

---

---

# Основы технологии возведения зданий

ЛЕКЦИЯ 2  
ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

---

---

## План лекции:

1. Работы нулевого цикла дня промышленных и гражданских зданий
2. Строительство в глубоких котлованах
3. Монтаж подземной части здания
4. Способ «стена в грунте»
5. Строительство подземной части методом «Сверху вниз»
6. Способ опускного колодца
7. Сопутствующие строительные процессы
  - 7.1 Закрепление грунтов
  - 7.2 Армирование грунта
  - 7.3 Гидроизоляция подземных сооружений

# 1. Работы нулевого цикла дня промышленных и гражданских зданий

**В состав работ нулевого цикла входят:**

- отрывка котлована с зачисткой основания под фундаменты;
- водоотвод и водопонижение;
- подготовительные работы к монтажу подземной части здания - устройство усиленного основания под самоходный кран;
- разбивка осей фундаментов в вырытом котловане;
- монтаж подземной части здания, включая фундаменты, фундаментные балки, стены подвалов;
- прокладка подземных коммуникаций водопровода, канализации, газопровода, теплосети, водостока, дренажа, телефонной канализации, электрокабелей;
- устройство бетонной подготовки под полы;
- монтаж перекрытия над подземной частью здания;
- гидроизоляция фундаментов и стен подвала;
- обратная засыпка пазух с уплотнением;
- подготовительные работы к монтажу надземной части здания - укладка подкрановых путей на усиленное основание и монтаж башенного крана.

## 2. Строительство в глубоких котлованах

Крепление стенок в глубоких котлованах:

1. Сплошная шпунтовая стенка (при УГВ выше отметки дна котлована)
2. Отдельные стойки по периметру

## 2. Строительство в глубоких котлованах

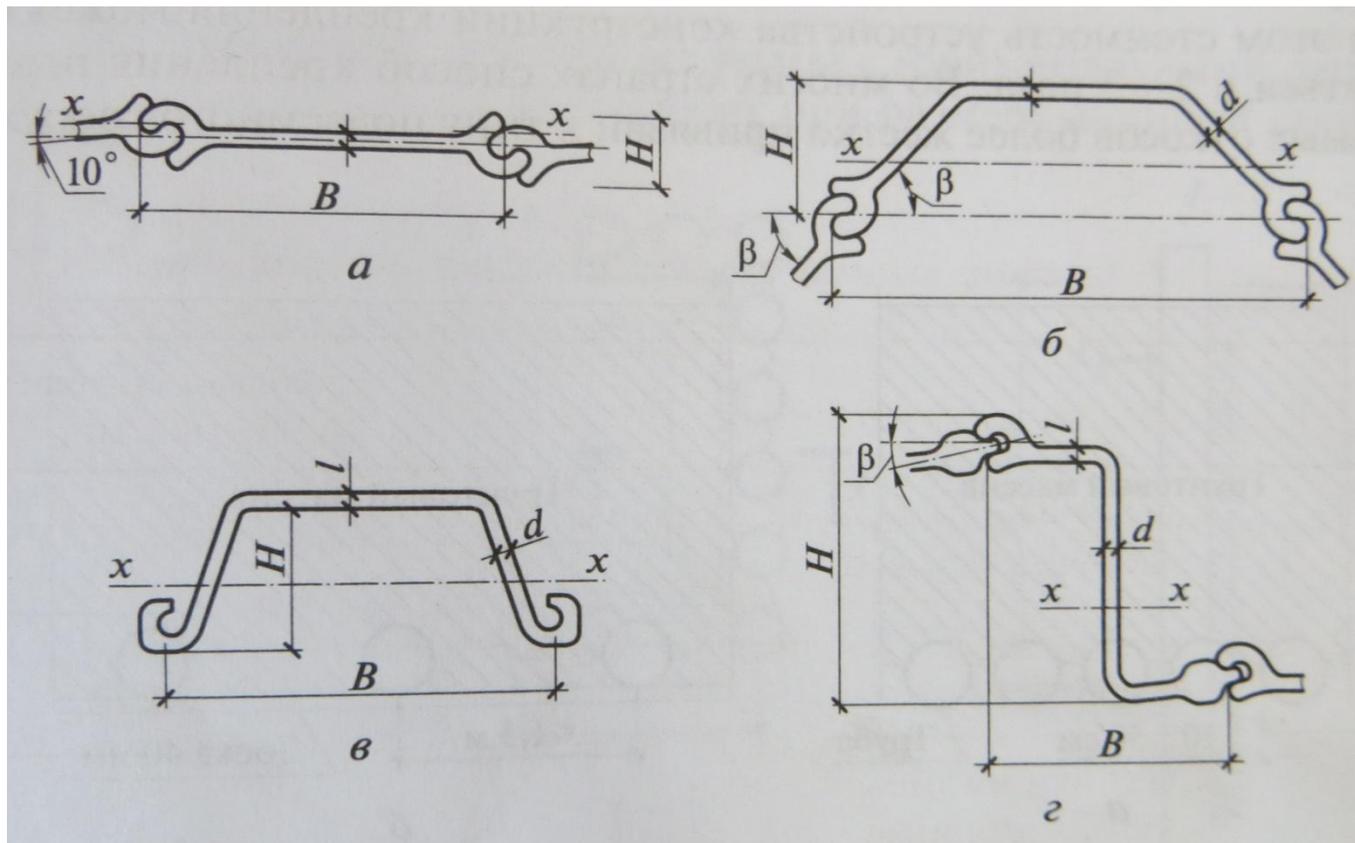


Рис. 1 Основные профили металлического шпунта:  
а – плоский; б – корытного типа;  
в – типа «Ларсен»; г – Z-образный

## 2. Строительство в глубоких котлованах

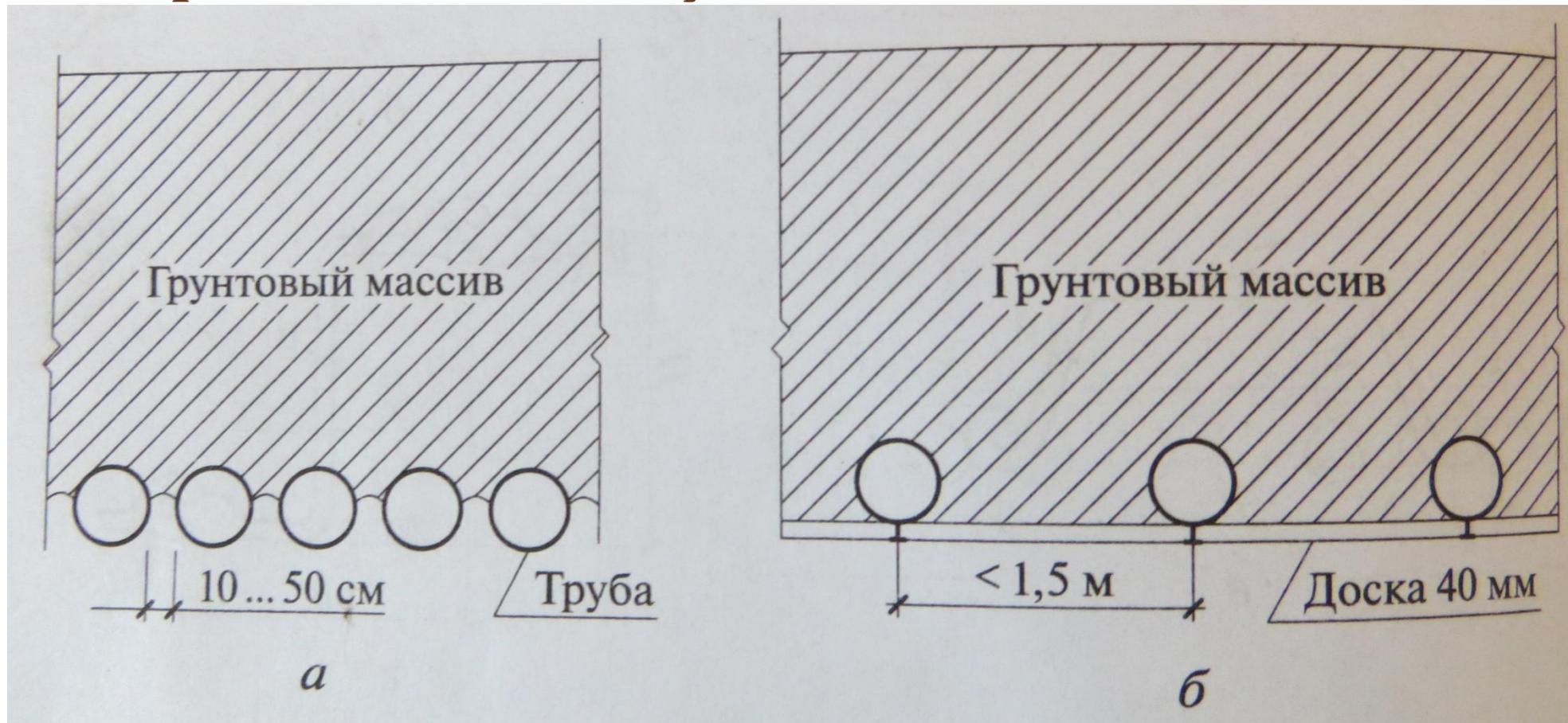


Рис. 2 Ограждение котлована из труб:  
а – с зазорами до 50 см; б – с забирками из досок

## 2. Строительство в глубоких котлованах

Обеспечение устойчивости ограждения вертикальных откосов:

1. Горизонтальные распорные рамы (при размере длинной стороны не более 15-20 м)
2. Распорки (при ширине котлована не более 15м)
3. Подкосы (при глубине до 10 м)
4. Грунтовые анкера

## 2. Строительство в глубоких котлованах

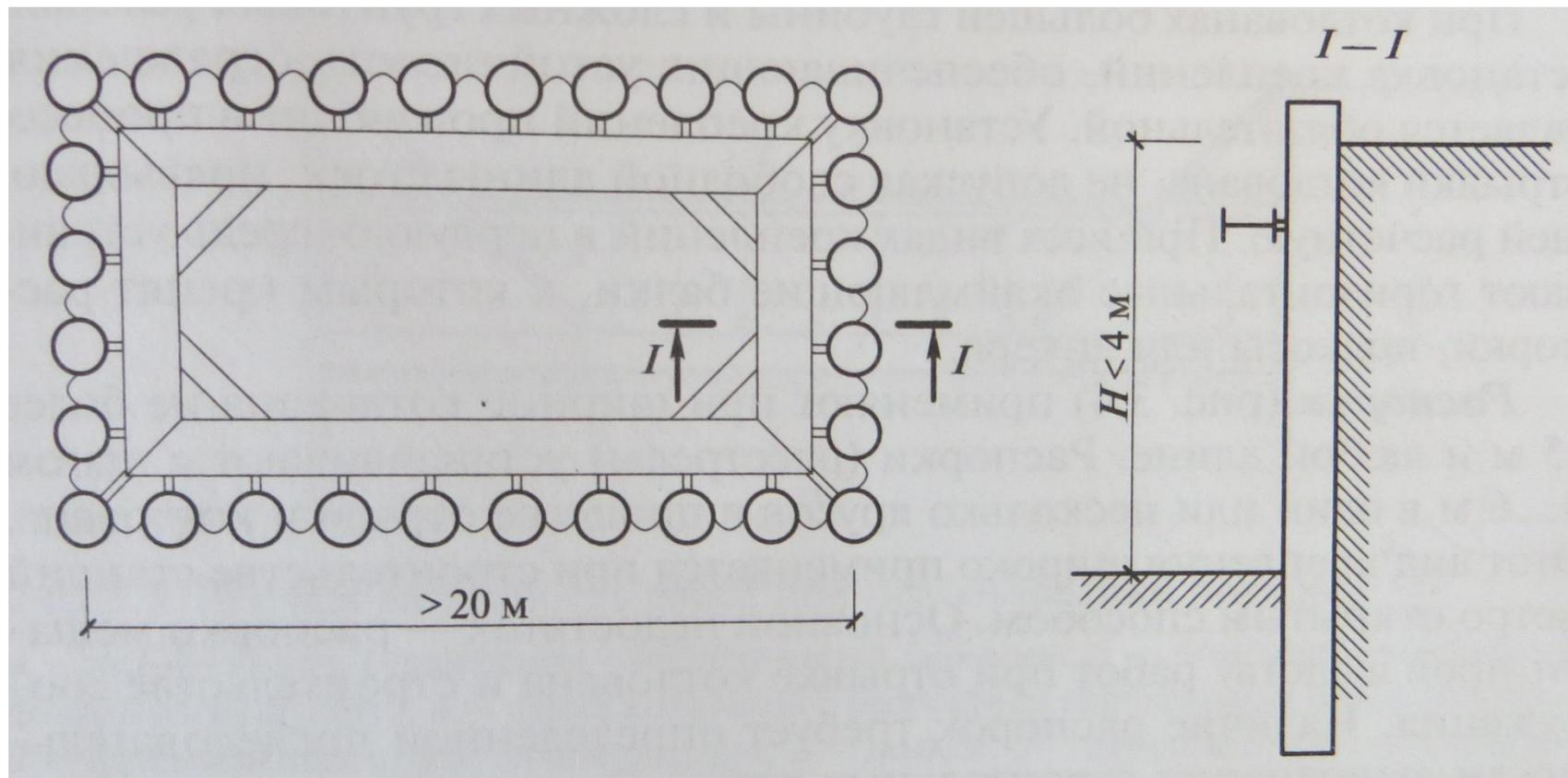


Рис. 3 Обеспечение устойчивости откосов с помощью распорной рамы

## 2. Строительство в глубоких котлованах

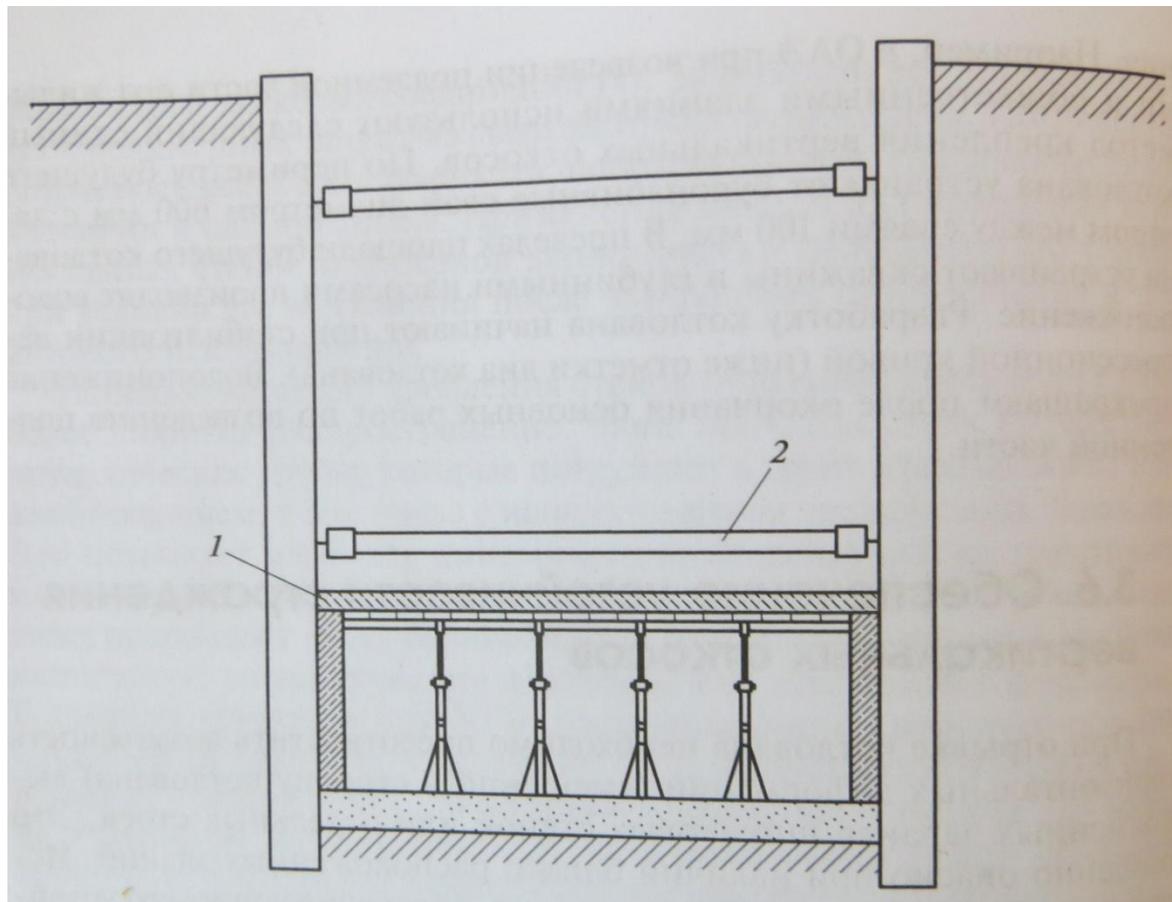
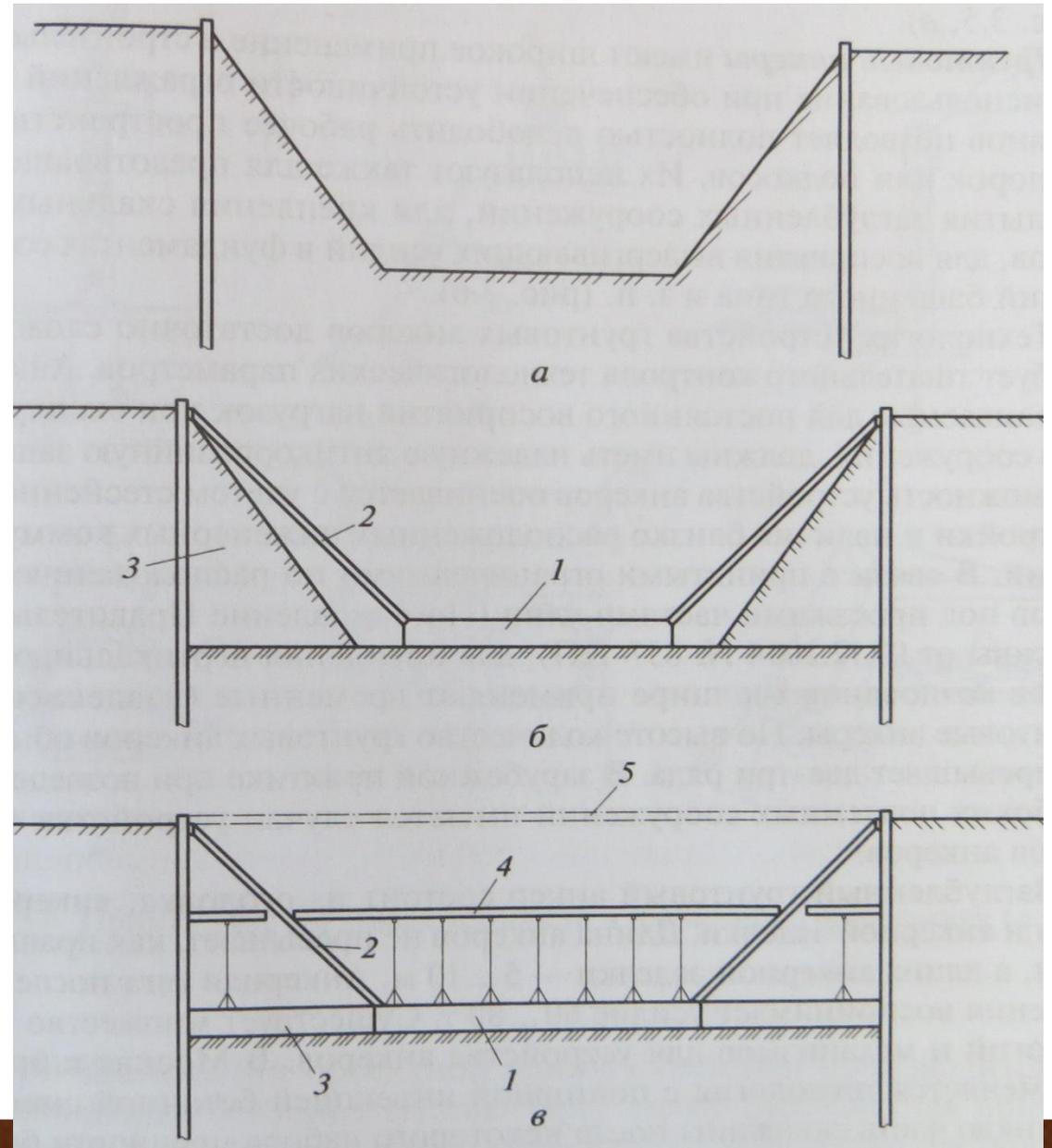


Рис. 4 Крепление ограждения распорками:  
1- забетонированное перекрытие; 2 – распорки нижнего яруса.

## 2. Строительство в глубоких котлованах

Рис. 5 Последовательность работ при использовании подкосов:

- а - устойчивость ограждения обеспечивается бермами;  
б - опирание подкосов на фундаментную плиту;  
в - схема котлована с распорным перекрытием нижнего этажа;  
1 - фундаментная плита первой очереди; 2 - подкос; 3 - фундаментная плита второй очереди; 4 - перекрытие нижнего этажа с проемами для подкосов;  
5 - расположение перекрытия на отметке 0,00.



## 2. Строительство в глубоких котлованах

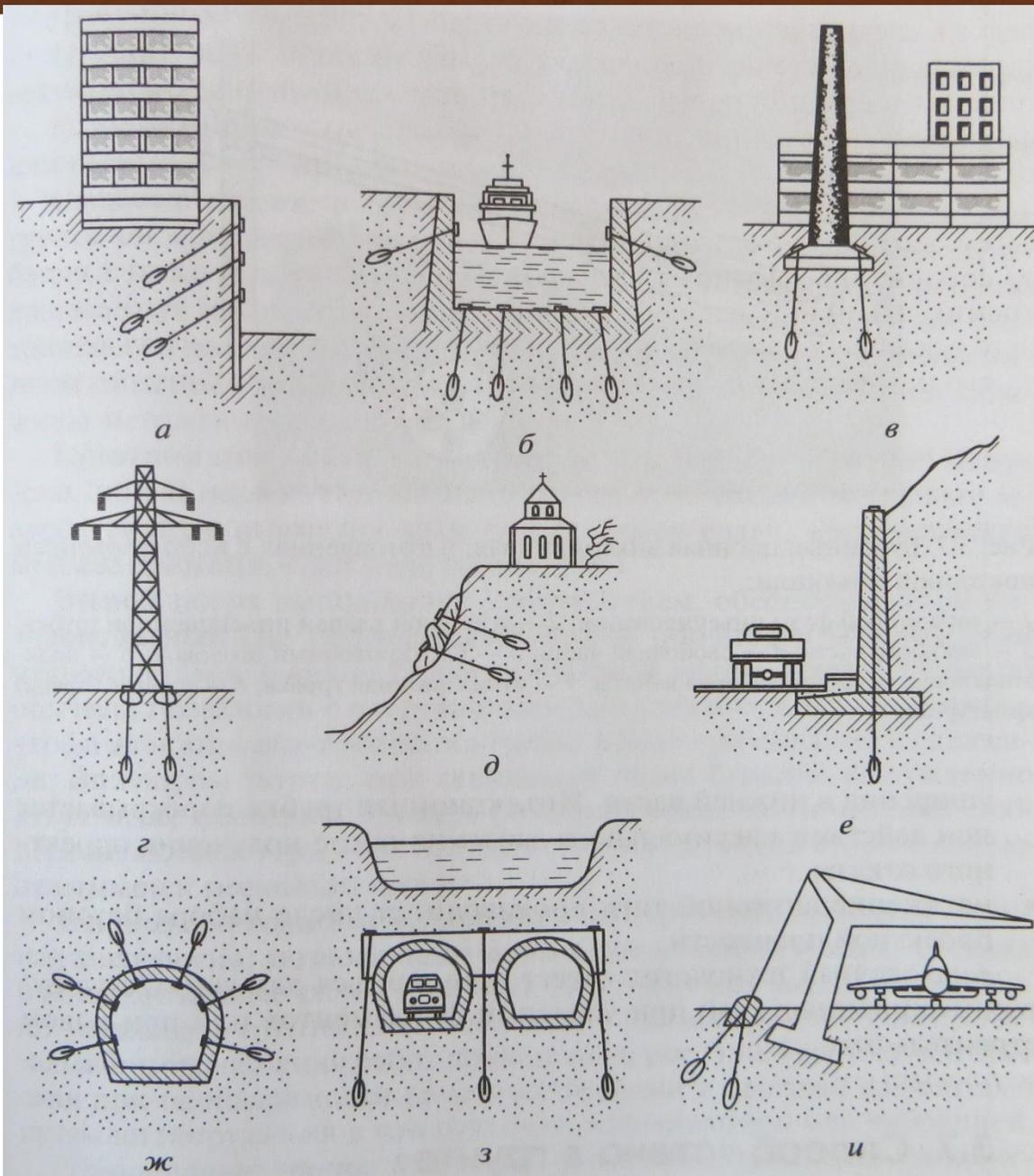
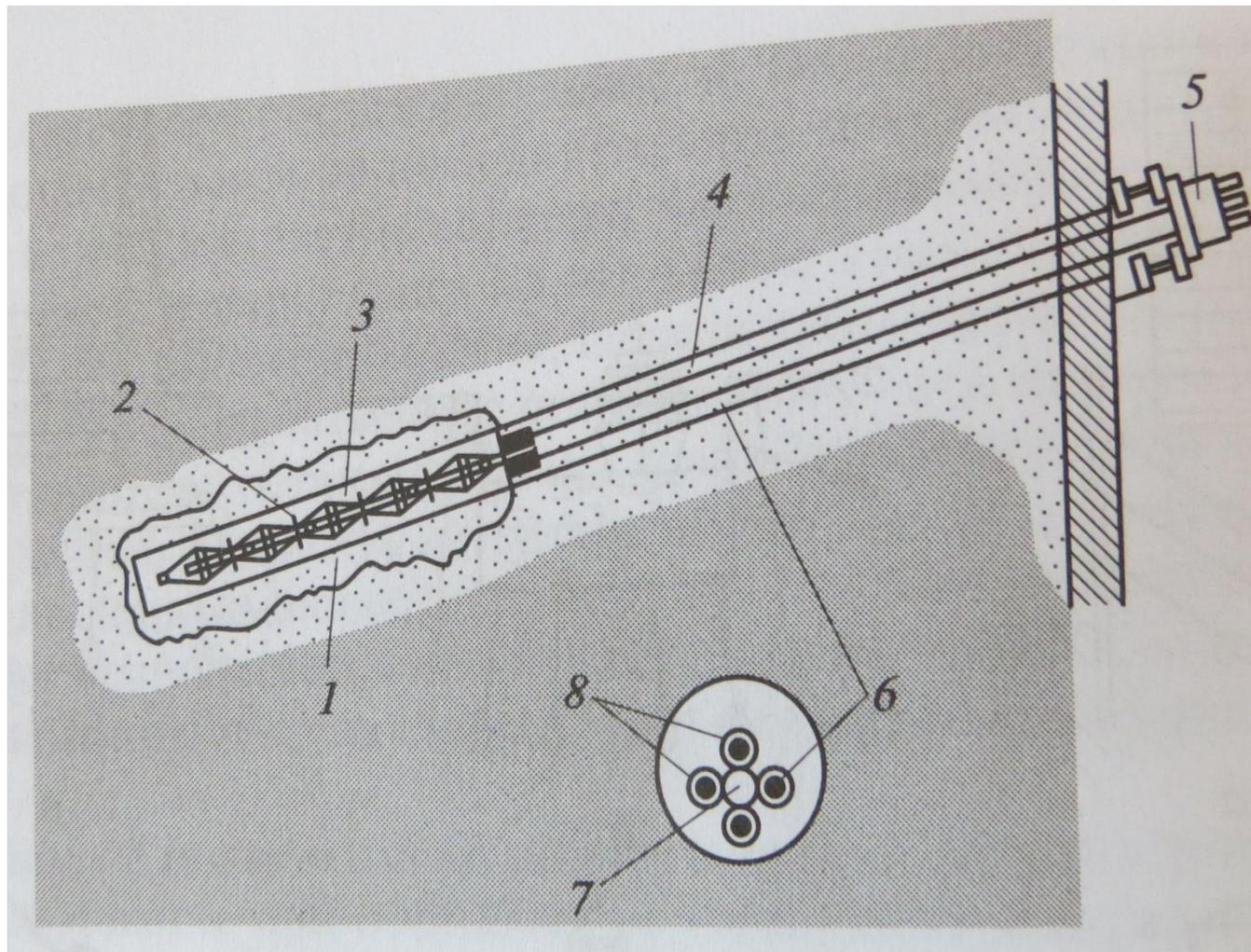


Рис. 6 Применение анкерных устройств

## 2. Строительство в глубоких котлованах

Рис. 7 Буриинъекционная анкерная свая, изготовленная с использованием повторной инъекции:

- 1 – зона второй фазы инъецирования;
- 2 – изливной клапан инъекционной трубки;
- 3 – замковая часть;
- 4 – свободная часть;
- 5 – блокировочный оголовок;
- 6 – полиэтиленовые трубки, одетые на канаты;
- 7 – инъекционная трубка;
- 8 – канаты арматурные.

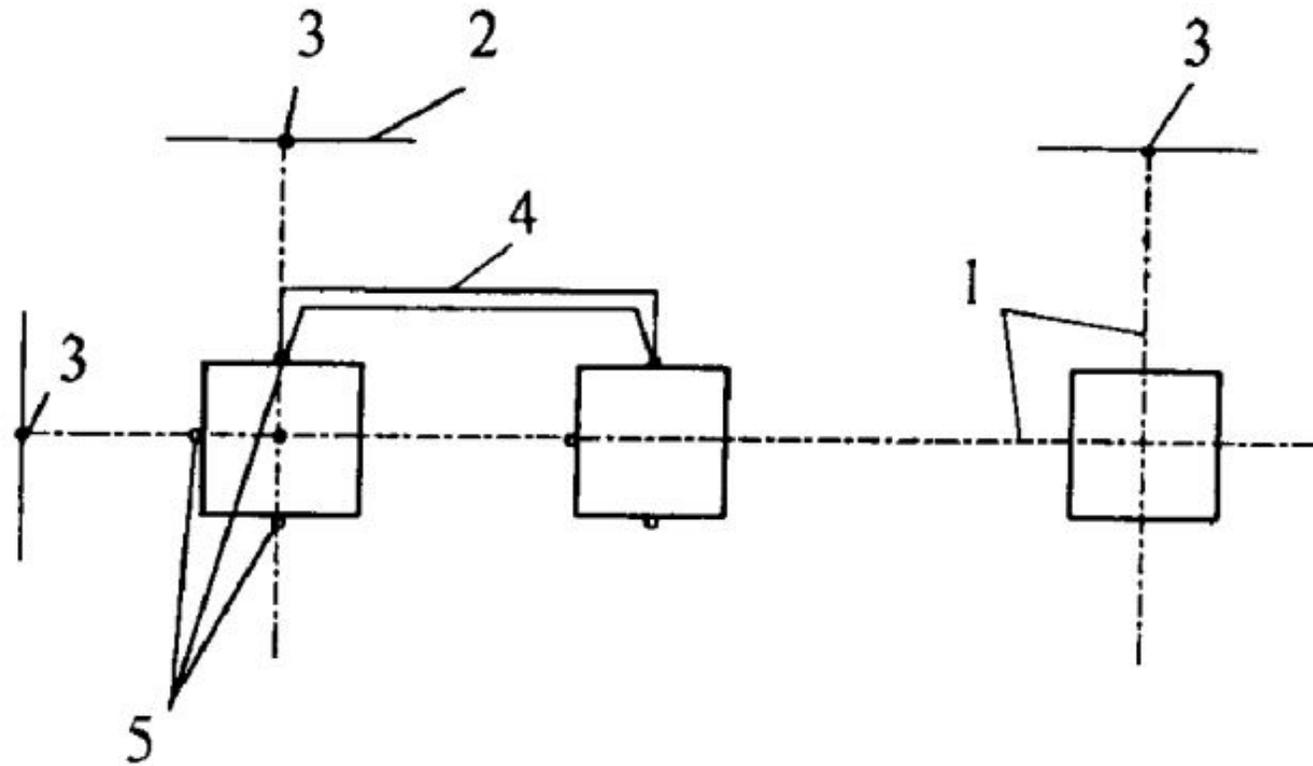


## 4. Монтаж подземной части здания

- **Фундаменты стаканного типа.**

1. После подготовки основания размечают оси фундаментов, которые выносят на обноску с последующей разметкой осей на месте установки фундаментов. Для этого на обноске натягивают осевые струны и с помощью отвесов переносят точки их пересечения на дно котлованов и траншей.
2. Проверяют уровень дна стаканов фундаментов. При необходимости делают углубление в земляном или песчаном основании.
3. От точек пересечения осей фундаментов рулеткой или шаблоном размечают положение боковых граней каждого стакана. Это положение закрепляют тремя колышками или металлическими штырями, забитыми в грунт.

## 4. Монтаж подземной части здания



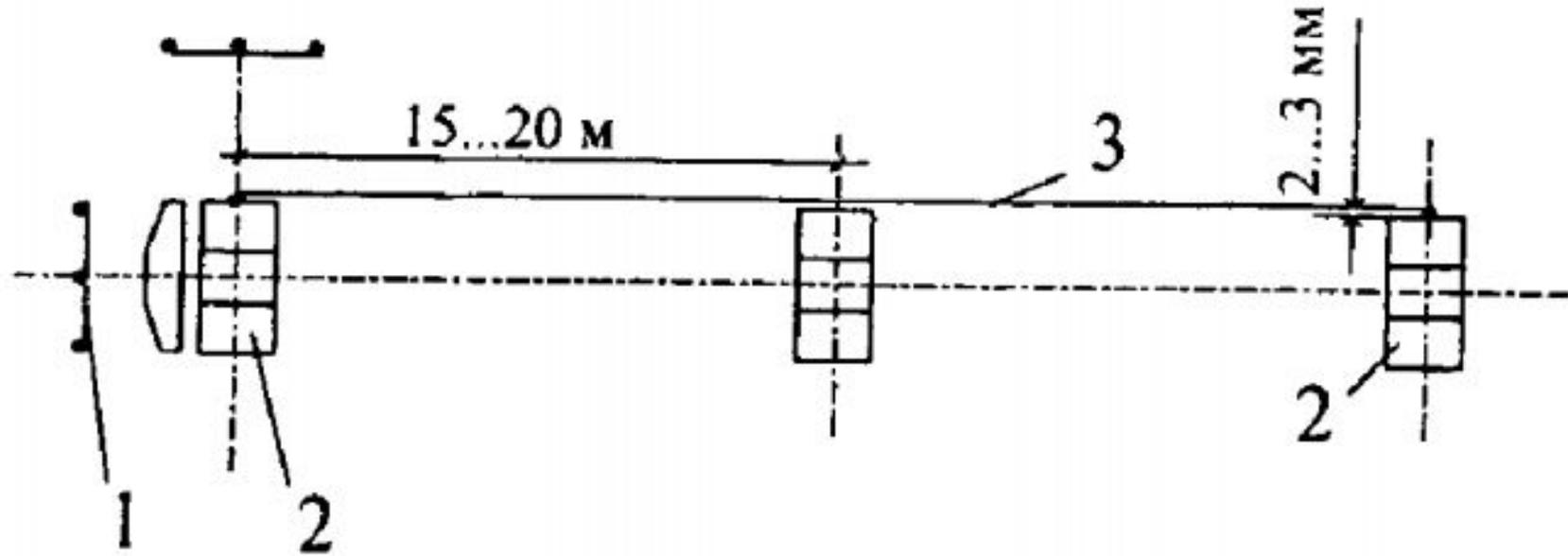
Разметка положения фундаментов стаканного типа:

1 — главные оси здания; 2 — обноска; 3 — гвозди, показывающие положение осей;  
4 — шаблон; 5 — колышки, штыри

## 4. Монтаж подземной части здания

- **Фундаменты ленточного типа.**
- 1. При монтаже ленточных подушек предварительно от точки пересечения осей метром отмеряют проектное положение наружной грани фундаментной ленты и забивают два металлических штыря так, чтобы натянутая между ними проволочная причалка была расположена в 2...3 мм за линией ленты фундаментов.
- 2. Если в проекте нет других указаний, то при песчаных грунтах фундаментные блоки укладывают непосредственно на выровненное основание, при других грунтах — на песчаную подушку толщиной 10 см. Под подошвой фундамента нельзя оставлять насыпной или разрыхленный грунт.
- 3. Отметку основания проверяют нивелированием. Ленточные фундаменты начинают монтировать с маячных блоков по углам и в местах пересечения стен. После этого шнур- причалку поднимают до уровня верхнего наружного ребра блоков и по нему располагают все промежуточные блоки. Боковые пазухи и разрывы между блоками-подушками до 10...15 см в процессе монтажа заполняют песком и уплотняют.

## 4. Монтаж подземной части здания



Разметка положения фундаментных подушек:

1 — обноска; 2 — торцевые фундаментные подушки; 3 — причалка

## 4. Способ «стена в грунте»

Применяются 2 метода «стена в грунте»:

1. свайный, когда ограждающая конструкция образуется из сплошного ряда вертикальных буронабивных свай;
2. траншейный, выполняемый сплошной стеной из монолитного бетона или сборных железобетонных элементов.

С использованием технологии «стена в грунте» можно сооружать:

- противодиффузионные завесы;
- туннели мелкого заложения для метро;
- подземные гаражи, переходы и развязки на автомобильных дорогах;
- емкости для хранения жидкости и отстойники;
- фундаменты жилых и промышленных зданий.

## 4. Способ «стена в грунте»

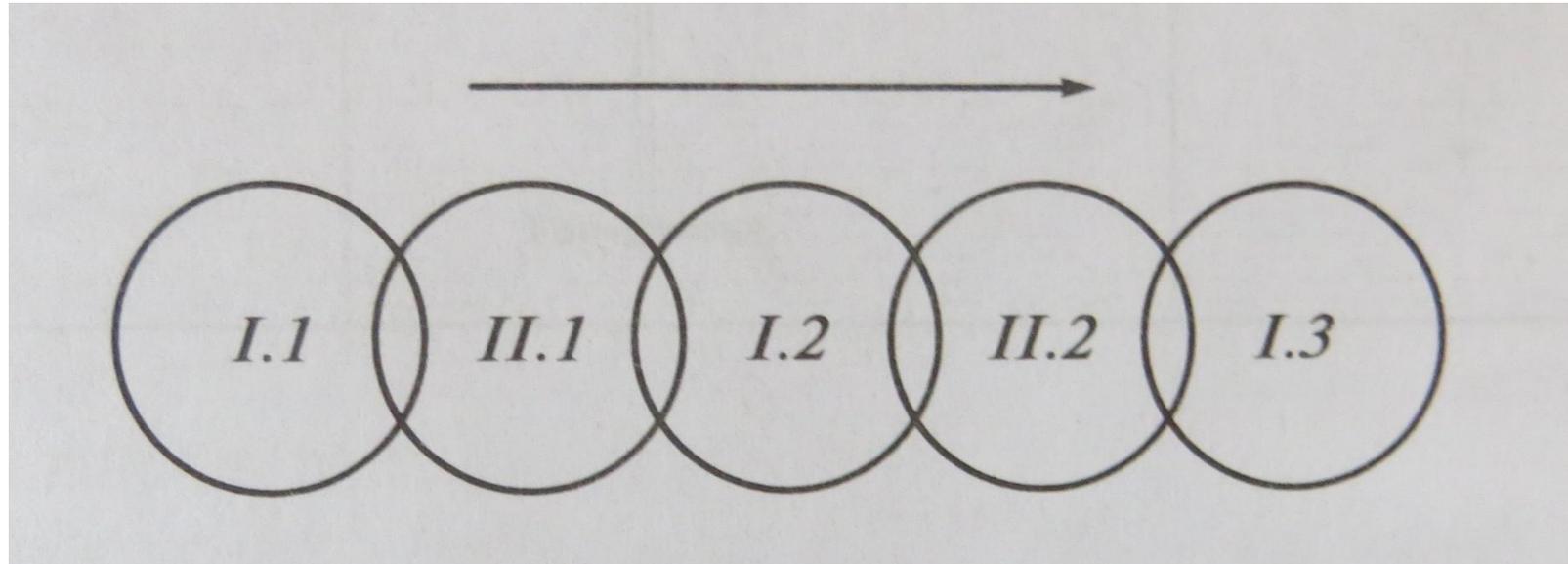


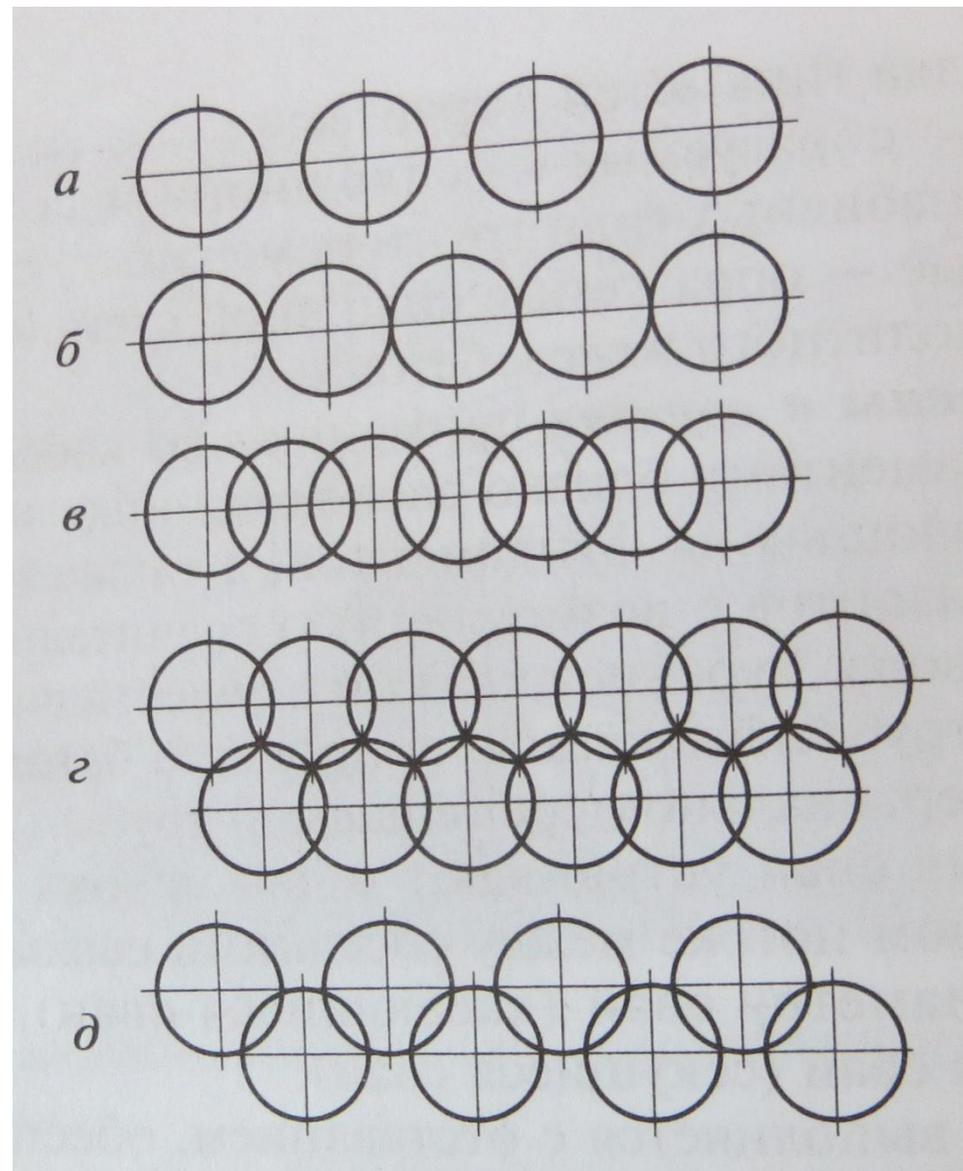
Рис. Последовательность устройства стены в грунте методом секущих свай:

I, II – номера потоков; 1, 2, 3 – последовательность устройства буронабивных свай

## 4. Способ «стена в грунте»

Рис. Схемы стен в грунте из  
грунтоцементных свай:

а – отдельно стоящие сваи; б –  
касающиеся сваи; в – секущие  
сваи; г – двухрядная  
конструкция; д – расположение  
свай в шахматном порядке.

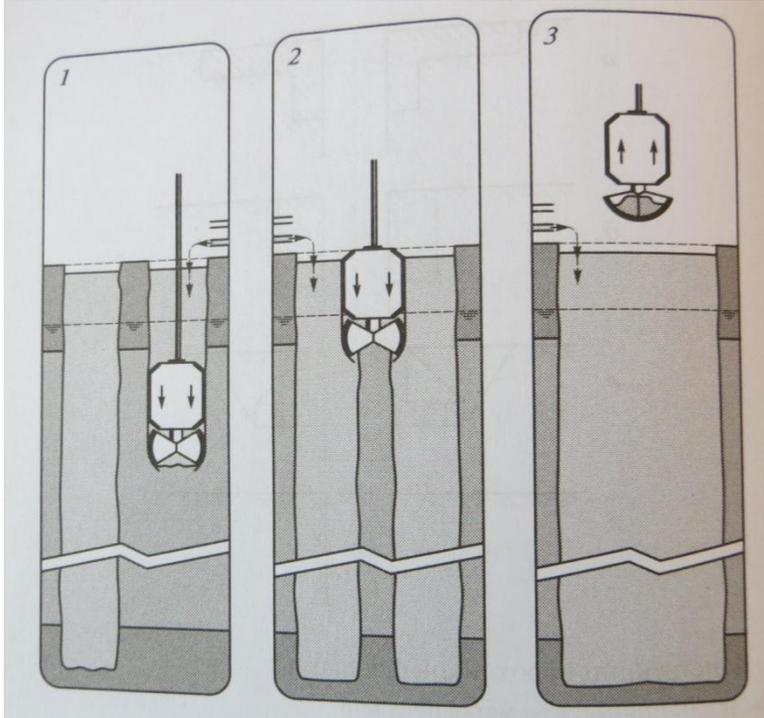


## 4. Способ «стена в грунте»

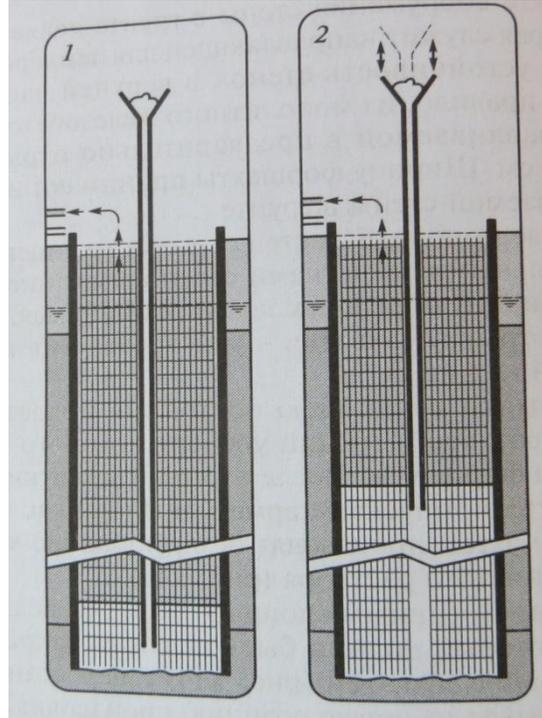
Устройство траншейной стены в грунте:

- устройство форшахты в предварительно отрытую траншею глубиной 70-80 см;
- разработка траншеи отдельными захватками шириной 5-6м под бентонитовым раствором;
- армирование траншеи и установка ограничителей;
- бетонирование траншеи методом вертикально-поднимаемой трубы (ВПТ).

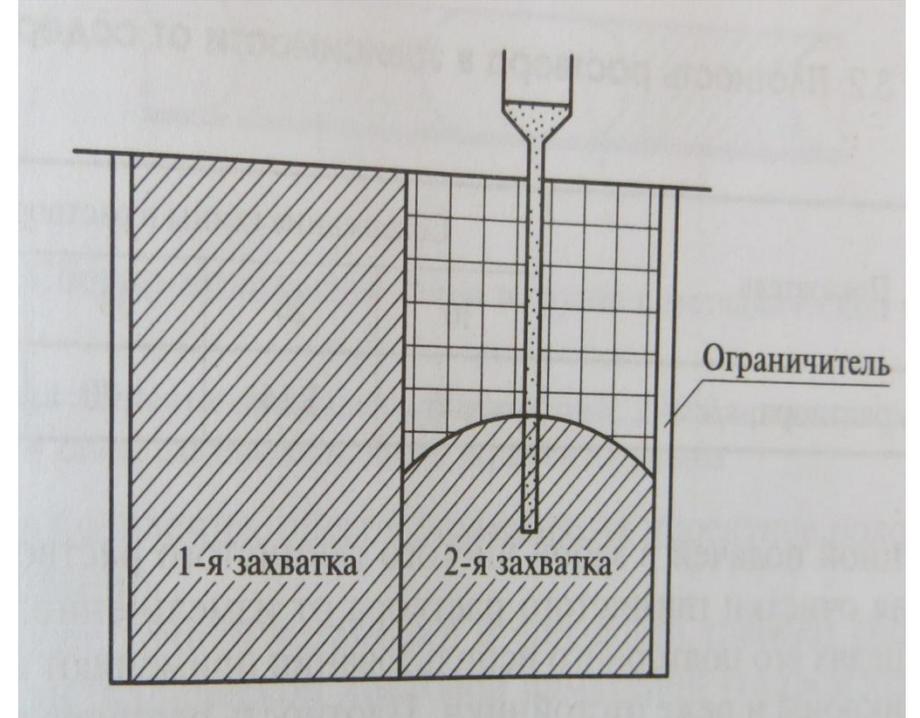
## 4. Способ «стена в грунте»



Последовательность отрывки траншеи под 1 хватку



Бетонирование захватки методом ВПТ



Бетонирование второй захватки

## 5. Строительство подземной части методом «Сверху вниз»

Принцип технологии «сверху вниз» состоит в устройстве наружного ограждения методом «стена в грунте» с последующим поярусным (сверху вниз) бетонированием перекрытий, выполняющих роль распорок..

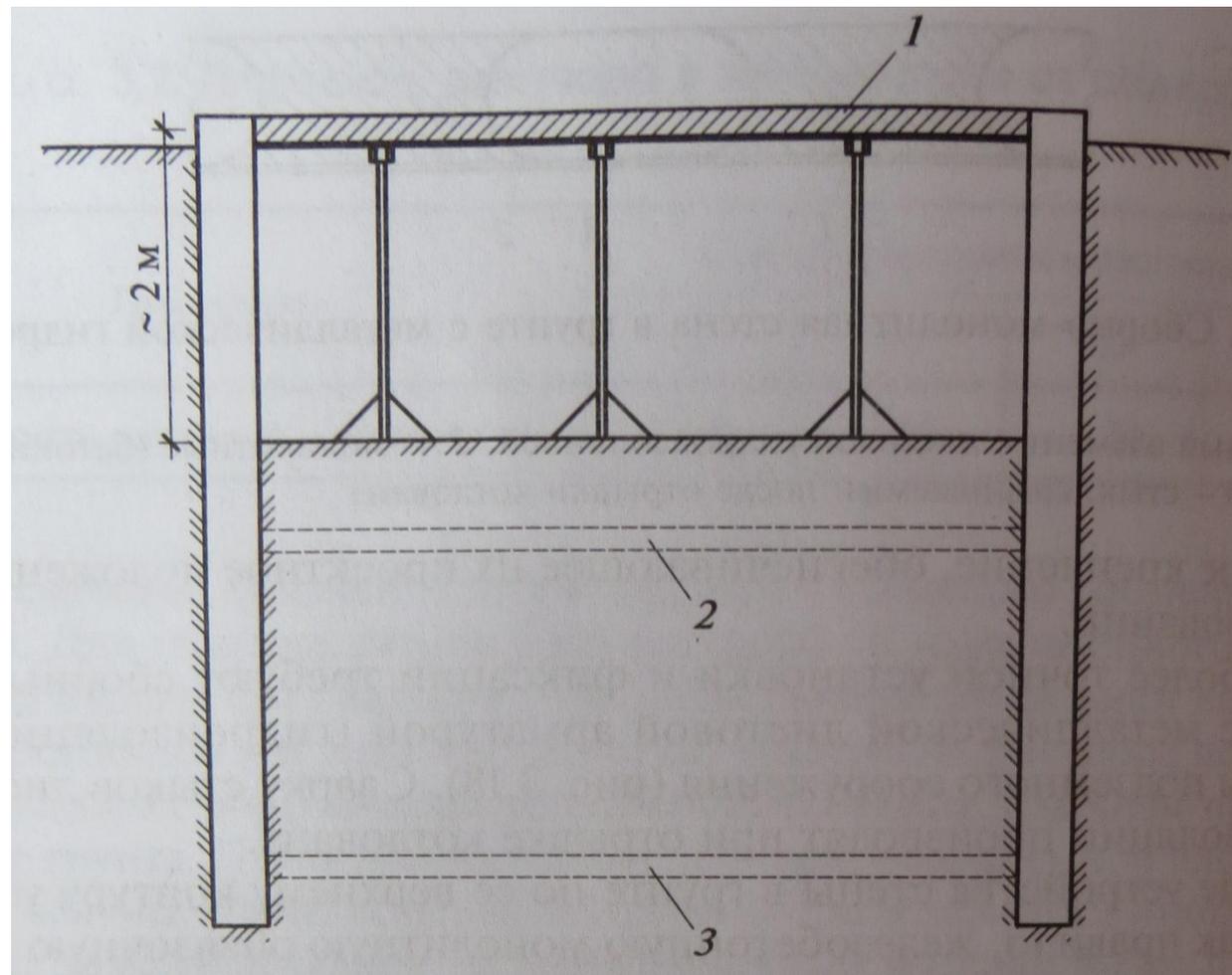


Рис. Устройство подземной части методом «сверху вниз»: 1 –бетонируемое перекрытие на отметке 0,00; 2 – местоположение перекрытия нижнего этажа; 3 – отметка пола нижнего

## 6. Способ опускного колодца

- **Опускная система** – ограждающая конструкция в виде бетонной, железобетонной или металлической оболочки, погружаемой в грунт, внутри которой создаётся рабочее пространство для ведения строительно-монтажных работ. Опускные системы выполняются в виде опускных колодцев или кессонов.
- **Опускные колодцы** – открытые сверху и снизу полые, как правило массивные, конструкции, погружаемые под действием собственного веса по мере удаления из полости грунта.
- **Кессоны** – тонкостенные конструкции, имеющие сверху герметичное перекрытие, образующее рабочую камеру с избыточным давлением, позволяющим работать под водой.
- Производство работ по устройству опускных колодцев разбивается на несколько циклов (строительных технологических комплексов):
  - 1. Устройство основания под ножевую часть.
  - 2. Бетонирование ножевой (опорной) части и нижнего яруса опускного колодца.
  - 3. Нарращивание стенок опускного колодца.
  - 4. Гидроизоляция стенок опускного колодца.
  - 5. Опускание колодца.
  - 6. Бетонирование днища опускного колодца.

## 6. Способ опускного колодца

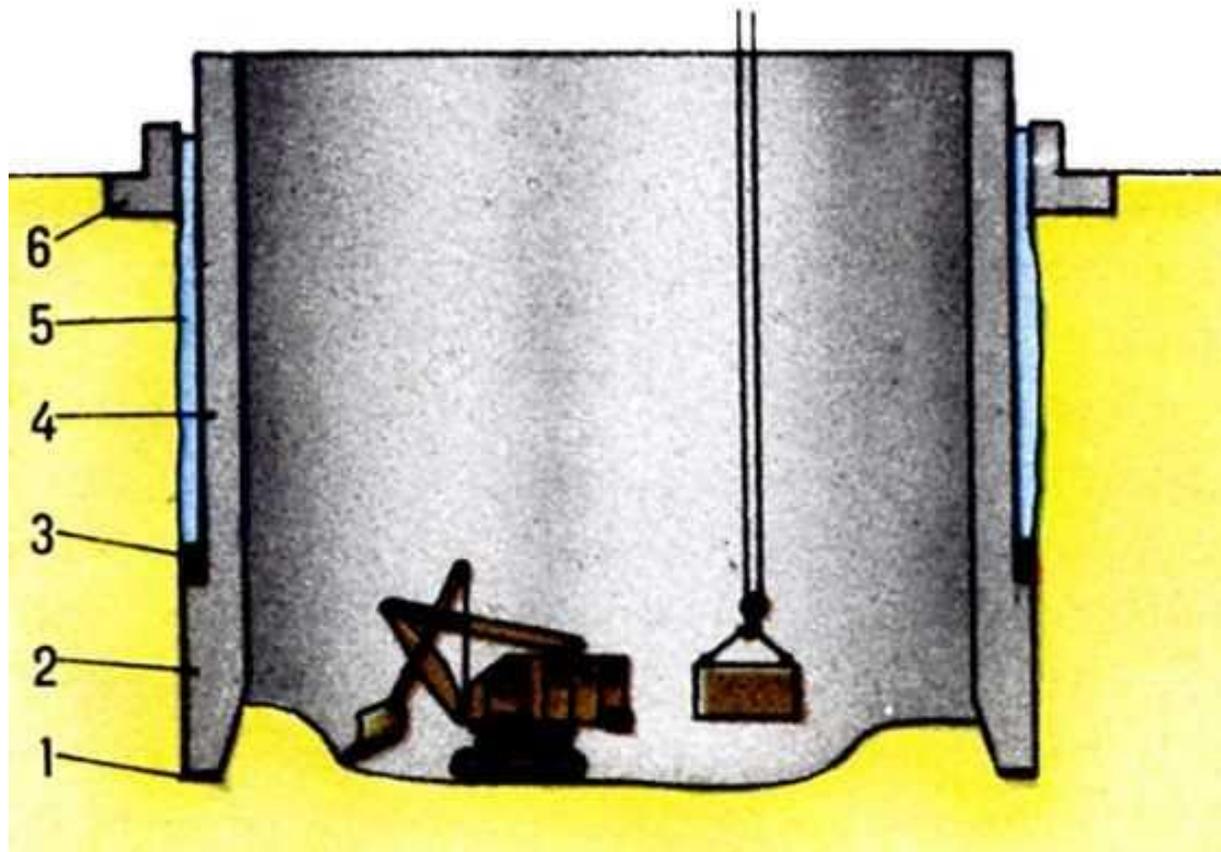


Рис. Схема производства работ при опускании колодца:

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

## 7.1 Закрепление грунтов

Методы закрепления грунтов:

С высокой проницаемостью

- **Цементация** – нагнетание цементного раствора с добавками бетонита, силиката и т.д. (трещиноватые скальные породы, галечники и песчаные грунты с коэффициентом фильтрации от 50 до 500м/сут);
- **Силикатизация:** для песчаных грунтов с коэффициентом фильтрации 0,5-5 м/сут, маккропористых лессовых грунтов **однорастворная** (смесь жидкого стекла с отвердителем); для песчаных с коэф. Фильтрации 5-80 м/сут **двухрастворная** (поочередное нагнетание силиката натрия и хлористого кальция);
- **Смолизация** – нагнетание карбамидных, фенолформальдегидных и др. смол в смеси с отвердителями-кислотами (кислыми солями) (пески с коэф. Фильтрации 0,5-50м/сут, лессовые грунты 0,1-2м/сут);
- **Битумизация** – нагнетание через скважины в трещиноватый массив расплавленного битума/специальных битумных эмульсий;

## 7.1 Закрепление грунтов

Методы закрепления грунтов:

С высокой проницаемостью

- **Битумизация** – нагнетание через скважины в трещиноватый массив расплавленного битума/специальных битумных эмульсий;
- **Термическое закрепление** - обжиг скважин  $d=100-200\text{мм}$  природным газом, соляровым маслом в течении 5-12 сут при температуре  $800-1000\text{С}$  (макропористые лессовые грунты);
- **Замораживание** –нагнетание раствора хлористого кальция  $t=-15-25\text{С}$  в замораживающие колонки, опущенные в пробуренные скважины (водонасыщенные пывунные грунты).

## 7.1 Закрепление грунтов

Методы закрепления грунтов:

С низкой проницаемостью

- **Гидроструйная цементация** (глинистые грунты с малым коэф. Фильтрации)- заключается в использовании кинетической энергии высокоскоростной суспензионной водоцементной струи, погруженной в грунтовый массив и вращающейся в плоскости, перпендикулярной оси скважины с одновременным подъемом вверх в результате чего образуется грунтоцементная свая

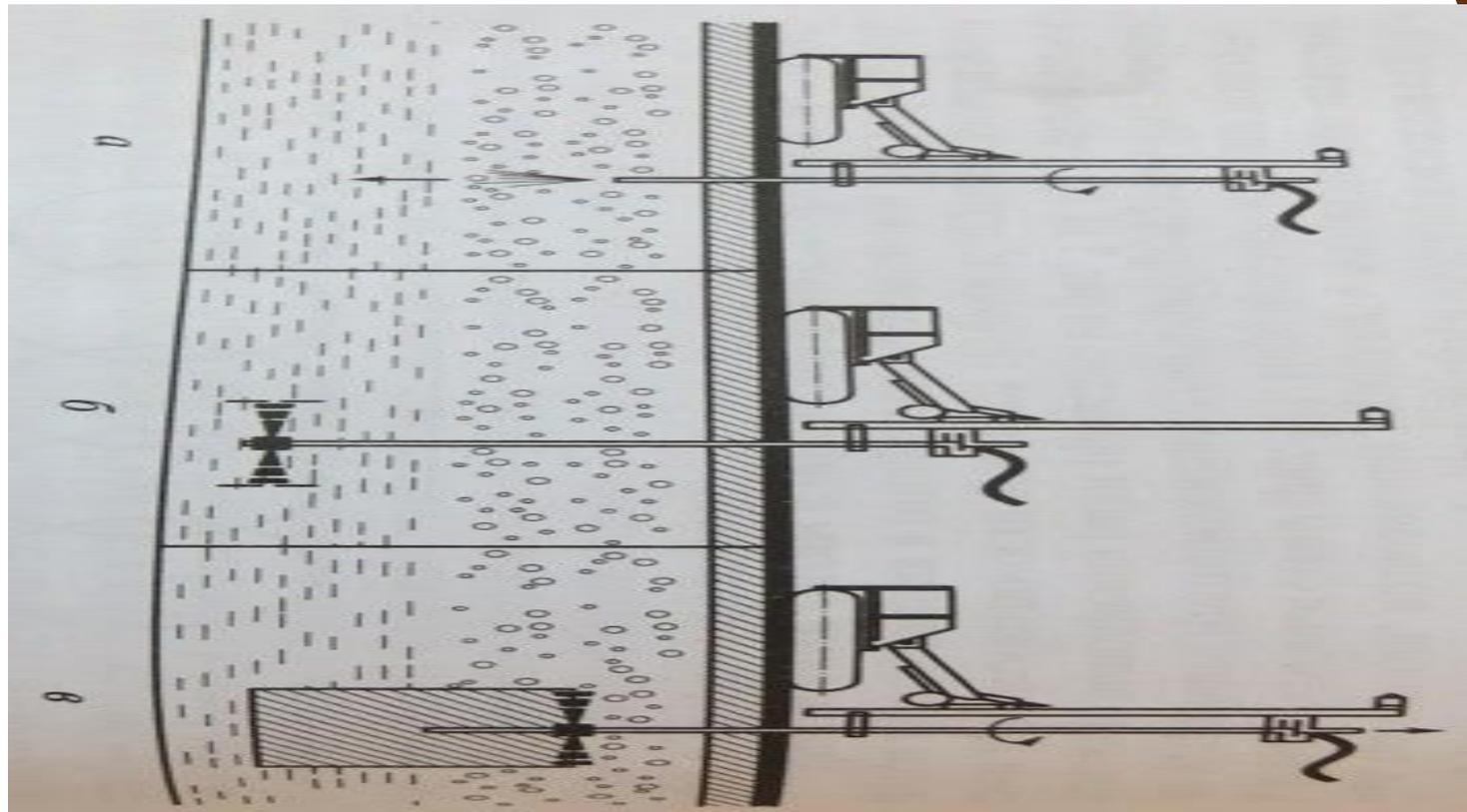


Рис. Устройство грунтоцементной сваи:

а-бурение скважины диаметром 150 мм с промывкой водой; б-подача цементной суспензии; в-образование грунтоцементной сваи при поднятии с одновременным вращением бурового става.

## 7.2 Армирование грунта

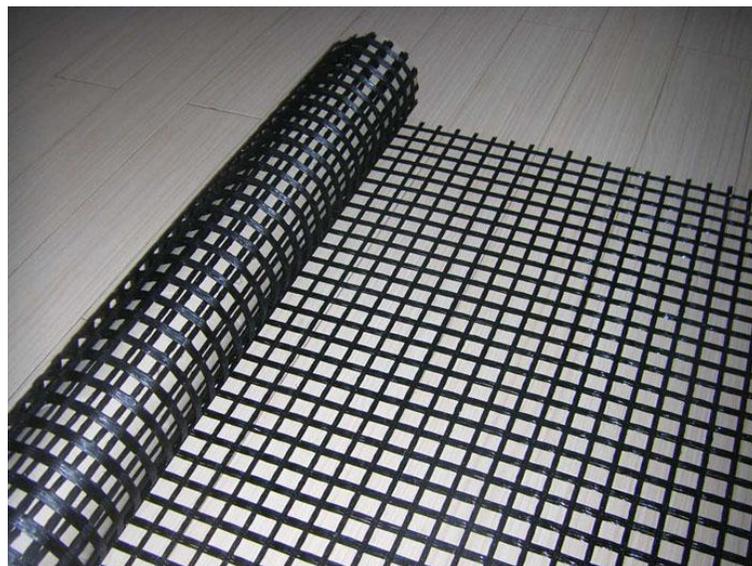
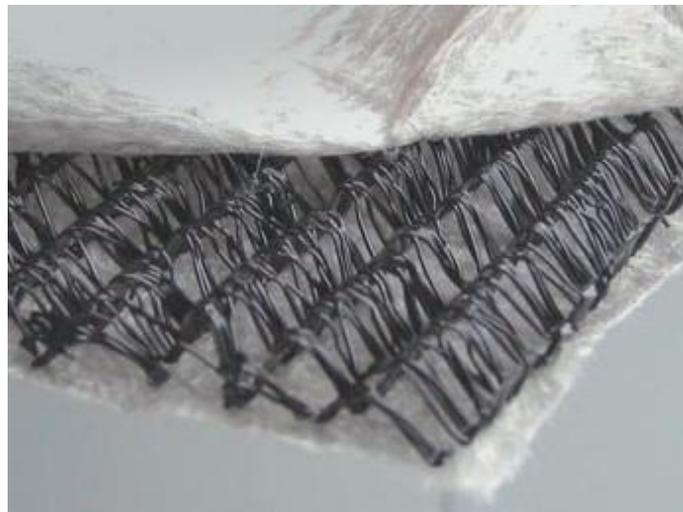
Армирование грунтового массива заключается в размещении в нем более прочных армирующих элементов, работающих совместно с грунтом.

Материалы для армирования грунта:

- Стальная арматура с гальваническим покрытием;
- Геотекстиль;
- Георешетки;
- Геосетки;
- Геомембраны;
- Геокомпозиты.

## 7.2 Армирование грунта

Материалы для армирования грунта:





## 7.3 Гидроизоляция подземных сооружений

Выделяют следующие типы гидроизоляционных покрытий:

- Окрасочная и обмазочная (полимербитумные, резинобитумные, этинолеводобитумные горячие и холодные мастики);
- Оклеечная (рулонные материалы на основе битума, синтетических пленок);
- Штукатурная (растворы безусадочных и расширяющихся цементов с добавлением хлорного железа, жидкого стекла, полиамида);
- Листовая (для защиты от напорных вод в сооружениях I кат.) (стальные или пластмассовые листы);
- Пропиточная (термопластичные материалы и полимеры в расплавленном виде) (для пористых материалов).

## 7.3 Гидроизоляция подземных сооружений

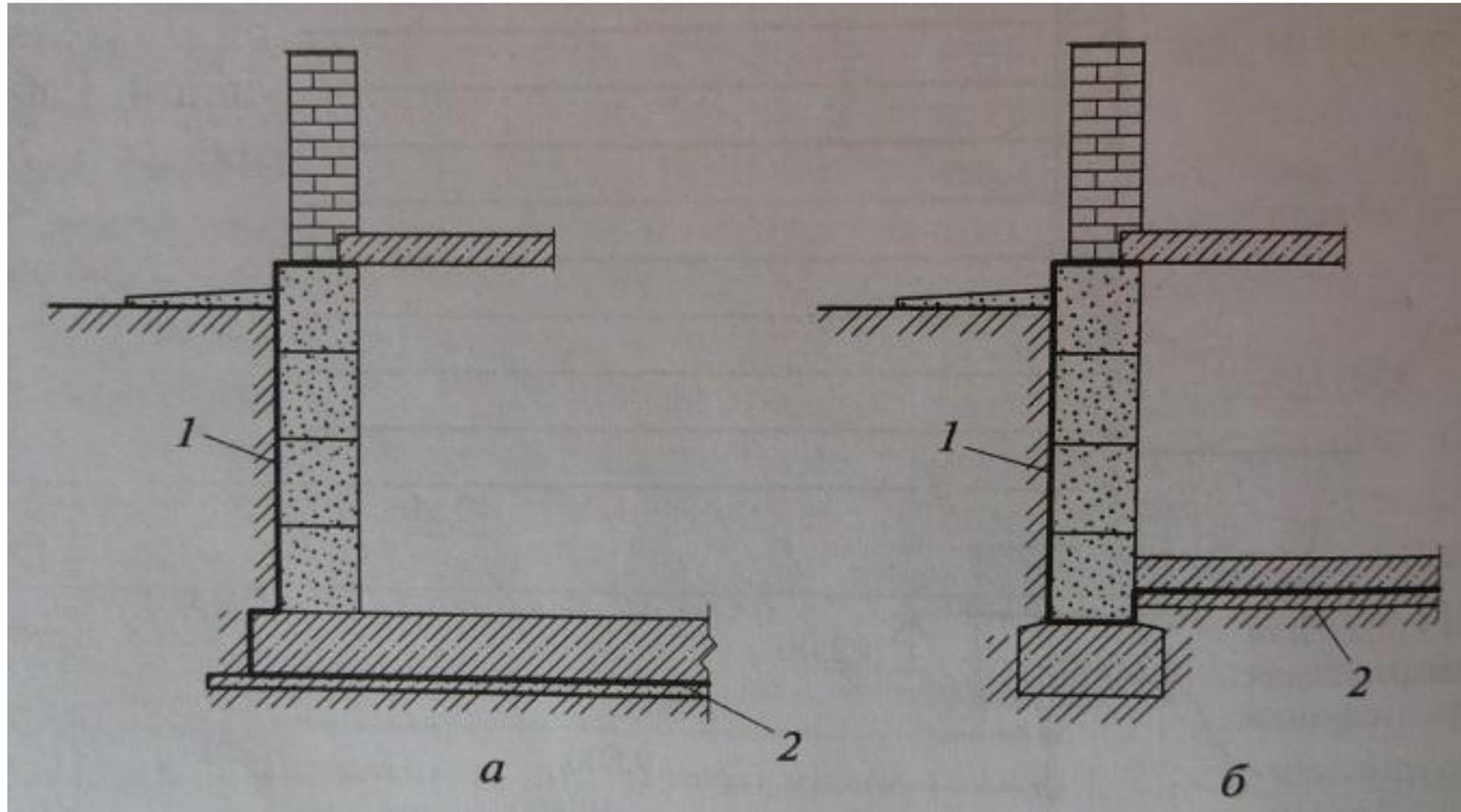


Рис. Наружная гидроизоляция: а- фундаментная плита; б- ленточный фундамент; 1 –гидроизоляционный слой; 2- бетонная подготовка.

## 7.3 Гидроизоляция подземных сооружений

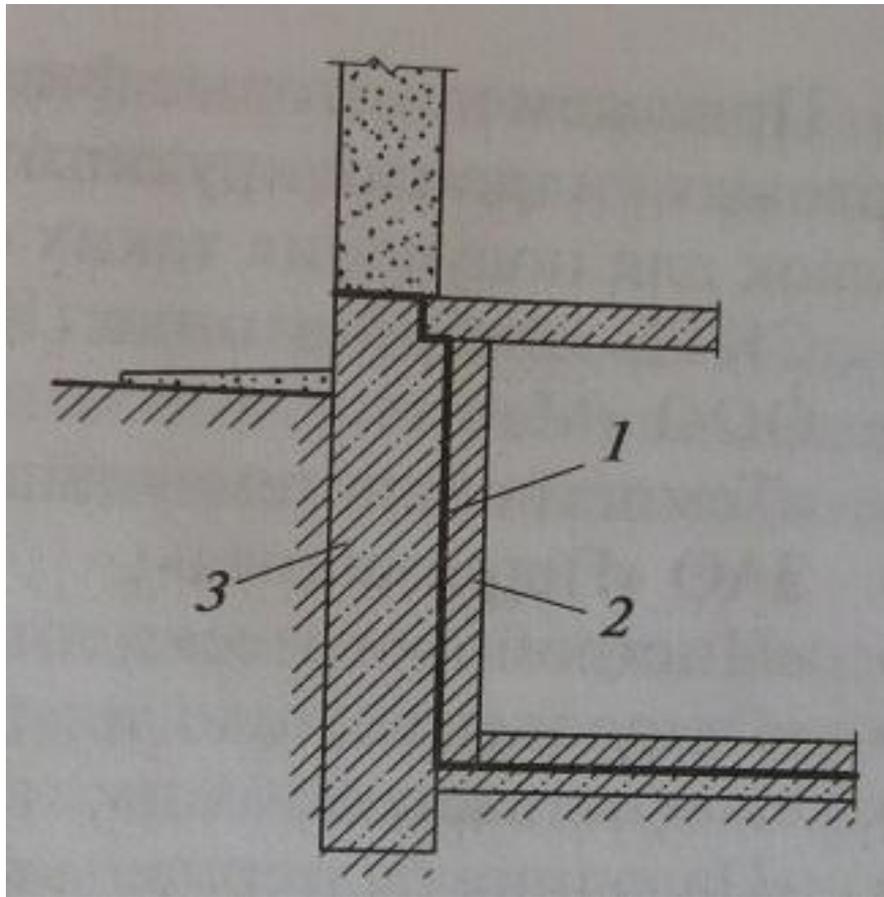


Рис. Внутренняя гидроизоляция: 1 – гидроизоляционный слой; 2- прижимная стенка; 3- стена в грунте.