



ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Курс лекций

**Раздел «Технология возведения
зданий и сооружений»**



ДИСЦИПЛИНА

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

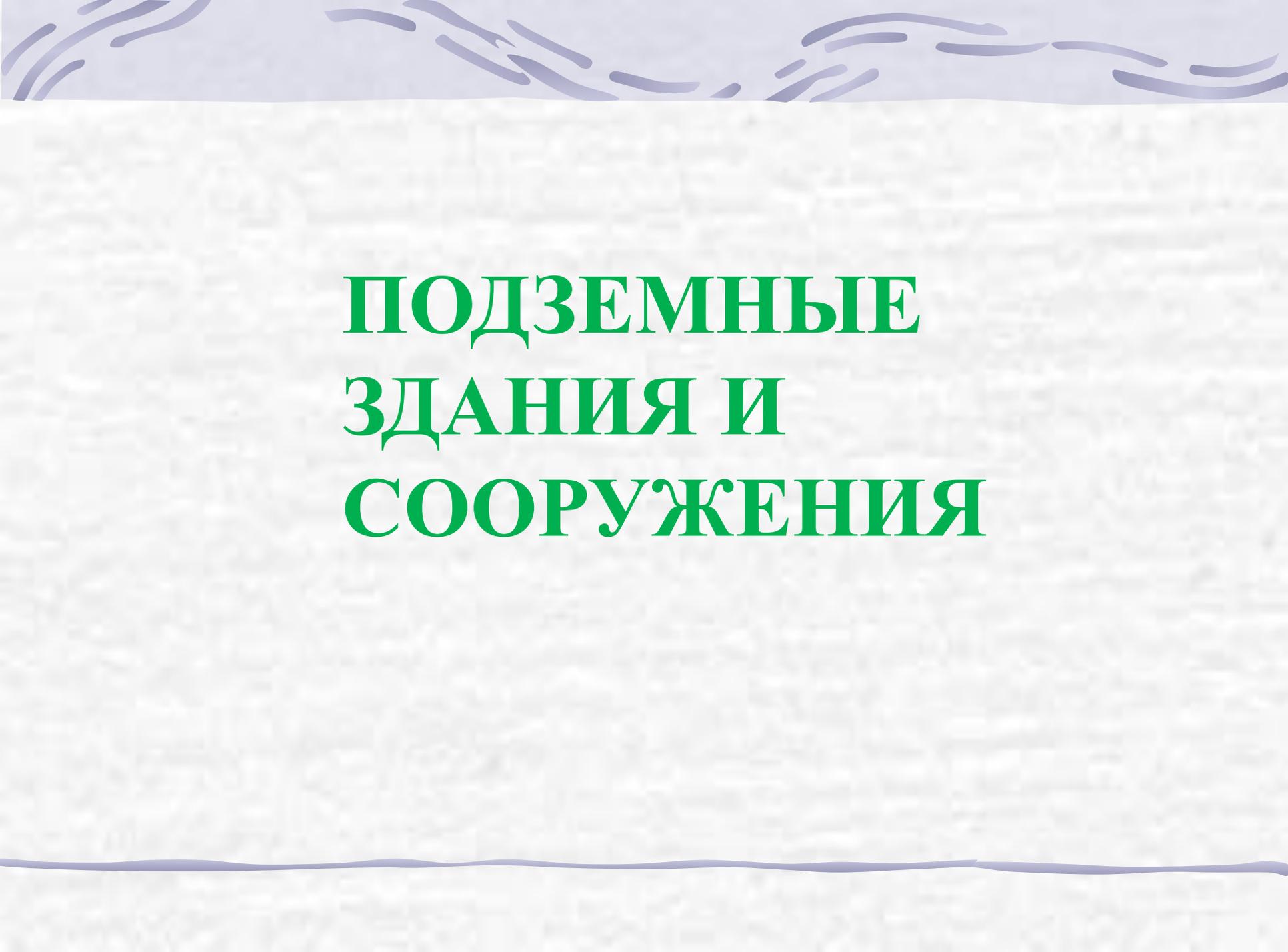
ТЕМА

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ
ПОДЗЕМНЫХ ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ**

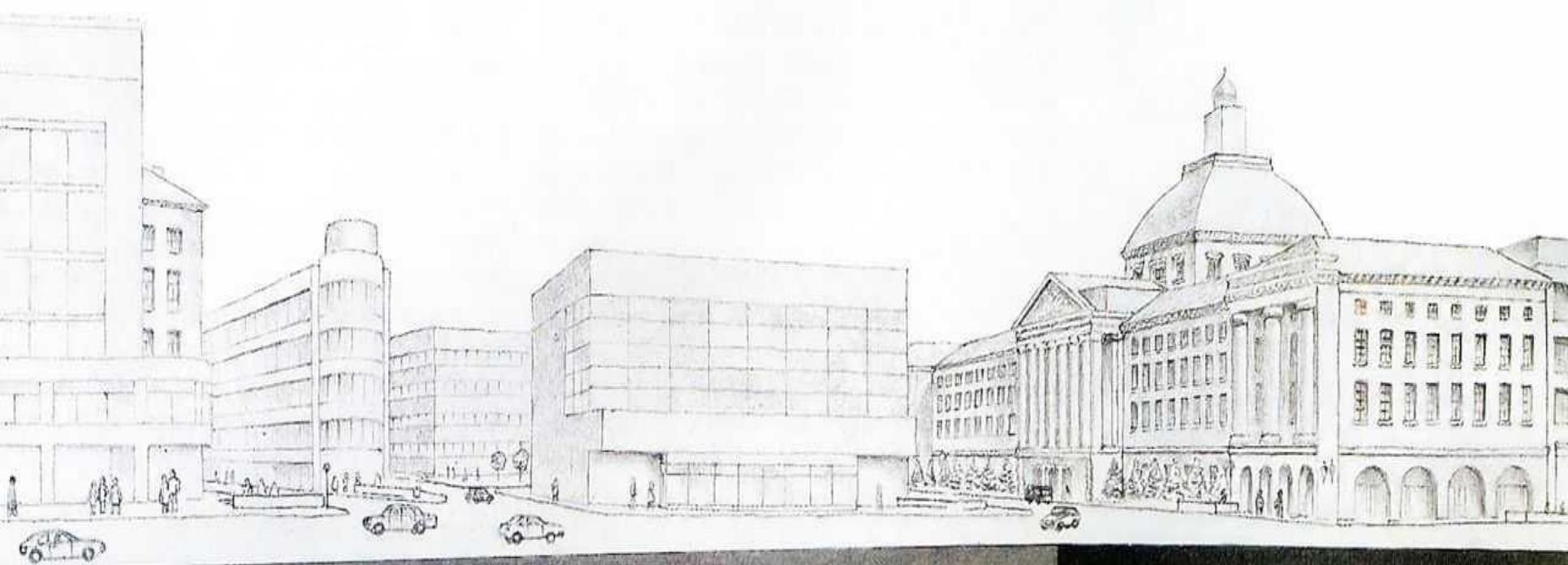
Вопросы, рассматриваемые в

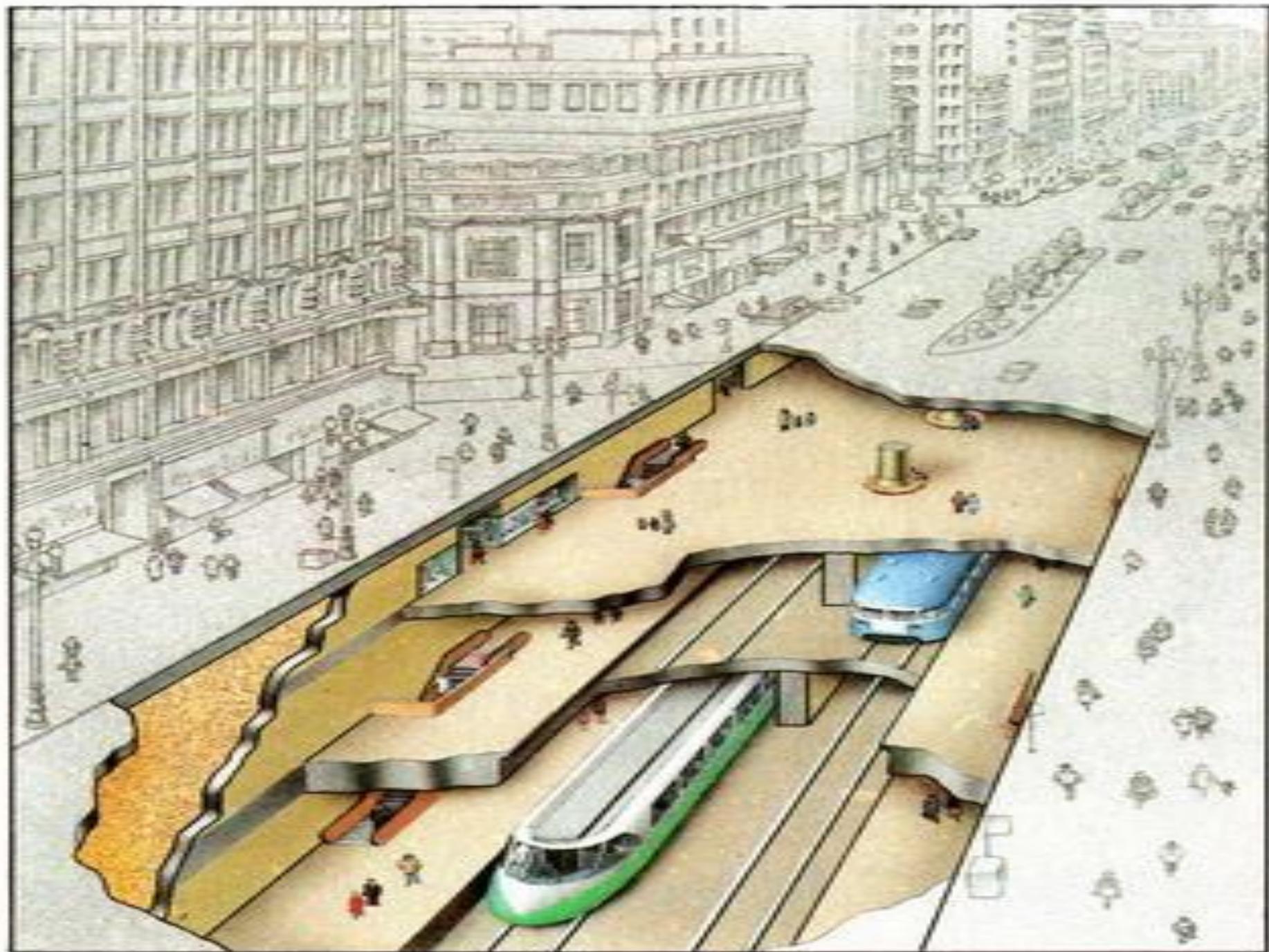
теме:

- 1. СТРОИТЕЛЬСТВО ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ. Котлованный способ
- 2. СТРОИТЕЛЬСТВО ОПУСКНЫМ СПОСОБОМ
- 3. СПОСОБ «стена в грунте»
- 4. СТРОИТЕЛЬСТВО ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ



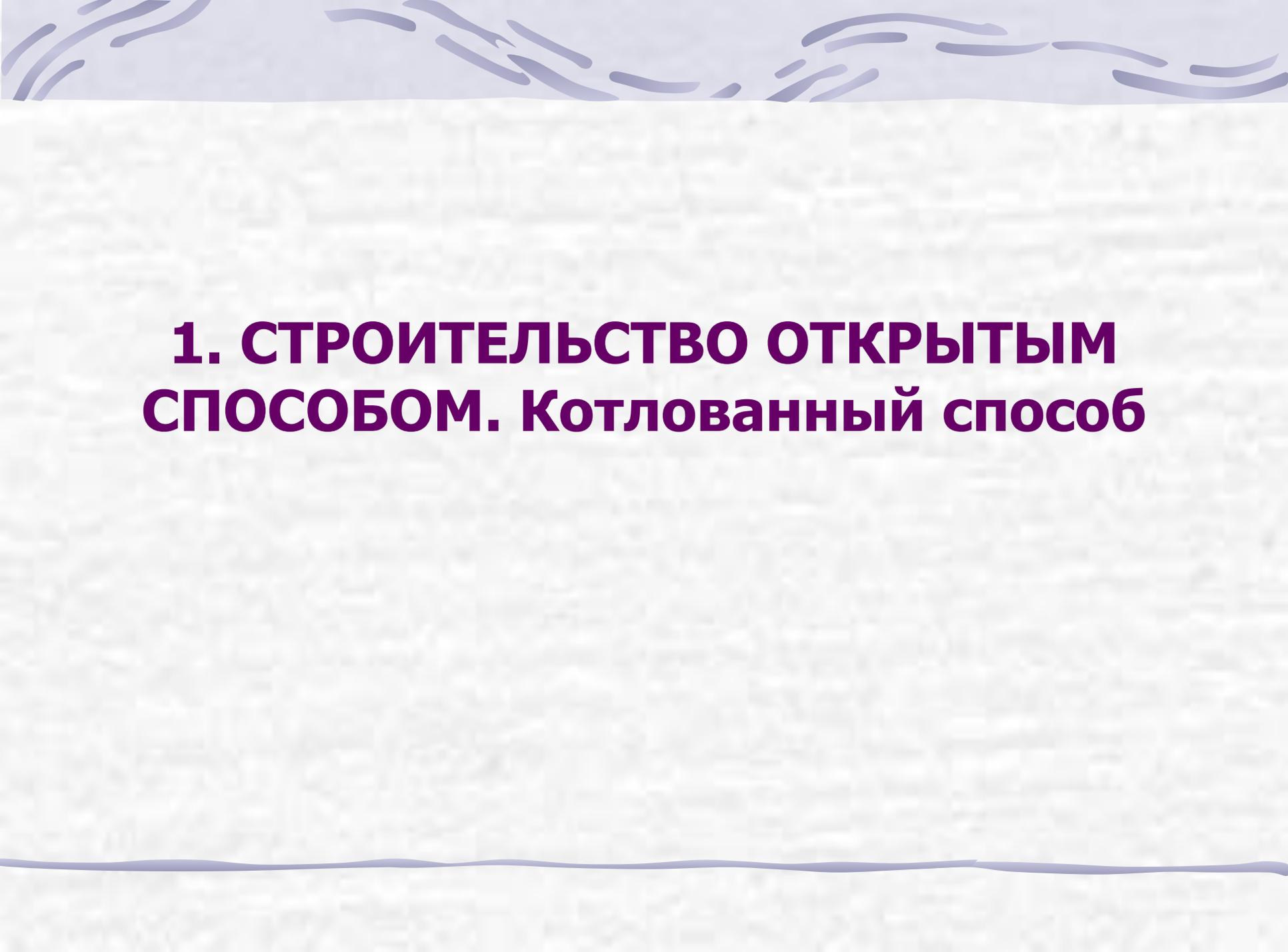
ПОДЗЕМНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ











1. СТРОИТЕЛЬСТВО ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ. Котлованный способ





Применяется при глубине заложения сооружения до 18 метров;

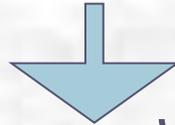
Разработка котлована:

с естественными откосами, с заложением от 1:0,75 до 1:1,5

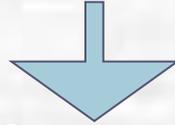
с вертикальными стенками (в стесненных условиях строительной площадки)

Технологические операции:

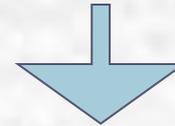
- земляные работы (при необходимости устройство дренажа и водопонижение)



- устройство бетонной подготовки днища



- арматурные работы, бетонирование днища



- устройство гидроизоляции днища

-

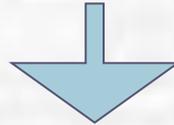


- Возведение сборных или монолитных конструкций подземного сооружения

- Устройство гидроизоляции стен



- Защита гидроизоляции стен от повреждений



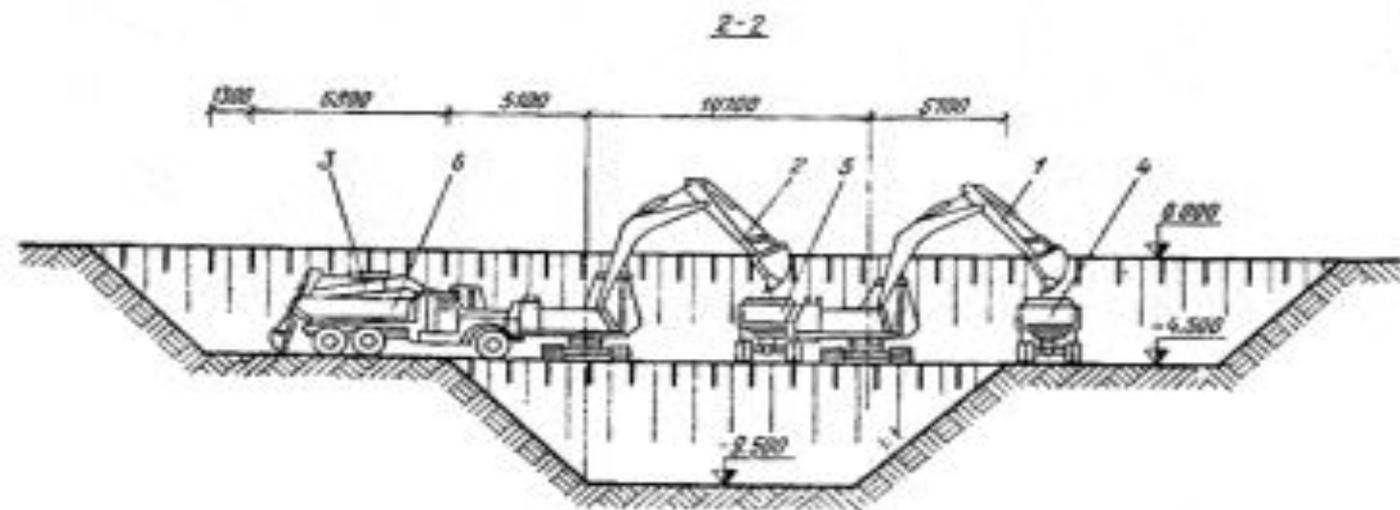
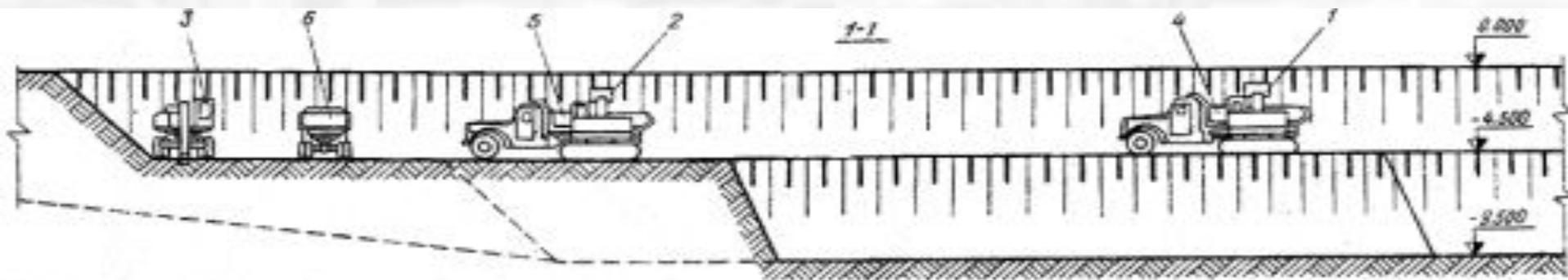
- Обратная засыпка грунта пазух котлована



- Обвалование грунта

Земляные работы

При глубоких котлованах разработка грунта в 2 и более ярусах



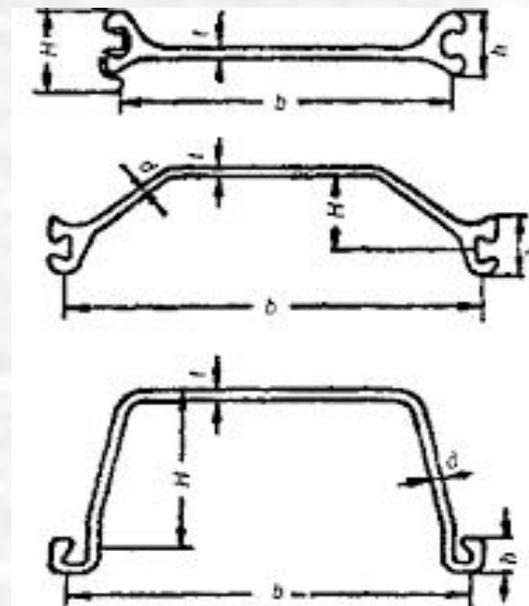
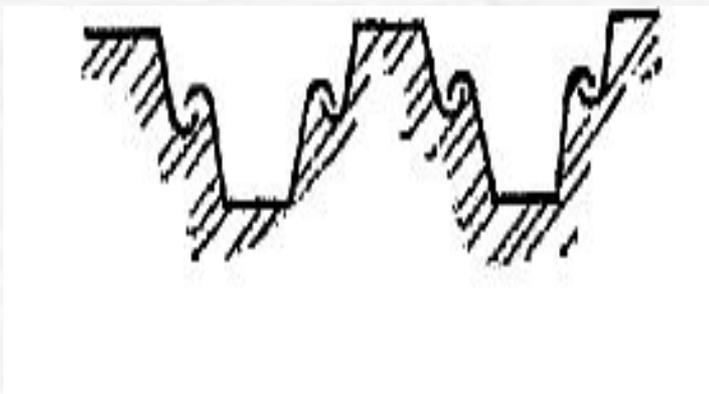
Земляные работы

- При вертикальных стенках котлована выполняют их закрепление

Закрепление вертикальных стенок котлована

- *Извлекаемое, частично извлекаемое закрепление*
- *Постоянное закрепление* - в период эксплуатации объекта работает как противофильтрационная защита

Шпунтованное извлекаемое



Шпунт- стальной профиль

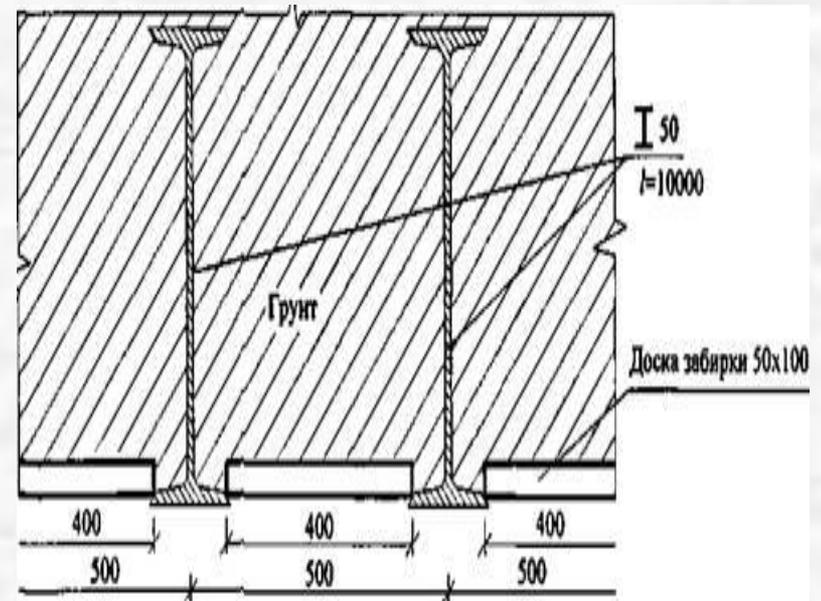
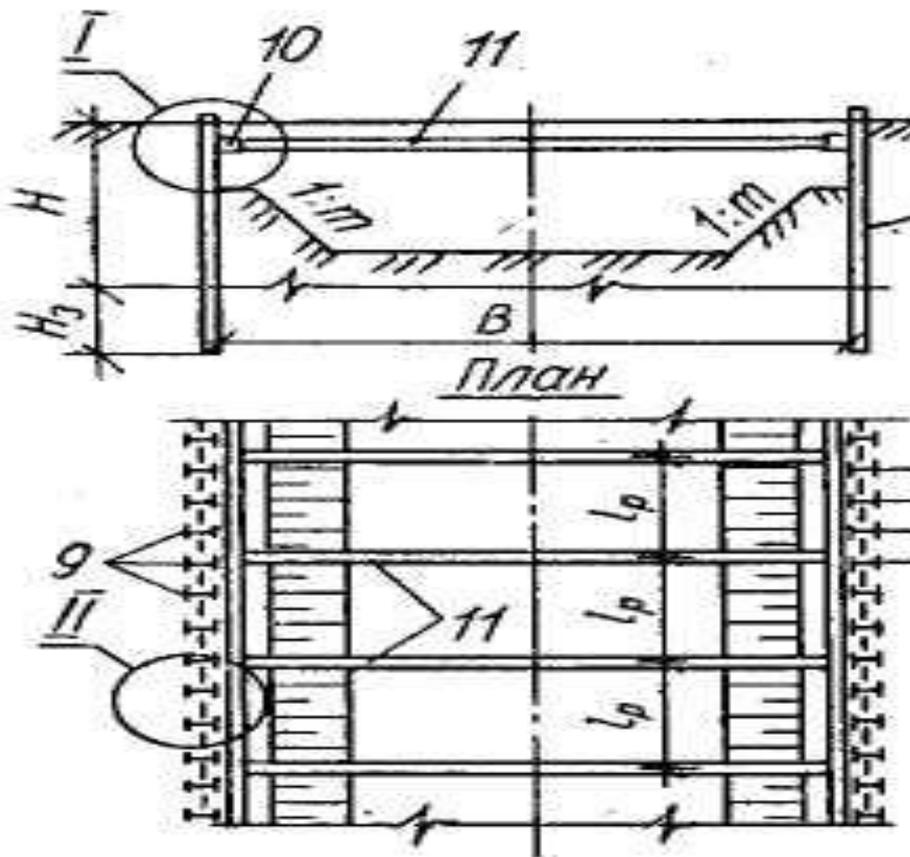


Шпунтованное извлекаемое



Шпунт-стальные трубы, расстрел -стальные трубы

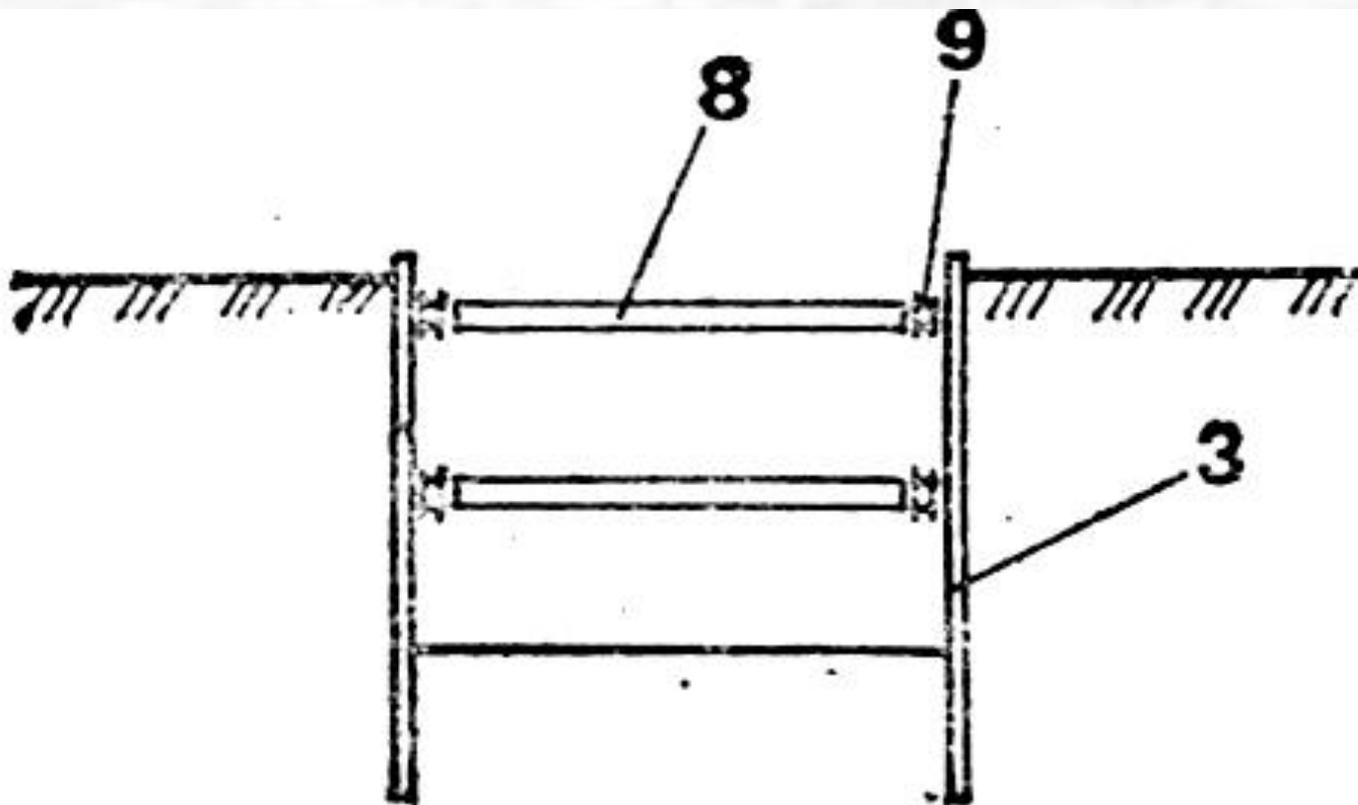
Шпунтованное извлекаемое



9 – шпунт (стальной швеллер), 11 - трубчатый расстрел (стальная труба)

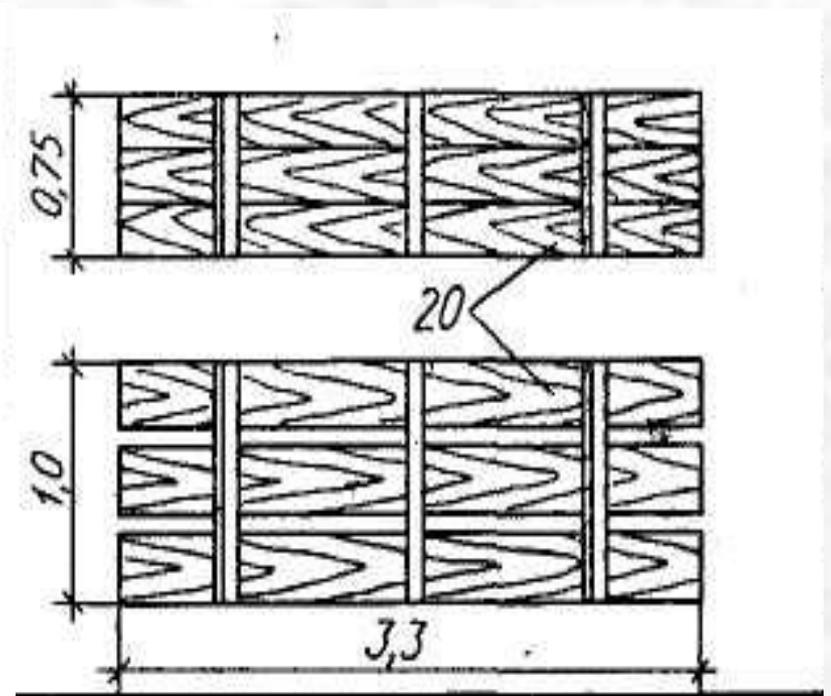
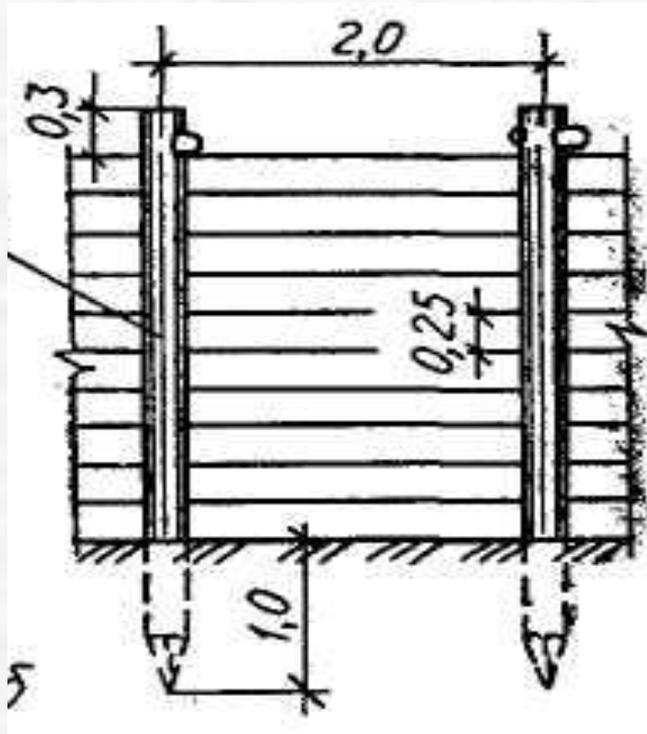


Извлекаемое расстрелы с шагом 4...6 м



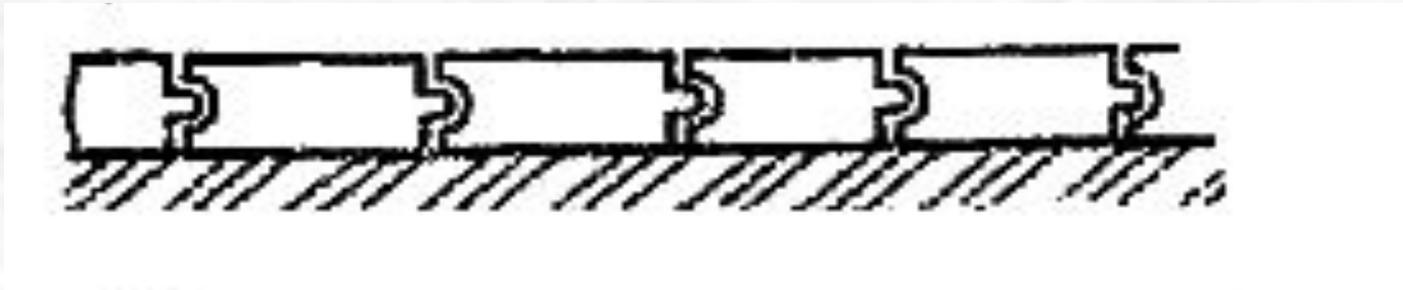


Заполнение между шпунтами



Забирка из досок или деревянных щитов

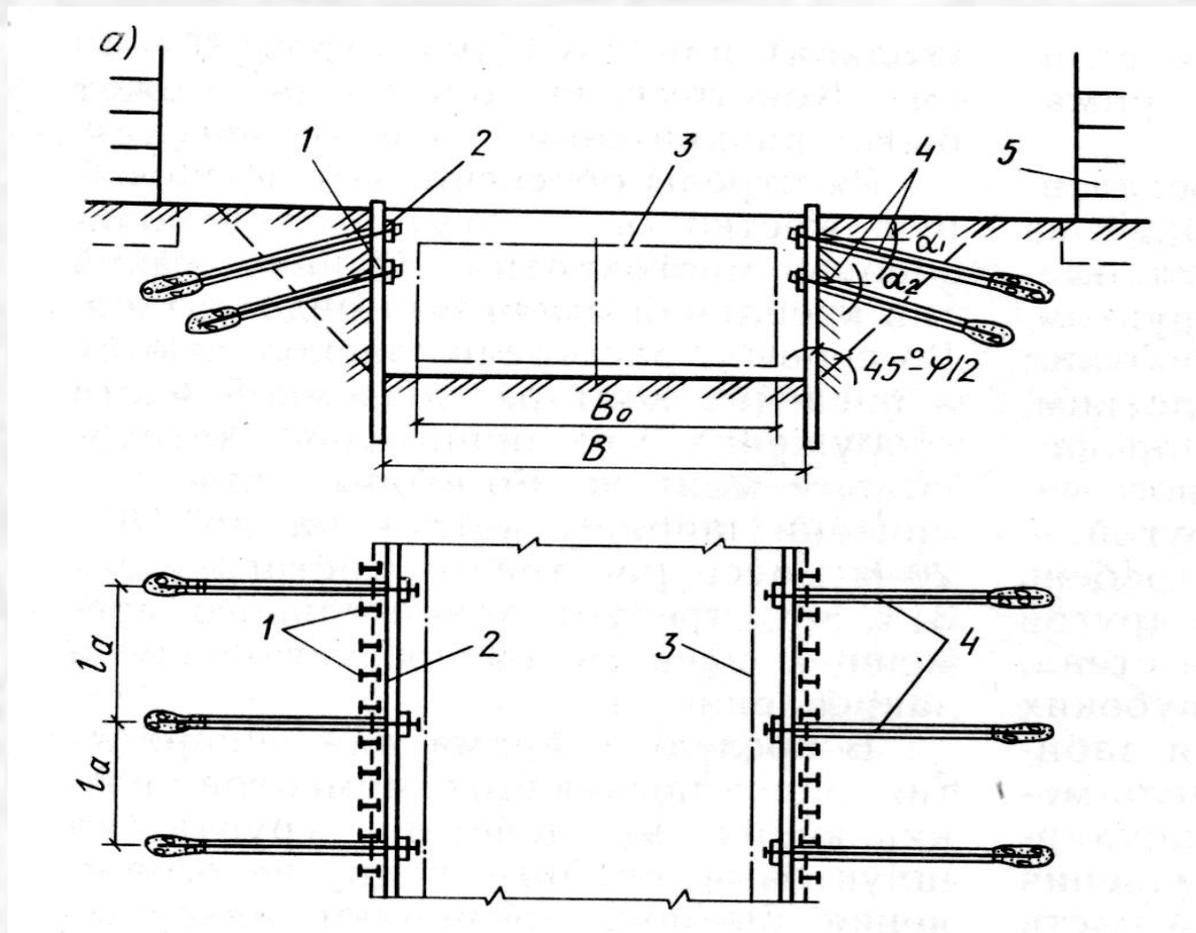
Шпунтованное постоянное



шпунт из сборных железобетонных плит

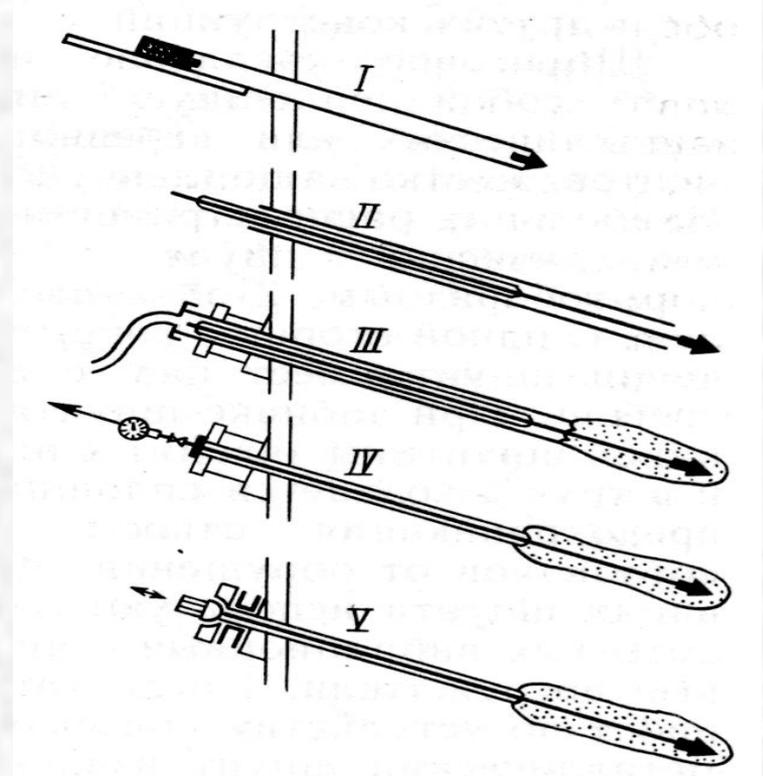
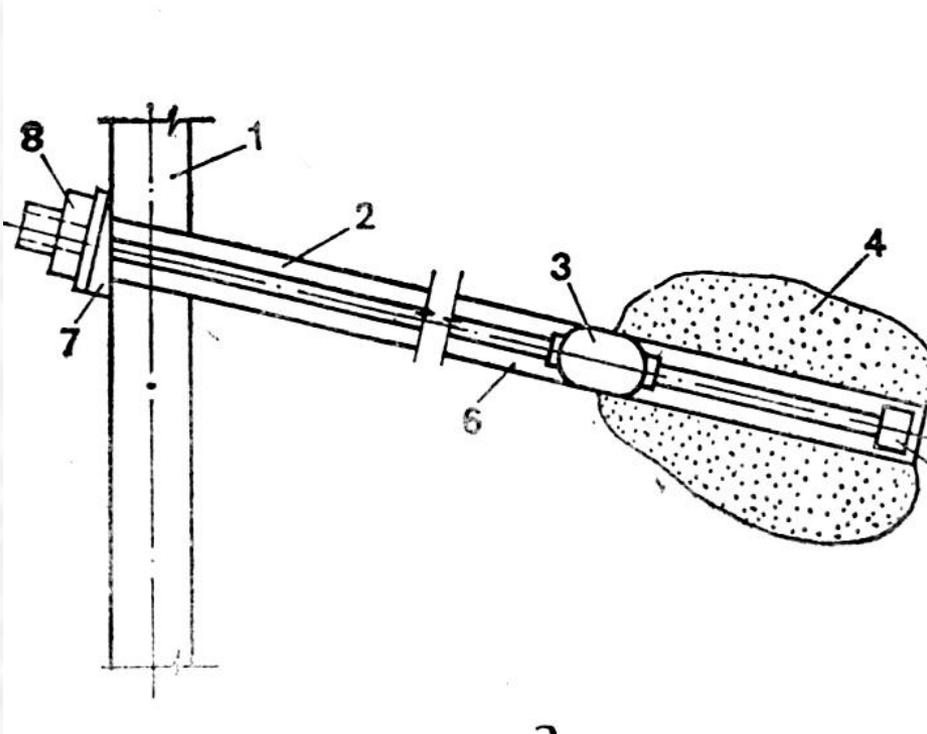
Постоянное закрепление

Анкерная крепь. Шаг анкеров по периметру 1,5 м, по высоте 4,5 м.

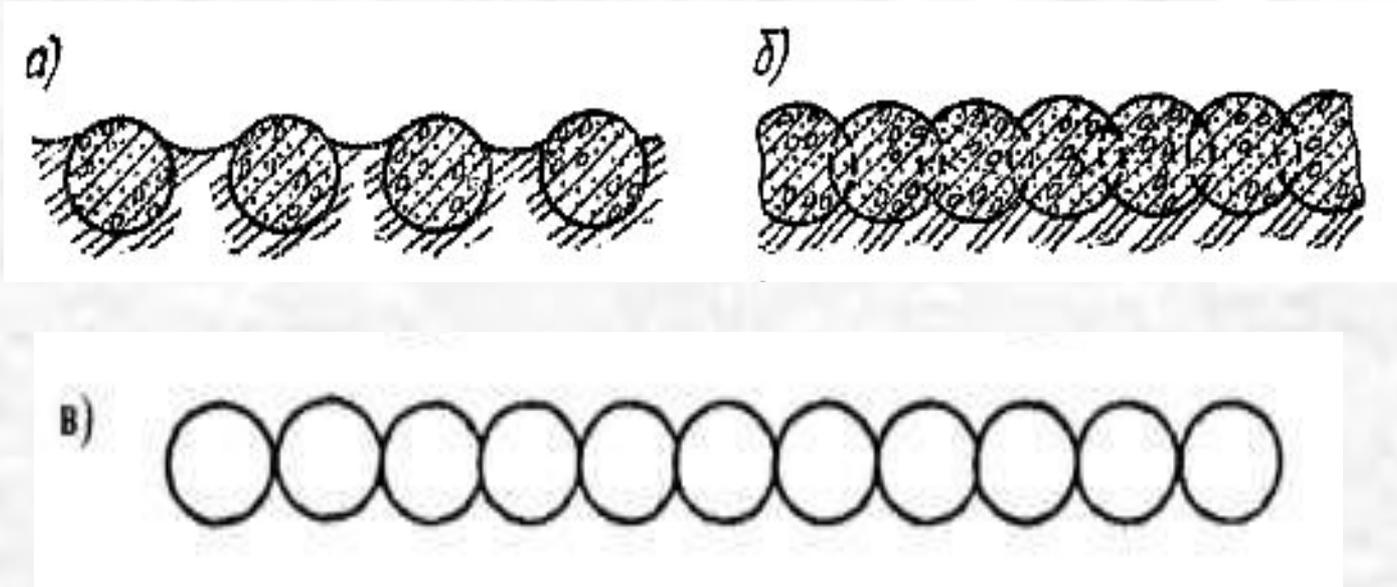


- Бурят скважину
- Вводят обсадную трубу
- Вводят стальной тяж (стержень или пучок стержней)
- Нагнетают цементный раствор
- Образуется корень
- Вытягивают обсадную трубу в грунтовых анкерах
- Закрепляют тяж на обвязочной полосе откоса

инъекционные анкеры грунтовые анкеры с уплотнителем

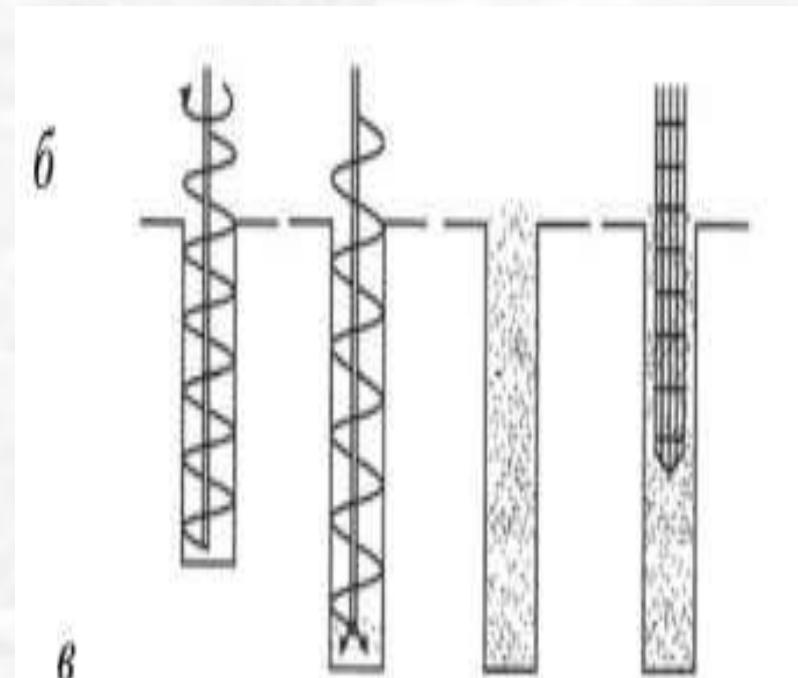
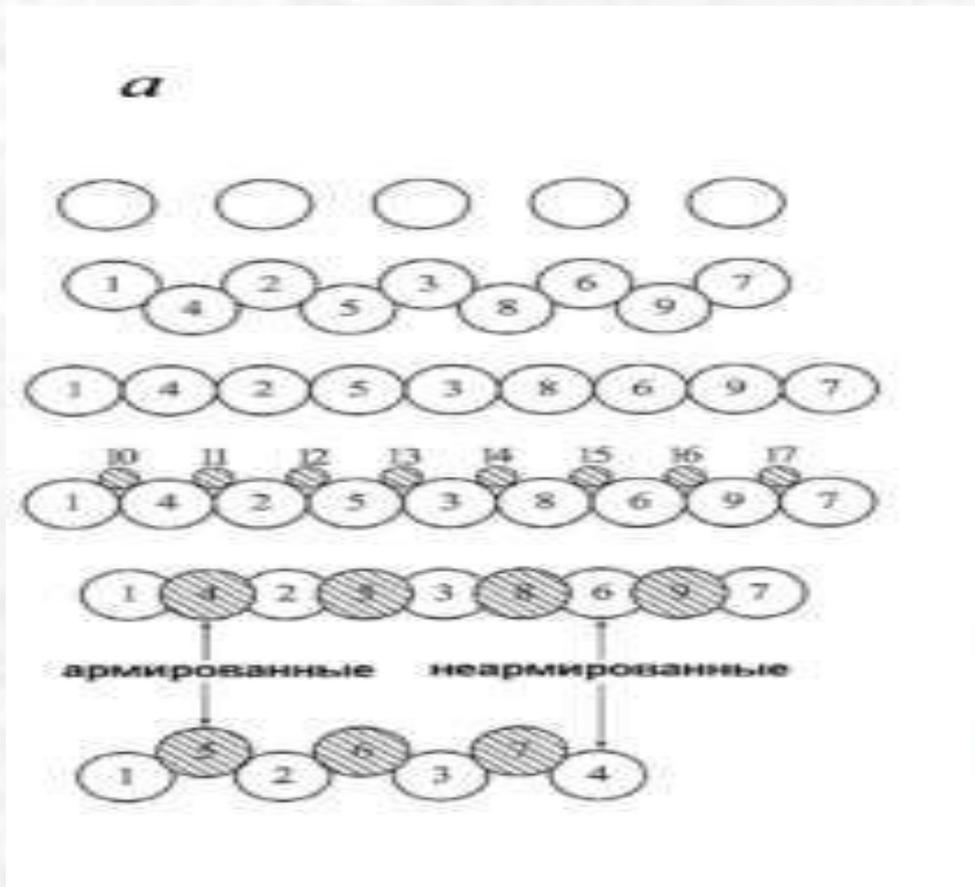


Постоянное ограждения котлованов из буронабивных свай



а - с прерывистым расположением свай, б - с касательным их сопряжением, в - секущиеся сваи

Устройство ограждений из буронабивных свай



а-схемы расположения свай, 1-7 последовательность сооружения свай; б - схема сооружения свай



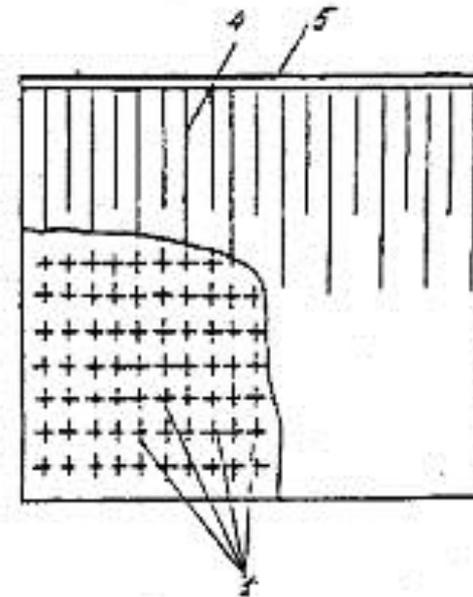
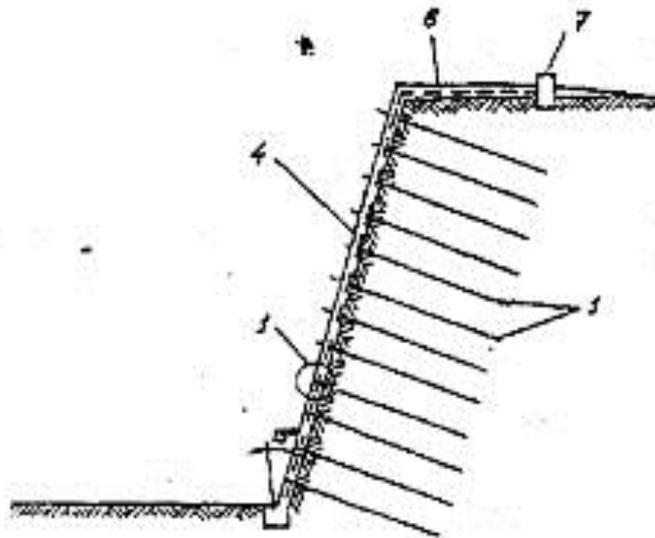


Нагельное крепление – система внедренных в грунт армирующих стержней и образования защитного полотна над поверхностью стенки. В качестве нагеля используется арматура, для защитного слоя применяют мелкозернистый бетон, сборный железобетон.

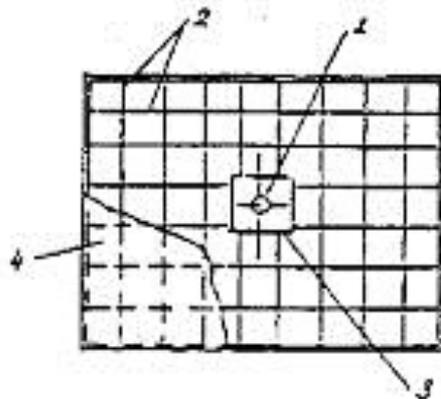
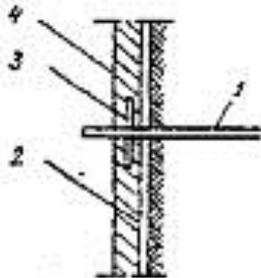
Постоянное нагельное крепление с защитой поверхности откоса котлована набрызгбетоном

- Котлован вскрывают ярусами по 2...3 м,
- на откосе укладывают 2-3 слоя стальных сеток,
- наносят набрызг-бетонное покрытие 20...40 мм,
- через него пробуривают скважины диам. 50 мм длиной 2..12м, с шагом 1-1,5м,
- дно скважины заполняют цементным раствором,
- вводят арматурные стержни периодич. профиля диам.25...30 мм
- закрепляют на откосе накладками и гайками,
- покрывают слоем набрызг-бетона.

Схема нагельного крепления с защитой поверхности откоса котлована набрызгбетоном



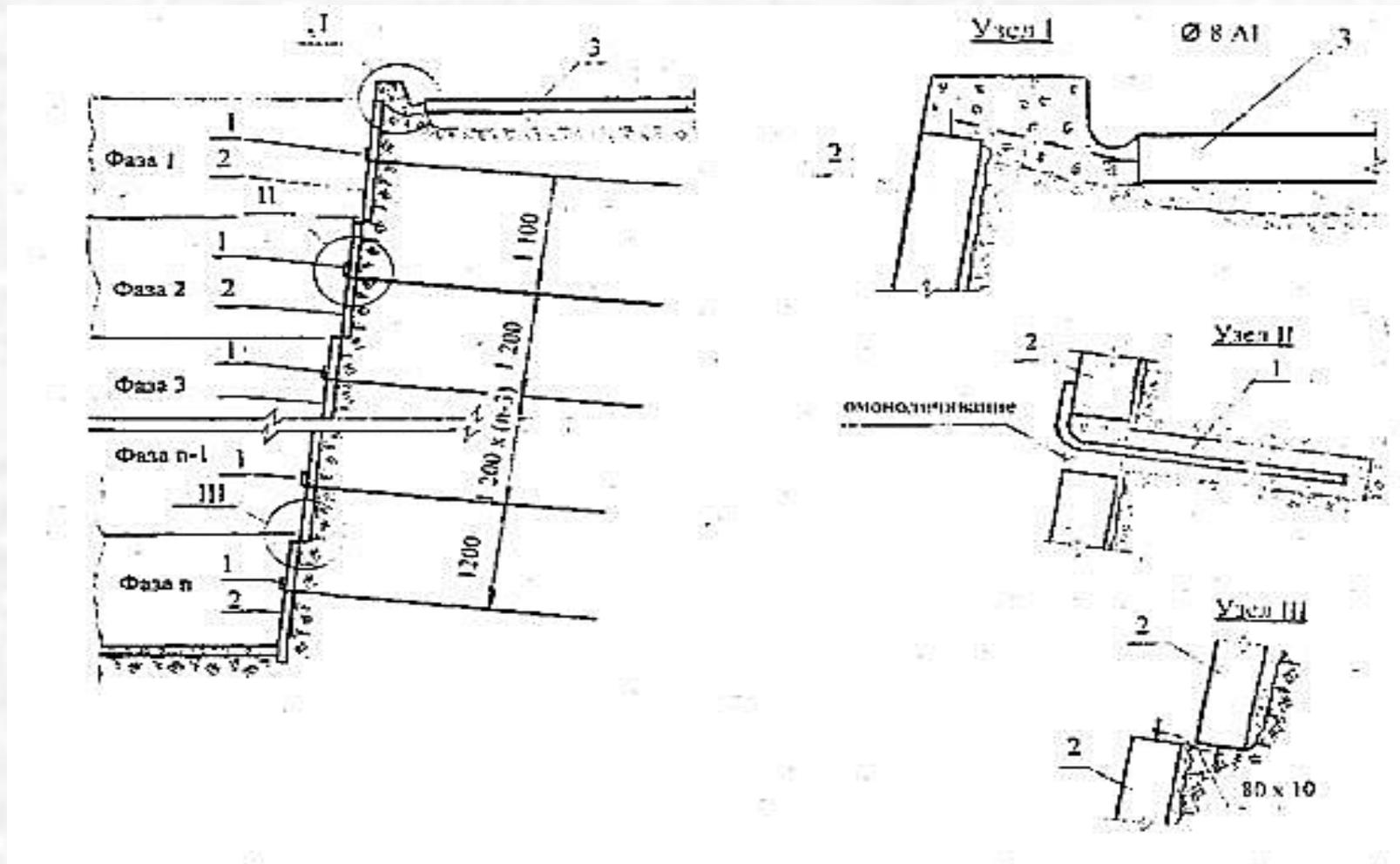
Узел А



- 1 - арматурные стержни класса А II;
- 2 - сварная сетка;
- 3 - стальная пластинка;
- 4 - слой набрызгбетона;
- 5 - слой бетона;
- 6 - слой щебня, втрамбованного в грунт.



Крепление котлована на склоне с защитой сборными железобетонными плитами



- 1 – нагели с шагом 1100×1100; 2 – сборные железобетонные плиты;
3 – дорожные плиты.

Бетонирование днища:

- прямоугольными полосами (около 3 метров шириной) через полосу,
- в круглых днищах кольцевые захваты шириной 5-10 м от центра к краям.
- Бетонную смесь подают бадьями, бетоноукладчиками, бетононасосами.

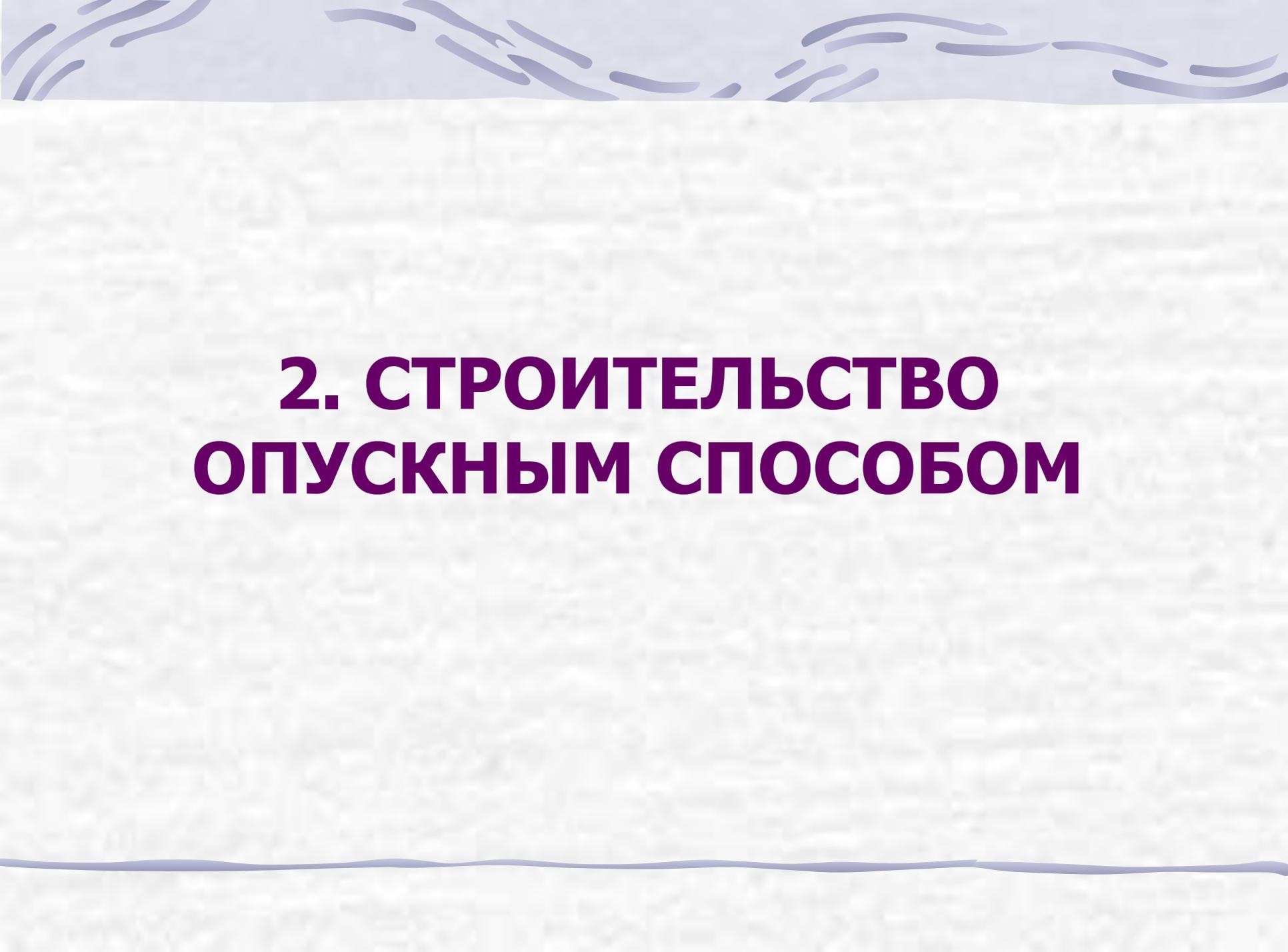
Устройство гидроизоляции днища и стен:

- оклеечная гидроизоляция – битумные или полимерные материалы;
- обмазочная гидроизоляция – специальные мастики;
- листовая или жесткая гидроизоляция – металлические или полимерные листы с наружной части стен.

- **Обратная засыпка пазух котлована.**
За стены укладывают песок слоями с поливкой водой и уплотнением трамбовками.
- **Обволаживание грунта**
На покрытие сооружения укладывают песок слоями 50-60 см с уплотнением каждого слоя.

Особенность возведения подземных зданий котлованным способом

- При возведении монолитных и изготовлении изготовления сборных элементов, заделки стыков применяют **напрягающий цемент**



2. СТРОИТЕЛЬСТВО ОПУСКНЫМ СПОСОБОМ



Способ используют

- При строительстве **подземной части (колодца)** водозаборов, насосных станций первого подъема воды, канализационных насосных станций
- При больших в плане заглубленных сооружениях
- При возведении подземных сооружений в водонасыщенных и неустойчивых грунтах
- При отметке дна объекта от -10.00 до -70.00

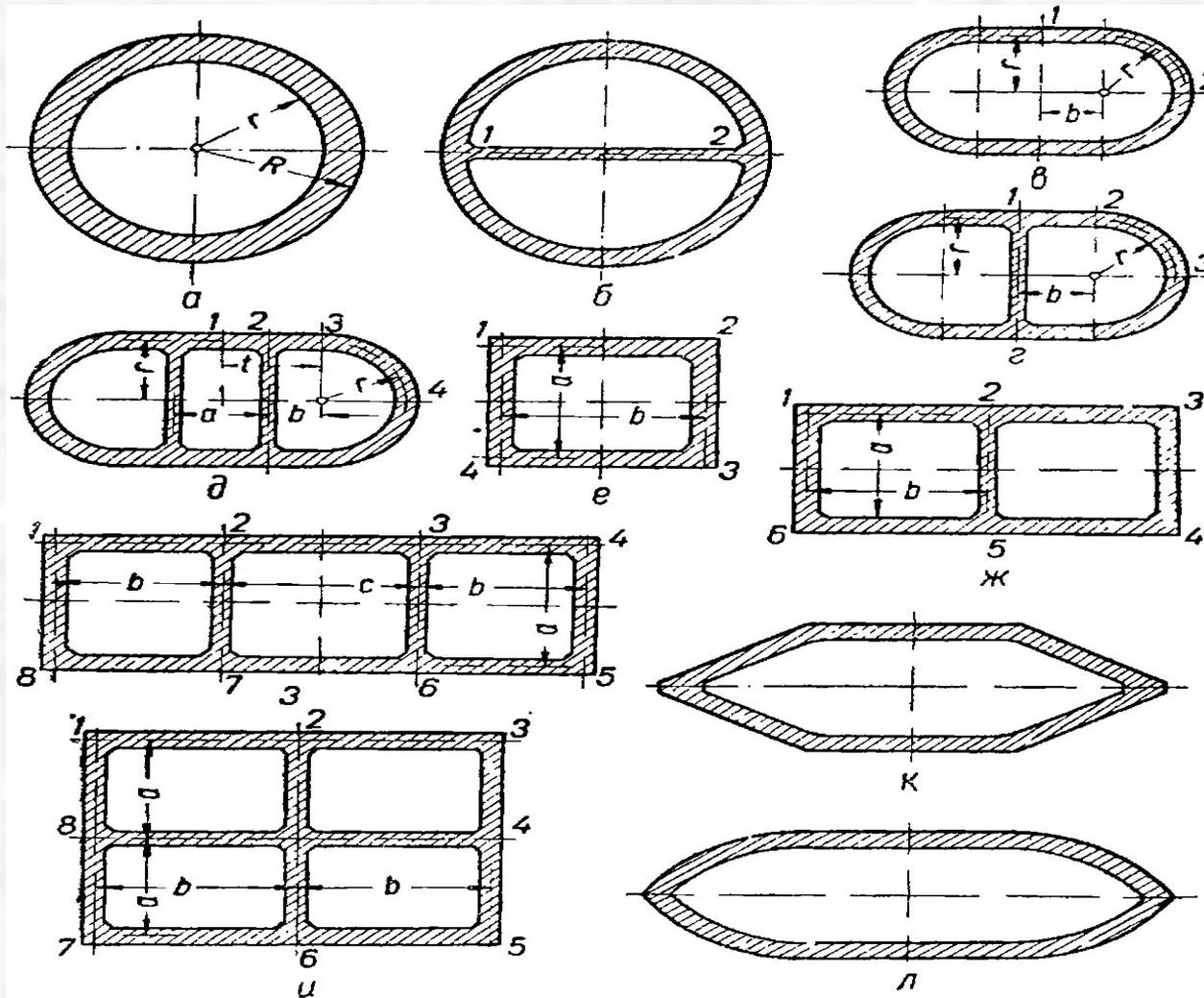


Если колодец входит в состав фундамента, их называют **массивными**.

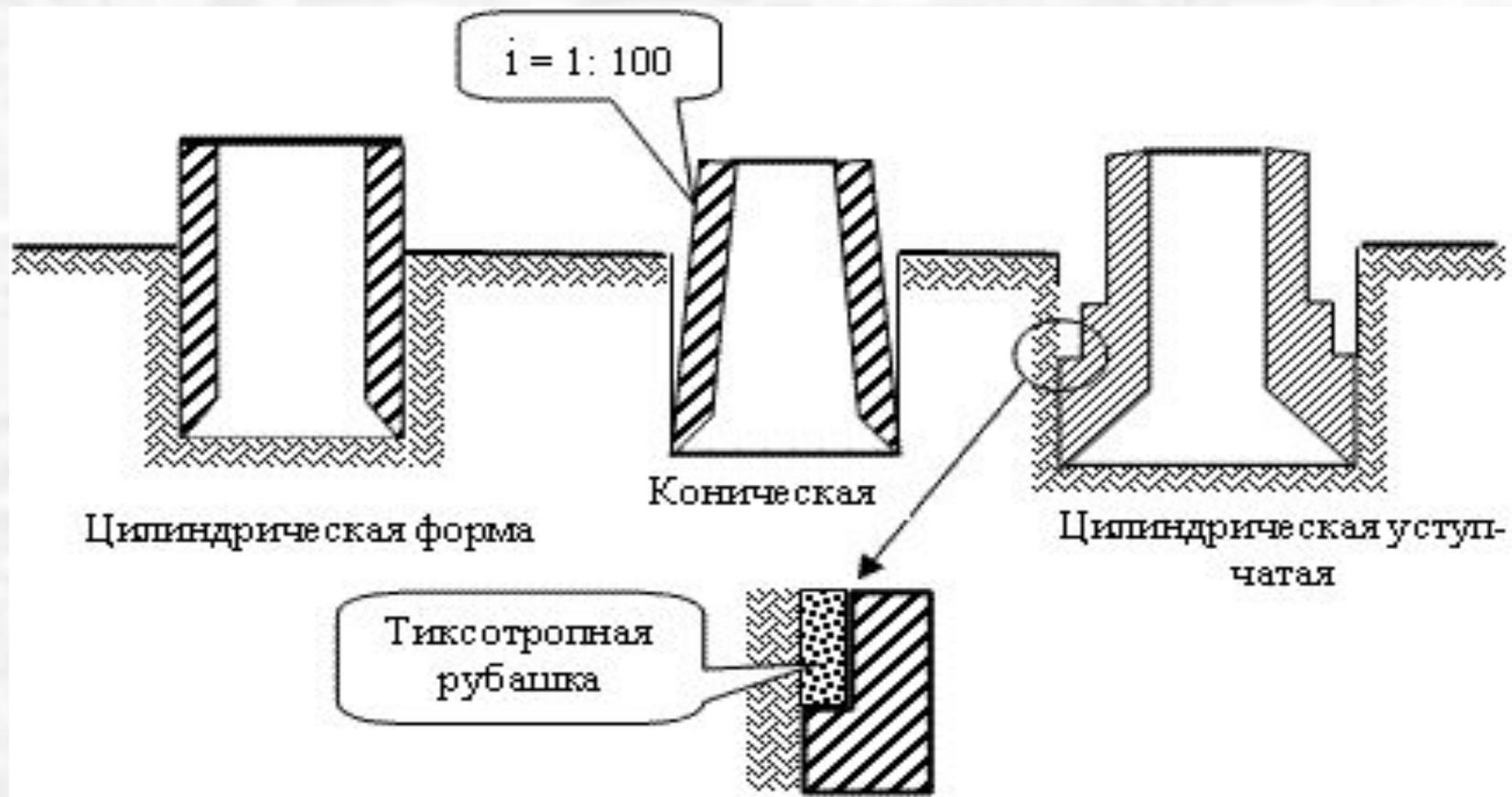
Если колодец используется в качестве помещения (резервуар, насосная станция и т.д.), их называют легкими или **колодцами – оболочками**.



Виды опускных колодцев в плане



форма наружной поверхности колодца



Суть способа

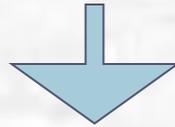
Стенки объекта без днища возводят на нулевой отметке полностью или по ярусам и погружают в грунт на проектную отметку

- Колодцы могут быть **сборные** из типовых унифицированных железобетонных панелей из гидротехнического бетона, днища из монолитного железобетона.

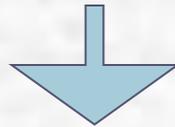
- Диаметр колодца: 16, 24, 36, 42 м, заложение на глубину более 10 м.
- **Стеновые панели** с ножевой нижней частью со съемными инвентарными металлическими ножами с монолитным железобетонным ножом.
- Панели могут быть облицованы металлической гидроизоляцией.

Последовательность возведения сборных колодцев:

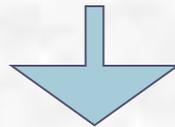
- Подготовительные работы



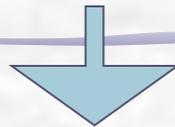
- Монтаж колодца



- Замоноличивание стыков панелей



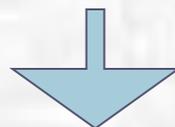
- Погружение колодца



- Анкеровка колодца



- Устройство монолитного днища



- Внутреннее заполнение



- Устройство гидроизоляции

Подготовительные работы:

- Производят геодезические работы: закрепление осей колодца на обносках, устройство реперов.

Колодцы полностью монтируют:

- На поверхности земли;
- В пионерном котловане (глубина 1,5-2 м с подготовкой из щебня);
- На островках (при расположении колодца в водоёме) из песчаного грунта с естественными откосами (глубина воды до 2 метров) или с укреплёнными откосами с шпунтовой стенкой (глубина воды до 5 метров).

Островок после погружения колодца размывают

Устройство временного основания

- Устраивают по периметру колодца (по месту установки ножа) два кольца (внешнее, внутреннее) из утрамбованной песчано-щебёночной смеси.
- На внешнее кольцо укладывают бетонную стяжку 5-8 см. на внутреннее – сборные железобетонные плиты дорожного типа (быстро разбираемые).

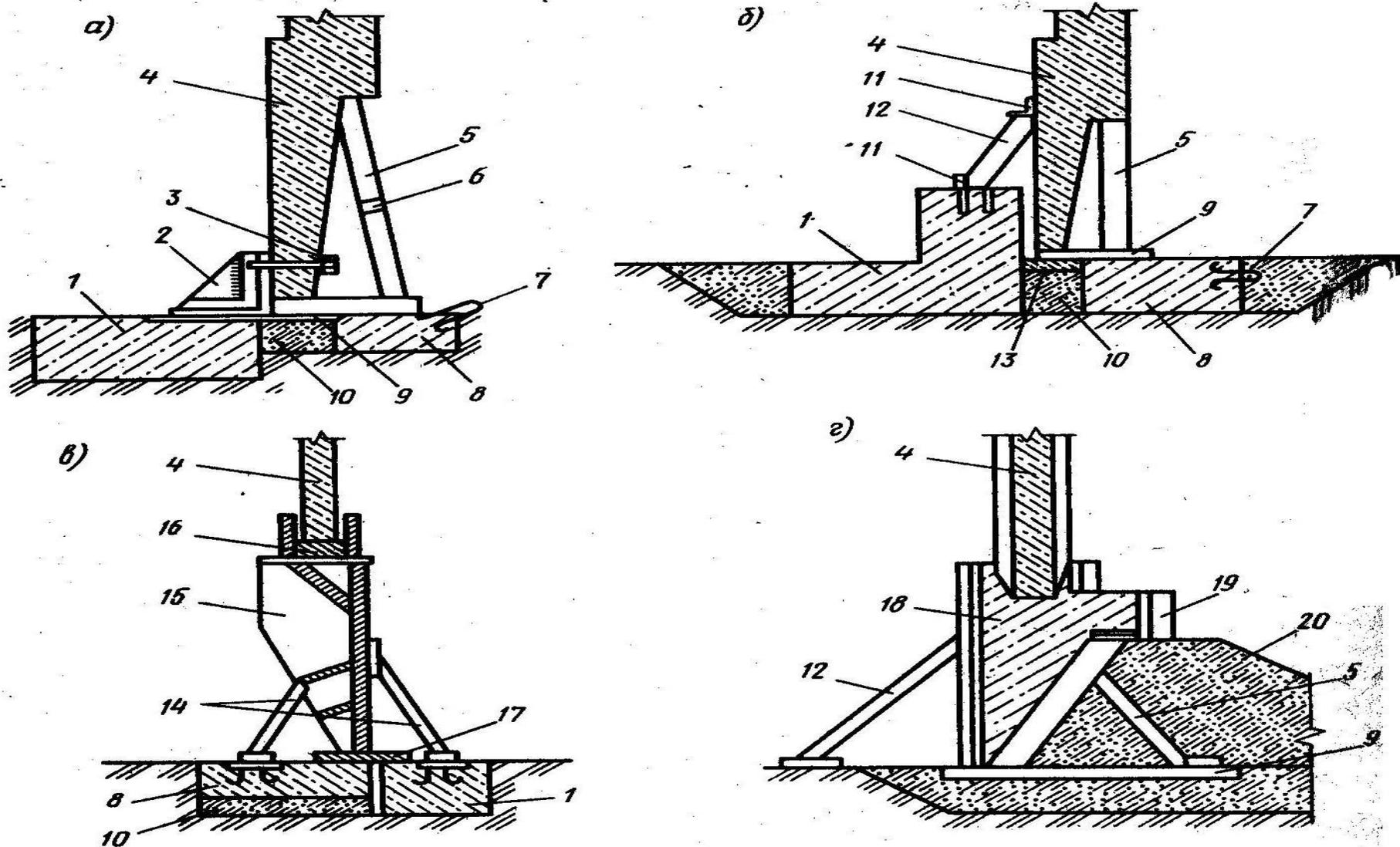


Рис. 7.2. Варианты временных опорных конструкций и оснований под сборные опускные колодцы:

а — передача давления на опорные кольца с помощью стальных упоров и деревянных стоек; б — передача давления на опорные кольца с помощью деревянных стоек; в — передача давления через инвентарный металлический упор; г — передача давления через монолитный нож; 1 — внешнее опорное кольцо; 2 — металлический упор; 3 — передаточная панель; 4 — стенная панель; 5 — деревянная стойка; 6 — отверстие для закладки взрывчатого вещества; 7 — петля для оттачивания сборного элемента опорного кольца; 8 — внутреннее разбираемое опорное кольцо; 9 — деревянные брусья; 10 — уплотненный щебень; 11 — фиксирующий уголок; 12 — деревянный подкос; 13 — бетонная стяжка; 14 — подкосы из металла; 15 — металлический нож; 16 — амортизирующая прокладка; 17 — металлические подкладки; 18 — монолитный нож; 19 — опалубка; 20 — призма из песчано-гравелистого грунта

Монтаж сборного колодца

- Основной механизм – гусеничный кран. Грузозахватные устройства – траверсы, захваты. Монтажные приспособления – кондукторы для временного крепления и выверки стеновых панелей, подкосы.
- При диаметре колодца до 24 м кран движется с внешней стороны, более 24 м движение крана внутри колодца (за исключением монтажа последних четырёх панелей).

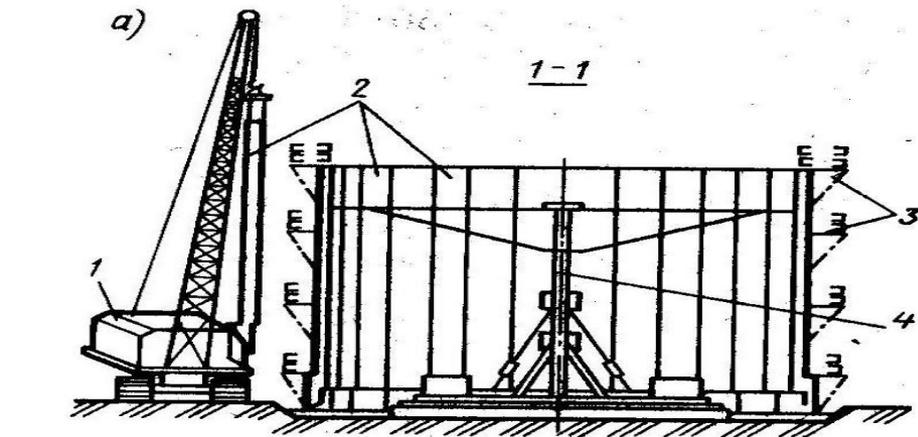
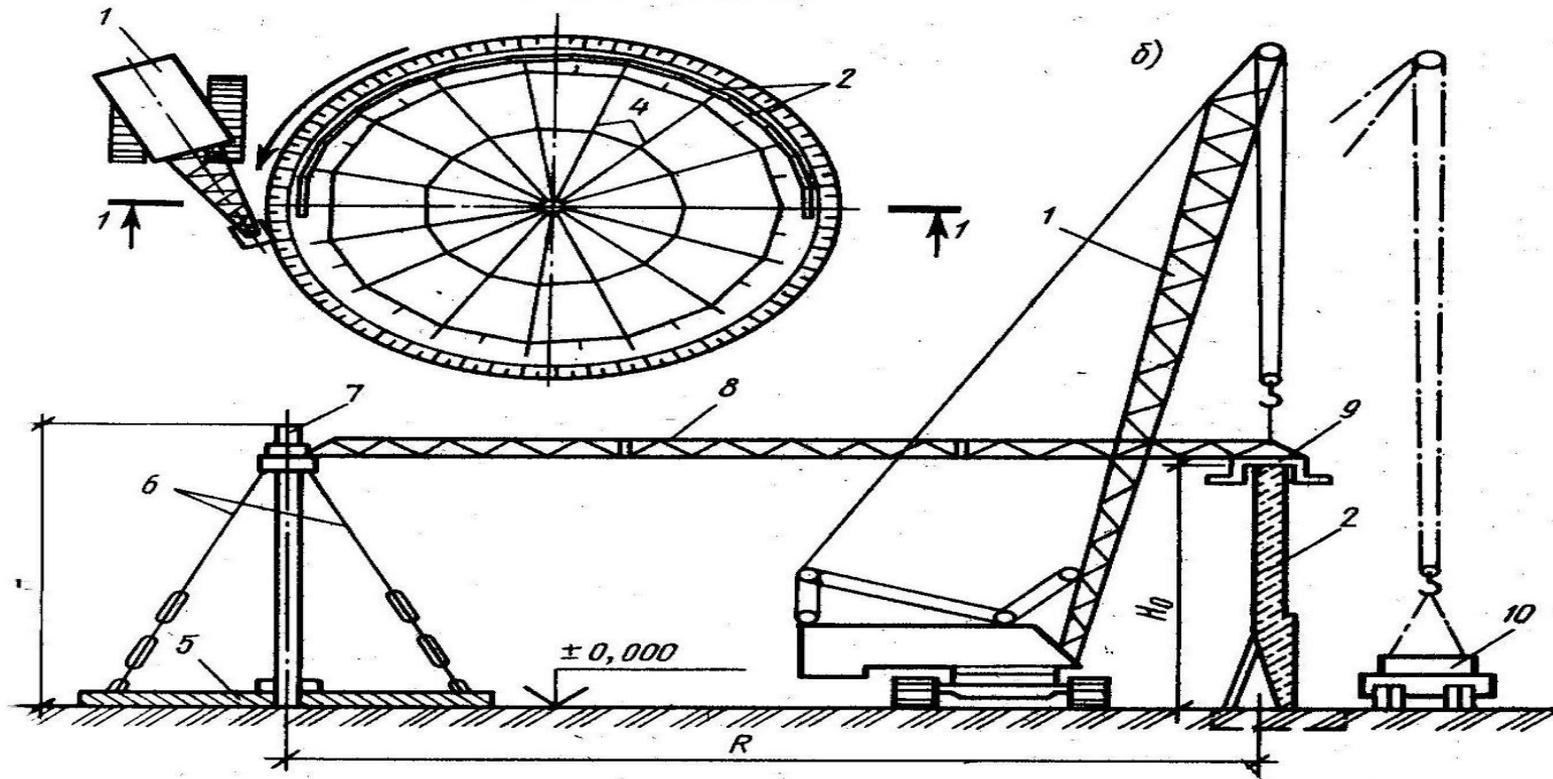


Рис. 7.3. Монтаж сборных опускаемых колодцев:

а — диаметром до 24 м краном, располагающимся с внешней стороны; б — с помощью поворотного кондуктора краном внутри колодца; 1 — монтажный кран; 2 — стеновые панели; 3 — навесные подмости; 4 — кондуктор стационарного типа; 5 — основание мачты кондуктора; 6 — растяжки мачты; 7 — мачта; 8 — поворотная балка; 9 — зажимное устройство кондуктора; 10 — панелевоз



- Закрепляют панели между собой накладками на сварке: сплошная стальная полоса внутри, пластины с шагом 15 см снаружи.
- При возведении двухъярусных стенок, сначала монтируют панели нижнего яруса с ножом, а затем верхнего яруса

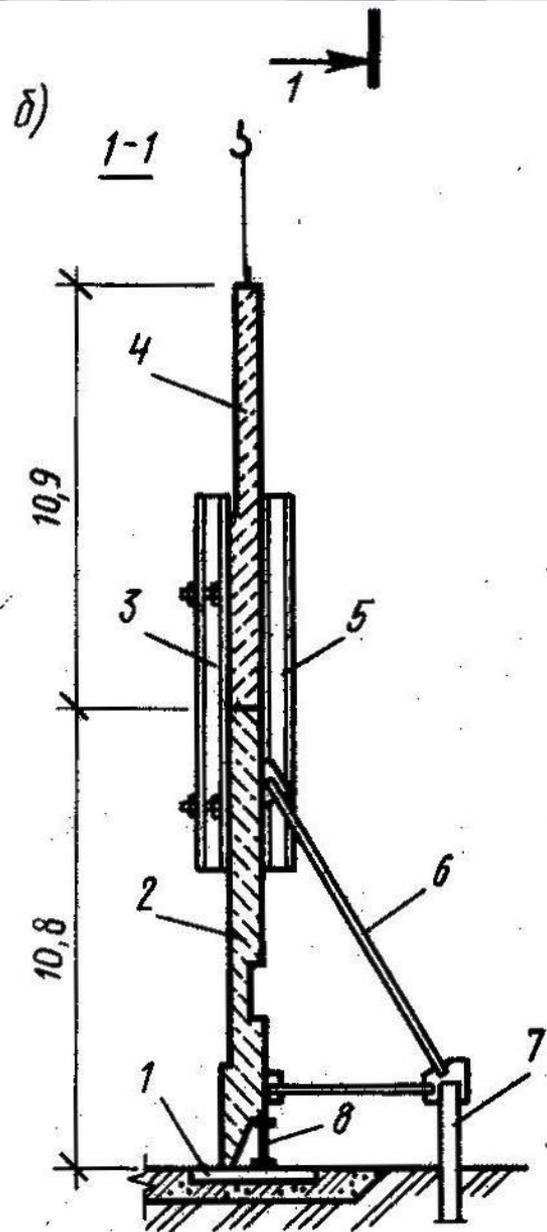
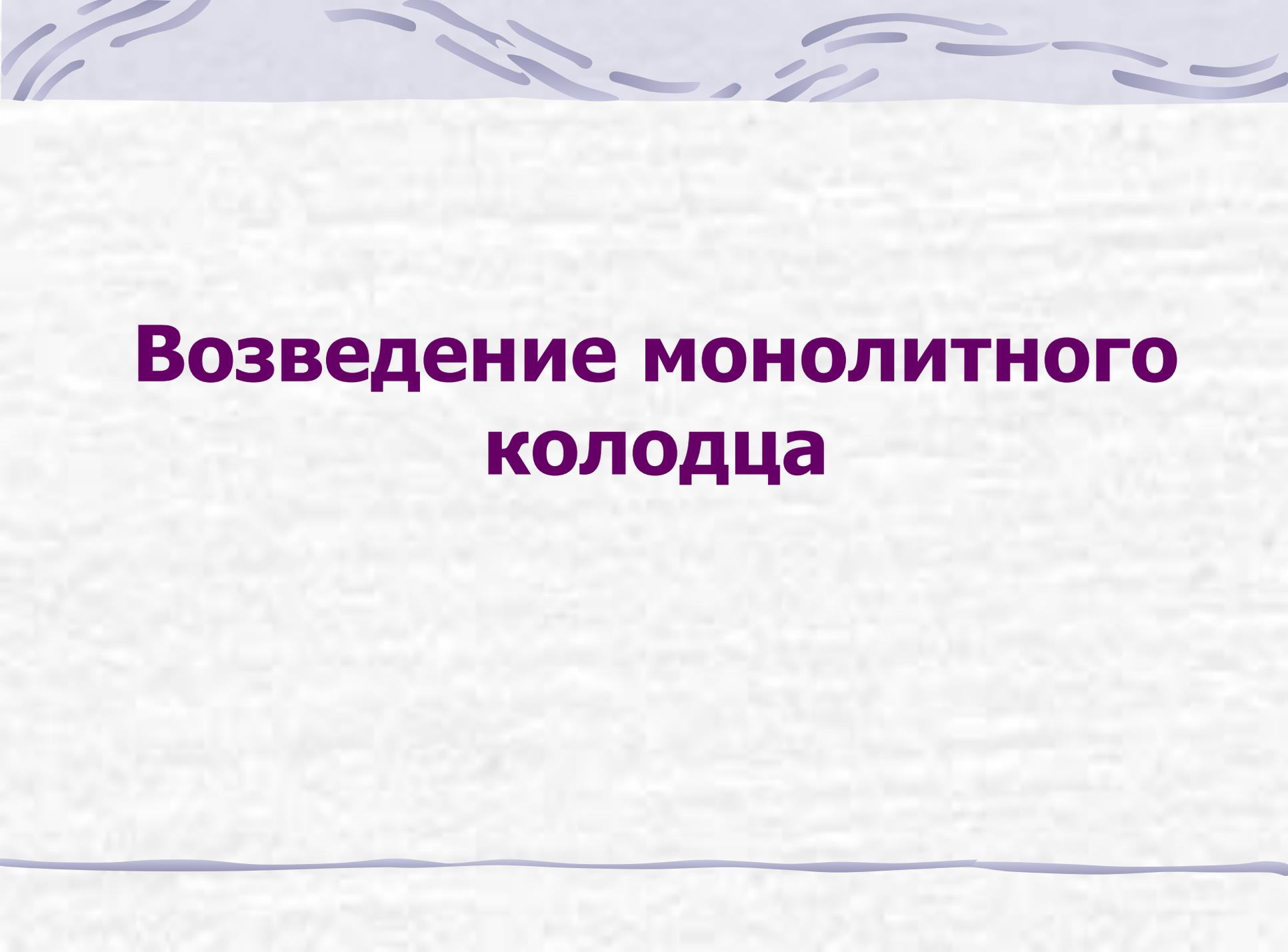


Рис. 7.5. Монтаж стеновых панелей колодца вагоноопрокида:

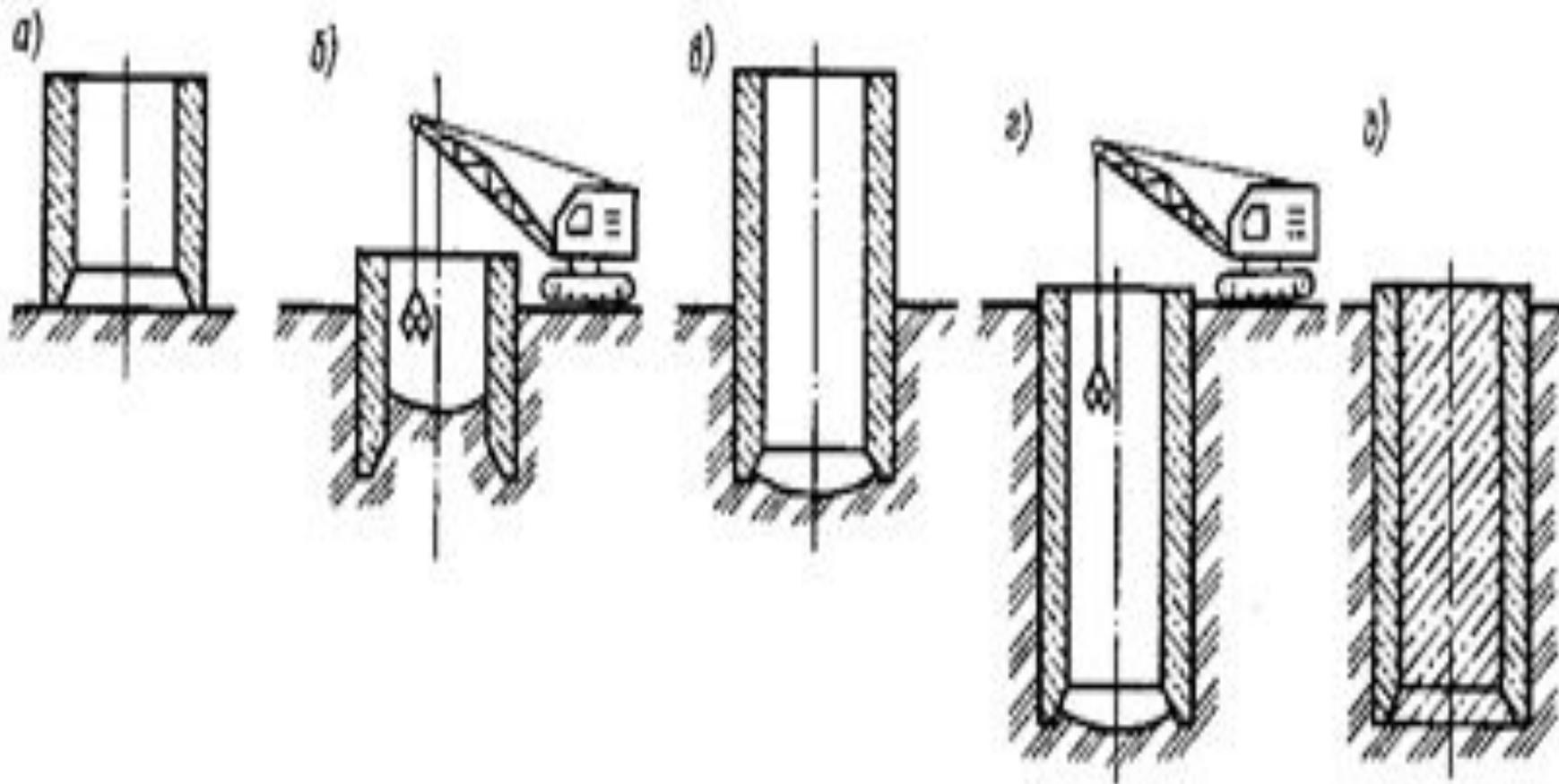
а — развертка стеновых панелей на симметричной части колодца; б — схема временного закрепления и выверки панелей; 1 — опорная плита; 2 — стеновая панель первого яруса; 3 — наружные направляющие для временного закрепления панелей второго яруса из двутавра № 60; 4 — панель второго яруса; 5 — внутренняя направляющая из двутавра № 60, 6 — трубчатый подкос; 7 — специальная свайная опора; 8 — деревянная стойка

Замоноличивание стыков

- Используют цементно-песчаные смеси на напрягающих цементах; двухстороннюю металлическую опалубку; шприц-бетонирование (односторонняя опалубка) и торкретирование без опалубки.



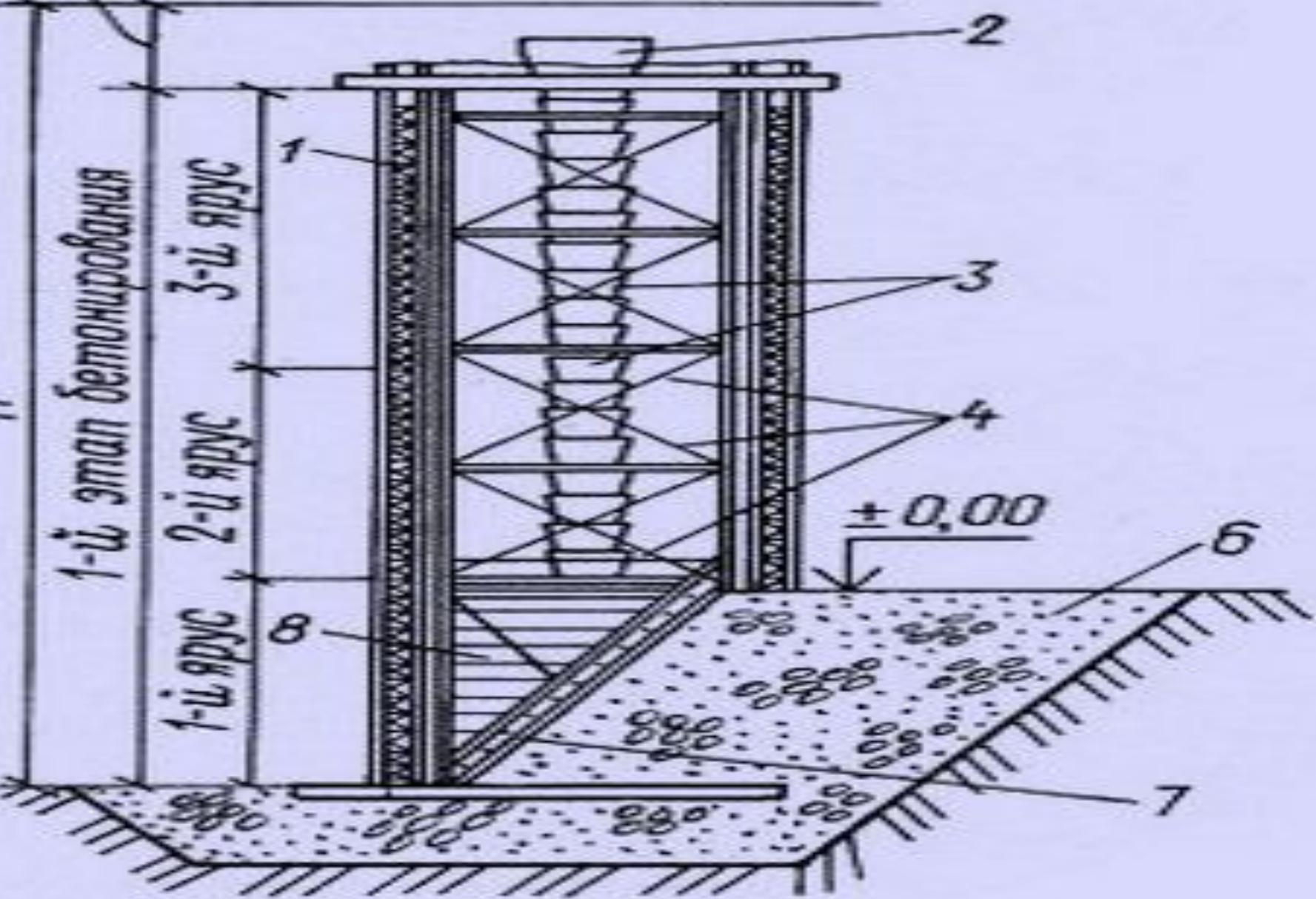
Возведение монолитного колодца



Последовательность устройства монолитного опускного колодца: а – изготовление первого яруса опускного колодца на поверхности грунта; б – погружение первого яруса опускного колодца в грунт; в – наращивание оболочки колодца; г – погружение колодца до проектной отметки; д – заполнение бетоном полости опускного колодца в случае использования его как фундамента глубокого заложения

- **Выполняют опалубочные, арматурные, бетонные, гидроизоляционные работы, погружение колодца.**
- **Стены колодцев бетонируют ярусами.** Бетонирование ведут отдельными блоками, или по всему периметру. Бетон укладывают слоями толщиной 30-40 см. При толщине стен 0,5...1,2 м и высоте более 3м, смесь подают в бадьях через звеньевые хоботы, устанавливаемые по периметру стен через 3 м или автобетононасосами.
- Уплотняют вибраторами с гибким валом; наружными вибраторами.

2-й этап бетонирования



1-й этап бетонирования

1-й ярус
2-й ярус
3-й ярус

$\pm 0,00$

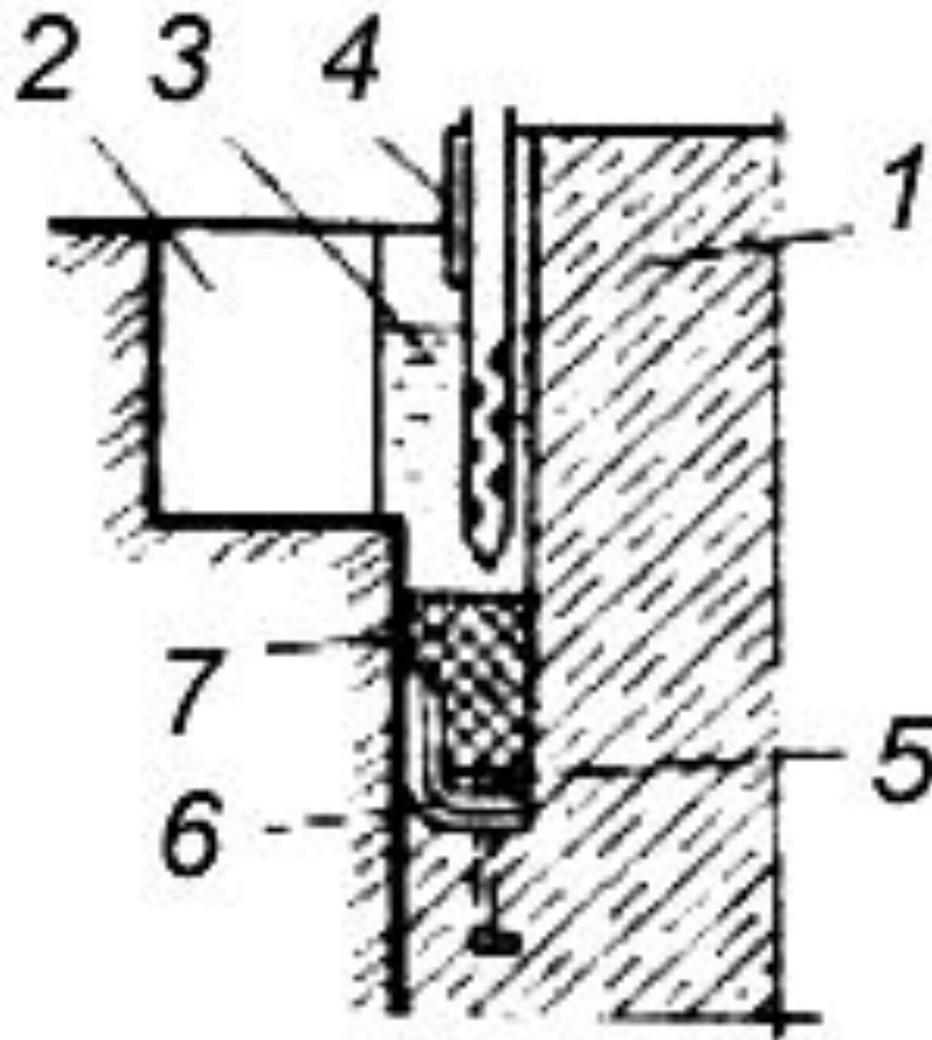
7

- Гидроизоляцию стен колодца выполняют снаружи по мере их бетонирования до начала опускания и чаще всего - путем торкретирования.
- Используют деревянную, стальную опалубки и несъемную из железобетонных плит.

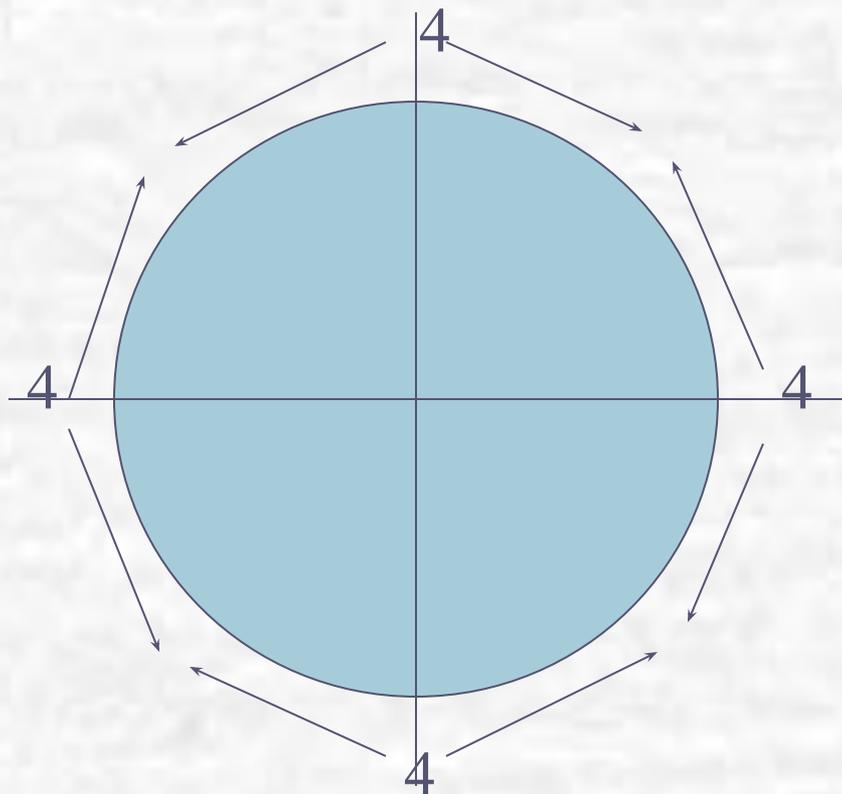
Погружение колодца

- *Скорость погружения колодца зависит от вида грунта (20-80 см/сут)*
- *При погружении колодца между стенками и грунтом возникает трение.*
- *Для его уменьшения:*
 - *утяжеляют нижнюю часть колодца;*
 - *используют покрытия ножа из органических составов;*
 - *применяют тиксотропные рубашки из глинистого раствора порошка бентонитовой глины. Для этого вне зоны колодца устанавливают глинорастворные узлы со смесителями, трубопроводами, насосами, оборудованием для очистки суспензии.*

- Деталь устройства тиксотропной рубашки
- 1 - колодец;
- 2 - форшахта;
- 3 - тиксотропная суспензия;
- 4 - иньектор;
- 5 - крепление манжеты к уступу ножа;
- 6 - резиновая манжета;
- 7 - глиняный замок



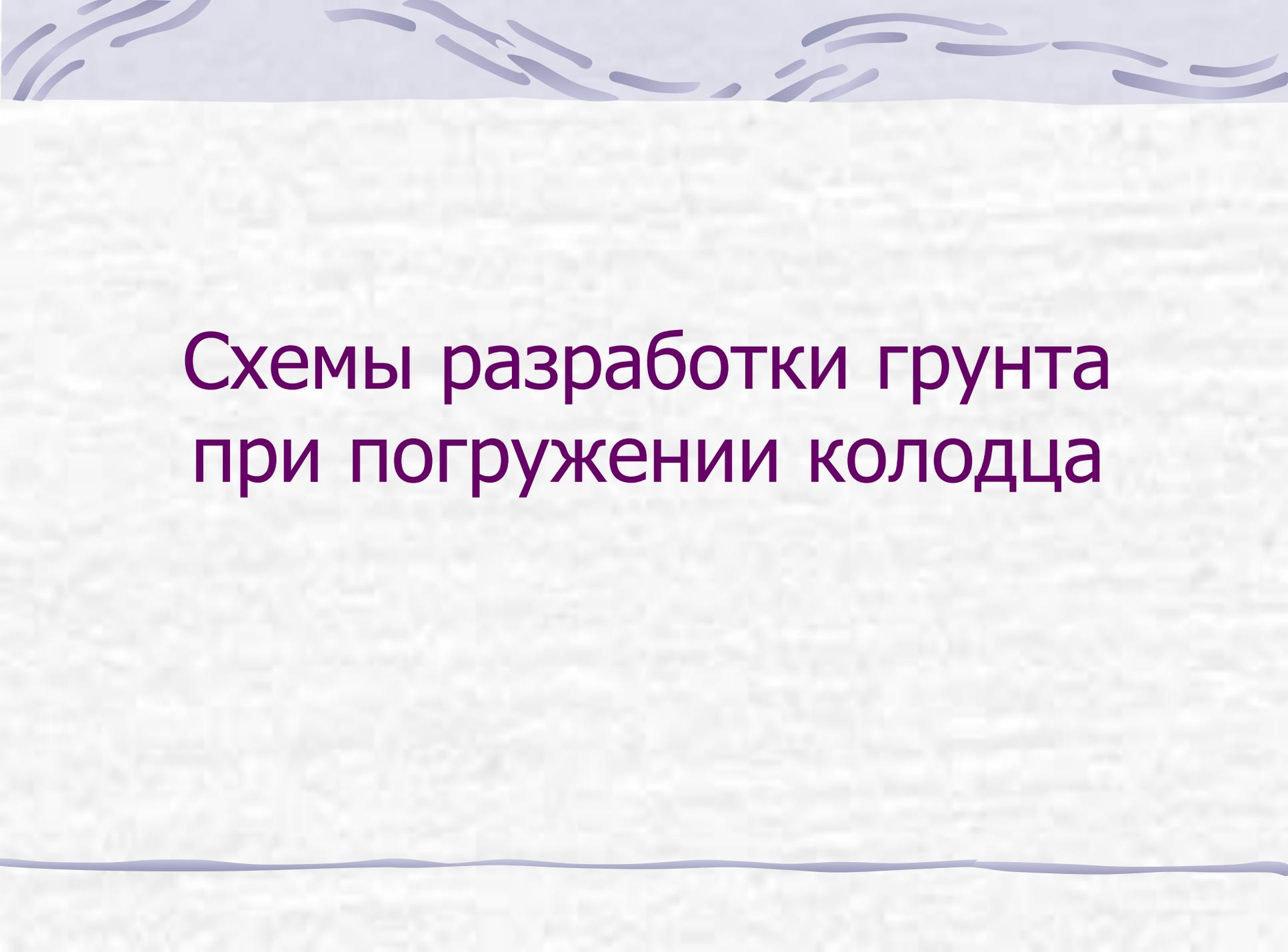
- При погружении снимают упоры, одновременно не менее 4-х по направлению перекрещивающихся осей колодца



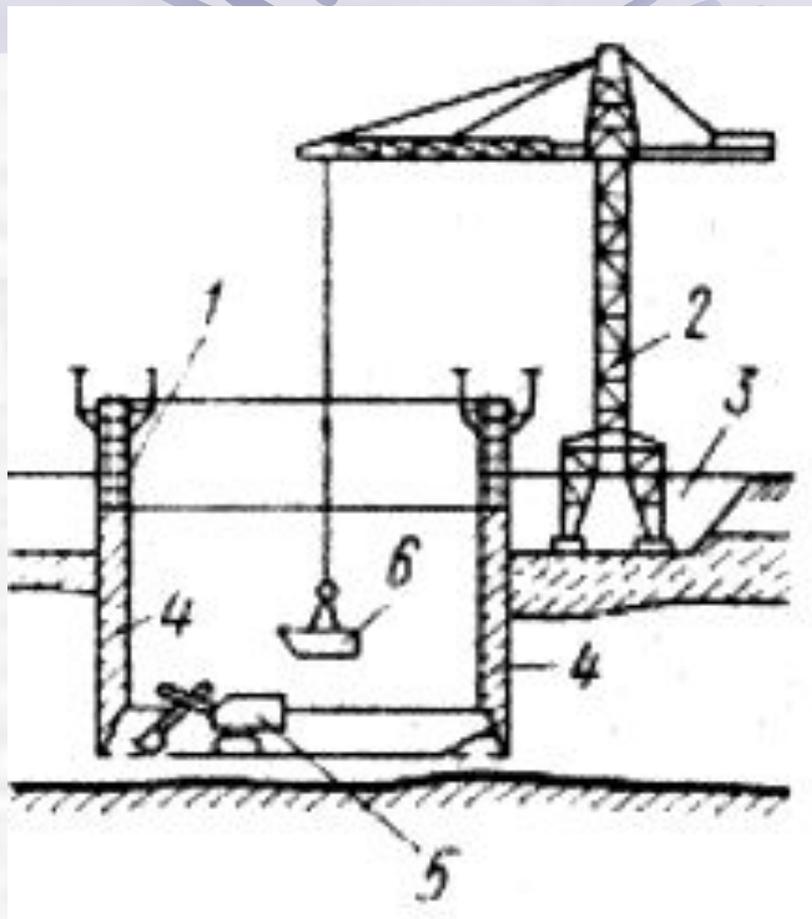
- Удаляют стойки все одновременно (лучше взрывом)
- Растаскивают бетонные плиты внутреннего кольца трактором, бульдозером по схеме удаления упоров
- Послойно отрывают грунт полосами от центра к краям, оставляя берму у стены.
- Колодец своей тяжестью выжимает грунт в центральную часть и плавно погружается.

Разработку грунта ведут

- в **сухих условиях** землеройными механизмами (экскаваторами, бульдозерами) с подъемом его в бадьях кранами
- в **мокрых условиях** с разработкой грунта из-под воды средствами гидромеханизации (гидромониторами с выдачей его гидроэлеваторами или землесосами).

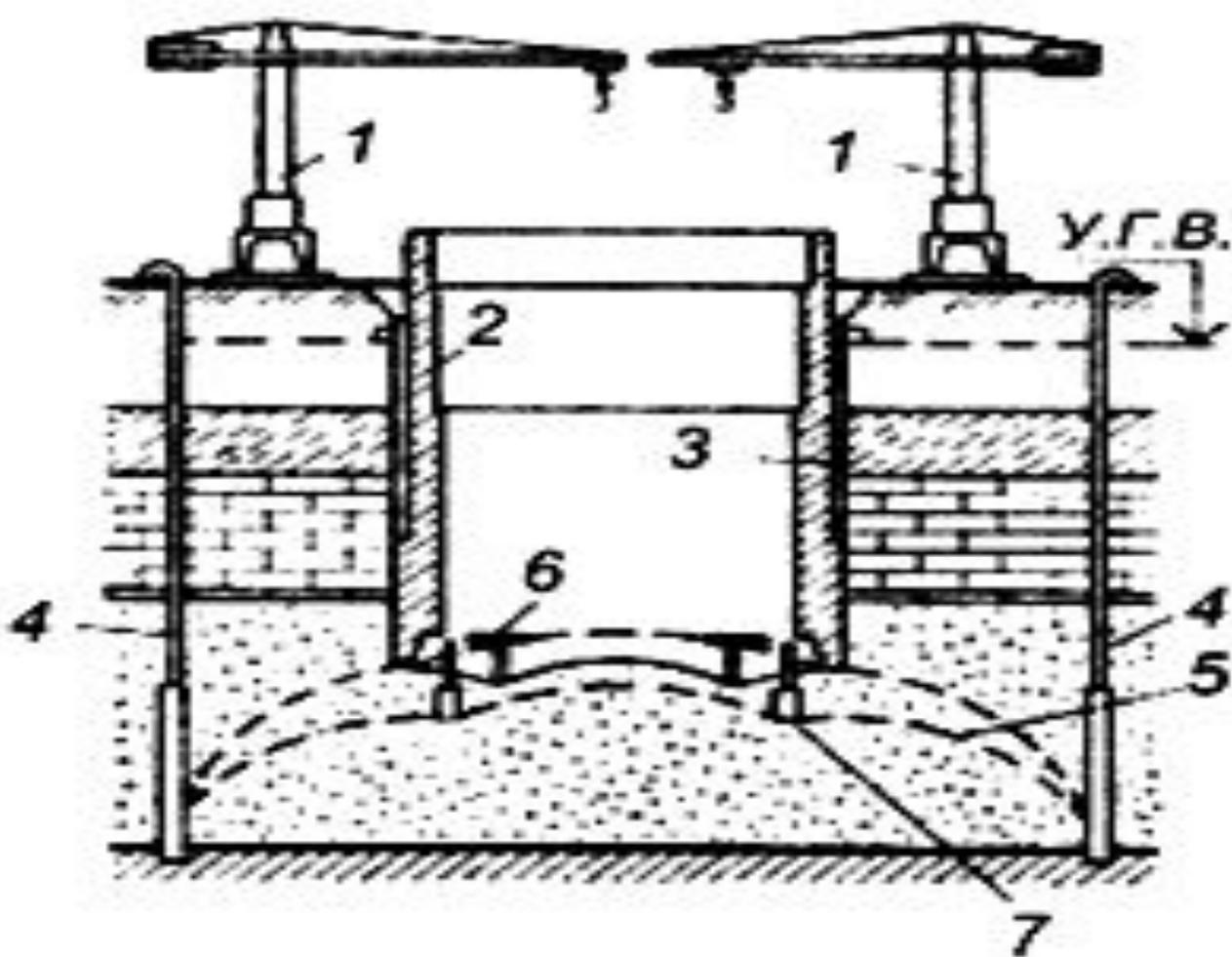


Схемы разработки грунта при погружении колодца



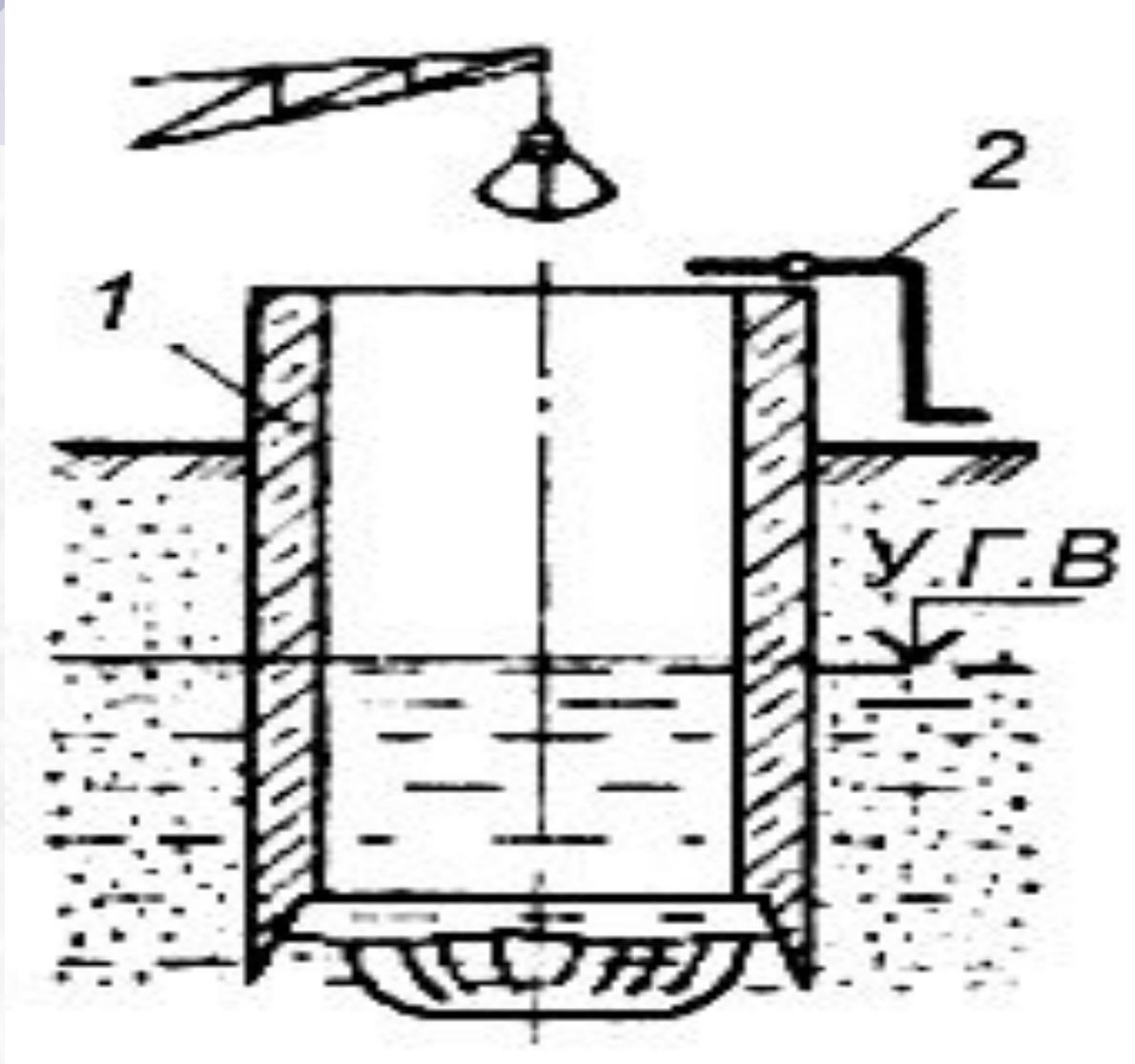
Разработка грунта в сухих условиях

1 - опалубка; 2 - кран; 3 – пионерный котлован; 4 - колодец; 5 - экскаватор; 6 - бадья для грунта.



Разработка грунта во влажных условиях

1 - краны; 2 - колодец; 3 - тиксотропная рубашка; 4 - иглофильтры; 5 - установившийся уровень грунтовых вод; 6 - землесосы; 7 - дополнительные скважины



Разработка грунта во влажных условиях
1 - колодец; 2 – водопровод для размыва грунта

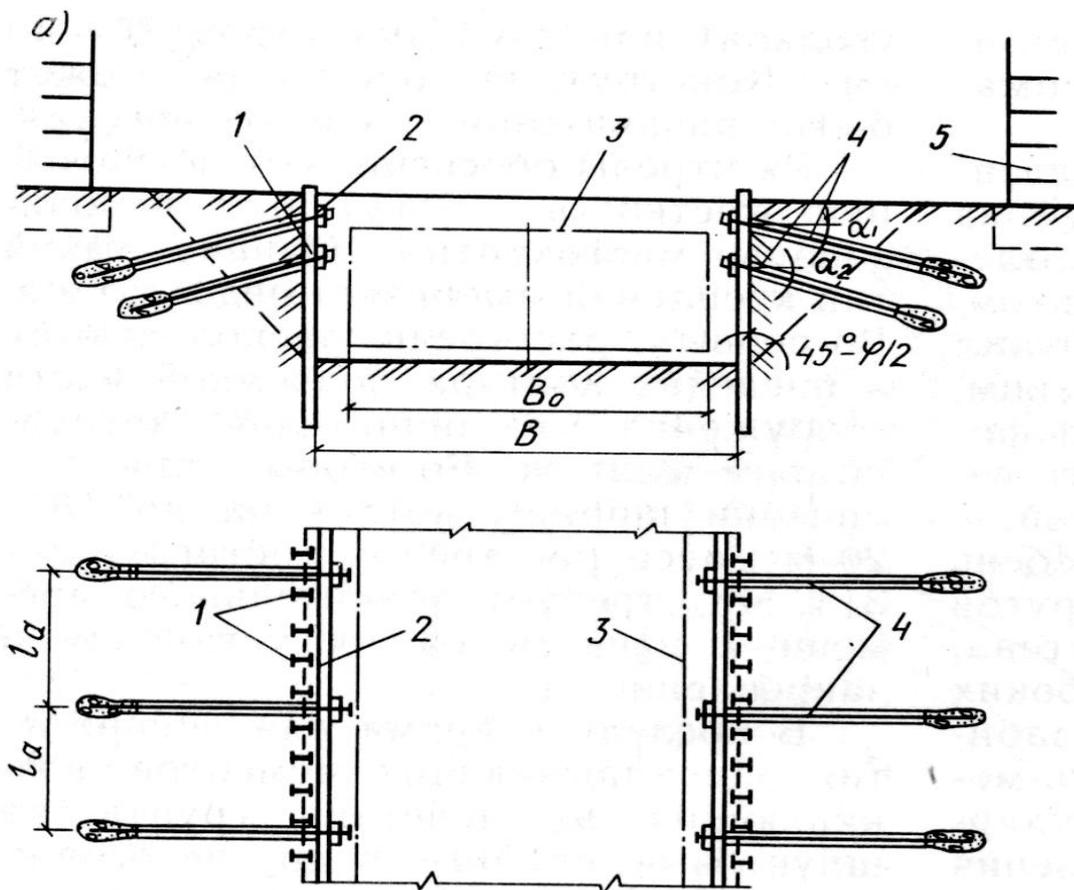
Контроль за погружением колодца

- Контроль ведут с помощью рисок, нанесенных на стены, или нивелировочных контрольных реек, закрепленных по концам двух взаимно перпендикулярных диаметров колодца.
- Проверку вертикальности колодца производят перед и после каждой его осадки.
- Колодцы при погружении, особенно на первых 5...8 м, могут накрениться. Смещения и перекосы (крены) должны устраняться немедленно, как только будут обнаружены.
- Способы исправления перекосов колодцев: способ качаний, пригрузки и др.

Анкеровка колодца

- Масса подземных сооружений не всегда уравнивает давление грунтовых вод. Против всплытия колодцев их стены закрепляют анкерами.

Анкерная крепь.



Бетонирование днища:

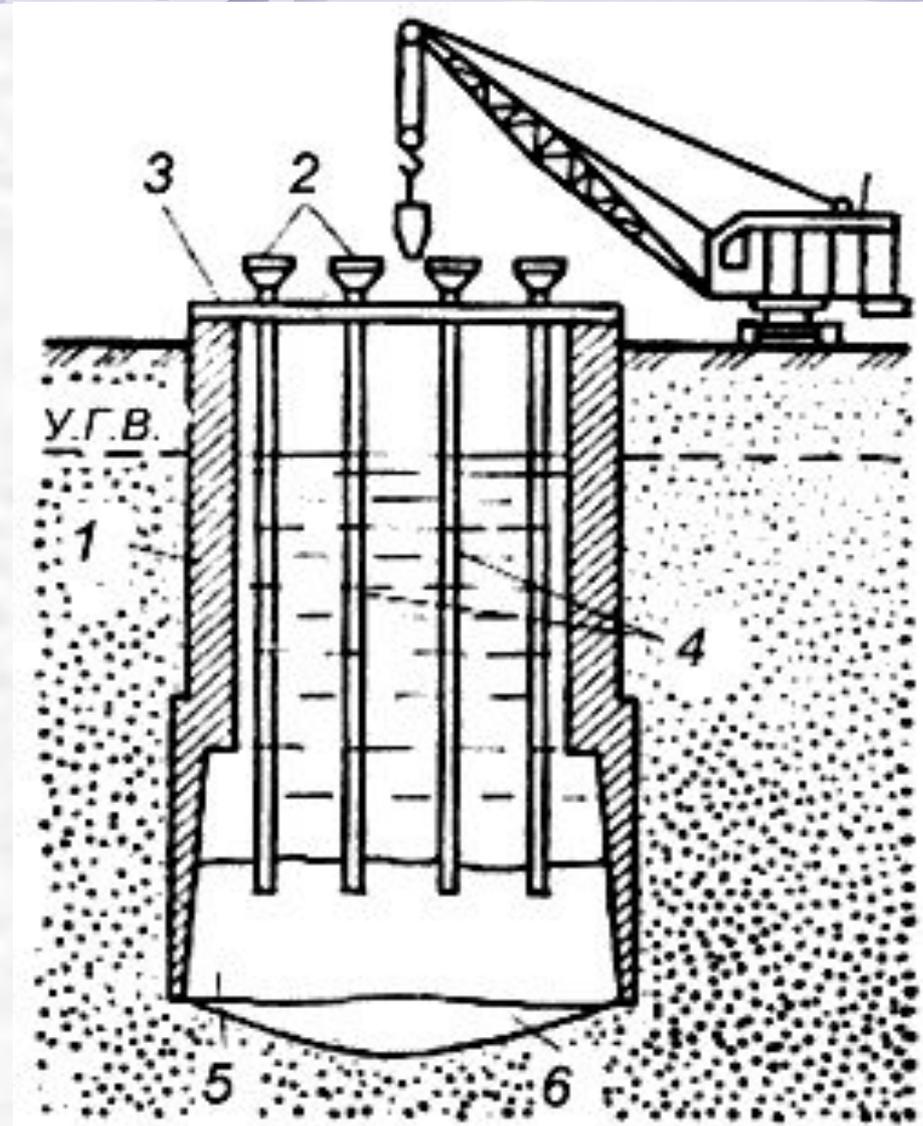
- прямоугольными полосами (около 3 метров шириной) через полосу,
- в круглых днищах кольцевые захваты шириной 5-10 м от центра к краям.
- Бетонную смесь подают бадьями, бетоноукладчиками, бетононасосами.

В рыхлых водонасыщенных грунтах возможно присутствие **воды** на дне колодца.

В этом случае:

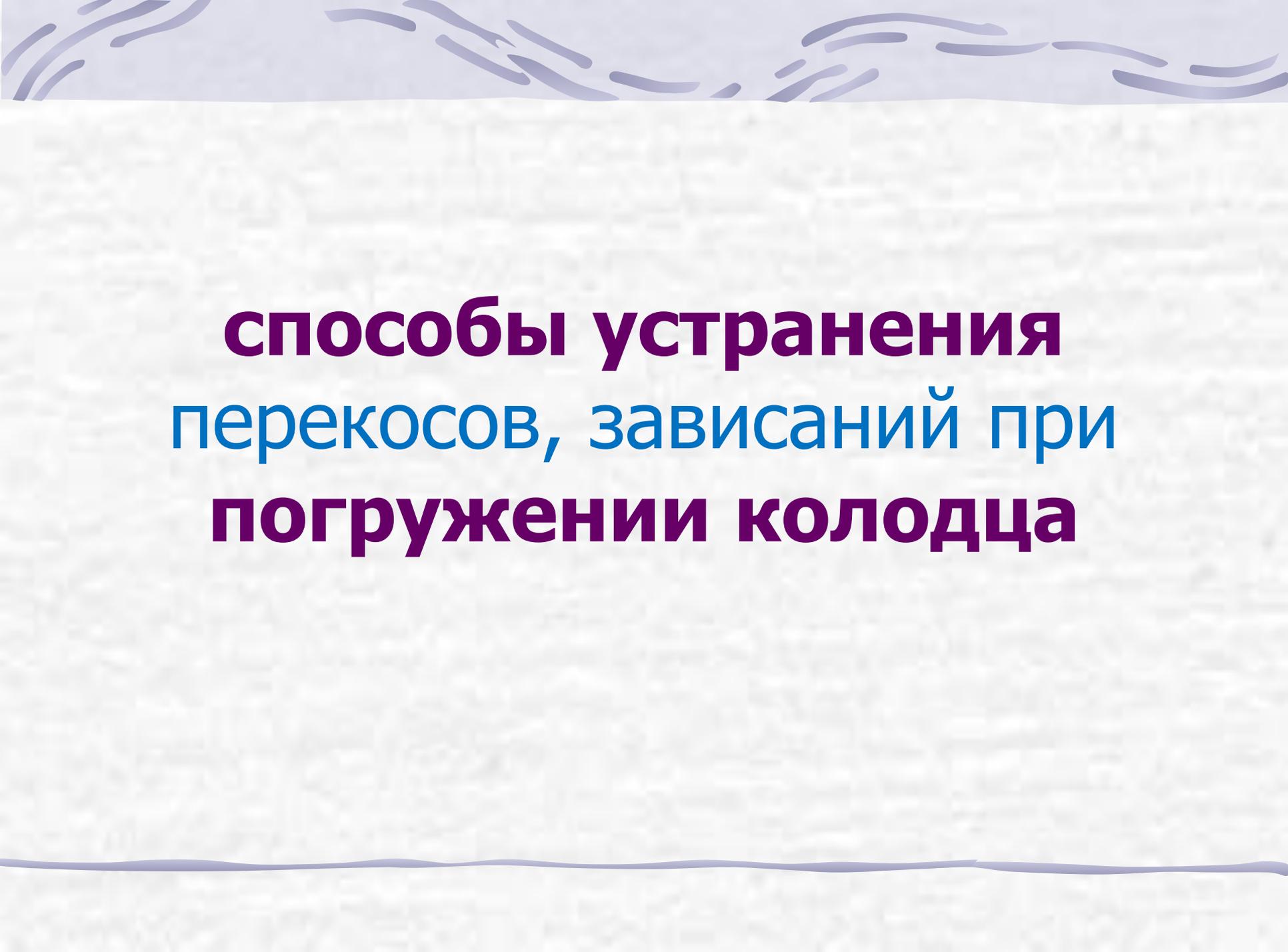
на дне устраивают бетонную подушку, укладываемую методами подводного бетонирования, после набора бетоном достаточной прочности воду из колодца откачивают, под прикрытием подушки устраивают гидроизоляцию и затем бетонируют днище.

- Способ подводного бетонирования подушки колодца
- 1 - колодец;
- 2 - воронки;
- 3 - перекрытие над колодцем;
- 4 - растворо- и бетонолитные трубы;
- 5 - бетонная подушка;
- 6 - выравнивающий щебеночный слой



Устройство гидроизоляции днища и стен:

- оклеечная гидроизоляция – битумные или полимерные материалы;
- обмазочная гидроизоляция – специальные мастики;
- листовая или жесткая гидроизоляция – металлические или полимерные листы с наружной части стен.

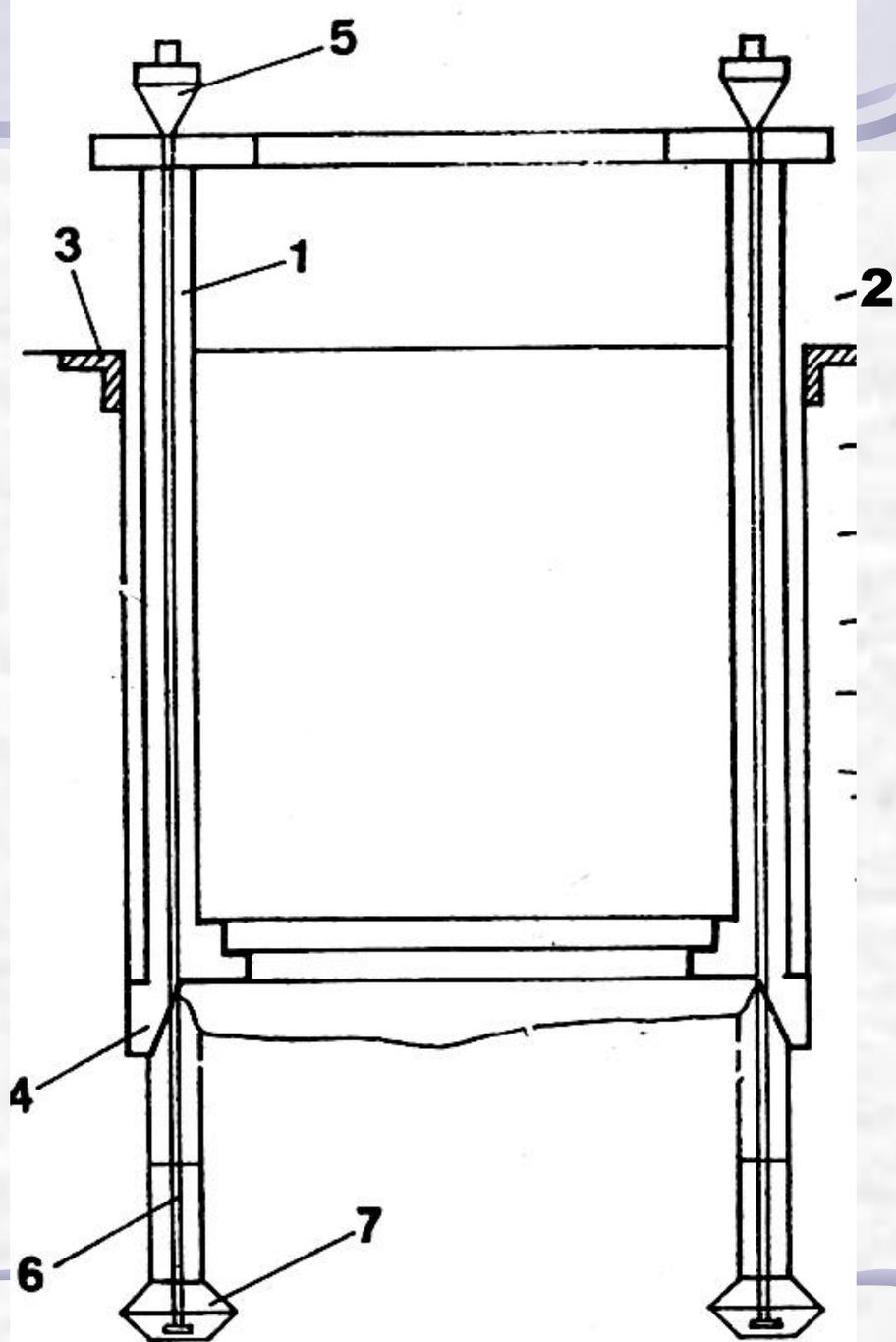


**способы устранения
перекосов, зависаний при
погружении колодца**

Монолитный вариант колодца

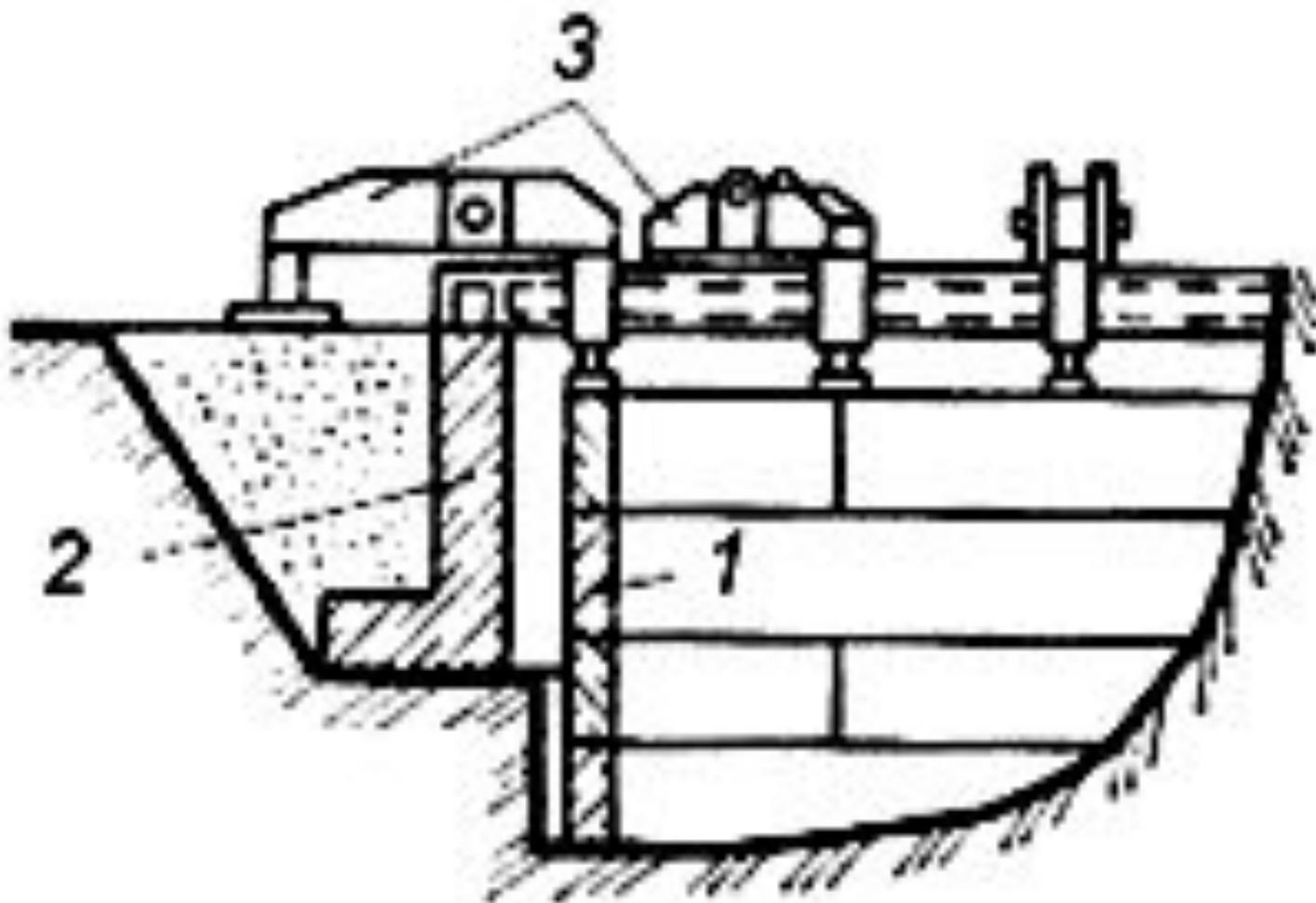
- **Возведение с принудительным регулированием (способ глубокого бурения)**
- Перед началом возведения колодца по периметру стен бурят скважины ниже отметки погружения ножа колодца, в которых устраивают анкерные сваи и закрепляют канаты (тяжи).
- В опалубку стен колодца вставляют каналобразователи для пропуска тяжей, сверху монтируют домкраты.
- Разработав грунт на глубину одного яруса, включают домкраты и попеременно вдавливают колодец.
- После возведения колодца тяжи прочно заделывают в каналах, и они служат якорями против всплытия колодца.

- 1 – стенка;
- 2 – пионерный котлован;
- 3 – бетонная подготовка;
- 4 – нож;
- 5 – домкрат;
- 6 – тяж;
- 7 – скважина.



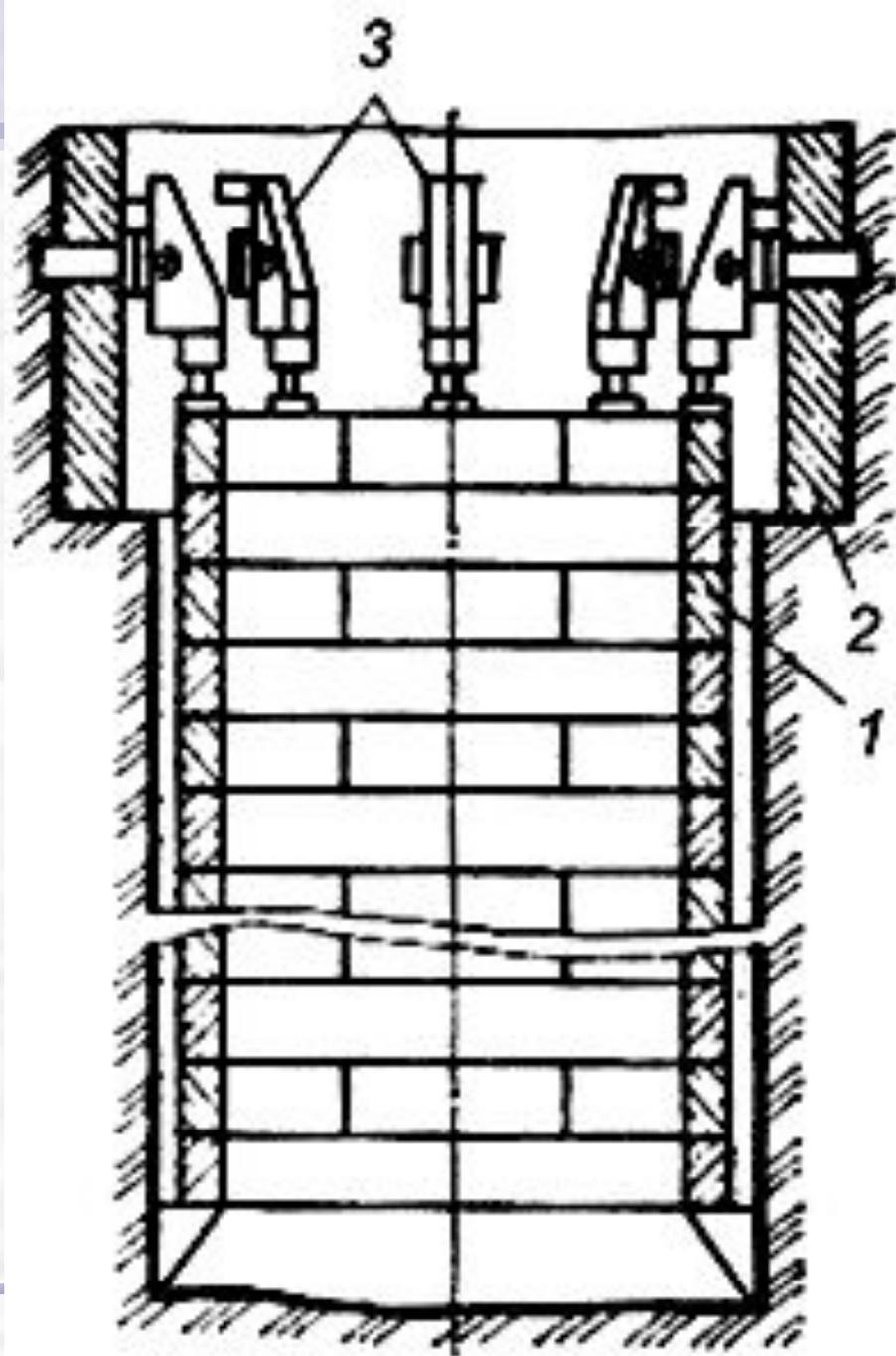
Сборный вариант колодца

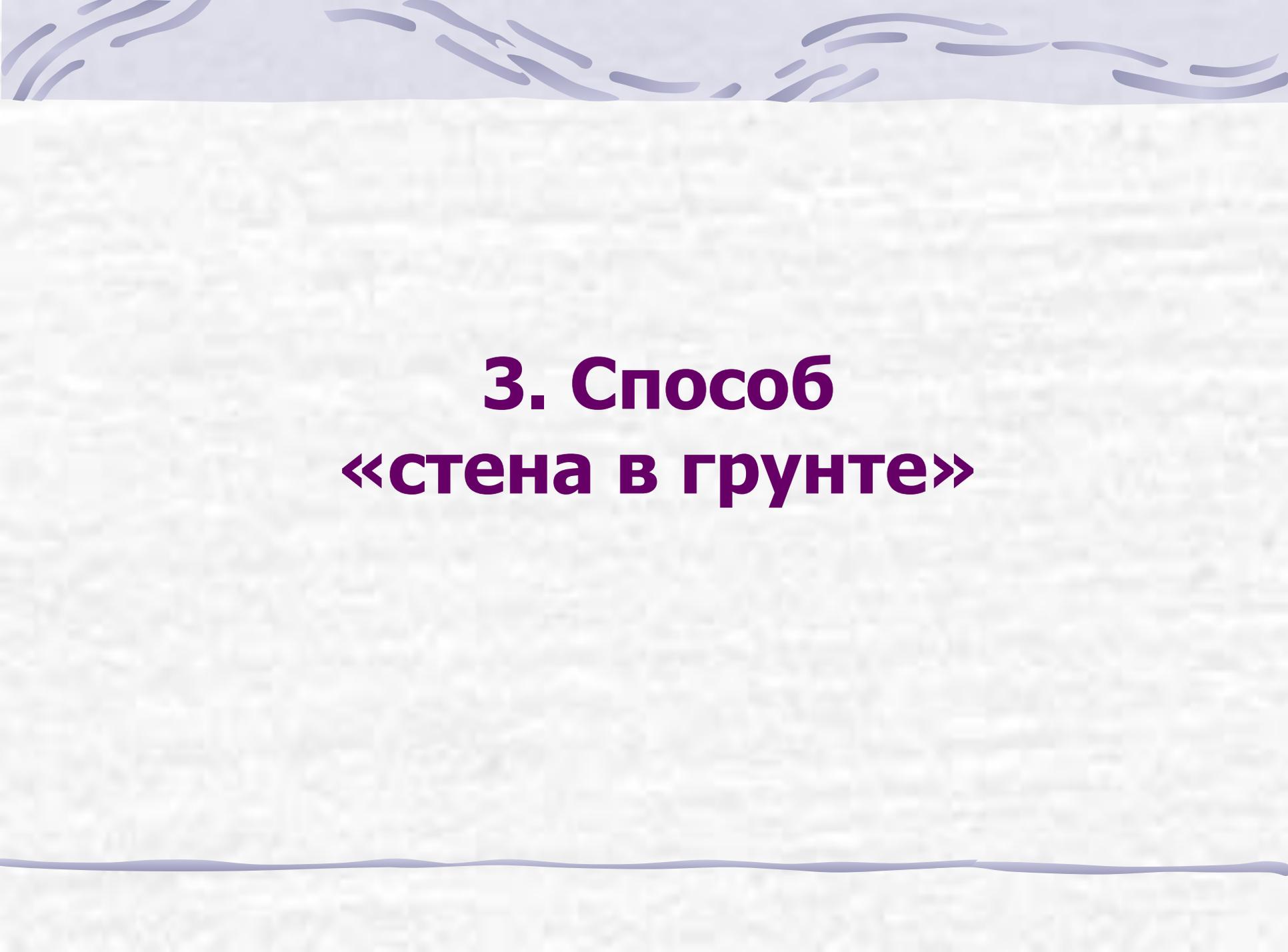
- Способ задавливанием применяют при глубине погружения опускных колодцев более 20 м. Для задавливания колодцев (или крепи) применяют двухконсольные балки, на которых установлены гидравлические домкраты.
- Применяют также для задавливания колодцев устройства, прикрепленные шарнирно к вертикальным стенам опорной конструкции.



- Погружение колодцев задавливанием
- 1 - колодец; 2 - опорная конструкция; 3 - задавливающие устройства.

- Погружение колодцев задавливанием
- 1 - колодец;
- 2 - опорная конструкция;
- 3 – задавливающие устройства.

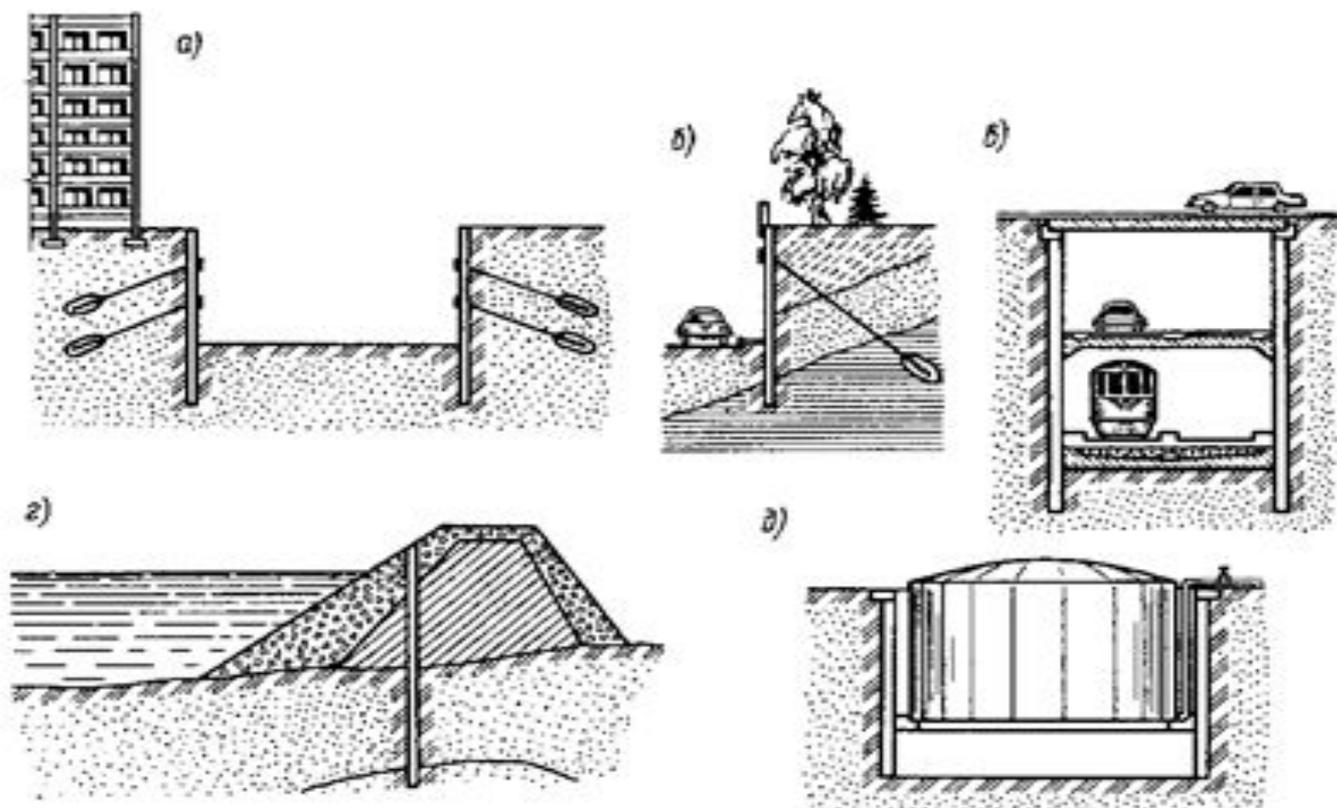




3. Способ «стена в грунте»

Суть технологии «стена в грунте»

- в грунте возводят ограждающие стены подземного сооружения, они же являются его фундаментом;
- под защитой стен разрабатывают внутреннее грунтовое ядро;
- устраивают днище и воздвигают внутренние конструкции подземного сооружения.



Конструкции, сооружаемые способом «стена в грунте»: а – котлованы в городских условиях; б – подпорные стенки; в – тоннели; г – противодиффузионные диафрагмы; д – подземные резервуары

«Стена в грунте» позволяет осуществлять строительство:

в непосредственной близости от существующих зданий и сооружений;

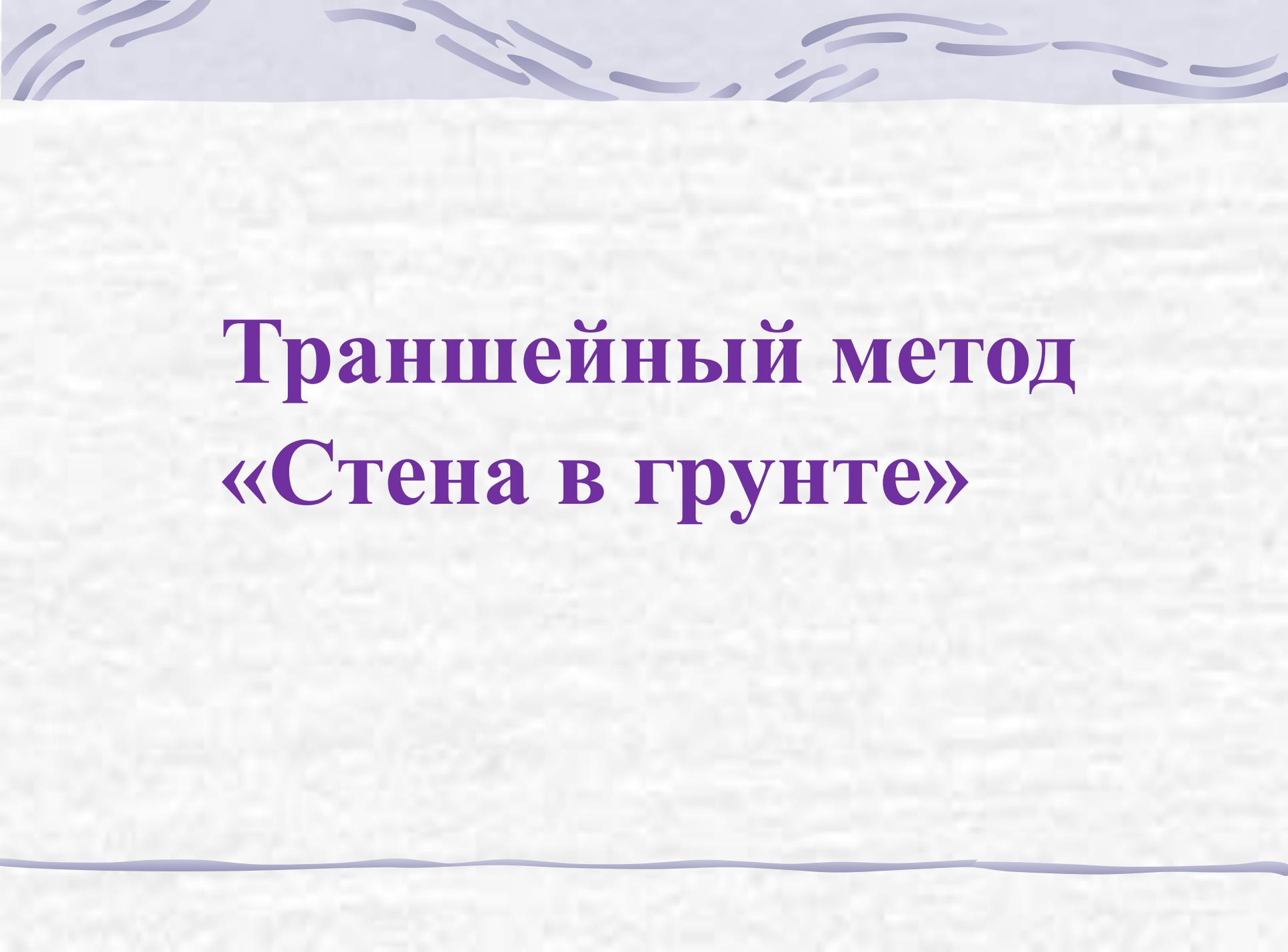
при значительной глубине сооружения (до 50 м);

при больших размерах в плане и сложной форме сооружения;

при высоком уровне подземных вод.

Разновидности метода «стена в грунте»

- **траншейный** - ограждающая конструкция выполняется сплошной стеной из монолитного железобетона или сборных железобетонных элементов
- **свайный** - ограждающая конструкция образуется из ряда вертикальных буронабивных свай



Траншейный метод «Стена в грунте»

Нецелесообразно применять:

- в грунтах с пустотами и кавернами, на рыхлых свалочных грунтах;
- на участках с бывшей каменной кладкой, обломками бетонных и железобетонных элементов, металлических конструкций и т.д.;
- при наличии напорных подземных вод или зон большой местной фильтрации грунтов.

Общие технологические этапы

- В грунте по контуру стен будущего сооружения отрывают форшахту
- Разрабатывают узкие, глубокие траншеи, заполняя их глинистым раствором (суспензией)
- Возводят монолитные или монтируют сборные стены
- Внутри сооружения разрабатывают грунт
Устраивают днище подземного сооружения

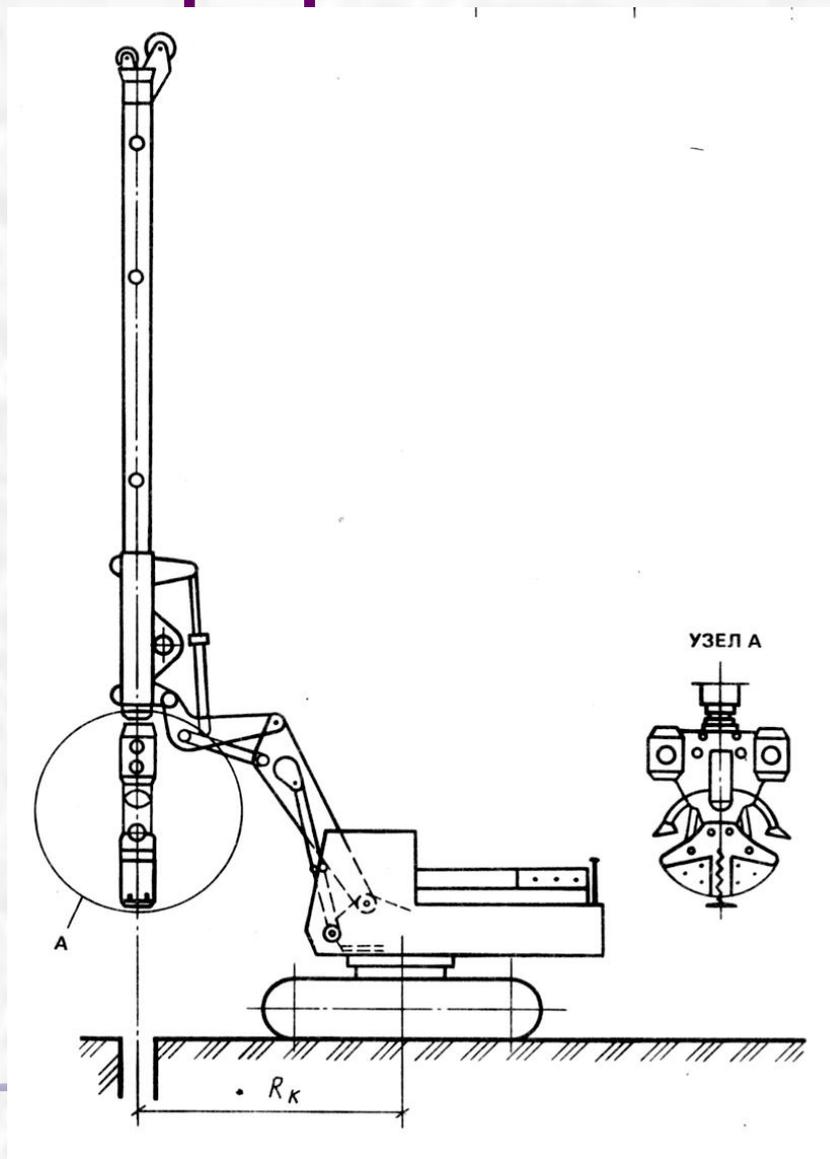
- **Форшахта** – верх траншеи глубиной до 1 м, шириной на 1,5 метра больше ширины траншеи. Выполняют из металла, сборных ж/б элементов. Предохраняет верх траншеи от обсыпания.

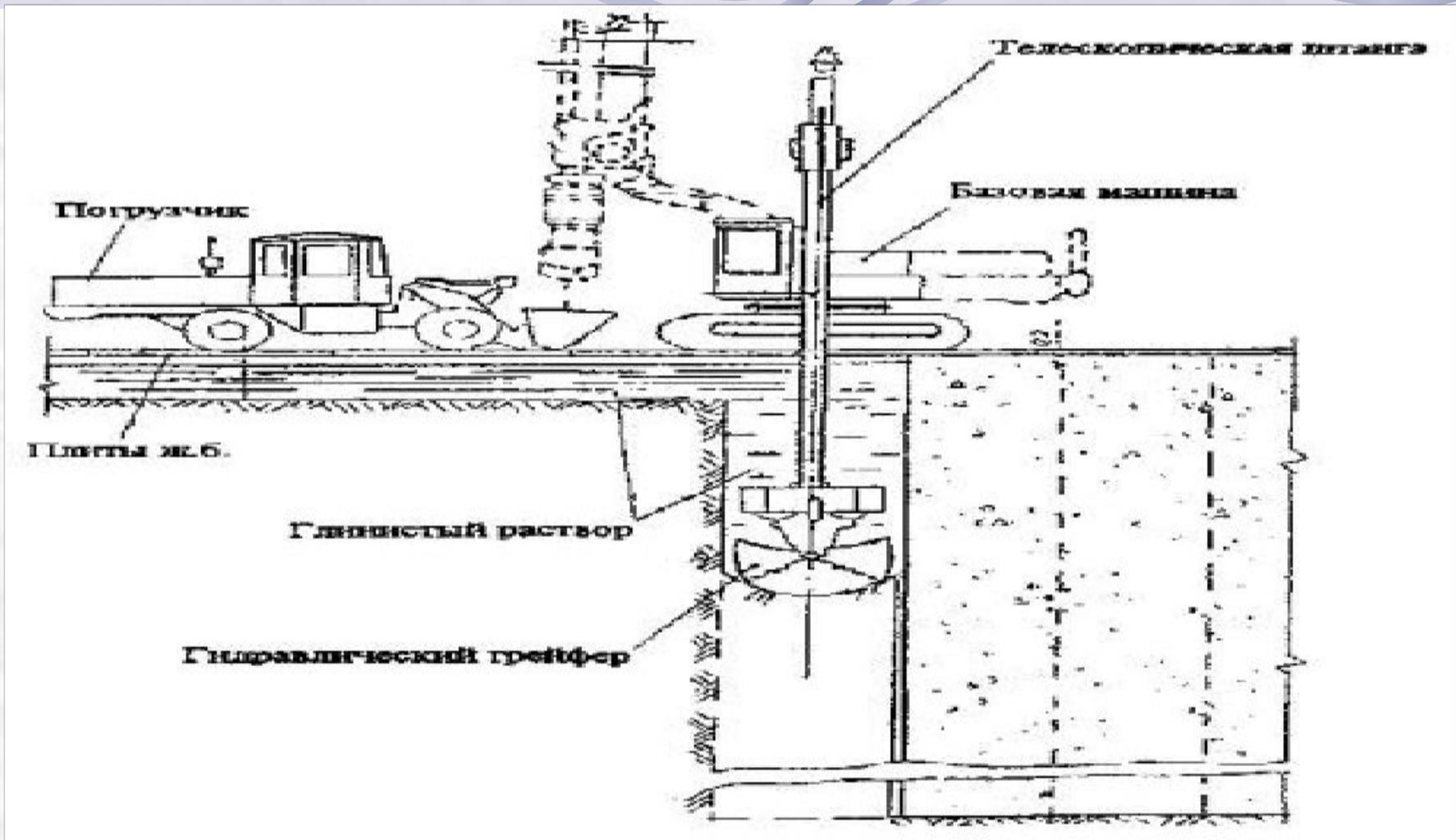
Глинистая суспензия:

- *Пропитывает и укрепляет грунт; создает гидрофобную плёнку на зернах грунта;*
- *При твердении давит на стенки траншеи, препятствуя обрушению.*

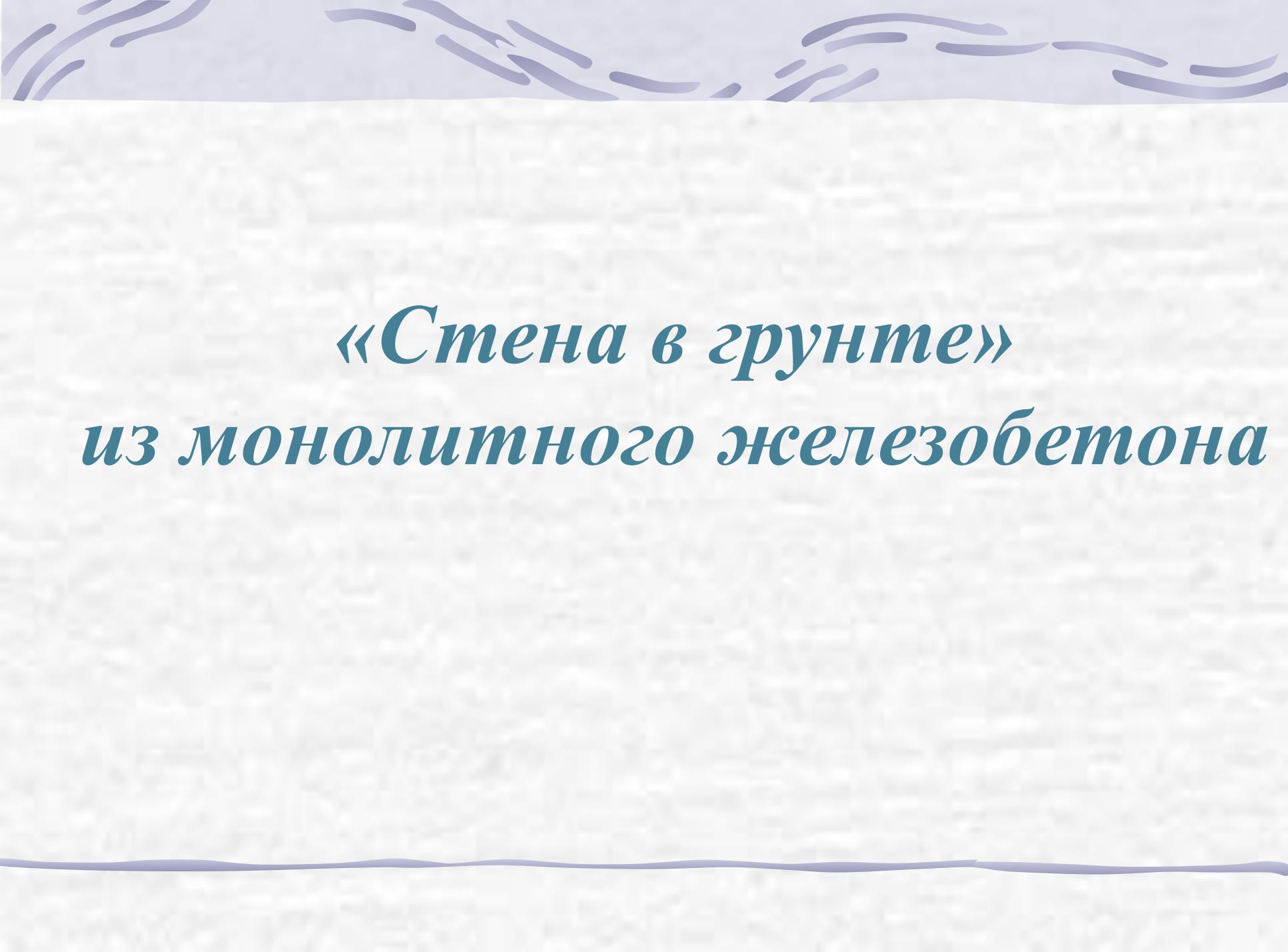
- Для устройства узких и глубоких траншей при этом способе используют в основном грейферные экскаваторы

Грейфер штанговый



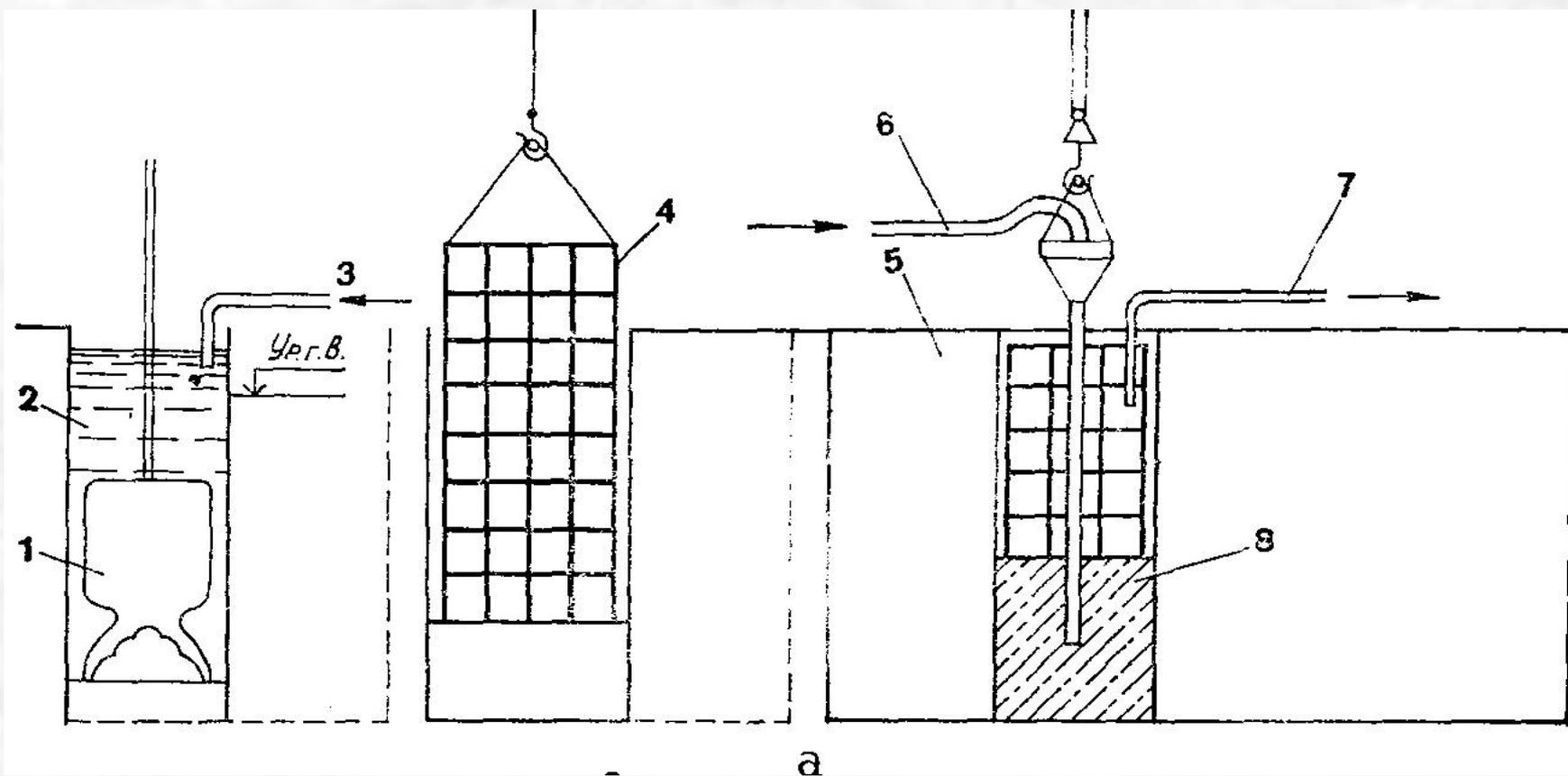


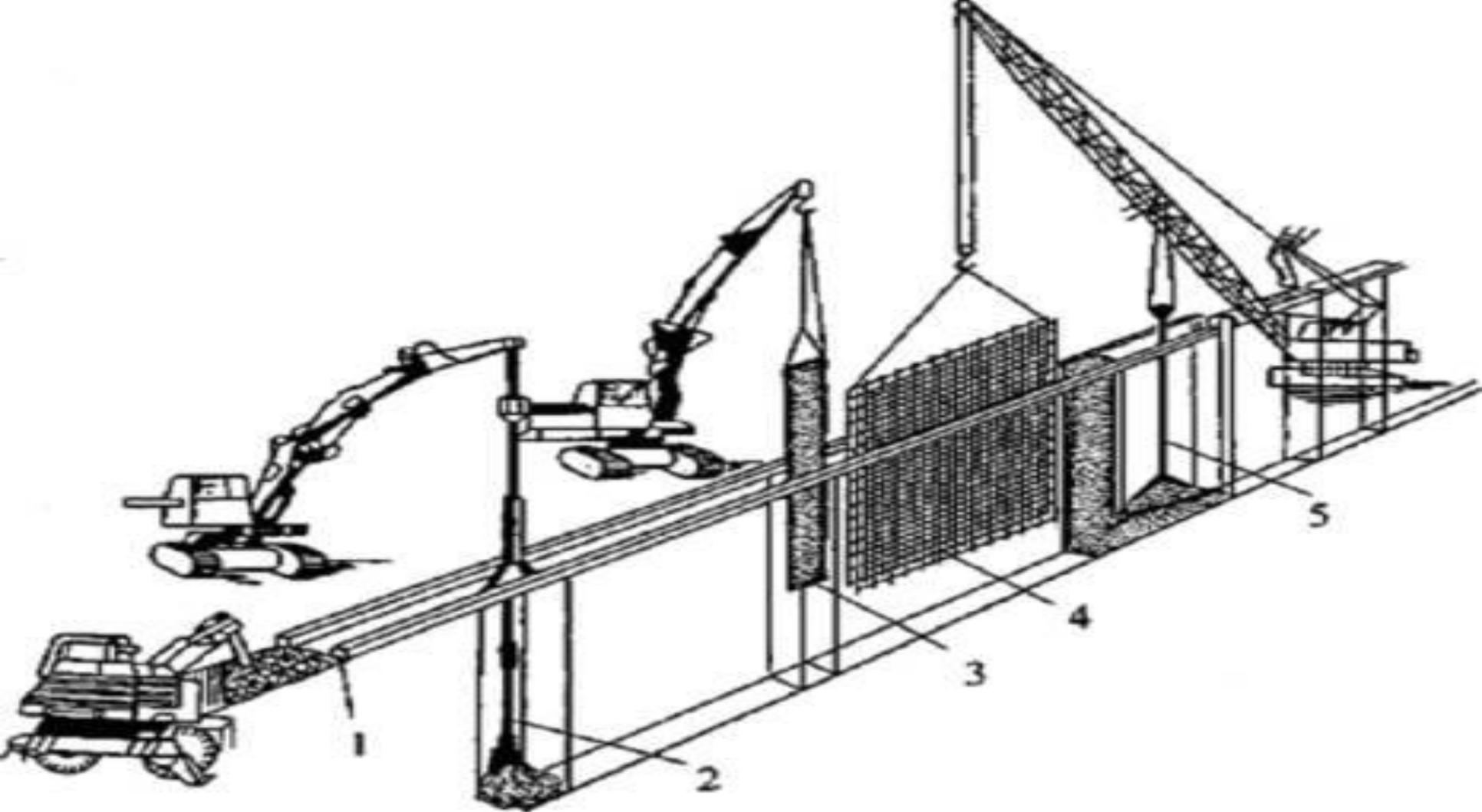
Разработка траншеи грейферным экскаватором под защитой глинистой суспензии (раствора)



*«Стена в грунте»
из монолитного железобетона*

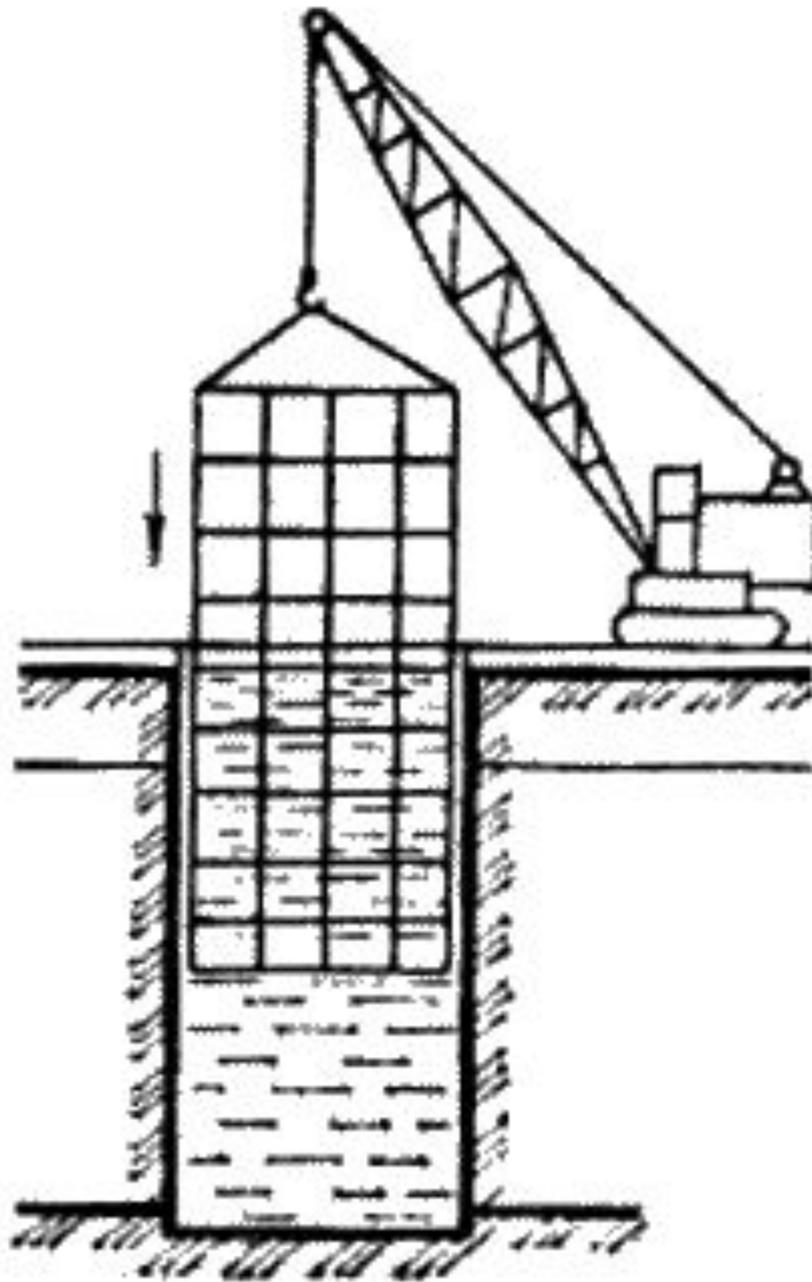
Процесс возведения монолитных стен в траншее включает в себя операции по установке арматуры, укладки и уплотнения бетонной смеси





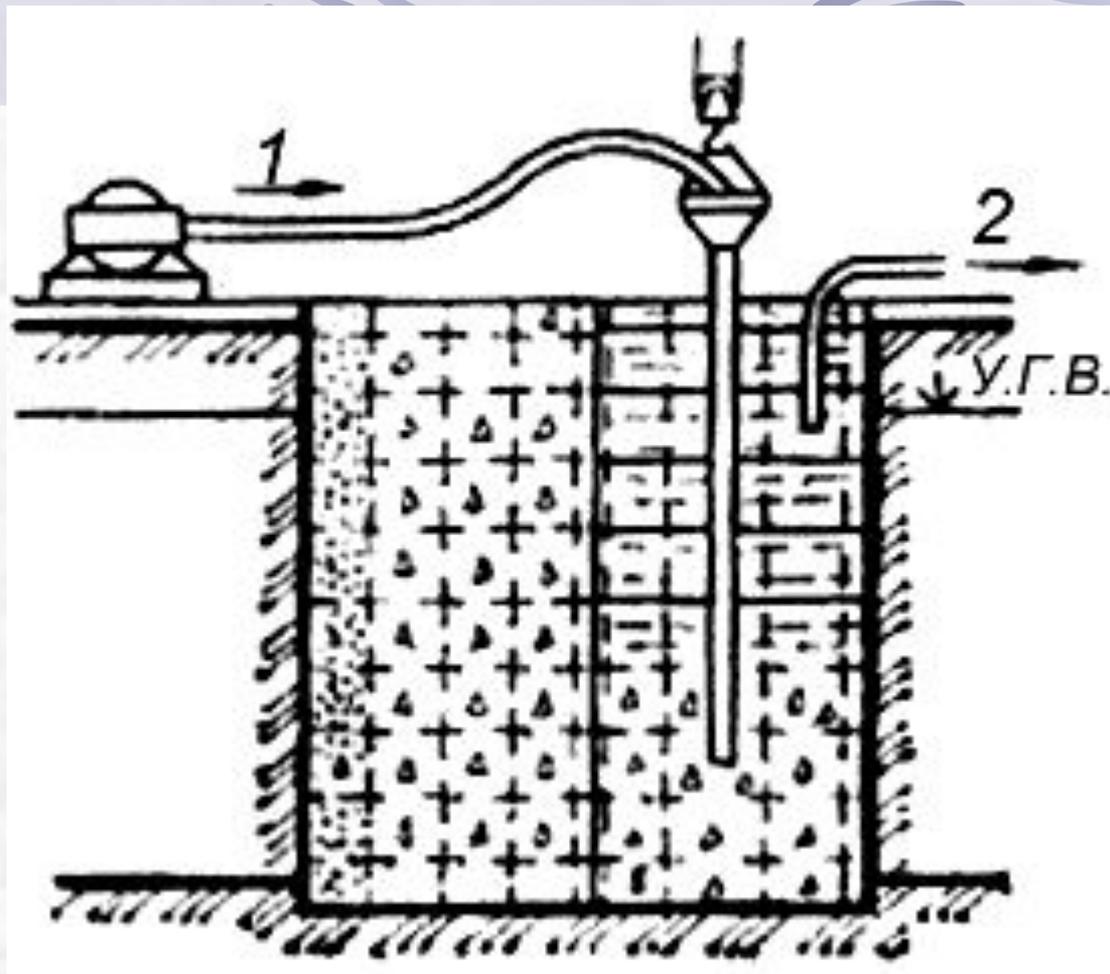
Технологическая схема устройства монолитной «стены в грунте»:

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

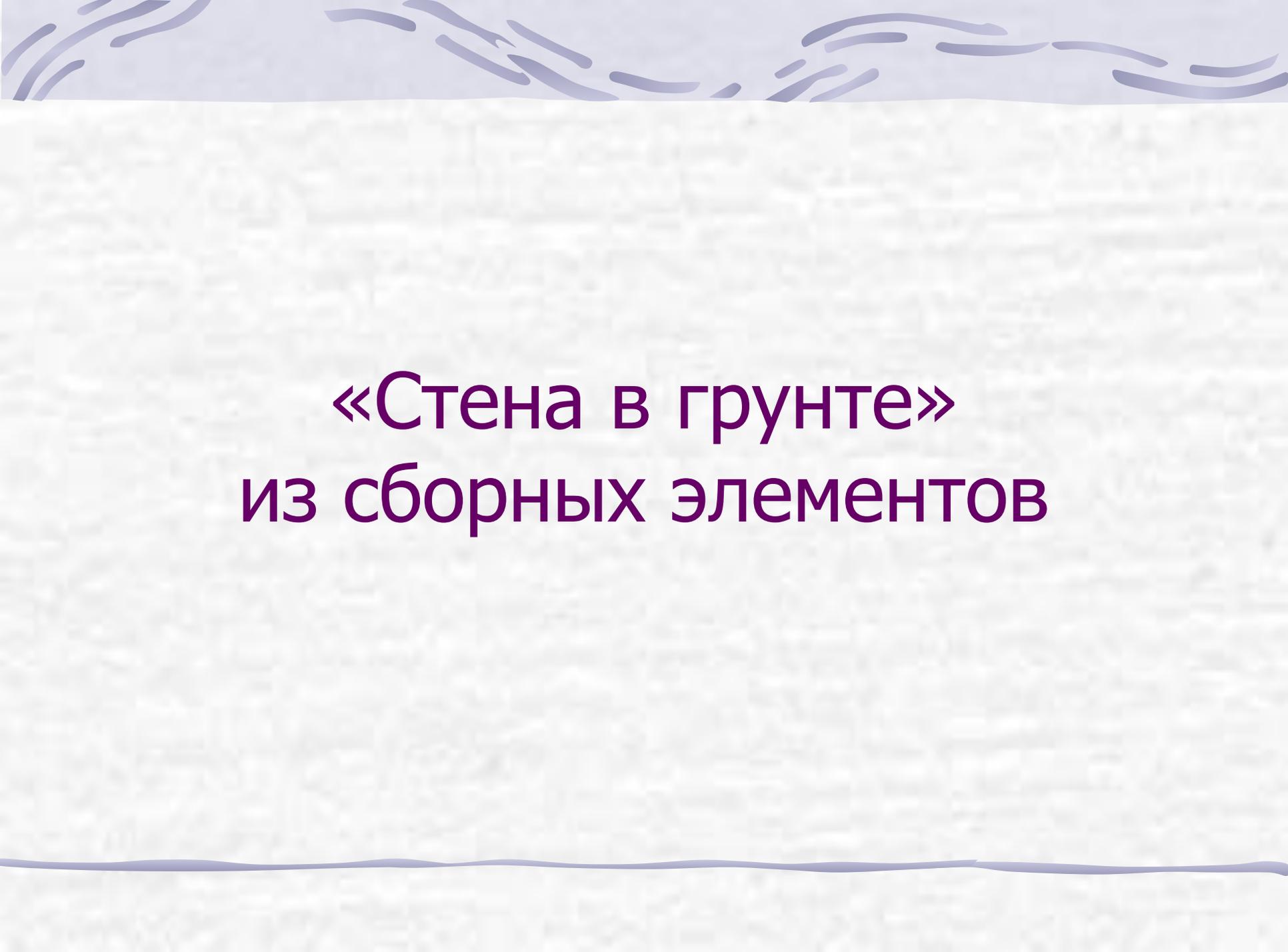


- Опускание арматурного каркаса

- Железобетонные и бетонные стены в траншее, заполненной суспензией, бетонируют методами подводного бетонирования и в частности методом ВПТ, захватками 3...6 м



метод вертикально перемещающейся трубы (ВПТ)
1 - подача бетонной смеси; 2 - откачка суспензии



«Стена в грунте» из сборных элементов

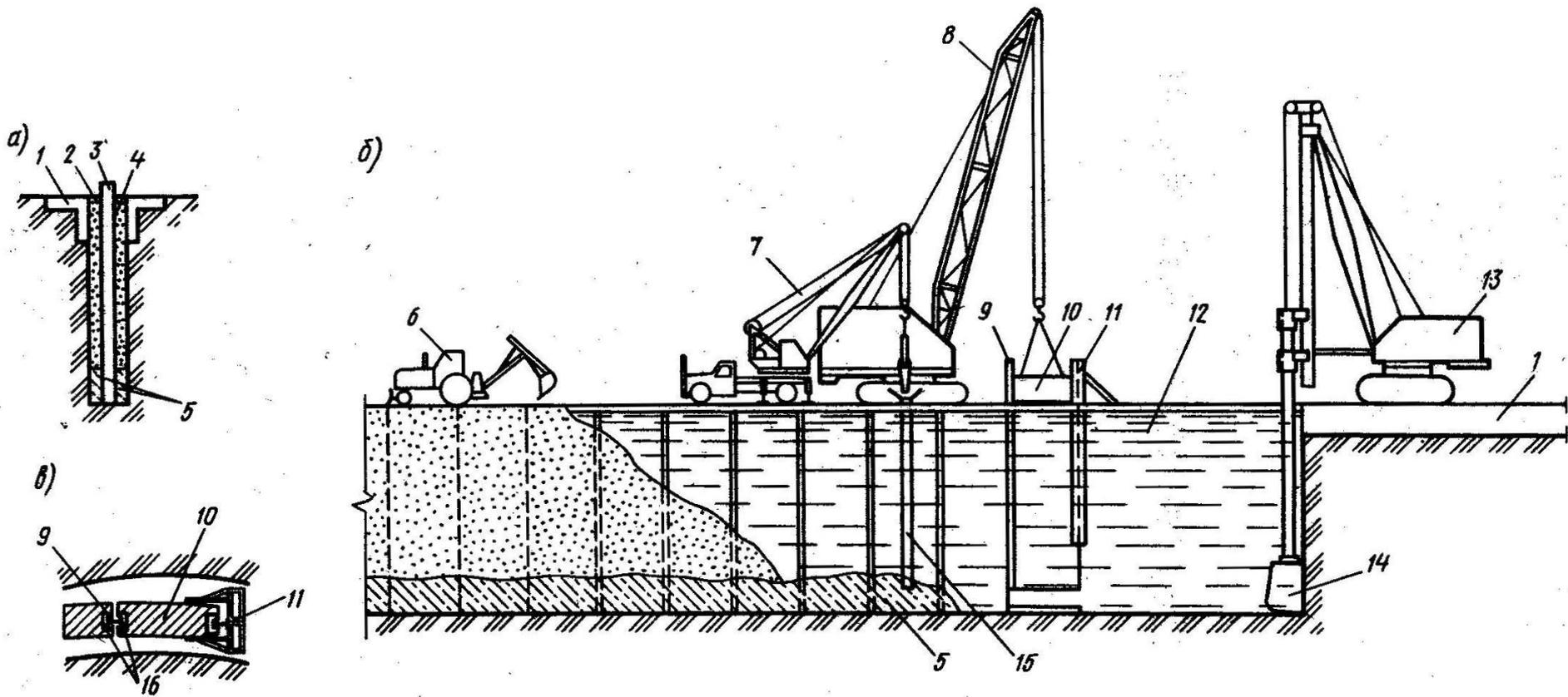


Рис. 7.7. Схема расположения механизмов при монтаже сборных элементов методом «стена в грунте» (схема комплексной механизации):

а — поперечный разрез траншеи после монтажа сборной панели стены; б — технологическая схема расположения механизмов по фронту процессов; в — закрепление первой панели в кондукторе и стыковка рядовой панели (план); 1 — наружная часть облицовки траншеи; 2 — материал заполнения наружной пазухи; 3 — сборная панель; 4 — материал внутреннего заполнения пазухи; 5 — слой бетона для закрепления нижней части панели; 6 — экскаватор на заполнении пазух; 7 — автокран на подаче бетонной смеси и перестановке трубы; 8 — кран на монтаже панелей стены; 9 — направляющий двутавр-шаблон; 10 — монтируемая панель; 11 — кондуктор; 12 — траншея, заполненная глинистой суспензией; 13 — штанговый экскаватор; 14 — ковш грейферного типа; 15 — бетонолитная труба; 16 — направляющие уголки в панелях

- Перед началом монтажа на горизонтальных плитах форшахты размечают контуры панелей.
- Первую панель устанавливают с тщательной выверкой, а вторую и последующие - с помощью специальных монтажных приспособлений и кондукторов, после чего заполняют или тампонируют пазухи.
- Стыки между панелями замоноличивают сверху вниз по мере разработки грунта внутри сооружения. Заделывают их методом пневмонабрызга или торкретирования.



Пазухи между панелью и стенками траншеи заполняют тампонажным раствором или гравийно-песчаными смесями.

Тампонажный раствор: глиноцементно-песчаный или глинощебнепесчаный. Глиноцементно-песчаный раствор готовят из цемента, бентонита, глины, песка, воды и химических добавок для пластификации и замедления сроков твердения.

Тампонажный раствор подают по инъекционным трубам диаметром 50—60 мм, опускаемым до дна траншеи, растворомасосами С-853, С-938 и др.



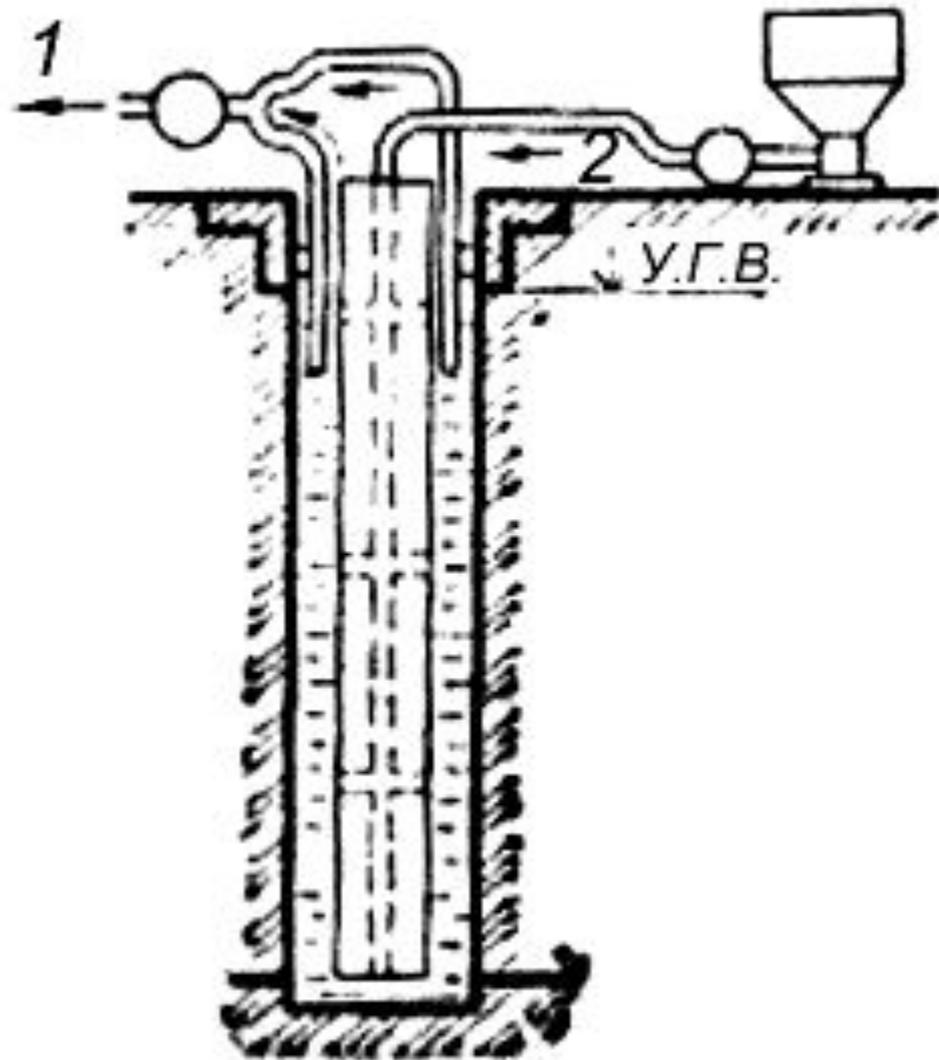
Гравийно-песчаная смесь: гравий или щебень и крупный или средний песок в объемном соотношении 1:1.

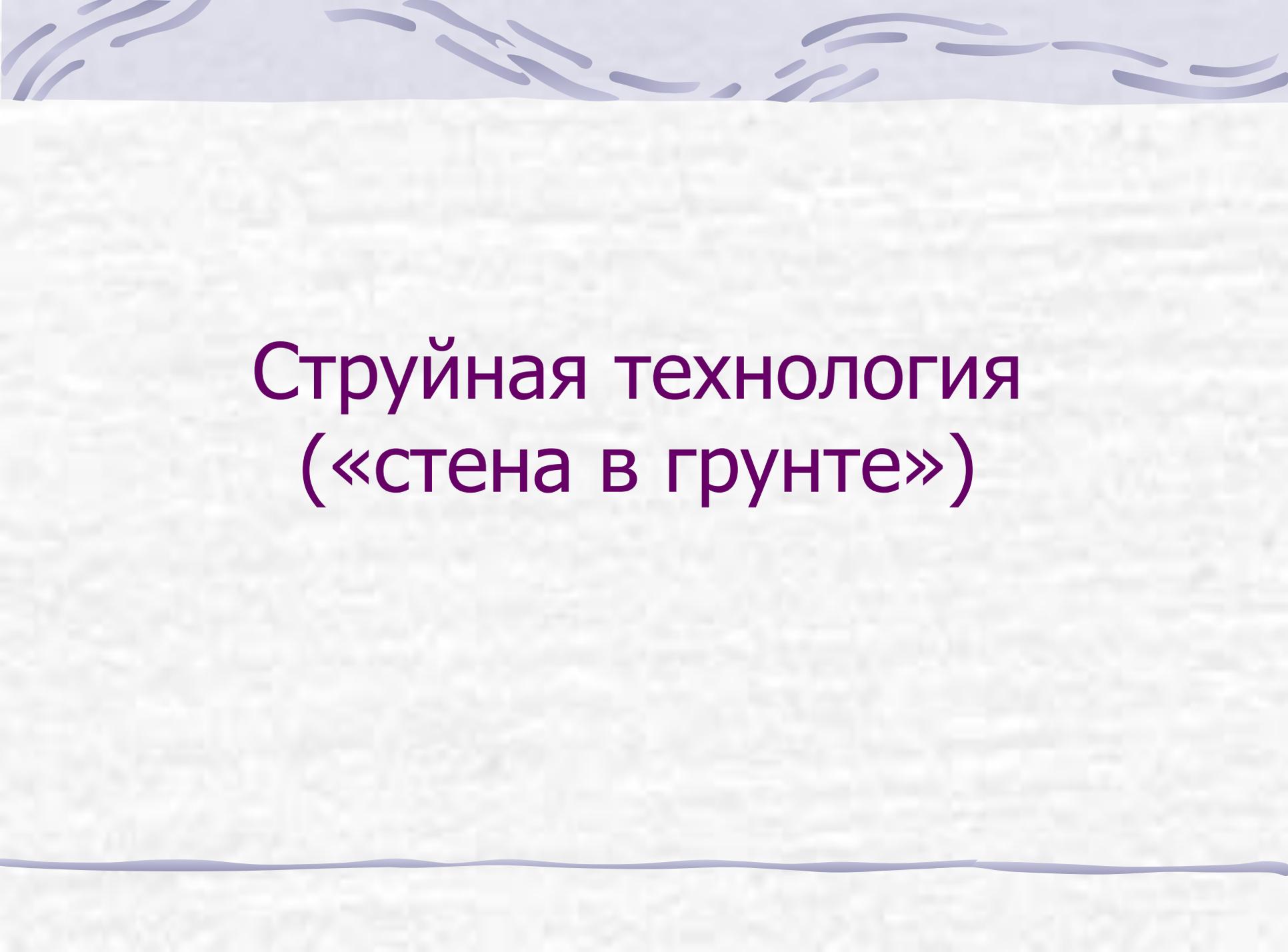
Смеси подают в пазуху бадьями.

Засыпка смеси продолжается до тех пор, пока из-под глинистого раствора не покажется конус засыпаемой смеси.

После твердения тампонажного раствора или засыпки пазух разрабатывают грунт внутри сооружения и заделывают стыки панелей по мере их обнажения.

- Тампонирование пазух
- 1 - откачка суспензии;
- 2 - подача тампонажного раствора





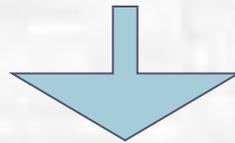
Струйная технология («стена в грунте»)

- использование высокомошной (давление 20...70 МПа) тонкой (диаметр 1...2 мм) водяной (растворной) струи для прорезания в грунте щелей, заполняемых твердеющим материалом.
- струя подается из сопел струйного монитора, расположенного на штанге, опускаемой в грунт.
- для повышения скорости воды устраивают кольцевой зазор вокруг сопла, причем сжатый воздух подают под давлением до 0,5...1 МПа. Сфера размыва 1,5-5 м.

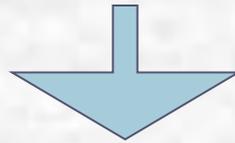
- При помощи струйной технологии можно возводить вертикальные стены различной формы в плане, в том числе сотовые конструкции или сваи глубиной до 40...50 м.
- Достоинства технологии: возможность возведения стен подземных зданий вблизи существующих сооружений или под ними без усиления; высокая производительность; экономичность; отсутствие вибрационных воздействий на грунт и существующие здания.

Последовательность выполнения работ:

- Бурят направляющие скважины

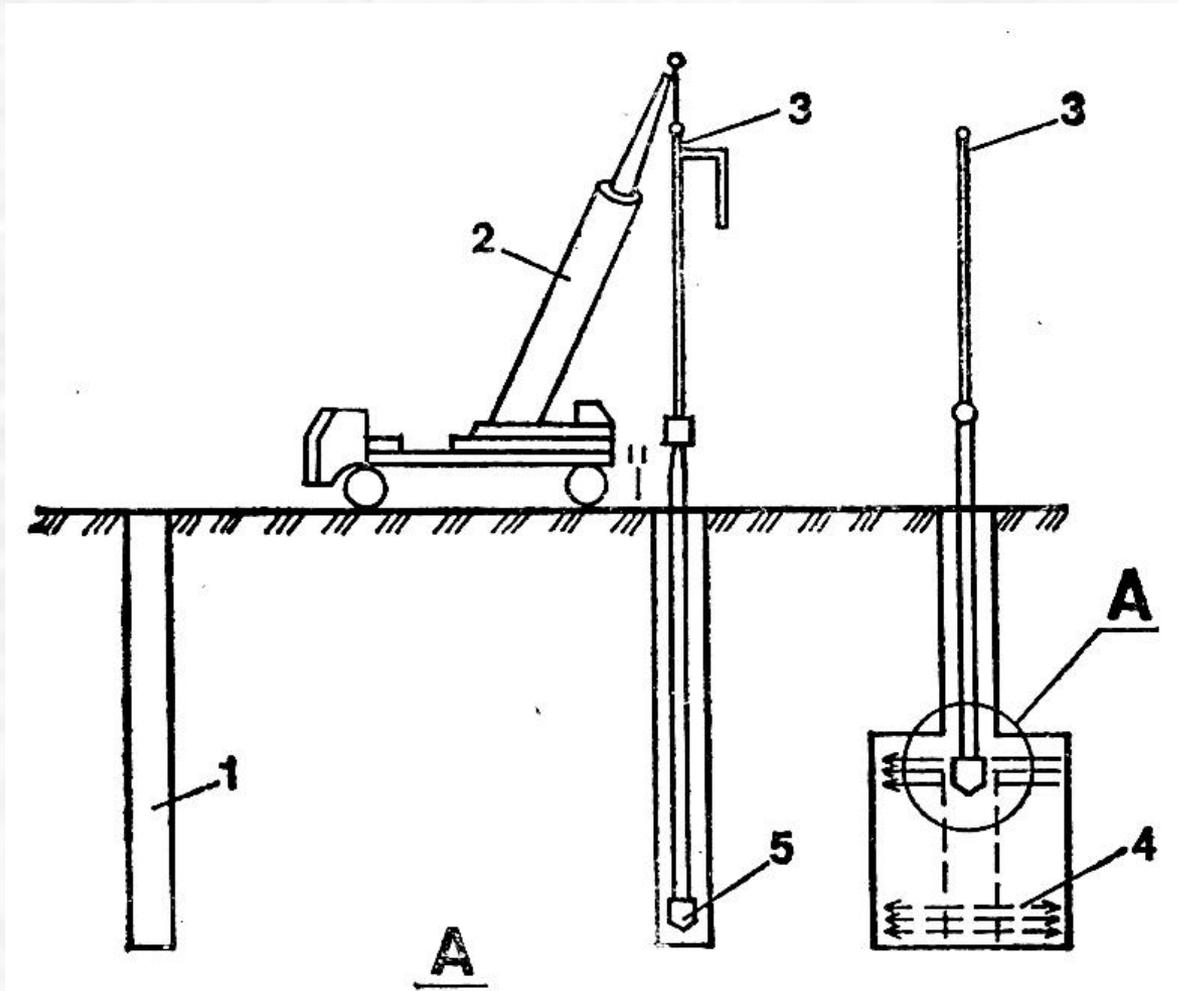


- Опускают монитор на дно



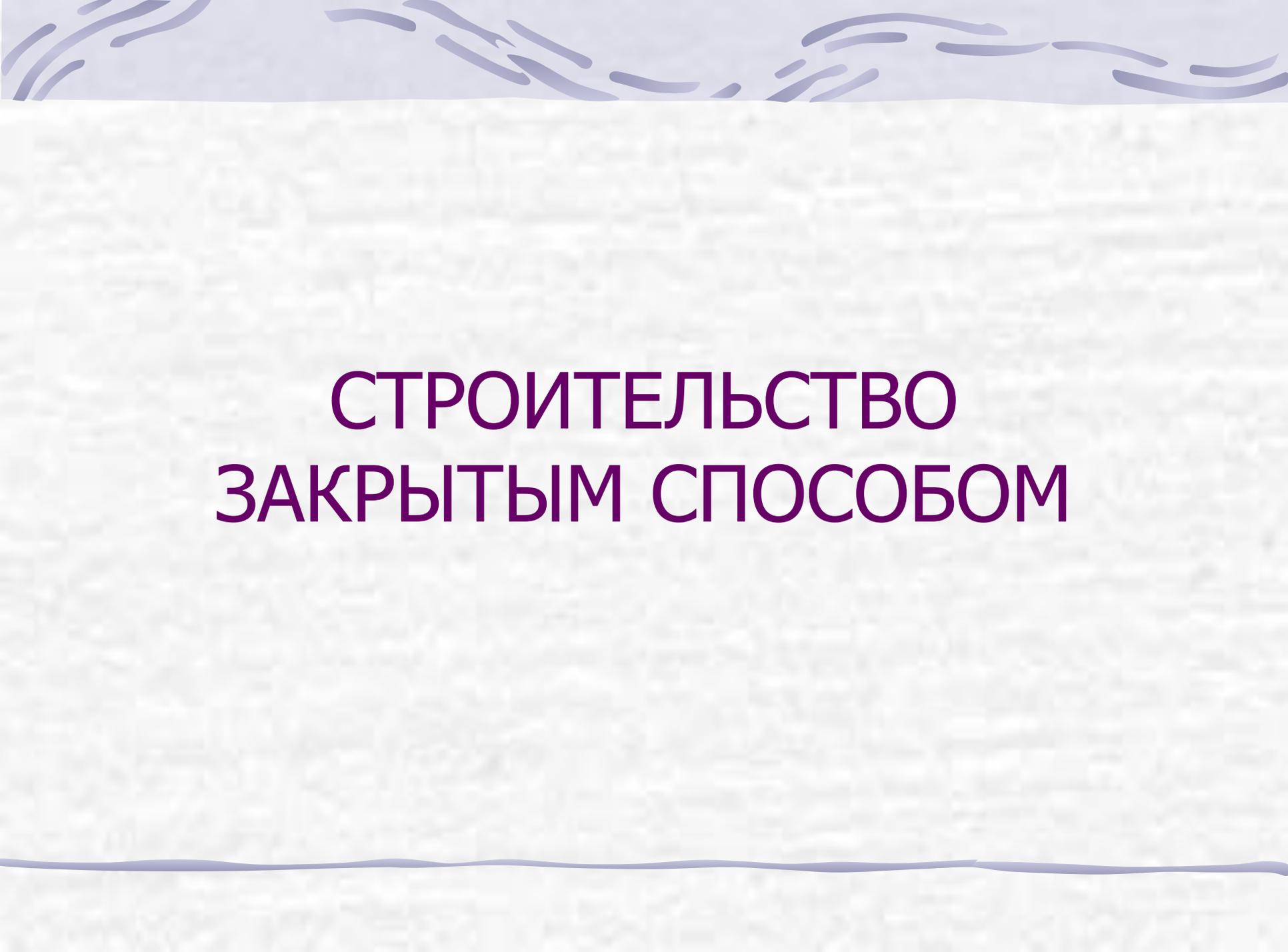
- Поворачивают монитор, поднимают по мере разрушения грунта

Струйная технология



Сопло струйного монитора





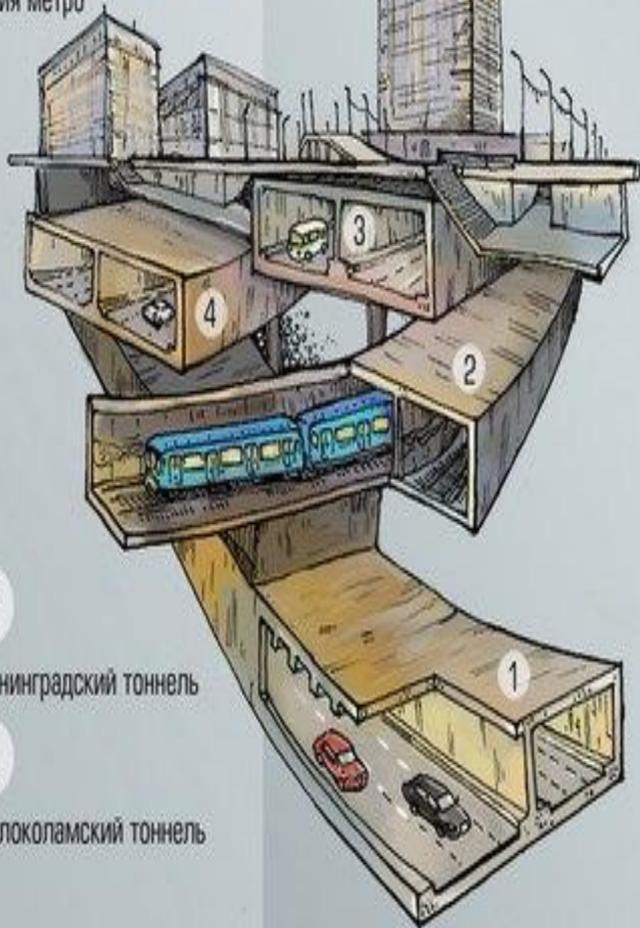
СТРОИТЕЛЬСТВО ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ

1

Алабяно-Балтийский тоннель

2

Действующая Замоскворецкая линия метро



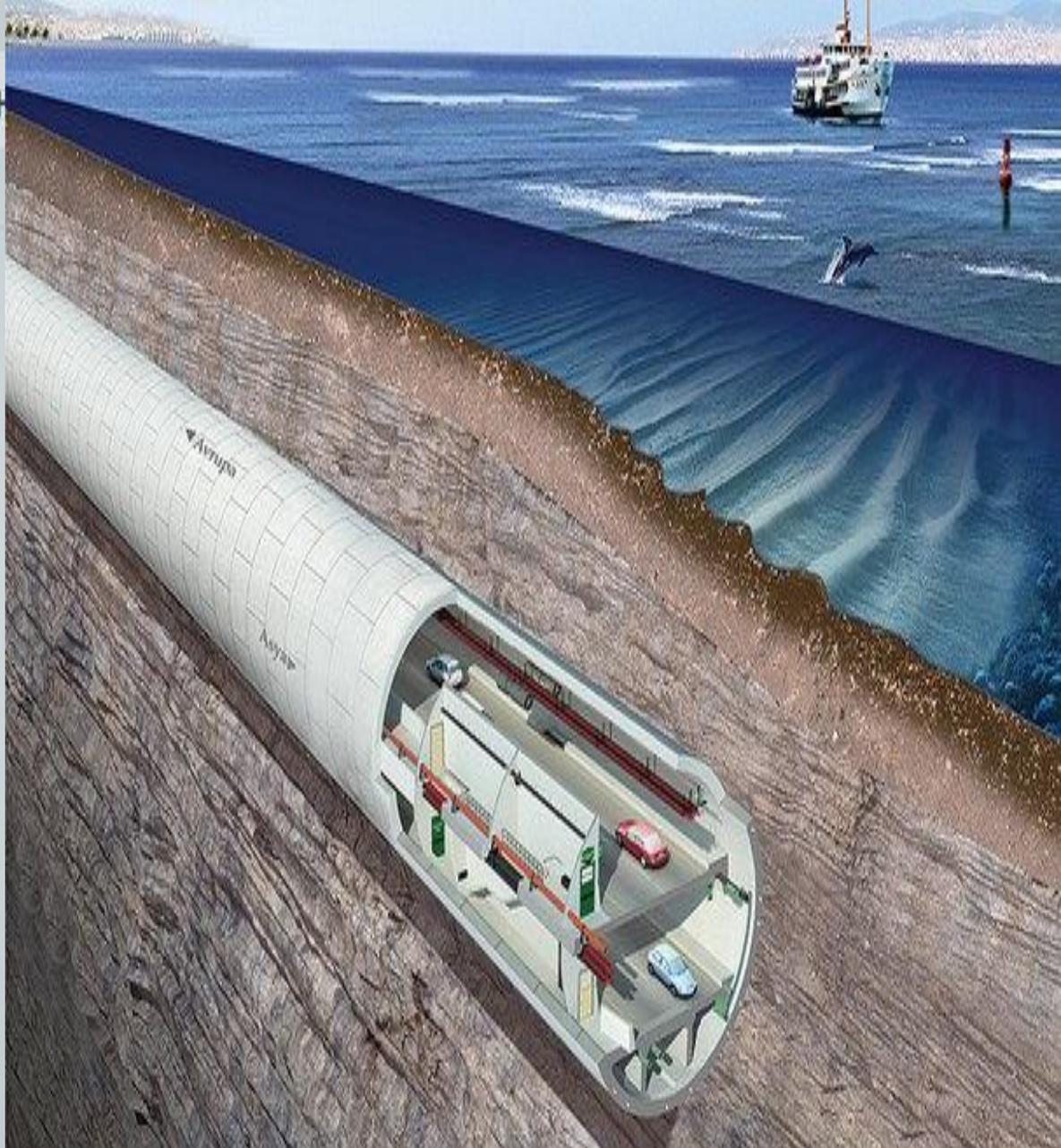
3

Ленинградский тоннель

4

Волоколамский тоннель

Алабян



Общие положения

Выбор метода разработки зависит:

- размеров подземного сооружения;
- глубины заложения сооружения;
- вида и категории грунта.
- Подземное сооружение состоит из свода, стен, основания.*

Общие положения

Грунты транспортируют

Электрическими, пневматическими подгрузчиками, тоннельными экскаваторами, циклическими (рельсовым, автомобильным) или непрерывным (конвейерным, трубопроводным) транспортом.

Общие положения

- Способы укрепления свода, стен, основания, выбор соответствующего оборудования зависят от вида и категории грунта. Используют набрызг-бетон, торкретирование, разные виды опалубок, временную крепь.
- Для доставки механизмов, оборудования к началу (торцу) выработки используют временный котлован или ствольную шахту.

Общие положения

- Породу разрабатывают захватками 3-6 м.
- Свод бетонируют последовательно или с отставанием на 2-3 захватки.
- Уступ для опирания кружал свода устраивают вдоль стен после 100% прочности отделки свода.

Горный способ

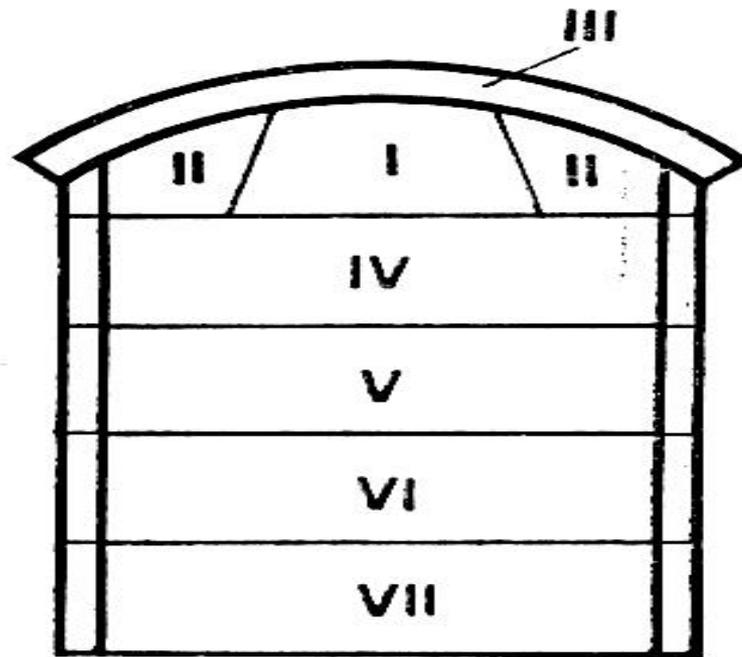
- Различают следующие методы разработки грунта (раскрытия сечения выработки):
- сплошного забоя,
- раскрытия на полный профиль по частям

- **Сплошной забой** используют при небольших размерах подземного сооружения. Выработку производят полностью на всю длину и высоту с одного или 2-х торцов.

Раскрытие на полный профиль

по частям : крупные (камерные) выработки для размещения больших подземных объектов

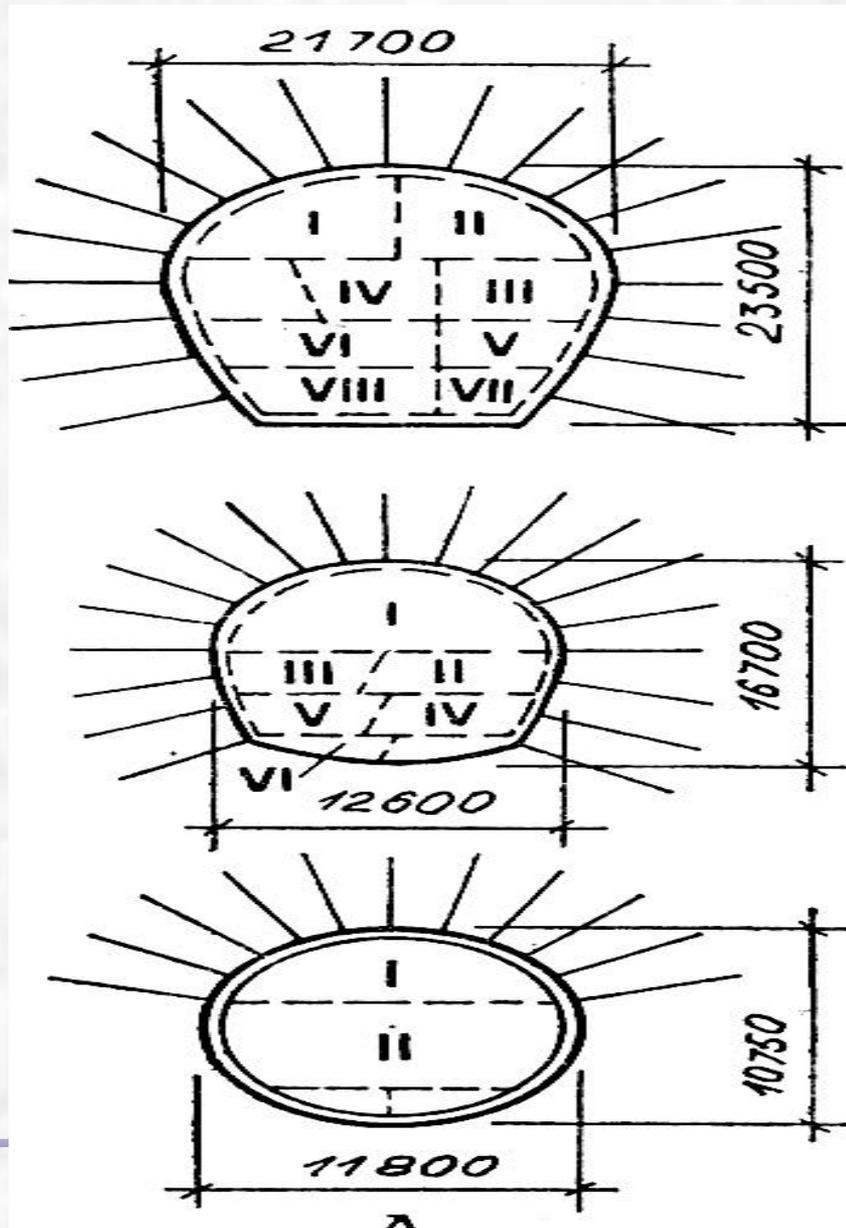
- разработка подсводовой части камеры,
- укрепления свода ,
- разработка основного массива (ядра),
- закрепление стен.



**I-II – подсводная часть; III – свод;
IV-VII – основной массив (ядро);**

- Ширина разработки подсводной части должна обеспечивать работу транспорта, оборудования, систем вентиляции. Высота в верхней части 6-9 м.
- Основной массив (ядро) разделяют послойно высотой 3 м, горизонтальными слоями или уступами.
- Стенки бетонируют одновременно с обеих сторон камеры.

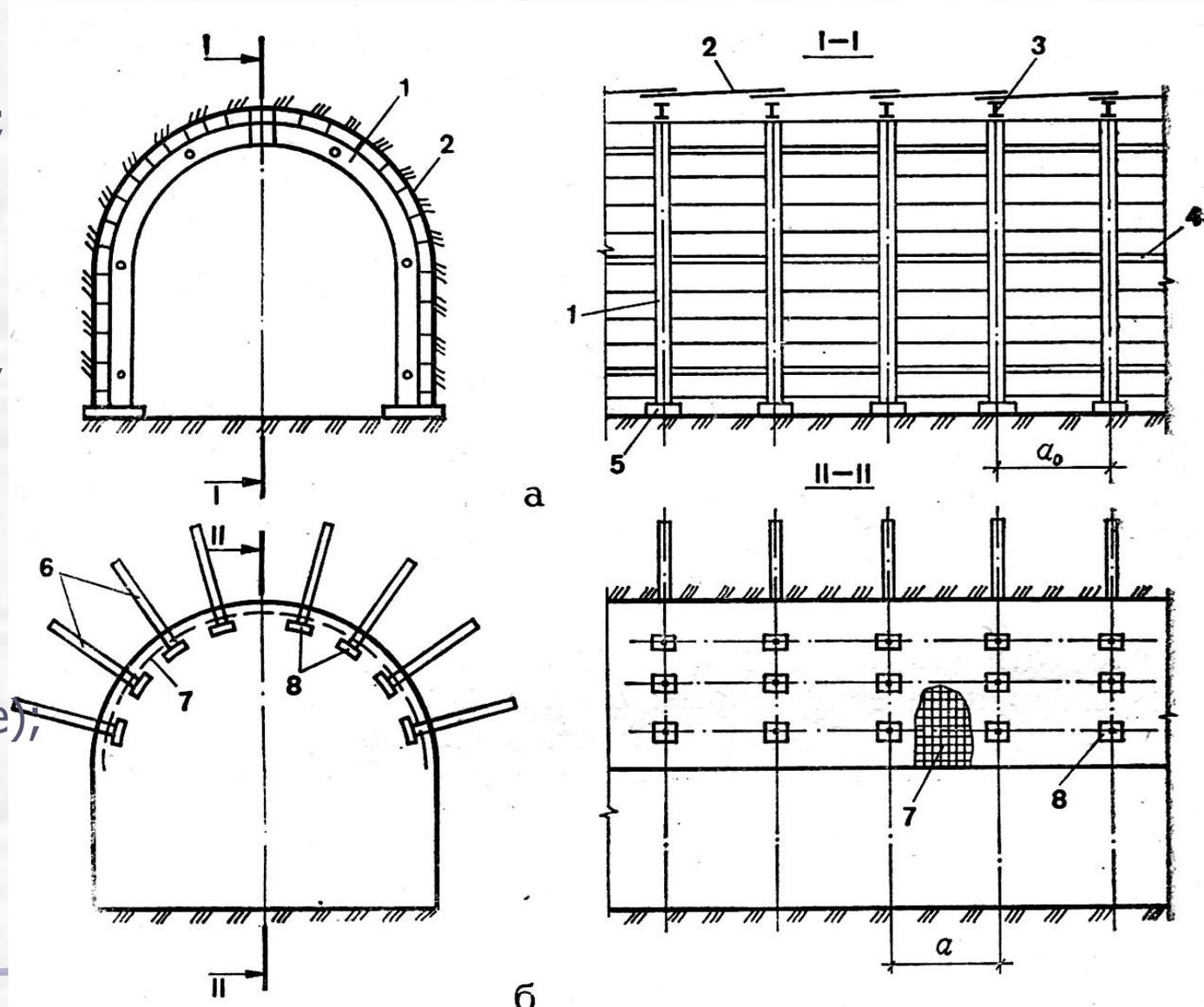
Уступный способ



- В **скальных грунтах** свод укрепляют бетонированием набрызгом по сетке на анкерах, используют передвижную опалубку.
- В **слабых грунтах** используют метод опертого свода, т.е. устраивают крепь.

крепление арочной, комбинированной крепью

- 1 – арка (металлические профили, трубы);
- 2 – затяжка (деревянная, металлическая);
- 3 – плиты (доски, листы металла);
- 4 – распорки;
- 5 – основание;
- 6 – анкеры (металлические, сталеполимерные);
- 7 – сетка;
- 8 – анкерные крепления.



Щитовой способ

Используют проходческие щиты

Щит выполняет операции:

разрабатывает грунт, подает на
транспортер-перегрузатель,

закрепляют свод.

Пролодческий щит



Щитовой способ

