

# Фундаменты глубокого заложения

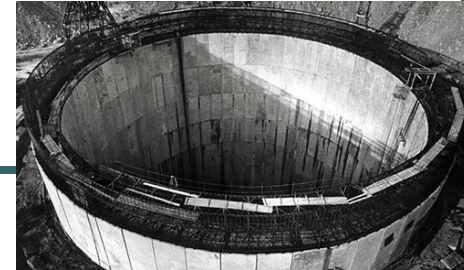
## Лекция 9

**В качестве оснований тяжелых и чувствительных к неравномерным осадкам сооружений стремятся выбрать скальные и полускальные породы или мало сжимаемые грунты. К таким сооружениям относятся фундаменты тяжелых кузнечных молотов, крупных прессов, зданий насосных станций и водозаборов, опоры мостов и т.д.**

**Чтобы возвести подобные сооружения на прочном основании, в ряде случаев приходится прорезать значительную, иногда в несколько десятков метров, толщу слабых, водонасыщенных грунтов.**

**Применяемые методы устройства глубоких опор можно свести к следующим основным видам:**

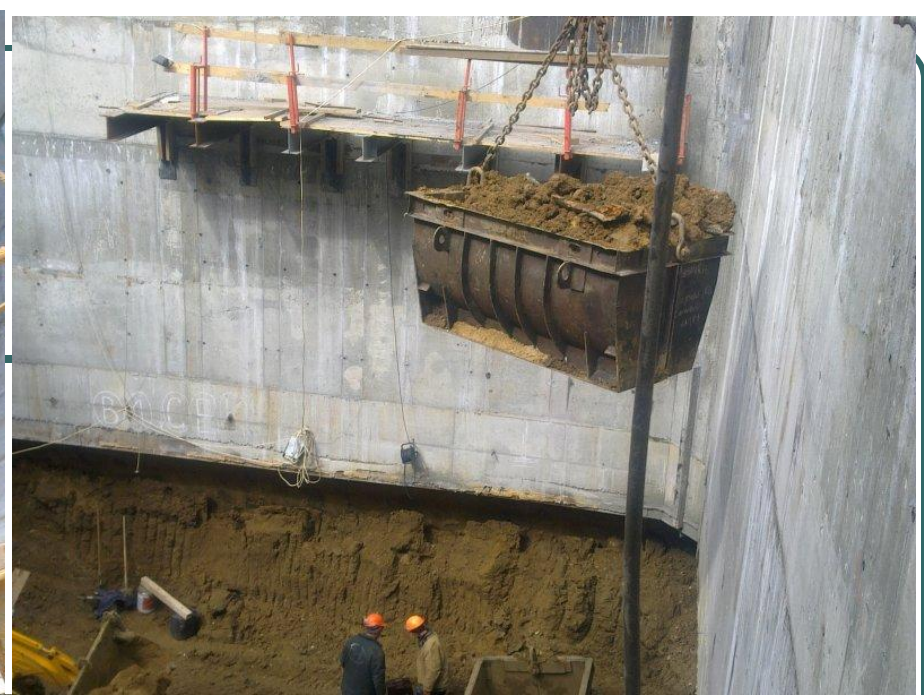
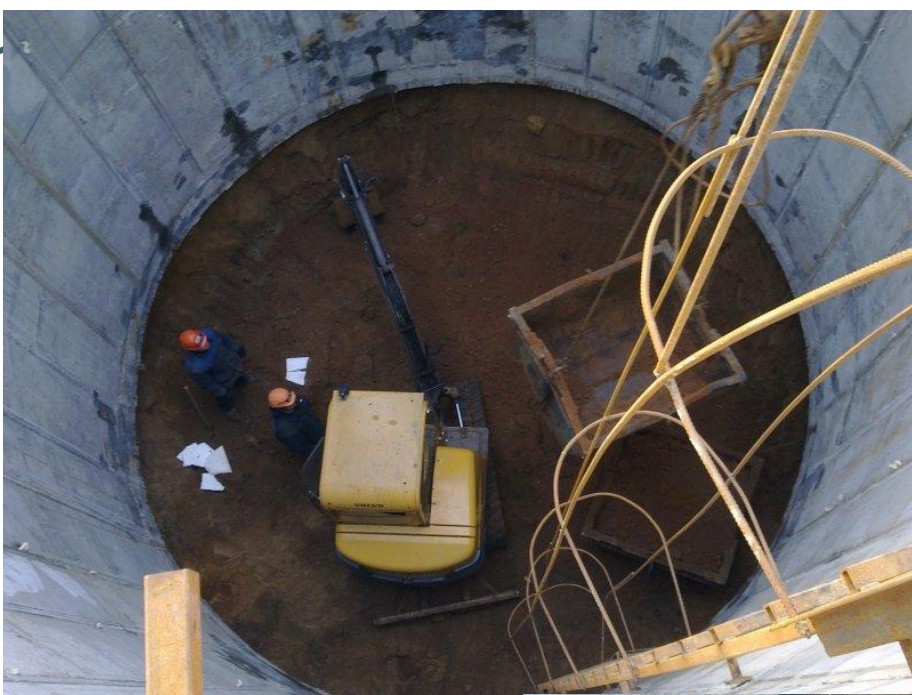
## **1. Опускные колодцы**



### **Область применения опускных колодцев:**

- При глубоком залегании хорошего грунта.**
- При больших сосредоточенных нагрузках.**
- При однородных грунтах и малом притоке воды.**
- Для устройства подземных сооружений.**





## Последовательность выполнения работ:

1. Устройство колодца непосредственно на поверхности грунта.

2. Разработка грунта (погружение колодца).

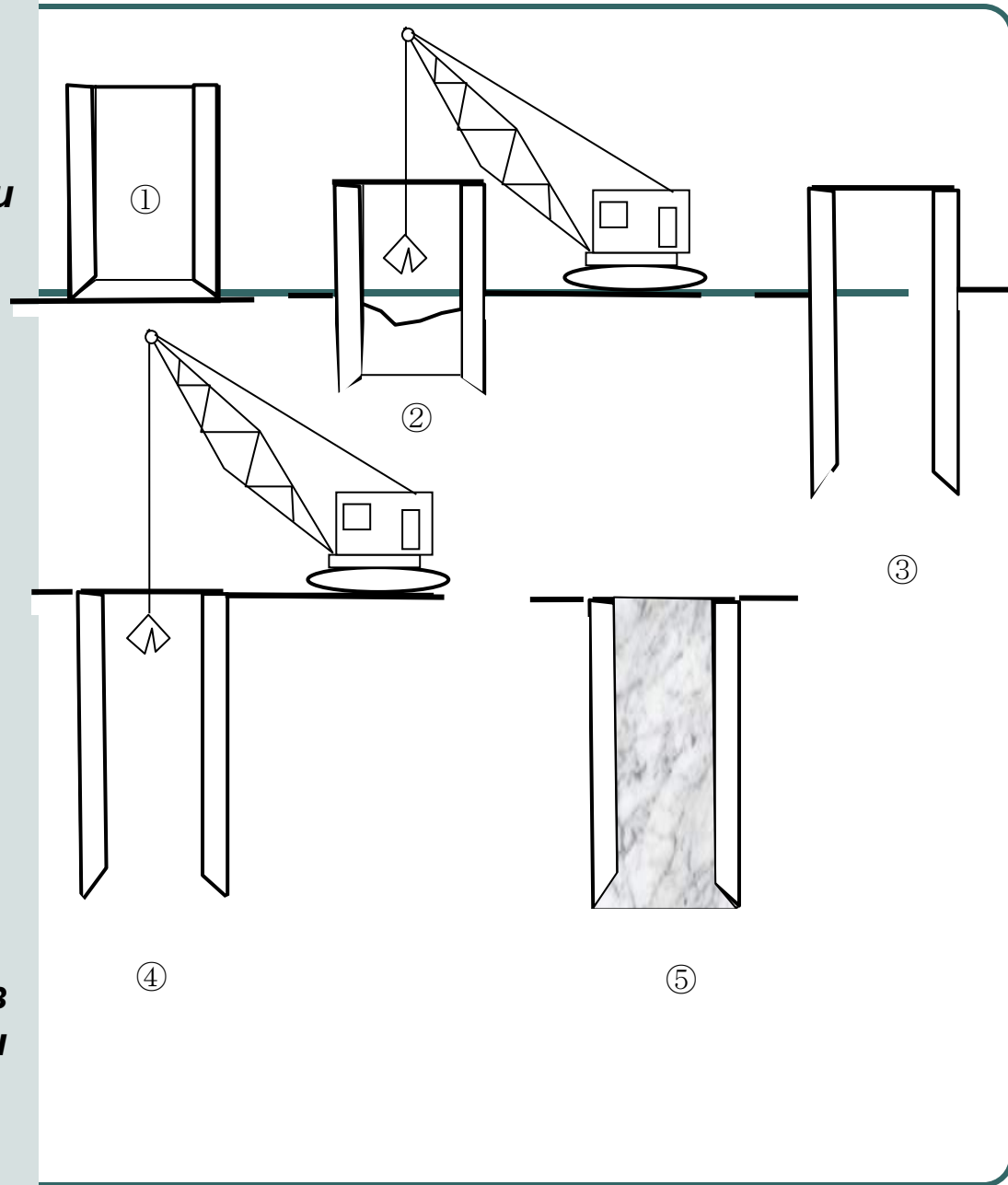
3. Нарращивание колодца (погружение происходит под собственным весом).

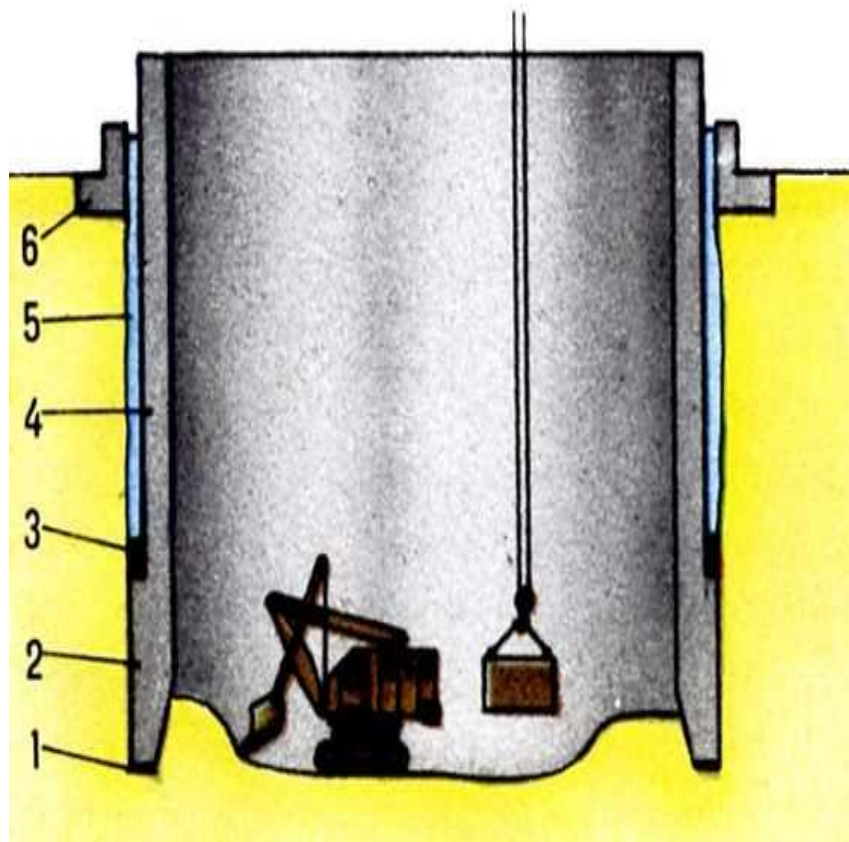
4. Погружение колодца на проектную отметку и удаление из него грунта.

5. Заполнение колодца (бетонирование).

Если колодец входит в состав фундамента, то такие колодцы называются **массивными**.

Если колодец используется в качестве помещения (резервуар и т.д.), то такие колодцы называются **колодцами – оболочками**.





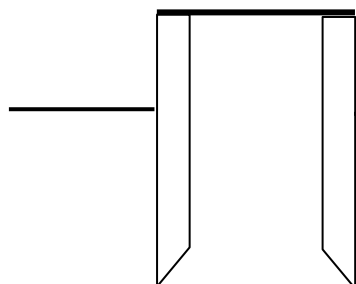
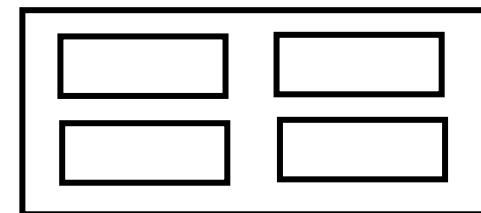
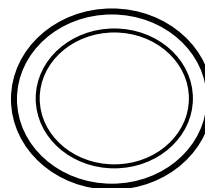
- **1 - банкетка ножа;**
- **2 - ножевая часть;**
- **3 - замок из плотной глины;**
- **4 - оболочка;**
- **5 - тиксотропный раствор;**
- **6 - форшахта.**

**Тиксотропная рубашка** - слой специального глинистого раствора, заливаемого в зазор между породной стенкой шахтного ствола (котлована) и внешней поверхностью погружаемого методом "опускного колодца" сооружения. Назначение Т. р.: снижение сил трения погружаемой конструкции о породу; предотвращение обрушения или сползания породных стенок за счёт нагрузки, создаваемой раствором, плотность которого превышает плотность грунтовых вод.

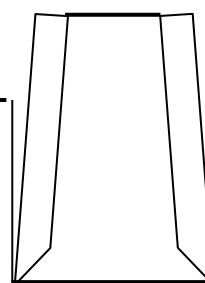
**Форма колодца в плане может быть различной и определяется применяемым материалом. Плоские стенки прямоугольного колодца будут работать на изгиб, а стенка круглого колодца - только на сжатие.**

**Погружению колодца в основание сопротивляются силы трения стен колодца о грунт. Для уменьшения трения колодцам придают коническую или цилиндрически - уступчатую форму.**

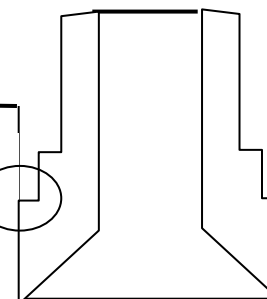
$i = 1:100$



Цилиндрическая форма

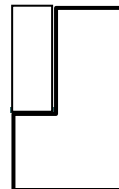


Коническая



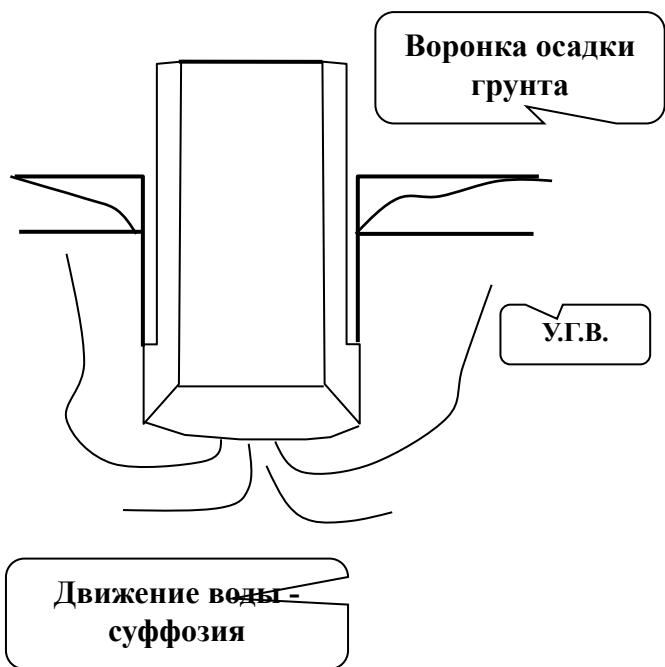
Цилиндрическая уступчатая

Тиксотропная рубашка

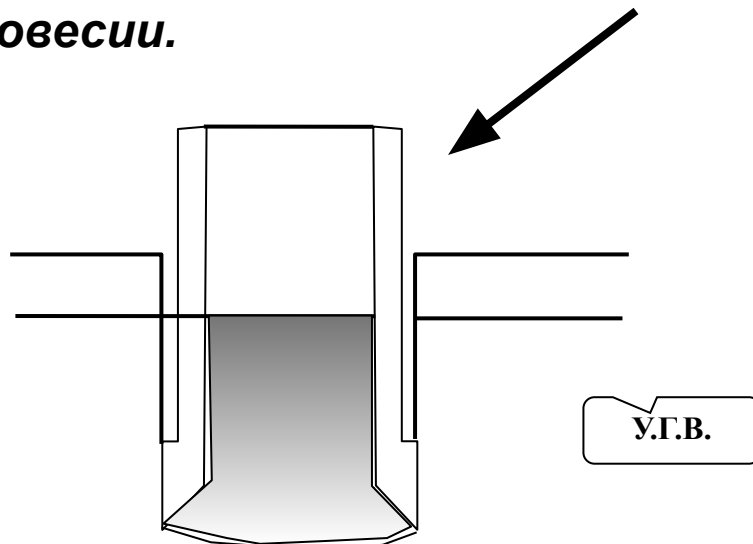




**При высоком У.Г.В. вода проникает внутрь колодца, вызывая перемещения частиц грунта – механическая суффозия. Вокруг колодца образуется грунт с нарушенной структурой. Поверхность грунта начинает опускаться, вызывая деформации соседних зданий, что не допустимо.**



**Альтернатива данному явлению – погружение колодца без откачки воды. В этом случае ведут подводные работы при гидростатическом равновесии.**

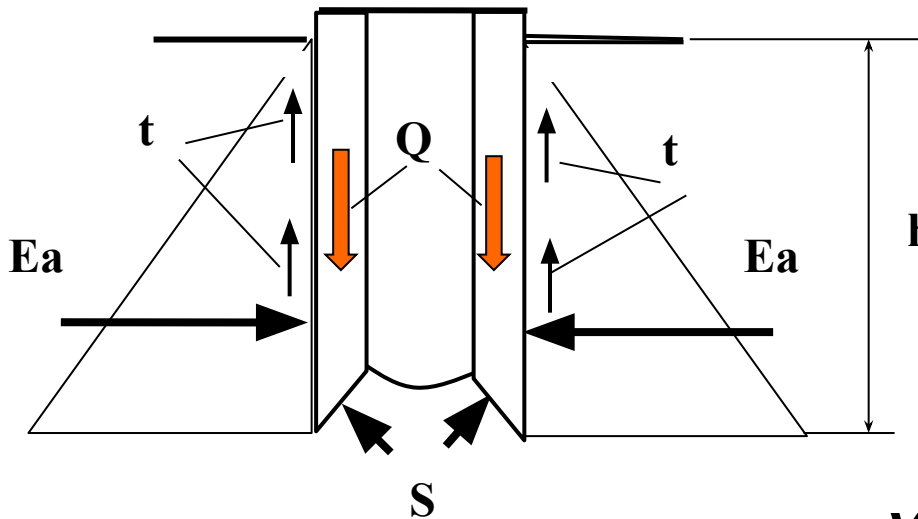


# Проектирование колодцев:

**1 часть** – определение наружных размеров колодца, глубины заложения, предварительной величины и формы поперечного сечения.

**2 часть** – выбор материала, определение необходимой толщины стен и способа погружения.

Схема нагрузок, действующих на колодец в последний момент погружения



$E_a$  – активное давление грунта на боковую стенку;

$t$  – силы трения;

$Q$  – вес колодца;

$S$  – распорные силы ножа.

$$E_a = \gamma h \cdot t q^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

1. Глубина погружения колодца определяется характером и напластованием грунтов.

2. Осадка – должна находиться в допустимых пределах, как для фундаментов на естественном основании.

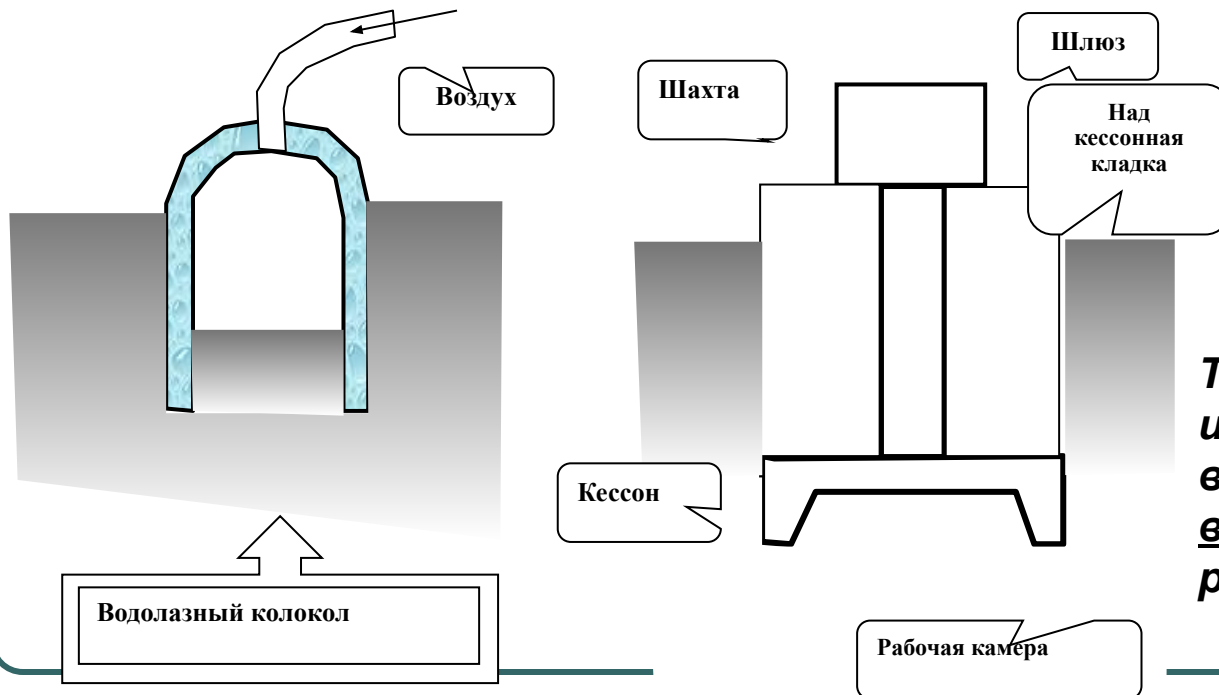
3. Определение размеров подошвы колодца производится как для обычных фундаментов.

Условие погружения:

$$Q > \sum t$$

## 2. Кессоны

**Кессон** – фундамент глубокого заложения, выполненный в виде ящика без дна, опускаемого в грунт под действием собственного веса, оборудованного устройством для нагнетания сжатого воздуха в рабочую камеру кессона, что предотвращает поступление в нее воды и позволяет рабочим производить выборку грунта.



*Такой способ впервые использовался ещё в XVII веке, в Швеции, в водолазном колоколе для работы на дне водоемов.*

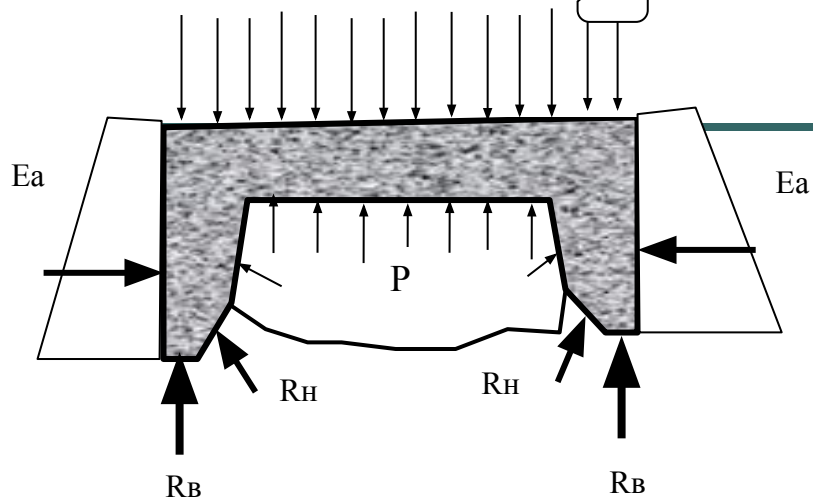
## **Преимущество фундаментов глубокого заложения:**

позволяют возводить фундамент в любых инженерно-геологических и гидрогеологических условиях.

## **Недостатки:**

вредное воздействие сжатого воздуха на организм рабочих, большой объем бетонной кладки в массивной конструкции фундамента, неиндустриальность конструкции и высокую стоимость кессонных работ.

*Расчетная схема  
кессона*



$q$  – масса над кессонной кладкой;  
 $P$  – давление внутри кессона;  
 $R_B$  – вертикальная реакция под ножом;  
 $R_H$  – наклонная реакция под ножом;  
 $Ea$  – активное давление грунта.

**По мере разработки грунта в рабочей камере устраивается надкессонная кладка.**

**Глубина погружения кессона ниже горизонта воды ограничивается тем давлением воздуха, которое ещё не оказывает вредного влияния на рабочих, это 3,0...3,5 атм., или 35...40 м.**

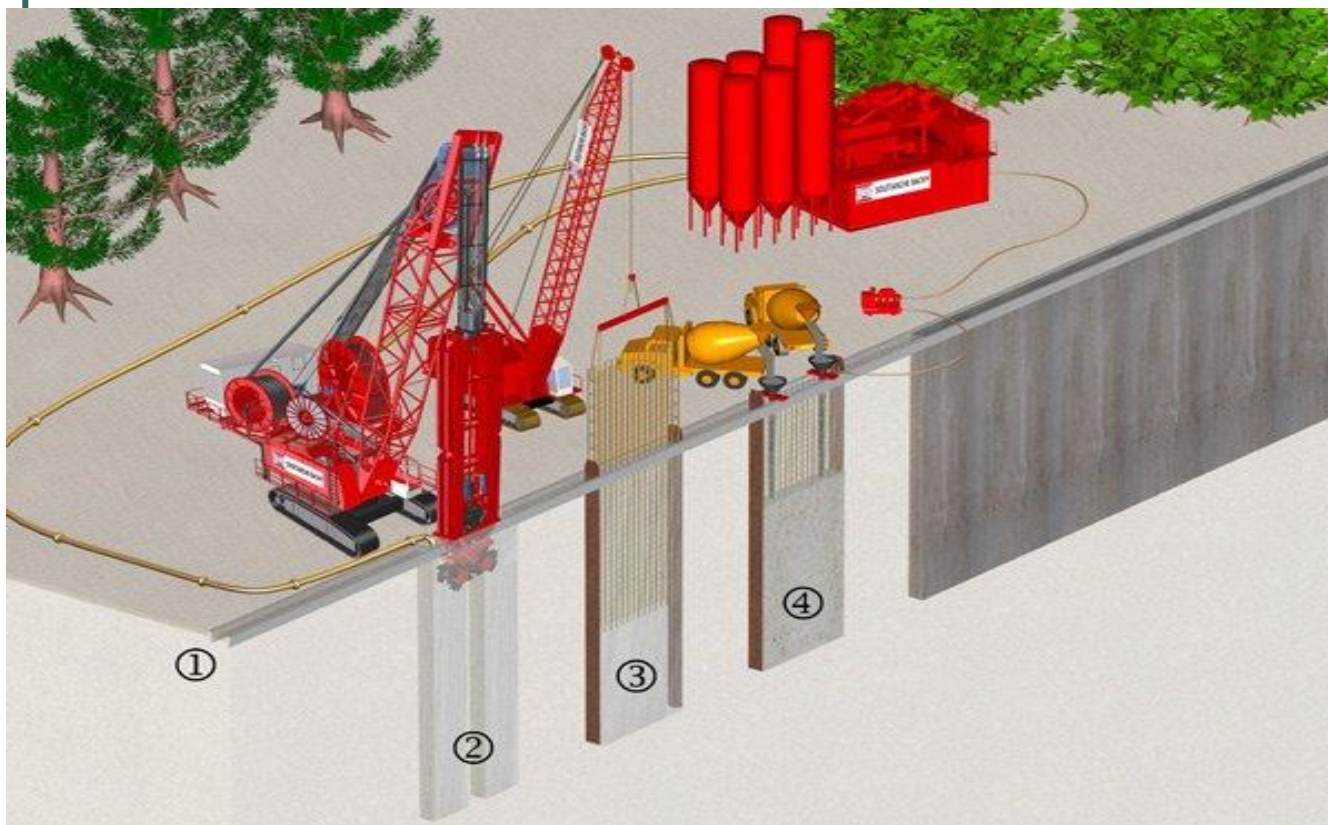
**Способ погружения кессона аналогичен опускаемому колодезю.**

**Время пребывания рабочих в кессоне ограничено 2...6 часами в зависимости от величины избыточного давления. На каждого рабочего в кессоне должно подаваться не менее 25 м<sup>3</sup> сжатого воздуха в час.**

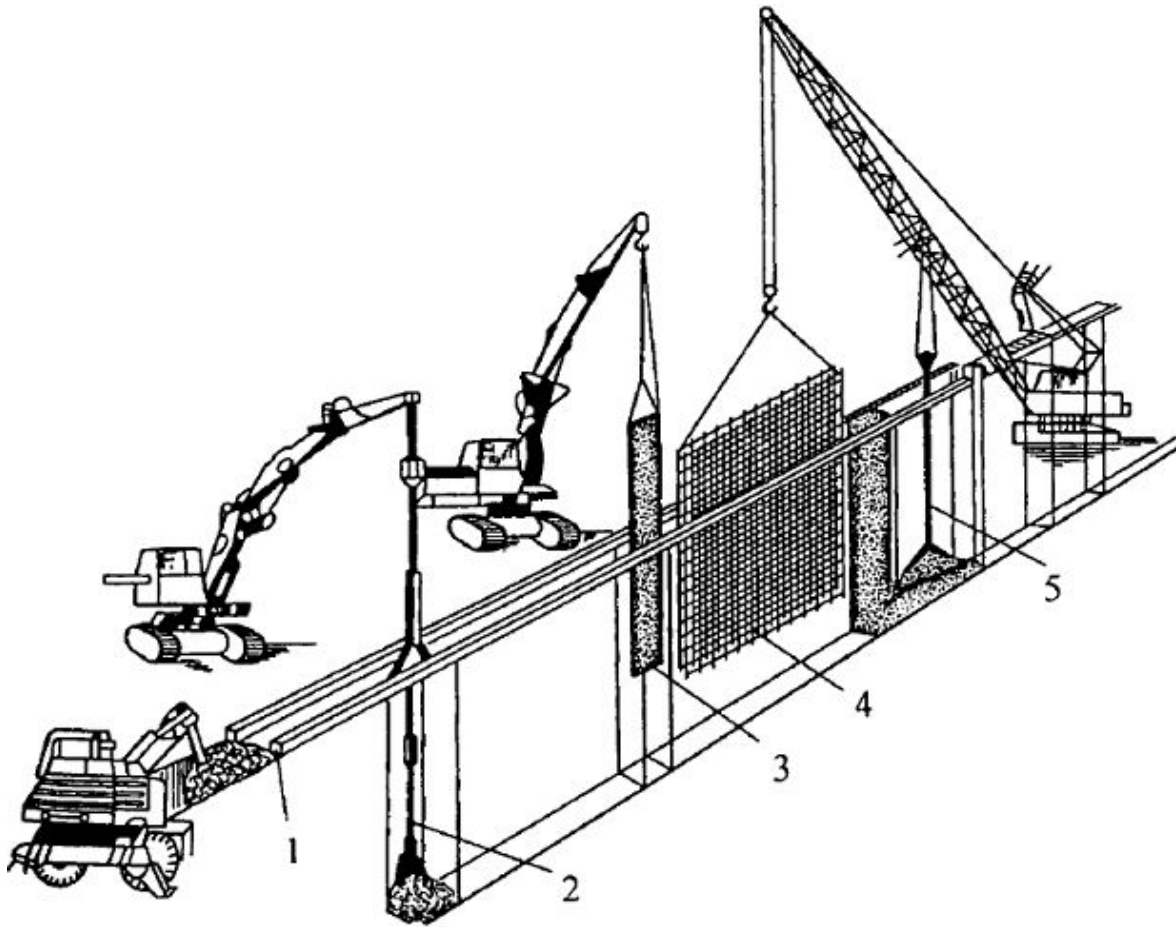
### **3. Стена в грунте**



В основном предназначается для заглубленных сооружений. По контуру здания вырывается узкая и глубокая траншея, заполняющаяся готовыми элементами из железобетона или просто бетоном. Рационально применяется для строительства тяжелых зданий, подземных сооружений (гаражей, подземных этажей домов, переходов).

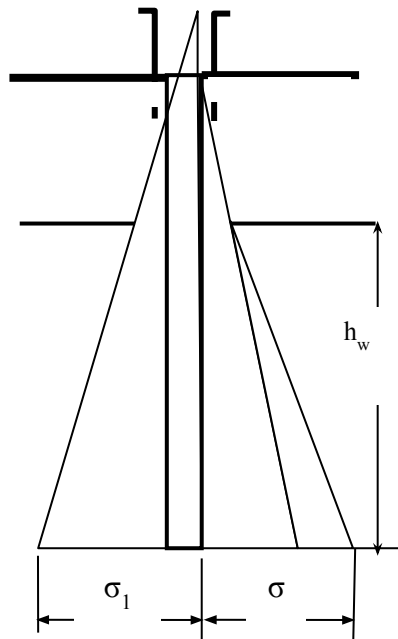
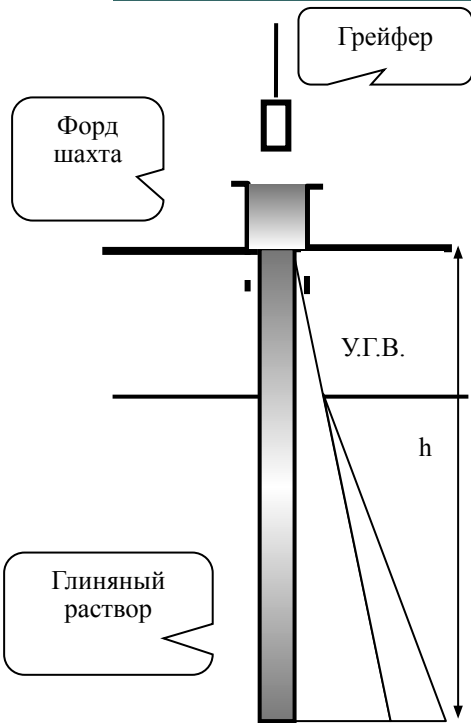


- **Технологическая схема устройства «стены в грунте»:**



- **1—устройство форшахты (укрепление верха траншеи);**
- **2 — рытье траншеи на длину захватки;**
- **3 — установка ограничителей (перемычек между захватками);**
- **4 — монтаж арматурных каркасов;**
- **5 — бетонирование на захватке методом вертикально перемещаемой трубы**

$$\sigma = \gamma h \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right) + \gamma_w h_w$$



**Давление от раствора должно быть больше давления окружающей среды. Для того чтоб удержать давление в устье траншеи применяют форд шахту (металлическую или ж/б).**

$$\sigma_1 > \sigma$$







Полученная стена в грунте замыкается в плане и создается единая конструкция. Грунт постепенно выбирается в направлении сверху – вниз, с устройством дисков перекрытий – элементов жесткости, играющих роль распорок.

Пример: строительство подводных гаражей в Женеве.

