**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ**

**Кафедра сельского строительства и обустройства территорий.**

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

**ТЕМА: «ФУНДАМЕНТ ПОД ОПОРУ МОСТА»**

Выполнил: Дябкин А. А.

1 гр. 3 к. МСФ

Проверил: Кумачев В.И.

**Горки 2008**

**Содержание расчётно-пояснительной записки**

Введение

1. ФУНДАМЕНТ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

1.1 Определение вида грунтов, слагающих площадку строительства, и оценка их физико-механических свойств

1.2 Выбор глубины заложения подошвы фундамента

1.3 Подсчет нагрузок, действующих на фундамент

1.4 Выбор типа фундамента

1.4.1 Проверка принятых размеров фундамента

1.4.2 Проектируют поперечный профиль бетонного фундамента

1.5 Построение эпюр распределения напряжений ниже подошвы фундамента и определение сжимаемой (активной) толщи грунта

1.6 Вычисление осадки фундамента

1.7. Вычисление устойчивости фундамента на сдвиг и опрокидывание

2. СВАЙНЫЙ ФУНДАМЕНТ

2.1 Основные положения по расчету и проектированию свайных фундаментов

2.2 Выбор глубины заложения подошвы свайного ростверка и назначение его размеров

2.3 Расчёт и конструирование свайного фундамента

2.3.1 Выбор типа и марки сваи

2.3.2 Определение несущей способности одиночной сваи при вертикальной нагрузке

2.3.3 Определение количества свай и их размещение в плане

2.3.4 Проверка степени нагруженности свай

2.3.5 Определение отказа сваи

2.4 Расчёт основания свайного фундамента по деформациям

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОТЛОВАНА

Литература

**Введение**

Для разработки курсового проекта по основаниям и фундаментам предусматривается следующий тип сооружения -мост балочного типа .

В зависимости от геологических условий строительной площадки курсовой проект разрабатывается в двух вариантах:

1-й – фундамент мелкого заложения на естественном или искусственном основании при наличии прочных грунтов;

2-й – свайный фундамент при наличии слабых грунтов на площадке строительства.

Исходными данными для выполнения курсового проекта являются:

1. Грунтовые условия строительной площадки, представленные буровыми колонками с характеристикой физических и механических свойств грунтов, полученных по результатам лабораторных испытаний.
2. Схема несущей части сооружения (общий вид, планы и разрезы) со всеми необходимыми для выполнения проекта размерами, с указанием района строительства.

Выполнение варианта фундаментов мелкого заложения рекомендуется производить в следующей последовательности: определить виды грунтов, слагающих площадку строительства, и оценить их физико-механические свойства; выбрать глубину заложения фундаментов и определить соответственно расчетные давления или условные расчетные сопротивления оснований; произвести расчет нагрузок, действующих на фундаменты; выбрать тип фундамента и определить его размеры исходя из уточненного расчетного давления; построить эпюры распределения напряжений ниже подошвы фундамента и определить сжимаемую (активную) зону грунта; вычислить вероятную осадку фундамента, рассчитать (если требуется) устойчивость фундамента на сдвиг и опрокидывание; наметить схему и порядок производства работ по устройству) фундаментов и произвести основные расчеты, связанные с креплением котлованов, устройством шпунтовых стенок, водопонижением и т.д.; выполнить рабочие чертежи фундаментов и показать схему производства работ.

Расчет свайного фундамента выполняется в следующем порядке: исходя из геологических условий площадки строительства выбрать тип, сечение и длину сваи; определить расчетную нагрузку, допускаемую на сваю; вычислить количество свай, распределить их в плане, установить размеры ростверка; назначить сечение ростверка и произвести его расчет; проверить усилие в сваях, определить отказ сваи; вычислить осадку свайного фундамента; выполнить рабочие чертежи фундаментов.

**1.Фундамент мелкого заложения**

**1.1 Определение вида грунтов, слагающих площадку строительства, и оценка их физико-механических свойств**

Для каждого из пластов, которые были вскрыты тремя скважинами, должны быть определены наименования грунтов и их расчетные характеристики. В соответствии со СНиП определяется вид песчаного грунта по гранулометрическому составу, а вид глинистого грунта – по числу пластичности.



Затем по данным лабораторных испытаний грунтов необходимо подсчитать следующие грунтовые характеристики, необходимые для расчета оснований:

1. Объемную массу скелета грунта



2. Коэффициент пористости грунта



3. Степень влажности



При расположении песчаного грунта ниже УГВ значение G не вычисляется, а принимается равным 1;

4. Показатель консистенции для глинистых грунтов



Консистенция глинистых грунтов классифицируется в соответствии с СНиП;

5. Необходимо еще установить, не является ли рассматриваемый глинистый грунт просадочным или набухающим.



К набухающим относятся глинистые грунты, для которых П 0,3. Здесь  *-* коэффициент пористости грунта, соответствующий влажности на границе текучести.



Обозначения в приведенных выше формулах:

*-* объемная масса твердых частиц грунта, т/м3;



- объемная масса воды, равная 1 т/м3 ;



- объемная масса грунта, т/м3;



*W* - природная массовая влажность в долях единицы:

*WL* - предел текучести;

*Wр* - предел раскатывания.

Песчаные грунты подразделяются по степени влажности G на маловлажные, если степень влажности G<0,5; влажные, если 0.5<G <0.8; насыщенные водой, если G>0,8.

По плотности сложения песчаные грунты разделяются на плотные, средней плотности и рыхлые, в зависимости от величины коэффициентов пористости е [1, приложение 4, табл. 2 ] .

По таблицам СНиП устанавливается условное расчетное давление на грунты основания R в мПа.

Полученные данные о свойствах грунтов заносим в таблицу 1.1.

*Таблица 1.1.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № пласта | 1 | 2 | 3 |
| Объёмная масса , т/м3 | 2,72 | 2,63 | 2,72 |
| Объёмная масса , т/м3 | 2,07 | 2,04 | 2,15 |
| Естественная влажность W, % | 16 | 13 | 8 |
| Степень влажности G | 0,829 | 0,74814 | 0,595 |
| Число пластичности | 0,06 | 0,07 | 0,16 |
| Консистенция | 0,5 | 0 | -0,938 |
| Коэф. пористости е | 0,525 | 0,457 | 0,366 |
|  | -0,052 | 0,047 | 1,899 |
| Наименование грунта и его физические свойства | Супесь пластичный непросадочный ненабухающий. | Супесь пластичный просадочный ненабухающий | Суглинок твёрдый просадочный набухающий |
| Угол трения | 27 | 25 | 14 |
| Удельное сцепление С, МПа | 0,017 | 0,023 | 0,213 |
| Расчётное давление R0, МПа | 0,3 | 0,3 | 0,3 |

**1.2 Выбор глубины заложения подошвы фундамента**

Глубина заложения подошвы фундамента зависит от ряда факторов и определяется с учетом:

а) геологических и гидрогеологических условий, места расположения сооружения;

б) глубины промерзания и способности грунтов основания к пучению при промерзании;

в) взаимовлияния фундаментов соседних сооружений и закладываемого фундамента сооружения:

г) условий размыва грунтов оснований:

д) величины и способов приложения нагрузок, которые действуют на основание.

Глубина промерзания грунтов в зависимости от района строительства принимается по карте, которая приводится в учебниках и справочной литературе.

При отсутствии размыва во все грунты, за исключением скальных, массивные фундаменты заглубляются не менее 1.0 м от поверхности грунта. Заглубление фундаментов при возможности размыва грунта принимается в соответствии с требованиями СНиП.

Не рекомендуется закладывать фундаменты мостовых опор на глинистых и суглинистых при I*L* > 0,6 или использовать их в качества подстилающего слоя.

Глубина заложения подошвы фундамента из условий возможного пучения грунтов основания в соответствии с СНиП.

В дальнейшем глубина фундамента может корректироваться при выполнении расчетов осадки, устойчивости и т.д.

hф=1,2м.

**1.3 Подсчет нагрузок, действующих на фундамент**

Нагрузки, которые действуют на конструкции сооружений в гидротехническом строительстве, подразделяются на постоянные и временные (длительно действующие, кратковременные и особые). Постоянные нагрузки включают собственный вес конструкции, давление от веса грунта и воды, длительные нагрузки - вес оборудования, емкостей и жидкости в них, горизонтальная нагрузка от льда, а кратковременные нагрузки - давление ветра, нагрузки от транспорта, веса людей.

Рассмотрим схему фундамента рис.1.3.

**а) б)**

**G1**

**Т**

**Rл**

**G2**

**Т G1, G2, NАрх, Gф**

**NАрх**

**GФ**

**Rл**

**Рис1.3.1** Схема нагрузок, действующих на фундамент. а) Фронтальная проекция, б) плановая проекция.

Общая нагрузка действующая на уровне поверхности земли:



Где:

- нагрузка от веса конструкции моста.



- нагрузка от веса колонны.



- нагрузка от фундамента.



- выталкивающая нагрузка (сила Архимеда).



- нагрузка от воздействия льда.



- по условию.



1) Нагрузка от веса конструкции моста:



2) Нагрузка от веса колонны:



где V=V1+ V2+ V3+ V4=4,16+2,66+46,02+5,88=58,81м3



3) Выталкивающая нагрузка (сила Архимеда):



4) Нагрузка от воздействия льда:



Табл.1.3 Виды нагрузок, действующих на фундамент

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование нагрузки | Нормативная нагрузка | Расчетная нагрузка | |
| Коэффициент перегрузки-0,8 | Коэффициент перегрузки-1,1 |
| 1 | Вес от конструкции моста | 5600 | 4480 | 6160 |
| 2 | Нагрузка от веса колоны | 1442,32 | 1153,8 | 1586,54 |
| 3 | Сила Архимеда | 211,31 | 169,05 | 232,44 |
| 4 | Нагрузка от действия льда | 636 | 508,08 | 699,6 |
| 5 | Тормозная нагрузка | 40 | 32 | 44 |

**1.4 Выбор типа фундамента**

При проектировании оснований и фундаментов всегда можно предложить ряд вариантов конструктивных решений.

На основе технико-экономических сравнений следует выбрать наиболее экономичный вариант. При этом система основания и принятые размеры подошвы фундамента должны удовлетворять следующим требованиям:

а) среднее давление по подошве не должно превышать расчетного сопротивления грунта;

б) краевое давление не должно превосходить 1.2 расчетного сопротивления грунта;

в) деформации основания не более предельных величин;

г) основание устойчиво;

д) фундамент имеет необходимую прочность.

Для выполнения этих требований рекомендуется следующий порядок расчета:

1. Назначив глубину заложения подошвы фундамента и определив вид и состояние грунта основания, устанавливают условное расчетное давление по СНиП;

2. Определяют площадь подошвы фундамента любой формы в плане при центральной нагрузке по формуле

*F=*.



где *N* - нормативная нагрузка на фундамент в уровне поверхности земли, кН;



*R*0 - условное давление на грунт основания. кПа;

- средняя объёмная масса фундамента и грунта над его уступами, т/м3.



*h* - глубина заложения фундамента, м.



*F=.*



Приняв отношение сторон подошвы фундамента равным отношению сторон стойки , получим =*2.15 м* ,



тогда *м.*



Принимаем размеры фундамента *b=2,15м, l=12,9м.*

3. После ориентировочного определения площади подошвы фундамента производится подсчет уточненных нагрузок на основание:

*∑N=∑N+Q*.



где *Q -* вес фундаментной подушки, кН.



Q= G-NФАрх=*814,38-518,07=218,93кН*



*G=V*



*Vф.п.= F \* hф=27,7\*1,2= 33,24 м3*.



*∑N=7507,01+296,31=7803,32* *кН*



4. По принятым размерам и установленной глубине заложения подошвы фундамента определяется расчетное давление по формуле СНиП

*R***=**.



где *m* и *m* - соответственно коэффициентыусловий работы грунтового основания и сооружения во взаимодействии с основанием, принимаемые по таблице [1, приложения 7];



*k*- коэффициент надежности, принимаемый *k*= 1,0 при использовании характеристик грунтов, полученных по результатам непосредственных испытаний;



*k*=1,1 при использовании характеристик грунтов, полученных косвенно (без непосредственных испытаний, по справочным таблицам).



*А, В, D* - безразмерные коэффициенты, зависящие от величины расчетного значения угла внутреннего трения, принимаемые по таблице [1, прилож. 8];

*b*- меньшая сторона (ширина прямоугольной подошвы фундамента), м;

*h* - глубина заложения фундамента от уровня планировки, м:

- осредненное расчетное значение объемной массы грунта, залегающего выше отметки заложения фундамента, т/м;



- то же, но залегающего ниже подошвы фундамента;



С - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, МПа;

*R****=***



Окончательно площадь фундамента:

*F=.*



Принимаем размеры фундамента *b=2,04 м, l=12,24м.*

**1.4.1 Проверка принятых размеров фундамента**

Напряжения под подошвой фундамента должны удовлетворять условиям:

P<R ; P<1,2R ; P>0.



Напряжения под подошвой фундамента определяются из следующих зависимостей:

для центрально нагруженного фундамента

P=0,001.



P== 0,284MПа < R= 0,316MПа



Необходимое условие выполняется.

Для внецентренно нагруженного фундамента

P=.



P=.



где P, P, P - соответственно среднее, максимальное и минимальное давления на фунт под подошвой фундамента, кПа;



- расчетная нагрузка на уровне обреза фундамента, кН;



Mx, My - расчетные изгибающие моменты, кН·м;

F - площадь подошвы фундамента, м;



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



М,.



M=;



W



W



P==0,432MПа >1.2R=0,395 MПа,



Условие не выполняется, следовательно увеличиваем площадь фундамента.

*l=12.9м*

*b=2.15м*

P==0,387MПа < 1.2R=0,395 MПа P==0,201 MПа > 0.



Необходимые условия выполняются, следовательно, размеры фундамента подобраны верно.

**1.4.2 Проектирование поперечного профиля бетонного фундамента**

При намеченных параметрах фундамента (высоте тела, ширине и длине подошвы) следует на изображении поперечного и продольного сечения показать возможность устройства жесткого фундамента, используя понятие "угол жесткости" . Если при намеченных параметрах, хотя бы в одном сечении, нельзя сделать фундамент жестким, то нужно в разумных пределах изменить намеченные параметры тела фундамента. В частности, уменьшить ширину (или длину) и увеличить длину (или ширину), увеличить глубину заложения, а, следовательно, высоту тела фундамента.



При принятых параметрах фундамент удовлетворяет условию жесткости (рис.1.4.1).

**1.5 Построение эпюр распределения напряжений ниже подошвы фундамента и определение сжимаемой (активной) толщи грунта**

На геологический разрез наносятся контуры сооружения или расчетные сечения фундамента. Затем от оси фундамента влево откладываются ординаты эпюры природного (бытового) давления *Р* в мПа, а вправо - ординаты эпюры дополнительного давления *Рz*.



Значение ординат эпюры природного давления определяется по формуле

*Р=*



где - объемная масса грунта 1-го слоя;



*g* -ускорение силы тяжести;

*h* - толщина слоя фунта, м.



Величина бытового давления определяется на границе каждого слоя грунта. Если в пределах выделенной толщи залегает горизонт грунтовых вод, то объемный вес грунтов определяется с учетом гидростатического взвешивания:



где - плотность твердых частиц грунта;



*g* - ускорение силы тяжести;

*е* - коэффициент пористости грунта.

Для построения эпюры дополнительного давления *Рz*, толщина грунта ниже подошвы фундамента в пределах глубины, приблизительно равной трехкратной ширине фундамента, разбивается на ряд слоев мощностью не более *0,4b* (обычно *0.2b*). Дополнительное давление *PZ0* непосредственно под подошвой фундамента определится как разность между средним давлением по оси фундамента и природным давлением на том же уровне:

*P=P- P*



Дополнительное давление *P* для любого сечения, расположенного на глубине z ниже подошвы фундамента, вычисляется по формуле



*P=*,



где- коэффициент рассеивания, определяемый по таблице СНиП в зависимости от *n=l/b*, где *l* и *b* - соответственно длина и ширина фундамента.



Построив эпюры бытового и дополнительного давлений, определяют нижнюю границу сжимаемой (активной) зоны грунта, находящегося ниже подошвы фундамента в точке, где *Рz* = *0,2* *Рбz*.

Рассчитаем бытовое и дополнительное давления :

Pбz0=0 кПа;

Pбz1= ρ1\*g\*h1= γвз\* h1=16,82\*1,2=20,19 кПа;

γвз= ;



Pбz1= ρ\*g\*h +Pбz1== 2,07\*9,81\*5+20,19=121,62 кПа;

Pбz2= ρ2\*g\*h2+Pбz1=2,04\*9,81\*4+121,62=201,59 кПа;

Pбz3= ρ3\*g\*h3+Pбz3=2,15\*9,81\*10+201,59=412,29 кПа;

Pz0=270,52-20,19=250,33 кПа;

Pz1=250,33 \*0,929=232,55 кПа;

Pz2=250,33 \*0,667=166,97 кПа;

Pz3=250,33 \*0,507=127,04 кПа;

Pz4=250,33 \*0,385=96,37кПа;

Pz5=250,33 \*0,315=78,85 кПа;

Pz6=250,33\*0,250=62,58 кПа;

Pz7=250,33\*0,208=52,07 кПа;

Pz Pz8=250,33\*0,172=43,05 кПа.

По вычисленным значениям строим эпюры бытового и дополнительного давлений (рис.1.5.1)

По эпюре определяем нижнюю границу сжимаемой (активной) зоны грунта: Нсж=6,9м .

**1.6 Вычисление осадки фундамента**

Основным методом определения полной (конечной) осадки фундаментов является метод послойного суммирования. По этому методу осадка каждого элементарного слоя, выделенного ниже подошвы фундамента, определяется по формуле



где *S* - конечная осадка отдельного фундамента, см;

*hi*, - толщина *i*-ro слоя грунта основания, см;

*аo* - показатель относительной сжимаемости, МПа.

- среднее вертикальное давление для *i*-го слоя, МПа.



Для определения " *аo*" в приложении даны результаты испытания грунтов на сжимаемость. По данным задания следует построить компрессионные кривые для каждого из трёх грунтов площадки строительства в соответствующем масштабе.



Давление , (в МПа) принимается равным бытовому давлению в середине рассматриваемого пласта грунта, давление - равным сумме бытового и дополнительного давления в середине того же пласта.



Расчет конечной осадки фундамента удобно выполнять в табличной форме (табл. 1.6.).

Задача расчета по второму предельному состоянию (по деформациям) сводится к удовлетворению условия



где *S –* расчетная величина деформации основания;

*-* предельная величина деформации основания, принимаемая согласно СНиП, которая не должна превышать , где *L* – длинна пролёта моста.



Расчет осадки грунта приведен в таблице 1.6.

*Таблица 1.6.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | *hi,* см*.* | e1, | e2 |  |  | , МПа. |  |  | | S*i*, см. | |
| МПа. | | | |  |  |  | |
| 1 | 80 | 0,595 | 0,562 | 0,032 | 0,276 | 0,154 | 0,13 | 0,08 | | 0,985 | |
| 2 | 80 | 0,578 | 0,563 | 0,052 | 0,25 | 0,151 | 0,074 | 0,048 | | 0,579 | |
| 3 | 80 | 0,574 | 0,565 | 0,074 | 0,21 | 0,142 | 0,066 | 0,043 | | 0,488 | |
| 4 | 80 | 0,571 | 0,565 | 0,094 | 0,204 | 0,149 | 0,054 | 0,035 | | 0,417 | |
| 5 | 80 | 0,568 | 0,566 | 0,114 | 0,201 | 0,157 | 0,023 | 0,015 | | 0,188 | |
| 6 | 80 | 0,568 | 0,566 | 0,132 | 0,20 | 0,166 | 0,029 | 0,019 | | 0,252 | |
| 7 | 80 | 0,568 | 0,566 | 0,148 | 0,202 | 0,175 | 0,037 | 0,024 | | 0,336 | |
| 8 | 80 | 0,567 | 0,565 | 0,164 | 0,21 | 0,187 | 0,043 | 0,028 | | 0,418 | |
|  | | 3,663 | |

Проверим допустима ли полученная осадка.

В нашем случае:



Значение осадки не превышает допустимое.

**1.7 Вычисление устойчивости фундамента на сдвиг и опрокидывание**

Завершающим этапом расчета является проверка устойчивости фундамента против опрокидывания и сдвига (плоского и глубокого) от воздействия расчетных нагрузок. Расчет устойчивости против опрокидывания производится по формуле:



где, - сумма моментов удерживающих нагрузок , включающих в себя вертикальную нагрузку от пролётов, веса опоры и фундамента, с вычитанием архимедовой силы.



- сумма моментов опрокидывающих сил. В данном случае опрокидывающие силы представлены нагрузкой от торможения и нагрузкой от действия льда.



>



Фундамент устойчив против опрокидывания, т.к. условие устойчивости выполняется.



Фундамент устойчив против опрокидывания, т.к. условие устойчивости выполняется.

Расчет устойчивости против плоского сдвига производится по формуле:



где - сила трения, возникающая при давлении на грунт вертикальных нагрузок.



где Ктр- коэффициент трения, зависящий от угла внутреннего трения грунта, в котором находится фундамент.



- сумма сдвигающих горизонтальных сил, действующих на фундамент. В данном случае на фундамент действует одновременно 2 горизонтальные нагрузки Т и R. Поэтому необходимо определить их геометрическую сумму:



Фундамент устойчив против плоского сдвига.

Расчет фундаментов на устойчивость против глубинного сдвига производится по методу кругло-цилиндрических поверхностей скольжения. Для этого через угол подошвы фундамента проводят наиболее вероятную дугу кривой скольжения, затем полученную призму грунта разбивают на ряд отсеков, имеющих в полученном вертикальном сечении вид простых фигур: треугольников, трапеций. После этого находят вес каждого отсека и сносят векторы веса на кривую скольжения. Разложив каждый из этих векторов на составляющие: нормальную и касательную, определяют силы трения. Аналогично поступают и с вектором веса сооружения.

Затем определяют силы сцепления как произведение длины дуги L в глинистом грунте на величину сцепления С.

Получив значение сил, действующих на систему "грунт-сооружение", составляют выражение условия устойчивости по формуле

*К= 1,5,*



где *М* - момент сил, удерживающих систему против сдвига;



*М*- момент сил, сдвигающих систему "грунт-сооружение".



Устойчивость сооружения против глубокою сдвига считается обеспеченной, если при наиболее невыгодной поверхности скольжения соблюдается условие К1,5. Для этого задаются другими положениями поверхностей скольжения, проводя из новых центров О, О дуги, проходящие на чертеже через угол подошвы фундамента.



Проводим дугу поверхности скольжения с центра О1 :

Таблица 1.1.7 Определение веса отсеков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № отсека | Объём, м3 | Об. Масса грунта | Вес отсека, кН |
| 1 | 1,35 | 2,07 | 27,41 |
| 2 | 4,0 | 2,07 | 81,22 |
| 3 | 4,94 | 2,07 | 100,3 |
| 4 | 5,04 | 2,07 | 102,34 |
| 5 | 5,2 | 2,07 | 105,59 |
| 6 | 1,32 | 2,07 | 26,80 |
| 7 | 0,84 | 2,07 | 17,05 |

Таблица 1.7.2 Определение сил

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № отсека | , kH |  | cos | , kH | sin | , kH | , кН |
| 1 | 27,41 | 40 | 0,766 | 20,996 | 0,642 | - 17,59 | 10,69 |
| 2 | 81,22 | 26 | 0,898 | 72,935 | 0,422 | - 34,27 | 37,162 |
| 3 | 100,3 | 15 | 0,965 | 96,789 | 0,258 | - 25,88 | 46,316 |
| 4 | 102,34 | 1 | 0,999 | 102,237 | 0,017 | - 1,739 | 52,092 |
| 5 | 105,59 | 13 | 0,974 | 102,84 | 0,224 | 23,652 | 52,399 |
| 6 | 26,80 | 26 | 0,898 | 24,066 | 0,438 | 11,738 | 12,262 |
| 7 | 17,05 | 39 | 0,777 | 13,247 | 0,629 | 10,72 | 6,749 |
|  |  |  |  |  |  | 33,38 | 220,67 |

*М=*·*R+=220,67\*9+0,017\*14,8=1986,28 кНм;*



*М*=∑·*R+=33,377\*9+636\*1,5=1254,393кН·м,*



*К1=>* 1,5.



В первом случае условие устойчивости фундамента против глубинного сдвига выполняется.

Схема к расчету фундамента на глубинный сдвиг изображена на рис.1.7.1

Проводим дугу поверхности скольжения с центра О2 :

Таблица 1.7.3 Определение веса отсеков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № отсека | Объём, м3 | Об. Масса грунта | Вес отсека, кН |
| 1 | 2,2 | 2,07 | 44,67 |
| 2 | 5 | 2,07 | 101,53 |
| 3 | 6,6 | 2,07 | 134,02 |
| 4 | 9,25 | 2,07 | 187,83 |
| 5 | 8,875 | 2,07 | 180,22 |
| 6 | 5,6 | 2,07 | 113,82 |
| 7 | 1,65 | 2,07 | 33,51 |
| 8 | 0,66 | 2,07 | 13,40 |

Таблица 1.7.4Определение сил

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № отсека | , kH |  | cos | , kH | sin | , kH | , кН |
| 1 | 44,67 | 35 | 0,777 | 34,71 | 0,573 | - 22,59 | 17,68 |
| 2 | 101,53 | 29 | 0,874 | 88,74 | 0,485 | - 49,24 | 45,21 |
| 3 | 134,02 | 15 | 0,966 | 129,46 | 0,259 | - 34,71 | 65,96 |
| 4 | 187,83 | 1 | 0,999 | 187,64 | 0,017 | - 3,19 | 95,61 |
| 5 | 180,22 | 10 | 0,985 | 177,52 | 0,173 | 31,18 | 90,45 |
| 6 | 113,82 | 22 | 0,927 | 105,51 | 0,374 | 42,57 | 53,76 |
| 7 | 33,51 | 31 | 0,857 | 28,72 | 0,515 | 17,26 | 14,63 |
| 8 | 13,40 | 47 | 0,682 | 9,14 | 0,731 | 9,79 | 4,65 |
|  |  |  |  |  |  | 8,93 | 478,4 |



*М=*·*R+=478,4\*10,9+19,1\*0,017=5214,56 кНм;*



*М*=∑·*R+=8,93\*10,9+636\*2,4=1623,74кН·м,*



*К=>* 1,5.



Во втором случае условие устойчивости фундамента против глубинного сдвига выполняется.

Схема к расчету фундамента на глубинный сдвиг изображена на рис.1.7.2.

**2.СВАЙНЫЙ ФУНДАМЕНТ**

**2.1 Основные положения по расчету и проектированию свайных фундаментов**

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

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

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

Расчет по несущей способности производится на усилия от расчетных нагрузок. Этому расчету подлежат: по прочности - все виды свай и ростверков; по устойчивости - основания, подвергающиеся регулярно действующим горизонтальным нагрузкам, а также основания зданий и сооружений, расположенных на откосах, и оснований свайных фундаментов из свай-стоек.

Расчет по деформациям оснований свайных фундаментов из висячих свай производится на усилия от нормативных нагрузок с учетом нормативных характеристик грунтов.

**2.2 Выбор глубины заложения подошвы свайного ростверка и назначение его размеров**

Глубина заложения подошвы плиты свайного ростверка назначается в зависимости от инженерно-геологической обстановки строительной площадки:

а) в крупнообломочных грунтах, песках крупных и средней крупности - на любом уровне, если эти грунты простираются ниже глубины промерзания и напорные грунтовые воды отсутствуют;

б) в глинистых и суглинистых, а также мелких и пылеватых песчаных грунтах - вне пределов промерзания с запасом не менее 0,25 м;

в) в русле реки - на любом уровне (в том числе выше дна русла реки) при отсутствии промерзания воды до дна, но не менее чем на L = 0,25 м ниже уровня низкого ледостава, где L - толщина льда, м.

Примем глубину заложения подошвы свайного ростверка равную 2 м,назначим его размеры *1=1,5м* и *Ь=1,5м.*

**2.3 Расчёт и конструирование свайного фундамента**

При расчете висячих свай считается, что передаваемая на сваи нагрузка уравновешивается сопротивлением груша под нижним концом сваи и силами трения грунта по ее боковой поверхности. Прежде всего необходимо выбрать тип сваи, назначить длину и размеры поперечного сечения сваи.

**2.3.1 Выбор типа и марки сваи**

Длину сваи назначают такой, чтобы ее острие было заглублено в плотный несущий слой грунта не менее: в мелкозернистые пески и супеси - 2,0 м, в пески средней крупности, твердые глины и суглинки -1,0, в крупнозернистые гравелистые пески и галечники - 0,5 м.

Полная длина свай определяется как сумма:

*l*



где *l*- глубина заделки сваи в ростверк;



*1* - расстояние от подошвы плиты до кровли несущего слоя;



*I н.сл.*- заглубление в несущий слой.



Схема расчёта длины сваи изображена на рис.2. 3.1.

Рекомендуется применять железобетонные сваи квадратного сечения размером 300x300 мм.

Примем марку сваи С 10 - 30. Длина сваи 10 м, продольная арматура 4 диаметром 12, поперечное сечение 30x30 см, масса 2,29 т.

**2.3.2 Определение несущей способности одиночной сваи при вертикальной нагрузке**

Несущая способность (в кН) забивной висячей сваи определяется как сумма сопротивлений грунтов основания под нижним концом сваи и по боковой ее поверхности по формуле:



где  *-* площадь опирания сваи на грунт (в м2 ), принимаемая по площади ее поперечного сечения;



*-* расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, (в МПа);



*u* - периметр поперечного сечения сваи, (в м);

- коэффициент трения *i*-гo слоя грунта основания по боковой поверхности сваи, МПа;



*hi*, - толщина *i*-го слоя грунта, (в м).

Если на какой-то глубине залегает слой торфа, то сопротивление грунтов по боковой поверхности сваи и пределах этого слоя принимается равным нулю.



**2.3.3 Определение количества свай и их размещение в плане**

Количество свай n в свайном фундаменте определяют по формуле



Примем исходя из условий устойчивости 6 свай и расположим по углам свайного ростверка 4 и 2 в центре.

**2.3.4 Проверка степени нагруженности свай**

Проверка несущей способности свайного фундамента производится из условия, чтобы фактическая расчетная нагрузка N (в кН) на сваю не превышала допускаемой расчетной нагрузки.

Для внецентренно нагруженного свайного фундамента определяют максимальную и минимальную нагрузку на сваю в кусте при действии нормальной силы и изгибающих моментов, действующих в двух взаимно перпендикулярных направлениях, т.е.

±±



где *N* - фактическая расчетная нагрузка на одну сваю, кН;

- расчетная нагрузка, приложенная на уровне обреза фундамента, кН;



*Р* - расчетная нагрузка от веса ростверка и грунта на его обрезах, кН;



- количество свай в фундаменте;



*Р* - расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, кН.

*М х* и *Му* - расчетные моменты относительно главных осей х и у плана свай в плоскости полошвы свайного ростверка., кН·м;

х и у - расстояние от главных осей свайного фундамента до оси каждой сваи, м;



х и у - расстояние от главных осей свайною фундамента до оси наиболее удаленной сваи, для которой вычисляется нормальная нагрузка, м.

При действии момента только в одном направлении, т.е. в нашем случае, формула превращается в одночленную.



Нагрузка на сваю не выходит из допустимых пределов.

**2.3.5 Определение отказа сваи**

Далее необходимо определить отказ сваи (погружение сваи от одного удара в конце забивки), необходимый для контроля несущей способности свай. Отказ определяют по формуле профессора Н.М. Герсеванова:



Здесь n - коэффициент, принимаемый для железобетонных свай с наголовником *п = 1500 кН/м2,* для деревянных свай без наголовника *п=1000кН/м* ;

*F -* площадь поперечного сечения сваи, м2;

Эр- расчетная энергия удара молота, кДж; Qn - полный вес молола, кН;

е2 - коэффициент восстановления удара, е2 =0,2:

q - вес сваи с наголовником, кН;

qx - масса подбабка, кН;

Рсв - несущая способность сваи, определяемая по ранее приведенной формуле, кН.

Для трубчатых дизель-молотов эр=0,9 Q Н, где Q - масса ударной части молота, кН; Н - расчетная высота падения ударной части молота, м.

При подборе сваебойного агрегата необходимо выдерживать следующие соотношения между массой ударной части молота Q и массой сваи q.

Примем дизель молот С-945: Qn =25 кН, H=5m,

эР =0,9QH = 0,9.25.5 =112,5 кДж.



Отказ сваи равен 4,73 см.

**2.3.6 Проверка свайного фундамента на устойчивость при действии горизонтальных нагрузок**

Проверка свайного фундамента при низком ростверке на действие горизонтальных сил производится по формуле :

≤ m , (3.8)



где ∑ T- сумма состовляющих всех сил ,параллельных подошве ростверка;



n – число свай в фундаменте;

m – коэффициент условий работы , m = 0,54;

Pr – допустимая горизонтальная нагрузка на сваю (т); Pr = 2,5 т.[1]

< 0,54



Проверка свайного фундамента при низком ростверке на действие горизонтальных сил выполняется.

**2.4 Расчёт основания свайного фундамента по деформациям**

Расчет осадки свайного фундамента по методу послойного суммирования производится так же, как и фундамента мелкого заложения.

Если расстояние между осями свай >6d или число продольных рядов свай не более 3-х, а отношение сторон ростверка в плане более 5, то осадка свайного фундамента принимается равной осадке одиночной сваи по результатам статических испытаний в тех же грунтовых условиях и расчет осадки не производится.

В нашем случае

S=2,8 cm< =5,38 cм.



Значение осадки не превышает допустимого.

**2.5 Проектирование котлована**

Проектирование котлована под фундаменты неглубокого заложения включает его горизонтальную и вертикальную привязку к местности, установление размеров котлована понизу и поверху, составление плана с указанием размеров основных осей, абсолютных отметок дна и бровок, назначение уклона и размеров откосов, берм и подъездных путей, конструкции крепления стенок котлована.

При устройстве котлована на местности, не покрытой водой, выполняют следующие виды работ: разбивку котлована и фундамента на местности, разработку и транспортировку грунта, крепление стен котлована и его осушение, подготовку основания, кладку фундамента и его гидроизоляцию, засыпку пазух грунтом, планировку местности и устройство отмостки.

При производстве работ необходимо предусматривать и выполнять мероприятия по предотвращению затопления котлована поверхностными и подтопления грунтовыми водами, нарушения природного сложения грунтов дна котлована, случайного повреждения имеющихся на участке действующих подземных инженерных коммуникаций, промерзания грунтов зимой, по обеспечению безопасности расположенных рядом с котлованом строений и работающих на бровках механизмов.

Перед началом работ по возведению фундамента и нулевого цикла осуществляется приемка котлована и грунтов основания, что оформляется специальным актом на скрытые работы в присутствии заказчика, проектировщиков, производителя работ и других заинтересованных организаций.

Разбивка котлована заключается в переносе на строительную площадку главных осей фундаментов или сооружения, контура котлована поверху и его ограждений (горизонтальная разбивка), а также в определении вертикальных отметок основных частей и элементов фундаментов (вертикальная разбивка).

Горизонтальную разбивку выполняют геодезическими угломерными инструментами с привязкой к реперным или другим заранее закрепленным на местности знакам (например, к городским квартальным красным линиям), указанным в проекте. Положение на строительном участке главных осей сооружений закрепляют створными столбиками. Так, главную продольную ось акведука или моста закрепляют четырьмя створными знаками, по два на каждом берегу. Затем приступают к разбивке второстепенных, поперечных осей опор этих сооружений. После закрепления всех осей детально разбивают котлованы, их крепления и фундаменты каждой опоры.

Для закрепления на время производства работ выполненной на местности разбивки фундамента вокруг него на расстоянии не менее 2-х м от границ будущего котлована (чтобы не мешать движению механизмов и складированию материалов) делают строительную обноску. Обноска состоит из чисто оструганных досок, прибитых горизонтально, на ребро на высоте около 1 м к забитым в грунт стойкам. Положение разбивочных осевых и граничных линий фундамента на ребрах обноски закрепляют забивкой гвоздей и пропилами, а на боковой поверхности досок наносят несмываемой краской необходимые пометки. По гвоздям или пропилам па противоположных досках обноски натягивают горизонтальные проволочные расчалки, показывающие плановое расположение соответствующих разбивочных осей, а от них с помощью отвесов определяют в процессе работ правильность пространственного положения фундамента в котловане и ведут разбивку всех частей самого фундамента и надфундаментных конструкций.

Вертикальную разбивку возводимого сооружения проводят нивелировкой, для чего на площадке устраивают один или несколько основных реперов с привязкой к геодезической сети, а также необходимое количество вспомогательных реперов и сторожков. При вертикальной разбивке обычно пользуются условными отметками, отсчитываемыми от условно принятого строительного нуля, абсолютная отметка которого указывается в проекте. Высотное положение строительного нуля нивелиром переносится и отмечается на отдельных столбах обноски.

**Литература**

1 .Основания и фундаменты: методические указания / Белорусская сельскохозяйственная академия; Сост. В.И. Кумачёв, Л. В. Понасенко. Горки, 1999. 44с.

1. Проектирование оснований и фундаментов сооружений гидромелиоративных систем. Н.Н. Фролов. М: Колос, 1983
2. Проектирование фундаментов зданий и промышленных сооружений. Далматов Б.И., Морарескул Н.Н., Иовчук А.Г., Науменко В.Г. М.: Высшая школа, 1969.