

## **ОБУСТРОЙСТВО ВОДОПОНИЖЕНИЯ ГРУНТОВОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА ДЛЯ ОТКОПКИ КОТЛОВАНА**

**Близнюк Таисия Викторовна**

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» (450076, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул. Заки Валиди, д.32), тел. 8(347)272-63-70, Факс: 273-67-78, E-mail: rector@bsunet.ru

**Аннотация.** Часто при проектировании сооружений проектировщики и строитель сталкиваются с проблемами, возникающими из-за высокого уровня подземных вод. Подземные воды влияют на целостность фундаментов (ускоряют процессы коррозии, растворения и выщелачивания элементов строительных конструкций). Подземные воды также могут подмывать установленные фундаменты, способствовать процессу набухания грунтов; воды способствуют активизации процесса пучения грунтов, повторяясь в нескольких циклах, могут разрушить фундаменты, а вместе с ним и построенное на них здание. Подземные воды могут причинять значительные ущербы, если не учитывать их влияние при проектных работах. Подземные воды могут препятствовать самому строительному процессу. При наличии на площадке строительства высоко стоячих подземных вод прежде всего возникают трудности установки в откопке котлованов и установке фундаментов в них. Подземные воды устремляются в создаваемые выемки, размывая их. Поэтому на участках с высоко стоящими подземными водами следует осуществлять специальные подготовительные работы. На практике установились различные способы преодоления данной проблемы. В статье приведен способ обустройства водопонижения в толще грунтового водоносного горизонта при откопке котлована для строительства сооружения.

**Ключевые слова:** котлован, водопонижение, грунт, строительство, грунтовый водоносный горизонт, приямок, канава, инженерно-геологический разрез, откос, зумпф, водоотвод.

Для проектирования водопонижения выбран участок проектирования напорной канализационной станции, расположенный в городском округе г. Уфа.

В геоморфологическом отношении участок работ приурочен к правобережной высокой пойме долины реки Белой.

Абсолютные отметки поверхности рельефа изменяются в пределах 90.2- 92.06 м БС. Подземные воды вскрываются на глубинах 3,0-3,8 м, установившийся уровень зафиксирован на глубинах 2.4-3.0 м, что соответствует абсолютным отметкам 89,0-89,24 м БС высот.

Технология строительного производства на вновь строящихся объектах при выполнении земляных работ, подготовке оснований и монтаже фундаментов в определенных гидрогеологических условиях следует предусматривать производство работ по искусственному понижению уровня грунтовых вод (УГВ). Этот комплекс вспомогательных

работ должен исключать нарушение природных свойств грунтов в основаниях возводимых сооружений и обеспечивать устойчивость откосов устраиваемых котлованов.

Основываясь на изданные литературные источники [7,8,9,12], автор статьи выполнила расчет возможного притока воды в котлован. Выбор механизмов откачки основывался на рекомендациях источника [5].

### **Геологическое строение участка**

Геологическое строение участка приведено по результатам инженерно-геологических изысканий и данным ранее проводимых работ.

В геологическом строении участка на глубину до 20 м принимают участие отложения четвертичной системы.

Сводный геолого-литологический разрез (сверху - вниз) следующий:

Четвертичная система (Q).

Современный отдел (t-hQ<sub>IV</sub>)

1. Техногенный грунт (песок, гравий, глина) (tQ<sub>IV</sub>), сухой, в нижней части влажный, плотно сложенный. Распространен на участке в верхней части разреза. Мощность слоя до 3.8 м.

2. Почвенно-растительный слой (hQ<sub>IV</sub>). Залегает под насыпным грунтом. Мощность слоя от 0,2 до 0,6м.

Аллювиальные отложения (aQ)

3. Суглинок темно-серый, тугопластичный, влажный, с тонкими линзами песка (aQ<sub>III</sub>). Мощность слоя 0,7-1,4м.

Коэффициенты фильтрации по опытным данным, составляют для суглинка с линзами песка – 0,5 м/сутки.

### **Гидрогеологические условия**

Подземные воды вскрываются на глубинах 3,0-3,8 м, установившийся уровень зафиксирован на глубинах 2.4-3.0 м, что соответствует абсолютным отметкам 89,0-89,24 м БС высот.

Водовмещающими породами являются насыпные грунты и суглинки тугопластичные с линзами песка. Воды порового и пластово-порового типа, безнапорные. Относительным водоупором, по-видимому, служат суглинки и глины ИГЭ – 1 и 2. Гидравлическая связь с основным водоносным горизонтом, развитым в аллювиальных отложениях, не исследована.

Питание «верховодки» происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Ровная поверхность насыпных грунтов практически исключает поверхностный сток.

### **Устройство водопонижения**

Для водоотведения грунтовых вод I водоносного горизонта (верховодка), а также дождевых осадков, при разработке неглубоких котлованов и незначительном притоке подземных вод, рекомендуется применить открытый водоотлив.

Открытый водоотлив организуют следующим способом. По периметру котлована устраивают дренажные канавки с уклоном 0,001-0,002 в сторону приемков, из которых по мере поступления вода откачивается с помощью насосов. По мере разработки котлована приемки постепенно заглубляются вместе с канавками. Для исключения нарушения природной структуры грунтов основания вода не должна покрывать дно котлована.

Назначение водосборной системы:

- собрать фильтрат и отвести в зумпф;
- откачать с помощью насоса по водоотводным трубам.

При углублении строительного котлована наиболее применима схема открытый водоотлива лотковой конструкции.

По периметру дна котлована прокладывается два открытых канала, каждый из которых имеет протяженность 15,2+10,2 м (диктуется габаритами проектируемого сооружения) на конечном этапе углубления котлована. Водосбор конструируется по мере необходимости при углублении котлована. Система рассредоточено по всей длине принимает и отводит в зумпф фильтрационный поток. Условно принимается, что весь расход сосредоточено приходит в начало каждого канала. Ширина лотка по дну не менее 30 см (ширина лопаты).

Местоположение зумпфа выбирается таким образом, чтобы водоотводящие каналы выполняли свои функции. Рекомендуется запроектировать зумпф в виде колодца квадратного или круглого сечения со стороной (диаметром) 1,8 м (размер ж/б кольца). При выборе глубины учитывать, чтобы насос всегда находился под водой и в него не попадали воздух и грунт со дна. Вместимость зумпфа должна быть больше чем объем притока в котлован за 5 минут.

Рекомендуемая глубина зумпфа 2,0 м, объем –  $W_{зп} = 6,48$  м<sup>3</sup>.

Выбор насоса. Насос обеспечивает перекачку собранного фильтрата в приемник удаляемой воды, в данной ситуации по водосборному водоотливу, в близлежащий водоем.

Общие рекомендации к подбору насоса:

1. Остановка насоса должна производиться при достижении минимального уровня воды в зумпфе и пуск его в момент достижения максимального наполнения зумпфа по сигналу датчика уровня.
2. По СНиП 3.02.01-87 определяется 2 рабочих насоса и 1 резервный.
3. Подача насоса должна быть больше притока воды как минимум в 1.5 раза.
4. Напор насоса должен обеспечивать перекачку воды.
5. При выборе погружного насоса необходимо учитывать его размеры.

Исходя из вышеперечисленных требований, рекомендуется погружной насосный агрегат Flygt BS 2201.320, предназначенный для перекачки дренажных вод.

При расчете водоотводящей системы необходимо учитывать:

1. Скорость во всасывающем и напорном трубопроводе, на практике, обычно диаметр всасывающего трубопровода больше диаметра напорного.
2. Всасывающая линия рассчитывается с учетом потерь в местных сопротивлениях (короткий трубопровод).
3. Напорная линия рассчитывается как простой трубопровод без учета местных потерь.

### **Расчет притока грунтовых вод в котлован**

Приток грунтовых вод к водопонизительной системе определяется в зависимости от требуемого понижения уровня подземных вод в расчетной точке по формуле:

$$Q_1 = \frac{k \cdot h \cdot S}{\Phi} \quad [1]$$

где  $Q_1$  – полный приток подземных вод к контурной водопонизительной системе, м<sup>3</sup>/сутки;

$k$  – коэффициент фильтрации, м/сутки;  $k = 0,5$  м/сутки;

$h$  – средняя глубина фильтрационного потока, м;  $h = 3,0$  м

$\Phi$  – функция понижения от действия водопонизительной системы;

$S$  – понижение уровня подземных вод в расчетной точке, м.

Средняя глубина фильтрационного потока  $h$ , определяется при безнапорной фильтрации по формуле:

$$h = \frac{2H-S}{2} [2]$$

где  $H$  – непониженный напор подземных вод в водоносном слое.

Значение  $\Phi$  вычисляется по формуле притока подземных вод к неполнокольцевым водопонизительным системам:

$$\Phi = \frac{\ln(rd/r)}{2\pi} \quad [3]$$

Где  $r$  – приведенный радиус водопонизительной системы;

$rd$  – радиус депрессии, м.

приведенный радиус водопонизительной системы для контурной системы водопонижения определяется по формуле:

$$r = \sqrt{A/\pi} \quad [4]$$

где  $A$  – площадь ограниченная контуром водопонизительной системы, м<sup>2</sup>.

Радиус депрессии определяется по формуле при безнапорной фильтрации:

$$rd = r + 2S \sqrt{k \cdot h} \quad [5]$$

Приведенный радиус водопонизительной системы равен:

$$r = \sqrt{58 \cdot 53 / 3,14} = 31,3 \text{ м.}$$

Средняя глубина фильтрационного потока:

$$h = \frac{2 \cdot 4,4}{2} = 4,4 \text{ м}$$

Радиус депрессии водопонижительной системы:

$$rd = 31,3 + 2 \cdot \sqrt{0,5 \cdot 4,4} = 49,36 \text{ м.}$$

Фильтрационное сопротивление равно:

$$\Phi = \frac{\ln 49,36 / 31,3}{2\pi} = 0,25$$

Полный приток подземных вод к водопонижительной системе:

$$Q_1 = \frac{0,5 \cdot 4,4 \cdot 3,0}{0,25} = 26,4 \text{ м}^3/\text{сутки} = 1,1 \text{ м}^3/\text{час}$$

Схема обустройства водопонижительной системы показана на рисунке 1

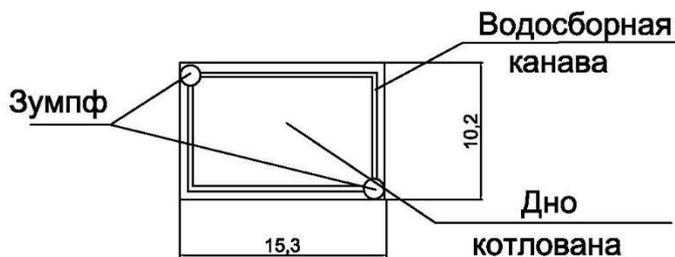


Рисунок 1. Схема обустройства водопонижительной системы

Водопонижение рассчитано в соответствии с Пособием по проектированию защиты горных выработок от подземных и поверхностных вод и водопонижения при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. М., Госстрой СССР. 1991г., [7].

### Список литературы

1. Абрамов С.К. Найфельд Л.Р. Скричелло О.Б. Дренаж промышленных площадок и городских территорий. М., Гос. Издательство литературы по строительству и архитектуре. 1954 г.
2. Биндеман Н.Н., и др. Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения. М., Недра. 1969 г.
3. Калицун В.И. и др. Гидравлика, водоснабжение и канализация. М., Стройиздат. 1980 г.
4. Курганов А. М., Федоров Н. Ф. Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения. Л., Стройиздат. 1986 г.
5. Насосы разные: Строительный каталог. Ч.10. Санитарно-техническое оборудование. Приборы и автоматические устройства. М., ГПИ Сантехпроект. 1984 г.

6. Оценка эксплуатационных запасов питьевых технических подземных вод по участкам недр, эксплуатируемым одиночными водозаборами (методические рекомендации). М., ГИДЭК, 2002 г.

7. Пособие по проектированию защиты горных выработок от подземных и поверхностных вод и водопонижения при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. М., Госстрой СССР. 1991.

8. Проектирование и возведение подземных сооружений эксплуатируемых в условиях грунтовых вод. М., 2012 г.

9. Прозоров И.В. и др. Гидравлика, водоснабжение и канализация. М., Высшая школа. 1990 г.

11. СНИП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

12. Шестаков В.М. Теоретические основы оценки подпора, водопонижения и дренажа. М., МГУ, 1965 г.