**Расчет и конструирование фундаментов.**

Курсовой проект

Выполнил: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Белорусская Государственная Политехническая Академия , Кафедра: «Геотехника и экология в строительстве»

Минск 2001

**Введение**

В данном курсовом проекте по дисциплине Механика грунтов, основания и фундаменты рассчитаны и запроектированы фундаменты мелкого заложения и свайные фундаменты. Приведены необходимые данные по инженерно-геологическим изысканиям, схемы сооружений и действующие нагрузки по расчетным сечениям. Расчет оснований и фундаментов произведен в соответствии с нормативными документами

СниП 2.02.01-83 Основания и фундаменты

СниП 2.02.03-85 Свайные фундаменты

СниП 2.03.01-84 Бетонные и железобетонные конструкции

**2. Фундаменты мелкого заложения на естественном основании**

**2.1 Анализ физико-механических свойств грунтов пятна застройки**

Исходные данные для каждого из пластов, вскрытых тремя скважинами:

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер пласта | Мощность пласта по скважинам | | | Плотность  частиц  грунта  ρs , т/м3 | Плотность  грунта  ρ, т/м3 | Влаж-ность  W,% | Пределы  пластичности | | Угол внутреннего трения  ϕ° | Удельное сцепление  С , кПа |
| 1 | 2 | 3 | Wl ,  % | Wp ,  % |
| 1 | 5 | 6 | 4 | 2,67 | 2,10 | 8 | - | - | 40 | - |
| 2 | 4 | 5 | 6 | 2,68 | 2,03 | 22 | 25 | 15 | 27 | 13 |
| 3 | 13 | 12 | 12 | 2,65 | 2,08 | 17 | - | - | 29 | - |

Для каждого из пластов, вскрытого скважинами должны быть определены расчетные характеристики.

а) число пластичности: Jp=Wl-Wp ,

Для пласта 1 нет, т.к. песок

Для II пласта: Jp=Wl-Wp=25-15=10

Для III пласта: нет, т.к. песок

б) плотность сухого грунта:



Для I пласта: т/м3



Для II пласта: т/м3



Для III пласта: т/м3



в) пористость и коэффициент пористости грунта:

,



Для I пласта: ,



Для II пласта: ,



Для III пласта: ,



г) показатель текучести для глинистых грунтов:



Для II пласта:



д) степень влажности грунта:



Где:

ρ - пластичность грунта т/м3;

ρs - пластичность частиц грунта т/м3;

ρw - плотность воды, принимаем 1.0;

W - природная весовая влажность грунта, %;

Wl - влажность на границе текучести;

Wp - влажность на границе пластичности;

Для I пласта пески влажные (0,5<Sr≤0.8)



Для II пласта:



Для III пласта: Пески насыщенные водой (Sr>0.8)



Полученные данные о свойствах грунтов вносим в Таблицу 2

Таблица

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ПОКАЗАТЕЛИ | Значения показателей для слоев | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Плотность частиц грунта ρs , т/м3 | 2.67 | 2,68 | 2,65 |
| Плотность грунта ρ, т/м3 | 2,1 | 2,03 | 2,08 |
| Природная влажность W , % | 8 | 22 | 17 |
| Степень влажности Sr | 0,55 | 0,97 | 0,92 |
| Число пластичности Jp | - | 10 | - |
| Показатель текучести Jl | - | 0,7 | - |
| Коэффициент пористости е | 0,39 | 0,61 | 0,49 |
| Наименование грунта и его физическое состояние | Песок гравелистый плотный | Суглинок мягкопластичный | Песок пылеватый плотный |
| Угол внутреннего трения ϕ° | 40 | 27 | 29 |
| Удельное сцепление С , кПа | - | 13 | - |

Определим модуль деформации:

кПа ,



кПа ,



кПа



β - коэффициент зависящий от коэффициента Пуассона μ:



Где e1 – начальный коэффициент пористости;

cc – коэффициент сжимаемости;



e1 – коэффициент пористости при P1=100 кПа

e2 – коэффициент пористости при P2=200 кПа

e3 – коэффициент пористости при P3=300 кПа

0,56-0,525

Cс1= =0.000175 кПа

200



0,48-0,457

Cс2= =0.000115 кПа

200



Cс3= 0,349-0,327 =0.00011 кПа

200







2.2.

**Выбор глубины заложения подошвы фундамента**

Минимальную глубины заложения подошвы фундамента предварительно назначают по конструктивным соображениям.

Глубина заложения подошвы фундамента из условий возможного пучения грунтов при промерзании назначается в соответствии с табл.2 СНиП 2.02.01-83.

Если пучение грунтов основания возможно, то глубина заложения фундаментов для наружных стен отапливаемых сооружений принимается не менее расчетной глубины промерзания df , определяемой по формуле:

df=kh⋅dfn ,

где dfn – нормативная глубина промерзания

kh - коэффициент влияния теплового режима

здания

Принимаем глубину заложения фундамента d=1,5м. Планировку выполняем подсыпкой грунта до отметки 209.000м и уплотнение его виброплащадкой до плотности ρ=1,0т/м3.



**2.3. Выбор типа фундамента и определение его размеров**

При расчете оснований по деформациям необходимо, чтобы среднее давление Р под подошвой центрально нагруженного фундамента не превышало расчетного сопротивления грунта R. Для внецентренно нагруженного фундамента предварительно проверяются три условия:

PMAX≤1.2R ; P<R ; PMIN>0

Расчетное сопротивление грунта основания R в кПа определяется по формуле:



Где γc1 и γc2 - коэффициенты условий работы, принимаемые по табл.3

СНиП 2.02.01-83 или методическое пособие (прил14);

K=1- коэффициент зависящий от прочностных характеристик грунта;

Mγ, Mq, Mc – коэффициенты принимаемые по табл.4 СНиП 2.02.01-83 или методическое пособие (прил.15);

b - ширина подошвы фундамента, м;

db – глубина подвала - расстояние от уровня планировки до пола подвала;

d| - глубина заложения фундамента бесподвальных помещений

KZ – коэффициент зависящий от прочностных характеристик грунта ( принимаем KZ=1 );

γ||’- осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше подошвы фундамента;

γ|| - то же для грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента, кН/м3 ;

c|| - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего под подошвой фундамента, кПа.

γс1=1,4 γс2=1,2; К=1;

Мγ=2,46; Мq=10,85; Mc=11,73;

Kz=1 т.к. b<10м

С||=0 кПа , т.к. песок.

db=0 , т.к. нет подвала. d1=1.5

Удельный вес грунта - γ=ρ×g=10×ρ

γ =γобр.зас=ρобр.зас.\*10=18кН/м3;

γ1=2,1\*10=21 кН/м3;

γ2=2,03\*10=20,3 кН/м3;

γ3=20,8 кН/м3;

кПа



;



Давление под подошвой фундамента:

;



Где: Р, Рmax, Pmin – соответственно среднее, максимальное и минимальное давление на грунт под подошвой фундамента

No,|| - расчетная нагрузка на уровне отреза

фундамента, кН;

Mo,|| - расчетный изгибающий момент, кН⋅м;

d - глубина заложения фундамента, м;

γm – осредненный удельный вес - 20÷22 кН/м3.

A – площадь подошвы фундамента, м2

W – момент сопротивления площади подошвы фундамента в направлении действия момента, м3

Принимаем, что большая сторона фундамента равна a=1.1b, тогда А=1.1b\*b=1.1b2 и ; γm=21 кН/м3; d=1,5м.



Находим значения Pmax, 1.2R при b=1;1,5; 2; 3; 4; и строим график зависимости между b и Pmax,1.2R. Точка пересечения, дает нам искомую величину b.

Pb=1.5max= кН;



1.2Rb=1м=141,094\*1+590,59кПа

принимая b=1,6м, считаем А, W, Pmax, Pmin, и проверяем условия.



Условия соблюдаются при b=1,9; a=2,1; W=1,4; A=3,97

Pmax=378.423кН; < 1.2R=550кПа P=192.762кН; < R=458кПа

Pmin=7,1кН; >0



**2.4. Вычисление вероятной осадки фундамента**

Расчет осадки фундамента производится по формуле:

S<Su ,

Где S – конечная осадка отдельного фундамента, определяемая расчетом;

Su – предельная величина деформации основания фундамента зданий и сооружений, принимаемая по СниП 2.02.01-83;

Определим осадку методом послойного суммирования. Расчет начинается с построения эпюр природного и дополнительного давлений.

Ординаты эпюры природного давления грунта:

n

σzg=∑γi⋅hi ,

i=1

где γi – удельный вес грунта i-го слоя, Кн/м3;

hi – толщина слоя грунта, м;

γ=10⋅ρ т/м3.

Tак как в выделенной толще залегает горизонт подземных вод, то удельный вес грунта определяется с учетом гидростатического взвешивания:



γs=10⋅ρs ,

ρs – плотность частиц грунта, т/м3;

e – коэффициент пористости грунта;

γs – удельный вес частиц грунта, Кн/м3.

кПа



кПа



γsb|||=(26,7-10)(1-0,37)=10,521 Кн/м3

кПа



кПа



Ординаты эпюры природного давления откладываем влево от оси симметрии.

Дополнительное вертикальное напряжение σzр для любого сечения, расположенного на глубине z от подошвы фундамента, определяется по формуле:

σzр=α⋅P0

где α - коэффициент, принимаемый по табл.1 СниП 2.02.01-83;

P0 – Дополнительное вертикальное давление под подошвой фундамента определяется как разность между средним давлением по оси фундамента и вертикальным напряжением от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента:



Давление непосредственно под подошвой фундамента:

Расчет осадки отдельного фундамента на основании в виде упругого линейно деформируемого полупространства с условным ограничением величины сжимаемой зоны производится по формуле:



где S – конечная осадка отдельного фундамента, см;

hi – толщина i-го слоя грунта основания, см;

Ei – модуль деформации i-го слоя грунта, кПа;

β - безразмерный коэффициент, равный 0.8;

σzpi – среднее значение дополнительного вертикального нормального напряжения в i-м слое грунта, равное полусумме напряжений на верхней Zi-1 и нижней Zi границах слоя, кПа.



Условие соблюдается, т.к. S=4,8см<Su=8см.

**3. Свайные фундаменты**

**3.1. Основные положения по расчету и проектированию свайных фундаментов**

Фундаменты из забивных свай рассчитываются в соответствии с требованиями СНиП 2.02.03-85 по двум предельным состояниям:

- по предельному состоянию первой группы ( по несущей способности): по прочности – сваи и ростверки, по устойчивости – основания свайных фундаментов;

- по предельному состоянию второй группы ( по деформациям ) – основания свайных фундаментов.

Глубина заложения подошвы свайного ростверка назначается в зависимости от:

наличия подвалов и подземных коммуникаций;

геологических и гидрогеологических условий площадки строительства ( виды грунтов, их состояние, положение подземных вод и т. д. );

глубины заложения фундаментов прилегающих зданий и сооружений;

возможности пучения грунтов при промерзании.

|  |  |
| --- | --- |
| Описание грунтов | Мощность слоя, м |
| Рыхлый насыпной грунт из мелкого песка с органическими примесями  ρ=1,3(0.9) т/м3, ϕ=12° | 3.0 |
| Торф коричневый водонасыщенный,  Jl=0.6,ρ=(1,2)0.6 т/м3, ϕ=8° | 2,0 |
| Слой суглинка Jl=0,3 ρ=1,8(1,15) т/м3,  Е=14000 кПа, ϕ=22°, С=50 кПа | 5,0 |
| глина Jl=0,2 ρ=2,1 т/м3,  Е=20000 кПа, ϕ=20°, С=100 кПа | 14,0 |
| Горизонт подземных вод от поверхности  земли , м | 1,5 |

В скобках указана плотность грунта во взвешанном состоянии. Мощность пласта в колонне изм-ся от кровли до его подошвы.

**3.2. Расчет и конструирование свайных фундаментов**

Прежде всего необходимо выбрать тип сваи, назначить ее длину и размеры поперечного сечения. Длину сваи определяют как сумму L=L1+L2+L3.

L1 – глубина заделки сваи в ростверк, которая принимается для свайных фундаментов с вертикальными нагрузками не менее 5 см.

L2 – расстояние от подошвы плиты до кровли несущего слоя.

L3 – заглубление в несущий слой.

Принимаем железобетонные сваи, квадратного сечения размером 300х300 мм.



L=0.15+7.3+1=8,45=9м.

Несущая способность Fd ( в кН ) висячей сваи по грунту определяется как сумма сопротивления грунтов основания под нижним концом сваи и по боковой поверхности ее:

Fd=γc⋅( γcr⋅R⋅A+U⋅∑γcf⋅fi⋅li ),

Где γc –коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый γc=1.0.

γcr и γcf - коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и по боковой поверхности сваи ( табл. 3 СНиП 2.02.03-86 ); для свай, погруженных забивкой молотами, γcr =1.0 и γcf =1.0;

А – площадь опирания на грунт сваи, в м2, принимаемый по площади поперечного сечения сваи;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа;

U – периметр поперечного сечения сваи, м;

fi – расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания по боковой поверхности сваи, кПа;

li – толщина i-го слоя грунта, м.

При определении fi пласты грунтов расчленяются на слои толщиной не более 2м.

A=0.3\*0.3=0.09 м.

γс=1; γCR=1; γсf=1;

R=4825кПа U=0.3\*4=1.2 м.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | h | z | f |
| 1 | 1,5 | 0,75 | 26,5 |
| 2 | 1,5 | 2,25 | 30 |
| 3 | 2,00 | 4 | 0 |
| 4 | 2,00 | 6 | 42 |
| 5 | 1,50 | 7,75 | 44 |
| 6 | 1,50 | 9,25 | 45 |
| 7 | 0,5 | 10,5 | 65 |

Fd=1⋅( 1⋅4825⋅0,09+1,2⋅(1,5\*26,5+1,5\*30+0+2\*42+1,5\*44+1,5\*45+0,5\*65))=835,95 кН

Расчетная нагрузка Р, допускаемая на сваю, определяются из зависимости:

где γк – коэффициент надежности, принимаемый равным 1,4.

кН;



Определим кол-во свай по формуле:

,



где



Проверка несущей способности сваи:

N<P,

Для внецентренно нагруженого свайного фундамента необходима проверка нагрузки

yi – расстояние от главной оси свайного поля до оси каждой сваи, м;

Np,| - расчетный вес ростверка, кН;

кН; < P=597 кН



n – количество свай в кусте.

Определим отказ сваи, необходимый для контроля несущей способности сваи.



η - коэффициент, принимаемый равным 1500 кН/м2 ;

А – площадь поперечного сечения сваи, м2 ;

A=0.09 м2 ;

Ed – расчетная энергия удара молота, кДж;

Ed=32 кДж;

m1 – полный вес молота, кН;

m1=35,0 кН;

m2 – вес сваи с наголовником, кН;

m2=18.3 кН;

m3 – вес подбабка, кН;

m3=18 кН;

ε - коэффициент восстановления энергии удара, ε2=0,2;

Ed=0,9⋅G⋅H,

G – вес ударной части молота, кН;

H - расчетная высота падения ударной части молота, м;



**3.3. Расчет основания свайного фундамента по деформациям**

При расчете осадки свайный фундамент рассматривается как условный массивный фундамент, в состав которого входят ростверк, сваи и грунт.



h – длина сваи, м;



Давление Р в кПа по подошве условного фундамента определяется с учетом веса условного массива:

,



Где A1 – площадь подошвы условного фундамента, м2;

Nd1 – суммарный вес условного массива и нагрузок, приложенных на уровне обреза ростверка, кН.

Nd1=N0+G1+ G2+ G3 .

Здесь N0 – нагрузка, приложенная на уровне обреза ростверка;

G1 – вес ростверка;

G2 – вес свай=4\*(8,3\*0,09)\*25=75;

G3 – вес грунта в объеме выделенного условного массива G3=13\*3+6\*2+11,5\*5+21\*1=129,5.

Nd1=240+29+75+129,5=473,5 кН.



Давление Р от расчетных нагрузок не должно превышать расчетного сопротивления грунта R, то есть необходимо соблюдение условий P<R .

Расчетное сопротивление грунтов R для свайных фундаментов будет представлено в следующей форме:

кПа.



γс1=1,25; γс2=1 ; К=1;

Мγ=0,51; Мq=3,06; Mc=5,66;

Kz=1 т.к. b<10м

С||=100 , т.к. грунт глина

db=2 , глубина подвала – расстояние от уравня планировки до пола подвала (для сооружений с подвалом шириной В≤20м и глубиной более двух метров принимается db=2) .

Удельный вес грунта - γ=ρ×g=10×ρ

γ1=1,3\*10=13,0 кН/м3;

γ2=0,6\*10=6кН/м3;

γ3=18 кН/м3; γ4=21 кН/м3; кН/м3;



кПа



кПа



P=169кПа <R=1139 кПа

Условия выполняются.

**3.4. Вычисление вероятной осадки свайного фундамента.**

Расчет осадки фундамента производится по формуле:

S<Su ,

Где S – конечная осадка отдельного фундамента, определяемая расчетом;

Su – предельная величина деформации основания фундамента зданий и сооружений, принимаемая по СниП 2.02.01-83;

Определим осадку методом послойного суммирования. Расчет начинается с построения эпюр природного и дополнительного давлений.

Ординаты эпюры природного давления грунта:

n

σzg=∑γi⋅hi ,

i=1

где γi – удельный вес грунта i-го слоя, Кн/м3;

hi – толщина слоя грунта, м;

γ=10⋅ρ т/м3.

ρ→по заданию для свайных фундаментов.

кПа



кПа



кПа



кПа



Ординаты эпюры природного давления откладываем влево от оси симметрии.

Дополнительное вертикальное напряжение σzр для любого сечения, расположенного на глубине z от подошвы фундамента, определяется по формуле:

σzр=α⋅P0

где α - коэффициент, принимаемый по табл.1 СниП 2.02.01-83;

P0 – Дополнительное вертикальное давление под подошвой фундамента определяется :



Давление непосредственно под подошвой фундамента:

Расчет осадки отдельного фундамента на основании в виде упругого линейно деформируемого полупространства с условным ограничением величины сжимаемой зоны производится по формуле:



где S – конечная осадка отдельного фундамента, см;

hi – толщина i-го слоя грунта основания, см;

Ei – модуль деформации i-го слоя грунта, кПа;

β - безразмерный коэффициент, равный 0.8;

σzpi – среднее значение дополнительного вертикального нормального напряжения в i-м слое грунта, равное полусумме напряжений на верхней Zi-1 и нижней Zi границах слоя, кПа.



S=0,70см<Su=8см.Условие выполняется.

3.5. Устройство ограждающей стенки.

Расчет козловой системы в качестве ограждения котлована сводиться к определению давления грунта в состоянии покоя на глубине (Н+1м), т.е. примерно на 1м ниже уровня пола подвала (дно котлована):



Это давление полностью воспринимается козловой системой из свай. При этом вертикальные сваи работают на сжатие, а наклонные, - анкерные, на выдергивание. Расчет устойчивости производиться на восприятие опрокидывающего момента на 1 погонный метр ограждения от бокового давления грунта в состоянии покоя и пригрузки на поверхности в 20кПа от веса механизмов(боковое давление от пригрузки – q=20кПа(1-sinϕ).

Опрокидывающий момент по глубине(Н+1) составит:



Усилие в ряду вертикальных свай на 1 погонный метр ограждающей стены равно:



Усилие на погонный метр ряда наклонных свай:



Что бы грунт между сваями не высыпался за счет арочного эффекта, расстояние между вертикальными сваями нужно принять по 0,6м. Анкерные сваи рассчитываем на трение по боковой поверхности:



γcf – коэффициент надежности=1,6. кН, т.к. стойки сваи расположены через 0,6м, то усилие на одну сваю кН.



Несущая способность сваи будет



т.к. свая анкерная работает на растяжение, то дополнительно сваи армируют стержнем ∅10A III. Определим длину корня анкерной сваи исходя из того, что свая работает на трение по боковой поверхности: Fs=γс\*u\*ε\*γcf fi li<Ns 1.60.6281\*36.5\*ts<53.64



Принимаем длину корня ts=2,0м. Тогда несущая способность анкерной сваи: Fs=1.6\*0.628\*1\*(36.5+38)=74кН > 53.6кН. т.к. свая работает на расстояние то её необходимо армировать стержнем, диаметр которого определили из условия:



Принимаем арматуру ∅14 А III с площадью сечения As=1.539 cм2.



3.6. Последовательность выполнения работ на строительной площадке.



В данном курсовом проекте рассматривается два фундамента:



столбчатый на естественном основании и ленточный свайный.



При проектировании столбчатого фундамента на естественном основании проанализировав физико-механические свойства грунтов и построив геолого-литологического разрез по линии 1-3 скважин определили, что после подготовительных работ таких как расчистка строительной площадки от мусора, деревьев и кустов, срезки и удаления растительного слоя производят планировку строительной площадки бульдозером с поворотным отвалом, до отметки 210.000м (от уровня моря). По контуру котлована выполняем приямки для сбора и удаления атмосферных осадков с помощью насосов. Последующий монтаж строительных конструкций таких как фундаменты, колонны, ограждающие конструкции, стропильные фермы и плиты покрытия выполняются бригадами монтажников с использованием монтажных кранов с телескопической стрелой на пневмоколесном ходу. Обратную подсыпку выполняют бульдозерами и последующую уплотнение грунта вибро-площадкой в частности в рассматриваемом варианте – песок плотности ρ=1,0 т/м3.



По данным физико-механических свойств грунтов( вариант свайного фундамента). Мы сделали вывод, что верхние слои грунта не могут не смогут воспринимать нагрузку от тяжелой техники. Для монтажа конструкций рекомендуется выполнять строительство в зимний период времени, или если это невозможно то рекомендуется выполнить песчаную подсыпку, по ней ж/б плиты. Забивку свай выполняют с помощью трубчатого дизель-молота марки С-859. После проверки действительного отказа сваи выполняется ж/б ростверк по всем требованиям расчетов и последующее возведение кирпичных стен. Обратную подсыпку выполняют бульдозерами и последующую уплотнение грунта катками.

