**I. Введение**

На строительных площадках многие трудности связаны с подземными водами: затопление котлованов (траншей), нарушение устойчивости их стенок, прорыв дна под воздействием напорных вод и др. В дальнейшем, уже при эксплуатации отдельных сооружений или застроенных территорий в целом, также могут возникнуть осложнения: подтопление подвалов, коррозия бетона и других материалов, проседание поверхности земли за счет водопонижения.

Поэтому оценка гидрогеологических условий является важнейшей составной частью инженерно-геологических изысканий (инженерно-геологические изыскания входят в состав «Инженерных изысканий для строительства» СНиП 11-02-96), на основе которых ведется проектирование оснований и фундаментов.

**II. Геологические условия**

**1. Исходные данные**

Таблица 1. Описание колонок буровых скважин

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер скважины и абсолютная отметка устья | Номер слоя | Индекс слоя | Полевое описание пород | Отметка по-дошвы слоя, м | Отметка уровней подземных вод |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 11  47,0 | 1  2  3 | mlIV  gIII  О | Песок пылеватый, средней плотности, водонасыщенный  Суглинок с гравием, пластичный  Известняк трещиноватый | 43,0  36,1  35,0 |  |
| 12  50,8 | 1  2  3  4 | tgIV  mlIV  gIII  О | Насыпной слой,  водонасыщенный  Песок пылеватый, рыхлый, водонасыщенный  Суглинок с гравием, твердый  Известняк трещиноватый | 49,0  46,2  41,9  40,8 |  |
| 13  49,5 | 1  2  3  4 | mlIV  mlIV  gIII  О | Из расчетов  Супесь пылеватая, пластичная  Суглинок с гравием, твердый  Известняк трещиноватый | 46,5  45,0  41,2  40,5 |  |

**2.1 Определение неизвестной породы №1 для скважины № 13**

Таблица 2.1.1 Классификация дисперсных грунтов по ГОСТ 25100-95. Грунты

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разновидность грунтов (несвязных) | Размер зерен, частиц,d, мм | Содержание зерен, частиц, % по массе |
| *Крупнообломочные:*  валунный  (при преобладании неокатанных частиц-глыбовый)  галечниковый (при неокатанных гранях - щебенистый)  гравийный (при неокатанных гранях - дресвяный) | >200  >10  >2 | >50  >50  >50 |
| *Пески:*  гравелистый  крупный  средней крупности  мелкий  пылеватый | >2  >0,50  >0,25  >0,10  >0,10 | >25  >50  >50  ≥75  <75 |

Таблица 2.1.2. Результаты гранулометрического анализа грунтов 1го слоя

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер участка | Номер скважины | Галька  >100 | Гравий  10-2 | Песчаные | | | | Пылеватые | | Глинистые |
| 2-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,1 | 0,1-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 |
| 2 | 13 | - | - | 28 | 20 | 16 | 25 | 6 | 5 | - |

Таким образом, для данного 1го слоя

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разновидность грунтов (несвязных) | Размер зерен, частиц,d, мм | Содержание зерен, частиц, % по массе |
| *Крупнообломочные:*  валунный  (при преобладании неокатанных частиц-глыбовый)  галечниковый (при неокатанных гранях - щебенистый)  гравийный (при неокатанных гранях - дресвяный) | >200  >10  >2 | 0>50-не соответствует  0>50-не соответствует  0>50-не соответствует |
| *Пески:*  гравелистый  крупный    средней крупности    мелкий  пылеватый | >2  >0,50  >0,25  >0,10  >0,10 | 0>25-не соответствует  28>50-не соответствует  48>50-не соответствует  64≥75-не соответствует  64<75-равенство верно |

Следовательно, в соответствие с ГОСТ 25100-95 « Грунты» **песок пылеватый**.

Исходя из значений некоторых показателей физико-механических свойств грунтов для песка пылеватого: показатель пористости е=0,53 д.ед. В соответствие с таблицей показателей коэффициентов пористости, **песок плотный**.

Таблица 2.1.3 Коэффициенты пористости для песков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Разновидность песков | Коэффициент пористости е | | |
| Пески гравелистые, крупные и средней крупности | Пески мелкие | Пески пылеватые |
| Плотный | <0,55 | <0,60 | <0,60 |
| Средней плотности | 0,55-0,70 | 0,60-0,75 | 0,60-0,80 |
| Рыхлый | >0,70 | >0,75 | >0,80 |

**2.2. Суммарная кривая гранулометрического состава**

***1.Нахождение*** ***- действующего и*** ***- контролирующего диаметров:***

Таблица 2.2.1 Результаты гранулометрического состава (из задания)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметры  частиц, мм | 10-2 | 2-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,1 | 0,1 0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 |
| Содержание фракций, % | - | 28 | 20 | 16 | 25 | 6 | 5 |

Таблица 2.2.2. Вспомогательная таблица полных остатков

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметры  частиц, мм | <10 | <2 | 0,5 | <0,25 | <0,1 | 0,05 | <0,01 |
| Содержание фракций, % | 100 | 100 | 72 | 52 | 36 | 11 | 5 |

Исходя из графика кривой гранулометрического состава определим значения действующего  и контролирующего  диаметров: =0,04 мм, =0,37 мм.

***2.Определение степени неоднородности гранулометрического состава:***

=9,25>3, следовательно, **песок неоднородный;**

=9,25<10, следовательно, **песок суффозионно-устойчивый.**

***3. Определение ориентировочных значений коэффициента фильтрации k (м/сут):***

Так как значение > 5, то определяем значение по таблице средних значений для песка пылеватого:

Таблица 2.2.3. Средние значения высоты капиллярного поднятия, коэффициента фильтрации радиуса влияния при водопонижении в безнапорном слое

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Грунт (порода) | Коэффициент фильтрации  ***k, (м/сут)*** | Радиус влияния R, м | Высота капиллярного поднятия , м |
| Пески пылеватые | 1-3 | 20-40 | 0,4-1,5 |

***4. Определение значения высоты капиллярного поднятия***  (см):

==0,47 см

Значение С для песков принимается равное 0,1.

**3. Выделение инженерно-геологических элементов (ИГЭ)**

Таблица 3.1. Инженерно-геологические элементы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Индекс | Грунт | е |  |
| 1 | mlIV | Песок пылеватый, рыхлый,  водонасыщенный | 0,6-0,8 | - |
| 2 | mlIV | Песок пылеватый, плотный | >0,8 | - |
| 3 | mlIV | Песок пылеватый, средней  плотности, водонасыщенный | 0,53 | - |
| 4 | mlIV | Супесь пылеватая, пластичная | - | 0-1 |
| 5 | gIII | Суглинок с гравием, твердый | - | <0 |
| 6 | gIII | Суглинок с гравием,  пластичный | - | 0,25-0,5 |
| 7 | О | Известняк трещиноватый | - | - |

**4. Определение глубины залегания коренных пород и характеристик их кровли (уклон, расчлененность)**

По геолого-литологическому разрезу определяем: коренная порода – О (известняк трещиноватый) залегает на глубине от 8,9 м до 10,9 м в.

Уклон залегания коренной породы между 12 и 13 скважинами:

=-0,00375, 

Уклон залегания коренной породы между 13и 11скважинами:

=0,06875, 

Расчлененность коренной породы - отсутствует.

**5. Определение категории сложности инженерно- геологических условий**

В соответствие со СН 1-195-97 «Категории сложности инженерно – геологических условий» подбираем: в данном случае II категория сложности, так как имеется не более 4ех различных по литологии слоев, залегающих наклонно или с выклиниванием. Мощность изменяется закономерно. Наблюдается существенное изменение характеристик свойств грунтов в плане или по глубине.

**III. Гидрогеологические условия**

**1. Анализ колонок буровых скважин, геолого-литологического разреза и карты изогипс**

1.Устанавливаем для разреза в целом:

1.1. Количество водоносных слоёв:2;

1.2. Тип по условиям залегания: первый слой – грунтовая вода; второй слой – межпластовая вода.

1.3. Наименование слоёв:

Первый слой – водовмещающий (фильтрующий) слой. Это грунтовая безнапорная вода, пролегающая через толщу породы озёрно-морского происхождения. (ml IV)

Второй слой – водоупорный слой. Межпластовая напорная (артезианская) вода, так как ее напор на контакте с верхним водоупором (слой № 5-суглинок с гравием, твердый) больше нуля.

1.4. Глубина залегания первого водоносного слоя – от 1 метра до 0, 6 метра. Мощность (величина, измеряемая от уровня воды до подошвы слоя)- от 3,3 до 3,6.

Глубина залегания второго водоносного слоя – от 9 метров до 2,3 метра. Величина напора Низб =6.

2. По карте изогипс устанавливаем:

2.1. Направление потока и его характер: поток радиальный (сходящийся), т.к. вода сходится к одной области.

2.2. Определение гидравлического градиента:



для 12 и 13 скважин: =49,8-48,5=1,3м, тогда



для 11 и 13 скважин: =48,5-46,4=2,1м, тогда



Определение скорости грунтового потока кажущейся: V=ki

Для 12 и 13 скважин :V=ki=0,2\*0,02=0,004 м/сут

k=0,1-0,3, примем k =0,2

для 11 и 13 скважин: V=ki=0,2\*0,03= 0,006 м/сут

Определение скорости грунтового потока действительной: Vд=V/n

Для 12 и 13 скважин :Vд=V/n=0,004/0,35=0,011 м/сут

n=0,35 д.ед. для пылеватых песков

для 11 и 13 скважин: Vд=V/n=0,006/0,35=0,017 м/сут

2.3. Участки возможного подтопления: высокий уровень грунтовых вод является помехой при строительстве - он может вызвать большие притоки в строительные котлованы, привести к размоканию и потере связности грунтов, так на разрезе видно, что возможно подтопление котлована в скважине № 13, также котлованов, которые будут разработаны и у скважин № 11 и 12, так как глубина залегания водоносного слоя не превышает 1 метра.

Напорная вода (13 скважина) под водоупорным дном котлована может вызвать его прорыв и внезапное затопление.

**2. Химический состав подземных вод. Оценка качества воды по отношению к бетону.**

2.1. Расчетные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № скв | Са | Mg | K+Na | SO | Cl | HCO | CO | pH |
| 13 | 68 | 34 | 14 | 22 | 17 | 415 | 57 | 6,7 |

Выражение результатов анализа в различных формах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ионы | Содержание мг/л | Эквивалентное содержание | | Эквивалентная масса |
| мг\*экв | (%-экв) |
| Катионы  Na  Mg  Ca | 14  34  68 | 0,6  2,83  3,4 | 12,1  29,3  58,6 | 23,0  12,0  20,0 |
| Сумма катионов | 116 | 6,83 | 100% | - |
| Анионы  Cl  SO  HCO | 17  22  415 | 0,49  0,46  6,8 | 3,8  4,8  91,4 | 35,0  48,0  61,0 |
| Сумма анионов | 454 | 3,15 | 100% | 144 |
| Общая сумма | 570 | 9,98 |  |  |

Составляем химическую формулу воды в виде псевдодроби:



Вода бикарбонатно-кальциево-магниево-натриевая, пресная (содержание минеральных веществ меньше 1 г/л), неагрессивная среда по отношению к бетону в соответствие со СНиП 2.03.11-85.

2.2. **Категория сложности** участка по гидрогеологическим факторам:

В соответствие со СН 1-195-97 «Категории сложности инженерно – геологических условий» подбираем: в данном случае II категория сложности, так как имеется два выдержанных горизонта подземных вод, местами с неоднородным химическим составом, один из которых обладает напором и содержащих загрязнение.

**IV. Гидрогеологические расчеты при строительном водопонижении.**

а) Выемка – траншея;

тип траншеи – совершенная, плоская l/b>10; характер потока – плоский.

1. Расчетные данные: траншея совершенная, в скважине № 11.

длина l =150 м.;

водопонижение S=1 м.;

глубина h=4 м.

2.Расчеты притока воды в безнапорном горизонте для траншеи: 

k=2 м/сут.

Из схемы траншеи: м;

м;

м;



б) Выемка – котлован;

тип котлована – несовершенный, короткий: отношение сторон l/b<10; характер потока – радиальный.

1. Расчетные данные: котлован несовершенный, в скважине № 13.

длина L =30 м.;

ширина В=30 м;

глубина H=2,5 м.

2.Расчеты притока воды в безнапорном горизонте для котлована: 

k=2 м/сут.

м

=1,5 м

=1,95-1,5=0,45 м;

из схемы котлована: S=1,5 м

Рассчитаем приведенный радиус «большого колодца»: м;

радиус влияния «большого колодца»: м.

м;



Мощность активного слоя для котлована: Н=4/3P,

где Р=3,5 -мощность водоносного слоя для 13 скважины, тогда

Н=4/3\*3,5=4,7

Возможность поступления воды в осушаемый котлован (траншею) из поверхностного водоема: в процессе откачки возможна фильтрация воды из поверхностного водоема в котлован (траншею), так как водоём находится в пределах депрессионной воронки, его называют радиус влияния дрены и в песках он составляет порядка 300 м , а уровень воды в нем выше отметки дна котлована.

**V. Прогноз процессов в грунтовой толще, связанных с понижением уровня грунтовых вод.**

**1. Механическая суффозия в откосах выемки**

1. Гидравлический градиент i при водопонижении в котловане и траншее:

i==3,4/0,33\*20=0,52 м

S=H=49,8-46,4=3,4 м

R==20 м

1. Степень неоднородности грунта =9,25 (раздел 2.2 пункт 2)
2. График прогноза суффозионного выноса (см. ниже)
3. В соответствие с графиком прогноза суффозионного выноса делаем вывод, что точка попадает в область безопасных градиентов
4. В общем случае, грунты при деформировании обладают как упругими, так и остаточными свойствами. Физические причины упругих деформаций: упругость минеральных частиц грунта; упругость воды; упругость замкнутых пузырьков воздуха. Физические причины остаточных деформаций: уплотнение грунта; сдвиги частиц грунта; разрушение частиц в точках контакта.

Для ограничения абсолютных или относительных перемещений фундаментов и надфундаментных конструкций такими пределами, при которых гарантируется нормальная эксплуатация сооружения и не снижается его долговечность (вследствие появления недопустимых осадок, подъемов, кренов, изменений проектных уровней и положений конструкций, расстройств их соединений и т.п.) необходим расчет оснований по деформациям. Это необходимо для проверки прочности и трещиностойкости фундаментов и надфундаментных конструкций с учетом усилий, которые возникают при взаимодействии сооружения с основанием.

**2. Фильтрационный выпор в дне выемки.**

Величина градиента при водопонижении не достигает значения , следовательно, возможность фильтрационного выпора отсутствует.

**3. Прогноз оседания поверхности земли при снижении уровня грунтовых вод.**



м

кН/ (для песчаных грунтов);

кН/(удельный вес воды);

 кН/

е=0,53 (показатель пористости);

 кН/

 кН/

Е =9-12 МПа, примем Е=10 МПа

 м