**ЗАДАНИЕ 3.** **Определить «полезное» расчетное**

**сопротивление сваи по грунту**

Вид свай и тип свайного фундамента выбирают в зависимости от

назначения, конструктивных и технологических особенностей сооружения и условий его эксплуатации, расчетных нагрузок, действующих на фундаменты, инженерно-геологических условий, метода погружения свай, технико-экономических показателей, местных условий строительства. В задаче при относительно небольших нагрузках и существующих инженерно-геологических условиях наиболее целесообразны забивные сваи. Длина свай назначается исходя из инженерно-геологических условий. Нижний конец свай должен погружаться в грунт с достаточно высоким расчетным сопротивлением

*Требуется:* определить длину сваи; определить расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи и расчетное сопротивление *i*-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, определить несущую способность висячей забивной сваи; расчетное сопротивление сваи по грунту; «полезное» расчетное сопротивление сваи по грунту.

*Исходные данные.* Грунтовые условия принимаются по задаче 1;

конструктивные особенности и глубина заложения ростверка по задаче 2; сваи в задаче принимаются железобетонные, призматические, сплошного сечения, с размерами поперечного сечения 0,30х0,30 м. Погружение свай с помощью дизельного молота.

Схема к расчету приведена на рис. 3.1.



Рис.3.1 Схема к определению несущей способности сваи

***Методические указания к выполнению задания***

1. Определение длины сваи.

Минимальная длина сваи *Lсв* должна быть достаточной для того, что­бы прорезать слабые грунты основания с заглублением на минимальную ве­личину *∆h* в несущий слой (рис. 5).

*Lсв=h1+h2+Δh+0,05-d* (3.1)

где *Lсв* – длина сваи, принимается кратно 1м; *hi*– мощности слоев грунтового основания; 0,05м – заделка сваи в ростверк; *d* – глубина заложения ростверка, м; значение *∆h*  принимается с учетом заделки сваи в несущий слой грунта, как правило, нижний конец свай следует заглублять в прочные грунты, прорезая более слабые напластования грунтов, при этом заглубление забивных свай *∆h* в грунты, принятые за основание, должно быть: в крупнообломочные, гравелистые, крупные песчаные и глинистые грунты с показателем текучести *IL ≤* 0,1 –не менее 0,5 м, в другие дисперсные грунты –не менее 1,0 м[7].

Несущая способность сваи определяется по формуле [7]

, (3.2)

где  – коэффициент условия работы сваи в грунте;

*R –* расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, принимаемое по табл. 14 [7];

Таблица 3.1

**Расчетные сопротивления под нижним концом забивных свай и**

**свай-оболочек** (извлечение из СП 24.13330-2011[7])

| Глубина погружения нижнего конца сваи, м | Расчетные сопротивления под нижним концом забивных свай и свай-оболочек,  погружаемых без выемки грунта, *R,* кПа | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| песчаных грунтов средней плотности | | | | | | |
| гравелистых | крупных | - | средней крупности | мелких | пылеватых | - |
| пылевато-глинистых грунтов при показателе текучести *lL*, равном | | | | | | |
| 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 3 | 7500 | 6600  4000 | 3000 | 3100  2000 | 2000  1200 | 1100 | 600 |
| 4 | 8300 | 6800  5100 | 3800 | 3200  2500 | 2100  1600 | 1250 | 700 |
| 5 | 8800 | 7000  6200 | 4000 | 3400  2800 | 2200  2000 | 1300 | 800 |
| 7 | 9700 | 7300  6900 | 4300 | 3700  3300 | 2400  2200 | 1400 | 850 |
| 10 | 10500 | 7700  7300 | 5000 | 4000  3500 | 2600  2400 | 1500 | 900 |
| 15 | 11700 | 8200  7500 | 5600 | 4400  4000 | 2900 | 1650 | 1000 |
| 20 | 12600 | 8500 | 6200 | 4800  4500 | 3200 | 1800 | 1100 |
| 25 | 13400 | 9000 | 6800 | 5200 | 3500 | 1950 | 1200 |
| 30 | 14200 | 9500 | 7400 | 5600 | 3800 | 2100 | 1300 |
| 35 | 15000 | 10000 ) | 8000 | 6000 | 4100 | 2250 | 1400 |
| Примечания: 1. Над чертой даны значения *R* для песчаных грунтов, под чертой - для пылевато-глинистых. | | | | | | | |

*А –* площадь опирания на грунт сваи, м2;

*и –* периметр поперечного сечения сваи, м;

– расчетное сопротивление *i*-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа,принимаемое по табл. 15[7];

*hi* – толщина *i*-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, принимается 1,0 м с учетом естественного залегания слоев основания от подошвы ростверка до конца сваи.

Таблица 3.2

**Расчетные сопротивления на боковой поверхности забивных свай и свай-оболочек *fi*** (извлечение из СП 24.13330-2011[7])

| Средняя глубина расположения слоя грунта, м | Расчетные сопротивления на боковой поверхности забивных свай и свай-оболочек *fi*, кПа | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| песчаных грунтов средней плотности | | | | | | | | |
| крупных и средней крупности | мелких | пылеватых | - | - | - | - | - | - |
| пылевато-глинистых грунтов при показателе текучести *IL* равном | | | | | | | | |
| 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| 1 | 35 | 23 | 15 | 12 | 8 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| 2 | 42 | 30 | 21 | 17 | 12 | 7 | 5 | 4 | 4 |
| 3 | 48 | 35 | 25 | 20 | 14 | 8 | 7 | 6 | 5 |
| 4 | 53 | 38 | 27 | 22 | 16 | 9 | 8 | 7 | 5 |
| 5 | 56 | 40 | 29 | 24 | 17 | 10 | 8 | 7 | 6 |
| 6 | 58 | 42 | 31 | 25 | 18 | 10 | 8 | 7 | 6 |
| 8 | 62 | 44 | 33 | 26 | 19 | 10 | 8 | 7 | 6 |
| 10 | 65 | 46 | 34 | 27 | 19 | 10 | 8 | 7 | 6 |
| 15 | 72 | 51 | 38 | 28 | 20 | 11 | 8 | 7 | 6 |
| 20 | 79 | 56 | 41 | 30 | 20 | 12 | 8 | 7 | 6 |
| 25 | 86 | 61 | 44 | 32 | 20 | 12 | 8 | 7 | 6 |
| 30 | 93 | 66 | 47 | 34 | 21 | 12 | 9 | 8 | 7 |
| 35 | 100 | 70 | 50 | 36 | 22 | 13 | 9 | 8 | 7 |

 и – коэффициенты условия работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, принимаемые по табл. 16 [7].

Таблица 3.3

**Коэффициенты условий работы грунта** (извлечение из СП 24.13330-2011[7])

| Способы погружения забивных свай и свай-оболочек, погружаемых без выемки грунта, и виды грунтов | Коэффициенты условий работы грунта при расчете несущей способности свай | |
| --- | --- | --- |
| под нижним концом *γcR* | на боковой поверхности *γcf* |
| Погружение сплошных и полых с закрытым  нижним концом свай механическими (подвесными), папаровоздушными и дизельными молотами | 1,0 | 1,0 |

Расчет силы трения по боковой поверхности сваи рекомендуется проводить в табличной форме (табл. 17).

Таблица 3.4

**Расчет силы трения по боковой поверхности сваи**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер слоя | *hij*,м | *dij,*м | *fij*,кПа |  |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| …. |  |  |  |  |
| *п* |  |  |  |  |
|  | | | |  |

Расчетное сопротивление сваи по грунту вычисляют по формуле [7]:

*Рг= *,(3.3)

где *γ0* – коэффициент условий работы, учитывающий повышение

однородности грунтовых условий при применении свайных

фундаментов, при кустовом расположении свай – 1,15;

*γn* – коэффициент надежности по назначению сооружения, для

сооружений II-го уровня ответственности – 1,15;

*γk* *–* коэффициент надежности по грунту определённых расчетом – 1,4.

Для определения количества свай в фундаменте необходимо вычис­лить расчетное сопротивление сваи, уменьшенное на значение её собст-­ венного веса (полезную несущую способность сваи):

**,(3.4)

где *gс –* собственный вес сваи, кН, определяемый по формуле:

*gс = A⋅ Lр⋅γb* ,(3.5)

где *–* коэффициент надежности по нагрузке – 1,1; *А* – площадь попе­речного сечения сваи, м2; *Lр* – расчетная длина сваи без учета величины заделки сваи в ростверк, м; *γb –* удельный вес железобетона, равный 25кН/м3.

***Пример решения***

*Исходные данные*:

Сечение сваи: 0,30х0,30м; грунтовые условия:

ИГЭ 1 – супесь пластичная, мощность слоя *h1*= 2,0 м, *IL*=0,50;

ИГЭ-2 – суглинок тугопластичный, мощность слоя *h*2 = 4,0 м, *IL*=0,50; ИГЭ-3 – глина полутвердая, *IL*=0,25; *d*=1,95м.

1. Определяем длину сваи по по формуле (3.1):

*Lсв*=2,0+4,0+0,05+0,9-1,95=5,0 м,

2. Несущая способность сваи определяется по формуле (3.2):

*Fd*=1,0(1,0⋅3780⋅0,09+1,2Σ133,55)=500,46 кН

где *γc=*1,0 – коэффициент условия работы сваи в грунте;*γcR =γсf=*1,0 коэффициенты условий работы грунта по табл.16; *R=*3800кПа, принимается по табл. 14; *А=*0,302=0,09м2 – площадь поперечного сечения сваи; *и=*1,2 м – периметр ствола сваи; – сопротивление грунта по боковой поверхности сваи, определяется по табл. 3.1. Расчет ведем в табличной форме, табл.3.4. Схема к определению несущей способности сваи, рис.6

Таблица 3.5

**Расчет сопротивления грунта по боковой поверхности сваи**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| номер слоя | *hij*,м | *dij,*м | *fij*,кПа |  |
| 1 | 0,05 | 1,98 | 17,0 | 0,85 |
| 2 | 1,0 | 2,50 | 18,5 | 18,5 |
| 3 | 1,0 | 3,50 | 21,0 | 21,0 |
| 4 | 1,0 | 4,50 | 23,0 | 23,0 |
| 5 | 1,0 | 5,50 | 24,5 | 24,5 |
| 6 | 0,9 | 6,45 | 50,8 | 45,7 |
| Σ= | | | | 133,55 |



Рис. 6. Схема к определению несущей способности сваи

Расчетное сопротивление сваи по грунту по формуле (3.3):

,

Расчетное сопротивление сваи, уменьшенное на значение ее собст­венного веса («полезное» расчетное сопротивление сваи) (3.4):

 357,47-12,25=345,22 кН;

собственный вес сваи без учета заделки в ростверк (3.5):

 кН,

где *Lр=Lсв–*0,05=5,0-0,05=4,95 м *–* расчетная длина сваи без учета величины заделки сваи в ростверк; *γb* = 25 кН/м3 – удельный вес железобетона; – коэффициент надежности по нагрузке.