### КОСТРОМСКАЯ

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ**

#### **СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ**

## Кафедра «Строительные конструкции»

**Курсовой проект**

**на тему «Проектирование и расчет**

**фундаментов мелкого и глубокого заложения одноэтажного**

**производственного здания»**

**Выполнил :**

студент **4** курса **1** группы

архитектурно-строительного факультета

**Виноградов В. С.**

**Приняла**: **Примакина Е. И.**

**Кострома 2003 г.**

**Оглавление.**

1. Краткая характеристика здания

2. Основные сведения о строительной площадке

3. Оценка свойств отдельных пластов грунта

4. Оценка геологического строения площадки

5. Расчет фундаментов мелкого заложения:

расчет первого сечения

расчет второго сечения

6. Расчет фундаментов глубокого заложения:

расчет первого сечения

расчет второго сечения

7. Выбор сваебойного оборудования

8. Устройство котлована

9. Устройство водопонижения

10. Список используемой литературы

**1.Краткая характеристика проектируемого здания.**

* Назначение и основные особенности проектируемого здания.

Данное здание является промышленным. Оно имеет размеры в плане в осях 96x120 м. Количество этажей в данном здании 1. Полная высота здания от спланированной отметки до карниза 13 м. Условная отметка чистого пола первого этажа 0.000 м выше спланированной отметки земли на 0.15 м.

* Конструктивное решение здания.

Данное здание с полным каркасом, несущие стены – навесные панели. Толщина наружных стен 300 мм. Несущими конструкциями являются колонны. Фундамент в данном здании является нагруженным с эксцентриситетом.

**2.Основные сведения о строительной площадке.**

Местные условия строительной площадки.

Абсолютные отметки поверхности строительной площадки: 142.99 м, 143.95 м, 144.91 м. Рельеф площадки ровный, спокойный и имеет уклон 1.8 %.

Геологическое строение площадки.

Геологическое строение площадки характеризуется геологическими выработками – скважинами №1, №2, №3 из которых с глубины 1.5 м, 3.5 м, 8 м, 13.5 м, отобраны образцы грунта для лабораторных испытаний.

**3.Оценка свойств отдельных пластов грунта**

**1слой** - насыпь.

**2слой** - пылевато-глинистый грунт.

Определяем число пластичности по формуле

Ip=WL-Wp=23.5-17.0=6.5 по таблице 1.8 [1]- грунт супесь

т.к. 1 < Ip ≤ 7

WL – влажность на границе текучести;

Wp – влажность на границе пластичности.

Определяем показатель текучести:

IL=(W-Wp)/Ip=(15.4-17)/6.5= -0.246

В соответствии с табл. 1.9 [1] тип грунта супесь, разновидность которого по показателю текучести - твердая т.к. IL<0.

По степени влажности Sr определяем водонасыщенность грунта.

т/м3



e=(2.68-1.716)/1.716=0.56 - коэффициент пористости грунта.

Sr=0.154\*2.68/(0.56\*1)=0.737 - грунт влажный, т.к. 0.5< Sr ≤0.8 по табл. 1.6 [1].

W - природная влажность грунта;

ρ- природная плотность грунта т/м3;

ρs  - плотность частиц т/м3;

ρd - плотность сухого грунта т/м3;

ρw=1 т/м3 - плотность воды.

Для предварительной оценки набухаемости грунта находим показатель просадочности. Этим свойством обладают только пылевато-глинистые грунты. Грунт считается просадочным, если Sr<0.8 и показатель просадочности находится в диапозоне:



П=(0.616-0.56)/(1+0.56)=0.036

eL- коэффициент, соответствующий влажности на границе текучести.

e - коэффициент пористости природного грунта.

Грунт считается набухающим, если П>0.3(п.10.2.1[1]).

Вывод: грунт- супесь твердая, влажная, непросадочная, ненабухающая, малопучинистая.

**3 слой** -пылевато-глинистый грунт.

Определяем число пластичности по формуле

Ip=WL-Wp=34.3-18.0=16.3 по таблице 1.8 [1] – грунт суглинок т.к. 7 < Ip ≤ 17

Определяем показатель текучести:

IL=(W-Wp)/Ip=(30-18)/16.3= 0.736

В соответствий с табл. 1.9 [1] тип грунта суглинок, разновидность

которого по показателю текучести - мягкопластичный т.к. 0.5 < IL ≤ 0.75

Oпределяем коэфициент пористости грунта.



т/м3



e=(2.54-1.4769)/1.4769=0.7198

Определяем степень влажности грунта. По степени влажности определяем водонасыщенность грунта.



Sr=0.3\*2.54/(0.7198\*1)=1.058 - грунт насыщенный водой т.к. Sr >0.8 по табл. 1.6 [1].

Находим показатель просадочности.





П=(0.66-0.7198)/(1+0.7198)= -0.035

В соответствие с п.10.2.1[1] – грунт не просадочен.

Вывод: грунт- суглинок мягкопластичный, насыщенный водой, не просадочный, не набухаемый, сильнопучинистый.

**4 слой** - пылевато-глинистый грунт.

Определяем число пластичности по формуле

Ip=WL-Wp=40.8-19.8=21 по таблице 1.8 [1] – грунт глина т.к. Ip >17

Определяем показатель текучести:

IL=(W-Wp)/Ip=(26.3-19.8)/21= 0.3095

В соответствий с табл. 1.9 [1] тип грунта глина, разновидность, которой по показателю текучести – тугопластичная т.к. 0.25 < IL ≤ 0.5

Oпределяем коэффициент пористости грунта.



т/м3



e=(2.47-1.59)/1.59=0.55

Определяем степень влажности грунта. По степени влажности определяем водонасыщенность грунта.



Sr=0.263\*2.47/(0.55\*1)=1.181 - грунт насыщенный водой т.к. Sr >0.8 по табл. 1.6 [1].

Находим показатель просадочности.





П=(0.82-0.55)/(1+0.55)=0.17

В соответствие с п.10.2.1[1] – грунт не просадочен.

Вывод: грунт- глина тугопластичная, насышенная водой, не просадочная, не набухаемая, среднепучинистая.

**5 слой** - песок

Для определения типа грунта по крупности частиц необходимо суммировать данные процентного содержания частиц по табл.1.5 [1]

Частиц >2 мм - 12.3% в то время как для гравелистого песка частиц должно быть более 25%.

Частиц 2 - 0.5 мм - 12.3+31.9=44.2% - в то время как для крупного песка частиц должно быть более 50%.

Частиц 0.5 - 0.25 мм - 12.3+31.9+22.8=67% >50% - находят песок средней крупности.

Определяем коэффициент пористости грунта.

т/м3



e=(2.74-1.645)/1.645=0.67 – по **e** - средней плотности т.к. 0.55<0.67<0.7 по табл. 1.7 [1].

Определяем степень влажности:



Sr=0.24\*2.74/(0.67\*1)=0.988 – грунт насыщенный водой т.к. Sr >0.8 по табл. 1.16 [1].

Вывод: грунт- песок средней крупности, средней плотности, насышенный водой, практически непучинистый.

**Сводная таблица физических свойств грунтов.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Физические хар-ки | Наименование инженерно-геолог. элементов | супесь твердая, влажная, непросадочная, ненабухающая, малопучинистая. | суглинок мягкопластичный, насыщенный водой, не просадочный, не набухаемый, сильнопучинистый. | глина тугопластичная, насышенная водой, не просадочная, не набухаемая, среднепучинистая. | Песок средней крупности, средней плотности, насышенный водой, практически непучинистый. |
| 1.ρ , т/м3 | | 1.98 | 1.92 | 2.01 | 2.04 |
| 2. ρ d , т/м3 | | 1.716 | 1.4769 | 1.59 | 1.645 |
| 3. ρ s , т/м3 | | 2.68 | 2.54 | 2.47 | 2.74 |
| 4.γ , кН/м3 | | 19.8 | 19.2 | 20.1 | 20.4 |
| 5. γd , кН/м3 | | 17.16 | 14.769 | 15.9 | 16.45 |
| 6. γs , кН/м3 | | 26.8 | 25.4 | 24.7 | 27.4 |
| 7.W, % | | 15.4 | 30 | 26.3 | 24 |
| 8.Wp , % | | 17.0 | 18 | 19.8 | - |
| 9. WL , % | | 23.5 | 34.3 | 40.8 | - |
| 10.e | | 0.56 | 0.7198 | 0.55 | 0.67 |
| 11.Sr | | 0.737 | 1.058 | 1.181 | 0.988 |
| 12.Ip | | 6.5 | 16.3 | 21 | - |
| 13.IL | | -0.246 | 0.736 | 0.3095 | - |

**Сводная таблица механических характеристик грунтов.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Мехаческие хар-ки | Наименование инженерно-геолог. Элементов | супесь твердая, влажная, непросадочная, ненабухающая, малопучинистая. | суглинок мягкопластичный, насыщенный водой, не просадочный, не набухаемый, сильнопучинистый. | глина тугопластичная, насышенная водой, не просадочная, не набухаемая, среднепучинистая. | песок средней крупности, средней плотности, насышенный водой, практически непучинистый. |
| - деформационные- | | | | | |
| 14.E , Мпа | | 28.86 | 14.54 | 17.756 | 24.892 |
| 15.mo по комп. Исп. Мпа-1 | | 0.03 | 0.073 | - | - |
| - прочностные- | | | | | |
| 16.сII (уд.сцеп.) кПа | | 12 | 18 | 55 | - |
| 17.ϕII (уг.вн.трен.) град | | 23 | 16 | 18 | 30 |
| 18.Ro (ус.рас.соп.) кПа | | 288.69 | 200.859 | 488.1 | 400 |

**4. Оценка геологического строения площадки.**

Грунт строительной площадки имеет слоистое напластование, с залеганием слоев, близких к горизонтальным и выдержанным по мощности. В толще грунтов залегают подземные воды.

Геологические изыскания производились в июле.

Абсолютные отметки подземных вод:

Скв.N 1 – 140.30 м

Скв.N 2 – 141.90 м

Скв.N 3 – 143.00 м

Уровень грунтовых вод 2.69, 2.05, 1.91 м, т.е. в неблагоприятный период фундаменты здания могут оказатся в подтоплении, в таком случае необходимо будет предусмотреть усиленную гидроизоляцию и подсыпку из непучинистых материалов.

**5.Расчет фундамента мелкого заложения.**

**Расчет первого сечения под колонну среднего ряда.**

Определяем глубину заложения фундаментов.

По конструктивным: особенностям здания и сечению колонны 1400х500 подбираем тип подколонника Д с сечением 2100х1200, с размерами стакана 1500х600 по низу, 1650х650 по верху и глубиной 1250.

По климатическим: нормативная глубина промерзания для данного района строительства 1.8 м – определена по карте рис. 5.15 [1].

=2.04 т/м3

ϕII=30o

Определим расчетную глубину промерзания

df=dfn•kn; kn =0.56 (т. 5.9 [1]) df=1.8•0.56=1.008 м. d ≥ 1.008 м.

По геологическим: в качестве естественного основания принимаем 2 слой супесь твердая, влажная, непросадочная, ненабухающая, малопучинистая. d ≥ 0.78 м.

По гидрогеологическим: d < 2.69 м.

Окончательная глубина заложения фундамента 2.4 м от спланированной отметки земли. Рабочим слоем является грунт – супесь твердая, подстилающими грунтами – суглинок, глина и песок.

Предварительно определяем размеры фундамента условно считая его центрально нагруженным квадратной формы.

кН кПа кН/м3 м





=2.04 т/м3

ϕII=30o

=2.01 т/м3

cII=55 кПа

ϕII=18o

=1.92 т/м3

cII=18 кПа

ϕII=16o

=1.98 т/м3

cII=12 кПа

ϕII=23o

=1.58 т/м3

Учтем прямоугольность фундамента

м м



принимаем ФД11-3

м м м3



Учитываем что фундамент внецентренно нагружен и определяем эксцентриситет.

кНм кН кН/м3



Приводим нагрузку к подошве фундамента

Вес фундамента кН



Объем грунта м3



Момент у подошвы фундамента кНм



найдем средний удельный вес грунта выше подошвы фундамента

кН/м3



-вес грунта



кН



м



определим относительный эксцентриситет и сравним его с допустимым



2 – я комбинация

кНм кН



кН



м



Определяем вид эпюры контактных давлений. Эпюра имеет трапециевидную форму т.к.



моменты сопротивлений



кПа



кПа



q – нагрузка от оборудования, людей, складируемых материалов и изделий. Согласно п.3.2 [4] принимается не менее 2 кПа.

Проверка под углом подошвы фундамента



т/м3 – удельный вес грунтов залегающих выше подошвы фундамента.



т/м3 – удельный вес грунтов залегающих ниже подошвы фундамента на глубину 0.5b.



кПа м



γс1, γс2 – коэф. условий работы таб.5.11[1].

к – коэф. зависящий от того как были определены с и ϕ.

Мγ, Мс и Мq коэф. принимаемые по таб.5.12[1].

kz – коэф. зависящий от b.

d1 – глубина заложения фундаментов.

кПа



кПа



Следовательно проверка прочности основания выполняется т.е. размеры фундамента подобраны верно.

Расчет по несущей способности основания.

,

где F=2734.231 кН – расчетная нагрузка на основание; Fu – сила предельного сопротивления основания; γс – коэф. условий работы принимаемый для глинистых грунтов – 0.9; γn – коэф. надежности по назначению сооружений принимаемый для сооружения II класса равным 1.15.

Fu=b`⋅l`⋅(Nγ⋅ξγ⋅l`⋅γI+Nq⋅ξq⋅γI`⋅d+Nc⋅ξc⋅cI),

где b`=b-2⋅eb=3-2⋅0.086=2.828 м – приведенные ширина и длина фундамента

l`=l-2⋅el=3.6-2⋅0.2=3.2 м

eb, el – эксцентриситеты приложения нагрузок.

Nγ, Nq, Nc – безразмерные коэф. определяемые по таб.5.28[1]

Nγ=5.87; Nq=10.66; Nc=20.72

ξγ=1-0.25/η=1-0.25/(l`/b`)=1-0.25/(3.2/2.828)=0.779 – коэф. формы подошвы фундамента

ξq=1+1.5/η=1+1.5/1.13=2.33

ξc=1+0.3/η=1+0.3/1.13=1.27

Fu=2.828⋅3.2⋅(5.87⋅0.779⋅3.2⋅11.052+10.66⋅2.33⋅18.5⋅2.4+20.72⋅1.27⋅12)=14301.012 кН

14301.012⋅0.9/1.15=11192.096 кН>2734.231 кН, т.е. несущая способность основания при принятых размерах фундамента обеспечена.

Расчет осадки основания методом эквивалентного слоя.

Построим эσzp и эσzg



кПа





σzg

σzp

σzgi = Σγi⋅hi – где γi - удельный вес грунта(при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды), hi-мощность слоя.

 с учетом взвешивающего действия воды.

кПа



кПа



кПа



кПа



кПа



кПа



кПа



Aw=f(l/b;ν) - таб.5.6[5]



м



м



Определим модуль деформации

2 слой-супесь



кПа кПа



кПа кПа



кПа



кПа







кПа



3 слой-суглинок



кПа кПа



кПа кПа



кПа



кПа







кПа



4 слой-глина м



кПа кПа



кПа кПа



кПа







кПа



м м



кПа



d – диаметр штампа d=0.277 м, ω=0.79 – коэффициент, β, ν – т. 1.15 [1]

м м м



м м м



h – мощность сжимаемого слоя, z- расстояние от середины сжим. слоя до конца распространения осадки.



м



Что гораздо меньше предельной 8 см таб.5.26[1].

Проверяем прочность подстилающего слоя.



кПа кПа кПа



м



кН/м3



кН/м3



кПа



м



кПа



условие выполняется



**Расчет второго сечения под колонну крайнего ряда.**



Первая комбинация

Предварительно определяем размеры фундамента условно считая его центрально нагруженным квадратной формы.

кН кПа кН/м3 м



м



Учтем прямоугольность фундамента

м



принимаем ФД11-3 м м м3



Учитываем что фундамент внецентренно нагружен и определяем эксцентриситет.

кНм кН кН/м3



кН



м3



кНм



кН/м3



кН



кН



м



Вторая комбинация

кНм кН



кНм



м



Определяем вид эпюры контактных давлений.

кПа



кПа



Проверка под углом подошвы фундамента



кПа



м



кПа



кПа



Следовательно проверка прочности основания выполняется т.е. размеры фундамента подобраны верно.

Расчет осадки основания методом эквивалентного слоя.

Построим эσzp и эσzg



кПа







кПа



м



м



м м м



м м м



кПа кПа кПа



м



Что гораздо меньше предельной 8 см таб.5.26[1].

Проверяем прочность подстилающего слоя.



кПа кПа



кПа



м



кН/м3 кН/м3



кПа



м



кПа



Условие выполняется т.е. размеры фундамента подобраны верно.

**6. Расчет фундамента глубокого заложения.**

**Расчет фундамента под первое сечение.**

Проектируем свайный фундамент с забивными железобетонными сваями и монолитным ростверком. Глубину заложения верха ростверка принимаем из конструктивных соображений 1.8 м. Высоту ростверка принимаем равной 0.6 м. Величина заделки сваи в ростверк принимаем 0.3 м. В качестве естественного основания принимаем глину тугопластичную.

Предварительно принимаем сваю С10 – 30 длиной 10 м квадратного сечения 0.3х0.3 м. Определим несущую способность одной сваи

кН кНм кН кНм кН



кН/м3 м



длина сваи



длина сваи без учета защемления в ростверке



несущая способность одной сваи



м м м м м м



м м м м м м



кПа кПа кПа кПа кПа



кПа 



м2



м



кПа м



кН



hi – мощность итого слоя.

zi – глубина заложения итого слоя с поверхности до середины слоя.

По т. 9.1 [2] R кПа.

По т. 9.2 [2] fi кПа

По т. 9.3 [2] γc = 1, γсR = 1, γcf = 1,

u – периметр одной сваи.

А – площадь поперечного сечения.

Определяем допустимую расчетную нагрузку на одну сваю

PCB=766.105 кН γg=1 - коэф. надежности по грунту.



Определяем необходимое число свай

n=3.508 шт.



принимаем шт.





Определим нагрузку приходящуюся на каждую сваю во внецентренно нагруженном фундаменте.

кН - вес подколонника;



кН – вес ростверка;



- коэф. надежности по нагрузке;



м3



м3



м3



м3



кН/м3



кН



кН



кНм



кНм



м м –расстояния от центра сваи до осей соответственно.



кН



кН



1.2⋅PCB=919.326 кН > Pmax



Неравенства выполняются, следовательно проверка условий работы крайних свай показала, что свайный фундамент запроектирован рационально.

Свайный фундамент с висячими сваями условно принимают за массивный жесткий фундамент глубокого заложения, контур которого ограничен размерами ростверка, свай и некоторым объемом грунта.

град.



кН



м



м



м3



м3



кН/м3



кН



кН



кНм



кНм



кПа



кПа



кН/м3  кН/м3



кПа



кПа



Неравенства выполняются, значит размеры фундамента подобраны верно.

Расчет осадки основания

кПа



кПа



кПа



м



м





Определим модуль деформации.

4 слой-глина

кПа; кПа; кПа; кПа



; м;



кПа



кПа





м; м



кПа



5 слой-песок

; м;



кПа; кПа; кПа; кПа



кПа



кПа





м; м



кПа



м; м; м; м



; ; кПа; кПа



;



м



Что гораздо меньше предельной 8 см таб.5.26[1].

**Расчет фундамента под второе сечение.**

Проектируем свайный фундамент с забивными железобетонными сваями и монолитным ростверком. Глубину заложения верха ростверка принимаем из конструктивных соображений 1.8 м. Высоту ростверка принимаем равной 0.6 м. Величина заделки сваи в ростверк принимаем 0.3 м. В качестве естественного основания принимаем глину тугопластичную.

Предварительно принимаем сваю С8 – 30 длиной 8 м квадратного сечения 0.3х0.3 м. Определим несущую способность одной сваи.

кН; кНм; кН; кНм; кН; кН/м3



м



м



м; м; м; м;



м; м; м; м; м;



кПа; кПа; кПа; кПа; кПа



; ; ;



м2



м



кПа



м



кН



Определяем допустимую расчетную нагрузку на одну сваю

PCB=617.696 кН



Определяем необходимое число свай.

n=2.3 шт.



принимаем шт.





Определим нагрузку приходящуюся на каждую сваю во внецентренно нагруженном фундаменте.

кН



кН



; ;



м3



м3



м3



м3



кН/м3



кН



кН



кНм



кНм



м м



кН



кН



; 1.2⋅PCB=741.24 кН > Pmax



Неравенства выполняются, следовательно проверка условий работы крайних свай показала, что свайный фундамент запроектирован рационально.

Свайный фундамент с висячими сваями условно принимают за массивный жесткий фундамент глубокого заложения, контур которого ограничен размерами ростверка, свай и некоторым объемом грунта.

град.



кН



м



м



м3



м3



кН/м3



кН



кН



кНм



кНм



кПа



кПа



кН/м3



кН/м3



; кПа; ; ;



; ;



кПа



кПа



Расчет осадки основания





м



м



м м



м м



кПа кПа



м



Что гораздо меньше предельной 8 см таб.5.26[1].

**7. Выбор оборудования для забивки свай.**

Определяем минимальную энергию удара по формуле 8.21 [1].

  Дж

а=25 Дж/кН – коэф.;

Fv – расчетная нагрузка, допускаемая на одну сваю.

Из т. 9.5 [5] выбираем дизель молот С – 995 с энергией удара 33 кДж.

Расчет отказа сваи.

 формула 9.12 [5]

η = 1500 кН/м2 стр. 207 [5], M = 1 стр. 207 [5],

A = 0.09 м2, площадь поперечного сечения сваи

m1 = 2600 кг, масса молота

m2 = 2250 кг, масса сваи

m3 = 1250 кг, масса ударной части

E2 = 0.2 коэффициент восстановления удара

м

Что больше допустимого 0.002 м, т.е. сваебойное оборудование подобрано верно.

**8. Устройство котлована.**

Глубина котлована 2.4 м. При устройстве котлована запроектированы естественные откосы с уклоном 1:1. Размеры котлована понизу – 100.2х123.6 м2, по верху – 105х128.4 м2. На основании стр.26[10] и гл.7 [6] подобрана следующая землеройная машина:

Экскаватор с гидравлическим приводом при работе обратной лопатой ЭО-4121 мощностью 95 кВт, объемом ковша 1 м3.

**9. Защита котлована от подземных вод.**

Водопонижение осуществляем с помощью открытого водоотлива и производим в течение всего времени устройства фундаментов и других подземных частей здания, расположенных ниже уровня подземных вод, до тех пор, пока нагрузки от конструкции не превысят возникающее гидростатическое давление и не обеспечат устойчивость подземных сооружений от всплывания.

Открытый водоотлив осуществляется прямо из котлована насосами. Для сохранения природного сложения грунтов оно должно вестись с опережением земляных работ в определенной последовательности. Вода откачивается из приямков, куда она поступает из канавок глубиной 0.3-0.5 м, расположенных по периметру котлована с уклоном i=0.01-0.02 в сторону приямков. Приямки устраивают не ближе 1 метра от граней фундамента. По мере разработки котлована приямки заглубляются вместе с канавками. Приямки заглубляются не менее чем на 0.7-1 м, и уровень воды в них поддерживается на 0.3-0.5 м ниже дна вырытого котлована.

**10. Список используемой литературы.**

1. Справочник проектировщика «Основания,фундаменты и подземные сооружения ». Под редакцией Е.А. Сорочана, Ю.Г. Трофименкова. М.,1985.

нова, М., Стройиздат, 1984.

2. СНиП 2.02.01 – 83 «Основания зданий и сооружений», М., 1985.

3. СНиП 2.02.03 – 85 «Свайные фундаменты», М., 1986.

4. СНиП 2.01.07 – 85 «Нагрузки и воздействия», М., 1988.

5. Н.А. Цытович «Механика грунтов. Краткий курс», М., 1983.

6. В.А. Веселов «Проектирование оснований и фундаментов» М.,1990.

7. Руководство по выбору проектных решений фундаментов НИИОСП им. Н.М. Герсева

8. Е.Г. Кутухтин «Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений», М., 1995.

9. Примакина Е. И. «Методические указания на расчет оснований под ФМЗ и свайные»

10. Цыбакин С.В. «Методические указания на производство земляных работ»