**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по механике грунтов на тему:

"Расчёт опоры путепровода, устойчивости подпорной стенки."

Содержание

Реферат

1. Расчёт, напряжений от действия сосредоточенной силы.

* 1. Построение эпюры распределения вертикальных составляющих напряжений z по горизонтальной оси, заглублённой от поверхности на z0 и пересекающейся с линией действия силы N

1.2. Построение эпюры распределения вертикальных составляющих напряжений z по вертикальной оси, удалённой от линии действия силы N на заданное расстояние r0

2. Расчёт искусственных сооружений на трассе автомобильной дороги

2.1. Оценка инженерно-геологических условий строительной площадки

2.2. Расчёт фундамента опоры путепровода по деформациям основания

2.2.1. Определение размеров подошвы фундамента.

2.2.2. Расчёт осадки фундамента опоры путепровода.

2.3. Расчёт подпорной стенки, ограждающей выемку в грунте

2.3.1. Воздействие активного давления грунта на подпорную стенку.

2.3.2. Воздействие пассивного давления грунта на подпорную стенку

1. Расчёт устойчивости откоса выемки в грунте графоаналити-ческим методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения.

Библиографический список

Реферат

Курсовая работа по механике грунтов выполняется с целью: закрепления курса и приобретения студентами навыков в оценке инженерно-геологических условий строительной площадки и выполнения расчётов при решении практических инженерных задач, соответствующих профилю специальности "Автомобильные дороги".

Задание на курсовую работу включает в себя данные об инженерно-геологических условий строительной площадки, где на трассе автомобильной дороги, проходящей в выемке, в месте пересечения её с путепроводом, пробурены три скважины.

Заданы геологические колонки по скважинам, физические характеристики грунта, образец задания приводится.

Необходимо произвести расчёт откоса выемки в грунте, расчёт подпорной стенки, ограждающей выемку в грунте, расчёт осадки фундамента промежуточной опоры путепровода.

Отдельным разделом курсовой работы выделяется задача по определению вертикальных составляющих напряжений z от действия на поверхности грунта сосредоточенной силы N.

Выполнению курсовой работы должно сопутствовать изучение специальной технической литературы.

## 1. Расчет напряжений от действия сосредоточенной силы.

Заданы сосредоточенная сила N, расстояние z0 от поверхности грунта до горизонтальной оси z, пересекающейся с линией действия силы N, расстояние r0 от линии действия силы N до вертикальной оси z.

Необходимо построить эпюры напряжений z при заданных значениях N, z0, r0.

Напряжения рассчитываются по формулам Буссинеска:

z=3N/2z3/R5

или

z=N/z2,

где R – расстояние от точки приложения силы N до точки, в которой определяется напряжение; R=x2+y2+z2



K – безразмерный коэффициент, величина которая зависит от отношения r/z. Значения коэффициентов К приводится в таблице.

N = 35 kH

r0 = 3,5 м

z0 = 1,6 м

## 1.1 Построение эпюры распределения вертикальных составляющих напряжений z горизонтальной оси, заглубленной от поверхности на z0 и пересекающейся с линией действия силы N.

Для построения эпюры z по достаточно заполнить таблицу 1,   
в которой z0=const задано, а r назначается, как показано в таблице 1. В зависимости от отношений r/z0 по таблице выбирается коэффициент K.

Расчет напряжений z Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r, м | z, м | r/z | K | N/z2,кН/м3 | z, кПа |
| 0,0 | 1,5 | 0 | 0,4775 | 15,5 | 7,40 |
| 1,0 | 1,5 | 0,67 | 0,2214 | 15,5 | 3,43 |
| 2,0 | 1,5 | 1,3 | 0,0415 | 15,5 | 0,64 |
| 3,0 | 1,5 | 2 | 0,0085 | 15,5 | 0,13 |
| 4,0 | 1,5 | 2,67 | 0,0026 | 15,5 | 0,0403 |
| 5,0 | 1,5 | 3,32 | 0,0009 | 15,5 | 0,014 |

Вывод: при удалении на величину z0 = 1,5 м от вертикальной нагрузки N = 35 кН максимальное значение z(max)= 7,4 кПа располагается под данной силой и если постепенно удалять по горизонтали то z будет убывать.

## 1.2 Построение эпюры распределения вертикальных составляющих напряжений z по вертикальной оси, удаленной от линии действия силы N на заданное расстояние r0.

Для построения эпюры z по достаточно заполнить таблицу 2,

в которой r0=const задано, а z назначается.

Расчет напряжений z Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r, м | z, м | r/z | K | N/z2,кН/м3 | z, кПа |
| 3,5 | 0,0 | 0 | 0,4775 | 0 | 0 |
| 3,5 | 1,0 | 3,5 | 0,0007 | 35 | 0,0245 |
| 3,5 | 2,0 | 1,75 | 0,0146 | 8,75 | 0,1277 |
| 3,5 | 3,0 | 1,16 | 0,0585 | 3,89 | 0,227 |
| 3,5 | 4,0 | 0,875 | 0,1086 | 2,18 | 0,237 |
| 3,5 | 5,0 | 0,7 | 0,1762 | 1,4 | 0,246 |
| 3,5 | 6,0 | 0,58 | 0,2629 | 0,97 | 0,255 |
| 3,5 | 7,0 | 0,5 | 0,2733 | 0,71 | 0,194 |

Вывод: если удалять по горизонтали исследуемого грунта от вертикальной нагрузки N = 35 кН на величину r0 = 3,5 м, напряжение z на глубине z = 0 м принимает минимальное значение, с увеличением же глубины, напряжение z повышается, следовательно в данном случае эпюра несимметрична, а z(max)= 0,255 кПа.

***По данным таблиц 1 и 2 строятся эпюры напряжений z=f(z) и z=f(r).***

N

Z0=

1. 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 r,м

z,кПа

z,кПа

1

r0=

2

3

4

5

6

z,м

7

## 2. Расчет искусственных сооружений на трассе автомобильной дороги.

## 2.1 Оценка инженерно-геологических условий строительной площадки.

Используя заданные инженерно-геологические разрезы по скважинам и учитывая заданное на плане расстояние между скважинами в масштабе 1:100, строится геологический разрез между двумя скважинами. На полученный таким образом геологический разрез накладывается приведенная в задании к курсовой работе выемка в грунте, огражденная с одной стороны подпорной стенкой, а с другой стороны – откосом заданного заложения. В центре выемки находится опора путепровода (рисунок).

По данным задания, приведенных в таблице физических характеристик грунта, послойно определяется плотность сухого грунта по формуле:

d=/(1+W)

Коэффициент пористости грунта определяется по формуле:

e=(s-d)/d

Полная влагоемкость грунта определяется по формуле:

Wsat=ew/s

Степень влажности грунта определяется по формуле:

Sr=W/Wsat

Где W – природная влажность грунта в долях единицы;

w – плотность воды, принимаемая равной 1 г/см3.

Для глинистых грунтов необходимо определить число пластичности по формуле:

Ip=(Wl-Wp)100

И показатель текучести по формуле:

Il=(W-Wp)/(Wl-Wp)

Удельный вес грунта и удельный вес частиц рассчитывается по формулам:

=g кН/м3 и s=gs кН/м3

Характеристики прочности Сn и n, деформационные характеристики грунтов Е и расчетное сопротивление принимаются из таблиц задания.

Значение характеристик прочности грунта в расчетах основания по деформациям при выполнении принимаются с коэффициентом надежности по грунту g(c)=1

Удельное сцепление СII=Cn, угол внутреннего трения II=n.

В расчетах основания по несущей способности грунта значения характеристик прочности грунтов определяется по формуле:

CI=Cn/g(c), I=n/g().

Где g(c) – коэффициент надежности по грунту, g(c)=1,5;

g() – коэффициент надежности . Для песчаных грунтов 1,1, для пылевато-глинястых 1,15.

Соответствующие данные заносятся в таблицу механических характеристик грунтов.

Полученные результаты анализируются и делаются выводы об особенностях инженерно-геологических условий строительной площадки.

***Задание к курсовой работе по механике грунтов.***

g

m

B

H1

N0

H

A

d1

h0

l

g = 10 кПа

B = 0,7 м

H = 5,8 м

h0 = 1,6 м

N0 = 3000 кН

d1 = 2,0 м  
 m1 = A/H1 = 1,6

Физические характеристики грунта. Таблица 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Глубина отбора, м | Удельный вес грунта, кН/м3 | Удельный вес частиц грунта, sкН/м3 | Плотность сухого грунта, d г/см3 | Коэффициент пористости, e | Полная влагоемкость, Wsat | Показатель водонасыщения, Sr | Число пластичности, Ip | Показатель текучести, Il | Наименование грунта по СНиП 2.02.01-83 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 2,5 | 18,9 | 26,46 | 1,57 | 0,71 | 0,26 | 0,88 | 12 | 0,42 | Суглинок тугопластичный |
| 2 | 5,0 | 18,8 | 26,85 | 1,43 | 0,92 | 0,34 | 1 | 23 | 0,17 | Глина полутвердая |
| 3 | 7,0 | 20,38 | 26,16 | 1,80 | 0,48 | 0,18 | 0,86 | 6 | 0,92 | Супесь пластичная |
| 4 | 11,0 | 19,6 | 26,07 | 1,65 | 0,61 | 0,23 | 0,91 | 0 | 0 | Песок мелкий, средней плотности |
| 5 | 14,5 | 19,6 | 26,85 | 1,57 | 0,75 | 0,27 | 1 | 20 | 0,15 | Глина полутвердая |

Механические характеристики грунта. Таблица 4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Глубина отбора, м | Наименование грунта по СниП 2.02.01-83 | Модуль деформации, Е, кПа | Удельное сцепление | | Угол внутреннего трения | | Условное расчетное сопротивление грунта R0, кПа |
| СI, кПа | CII,кПа | I, град | II, град |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 2,5 | Суглинок тугопластичный | 16000 | 16,6 | 25 | 19,1 | 22 | 220 |
| 2 | 5,0 | Глина полутвердая | 17000 | 28 | 42 | 14,8 | 17 | 263 |
| 3 | 7,0 | Супесь пластичная | 28000 | 11,3 | 17 | 23,5 | 27 | 300 |
| 4 | 11,0 | Песок мелкий, средней плотности | 33000 | 2 | 3 | 30,9 | 34 | 300 |
| 5 | 14,5 | Глина полутвердая | 21000 | 36 | 54 | 16,5 | 19 | 377 |

## 2.2 Расчет фундамента опоры путепровода по деформациям основания.

В исходных данных на курсовую работу заданы: нагрузка, передаваемая на фундамент от опоры путепровода N0; глубина заложения фундамента d1; соотношение сторон прямоугольной подошвы фундамента =l/b. Необходимо определить размеры подошвы фундамента l,b, расчетное сопротивление грунта R, среднее давление под подошвой фундамента Р и осадку основания S.

## 2.2.1. Определение размеров подошвы фундамента.

Расчет ширины подошвы фундамента можно выполнить методом последовательных приближений: первоначально назначается ширина фундамента b=0 и определяется расчетное сопротивление грунта под подошвой фундамента R по формуле:

R=c1c2/K[MbMgd1II’+McCII]  
  
где ,g,c – коэффициенты, принимаемые из таблицы;

c1c2/К – произведение коэффициентов условий работы, в курсовой работе можно принять равным 1,0.

b – ширина подошвы фундамента;

d1 – глубина заложения фундамента;

CII – расчетное значение удельного веса грунта, залегающего ниже подошвы фундамента;

II’ – то же, залегающего выше подошвы фундамента.

Ширина подошвы фундамента определяется по формуле:

bc=N0/(R-срd1)



где ср – осредненный удельный вес бетона и грунта на уступах фундамента. Можно принять равным 21 кН/м3.

Расчет повторяется до тех пор, пока bc последних приближений будет отличаться не более чем на 1 см.

А так же можно воспользоваться формулой:

P=N0+b2d1ср/b2

Данные для расчета: ср = 22 кН/м3

N0 = 3000 кН

II’= 18,8 кН/м3

II = 20,38 кН/м3

CII = 17 кПа

= 0,93

g = 4,5

c = 7,15

После многократных подстановок получаем b = 3,1 м

P = 350 кПа

## 2.2.2. Расчет осадки фундамента опоры путепровода.

Перед расчетом осадки основания необходимо показать геологические условия строительной площадки с учетом положения поверхности грунта и с расположением фундамента опоры путепровода. Природное давление грунта определяется по формуле:

zgihi

Для условий строительной площадки строится эпюра природных давлений. Дополнительное давление на грунт в уровне подошвы фундамента определяется по формуле:

P0=P-zg0

P=(N0+Gгр+Gф)/b2 P = 350 кПа

Gф=Vфбет

Где Vф=b2h1+1,22(d1-h1)

Gгр=Vгргр

Где Vгр=b2d1-Vф

После вычислений Р0 = 233,64 кПа

Значение природного давления в уровне подошвы фундамента zg0 можно определить графически по эпюре природных давлений на глубине z=H+d1.

Толща грунта под подошвой фундамента делится на слои hi=0,4b и на нижних границах этих слоев определяются напряжения zp по формуле:

zp=P0

где - коэффициент, принимаемый по таблице.

В данном случае hi=0,43,1=1,24 м

При расчете осадки основания промежуточные вычисления удобно записывать в таблицу расчета осадки основания. По данным столбцов 2 и 5 таблицы строится эпюра дополнительных давлений zp=f(z). Расчет следует вести до нижней границы сжимаемой толщи (B1C1), которая определяется путем сравнения значений zp и zg на однойи той же глубине. На нижней границе сжимаемой толщи zp=0,2zg. В графу 6 заносятся средние напряжения в пределах каждого слоя:

zpi=(z1p+z2p)/2

В графу 7 таблицы заносят модули деформации грунта Еi, залегающего в пределах слоев. В графу 8 таблицы заносятся результаты расчета осадок отдельных слоев грунта:

Si=0,8\*zpi\*hi /Ei

Осадка фундамента определяется как сумма осадок отдельных слоев грунта: S=Si

Расчет осадки основания. Таблица 5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| hi | zi | Zi/0,5b |  | zp=P0 | zpi, кПа | Еi, кПа | Si |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1,24 | 0 0 1 223,64  1,24 0,8 0,8 178,91    2,48 1,6 0,449 100,4  - - - -  3,72 2,4 0,257 57,47  4,96 3,2 0,16 35,78  6,2 4 0,108 24,15 | | | | 201,27 | 28000 | 0,0071 |
| 1,24 | 139,65 | 0,0049 |
| 0,82 | 78,93 | 0,0018 |
| 0,42 | 33000 |  |
| 1,24 | 46,62 | 0,0014 |
| 1,24 | 29,96 | 0,0009 |

S=Si

=0,016 м

Вывод: zp=0,2zg осадка фундамента после линии B1C1 незначительна, расчет ведем до этой линии. Фундамент устойчив, использование не затруднено.

*Учёт влияния соседних фундаментов на осадки основания.*

Опора путепровода состоит из нескольких колонн, каждая из которых опирается на отдельный фундамент. Рядом расположенные фундаменты оказывают влияние на осадки рассматриваемого фундамента. Учет влияния соседних фундаментов на осадку рассматриваемого фундамента можно производить методом эквивалентного модуля.

Дополнительная осадка рассматриваемого фундамента от влияния соседнего фундамента определяется по формуле:

S=0P0c(1-)/Eэкв

где 0 – коэффициент, определяемый с учетом расстояния от центра нагруженной квадратной площадки со стороной “с” до центра фундамента, на которой эта площадка влияет. Если соседний фундамент имеет форму квадрата, равновеликому этому треугольнику по формуле:

с=lb



где l и b – стороны подошвы прямоугольного фундамента. В таблице коэффициентов 0 выбирается значение коэффициента 0 в зависимости от отношения x/c.

#### Эпюры природных и дополнительных давлений, масштаб 1:100

Р0 - дополнительное давление под подошвой соседнего фундамента;

 - коэффициент Пуассона, в расчетах можно принять 0,3;

Еэкв – эквивалентный модуль деформации грунта, при определении которого необходимо учитывать, что линия влияния сжимаемости грунтов имеет max не у подошвы рассматриваемого фундамента, а заглубляется от подошвы тем больше, чем дальше расположен влияющий фундамент.

В результате расчетов делается сопоставление осадки фундамента и предельной деформации основания. Производится проверка соблюдения условия:

S+SiSus



Где Sus=1,5L



Где L – длина меньшего из двух примыкающих к промежуточной опоре путепровода пролетных строений в метрах.

## 2.3. Расчет подпорной стенки, ограждающей выемку в грунте.

### Исходные данные для расчета заданы в задании на проектирование.

За подпорной стенкой залегают грунты ненарушенной структуры. На поверхности грунта имеется пригрузка интенсивностью g. Перед расчетом необходимо уточнить расположение слоев грунта на участке действия активного давления от поверхности грунта до глубины H и на участке действия пассивного давления – от дна выемки до глубины h0.

В расчете подпорной стенки учитываются расчетные характеристики грунта I, СI.

Если в пределах подпорной стенки до глубины H залегают несколько слоев глинистых грунтов или несколько слоев песчаных грунтов, то их осредненные прочностные характеристики следует определить по формулам:

I=(I1h1+I2+…)/H

CI=(CI1+h1+CI2h2+…)/H

Так же осредняются и удельные веса слоев грунта, залегающих за подпорной стенкой. Если же за подпорной стенкой от поверхности грунта до глубины Н1 залегает глинистый грунт, а ниже на участке Н2=Н-Н1 песчаный грунт, или наоборот, вначале песчаный, а затем глинистый грунт, то осреднение прочностных характеристик следует вести раздельно для слоя Н1 и для слоя Н2. Таким же образом при необходимости можно осреднить характеристики прочности в пределах слоя h0 для расчета пассивного давления.

По расчетам за подпорной стенкой от поверхности грунта до глубины:

H = 5,8 м = 15,46 

= 18,9 кН/м CI = 18,13 кПа

## 2.3.1. Воздействие активного давления грунта на подпорную стенку.

Интенсивность распределения активного давления за подпорной стенкой с учетом пригрузки за подпорной стенкой определяется по формуле:

Paz=Iz\*tg2(450-I/2)+g\*tg2(450-I/2)-2CI\*tg2(450-I/2)

Для построения эпюры активного давления на подпорную стенку достаточно определить величину интенсивности активного давления у подошвы подпорной стенки или на нижней границе рассматриваемого слоя Н1. Таким образом, при z=H или при z=H1:

Paz=Pah+Pag-Pac

Где Pah=IHtg2(450-I/2)

Pag=g tg2(450-I/2)

Pac=2CItg(450-I/2)

При Рag-Pac>0 эпюра активного давления имеет вид трапеции. При Рag-Pac=0 – вид треугольника. При Рag-Pac<0 – вид двух треугольников с разными знаками.

Если в пределах подпорной стенки чередуются песчаные и глинистые грунты, то расчет интенсивности активного давления следует производить раздельно: в начале для верхнего слоя Н1, а затем для нижнего слоя Н2. При этом следует учитывать, что нагрузка g1=g+IHI.

В связанных грунтах в непосредственной близости от поверхности грунта расчетная интенсивность активного давления до глубины hc может выражаться отрицательным числом Paz<0, что говорит об отсутствии на этом участке давления грунта. Глубину – hc можно рассчитать по формуле:

2CI-gtg(450-I/2)

hc=

Itg(450-I/2)

Равнодействующую активного давления Еа можно определить как площадь эпюры интенсивности активного давления. Направление равнодействующей активного давления, действующего на вертикальную грань подпорной стенки, горизонтальное, а точка ее приложения находится в центре тяжести эпюры.

В результате расчета определяется опрокидывающий момент относительно точки О, расположенной на передней грани подпорной стенки.

При z=5,8 м; Paz= 41,99 кПа;

Равнодействующая Еа1=121,77 кН.

Определяем опрокидывающий момент Моа= 235,42 кНм.

## 2.3.2. Воздействие пассивного давления грунта на подпорную стенку.

Подпорная стенка заглублена в грунт ниже дна котлована на h0. Известны расчетные значения характеристик грунта, залегающего в пределах глубины h0. Необходимо оценить характер распределения пассивного давления грунта на подпорную стенку, определить равнодействующую пассивного давления грунта на подпорную стенку Еn, определить момент, удерживающий за счет пассивного давления подпорную стенку от опрокидывания Mon.

Для оценки характера распределения пассивного давления грунта в зависимости от заглубления стенки от дна котлована строится эпюра пассивного давления. Для построения эпюры пассивного давления используется известная зависимость:

Pnz=Iz\*tg2(450+I/2)+2CI\*tg(450-I/2)

Эту зависимость можно сокращенно записать в следующем виде:

Pnz=Pnh+Pnc

Где Pnh=Iztg2(450+I/2)

Pnc=2CItg(450+I/2)

Поскольку зависимость пассивного давления от глубины носит линейный характер, то для построения эпюры достаточно определить пассивное давление в двух точках – при z=0 и при z=h0. Равнодействующая пассивного давления определяется как площадь эпюры пассивного давления по формуле:

Еn=(Pnh+2Pnc)\*h0/2

Момент относительно точки 0 передней грани подпорной стенки определяется по формуле:

Pnh+3Pnc  h02

M0=

3 \* 2

Точка приложения равнодействующей пассивного давления грунта определяется путем определения расстояния от подошвы подпорной стенки до линии действия равнодействующей пассивного давления:

e0=Mon/En

При z= 0 м; Pпz= 27,59 кПа.

При z= 1,6 м; Pпz= 79,81 кПа.

Равнодействующая Еп1= 85,92 кН.

Определяем удерживающий момент Моп= 57,59 кНм.

Построение эпюры пассивного давления грунта на подпорную стенку по результатам расчета: выбирается система координат. Анализ полученных данных после расчета подпорной стенки заключается в сопоставлении результатов расчета активного и пассивного давления грунта на подпорную стенку.

Рассматривая момент относительно точки О действия на подпорную стенку активного давления, как опрокидывающий момент сравниваем его с удерживающим моментом от опрокидывания подпорной стенки, который включает в себя наряду с моментом относительно точки О передней грани подпорной стенки от пассивного давления и момента относительно той же точки от собственного веса подпорной стенки.

Mou=Mon+Qe1

Где Q – собственный вес подпорной стенки (в расчетах обычно учитываем вес подпорной стенки на длине 1м);

е1 – плечо момента от действия силы Q относительно точки О передней грани подпорной стенки.

Либо воспользуемся следующей формулой:

Mou=Ene1+G2b

Где е1=b/2;

G=Hbб кН

Имеем Mou= 91,69 кНм

По отношению Mou/Moa= делается вывод об устойчивости подпорной стенки. Если 1,1 подпорная стенка устойчива. Если <1,1 – подпорная стенка неустойчива.



Вывод: = 0,38 следовательно 0,38<1,1, что означает что стенка неустойчива. При b= 2 м Mou= 300,24 кНм >1,1 следовательно стенка устойчива.

***Эпюры активного и пассивного давлений на подпорную стенку.***

## 3. Расчёт устойчивости откоса выемки в грунте графоаналитическим методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения

Метод основан на проверке устойчивости откоса выемки по одной из вероятных поверхностей скольжения. В качестве такой поверхности с учётом имеющихся наблюдений выбраны цилиндрическая. Ответственным этапом расчёта является графическое построение цилиндрической поверхности скольжения. Заданный откос должен быть начерчен в масштабе, желательно на миллиметровой бумаге. Для построения цилиндрической поверхности скольжения выбирается центр вращения "О". Приближенно положение центра вращения определяем на пересечении линий, проведённых с учётом углов =30° и =40°.

С помощью циркуля из центра вращения "О" через точку "В" в подошве откоса проводится окружность, отсекающая призматический объём грунта с поперечным сечениемАВС.

Расчётным является призматический объём грунта с сечением, ограниченным поверхностью откоса и поверхностью скольжения. Высота призматического объёма в расчётах обычно назначается равной 1 м. Выделенная сползающая часть массива грунта вертикальными плоскостями делится на элементы, каждый из которых должен иметь участок цилиндрической поверхности скольжения целиком размещённый в одном слое грунта.

Количество элементов назначается в зависимости от сложности геологических условий площадки и глубины выемки, обычно 8-12 элементов. Аналитическую часть расчёта целесообразно производить с записью промежуточных результатов в таблицу расчёта устойчивости откоса.

Расчет устойчивости откоса. Таблица 6.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер элемента | Размеры сечения, м | Площадь сечения, м2 | Вес элемента, Gi, кН | Угол,i, град. | Ni=Gi\*cosi, кН | Fi=Gi\*sini, кН | Ii, град. | СIi, кПа | Li, м | СIili, кН | NitgIi, кН | Fui, кН |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 0,35х0,7 | 0,25 | 4,73 | 660 | 1,92 | 4,32 | 0 | 0 | 0,9 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1,5х2,92 | 4,43 | 83,73 | 500 | 53,81 | 64,14 | 19,1 | 16,6 | 2,6 | 43,16 | 18,63 | 61,79 |
| 3 | 1,5х4,1 | 6,15 | 116,24 | 370 | 92,83 | 69,95 | 19,1 | 16,6 | 1,9 | 31,54 | 32,15 | 63,69 |
| 4 | 1,5х4,4 | 6,6 | 124,4 | 240 | 113,65 | 50,59 | 16,95 | 22,3 | 1,7 | 37,91 | 34,64 | 72,55 |
| 5 | 1,5х3,8 | 5,7 | 107,45 | 130 | 104,69 | 24,17 | 16,95 | 22,3 | 1,5 | 33,45 | 31,91 | 65,36 |
| 6 | 1,5х2,9 | 4,35 | 81,99 | 20 | 81,94 | 2,86 | 16,95 | 22,3 | 1,5 | 33,45 | 24,97 | 58,42 |
| 7 | 1,45х1,7 | 2,47 | 46,56 | -90 | 45,99 | -7,28 | 16,95 | 22,3 | 1,5 | 33,45 | 14,02 | 47,47 |
| 8 | 1,6х1,7 | 2,72 | 51,27 | -190 | 48,48 | -16,69 | 16,95 | 22,3 | 1,8 | 40,14 | 14,78 | 54,92 |
|  |  |  |  |  |  | 192,06 |  |  |  | 253,1 | 171,1 | 424,2 |

В первом столбце таблице записываются номера расчётных элементов. Во втором столбце записываются геометрические размеры сечений элементов в метрах. Эти размеры снимаются с чертежа, и определяются с учётом выбранного масштаба.

В третьем столбце записываются приближённые значения площадей поперечных сечений элементов в м2.

В четвёртом столбце таблицы записывается вес элементовGi**,** определяемый с учётом объёмов этих элементов Vi и осреднённого удельного веса грунта, вмещаемого в эти элементы ср.i по формуле:

Gi=Viср.i

Графически или аналитически определяется центры тяжести каждого элемента. Из центров тяжести сечений до пересечения с круглоцилиндрической поверхностью скольжения проводятся вертикали, являющиеся линиями действия гравитационных сил веса Gi каждого из этих элементов.

Из центра вращения "О" в точке пересечения линий действия веса каждого из элементов с поверхностью скольжения аi проводятся лучи, образующие с вертикалью углы i.

С помощью транспортира изменяются углы i их величины заносятся в столбец 5. Полученные данные позволяют по правилу параллело-грамма разложить силы каждого из элементов Gi на нормальные Ni и касательные составляющие Fi силы к площадкам скольжения каждого из элементов.

Ni=Gi\*cosi

Fi=Gi\*sini

Значения Ni и Fi заносятся в столбцы 6 и 7. Денные столбца 7 необходимо просуммировать и записать Fi. Реактивные усилия Fui, действующие на участках поверхностей скольжения каждого из элементов, определяются по формуле: Fui=NitgIili

Для определения составляющих Fui, в столбцы 8 и 9 записываются углы внутреннего трения Ii и удельные сцепления СIi грунтов, залегающих в пределах участков поверхности скольжения i-го элемента.

В столбец 10 записываются длины участков поверхности скольжения в пределах i-го элемента li. В столбце 11 построчно записываются произведения CIili.

В столбце 12 построчно записываются произведения NitgIi. Данные столбцов 11 и 12 суммируются, а затем полученные суммы складываются между собой:

Fui=CIi+NitgIi

Результаты расчёта коэффициента устойчивости откоса "К":

K=Fui/Fi

Необходимые данные для расчёта коэффициента устойчивости откоса имеются в таблице расчёта устойчивости откоса. Откос считается устойчивым по выбранной поверхности скольжения, если   
К1,1.



К = 424,2/192,06 = 2,2

Вывод: так как К > 1,1, то можно сказать, что откос по выбранной поверхности скольжения устойчивый.

***Графическое построение круглоцилиндрической поверхности скольжения, масштаб 1:50***

Литература

1. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений : М: ЦИТП Госстрой СССР, 1986; - С 14-24,30-32,172-174.

2. Методические указания к курсовой работе по механике грунтов для студентов специальности 1211 "Автомобильные дороги".