

# Технология возведения подземных сооружений методом опускного колодца

# Область применения:

- Опускные колодцы применяются:
- при устройстве фундаментов мелкого заложения;
- при устройстве опор мостов;
- при устройстве заглубленных сооружений:
- насосных станций;
- гаражей;
- водозаборных шахт.
- в сложных гидрогеологических условиях
- в стесненных условиях.

# Сущность метода

**Сущность метода опускного колодца состоит  
в том, что**

- конструкцию стен вначале возводят на отведенной площадке (полностью или частично).
- Затем внутри этого сооружения послойно разрабатывают грунт (от центра к ножу)
- В результате чего это сооружение под действием собственного веса или с пригрузами опускается в грунт на проектную отметку
- Затем устраивается днище сооружения, или если это фундамент, то полость колодца заполняется бетоном или бутобетоном

# Объемно-планировочное и конструктивное решения опускных колодцев

Опускные колодцы могут быть в плане:

- - круглые, эллиптические, прямоугольные со сторонами до 50-60м
- - толщина стенок от 0,4 до 1,2 м
- - в нижней части колодец снабжен ножом, режущая кромка которого облицована стальными уголками и листами
- - глубина погружения 20-25м – тонкостенные колодцы
- - до 40 м и более – массивные

Опускные колодцы могут быть сборные и монолитные

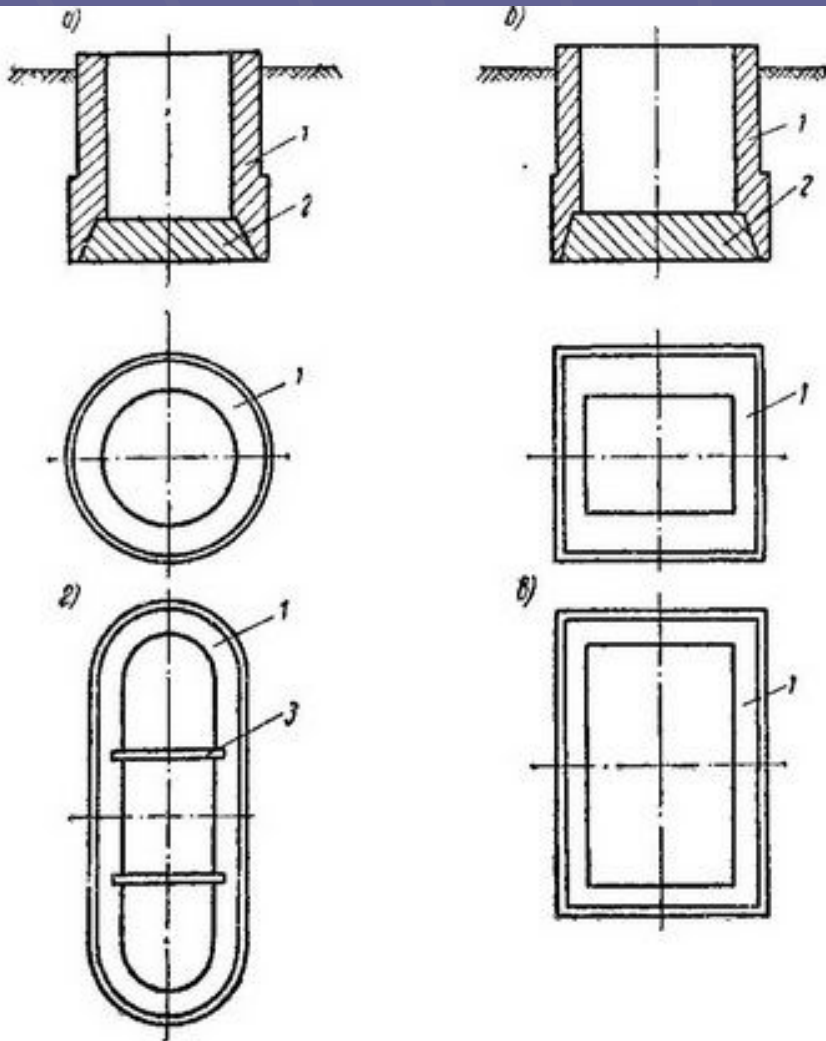


Рис. Формы сечений опускных колодцев

а — круглые;

б — квадратные;

в) прямоугольные;

г) — с закругленными боковыми стенками;

1 — стена;

2 — днище;

3 — поперечная стенка

# Технология возведения опускного колодца

## Основные этапы возведения:

1. подготовка строительной площадки
2. устройство временного основания
3. возведение стен колодца: монолитных и сборных
4. разработка земляного ядра и погружение колодца
5. устройство днища, или заполнение колодца бетоном, бутобетоном.

# 1 этап. Подготовка строительной площадки

На строительной площадке должны быть выполнены все необходимые работы подготовительного периода:

- 1) снятие растительного слоя;
- 2) расчистка территории;
- 3) закрепление на местности основных осей сооружения при помощи обносок. Обноски устанавливают с учетом СГП вне зоны возможных подвижек грунта;
- 4) Разработка пионерного котлована или траншеи по контуру сооружения;  
Глубина такой выемки может быть от 0,6 до 3м, но дно выемки должно располагаться на 0,5-1 м выше уровня грунтовых вод.
- 5) Понижение уровня грунтовых вод (У.Г.В.).

- 1 способ – для небольших колодцев с незначительным напором грунтовых вод в центре колодца устраивается скважина ниже проектной отметки колодца и глубинными насосами вода откачивается
- 2 способ – для больших колодцев со значительным напором грунтовых вод по периметру опускного колодца устраивают легкие иносифильтовые установки или водопонижающие скважины.

## 2 этап. Устройство временного основания

Для устройства ножевой части колодца необходимо выполнить основания в виде песчано-щебеночной грунтовой призмы с деревянными, или ж/б подкладками.



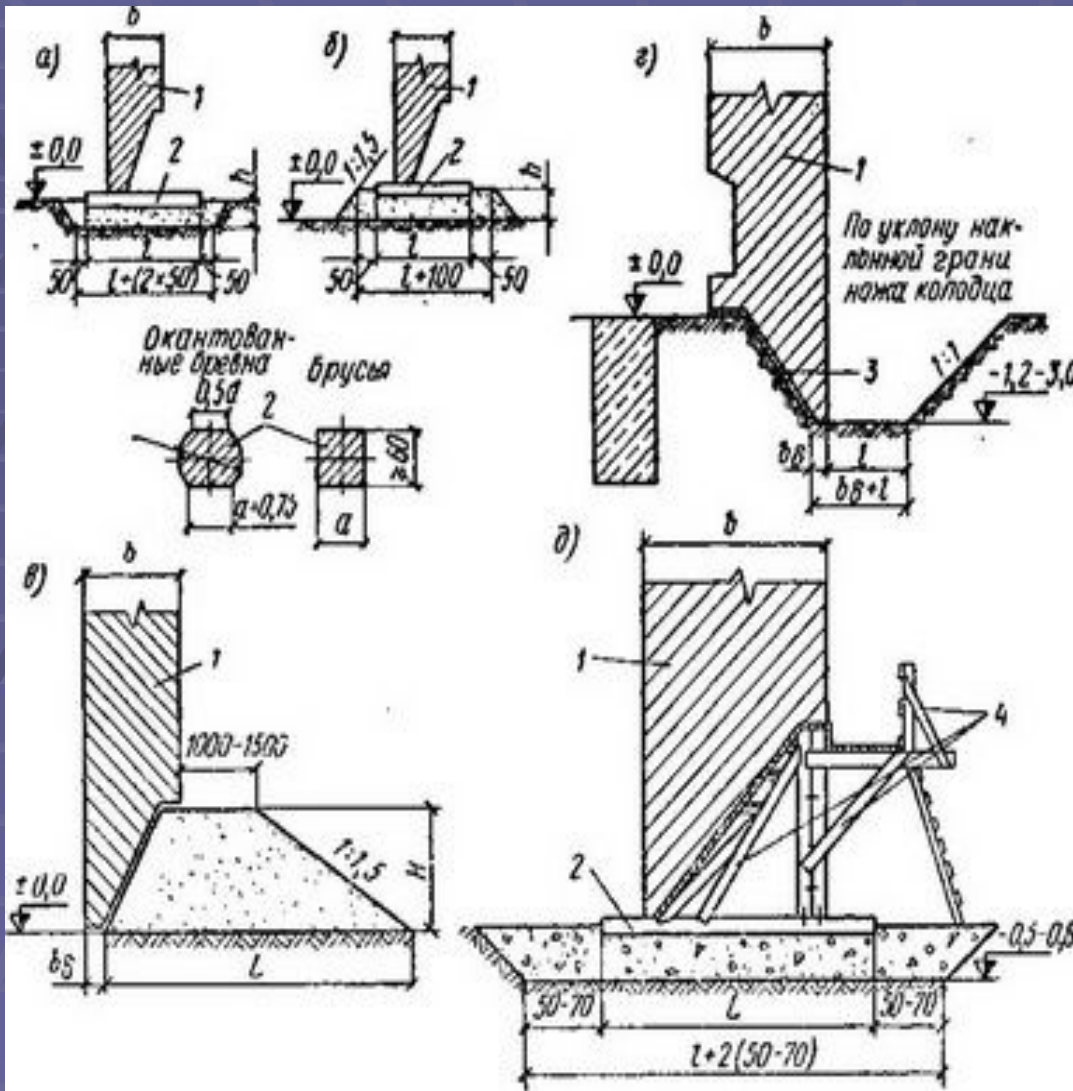


Рис. Схема подготовки оснований под нож и установка ножа опускного колодца  
 а — на втпленнойпесчаной подушке и деревянных подкладках;

б — на насыпной песчаной подушке и деревянных подкладках; в — на насыпной песчаной призме;

г — в специально подготовленной траншее (котловане);

д — на песчано-гравийной (щебеночной) призме и деревянных опорных подмостях;

1 — нож колодца;

2 — деревянные подкладки;

3 — деревянная опалубка или железобетонные плиты-оболочки;

4 — деревянные подмости

### 3 этап. Устройство стен монолитного ж/б колодца

При устройстве монолитных ж/б колодцев в качестве опалубки применяются:

- разборная переставная металлическая и дерево-металлическая опалубка
- реже – тонкостенные ж/б плиты оболочки (несъемная опалубка) или металлическая несъемная опалубка

Арматура - армокаркасы, армосетки, армоблоки с необходимым 3.Д.

Бетонная смесь – малоподвижная с осадкой конуса 40-60 мм с пластифицирующими добавками.

Устройство монолитных стен ОК выполняется ярусами (высотой 6-8м), а ярусы разбиваются на блоки при больших размерах колодцев (т.е. устройство вертикальных рабочих швов)

Бетонирование каждого последующего яруса (или блока) допускается только после набора бетоном прочности 1,5 МПа.

Бетонирование может быть выполнено по всему периметру слоями 25-5- см. Бетонную смесь подают кранобадьевым способом (1-2,5 м<sup>3</sup>) иногда бетононасосами.

Смесь уплотняют вибраторами

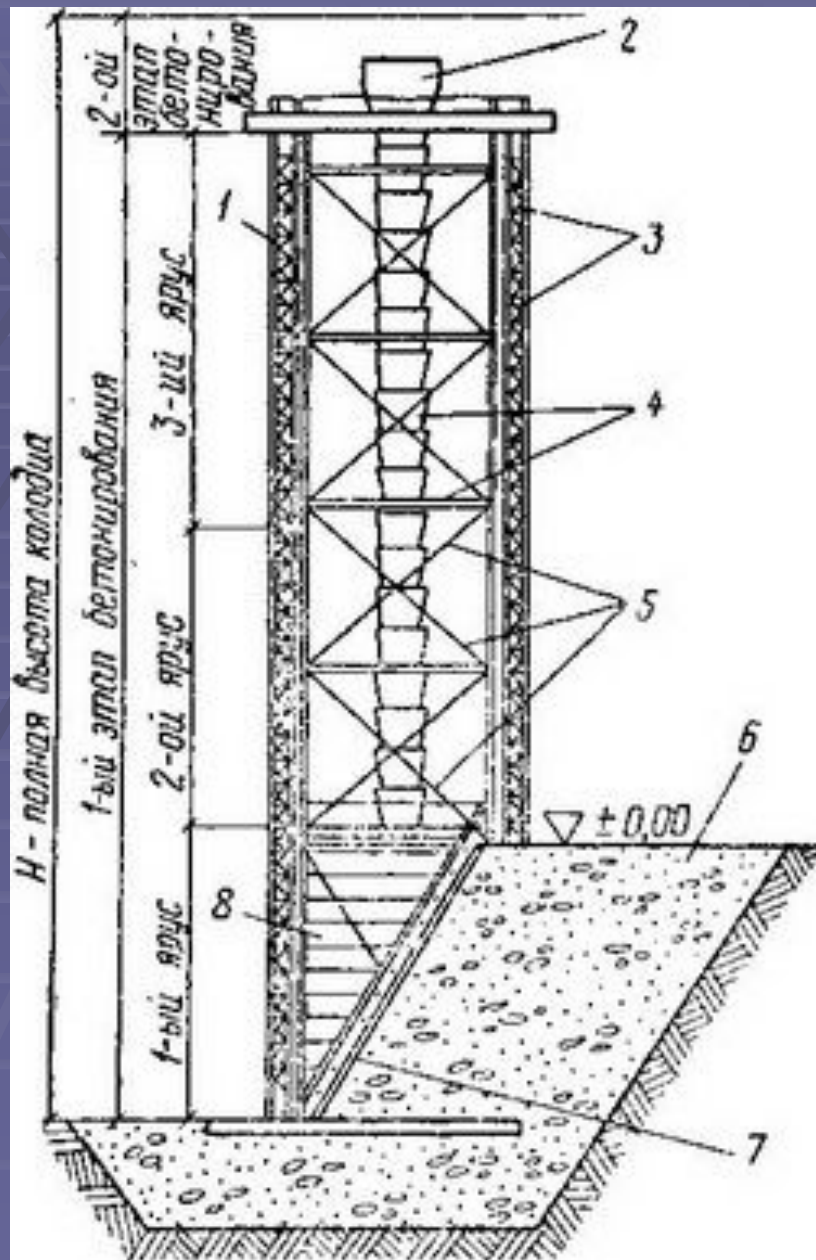


Рис. Схема бетонирования стены опускного колодца

- 1 — опалубка наружной поверхности стены колодца;
- 2—воронка для приема бетона;
- 3—опалубка внутренней поверхности стены колодца;
- 4 — гибкий хобот для вертикальной транспортировки бетона;
- 5 — армокаркасы стены;
- 6 — щебеночная призма;
- 7 — плиты опалубки;
- 8—нож колодца

Распалубку ножа и нижнего яруса колодца можно выполнить только после достижения 100% проектной прочности.

Распалубку верхних ярусов можно выполнять при 70% проектной прочности.

Гидроизоляция стен должна выполняться до их опускания.

### Устройство стен опускного колодца из сборного железобетона

Широкое распространение получили ОК из сборных ж/б элементов, для их устройства используют пустотные блоки и тонкостенные панели длиной до 12 м, шириной 1,5-2 м и толщиной 0,4-0,8 м.

Такие панели применяются для ОК глубиной до 25 м. При большей глубине применяются пустотные блоки.

Монтаж сборных панелей производится башенным или стреловым краном при помощи спец.кондуктора.

Например: стационарный кондуктор – это металлическая рамная конструкция (в плане повторяющая контур ОК), обеспечивающая:

- временное закрепление панелей в проектном положении и выверку.

Затем панели между собой свариваются, а стык заделывается бетоном.

Опускание колодца возможно только после набора прочности бетона стыка 100% проектной прочности и гидроизоляции стен.

## 4 этап. Разработка земляного ядра и погружение колодца

Для разработки грунта используются:

- экскаваторы «прямая лопата»;
- бульдозеры с погрузкой грунта в бадьи и выдачей на поверхность кранами (механизмы внутри ОК)
- экскаватором, оборудованным грейферным ковшом с выгрузкой в а/с
- гидромеханизированный способ.

Погружение колодца начинается с :

1. Разборка временного основания; разрабатываются песчано-щебеночные призмы и удаляются подкладки в диаметрально-противоположных местах.
2. Разработку грунта необходимо вести с середины постепенно приближаясь к ножевой части колодца.
3. Грунт под ножевой частью разрабатывается вручную одновременно по всему периметру. Это обеспечивает равномерное погружение колодца.

Погружение ОК в грунт происходит в результате преодоления сил трения стены о грунт силами собственного веса колодца.

В процессе погружения ОК необходимо постоянное геодезическое наблюдение.



При погружении колодца при значительной силе трения стены о грунт возможно:

- зависание колодца;
- перекосы.

Для сокращения сил трения, для уменьшения дефектов погружения применяют погружение колодцев в «тиксотропных рубашках».

Для погружения колодца в «тиксотропной рубашке»:

- 1) в ножевой части колодца устраивается выступ шириной 10-15 см.
- 2) при погружении колодца между грунтом и стеной колодца образуется полость.
- 3) полость заполняется тиксотропным раствором. Он предотвращает обрушения грунта и стены колодца не соприкасаются с грунтом.

Силы трения остаются только в пределах поверхности ножа.

Погружение в тиксотропной рубашке дает:

1. Снижение веса колодца и уменьшение толщины стены.
2. улучшается гидроизоляция
3. уменьшаются эффекты погружения
4. снижаются трудозатраты на 30%.

Также используются другие методы погружения: задавливание и вибропогружение.

# 5 этап. Устройство днища.

Устройство днища или заполнение бетоном выполняется после того как колодец достигает проектной отметки.

Устройство состоит из следующих процессов:

- 1) зачистка и планировка. Щебеночная подготовка.
- 2) Гидроизоляция днища.
- 3) Армирование днища
- 4) Бетонирование (по захваткам)

После устройства днища монтируются внутренние конструкции. Контроль качества осуществляется на всех стадиях. Входной и операционный.

## Контроль за погружением

На стены крепятся вертикальные рейки с делением 1см. При помощи отвеса проверяется вертикальность через каждый 1м погружения.



# Возведение стен опускного колодца из пустотелых блоков.

Размеры блоков зависят от размеров подземного сооружения. Толщина блока равна толщине стены опускного колодца, высота 1-1,5, длина может быть любой, а контуры прямолинейные или повторяющие контур опускного колодца.

Монтаж блоков выполняется краном.

Ножевые блоки выполняются сплошные и монтаж их осуществляется при помощи кондуктора. Соединение таких блоков должно быть прочным – проварка вертикальных сплошных металлических пластин с наружной и внутренней стороны стыка.

Ножевая часть колодца может быть и монолитной.

Первые два ряда пустотелых блоков монтируются при помощи кондуктора;

- с приваркой закладных деталей (пластин) в вертикальных и горизонтальных швах с наружной и внутренней стороны.

- затем выполняется армирование и бетонирование пустот.

Дальнейший монтаж блоков ведется на цементно-песчаном растворе с армированием и бетонированием пустот.

Для большей жесткости стен могут устраиваться монолитные пояса.





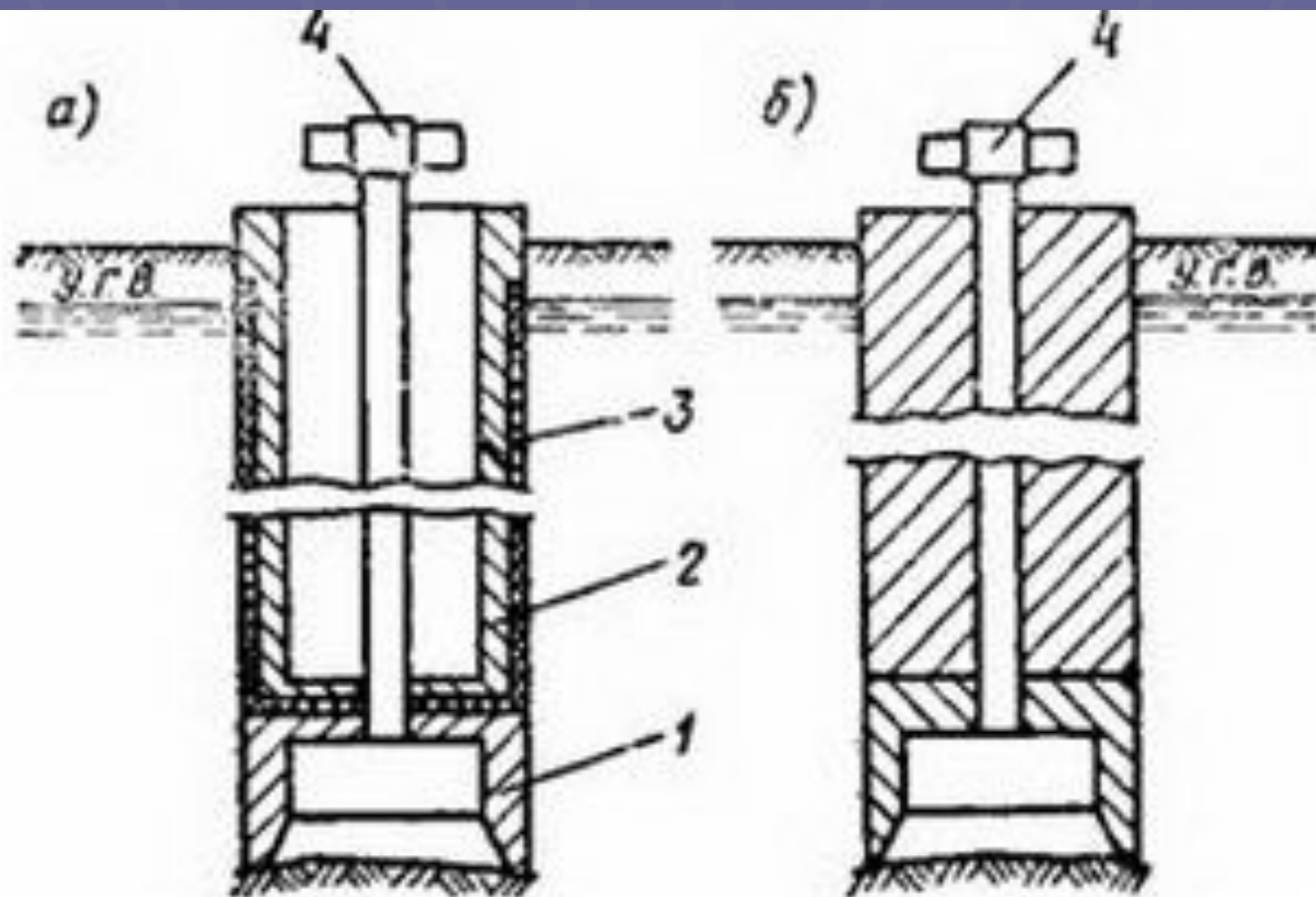
# Метод кессона.

## Область применения.

Метод кессона применяется:

- - для возведения фундаментов и опор глубокого заложения
- - при высоком УГВ, когда наблюдается значительный приток воды при этом осложняются работы по осушению грунта.
- - в сильнообводненных, крупнообломочных или скальных грунтах, где работы по осушению (понижению УГВ) достаточно сложны.





### Схемы устройства кессона

- а — для заглубленного здания; б — для глубокого фундамента;
- 1 — кессонная камера;
- 2 — надкессонное строение;
- 3 - гидроизоляция;
- 4 —шлюзовой аппарат

# Последовательность производства кессонных работ:

1. Сначала сооружают кессонную камеру из железобетона с ножевой частью. На потолке камеры монтируется шахтная труба и шлюзовый аппарат.
2. Затем устраиваются подкессонные стены подземного сооружения постепенно по мере погружения кессона.
3. В кессонной камере разрабатывают грунт ручным или гидромеханизированным способом, и через шлюзы грунт удаляется – такое погружение выполняется до УГВ.
4. В кессонную камеру нагнетается сжатый воздух, предотвращающий поступление в камеру подземных вод.  
Воздушное давление в камере кессона должно удовлетворять требованию

$$P > \rho_w * H / 10$$

(т.е. давление в кессоне должно быть на 10% выше давления столба воды), где

$P$  – избыточное воздушное давление в камере кессона, Па;

$H$  – гидростатический напор на уровне ножа камеры, м; такое давление в камере кессона вытесняет грунтовую воду из грунта. В процессе погружения давление в кессоне поднимают. Оно должно быть на 10% больше давления столба воды;

$\rho_w$  – плотность воды, т/м<sup>3</sup>.

5. Разработка грунта ведется в осушенном пространстве камеры вручную (слабые грунты

пневматическими установками, плотные грунты мелкими взрывами)

Гидромеханизированным способом:

В центре камеры устраивается зумпф, а затем грунт размывается струей воды;

Пульпа скапливается в зумпфе и удаляется эжекторами или гидроэлеваторами.

6. Погружение кессона возможно при выполнении следующих условий

$$Q1+Q2>T+P2W2+PBWB, \text{ где}$$

$Q1$  – вес кессонной камеры, кН;

$Q2$  – вес надкессонного строения, кН;

$T$  – сила бокового трения кессона о грунт, кН;

$P2$  – давление грунта под ножом кессона, кПа;

$W2$  - площадь внутренней поверхности ножевой части кессона, м<sup>2</sup>

$PB$  – избыточное давление воздуха в кессоне, кПа

$WB$  – площадь кессона по наружному очертанию, м<sup>2</sup>.

По мере опускания кессона возрастают  $T$  и  $PB$ , вследствие чего погружение кессона

замедляется и даже может прекратиться.

Применяется форсированный способ посадки кессона: по периметру ножа разрабатывается

траншея глубиной 0,5 м.

Погружение кессона на большую глубину возможно при автоматической разработке

грунтов или дистанционным управлением механизмов.



7. после погружения кессона на проектную отметку, камеру необходимо заполнить материалом – бетоном, бутобетоном, песок с плотной подбивкой грунта, пустоты заполняются цементно-песчаным раствором.

По условиям железобетона работать людям в кессоне можно при давлении не более 0,4 МПа, что соответствует работе под водой на глубине 40 метров, поэтому наибольшая глубина погружения кессона составляет 38 метров (т.к. давление в камере должно быть на 10% выше давления столба воды).

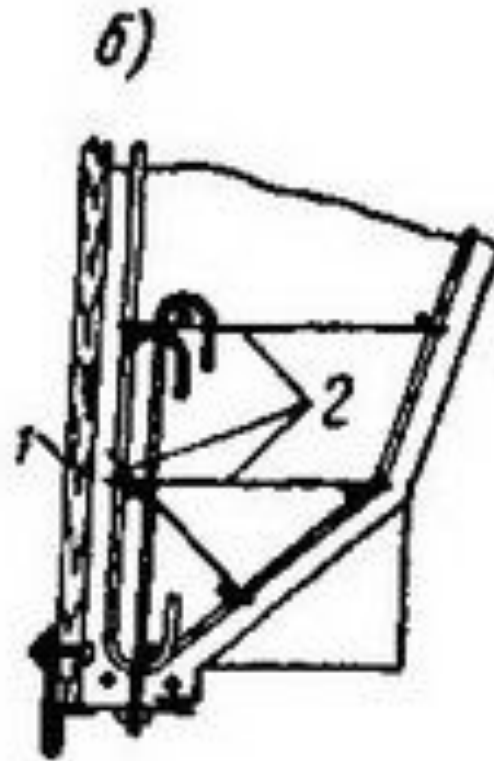
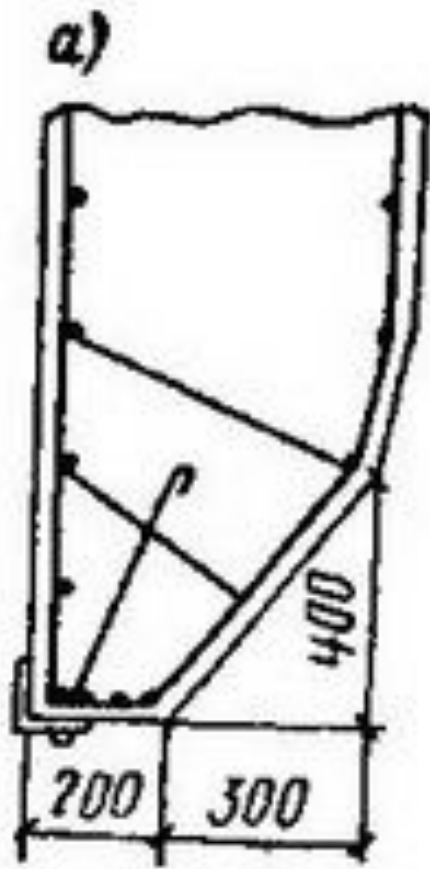
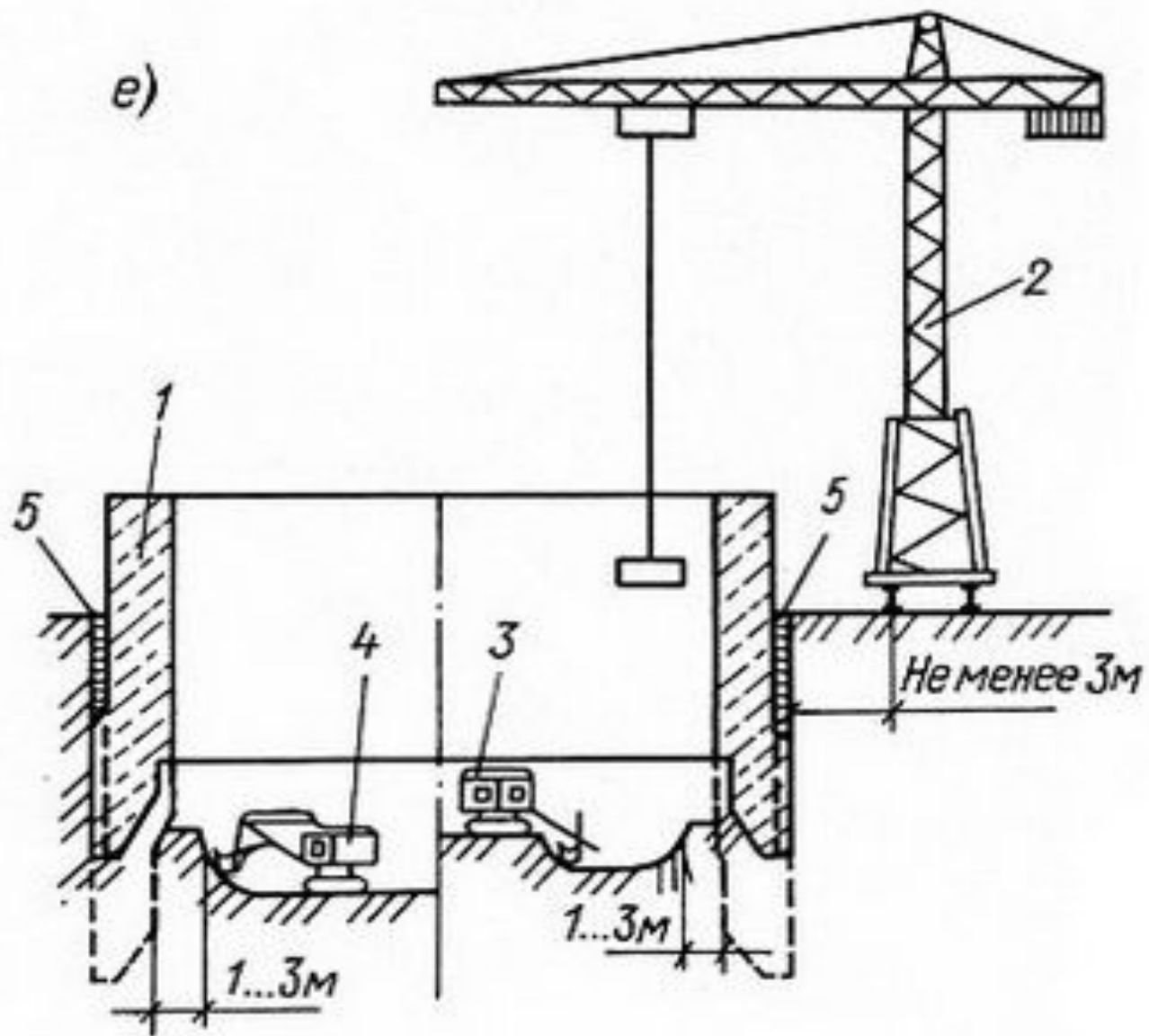


Рис. Нож кессона  
а — тупой; б — с резцом; 1 — опалубка; 2 — хомуты



- 1 — колодец;
- 2 — башенный кран;
- 3, 4 — экскаваторы (прямая и обратная лопата);
- 5 — тиксотропная рубашка

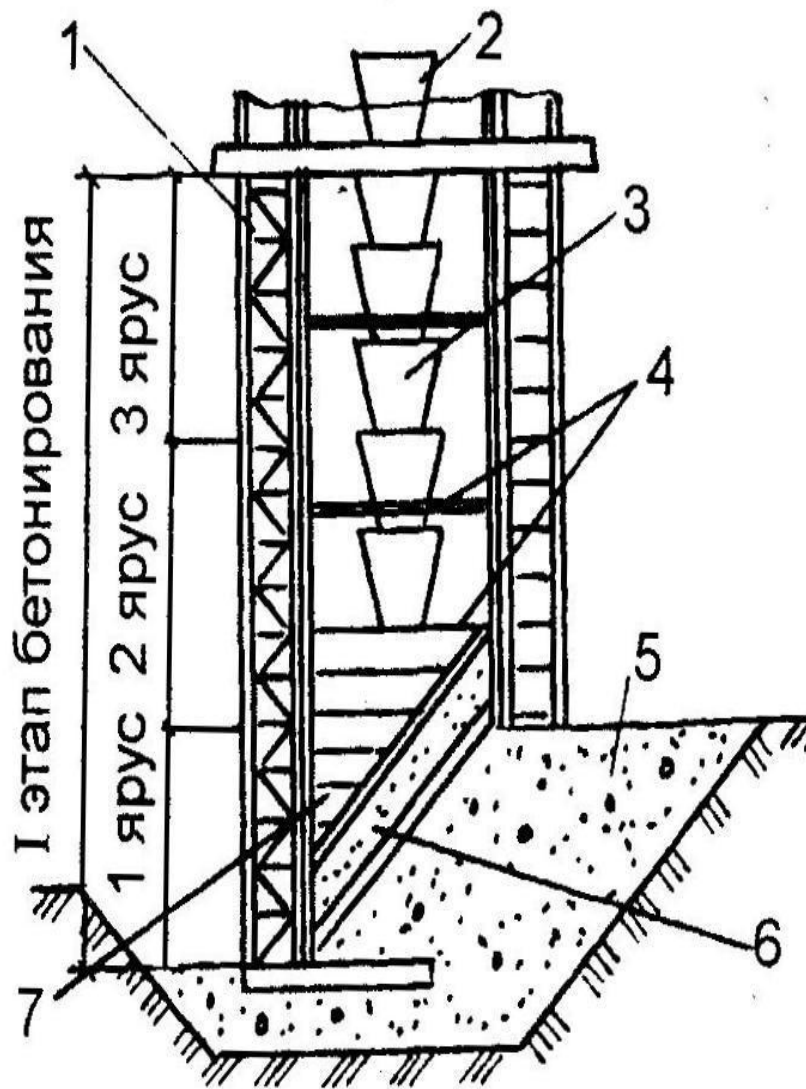


Рис. 2.15. Схема возведения стены опускного колодца:

1 - опалубка стены колодца; 2 - воронка для приема бетонной смеси; 3 - гибкий хобот; 4 - арматурный каркас; 5 - щебеночная призма; 6 - плиты опалубки; 7 - нож колодца

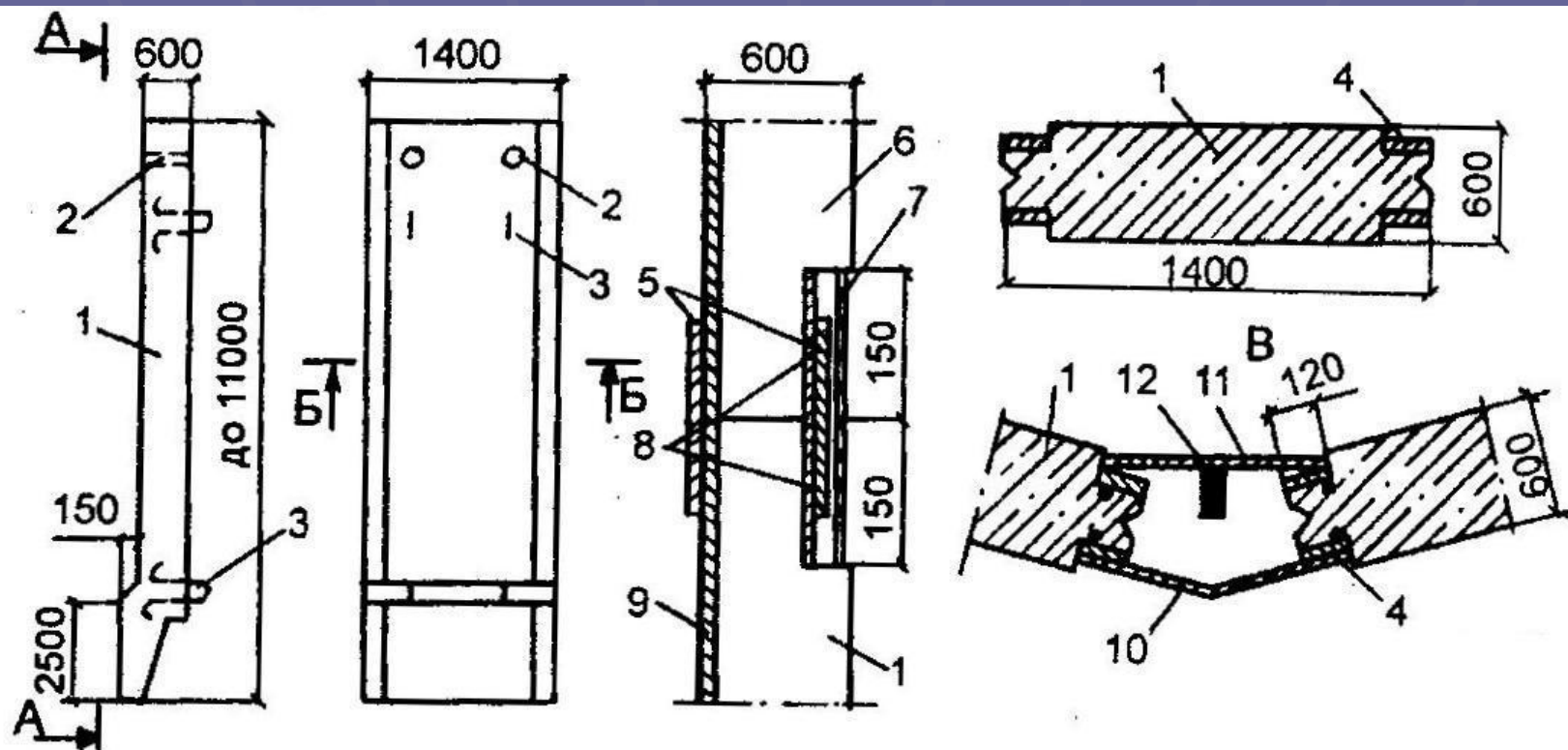
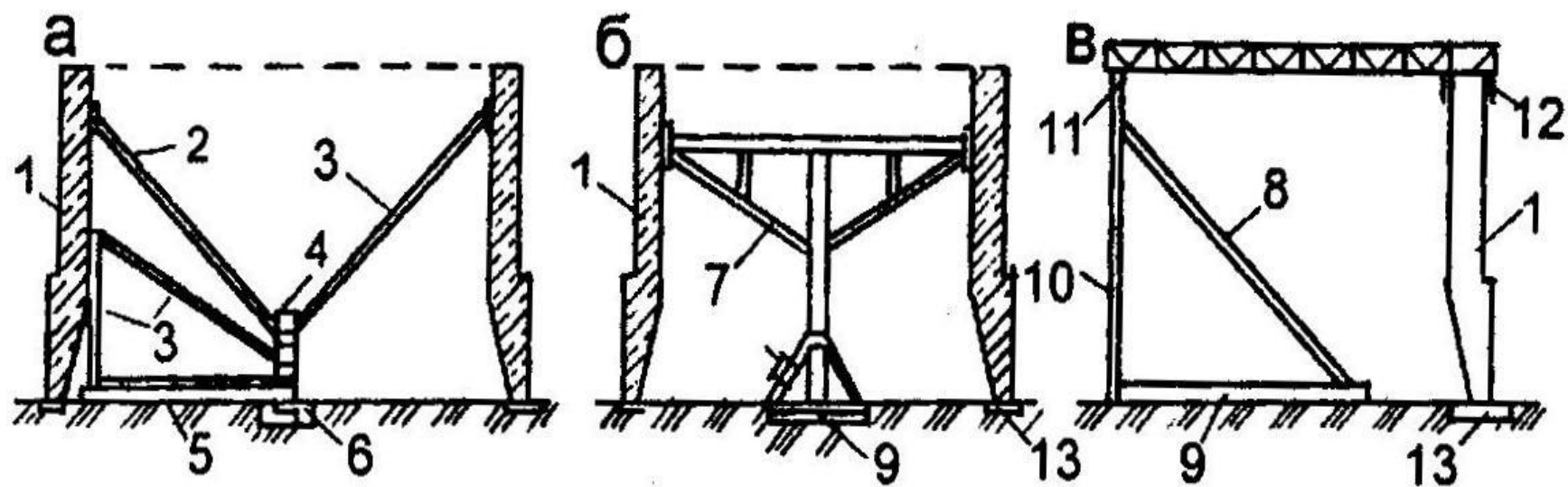


Рис. 2.16. Конструкция железобетонных панелей для стен опускных колодцев и схемы их сопряжения:

а - панель; б - горизонтальный стык между панелями; 1 - панель; 2 - монтажные отверстия; 3 - петли; 4 - закладные пластины по всей высоте панели; 5 - стальная пластина 200x12 мм; 6 - панель верхнего яруса; 7 - арматурная сетка; 8 - пластина 150x12 мм; 9 - стальная гидроизоляция; 10 - пластины; 11 - сплошная металлическая пластина; 12 - анкер закладной пластины



*Рис. 2.17. Типы кондукторов для монтажа сборных панелей  
опускных колодцев:*

*а - подвижный; б - стационарный; в - консольный; 1 - панель;  
2 - распорка; 3 - подвижные опоры; 4 - отрезки трубы;  
5 - патрубков; 6 - бетонная опора; 7 - ферма; 8 - растяжки;  
9 - основание кондуктора; 10 - стойка кондуктора; 11 - консоль  
кондуктора; 12 - обойма; 13 - опорное кольцо*

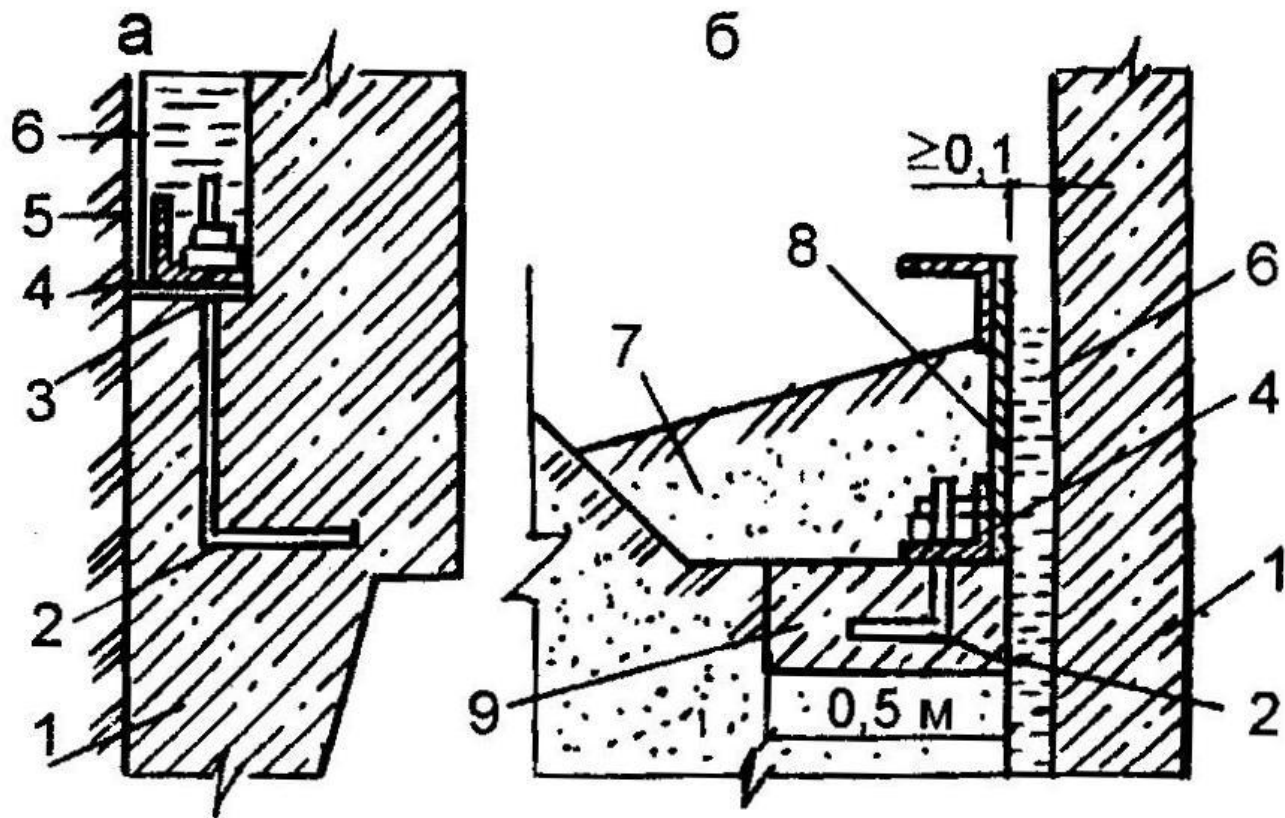


Рис. 2.18. Детали опускаемого колодца, погружаемого в тиксотропной рубашке:

а - резиновый уплотнитель; б - конструкция форшахты; 1 - стена колодца; 2 - анкерный болт; 3 - уступ; 4 - уголок; 5 - листовая резина; 6 - глинистый раствор; 7 - грунтовая засыпка; 8 - форшахта; 9 - железобетонные кольца

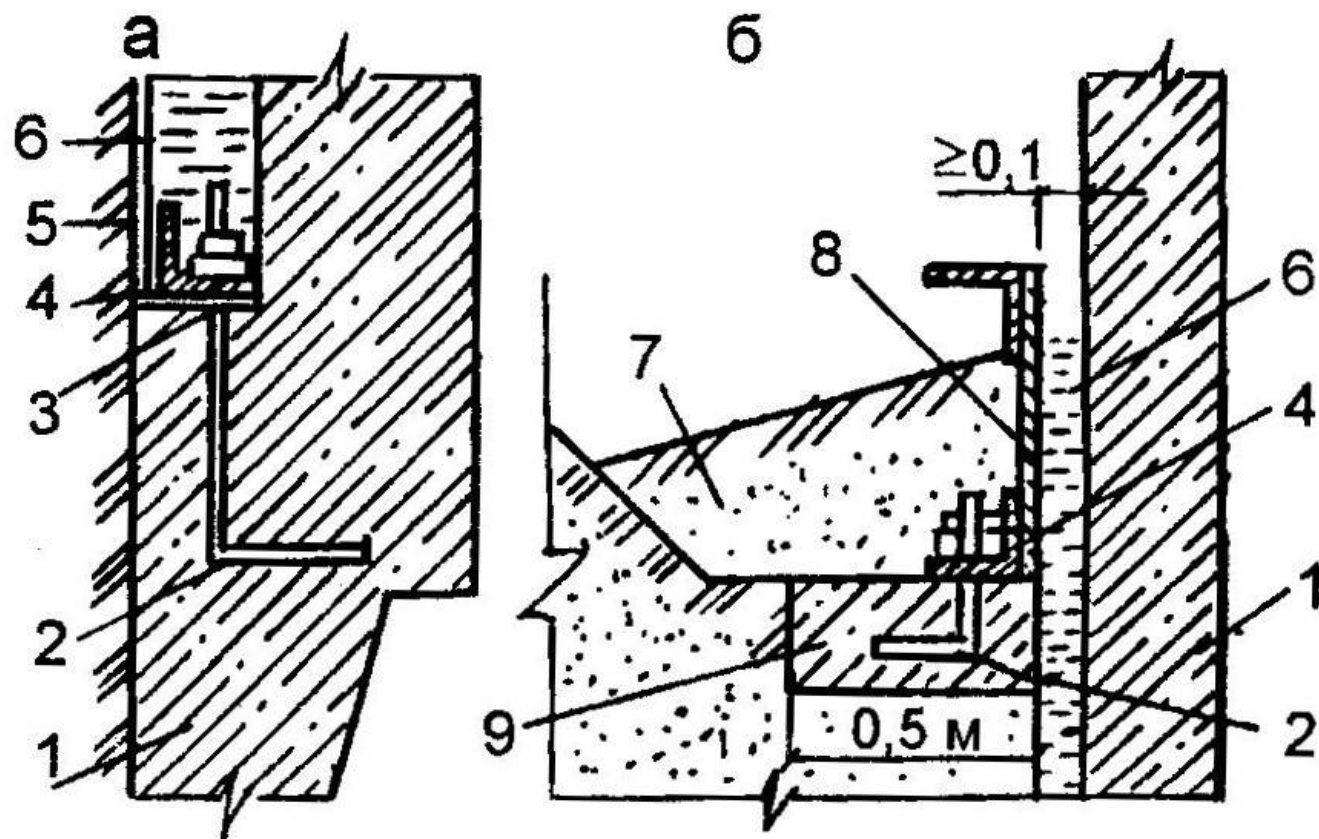
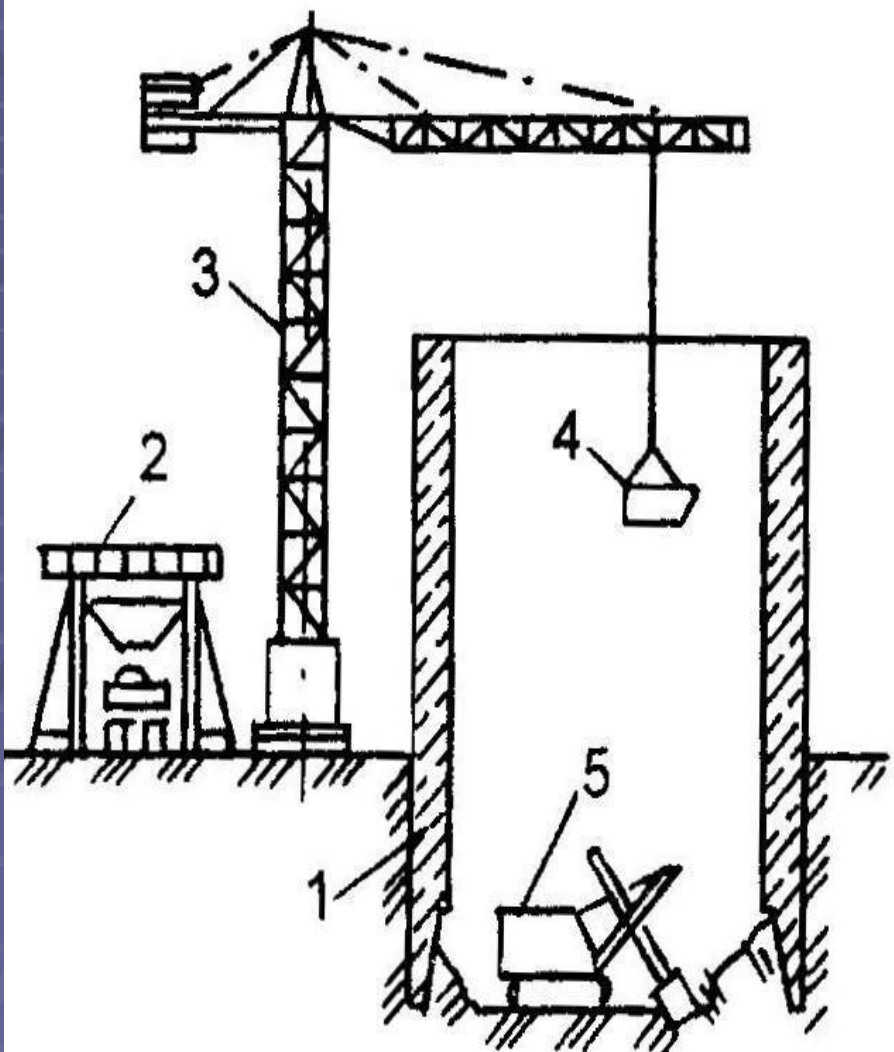


Рис. 2.18. Детали опускаемого колодца, погружаемого в тиксотропной рубашке:

а - резиновый уплотнитель; б - конструкция форшахты; 1 - стена колодца; 2 - анкерный болт; 3 - уступ; 4 - уголок; 5 - листовая резина; 6 - глинистый раствор; 7 - грунтовая засыпка; 8 - форшахта; 9 - железобетонные кольца





*Рис.2.19. Схема разработки  
грунта с использованием  
экскаватора  
и башенного крана:*

- 1 - опускающей колодец;*
- 2 - бункер;*
- 3 - башенный кран;*
- 4 - лопата;*
- 5 - экскаватор*

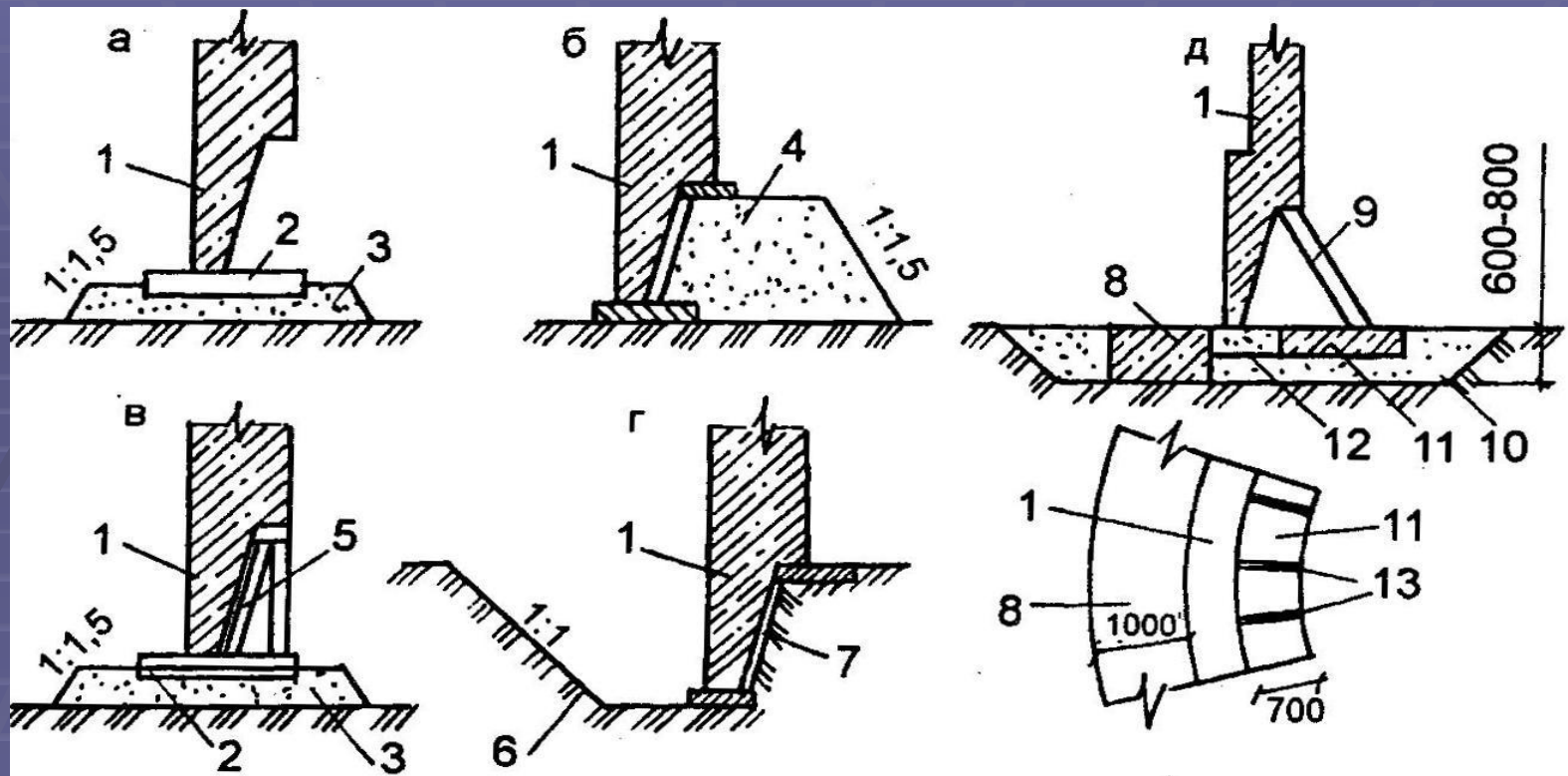


Рис. 2.14. Схемы установки ножа опускаемого колодца на временное основание:

а - песчаную подушку; б - насыпную грунтовую или щебеночную призму; в - песчаную подушку и деревянные опоры; г - траншею; д - опорное кольцо из железобетонных элементов; 1 - нож; 2 - деревянная подкладка; 3 - песчаная подушка; 4 - грунтовая призма; 5 - деревянная опора; 6 - траншея; 7 - опалубка; 8 - форм-шахта; 9 - опорная стойка; 10 - песчаная засыпка; 11 - опорное кольцо; 12 - уплотненный щебень; 13 - разделительные доски



The End.