅤ влажности:

 ‏ㅤ

где: ‏ㅤ - ‏ㅤ удельный ‏ㅤ вес ‏ㅤ воды, ‏ㅤ кН/м3.

Вывод: ‏ㅤ т.к. ‏ㅤ S ‏ㅤ r  ‏ㅤ= ‏ㅤ 0,783 ‏ㅤ < ‏ㅤ 0,8 ‏ㅤ , ‏ㅤ то ‏ㅤ согласно ‏ㅤ ГОСТ ‏ㅤ 25100-2011- ‏ㅤ песок ‏ㅤ средней ‏ㅤ степени ‏ㅤ водонасыщения.

Относительный ‏ㅤ коэффициент ‏ㅤ сжимаемости:

*mυII*  ‏ㅤ*=βII*  ‏ㅤ*/*  ‏ㅤ *EII* ‏ㅤ=0,743/21=0,0354 ‏ㅤ мПа-1  ‏ㅤ; ‏ㅤ

Расчетное ‏ㅤ сопротивление ‏ㅤ Rо  ‏ㅤ– ‏ㅤ не ‏ㅤ нормируется ‏ㅤ для ‏ㅤ рыхлых ‏ㅤ песков.

**5 Общая оценка строительной площадки**

Судя ‏ㅤ по ‏ㅤ плану ‏ㅤ горизонталей ‏ㅤ и ‏ㅤ геологическому ‏ㅤ профилю, ‏ㅤ площадка ‏ㅤ имеет ‏ㅤ спокойный ‏ㅤ рельеф ‏ㅤ (i ‏ㅤ = ‏ㅤ 5,7 ‏ㅤ %), ‏ㅤ подземные ‏ㅤ коммуникации ‏ㅤ и ‏ㅤ выработки ‏ㅤ отсутствуют, ‏ㅤ подземные ‏ㅤ воды ‏ㅤ на ‏ㅤ глубине ‏ㅤ 2,2 ‏ㅤ м ‏ㅤ от ‏ㅤ уровня ‏ㅤ планировки, ‏ㅤ грунты ‏ㅤ слоистые, ‏ㅤ с ‏ㅤ выдержанным ‏ㅤ залеганием ‏ㅤ пластов. ‏ㅤ Второй ‏ㅤ слой ‏ㅤ –суглинок ‏ㅤ пылеватый ‏ㅤ - ‏ㅤ малосжимаем ‏ㅤ (mv <0,1 мПа-1), ‏ㅤ достаточно ‏ㅤ прочный ‏ㅤ (кПа) ‏ㅤ и ‏ㅤ может ‏ㅤ служить ‏ㅤ естественным ‏ㅤ основанием ‏ㅤ здания. ‏ㅤ Третий ‏ㅤ слой ‏ㅤ песок ‏ㅤ пылеватый, ‏ㅤ малосжимаем, ‏ㅤ рыхлый ‏ㅤ грунт ‏ㅤ.

**6 Определение глубины заложения фундаментов**

По конструктивным требованиям глубина заложения ленточных и столбчатых фундаментов определяется по формуле:

,

где - глубина подвала – расстояние от уровня планировки до пола подвала, м (db = 1,0 м);  - высота фундаментной плиты (м). Принимаем h = 0,3 м.

По условиям промерзания глубина заложения фундамента назначается с учетом района строительства, теплового режима здания и гидрогеологических условий строительной площадки, для чего определяется:

а) нормативная глубина сезонного промерзания грунта

,

где:  - величина принимаемая равной; для суглинков и глин – 0,23м;

для супесей, песков мелких и пылеватых – 0,28м; для песков гравелистых, крупных и средней крупности – 0,30м; крупнообломочных грунтов – 0,34м.

Значение  для грунтов неоднородного сложения определяется как средневзвешенное в пределах глубины промерзания; Mt - безразмерный коэффициент, численно равной сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта из суглинка в районе г. Саратов составляет:

б) расчетная глубина сезонного промерзания

,

где:  - коэффициент, учитывающий влияние теплового режима здания, принимаемый для наружных фундаментов отапливаемых зданий - по

приложению 2 табл.2; для наружных и внутренних фундаментов, не отапливаемых зданий - , кроме районов с отрицательной среднегодовой температурой; (при t = 15°C и при наличии подвала kh = 0,5)

в) Оценка влияния уровня грунтовых вод и вида грунта на глубину заложения фудамента. Уровень грунтовых вод располагается на глубине dw = 2,2 м

*dƒ* + 2 = 0,72 + 2 = 2,72 м;

*dw* < *dƒ* + 2м.

Согласно прил 2, табл 3 [3] глубина заложения фундамента *d* должна быть не менее df.

**7 Расчёт ленточного фундамента**

**7.1 Выбор вариантов конструкций фундаментов мелкого заложения**

Как было найдено ранее в разделе 6 данной курсовой работы глубина заложения ленточного фундамента должна быть не менее 1,4 м. Высоту ленточного фундамента определяем по формуле:

Где – высота перекрытия, м ( = 0,3 м); – высота фундаментной подушки, м ( = 0,5 м)

Ориентировочно рассчитываем ширину подошвы фундамента по формуле:

,

где:  - нормативная нагрузка на 1 м.п. фундамента, принимаемая по таблице исходных данных, кН/м (fn = 550 кН/м);

 - глубина заложения подошвы фундамента, м (d = 1,8 м);

 - средний удельный вес материала фундамента и грунта на его ступенях (γm = 25 кН/м3);

 - расчетное сопротивление грунта под подошвой фундамента, кгс/см2 (R0 = 2,16 кгс/см2 = 216 кПа)

Определим расчётное сопротивление грунта при ширине подошвы фундамента 2 м по формуле:

Где и – коэффициенты условия работы ( = 1,25; = 1) ; *k* - коэффициент, принимаемый равным единице, если прочностные характеристики грунта (φII и сII) определены непосредственными испытаниями, и *k* = 1,1, если они приняты по таблицам; , , - коэффициенты принимаемые по таблице (=0,47; =2,89; =5,48); kz – коэффициент, принимаемый равным единице при b < 10 м; kz = z0/b+0,2 при b 10 м (здесь z0 = 8 м); b – ширина подошвы фундамента, м; - осредненное расчётное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента, для z=0,5b при b<10 м и z=4+0,1b b 10 (при наличии подземных вод определяется с учётом взвешивающего действия воды), кН/м3 ( = 9,33 кН/м3); - то же, для грунтов, залегающих выше подошвы фундамента, кН/м3 ( = 18 кН/м3); – удельное сцепление грунта, залегающего под подошвой фундамента, кПа ( = 13 кПа); d1 – глубина заложения фундамента, м (d1 = 1,8 м); db – глубина подвала, расстояние от уровня планировки до пола подвала, м (db = 1 м);

Осредненный удельный вес, при наличии нескольких слоёв на глубине z от подошвы фундамента или выше подошвы фундамента, определяется по формуле:

Для ленточного фундамента величина z при b = 3,2 м:

Согласно геологическому разрезу следует рассчитывать с учётом взвешивающего действия воды, поскольку грунтовые воды располагаются от фундамента менее чем на z = 1 м.

При = 2,44 м:

Принимаем b = 2,8 м

**7.2 Конструирование ленточного сборного фундамента**

Принимается сборный фундамент, состоящий из фундаментной плиты ФЛ 28.12 размером L = 1,18 м; B = 2,8 м; H = 0,5 м весом 3420 кг (приложение 2 табл.9 [3]) и 3 рядов фундаментных блоков ФБС 12.4.6 размерами L = 1,18 м; B = 0,4 м; H = 0,58 м, весом 640 кг (приложение 2 табл.10 [3]).

Расчётная схема сборного фундамента представлена на рисунке 7.1.



Рисунок 7.1 – Расчётная схема сборного фундамента

Расчётное сопротивление грунта под подошвой фундамента шириной 2,8 м:

Нагрузка от собственного веса фундамента определяется по формуле:

Где – масса фундаментной плиты, кН ( = 34,2 кН); – масса фундаментного блока, кН( = 6,4 кН); – длина фундаментной плиты, м ( = 1,18 м); – длина фундаментного блока, м ( = 1,18 м)

Суммарную нормативную нагрузку на 1м фундамента от веса грунта, лежащего на фундаментной плите определяем по формуле:

Где – объём грунта действующего на фундамент, м3; - вес грунта, залегающего выше подошвы фундамента, кН/м3 ( = 18 кН/м3); – длина участка воздействия грунта, м ( = 1 м)

Объём грунта действующего на фундамент определяем по формуле:

Где b – ширина фундаментного блока, м (b = 0,4 м)

Среднее давление под подошвой фундамента определяем по формуле:

Значит прочность основания обеспечена.

**7.3 Конструирование ленточного сборно-монолитного фундамента**

Принимается сборно-монолитный фундамент, состоящей из монолитной железобетонной фундаментной плиты шириной 2,5 м и высотой 0,5 м и 3 рядов фундаментных блоков ФБС 12.4.6 размерами L = 1,18 м; B = 0,4 м; H = 0,58 м, весом 640 кг (приложение 2 табл.10 [3]). Расчётная схема фундамента представлена на рисунке 7.2.

Нагрузку от собственного веса фундаментной плиты рассчитываем по формуле:

Где – плотность железобетона, кН/м3 ( = 25 кН/м3); – площадь сечения фундаментной плиты, м2

Суммарная нагрузка от собственного веса фундамента:

Суммарную нормативную нагрузку на 1м фундамента от веса грунта, лежащего на фундаментной плите определяем по формуле:

Среднее давление под подошвой фундамента определяем по формуле:

Значит прочность основания обеспечена.

**7.4 Расчёт осадки фундамента мелкого заложения методом послойного суммирования**

Определение вертикального напряжения от веса грунта на уровне:

Подошвы фундамента:

До уровня подземных вод:

До подошвы 2 слоя:

До подошвы 3 слоя:

Толщина элементарного слоя:

Давление под подошвой фундамента:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| z, м | ξ=2z/B | α | σzg, кПа | 0,2 σzg, кПа | σzp, кПа | E, кПа | Осадка эл. слояSi = (β\* σzpi\*\*hi)/Ei. м |
| 0 | 0 | 1 | 32,400 | 6,480 | 212,730 | 15\*\*103 | 0,0000 |
| 1 | 0,8 | 0,881 | 45,198 | 9,040 | 187,415 | 0,0128 |
| 2 | 1,6 | 0,642 | 54,528 | 10,906 | 136,573 | 0,0104 |
| 3 | 2,4 | 0,477 | 63,858 | 12,772 | 101,472 | 0,0076 |
| 4 | 3,2 | 0,374 | 73,188 | 14,638 | 79,561 | 0,0058 |
| 5 | 4 | 0,306 | 82,518 | 16,504 | 65,095 | 0,0046 |
| 6 | 4,8 | 0,258 | 93,198 | 18,640 | 54,884 | 21\*\*103 | 0,0021 |
| 7 | 5,6 | 0,223 | 110,998 | 22,200 | 47,439 | 0,0018 |
| 8 | 6,4 | 0,196 | 128,798 | 25,760 | 41,695 | 0,0016 |
| 9 | 7,2 | 0,175 | 146,598 | 29,320 | 37,228 | 0,0014 |
| 10 | 8 | 0,158 | 164,398 | 32,880 | 33,611 | 0,0013 |
| 11 | 8,8 | 0,143 | 182,198 | 36,440 | 30,420 | 0,0011 |
|  |  |  |  |  |  |  | ∑S=0,0505 |

Суммарная осадка ленточного сборно-монолитного фундамента 50,5 мм что меньше 100 мм, значит данная осадка является допустимой.

**8 Расчёт столбчатых фундаментов мелкого заложения**

**Определение размеров подошвы фундамента**

Глубина заложения подошвы фундамента от планировочной поверхности площадки с учетом глубины подвала и конструктивных соображений.

Где – высота перекрытия, м ( = 0,15 м); – высота столбчатого фундамента, м ( = 1,9 м)

Предварительная площадь подошвы фундамента:

Размеры фундамента:

Расчётное сопротивление грунта основания при b = 4,11 м:

Площадь подошвы фундамента:

4,11-3,11=1 м что больше 10%

Расчётное сопротивление грунта основания при b = 3,11 м:

Площадь подошвы фундамента:

3,3-3,11=0,19 м что менее 10%.

Примем b = 3,3 м. А = 10,89 м2

Расчётное сопротивление грунта основания:

Вес фундаментной плиты определяем по формуле:

Где – высота плиты, кН ( = 0,4 м);

Вес второй ступени плиты:

Вес стакана под колонну:

Вес грунта на обрезах фундамента

Среднее давление под подошвой фундамента:

P = 246,33 кПа < R = 302,47 кПа – условие удовлетворяется, однако превышение расчётного сопротивления грунта составляется 18 % что больше 10% значит размеры фундамента выбраны не рационально.

Примем ширину фундаментной плиты b = 3,1 м. А = 9,61 м2

Расчётное сопротивление грунта основания:

P = 274,26 кПа < R = 297,5 кПа – условие удовлетворяется, превышение расчётного сопротивления 9 % что меньше 10%, значит фундамент запроектирован рационально.



Рисунок 8.1 – Схема монолитного столбчатого фундамента стаканного типа

**8.2 Расчёт конечной осадки фундамента методом эквивалентного слоя**

Давление под подошвой фундамента:

Толщина эквивалентного слоя определяется по формуле:

Где – коэффициент зависящий от формы, площади и жёсткости фундамента. Рассмотренный столбчатый фундамент является жёстким фундаментом. Коэффициент определяется по таблице 4 [3]. Для 2 слоя находим по интерполяции:

Мощность сжимаемой толщи определяем по формуле:

При глубине заложения фундамента d = 3,05 м в сжимаемую толщу входят II и III слои грунтов. Относительные коэффициент сжимаемости согласно разделу 4 данной курсовой работы: mvII = 0,064 Мпа-1; mvIII = 0,035 Мпа-1.

Средний относительный коэффициент сжимаемости определяется по формуле:

Где – толщина i-того слоя грунта в пределах сжимаемой толщи, м; – расстояние от нижней точки сжимаемой толщи до середины i-того слоя. Для определения значений и следует воспользоваться схемой представленной на рисунке 8.2.

Конечную осадку фундамента определяем по формуле:

Полученная осадка меньше 100 мм значит условие выполняется.



Рисунок 8.2 – Схема расчёта осадки фундамента методом эквивалентного слоя

**9 Расчёт свайного кустового фундамента**

**9.1 Расчёт несущей способности одиночной свай-стойки на действие вертикальной нагрузки**

Данный фундамент стоит из следующих основных элементов – железобетонных свай, исходные данные по которым представлены в разделе 1 данной курсовой работы и ростверка высотой 40 см и шириной 60 см. Заделка головы сваи в ростверк – 30 см. Глубину заложения ростверка определяем по формуле:

Сопротивление сваи по материалу для железобетонных свай производится по формуле:

Где и - расчетное сопротивление осевому сжатию соответственно бетона и арматуры сваи, кПа. Определяется по приложению 2 табл.14 [3] в зависимости от класса бетона и арматуры в свае (для бетона класса B15 = 8,5 Мпа; для арматуры А-I = 225 Мпа); A - площадь железобетона в поперечном сечении сваи, м2. Определяется расчетом по размерам сваи (0,3\*0,3=0,09 м2); - площадь арматуры в поперечном сечении сваи, м2. Определяется по приложению 2 табл. 8 [3] в зависимости от диаметра и количества арматурных стержней (для 8Ø18 = 20,36 см2=20,36\*10-4 м2)

Расчётная несущая способность грунта основания под нижним концом сваи

Где = 0,7 – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи; = 1– коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи; R – сопротивление грунта под нижним концом сваи – определяется согласно приложению 2 таблице 12 [3]. Согласно рисунку 9.1 можем сделать вывод что свая опирается на III слой грунта. Cопротивление грунта под нижним концом сваи найдём по интерполяции при глубине погружения сваи 7,25 м:

Таким образом за несущую способность сваи принимается несущая способность грунта под нижним концом сваи как меньшее по значению.



Рисунок 9.1 – Схема размещения сваи-стойки в грунтах основания

**9.2 Расчёт несущей способности одиночной висячей сваи на действие вертикальной нагрузки**

Для висячей забивной сваи несущая способность определяется как сумма расчетных сопротивлений грунтов основания под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности по формуле

Где - коэффициент условий работы сваи в грунте ( =1); и - коэффициенты условия работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи (приложение 2 таблица 15 [3] = 1; = 1); R – расчётное сопротивление под нижним концом сваи, кПа (R=1408 кПа); A – площадь поперечного сечения сваи, м2 (A = 0,09 м2); u – периметр поперечного сечения сваи, м; fi – расчётное сопротивление i-того слоя грунта основания по боковой поверхности сваи, кПа (приложение 2 табл. 13 [3]); hi – толщина i-того слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи

Расчётное сопротивление по боковой поверхности определяем согласно рисунку 9.2. (fII = 53; fIII = 32). Периметр сваи: u = 0,3\*4=1,2 м

Сопротивление сваи по грунту определяется по формуле:

**9.3 Проектирование свайного кустового фундамента**

Необходимое число свай в кусте определяется по формуле:

Где N – расчётная нагрузка на куст, кН (N = 2360 кН)

Принимается n = 6 шт.

Распределение свай в плане производится в шахматном порядке с расстоянием между осями свай a = 3d = 3\*0,3 = 0,9 м. Ростверк для данного куста будет прямоугольным. Длину ростверка определяем по формуле:

Ширину ростверка определяем по формуле:

Схема свайного кустового фундамента показана на рисунке 9.2.



Рисунок 9.2 – Схема свайного кустового фундамента

**9.4 Расчёт осадки свайного кустового фундамента**

Расчёт производим по методу условно массивного фундамента. Величину отставания условной вертикальной плоскости от свай определяем по формуле:

Где h – глубина погружения сваи в грунт, м (h = 5,7 м); – осредненное расчётное значение угла внутреннего трения грунта.

*φmt = ∑φihi / ∑hi*

Длина подошвы условного фундамента:

где m – количество рядов свай по длине фундамента:

Ширина подошвы условного фундамента:

Площадь условного фундамента:

Далее производим расчёт сопротивление грунта основания

Расчётное сопротивление грунта основания:

Масса свай в кусте определяем формуле:

Где n – число свай в кусте, шт. (n = 6 шт.); – масса одной сваи, кН ( = 13,5 кН)

Массу грунта в условном фундаменте определяем по формуле:

Где – объём условного фундамента, м3; – объём занимаемый сваями, м3; – средневзвешенный вес грунта в условном фундаменте, кН/м3

Объём условного фундамента определяется по формуле:

Объём занимаемый сваями определяется по формуле:

Где – объём занимаемый одной сваей, м3 ( = 0,54 м3)

Средневзвешенный вес грунта:

Масса грунта в условном фундаменте:

Массу ростверка определяется по формуле:

Среднее давление под подошвой фундамента:

P = 430,53 кПа < R = 492,17 кПа, значит условие выполняется.

Далее определяем осадку фундамента по методу эквивалентного слоя.

Толщина эквивалентного слоя определяется по формуле:

Где – коэффициент зависящий от формы, площади и жёсткости фундамента. Рассмотренный условный фундамент является жёстким фундаментом. Коэффициент определяется по таблице 4 [3]. Для 3 слоя находим по интерполяции:

Мощность сжимаемой толщи определяем по формуле:

При глубине заложения фундамента в сжимаемую толщу входят только III слой грунтов. Относительные коэффициент сжимаемости mvIII = 0,035 Мпа-1. равен среднему относительному коэффициенту сжимаемости mvIII = = 0,035 Мпа-1

Конечную осадку фундамента определяем по формуле:

Полученная осадка меньше 100 мм, значит данная осадка является допустимой

**10 Расчёт свайного ленточного фундамента**

**10.1 Определение числа свай и размещение их в плане**

Расчётная нагрузка на 1 м фундамента:

Минимальное расстояние между сваями:

Сопротивление грунта при опирании сваи стойки составляет 88,7 кН. При данной величине сопротивление требуемое количество свай в одном ряду – минимум 6. Данное основание не является подходящим для опирания на него сваи стойки. Поэтому следует изменить длину сваи и опереть сваю на вышележащий грунт II. Принимаем длину сваи 4 м.

Тогда расчётная несущая способность грунта основания под нижним концом сваи

Где = 0,7 – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи; = 1– коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи; R – сопротивление грунта под нижним концом сваи – определяется согласно приложению 2 таблице 12 [3].

Максимальное расстояние между сваями в ряду по несущей способности при их размещении в один ряд:

Полученная величина оказалась меньше минимального расстояния, значит проектировать одну сваю стойку в ряду нельзя.

Максимальное расстояние между сваями в ряду по несущей способности при их размещении в два ряда:

Принимаем расстояние между рядами свай 1,0 м. Высота ростверка 0,4 м, глубина заложения фундамента 1,55 м, стены подвала до обреза фундамента – 3 ряда бетонных блоков ФБС 12.4.6 размерами L = 1,18 м; B = 0,4 м; H = 0,58 м, весом 640 кг (приложение 2 табл.10 [3]).

**10.2 Расчёт осадки свайного ленточного фундамента**

Работу свайного фундамента будем рассматривать как работу условного фундамента. Высота условного фундамента до низа ростверка hred = 3,7 м. Ширина условного фундамента определяется по формуле:

Где а – расстояние между сваями в ряду, м (a = 0,9 м)

Нагрузка от ростверка и стен подвала до обреза фундамента

Где – вес фундаментных блоков, кН ( = 6,4 кН); – вес ростверка на 1 м фундамента, кН

Нагрузка от свай на 1 м фундамента:

Нагрузка от грунта:

Где – средневзвешенный вес грунта, кН/м3; – объём свай на 1 м фундамента, м3

Давление на подошву фундамента:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| z, м | ξ=2z/B | α | σzg, кПа | 0,2 σzg, кПа | σzp, кПа | E, кПа | Осадка эл. слояSi = (β\* σzpi\*\*hi)/Ei. м |
| 0 | 0 | 1 | 68,057 | 13,611 | 270,350 |  | 0,0000 |
| 0,72 | 0,8 | 0,871 | 74,774 | 14,955 | 235,475 |  | 0,0117 |
| 1,44 | 1,6 | 0,642 | 81,492 | 16,298 | 173,565 |  | 0,0094 |
| 2,16 | 2,4 | 0,477 | 89,988 | 17,998 | 128,957 |  | 0,0070 |
| 2,88 | 3,2 | 0,374 | 102,804 | 20,561 | 101,111 |  | 0,0053 |
| 3,6 | 4 | 0,306 | 115,620 | 23,124 | 82,727 |  | 0,0042 |
| 4,32 | 4,8 | 0,258 | 128,436 | 25,687 | 69,750 |  | 0,0019 |
| 5,04 | 5,6 | 0,223 | 141,252 | 28,250 | 60,288 |  | 0,0017 |
| 5,76 | 6,4 | 0,196 | 154,068 | 30,814 | 52,989 |  | 0,0014 |
| 6,48 | 7,2 | 0,175 | 166,884 | 33,377 | 47,311 |  | 0,0013 |
| 7,2 | 8 | 0,158 | 179,700 | 35,940 | 42,715 |  | 0,0011 |
| 7,92 | 8,8 | 0,143 | 192,516 | 38,503 | 38,660 |  | 0,0010 |
| 8,64 | 9,6 | 0,132 | 205,332 | 41,066 | 35,686 |  | 0,0009 |
|  |  |  |  |  |  |  | ∑S=0,0470 м |

Суммарная осадка составила 47 мм что меньше 100 мм, значит полученная осадка является допустимой.

**11 Библиографический список**

1) ГОСТ 25100 – 95. Грунты. Классификация. – Введ. 1996-07-01 М.: Изд. стандартов, 1997. -38с.

2) СНиП 2.02.01-83\*. Основания зданий и сооружений. – Введ. 1985-01-01 - М., ФГУП ЦПП, 2001 – 74с.

3) Борозенец Л.М., Шполтаков В.И. Расчет и проектирование фундаментов: учебно-методическое пособие / Л.М. Борозенец, В. И. Шполтаков. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2014, - 78 с.: обл.