# 

# Содержание

[Содержание 1](#_Toc61868804)

[Краткая характеристика объекта 2](#_Toc61868805)

[Определение физических свойств грунтов и механических свойств грунтов. 3](#_Toc61868806)

[Определение нагрузок. Сечение 1 – 1 6](#_Toc61868807)

[Определение нагрузок. Сечение 2 – 2 7](#_Toc61868808)

[Определение нагрузок. Сечение 3 – 3 8](#_Toc61868809)

[Определение глубины заложения фундамента 9](#_Toc61868810)

[Определение размеров подошвы внецентренно нагруженного фундамента. 10](#_Toc61868811)

[Определение осадки и просадки. Сечение 1-1 11](#_Toc61868812)

[Расчет висячей забивной сваи 13](#_Toc61868813)

[Определение осадок свайного фундамента 14](#_Toc61868814)

[Расчет осадок свайных фундаментов 15](#_Toc61868815)

[Технико-экономические сравнения 16](#_Toc61868816)

[Расчет осадок свайных фундаментов. Сечение 1-1 18](#_Toc61868817)

[Расчет осадок свайных фундаментов. Сечение 3-3 20](#_Toc61868818)

[Заключение 22](#_Toc61868819)

[Литература 23](#_Toc61868820)

# Краткая характеристика объекта

Проектируемое здание – бытовой корпус. Ширина здания 18м, длина – 48м, здание многоэтажное, высота здания от уровня чистого пола 20м, а высота этажа –2,5м. Здание с подвалом.

Наружные стены из кирпича толщиной 510мм и стеновых панелей толщиной 300мм, внутри здания колонны. Перекрытие - многопустотные панели толщиной 220мм. Кровля – рулонная из 4 слоев рубероида.

Несущие конструкции в здании малочувствительны к неравномерным осадкам.

## «Основания зданий и сооружений» величина предельных деформаций

Sи=10см. Заданные усилия на обрезах фундамента приведены в таблицах

Площадка строительства находиться г. Краснодар. Глубина промерзания грунта 0,8м.

Рельеф площадки спокойный с небольшим понижением по краям.

##### Инженерно-геологические условия выявлены по средствам бурения

4-х скважин.

При бурении выявлены следующие слои: 1) чернозем –1,8м; 2) суглинок желтый – 4,5м; 3) глина бурая – 4,2м; 4) супесь – 5,7м; 5) песок – 3,8 м . Слои расположены повсеместно .

Подошва слоев находиться на глубине

- чернозем –1,8м;

* суглинок желтый – 4,5м;
* глина бурая –4,2м.
* супесь – 5,7м;
* песок –3,8м;

Грунтовые воды обнаружены в четвертом слое. Оценивая данные инженерно-геологических условий следует заметить, что грунты вполне удовлетворяют проектируемому зданию. Влияние сооружения на возникновение геологических процессов (оползни) исключено, т.к. местность ровная. В результате лабораторных исследований была составлена таблица физико-механических свойств грунтов.

# Определение физических свойств грунтов и механических свойств грунтов.

**Схема расположение геологических выработок.**

**Геологические колонки.**

Табл. 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  инженерно-  геологическ.  элементов | Условные  обозначения | Литологическое  Описание | Мощность слоев грунта  для скважин | | | | Грунтовые воды в Скв 1 глубина в м от поверхн. | |
| Скв 1 | Скв 2 | Скв 3 | Скв 4 | появлен | устан |
| ИГЭ-1 |  | Чернозем | 1,9 | 1,8 | 2,0 | 1,8 |  |  |
| ИГЭ-2 |  | Суглинок желтый | 4,7 | 4,5 | 3,9 | 4,5 |  |  |
| ИГЭ-3 |  | Глина бурая | 4,0 | 4,2 | 4,1 | 4,2 |  |  |
| ИГЭ-4 |  | Супесь | 6,0 | 5,7 | 6,0 | 5,7 | 11,0 | 11,0 |
| ИГЭ-5 |  | Песок | 4,0 | 3,8 | 4,0 | 3,8 |  |  |

**ИГЭ-1**

Дано: W = 0,25; WL = 0,17; WP = 0,13; ρs = 2,64т/м³; ρ = 1,7т/м³; ρw = 1т/м³.

Данный глинистый грунт является супесью.

**e = ρs / ρ (1+ W) – 1 = 2,64 / 1,7 (1 + 0,25) – 1 = 0,94** коэффициент пористости.

**ИГЭ-2**

Дано: W = 0,23; ; WL =0,28; WP = 0,18; ρs = 2,66т/м³; ρ = 1,97т/м³; ρw = 1т/м³. **Jp = WL – WP = 0,28 - 0,18 = 0,1-**число пластичности.

Данный глинистый грунт является суглинком, т.к. 0,07**≤ Jp= 0,10< 0,17**

**JL = (W – WP) / (WL – WP) = (0,23 – 0,18) / (0,28 – 0,18) = 0,5**

Данный грунт является суглинком тугопластичным, т.к. 0< JL=0.5=0,5

**e=ρs/ρ(1+W)– 1 = 2,66/ 1,97 (1 + 0,23) – 1 = 0,661**коэффициент пористости.

**Sr=Wxρs/exρw = 0,23 x 2,66 / 0,661 x 1 = 0,926** степень влажности.

Данный грунт непросадочный, т.к. 0.926 ≥ 0,8

**eL = WL x ρs /ρw = 0,28 x 2,66 / 1,0 = 0,74**

**Jss = (eL – e ) / (1 + e ) = (0,74– 0,661) / (1 + 0,661) = 0,048**

**γs = ρs x 10 = 2,66 x 10 = 26,6** кН/м³ - удельный вес грунта.

Удельный вес грунта во взвешенном состоянии :

**γвзв = (γs - γw) / (1 + e) = (26,6 – 10) / (1+ 0,661) = 10,0** кН/м³

**ИГЭ-3**

Дано: W = 0,26; WL = 0,37; WP = 0,19; **р**s = 2,74т/м³; **р** = 2,0т/м³; **р**w = 1т/м³.

**Jp = WL – WP = 0,37-0,19=0,18**

Данный глинистый грунт является глиной, т.к. 0,18>0,17.

**JL = (W – WP) / (WL – WP) = (0,26 – 0,19) / (0,37 – 0,19) = 0,39**

Глинистый грунт является глиной тугопластичной, т.к. 0,25 < JL=0.39<0,5

**e = ρs / ρ (1+ W) – 1 = 2,74 / 2 (1 + 0,26) – 1 = 0,73**

**Sr = W x ρs / e x ρw = 0,26 x 2,74 / 0,73 x 1 = 0,97**

Данный грунт непросадочный, т.к. 0,97 ≥ 0,8

**eL = WL x ρs /ρw = 0,37 x 2,74 / 1,0 = 1,01**

**Jss = (eL – e ) / (1 + e ) = (1,01 – 0,73) / (1 + 0,73) = 0,16**

**γs = ρs x 10 = 2,74 x 10 = 27,4 кН/м³ - удельный вес грунта.**

Удельный вес грунта во взвешенном состоянии :

**γвзв = (γs - γw) / (1 + e) = (27,4 – 10) / (1+ 0,73) = 10,0 кН/м³**

**ИГЭ- 4**

Дано: W = 0,25; WL = 0,24; WP = 0,19; **р**s = 2,67т/м³; **р** = 1,95т/м³; **р**w = 1т/м³.

**Jp = WL – WP = 0,24-0,19=0,05-**число пластичности

Данный глинистый грунт является супесью, т.к. 0,01**≤ Jp= 0,05< 0,07**

**JL = (W – WP) / (WL – WP) = (0,25 – 0,19) / (0,24 – 0,19) = 1,2**

Глинистый грунт является текучим, т.к JL=1,2 1

**e = ρs / ρ (1+ W) – 1 = 2,67 / 1,95 (1 + 0,25) – 1 = 0,711**

**Sr = W x ρs / e x ρw = 0,25 x 2,67/ 0,711x 1 = 0,939**

Данный грунт непросадочный, т.к. 0,939 ≥ 0,8

**eL = WL x ρs /ρw = 0,24x 2,67 / 1,0 = 0,64**

**Jss = (eL – e ) / (1 + e ) = (0,64 – 0,711) / (1 + 0,711) = 0,041-**показатель просадочности.

**γs = ρs x 10 = 2,67 x 10 = 26,7 кН/м³ - удельный вес грунта.**

Удельный вес грунта во взвешенном состоянии :

**γвзв = (γs - γw) / (1 + e) = (26,7 – 10) / (1+ 0,711) = 9,43 кН/м³**

ИГЭ-5

Дано: W = 0,24; ρs = 2,67т/м³; ρ = 2т/м³; ρw = 1т/м³.

Суммарное количество частиц:9+28+27=64%

Данный грунт является песком средней крупности, т.к. 0,61%0,50%

**e = ρs / ρ (1+ W) – 1 = 2,67 / 2 (1 + 0,24) – 1 = 0,655**

Песок средний, средней плотности

**Sr = W x ρs / e x ρw = 0,24 x 2,67 / 0,655 x 1 = 0,98**

Данный грунт насыщенный водой, т.к. 1>0,98 ≥ 0,8

Механические (деформационные):

- коэффициент относительной сжимаемости **mv = β / E0**; МПа¹

1. mv = -
2. mv = 0,62/ 11 = 0,056
3. mv = 0,43 / 16 = 0,027
4. mv = 0,74 / 3 = 0,247
5. mv = 0,74 / 33 = 0,0224

# Определение нагрузок. Сечение 1 – 1

Fгр = 3х 6 = 18м² Табл. 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Нагрузки | Норматив. нагрузки | | Коэф-т надежности  по нагрузке | Расчетная нагрузка кН |
| На ед.площ кН/м² | От груза площади кН |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11 | Постоянные :  От защитного слоя гравия, втопленного в битумную мастику  толщ.20мм: 0,02м х 21кН/м3  Гидроизоляционный ковер, 4 слоя рубероида на битумной мастике: 0,004м х 6кН/ м³ х 4  Цементная стяжка толщ.25мм  ρ = 18 кН/м³ : 0,025м х 18 кН/м³  Утеплитель – газобетон  ρ = 1,15 кН/м³ толщ.150мм:  0,15м х 1,15 кН/м³  Пароизол.1сл.рубероида на битум, мастике: 0,01м х4кН/ м³  От плит перекрытий и покрытий  25х0,22х7  Собственный вес ж/б балки  Цементная стяжка толщ. 30 мм =18 кН/м3 1х1х0,03х18  От стеновых панелей за вычетом оконных проемов толщ. 300 мм  =25 кН/м3 0,3х25х6х22,5  От колонны 0,4мх 0,4м х25х19,9  Вес цокольной части стены 0,25х2,1х25х6 | 0,42  0,096  0,45  0,17  0,04  38,5  -  0,54  -  -  - | 7,56  1,73  8,1  3,1  0,72  693  36  9,72  1012,5  79,6  78,75 | 1,3  1,3  1,3  1,3  1,3  1,1  1,1  1,3  1,1  1,1  1,1 | 9,83  2,25  10,53  4,04  0,94  762,3  39,6  12,64  1113,75  87,56  86,62 |
|  | Итого: |  |  |  | 2130,06 |
|  | Временные  От снега для III района | 1 | 18 | 1,4 | 25,2 |
| Всего: **2155,26** | | | | | |

# Определение нагрузок. Сечение 2 – 2

Fгр = 6 х 6=36² Табл.3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Нагрузки | Норматив.нагрузки | | Коэф-т надежности  по нагрузке | Расчетная нагрузка кН |
| На ед.площ кН/м² | От груза площади кН |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9 | Постоянные :  От защитного слоя гравия, утопленного в битумную мастику  толщ.20мм : 0,02м х 21кН/м3    Гидроизоляционный ковер, 4 слоя рубероида на битумной мастике: 0,004м х4х6кН/ м³  Цементная стяжка толщ.25мм  ρ = 18 кН/м³ : 0,025м х 18 кН/м³  Утеплитель – газобетон  ρ = 1,15 кН/м³ толщ.150мм:  0,15м х 1,15 кН/м³  Пароизол.1сл.рубероида на битум, мастике: 0,01м х4кН/ м³  От плит покрытий 7х 0,22х25кН    Собственный вес ж/б балки  От линолеума на 7-ми этажах  От колонны 0,4мх 0,4мх19,9м 25кН | 0,42  0,096  0,45  0,17  0,04  38,5  -  0,23  - | 15,1  3,46  16,2  6,12  1,44  1386  36  8,4  79,6 | 1,3  1,3  1,3  1,3  1,3  1,1  1,1  1,3  1,1 | 19,66  4,5  21,06  7,96  1,87  1524,6  39,6  10,92  87,56 |
|  | Итого: |  |  |  | 1717,73 |
| 10 | Временные  От снега для III района | 1 | 36 | 1,4 | 50,4 |
| Всего: **1768,13** | | | | | |

# Определение нагрузок. Сечение 3 – 3

Fгр = 1 х 6 = 6 м² Табл.4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Нагрузки | Норматив.нагрузки | | Коэф-т надежности  по нагрузке | Расчетная нагрузка кН |
| На ед.площ кН/м² | От груза площади кН |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9 | Постоянные :  От защитного слоя гравия, утопленного в битумную мастику  толщ.20мм : 0,02м х 21кН/м3    Гидроизоляционный ковер, 4 слоя рубероида на битумной мастике: 0,004м х4х6кН/ м³  Цементная стяжка толщ.25мм  ρ = 18 кН/м³ : 0,025м х 18 кН/м³  Утеплитель – газобетон  ρ = 1,15 кН/м³ толщ.150мм:  0,15м х 1,15 кН/м³  Пароизол.1сл.рубероида на битум, мастике: 0,01м х4кН/ м³  От плит покрытий 7х 0,22х25кН    Собственный вес ж/б балки  От линолеума на 7-ми этажах  От кирпичной кладки δ=510 мм p=18 кН/м3 0,51х18х19,9м | 0,42  0,096  0,45  0,17  0,04  38,5  -  0,23  182,6 | 2,52  0,58  2,7  1,02  0,24  231  36  1,38  1095,6 | 1,3  1,3  1,3  1,3  1,3  1,1  1,1  1,3  1,1 | 3,28  0,74  3,51  1,3  0,31  254,1  39,6  1,79  1205,1 |
|  | Итого: |  |  |  | 1509,73 |
| 10 | Временные  От снега для III района | 1 | 6 | 1,4 | 8,4 |
| Всего: 1518,13 | | | | | |

# Определение глубины заложения фундамента

Определить глубину заложения фундаментов под наружные стены здания. Температура воздуха в помещениях здания 16ºС. Размер башмака под колонну 0,78х 0,78м. Здание возводится в г.Краснодаре. Нормативная глубина промерзания согласно СНиП dfn = 0,8м. Толщина кирпичной стены 51см, толщина панельной стены 30см, сечение колонн 40х40см, уровень подземных вод от планировочной отметки 11,0м.

Определим расчетную глубину промерзания df1 = κn х dfn = 0,5х0,8= 0,4м.

Расстояние от расчетной глубины промерзания до уровня подземных вод не менее 2м должно быть:

df1 + 2м = 2,9 + 2 = 4,9м

dw = 11,0м > df1 + 2м = 4,9м

Для суглинков с показателем текучести JL<0,25 глубина заложения подошвы фундамента должна быть не менее df, т.е. 2,9м.

Из инженерно-геологических условий глубина заложения подошвы фундамента должна быть минимальной и в данном случае равна 2,9м. Из конструктивных особенностей здания глубина заложения подошвы фундамента будет df = 3,35м.

# Определение размеров подошвы внецентренно нагруженного фундамента.

Дано: вертикальная нагрузка N011 = 2155,26кН и момент 2286,9 кН. Глубина заложения фундамента 3,35м. Подвал есть. Угол внутреннего трения грунта ϕ = 18 град; с = 10кПа.

Определим ориентировочно размеры подошвы фундамента, как центрально нагруженную :

Аф = N011/ (R – V\*d )=2155,26/(227-20\*3,35)=13,47м2.

### Т. к. на фундамент ещё действует фундамент, который увеличивает Аф на 20% Аф=16,2 м2. При соотношении *L/в*=1 получим L=*в*=16,2=4 м. Назначаем размеры подошвы фундамента *Lхв* = 4х4м.

Определяем расчетное сопротивление грунтов основания:

Для суглинка с показателем текучести JL ≥ 0.5 коэффициент пористости е=0,66 по табл. 4 СниП 2,02,01-83\* находим ϕ =18 град и с = 10кПа. Затем по ϕII находим коэффициенты Мv=0,43, Мq=2,73,Мс=5,31. Определяем соотношение L/H=48/20=2,4 и находим по табл. γс1=1,2 и γс2 =1,0. Т.к. расчетные характиристики получены косвенным путем , принимаем значение коэффициента к=1.У**дельный вес γ**II=0,014 МН/м и **γ**II=0,0163 МН/м3

NII= N0II+NфII+NгрII=2155,26+149,25+141,84=2446,35 кН,а значит эксцентриситет внешней нагрузки в уровне подошвы фундамента составит:

е=МII/NII=(2286,9(кН/м)/2446,35 кН=0,93м

значение 0,033в=0,033\*4=0,132м условий е=0,93м > 0,033в=0,132м показывает ,что данный фундамент необходимо рассчитать, как внецентренно сжатый.Определяем расчетное сопротивление основания для в=4м

R=(1,2\*1,0/1)\*(0,43\*1\*4\*19,7+2,73\*1,3\*18,3+( 2,73-1)\*2\*18,3+5,31\*10)=258,3кН/м2

Производится проверка напряжений в грунте под подошвой фундамента, исходя из условия , чтобы она не превышала расчетного давления на грунт R

PII ≤ R; PmaxII ≤ 1.2R ; PminII ≥0;

PII – среднее давление под подошвой фундамента от нагрузок для расчета оснований по деформациям, кН;

PmaxII и PminII – максимальное иминимальное краевое давление под подошвой фундамента, кН

PII=(N0II+NфII+NгрII )/в\*L = NII/ в\*L ;

NфII- расчетный вес фундамента;

NгрII - расчетный вес грунта на уступах фундамента, кН;

NфII= 23\*(4\*4\*0,4+0,9\*0,9\*0,5)=156,5кН;

NгрII = (4\*4\*0,9- (4\*4\*0,4+0,9\*0,9\*0,5))\*1\*18,7=142,1кН;

PII=(2155,26+156,5+142,1)/4\*4=153,4кН/м2

Найдем максимальное и минимальное краевые давления под подошвой фундамента при внецентренном :

#### PmaxII= NII/Аф(1±6е/в)

PmaxII=(2453,8/16,2)\*(1+(6\*0,93/4))=362,8кН;

PminII=(2453,8/16,2)\*(1- (6\*0,93/4))=211,3кН;

Проверяем выполнение условий

PmaxII =362,8кН > 1.2R=1,2\*258,3=310 кН

PminII=211,3 ≥0;

PII=211,3 ≤ R=258,3

Все условия выполняются, следовательно, размеры фундамента подобраны удовлетворительно.

# Определение осадки и просадки. Сечение 1-1

Размеры подошвы фундамента вхL= 4\*4м. Глубина заложения подошвы фундамента 3.35м. Среднее давление под подошвой фундамента Рср=211.3кН. Удельный вес грунта **γs = 2,66**кН/м³.

- находим значения эпюры вертикальных напряжений от действия собственного веса грунта и вспомогательной 0,2δzg:

1) на поверхности земли :

δzg=0; 0,2δzg;

2) на контакте 0 и 1 слоя: δzg0=0,017х1.85= 0,0314; 0,2δzg= 0,00629;

3): на подошве фундамента

δzg0=0,0314+0,0187х1.5= 0,0595; 0,2δzg= 0,0119;

4) на контакте 1 и 2 слоя: δzg1= 0,0595+ 0,0118х 3= 0,1156; 0,2δzg1= 0,0231;

5) на контакте 2 слоя, уровня грунтовых вод и 3 слоя: δzg1=0,1156+0,02х 4,2= 0,1996; 0,2δzg1= 0,03992;

6) на контакте 3 и 4 слоя: δzg3=0,1996+0,0195х 5,7= 0,311; 0,2δzg3= 0,0621;

7) на подошве 5 слоя:

δzg5=0,331+0,02х3, 8= 0,387; 0,2δzg5= 0,0774;

- Определим дополнительное давление по подошве фундамента от нагрузок :

Ро=Рср- δzg0 =0,2113-0,0595 = 0,1518 МПа

Соотношение η = вхL= 4\*4=1

Задаемся соотношением ξ = 0,4 тогда высота элементарного слоя грунта

Z1=ξ\*в/2 = 0,4\*4/2 =0,8м;

Условие Z1=0,8м ≤0,4в = 0,4\*4 = 1,6м удовлетворяется с большим запасом.

Табл. 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя грунта | Глубина от поверхности, м | Мощность слоя, м | Е,МПа | Z, м | ξ=2Z/в | α | δzp=αхР0,МПа |
| 1) Чернозем | 1,85 | 1,85 | 4 | - | - | - | - |
| 2)суглинок желтый тугопластичный,  непросадочный | 3,35 | 1,5 | 11 | - | - | - | - |
| 6,35 | 3,0 | 11 | 0,00  0,80  1,60  2,40 | 0,00  0,40  0,80  1,20 | 1,000  0,96  0,80  0,606 | 0,1518  0,1457  0,1214  0,092 |
| 3)глина бурая тугопластичная, непросадочная | 10,55 | 4,2 | 16 | 3,20  4,00  4,80  5,60  6,40  7,20 | 1,60  2,00  2,40  2,80  3,20  3,60 | 0,449  0,336  0,257  0,201  0,160  0,130 | 0,0682  0,051  0,039  0,0305  0,0243  0,020 |
| 4)супесь средней плотности, непросадочная | 16,25 | 5,7 | 3 | 8,00  8,80  9,60  10,40  11,20  12,0  12,80 | 4,00  4,40  4,80  5,20  5,60  6,00  6,40 | 0,108  0,091  0,070  0,066  0,058  0,051  0,040 | 0,0164  0,0138  0,0117  0,010  0,0088  0,0077  0,0061 |
| 5)песок средний,средней плотности. | 20,02 | 3,8 | 33 | 13,60  14,40  15,20  16,00  16,80 | 6,80  7,20  7,60  8,00  8,40 | 0,030  0,026  0,022  0,019  0,015 | 0,0049  0,0039  0,0033  0,0029  0,0023 |

Вычислим осадку фундамента с помощью послойного суммирования, пренебрегая различием модуля деформаций грунтов на границах слоев, приняв во внимание, что данное предположение незначительно скажется на окончательном результате:

S= β Σ(δΖg+δΖр(i+1)) х hi , где

2 Еi

β- коофициент, зависящий от коофициента ν;

(δΖg+δΖр(i+1))/2 – среднее напряжение в i-ом слое;

hi - высота i-ом слоя грунта;

Еi – модуль деформации i-го слоя грунта;

S= (0,8\*0,8/11) \* ((0,1518+0,1457+0,1457+0,1214+0,1214+0,092+0,092+0,0682)/2) + (0,8\*0,8/16)\*((0,0682+0,051+0,051+0,039+0,039+0,0305+0,0305+0,0243+0,0243+0,02+ 0,02+0,0164+0,0164+0,0138)/2)+(0,8\*0,8/3)\*((0,0138+0,0117+0,0117+0,01+0,01+0,0088+ 0,0088+0,0077+0,0077+0,0061+0,0061+0,0049)/2)+(0,8\*0,8/33)\*((0,0049+0,0039+0,0039+ 0,0033+0,0033+0,0029+0,0029+0,0023)/2)= 0,048м=4,8см

По табл.4,3 для производственного здания с полным ж/б каркасом Su=8см, S=4,8см < Su= 8см, условие удовлетворяется, следовательно, полная осадка фундамента не превышает предельно допустимой.

# Расчет висячей забивной сваи

В уровне планировочной отметке земли действует центрально-приложенное усилие от нормативной нагрузки N=2155,26 кН. По грунтовым условиям сваю целесообразно заглубить в третий слой ( глина бурая ), т. к. вышележащии слои характеризуются низким сопротивлением грунта. Минимальная длина сваи L должна быть L=0,1+5,75+0,25=6,1м, принимаем сваю С6-35 с L=6 м, круглую с радиусом 0,35м. Свая погружается с помощью забивки дизель-молотом. Найдем несущую способность одиночной висячей сваи:

Fd=γс(γсR\*R\*А+uΣγсf\*fi\*hi), где

γс=1-коэффициент условий работы сваи в грунте;

γсR=1,0, γсf = 1,0- коэффициент условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта;

R=2400 кПа- расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи;

А =0,35\*0,35=0,1225м2- площадь опирания на грунт сваи;

U=4\*0,35=1,4м – наружный периметр поперечного сечения сваи;

fi- расчетное сопротивление i-ом слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа;

hi-толщина i-ом слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м;

Толщину грунта, прорезаемого сваей, разбиваем на слои толщиной не более 2м.

Для 1-го слоя при средней глубине его расположения Z1=1,5м, f=18кПа.

Для 2-го слоя при средней глубине его расположения Z2=3,0м, f=25кПа.

Для 3-го слоя при средней глубине его расположения Z3=4,5м, f=28кПа.

Для 4-го слоя при средней глубине его расположения Z4=6,0м, f=31кПа.

Для 5-го слоя при средней глубине его расположения Z5=7,2м, f=32,2кПа.

Для 6-го слоя при средней глубине его расположения Z6=8,7м, f=33,35кПа.

Для 7-го слоя при средней глубине его расположения Z7=10,2м, f=34,1кПа.

Для 8-го слоя при средней глубине его расположения Z8=11,7м, f=35,36кПа. Для 6-го слоя при средней глубине его расположения Z9=13,2м, f=36,56кПа.

Для 7-го слоя при средней глубине его расположения Z10=14,7м, f=37,9кПа.

Для 8-го слоя при средней глубине его расположения Z11=16,2м, f=38,72кПа.

Fd= 1(1\*2400\*0,1225+ 1,4(1\*18\*1,5+ 1\*25\*3+ 1\*28\*4,5+ 1\*31\*6+ 1\*32,2\*7,2+ 1\*33,35\*8,7+ 1\*34,1\*10,2+1\*35,36\*11,7+1\*36,56\*13,2+1\*37,9\*14,7+1\*38,72\*16,2))= 5004,31кПа;

Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю:

N≤ Fd/γR=5004,3/1,4=3574,5кПа;

Найдем требуемое количество свай на 1 п.м.:

п= N\*γR/ Fd =2155,26\*1,4/5004,3=1шт.

Расстояние между осями свай ≥3d=3\*0,35=1,05м

Высота ростверка =h0+0,25м, но не менее 0,3м (h0- величина заделки сваи, м)

0,1+0,25=0,35м

# Определение осадок свайного фундамента

Расчет фундамента из висячих свай и его основания по деформациям следует производить как для условного фундамента на естественном основании. Границы условного фундамента определяются:

Сверху –поверхность планировки;

Снизу – плоскостью проходящей через концы свай;

С боков –вертикальными плоскостями, относящимися от наружных граней свай крайних рядов на расстоянии К;

К= h\*tgϕII,mt

4

где ϕII,mt –осредненный угол внутреннего трения слоев грунта, в пределах глубины погружения сваи в грунт;

ϕII,mt = Σhi\*ϕII,mt = (1/4) ((1,85\*26+4,5\*18)/(1,85+4,5)) =5,08

Σhi

Ширина условного фундамента:

Вусл= 1,0+0,25+6,35\*tg5,08= 1,25+6,35\*0,892=6,91

Площадь подошвы массива Аусл:

Аусл = Вусл\*Lусл = 6,91\*1,2= 8,29 м2;

Lусл –для ленточного фундамента равна 1м пог.,а для куста свай определяется так же, как Вусл;

Среднее давление на грунт под его подошвой :

Рср=N0II+GpII+GсвII+GrII = 1768,1+172,75+44,84\*1,1+414,6 = 290,1кН;

Аусл 8,29

максимальное давление на грунт под его подошвой

Рmax = N0II+GpII+GсвII+GrII + М < 1.2R,

Аусл w

N0II –расчетная нагрузка на уровень спланированной отметки земли;

GpII –вес ростверка ;

GсвII –вес всех свай;

GrII –ввес грунта в объеме условного фундамента;

М –изгибающий момент;

w –момент сопротивления подошвы условного фундамента;

R -расчетное сопротивление грунта на уровне подошвы условного фундамента.

R=(1,2\*1,1/1)\*(0,47\*1\*0,4\*1,97+2,89\*6,23\*1,87+1,89\*2\*1,87+5,48\*30)= 271,3кН

Pср= 290,1 ≤ R=271,3\*1,2=325,6

Все условия выполняются

# Расчет осадок свайных фундаментов

Расчет осадок свайных фундаментов выполняют для условного фундамента. Осадки фундаментов из отдельных кустов свай рассчитывают методом послойного элементарного суммирования, осадки фундаментов в виде свайных полей шириной b≥10м определяют методом линейно-деформируемого слоя конечной толщиной. Pср=0,29МПа, природное давление Находим значения эпюры вертикальных напряжений от действия собственного веса грунта и вспомогательной 0,2δzg:

1) на подошве фундамента:

δzg0=0,017\*1,85+4,5\*0,0187+0,02\*2,7=0,169; 0,2δzg= 0,0338;

2) на подошве 5 слоя: δzg5= 0,169+0,02\*1,5+0,0195\*5,7+0,02\*3,8=0,386; 0,2δzg1= 0,077;

. Определим дополнительное давление по подошве фундамента от нагрузок :

Ро=Рср- δzg0 =0,29-0,169 = 0,121 МПа

Задаемся соотношением ξ = 0,4 тогда высота элементарного слоя грунта

Z1=ξ\*в/2 = 0,4\*6,91/2 =1,38м;

Условие Z1=1,38м ≤0,4в = 0,4\*6,91 = 2,76м удовлетворяется с большим запасом.

Табл.6

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя грунта | Глубина от поверхности, м | Мощность слоя, м | Е,МПа | Z, м | ξ=2Z/в | α | δzp=αхР0,МПа |
| 1) Чернозем | 1,85 | 1,85 | 4 | - | - | - | - |
| 2)суглинок желтый тугопластичный,  непросадочный | 6,35 | 4,5 | 11 | - | - | - | - |
| 3)глина бурая тугопластичная, непросадочная | 9,05 | 2,7 | 16 | - | - | - | - |
| 10,55 | 1,5 | 16 | 0,00  1,40 | 0,00  0,405 | 1,00  0,976 | 0,121  0,118 |
| 4)супесь средней плотности, непросадочная | 16,25 | 5,7 | 3 | 2,80  4,20  5,60  7,00  8,40 | 0,81  1,22  1,62  2,03  2,43 | 0,88  0,75  0,64  0,54  0,473 | 0,106  0,091  0,077  0,065  0,057 |
| 5)песок средний,средней плотности. | 20,02 | 3,8 | 33 | 9,80  11,20  12,60 | 2,84  3,24  3,65 | 0,41  0,37  0,33 | 0,05  0,045  0,04 |

S= β Σ(δΖg+δΖр(i+1)) х hi , где

2 Еi

β- коэффициент, зависящий от коэффициента ν;

(δΖg+δΖр(i+1))/2 – среднее напряжение в i-ом слое;

hi - высота i-ом слоя грунта;

Еi – модуль деформации i-го слоя грунта;

S= 0,8\*1,4 \* (0,121+0,118+ 0,118+0,106)+0,8\*1,4\* ( 0,106+0,091+ 0,091+0,077+ 0,77+

16 2 2 3 2 2

0,065+0,065+0,057+0,057+0,05 )+0,8\*1,4\*( 0,05+0,045+ 0,045+0,04)=0,08м=8,0 см.

2 2 2 33 2 2

По табл.4,3 для производственного здания с полным ж/б каркасом Su=8см, S=8,0см = Su= 8см, условие удовлетворяется, следовательно, полная осадка фундамента не превышает предельно допустимой.

# Технико-экономические сравнения

Технико-экономическое сравнение вариантов производиться по экономической эффективности..

Укрупненные единичные расценки на земляные работы,

устройство фундаментов и искусственных оснований

для фундамента мелкого заложения

табл.7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п.п. | Наименование работ и конструкций | Стоимость на единицу измерения, руб. коп. |
| 1 | 2 | 3 |
| **А** | Земляные работы |  |
| 1. | Разработка грунта под фундаменты:  При глубине выработки до 3,8м и ширине траншеи  4,0м, (м3) | 3505руб 8коп. |
| 2. | Крепление стенок котлована досками:  При глубине выработки до 5,0 м, (м2) | 147руб.65коп. |
| Б | Устройство фундаментов |  |
| 1. | Фундаменты ж/б, сборные для промышленных зданий, м3 ж/бетона | 68руб.8коп. |

Итого: 3505руб.8коп+147руб.65коп+68руб.8коп=3722руб.25коп

Укрупненные единичные расценки на земляные работы,

устройство фундаментов и искусственных оснований

для свайного фундамента

табл.8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п.п. | Наименование работ и конструкций | Стоимость на единицу измерения, руб. коп. |
| 1 | 2 | 3 |
| **А** | Земляные работы |  |
| 1. | Разработка грунта под фундаменты:  При глубине выработки до 3,8м и ширине траншеи  6,9м, (м3) | 405руб.3коп. |
| 2. | Крепление стенок котлована досками:  При глубине выработки до 5м, (м2) | 35руб.9коп |
| Б | Устройство фундаментов |  |
| 1. | Железобетонные сваи:  Железобетонные до 3м (с забивкой ), м3 бетона | 49руб.4коп |

Итого: 405руб.3коп.+ 35руб.9коп+49руб.4коп= 490руб.6коп.

Величина осадки свайного фундамента Su=8,0см, а величина осадки фундамента мелкого заложения Su=4,8см.Т.к. нагрузки на фундаменты критически одинаковы, то принимаем, что разность осадки двух соответственно фундаментов равна 0, т.е. осадки соседних фундаментов равномерны. Т.к. деформации у свайного фундамента меньше, чем у фундамента мелкого заложения одинаковы, но свайный фундамент по ТЭП предпочтительней.

По расходу бетона:

на фундамент мелкого заложения: V=250м3;

на свайный фундамент: V=121,6м3.

Следовательно свайный фундамент выгоднее.

# Расчет осадок свайных фундаментов. Сечение 1-1

Расчет осадок свайных фундаментов выполняют для условного фундамента. Осадки фундаментов из отдельных кустов свай рассчитывают методом послойного элементарного суммирования, осадки фундаментов в виде свайных полей шириной b≥10м определяют методом линейно-деформируемого слоя конечной толщиной. Рср=N0II+GpII+GсвII+GrII = 2155,26+172,75+44,84\*1,1+414,6 = 336,8кН;

Аусл 8,29

Pср=0,337МПа, природное давление Находим значения эпюры вертикальных напряжений от действия собственного веса грунта и вспомогательной 0,2δzg:

1) на подошве фундамента:

δzg0=0,017\*1,85+4,5\*0,0187+0,02\*2,7=0,169; 0,2δzg= 0,0338;

2) на подошве 5 слоя: δzg5= 0,169+0,02\*1,5+0,0195\*5,7+0,02\*3,8=0,386; 0,2δzg1= 0,077;

. Определим дополнительное давление по подошве фундамента от нагрузок :

Ро=Рср- δzg0 =0,337-0,169 = 0,168 МПа

Задаемся соотношением ξ = 0,4 тогда высота элементарного слоя грунта

Z1=ξ\*в/2 = 0,4\*6,91/2 =1,38м;

Условие Z1=1,38м ≤0,4в = 0,4\*6,91 = 2,76м удовлетворяется с большим запасом.

Табл.9

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя грунта | Глубина от поверхности, м | Мощность слоя, м | Е,МПа | Z, м | ξ=2Z/в | α | δzp=αхР0,МПа |
| 1) Чернозем | 1,85 | 1,85 | 4 | - | - | - | - |
| 2)суглинок желтый тугопластичный,  непросадочный | 6,35 | 4,5 | 11 | - | - | - | - |
| 3)глина бурая тугопластичная, непросадочная | 9,05 | 2,7 | 16 | - | - | - | - |
| 10,55 | 1,5 | 16 | 0,00  1,40 | 0,00  0,405 | 1,00  0,976 | 0,121  0,118 |
| 4)супесь средней плотности, непросадочная | 16,25 | 5,7 | 3 | 2,80  4,20  5,60  7,00  8,40 | 0,81  1,22  1,62  2,03  2,43 | 0,88  0,75  0,64  0,54  0,473 | 0,106  0,091  0,077  0,065  0,057 |
| 5)песок средний,средней плотности. | 20,02 | 3,8 | 33 | 9,80  11,20  12,60 | 2,84  3,24  3,65 | 0,41  0,37  0,33 | 0,05  0,045  0,04 |

Вычисляем осадку фундамента:

S= β Σ(δΖg+δΖр(i+1)) х hi , где

2 Еi

β- коофициент, зависящий от коофициента ν;

(δΖg+δΖр(i+1))/2 – среднее напряжение в i-ом слое;

hi - высота i-ом слоя грунта;

Еi – модуль деформации i-го слоя грунта;

S= 0,8\*1,4 \* (0,121+0,118+ 0,118+0,106)+0,8\*1,4\* ( 0,106+0,091+ 0,091+0,077+ 0,77+

16 2 2 3 2 2

0,065+0,065+0,057+0,057+0,05 )+0,8\*1,4\*( 0,05+0,045+ 0,045+0,04)=0,14м=14,0 см.

2 2 2 33 2 2

По табл.4,3 для гражданских зданий с кирпичными стенами Su=15см, S=14,0см ≤ Su= 15см, условие удовлетворяется, следовательно, полная осадка фундамента не превышает предельно допустимой.

# Расчет осадок свайных фундаментов. Сечение 3-3

Расчет осадок свайных фундаментов выполняют для условного фундамента. Осадки фундаментов из отдельных кустов свай рассчитывают методом послойного элементарного суммирования, осадки фундаментов в виде свайных полей шириной b≥10м определяют методом линейно-деформируемого слоя конечной толщиной.

Рср=N0II+GpII+GсвII+GrII = 1518,13+172,75+44,84\*1,1+414,6 = 259,9кН;

Аусл 8,29

Pср=0,259МПа, природное давление Находим значения эпюры вертикальных напряжений от действия собственного веса грунта и вспомогательной 0,2δzg:

1) на подошве фундамента:

δzg0=0,017\*1,85+4,5\*0,0187+0,02\*2,7=0,169; 0,2δzg= 0,0338;

2) на подошве 5 слоя: δzg5= 0,169+0,02\*1,5+0,0195\*5,7+0,02\*3,8=0,386; 0,2δzg1= 0,077;

. Определим дополнительное давление по подошве фундамента от нагрузок

Ро=Рср- δzg0 =0,259-0,169 = 0,091 МПа

Задаемся соотношением ξ = 0,4 тогда высота элементарного слоя грунта

Z1=ξ\*в/2 = 0,4\*6,91/2 =1,38м;

Условие Z1=1,38м ≤0,4в = 0,4\*6,91 = 2,76м удовлетворяется с большим запасом.

Табл.10

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя грунта | Глубина от поверхности, м | Мощность слоя, м | Е,МПа | Z, м | ξ=2Z/в | α | δzp=αхР0,МПа |
| 1) Чернозем | 1,85 | 1,85 | 4 | - | - | - | - |
| 2)суглинок желтый тугопластичный,  непросадочный | 6,35 | 4,5 | 11 | - | - | - | - |
| 3)глина бурая тугопластичная, непросадочная | 9,05 | 2,7 | 16 | - | - | - | - |
| 10,55 | 1,5 | 16 | 0,00  1,40 | 0,00  0,405 | 1,00  0,976 | 0,091  0,089 |
| 4)супесь средней плотности, непросадочная | 16,25 | 5,7 | 3 | 2,80  4,20  5,60  7,00  8,40 | 0,81  1,22  1,62  2,03  2,43 | 0,88  0,75  0,64  0,54  0,473 | 0,08  0,068  0,058  0,049  0,043 |
| 5)песок средний,средней плотности. | 20,02 | 3,8 | 33 | 9,80  11,20  12,60 | 2,84  3,24  3,65 | 0,41  0,37  0,33 | 0,037  0,034  0,03 |

Вычисляем осадку фундамента:

S= β Σ(δΖg+δΖр(i+1)) х hi , где

2 Еi

β- коофициент, зависящий от коофициента ν;

(δΖg+δΖр(i+1))/2 – среднее напряжение в i-ом слое;

hi - высота i-ом слоя грунта;

Еi – модуль деформации i-го слоя грунта;

S= 0,8\*1,4 \* (0,091+0,089+ 0,089+0,08)+0,8\*1,4\* ( 0,08+0,068+ 0,068+0,058+ 0,058+

16 2 2 3 2 2

0,049+0,049+0,043+0,043+0,037 )+0,8\*1,4\*( 0,037+0,034+ 0,034+0,03)=0,117м=11,7 см.

2 2 2 33 2 2

По табл.4,3 для гражданских зданий с кирпичными стенами Su=15см, S=11,7см < Su= 15см, условие удовлетворяется, следовательно, полная осадка фундамента не превышает предельно допустимой.

# Заключение

По данным инженерно-геологических изысканий грунты имеют слоистое напластование с выдержанным залеганием пластов. Все они могут служить естественным основанием.

Согласно расчету и технико-экономическому сравнению вариантов фундамента предпочтение отдано свайному фундаменту, а не фундаменту мелкого заложения.

Допускаемая нагрузка на оснавание 1768,1кН.

Отмостка вокруг здания выполнена шириной 0,9м из асфальта, уплотненного по щебню.

# Литература

**1.** “Основания и фундаменты”. Учебник для строительныхспециальных вузов –2-е издание, переработанное и дополненное.-М., Высш. шк., 1998. Берлинов Н.В.

**2.** “Проектирование оснований и фундаментов(основы теории и примеры расчета)”, Учебное пособие для вузов-3-е издание,перераб.,и доп.. Веселов В.А.-М., Стройиздат.,1990г.

**3.**Методические указания

**4.** СНиП 2.02.01-83 “Основания зданий и сооружений”,- М.,Стройиздат,1985г.