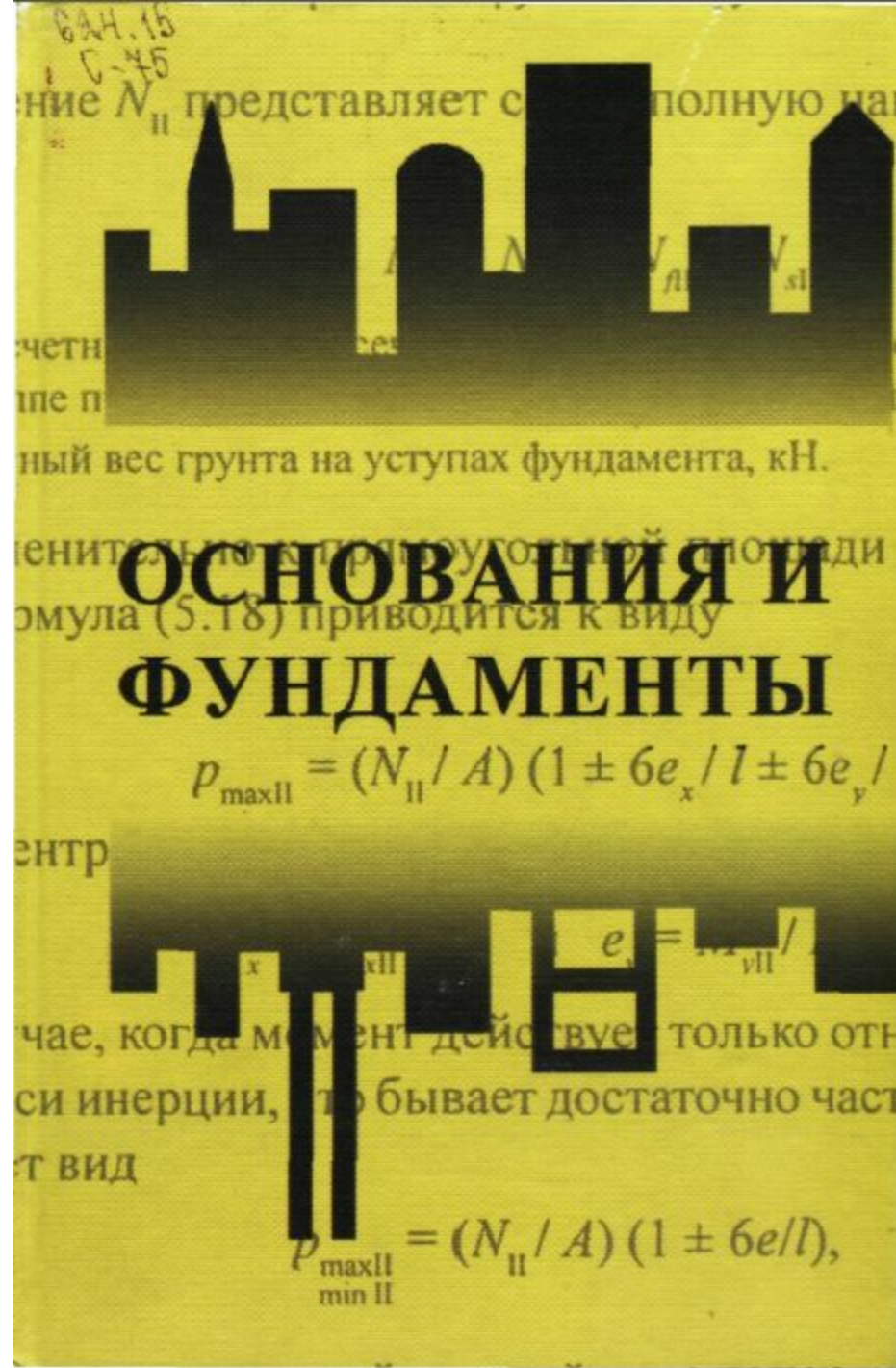


**16. ОСНОВНЫЕ
ПРИЧИНЫ РАЗВИТИЯ
НЕРАВНОМЕРНЫХ
ОСАДОК СООРУЖЕНИЙ.
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ
ДЕФОРМАЦИЙ
СООРУЖЕНИЙ
РАЗЛИЧНОЙ
ЖЕСТКОСТИ И
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ
ИХ К ПОДАТЛИВОСТИ
ОСНОВАНИЯ**



$$S = S_{\text{упл.}} + S_{\text{выпир.}} + S_{\text{разупл.}} + S_{\text{расст.}} + S_{\text{экспл.}}$$

$S_{\text{упл.}}$ – осадка, развивающаяся вследствие уплотнения грунтов;

$S_{\text{выпир.}}$ – осадка выпирания, возникающая за счет развития пластических деформаций грунтов в основании (выпирание грунта из-под подошвы фундамента);

$S_{\text{разупл.}}$ – осадка за счет разуплотнения грунта, приводящая к поднятию дна котлована при разгрузке грунтов основания во время выполнения земляных работ (снятие бытового давления);

$S_{\text{расст.}}$ – осадка за счет нарушения структуры (расструктурирования) грунтов основания во время строительства (зависит от производства работ);

$S_{\text{экспл.}}$ – осадка возникающая при эксплуатации здания.

неравномерное развитие осадок фундаментов и, в основном, зависит от двух основных причин: неоднородного напряженного состояния грунтов в основании рассматриваемого сооружения и неравномерной сжимаемости грунтов в основании под площадью загрузки.

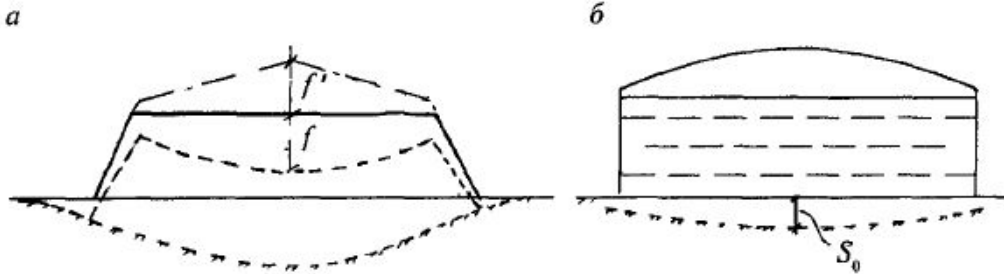


Рис 1.1 Деформации основания под абсолютно гибкими сооружениями
a – насыпь из сыпучего грунта. *б* – днище стального цилиндрического резервуара

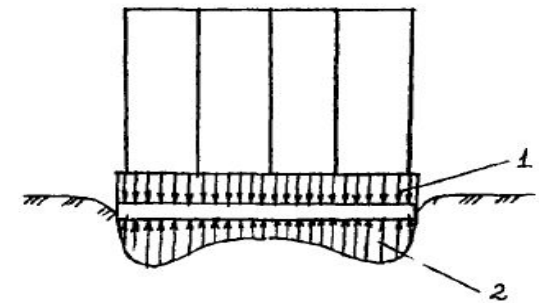


Рис 1.2 Распределение напряжений под фундаментами абсолютно жестких сооружений 1 – распределенное равномерное давление по обрезу фундамента. 2 – эпюра контактных напряжений под подошвой фундамента

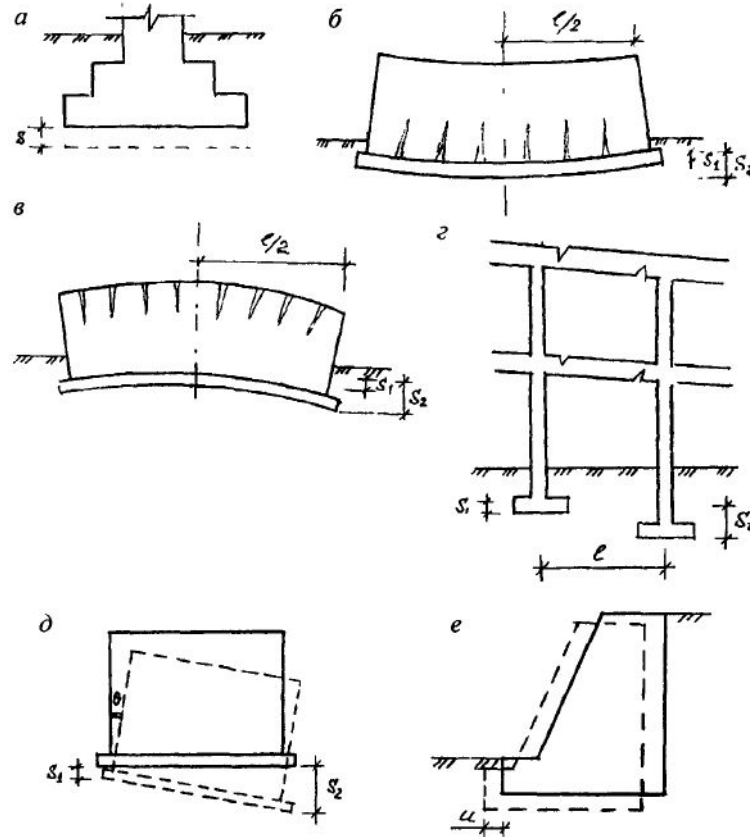
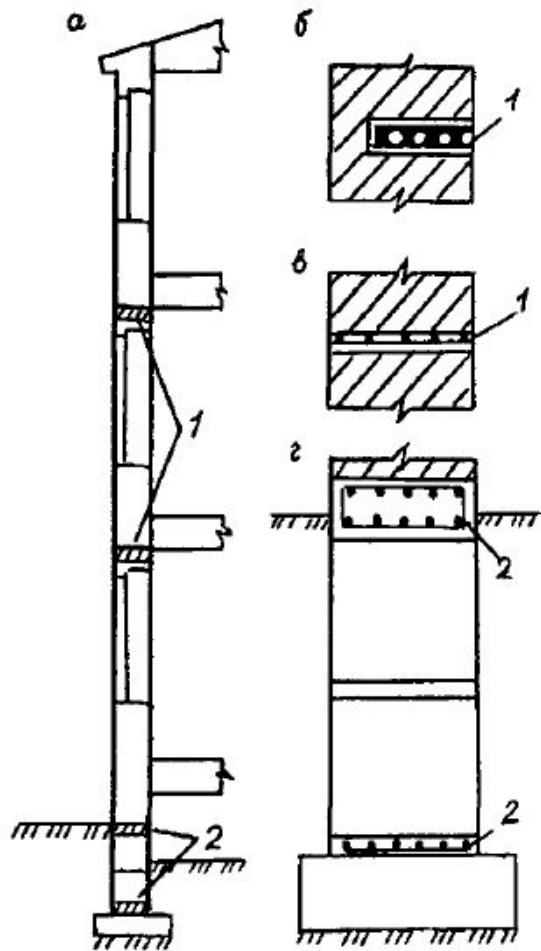
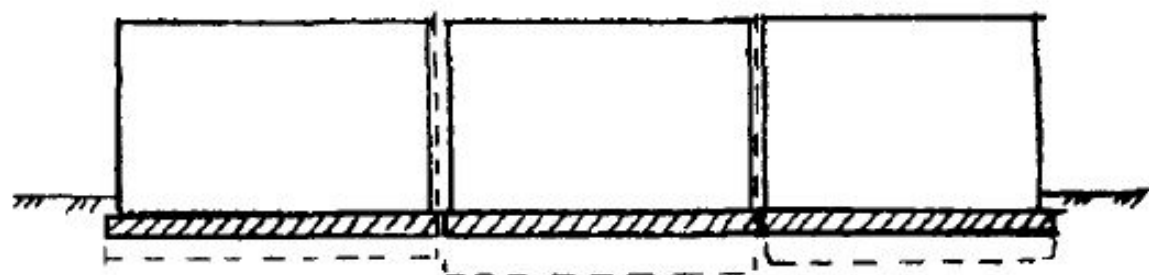


Рис. 1.3. Характерные формы совместных деформаций основания и сооружения: *a* – абсолютная осадка; *б* – прогиб; *в* – выгиб; *г* – перекос; *д* – крен; *е* – сдвиг

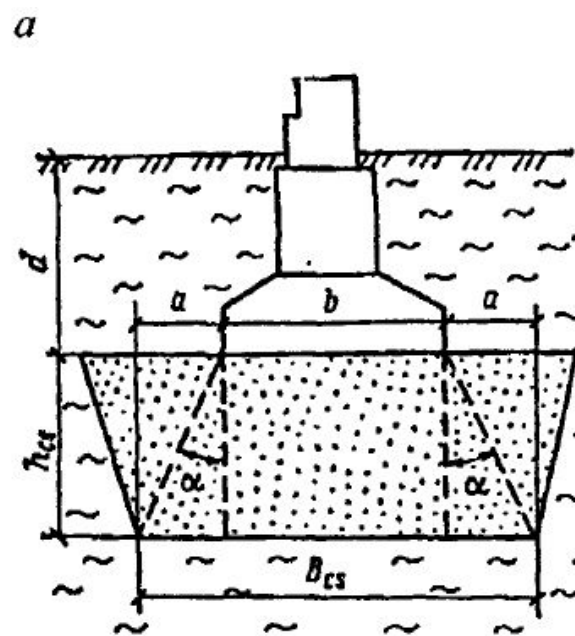
**17. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НЕСУЩИХ
КОНСТРУКЦИЙ СООРУЖЕНИЙ К РАЗВИТИЮ
НЕРАВНОМЕРНОЙ ПОДАТЛИВОСТИ
ОСНОВАНИЙ**



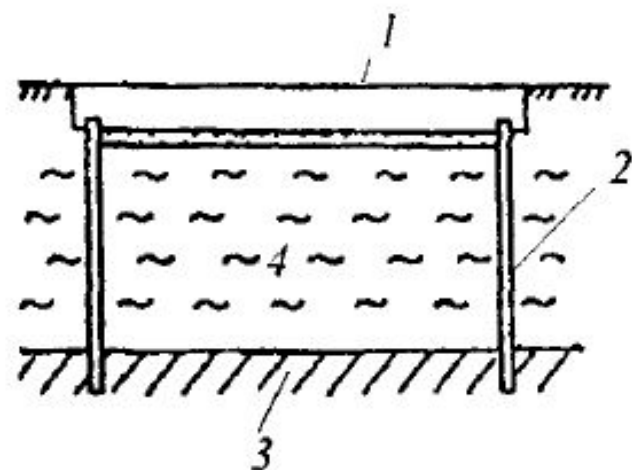
Устройство поясов армирования: *а* – размещение поясов в стене по вертикали; *б* – железобетонный пояс; *в* – армированный пояс в утолщенном шве кладки; *з* – размещение пояса по обрезу фундамента



Устройство осадочных швов при возведении протяженных зданий



б



18. ПРИЧИНЫ, ПРИВОДЯЩИЕ К НЕОБХОДИМОСТИ УСИЛЕНИЯ И ПЕРЕУСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТОВ

Физико-химические воздействия среды на фундаменты

Механические воздействия на фундаменты и основания

Естественные

Физическое выветривание материала

Изменение влажности

Промерзание-оттаивание

Диффузия солей

Результат: трещинообразование, потеря сплошности, уменьшение прочности

Химическое выветривание материала

Окисление

Растворение

Выщелачивание

Гидротация

Замещение элементов

Синтез новых минералов

Результат: потеря объема, потеря сплошности (каверны), потеря прочности

Биологические воздействия

Гниение древесины

Коррозия металлов

Выщелачивание карбонатов

Результат: потеря объема, просадка

Искусственные

Понижение УГВ

Повышение УГВ

Действие агрессивных стоков

Действие блуждающих токов

Результат: усадка, образование трещин, выщелачивание, потеря прочности

Статические

Уплотнение грунта

Дополнительная осадка

В результате приямков

Осадка

Потеря устойчивости

Выпор

При подстройке

Выбалы грунта в котлован

Результат: усадка, образование трещин, выщелачивание, потеря прочности

Динамические

Вибрация (транспорт, механизмы)

Землетрясение

Результат: разрушение зданий или повреждение конструкций

Случайные

Промораживание основания

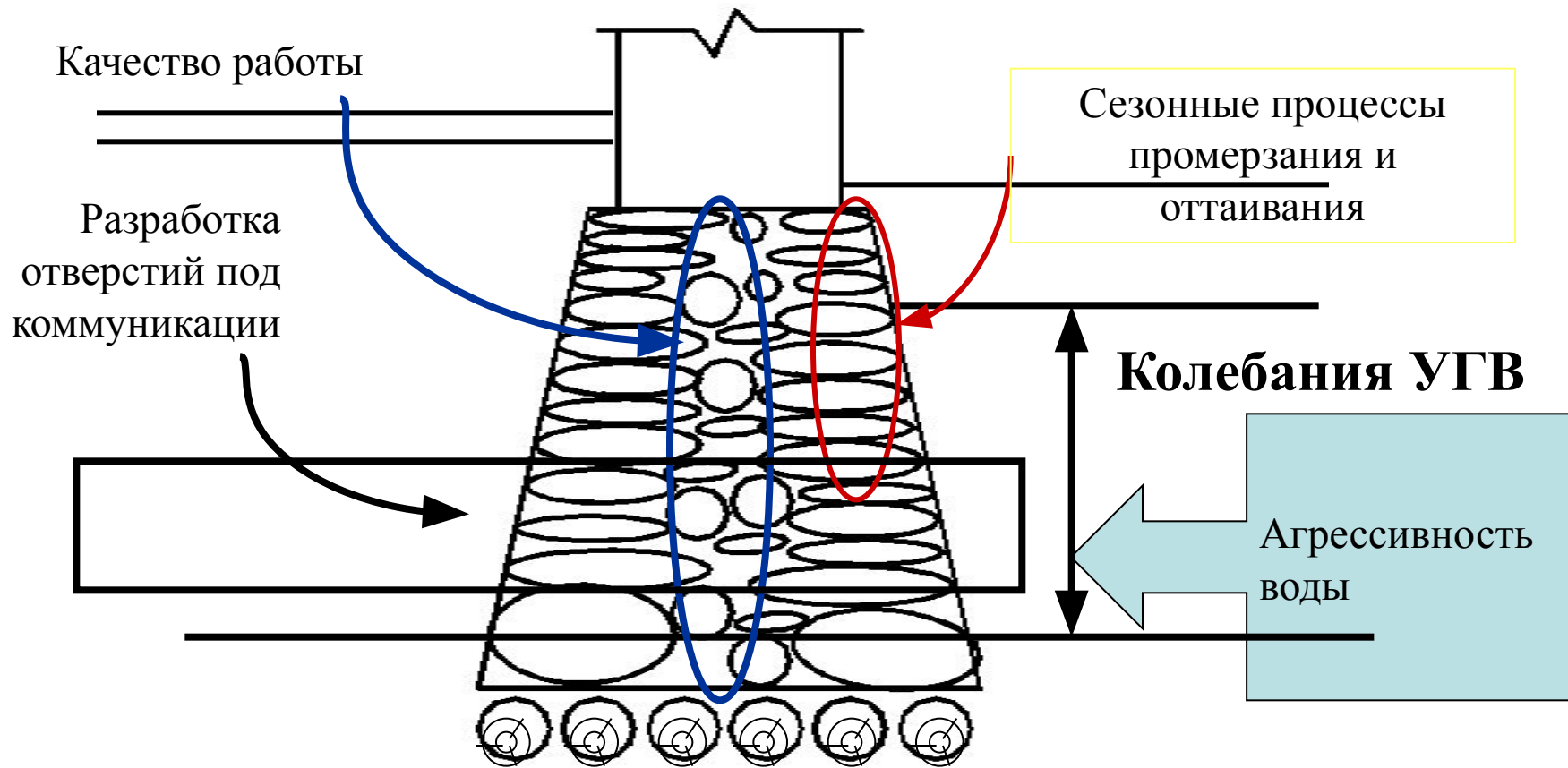
Оттаивание основания

Размыв грунта при авариях водопроводов

Деформация грунта

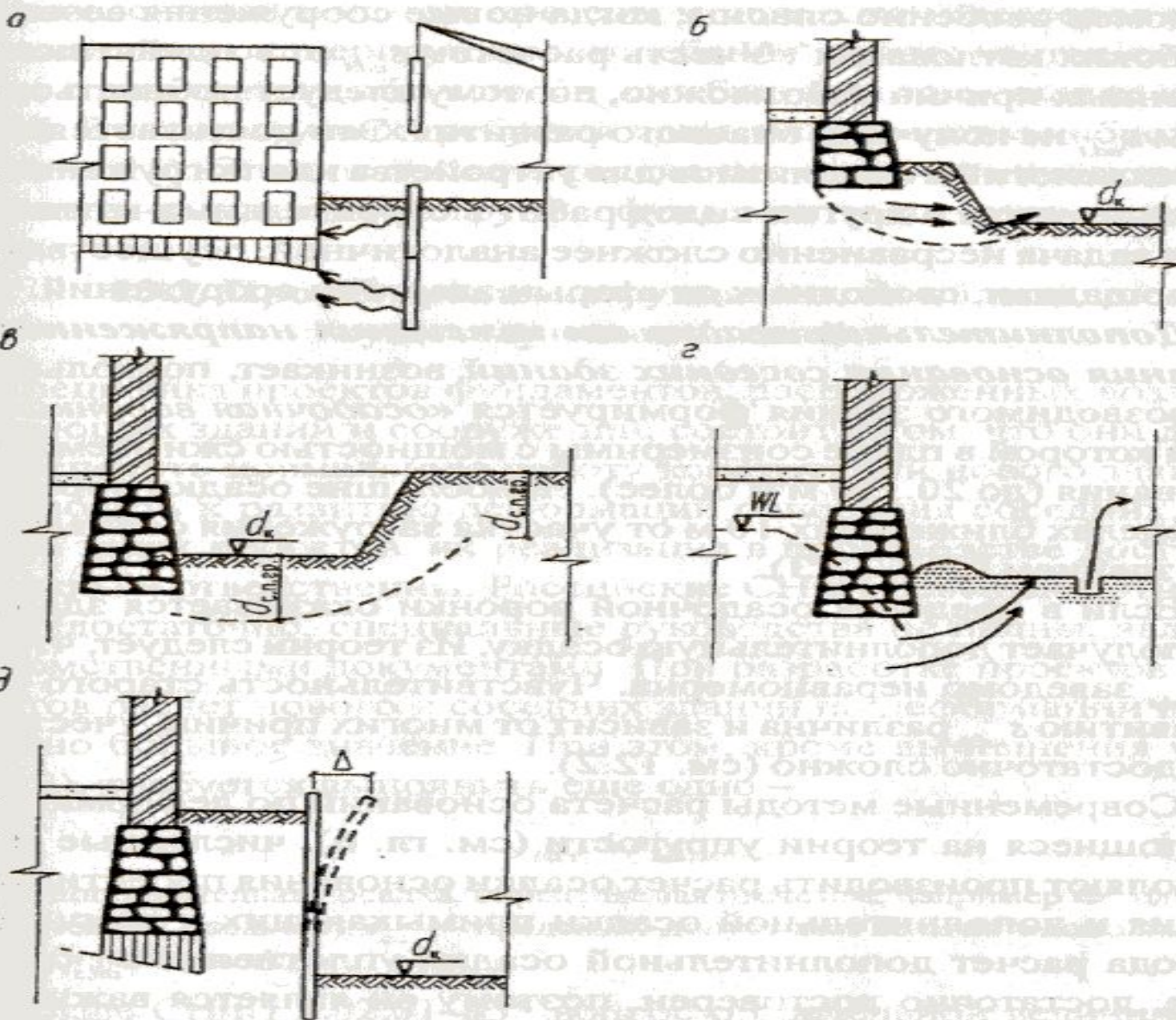
Результат: аварии или повреждения конструкций

ФАКТОРЫ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ФУНДАМЕНТА



1. **Динамическое воздействие.**
2. **Прокладки инженерных сетей.**
3. **Некачественное выполнение строительных работ.**
4. **Увлажнение и высушивание.**
5. **Воздействие агрессивных грунтовых вод.**
6. **Промерзание и оттаивание.**

ВЛИЯНИЕ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА СОСЕДНЮЮ ЗАСТРОЙКУ



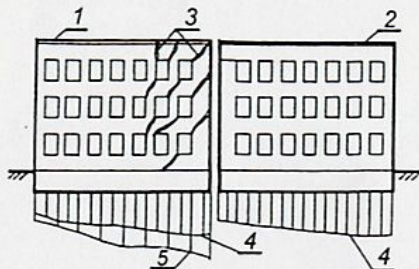
ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ЗДАНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Таблица 2.1

Характерные деформации зданий в зависимости от условий их строительства и эксплуатации

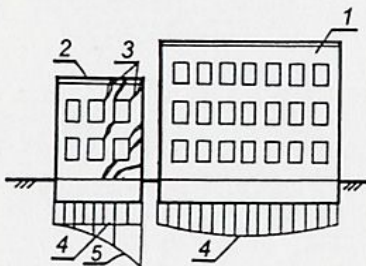
Характеристика деформаций здания

Деформации при возведении зданий в несколько очередей



1, 2 – соответственно здания первой и второй очередей строительства; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – эпюра осадок фундаментов; 5 – эпюра дополнительных осадок фундаментов

Деформации при возведении нового здания вблизи существующего



1 – возводимое новое здание; 2 – существующее здание; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – эпюра осадок фундаментов; 5 – эпюра дополнительных осадок фундаментов

Причины появления деформаций здания

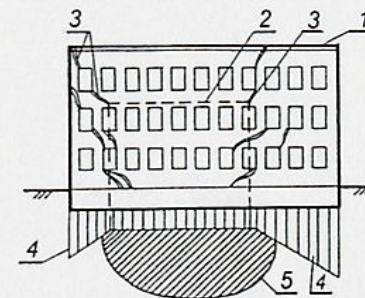
Неправильное конструктивное решение фундаментов в месте примыкания зданий

Неправильное конструктивное решение фундаментов в месте примыкания здания

Продолжение табл. 2.1

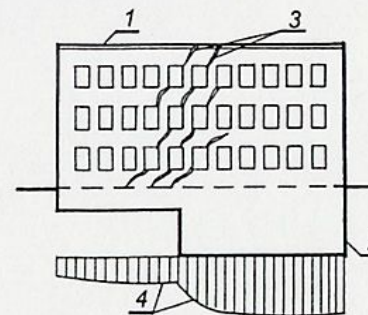
Характеристика деформаций здания

Деформации при строительстве нового здания на месте снесенного



1 – возводимое новое здание; 2 – существующее ранее старое здание; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – эпюра осадок фундаментов нового здания; 5 – граница зоны уплотненного грунта

Деформации при ступенчатом фундаменте здания



1 – возводимое здание; 2 – фундаментальная часть здания; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – эпюра осадок фундаментов

Причины появления деформаций здания

Отсутствие предпостроечного уплотнения грунтов основания. Отсутствие конструктивных мероприятий, повышающих жесткость здания. Неправильное конструктивное решение фундаментной части здания

Неправильное конструктивное решение фундаментной части здания. Отсутствие конструктивных мероприятий, повышающих жесткость здания.

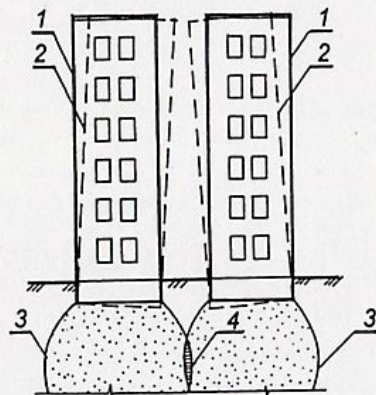
ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ЗДАНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Продолжение табл. 2.1

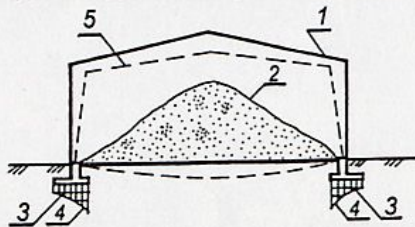
Характеристика деформаций здания

Деформации в виде встречного наклона при строительстве смежных высотных зданий



1 – проектное положение смежных высотных зданий; 2 – положение зданий после их наклона (крена), вызванного взаимным влиянием давлений от фундаментов; 3 – границы зоны уплотненного грунта; 4 – зона дополнительного уплотнения основания

Деформации при перегрузке пола в складском здании сыпучим материалом



1 – проектное положение зданий; 2 – сыпучий материал; 3, 4 – соответственно эпюры осадок фундаментов до и после укладки сыпучего материала; 5 – положение здания после его деформации

Причины появления деформаций здания

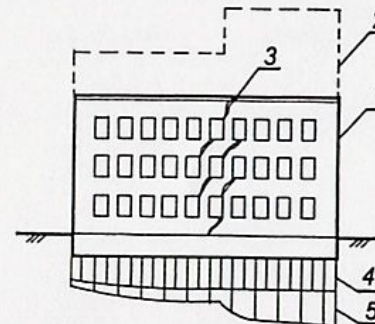
Неправильное конструктивное решение фундаментов зданий.
Малое расстояние в свету между смежными зданиями

Превышение временной длительно действующей нагрузки допустимых значений

Продолжение табл. 2.1

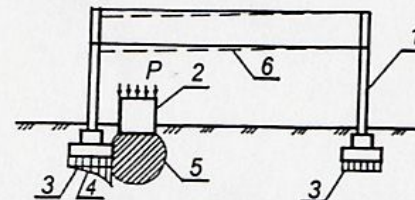
Характеристика деформаций здания

Деформации при надстройке дополнительных этажей над зданием



1 – существующее здание; 2 – надстройка над существующим зданием; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4, 5 – соответственно эпюры осадок фундаментов до и после надстройки дополнительных этажей

Деформации при устройстве фундаментов под тяжелое оборудование



1 – эксплуатируемое здание; 2 – дополнительно устанавливаемое тяжелое оборудование; 3 – эпюры осадок фундаментов эксплуатируемого здания; 4 – эпюра осадок фундаментов здания после установки тяжелого оборудования; 5 – граница зоны уплотненного грунта; 6 – положение здания после его деформации

Причины появления деформаций здания

Отсутствие конструктивных мероприятий, повышающих жесткость здания

Превышение временной длительно действующей нагрузки допустимых значений

19. МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

1. Восстановление несущей способности

2. Увеличение несущей способности

3. Разгрузка фундаментов

Без изменения
схемы работы

- цементация
- смолязация
- перекладка
- оштукатуривание
- торкретирование
- гидроизоляция

С изменением
схемы работы

- уширение подошвы
- устройство обоям,
- наращивание

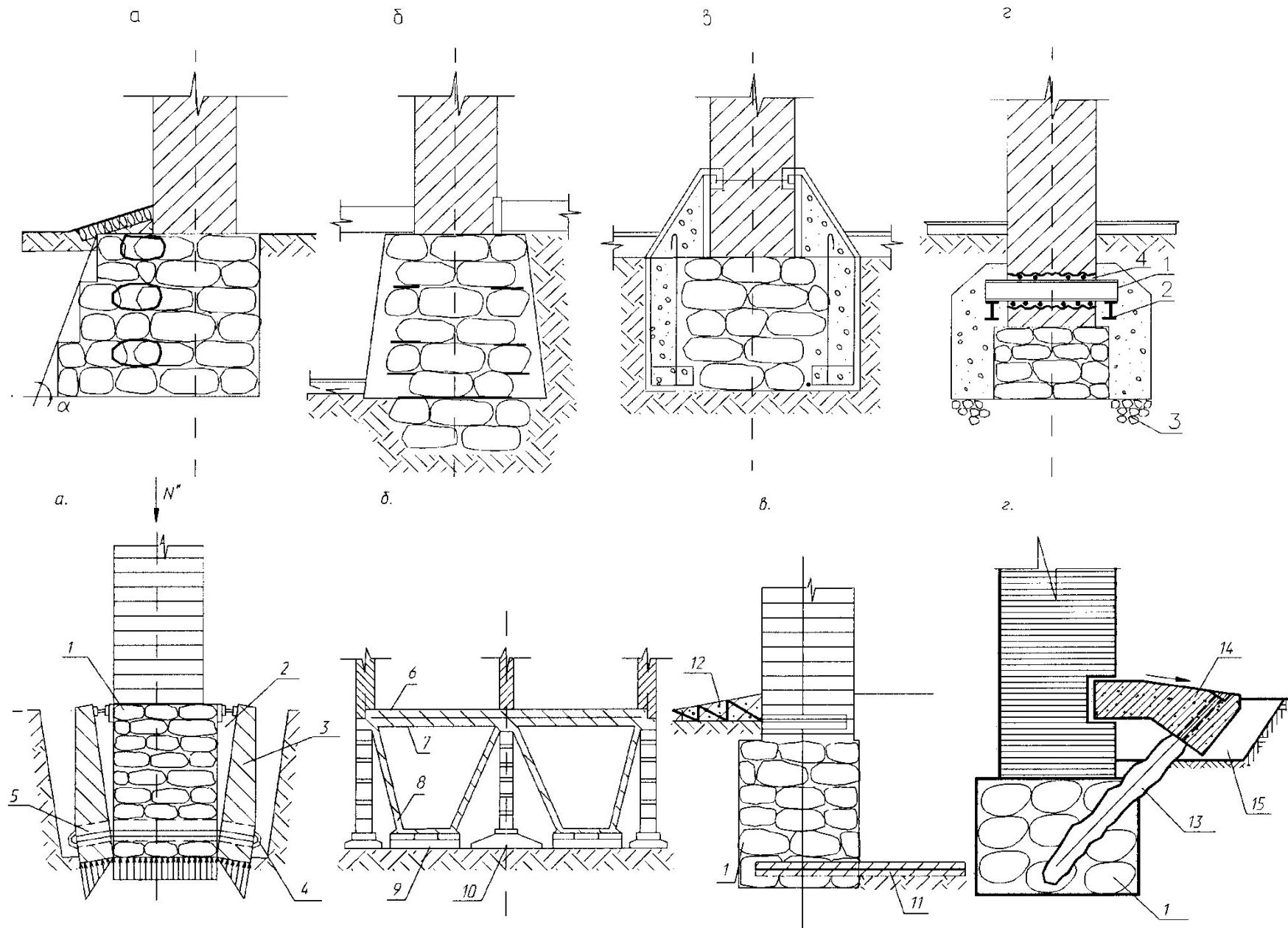
- переустройство
- установка связей,
распорок, тяжей

С изменением
напряженного состояния

- пересадка на сваи
- устройство предварительно
напряженных обоям,
распорок, шпренгелей,
шпунтовых ограждений
- закрепление грунтов

- полная замена
- устройство нового
фундамента
- разгрузка с помощью
- устройства плит, балок

ТРАДИЦИОННЫЕ КОНСЕРВАТИВНЫЕ МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ



ТРАДИЦИОННЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ

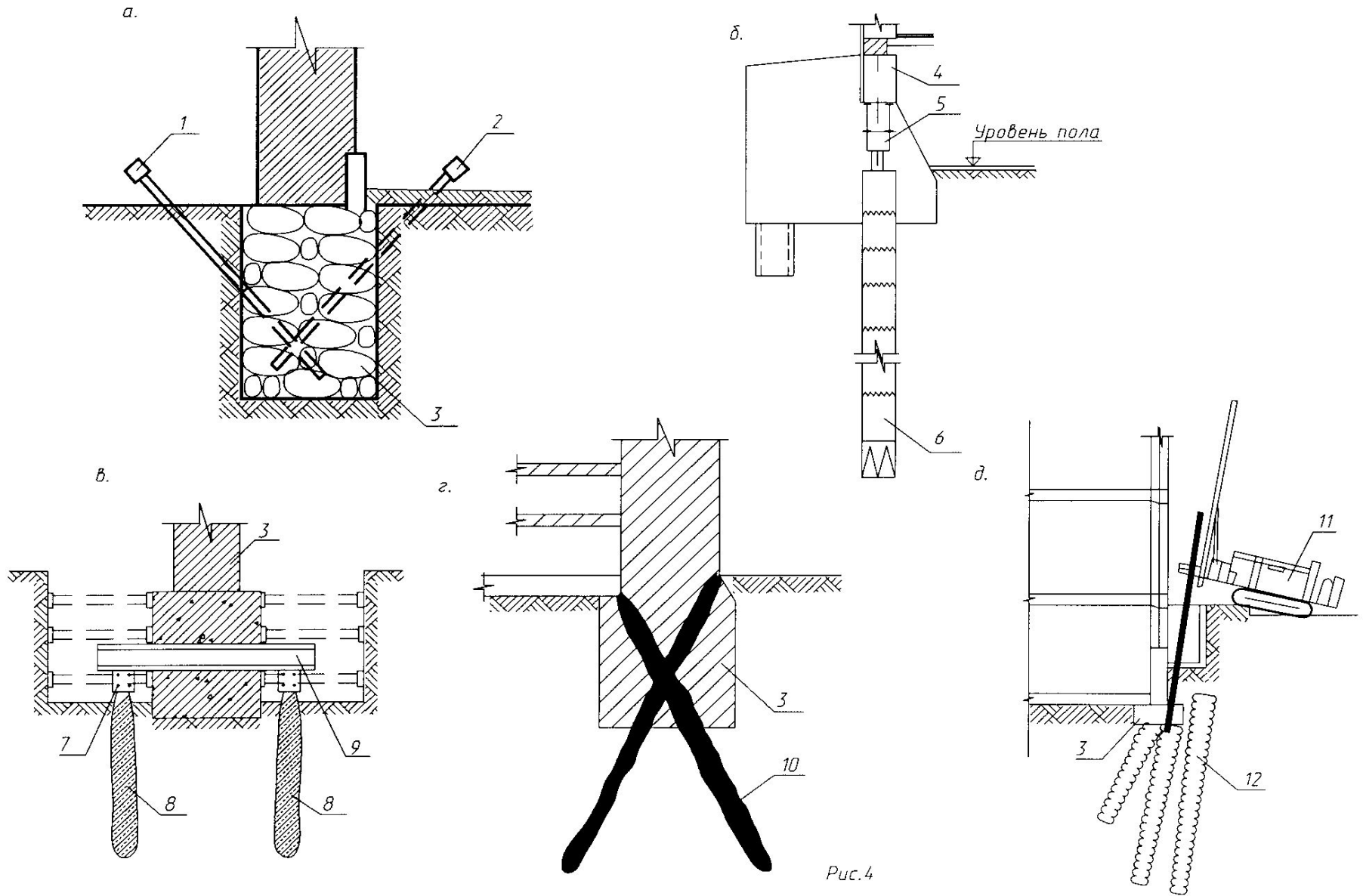
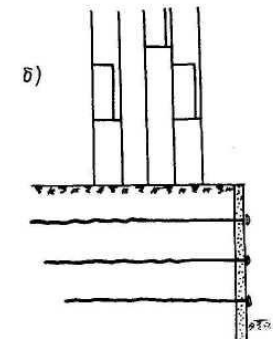
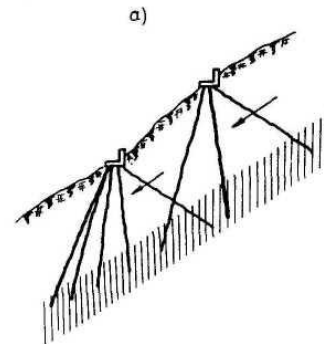
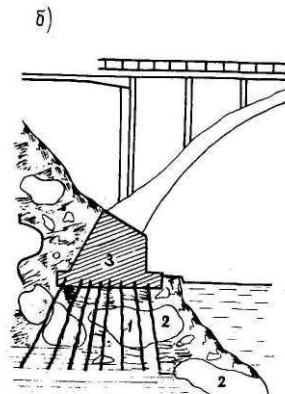
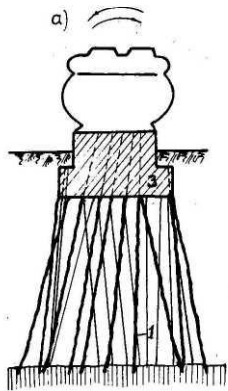
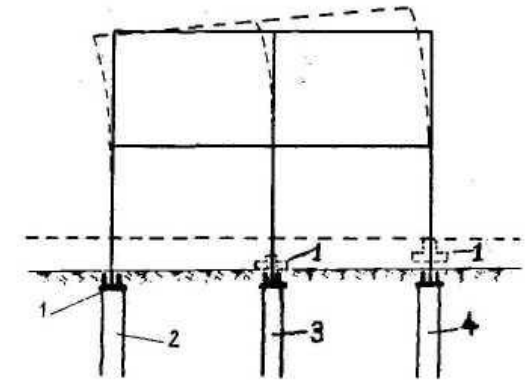
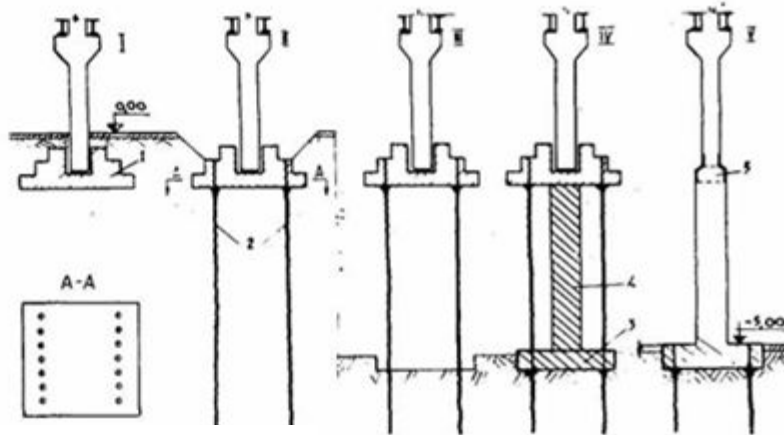
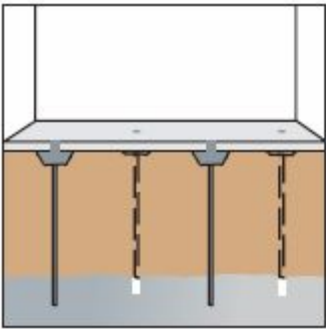
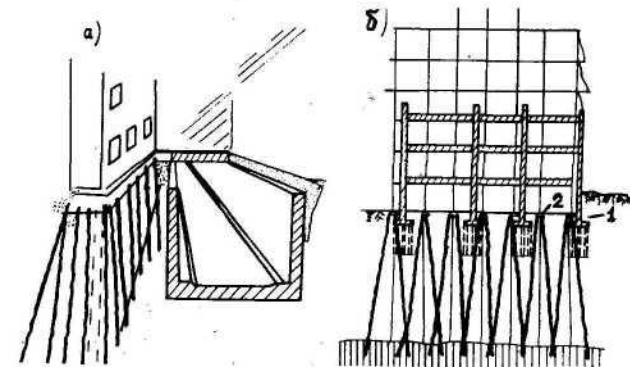
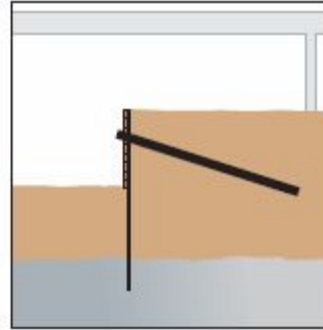
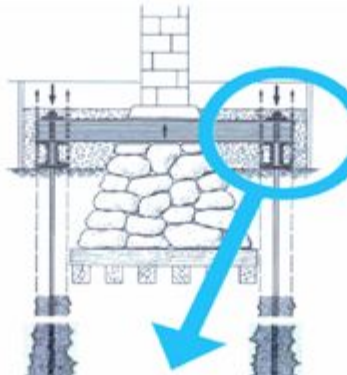
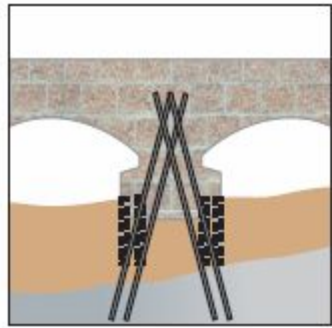


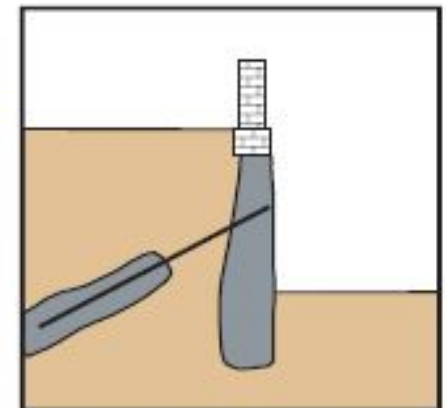
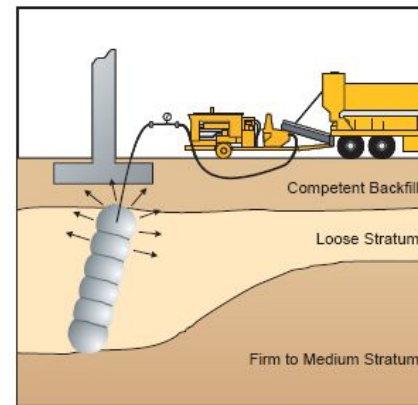
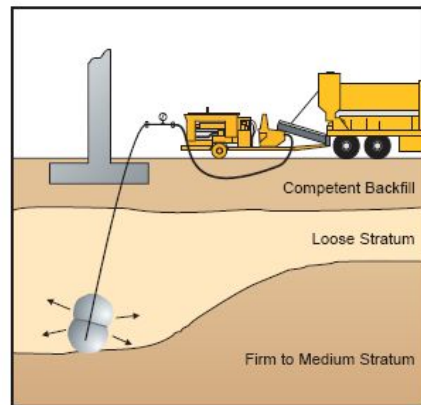
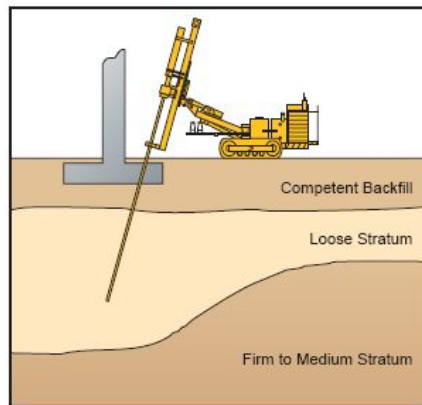
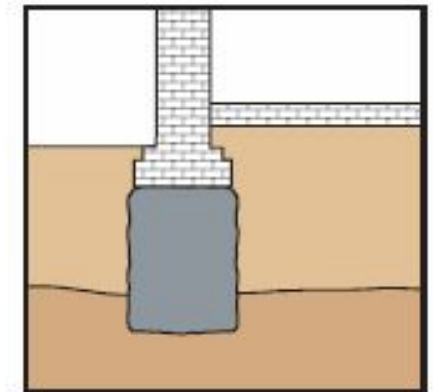
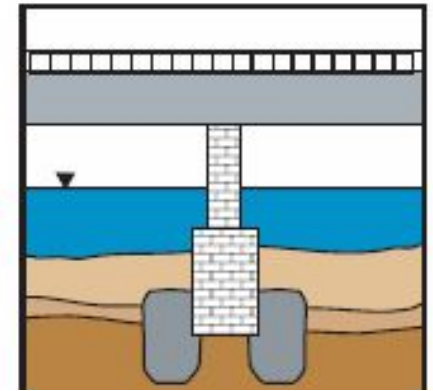
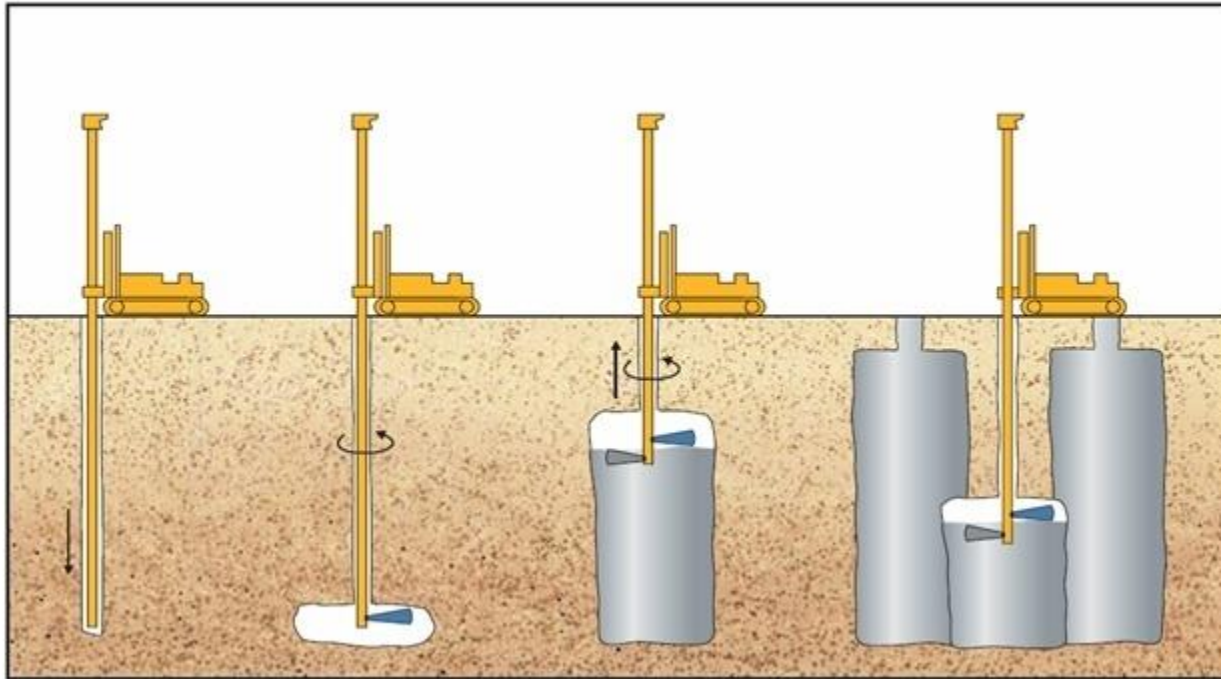
Рис. 4

УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ



УСИЛЕНИЕ ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ СТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ

Технология jet grouting



Федеральное агентство по образованию

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

Кафедра геотехники

**20. ЗАЩИТА
ФУНДАМЕНТОВ И
ПОДВАЛЬНЫХ
ПОМЕЩЕНИЙ ОТ
ГРУНТОВЫХ ВОД
ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ
ФУНДАМЕНТОВ И
ПОДВАЛОВ**

А. Б. ФАДЕЕВ

**ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2007

ТИПЫ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

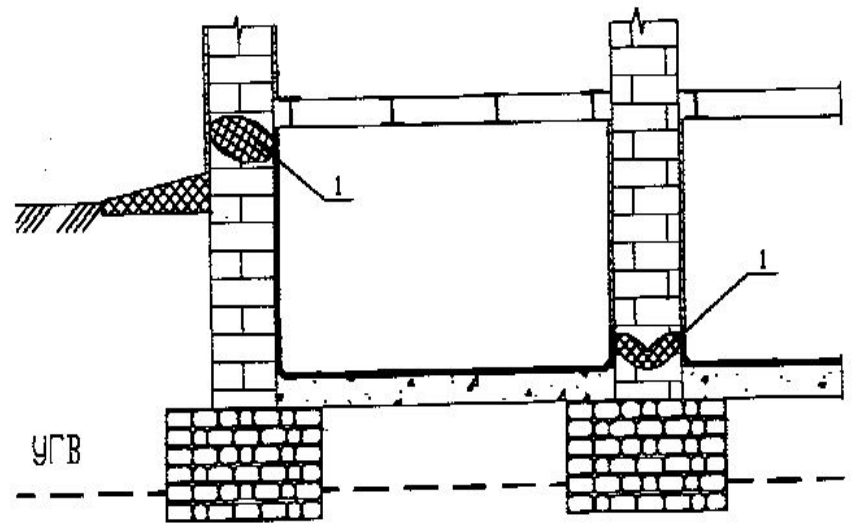
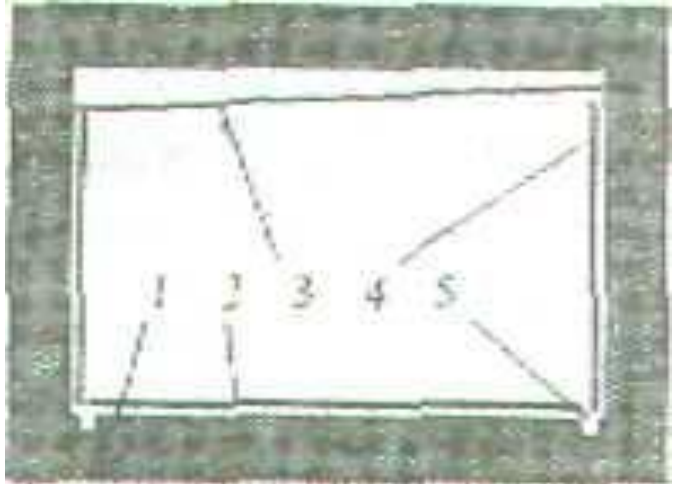
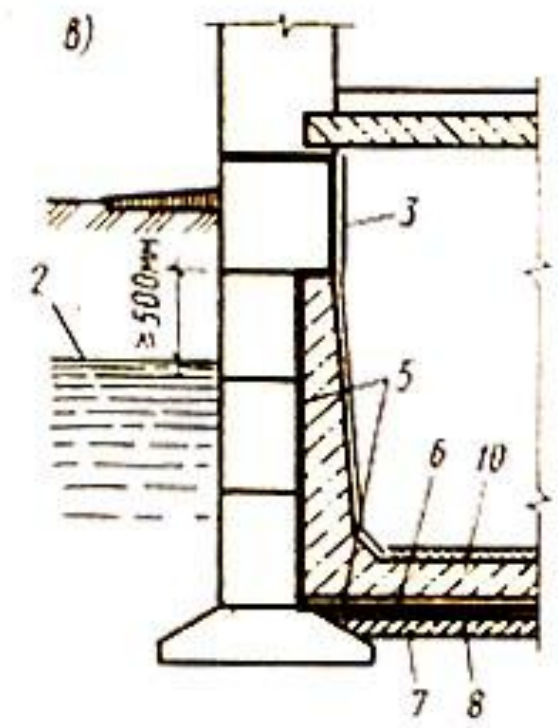
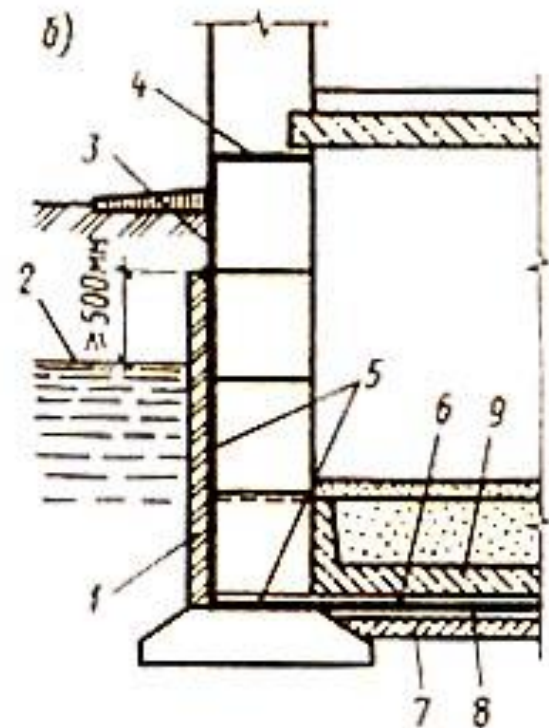
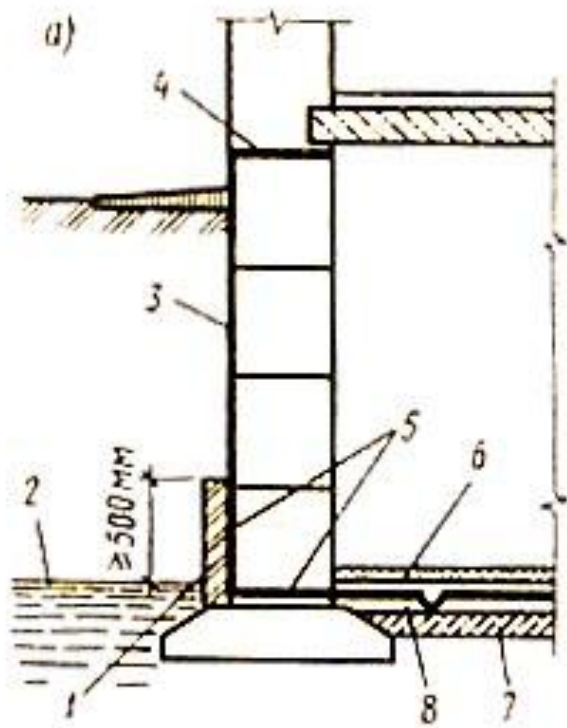
ПО ЗАЩИТНЫМ СВОЙСТВАМ:

**ПРОТИВОКОРРОЗИОННАЯ;
ПРОТИВОКАПИЛЛЯРНАЯ;
ПРОТИВОНАПОРНАЯ**

ПО МАТЕРИАЛУ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ:

- 1. ОБМАЗОЧНАЯ НА ОРГАНИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ;**
- 2. ОБЛИЦОВОЧНАЯ ИЗ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ СМЕСЕЙ, РАСТВОРОВ, ШТУКАТУРОК И БЕТОНОВ;**
- 3. ОКЛЕЕЧНАЯ, МЕМБРАННАЯ;**
- 4. БЕНТОНИТОВАЯ;**
- 5. ГИДРОФОБИЗИРУЮЩАЯ;**
- 6. СОЛЕНЕЙТРАЛИЗУЮЩАЯ;**
- 7. ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ХОЛОДНЫХ ШВОВ И ТРЕЩИН;**
- 8. ГЕРМЕТИЗАЦИЯ МЕЖПАНЕЛЬНЫХ СТЫКОВ И ДРУГИХ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ;**
- 9. МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ**

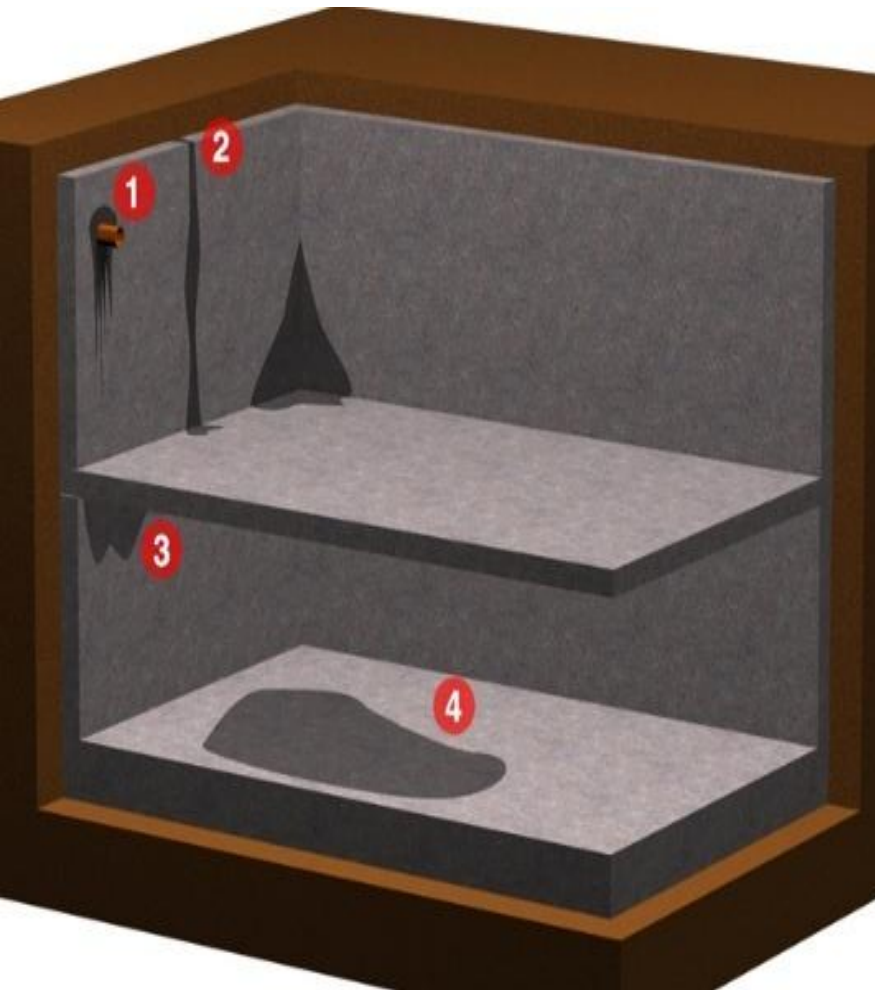
ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ



1 - прямки; 2 - фальш-пол; 3 - фальш-потолок;
4 - фальш-стена; 5 - канавки;

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ПРИ НОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

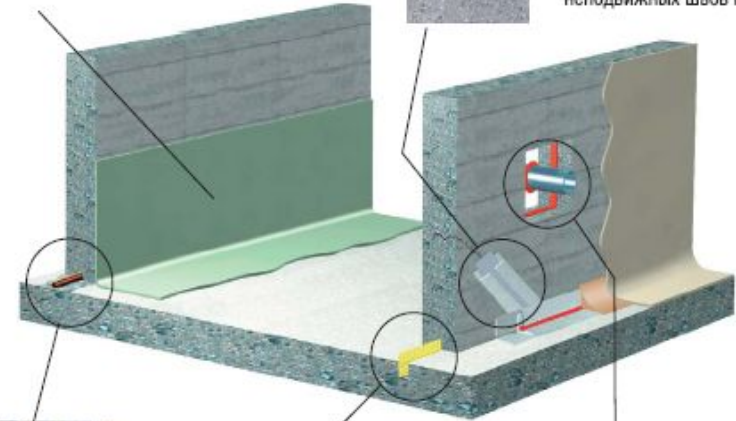
Гидроизоляция подвала



Гидроизоляция на минеральной основе
Может быть выполнена либо с использованием обмазочной гидроизоляции (Sika-101a, SikaTop-109 ElastoCem, SikaTop-Seal 107 и SikaLastic-150), либо цементно-песчаным раствором с добавлением кольматирующей добавки Sika-1



Sikadur-Combiflex
Система, состоящая из эластичной ленты и клея Sikadur-31, предназначена для герметизации подвижных и неподвижных швов и трещин



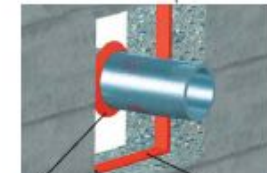
Система Sika Injectoflex-System

Это высоконадежная система, состоящая из профиля с набухающими вставками (красного цвета) и позволяющего при возникновении протечек закачать инъекционный раствор через систему каналов. Инъекционный материал проникает в тело бетона и герметизирует все полости, которые не смог перекрыть набухающий герметик. Технология подразумевает многократное инъецирование.



Гидроизоляционная шпонка

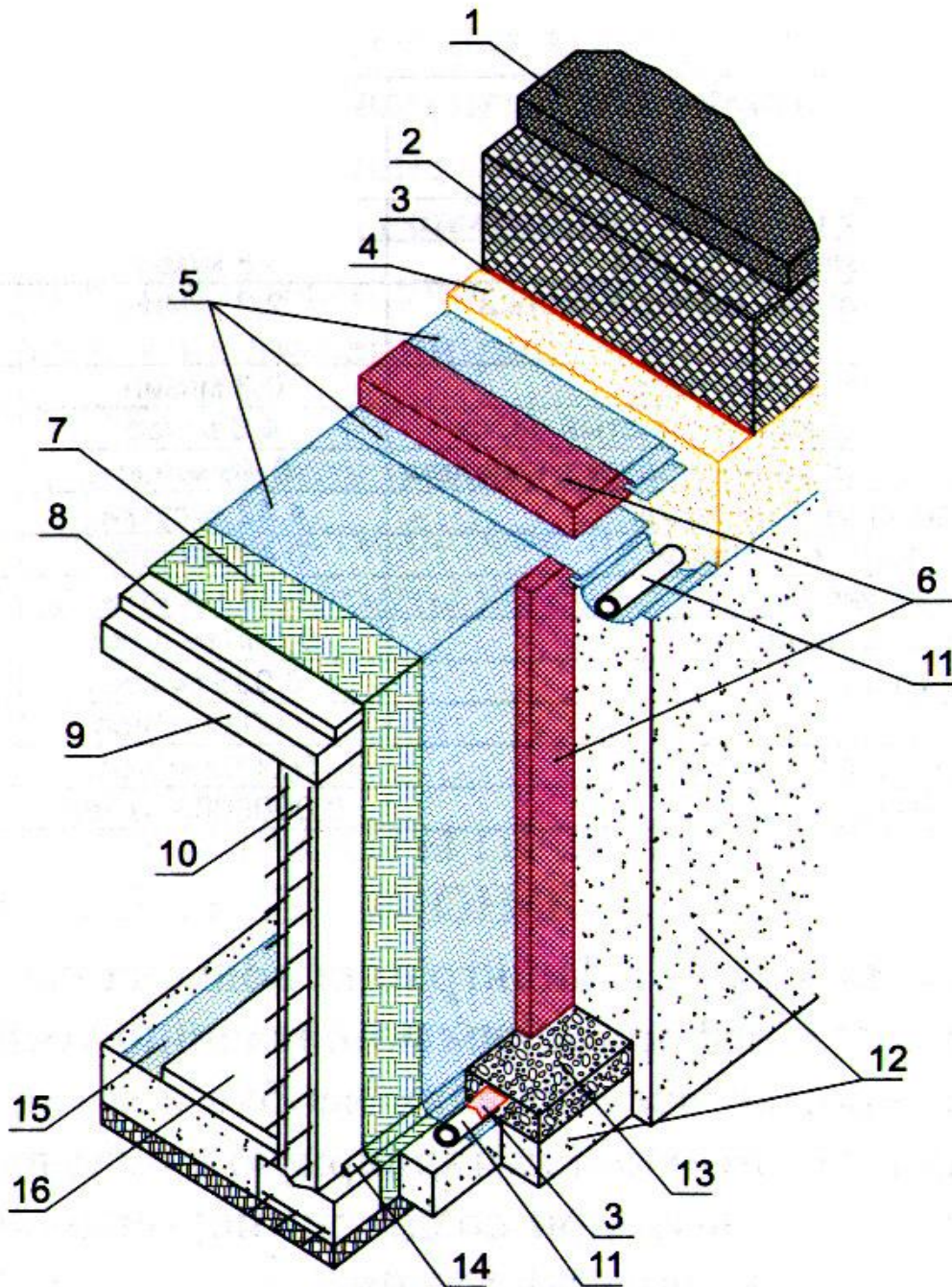
Гидрошпонки устанавливаются в будущий шов и заливаются бетоном. Они выпускаются различных типоразмеров для различных условий эксплуатации и давлений воды. Шпонки изготовлены из ПВХ, что позволяет легко их сваривать на стройплощадке.



Герметик SikaSwell-S

Набухающие профили и герметики увеличиваются в объеме в 2 - 2,5 раза при контакте с водой и плотно закрывают полость в которой находятся, перекрывая путь воде. Профиль SikaSwell-P покрыт специальным лаком, разрушающимся в щелочной среде бетона, что делает его нечувствительным к влажности до попадания в тело бетона.

Профиль SikaSwell-P

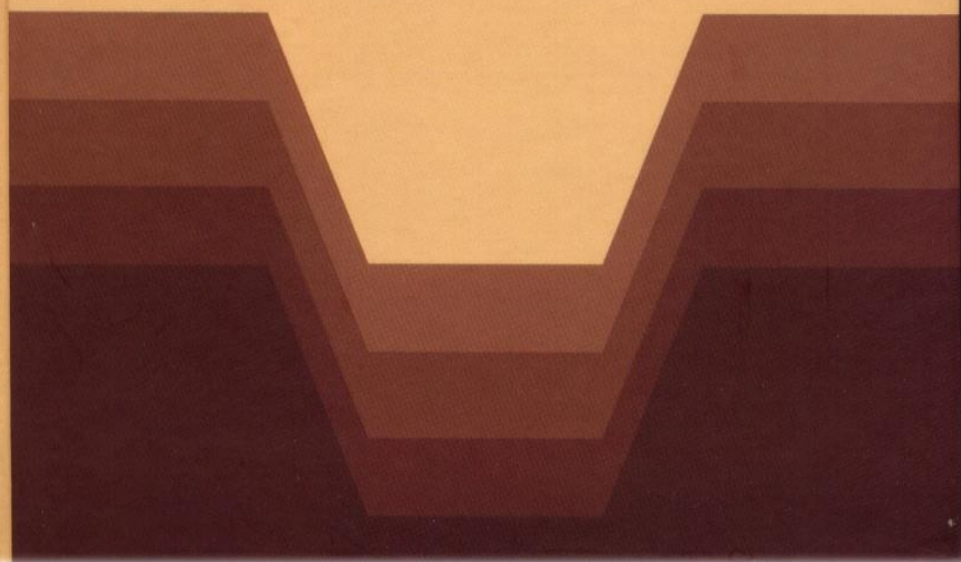


- 1 – почвенный слой;
- 2 – глиняный замок;
- 3 – геотекстиль;
- 4 песчаный дренаж;
- 5 – полиэтилен;
- 6 – утеплитель (пенополистирол);
- 7 – гидроизоляционная мембрана;
- 8 цементно-песчаная стяжка;
- 9 – бетонная плита перекрытия;
- 10 – несущая стена;
- 11 – дренажная труба;
- 12 – обратная засыпка;
- 13 – слой щебня;
- 14 – галтель из раствора;
- 15 – пароизоляция (полиэтилен);
- 16 – бетонная плита

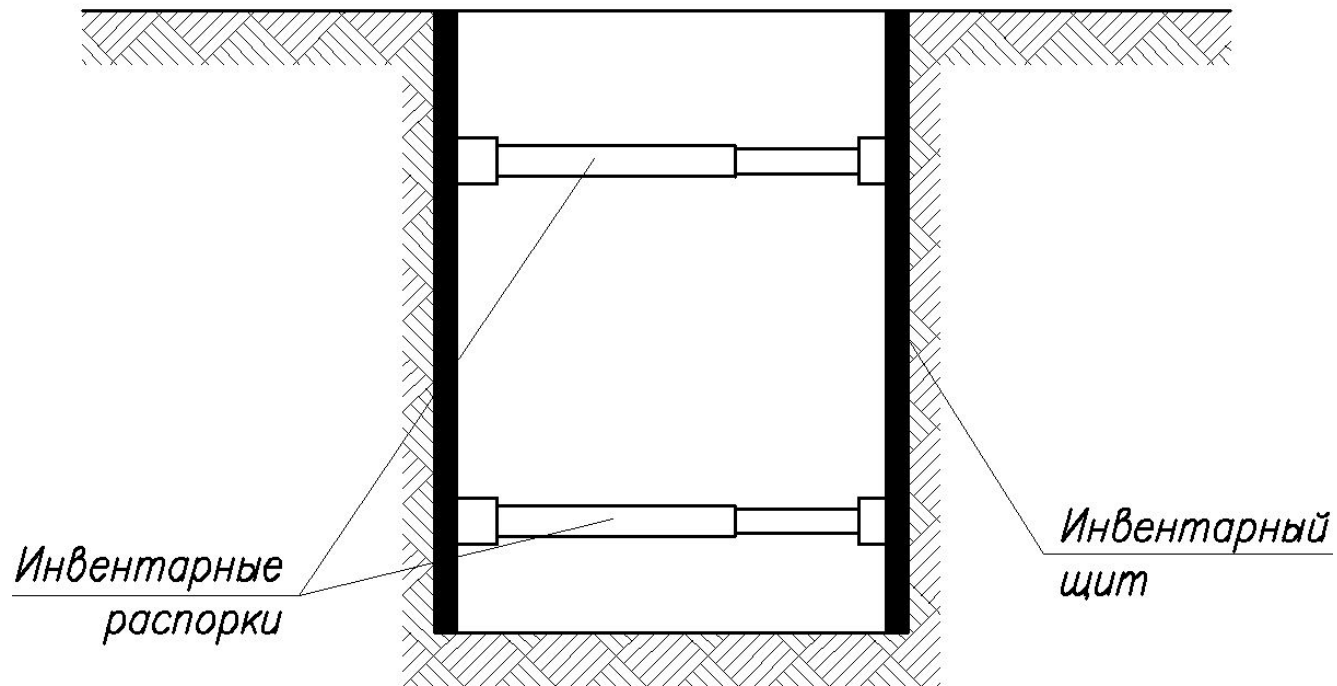
**21. ОСНОВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
УСТРОЙСТВА
ОГРАЖДЕНИЯ
КОТЛОВАНОВ.
МЕТОДЫ КРЕПЛЕНИЙ
ОГРАЖДЕНИЙ
КОТЛОВАНОВ**

Мангушев Р.А., Никифорова Н.С.,
Конюшков В.В., Осокин А.И., Сапин Д.А.

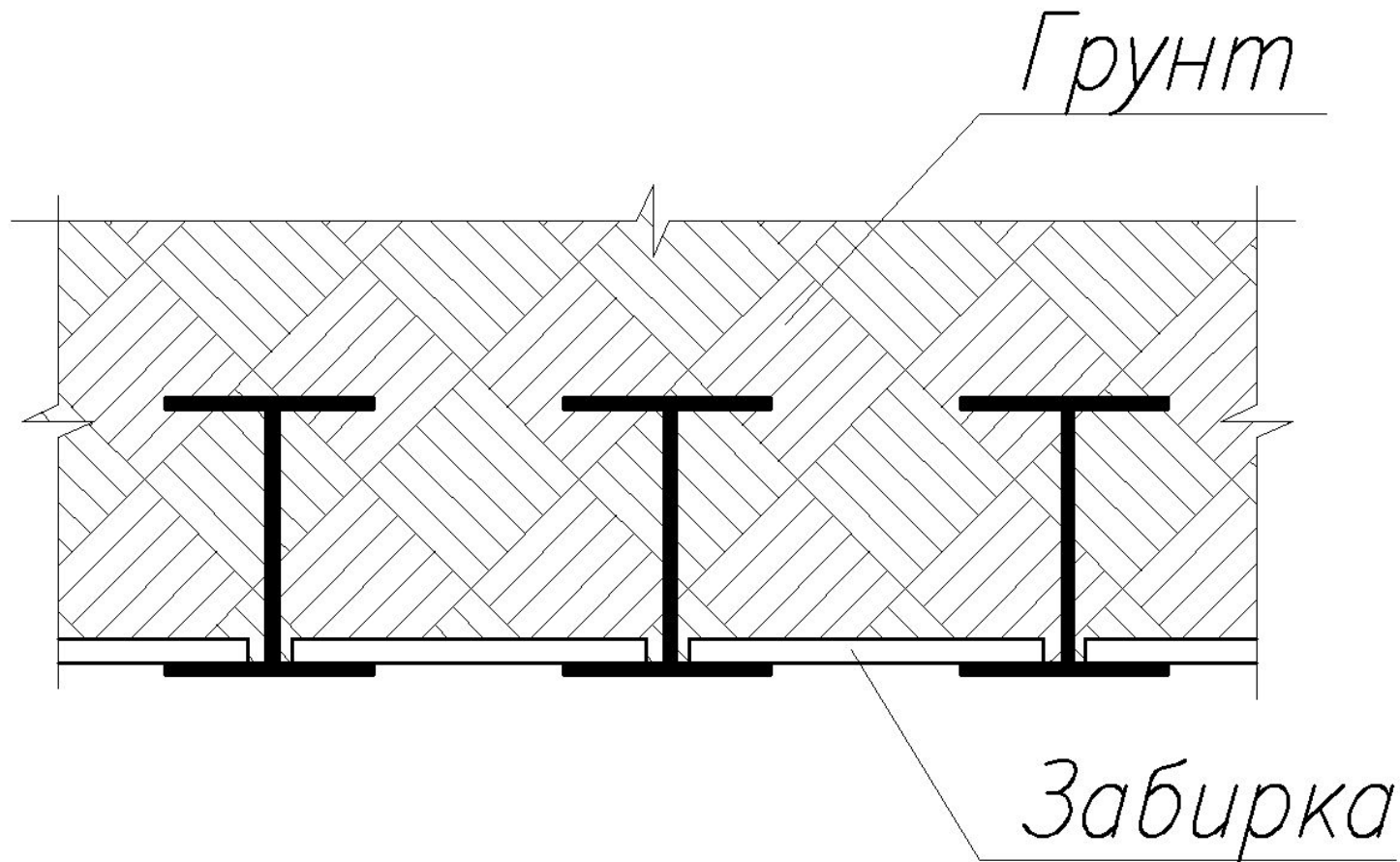
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
И УСТРОЙСТВО ПОДЗЕМНЫХ
СООРУЖЕНИЙ
В ОТКРЫТЫХ КОТЛОВАНАХ**



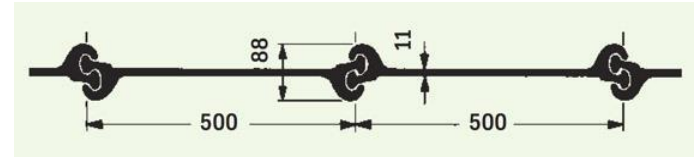
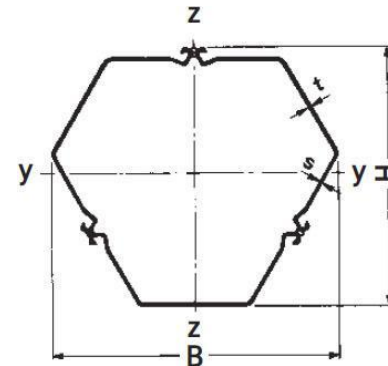
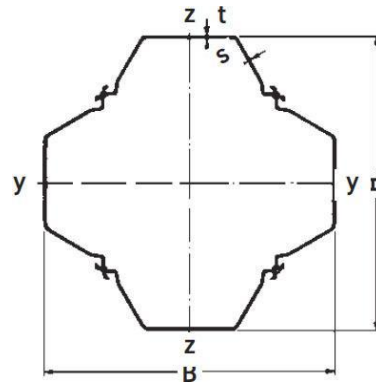
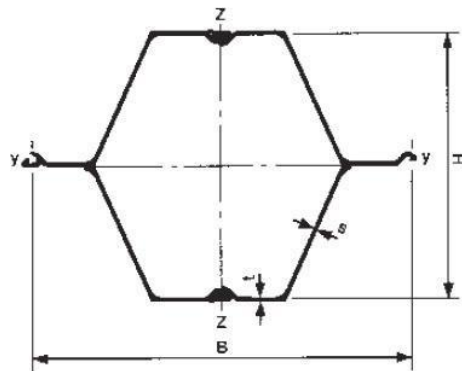
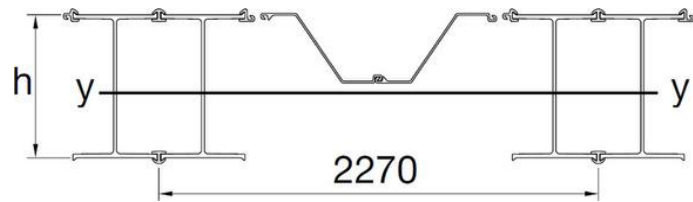
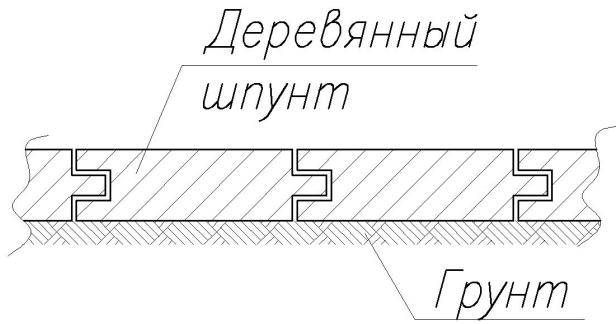
Щитовые ограждения



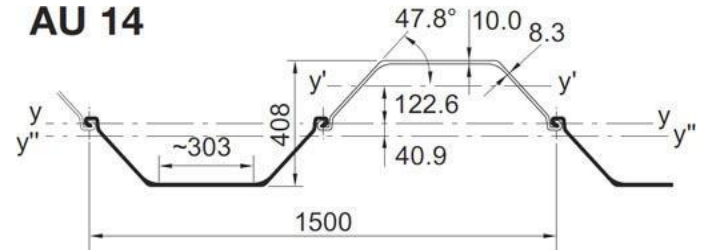
Металлический прокат со щитами



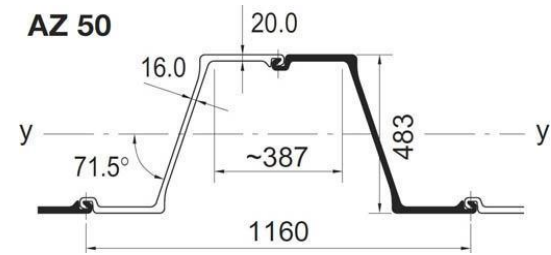
Шпунтовое ограждение



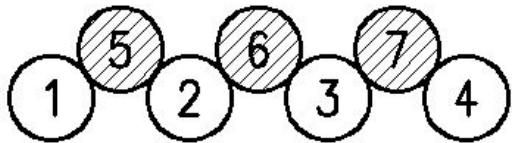
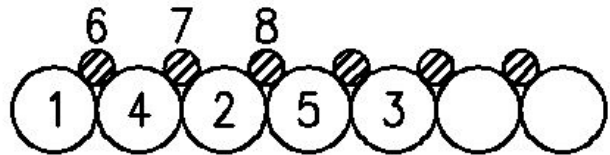
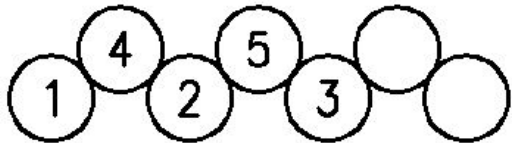
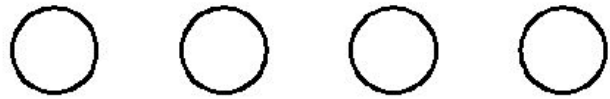
AU 14



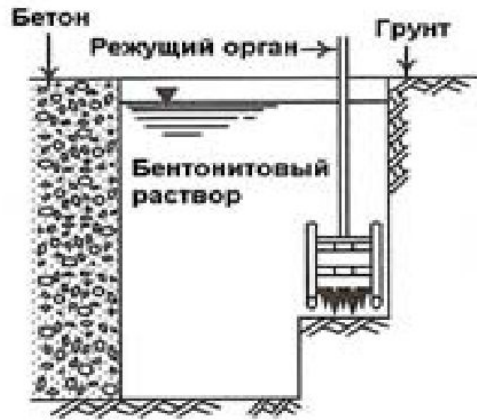
AZ 50



Ограждение из буронасосательных или буросекущихся свай



Ограждение в виде стены в грунте



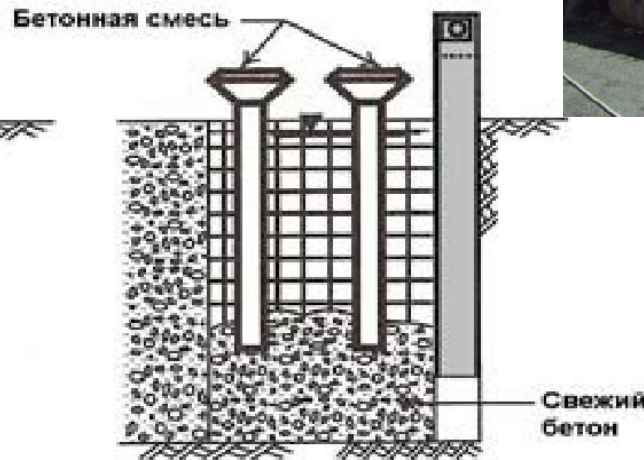
I



II



III



IV



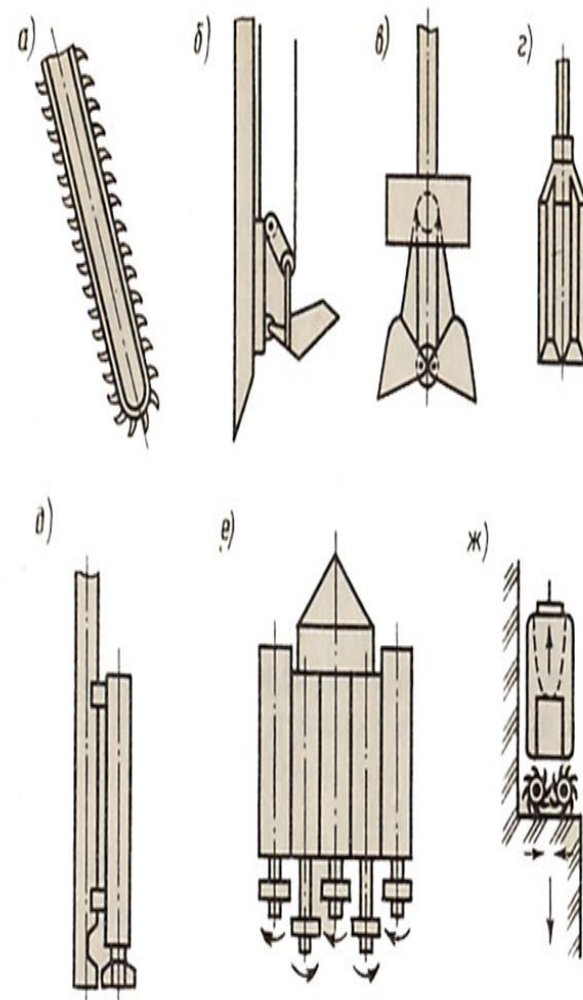


Рис.1.41. Типы механизмов, разрабатывающих грунт
а – многоковшовый траншейный экскаватор; б – штанговый глубинный экскаватор; в –
грейфер; г – установка ударного бурения; д – бурофрезерная установка; е- многошпindelная
буровая установка фирмы «Тонэ Боуринг» (Япония); ж – навесное фрезерное оборудование

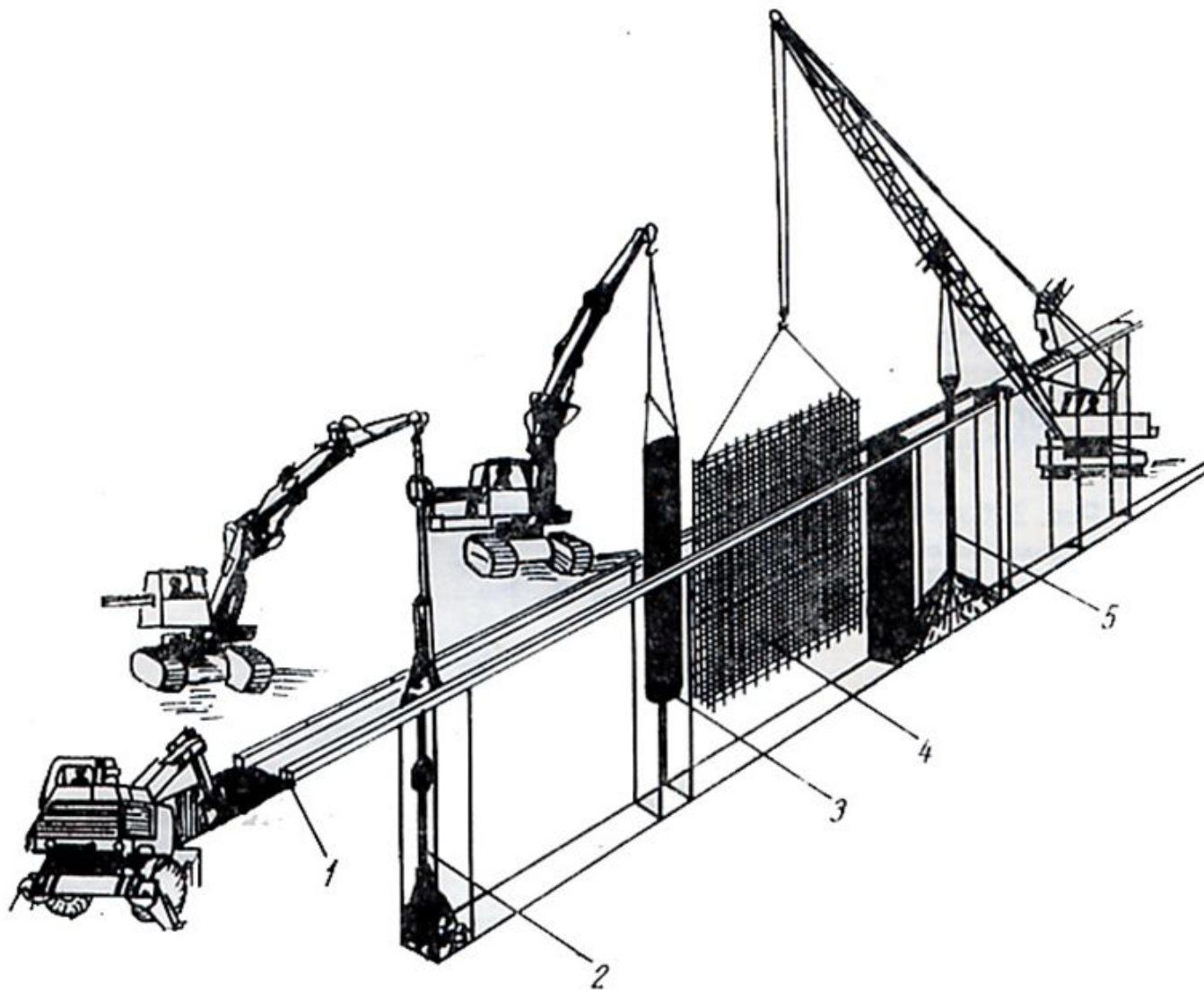


Рис. 1.38. Технологическая схема устройства стены в грунте

1- устройство направляющей форшахты; 2 - отрывка траншеи на длину захватки;
3 – установку ограничителей; 4 – установку армокаркаса; 5 – бетонирование методом
ВПТ

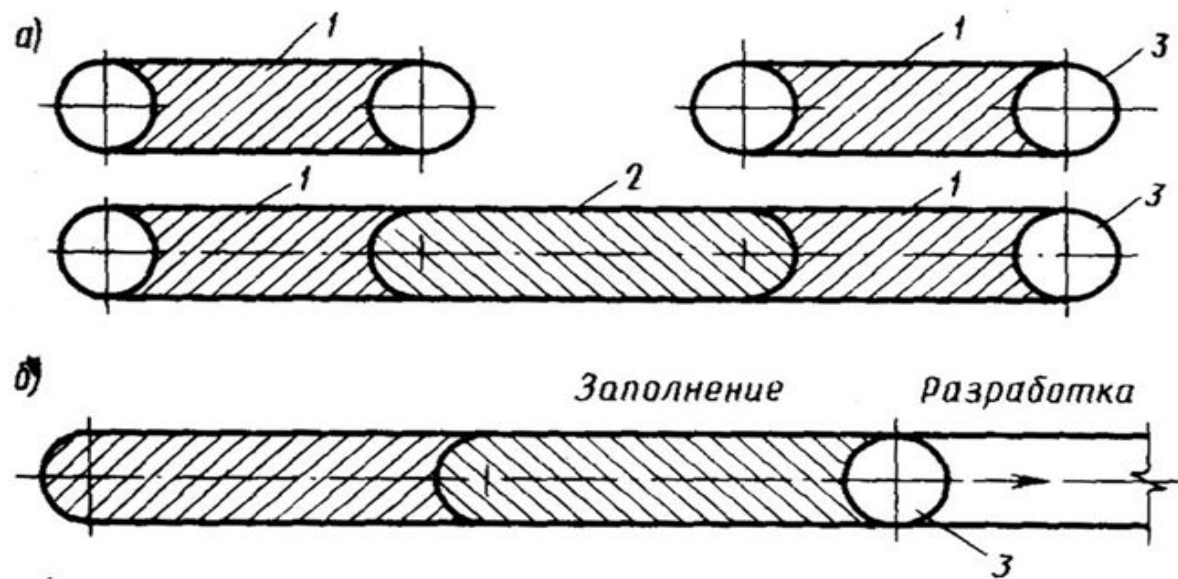


Рис. 1.37. Виды траншейных и свайных стен, выполненных в грунте
а – из соприкасающихся траншей; *б* – из непрерывных траншей с секционным заполнением; 1,2 – последовательность операций; 3 – ограничитель

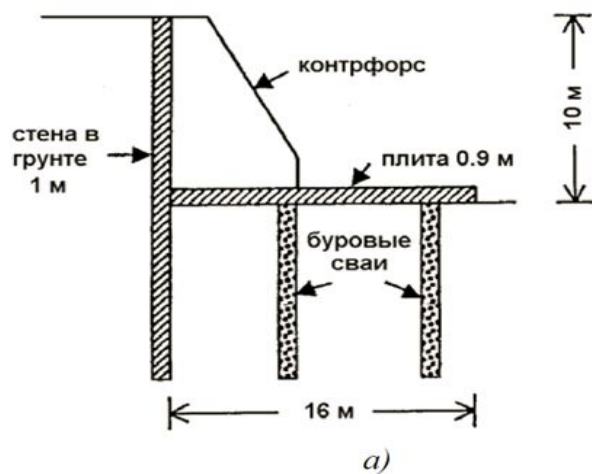
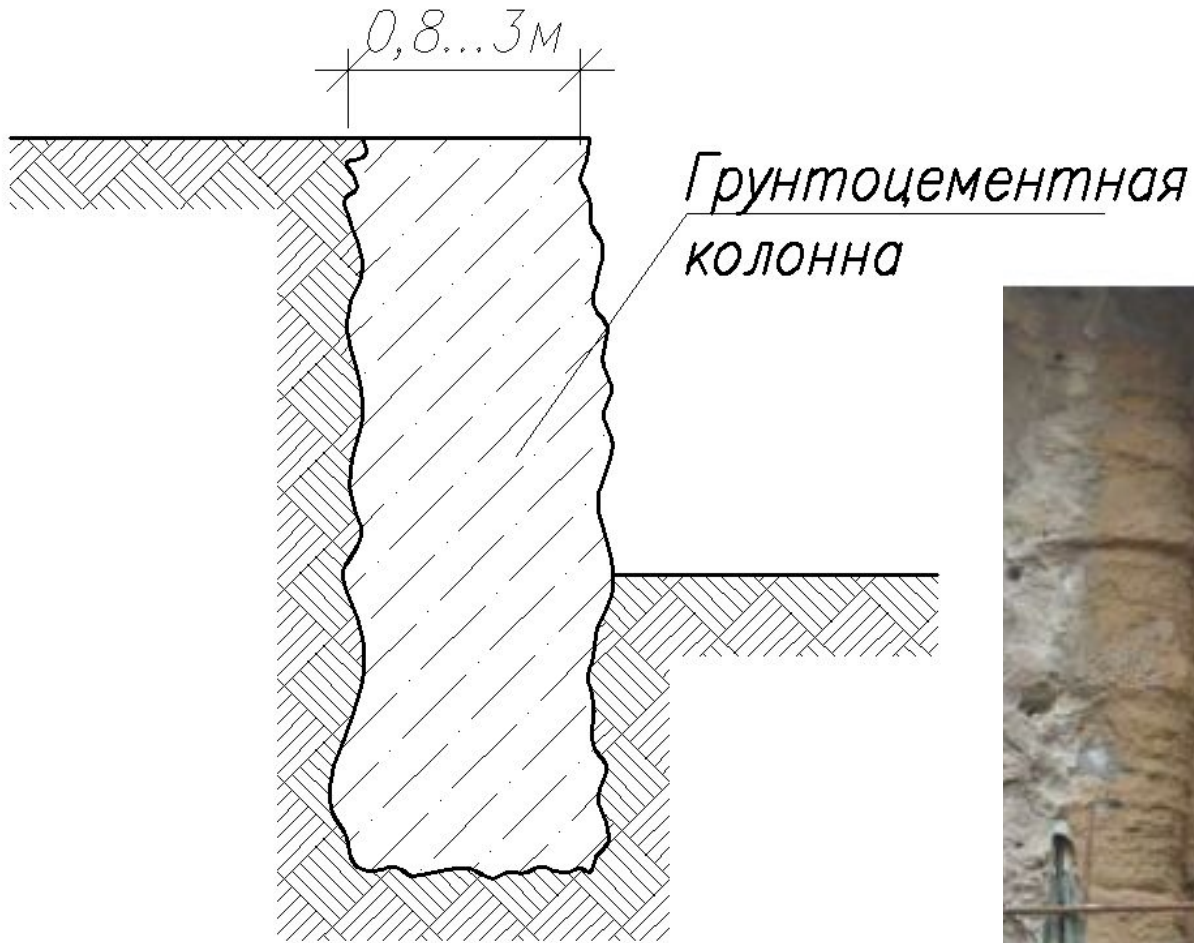
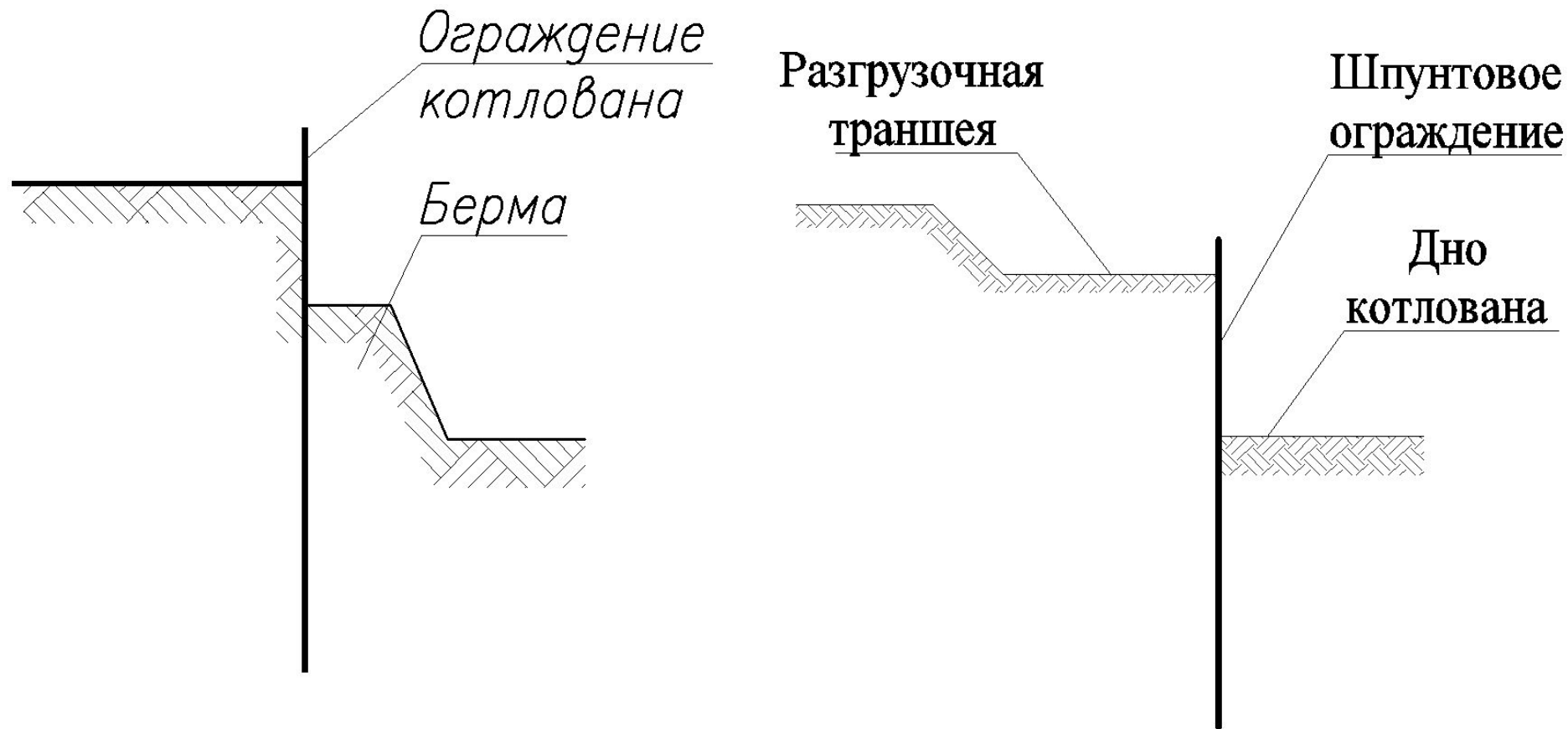


Рис. 1.42. Примеры стены в грунте с контрфорсами
а) в Сингапуре; *б)* в Монако

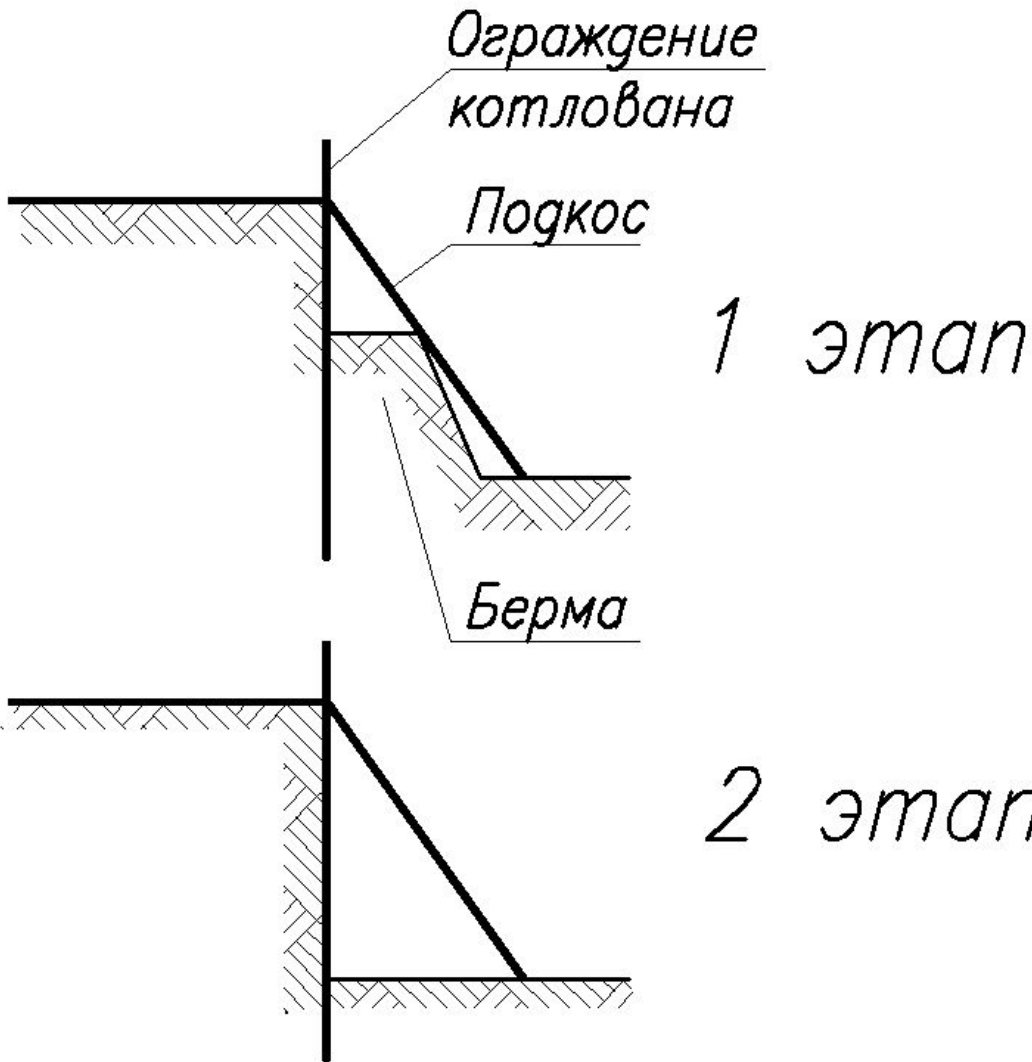
Ограждения с помощью струйной цементации jet-grouting



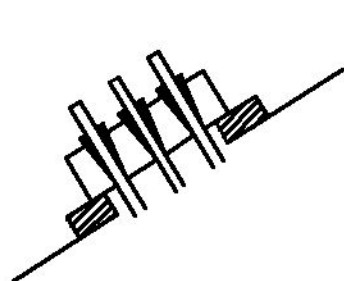
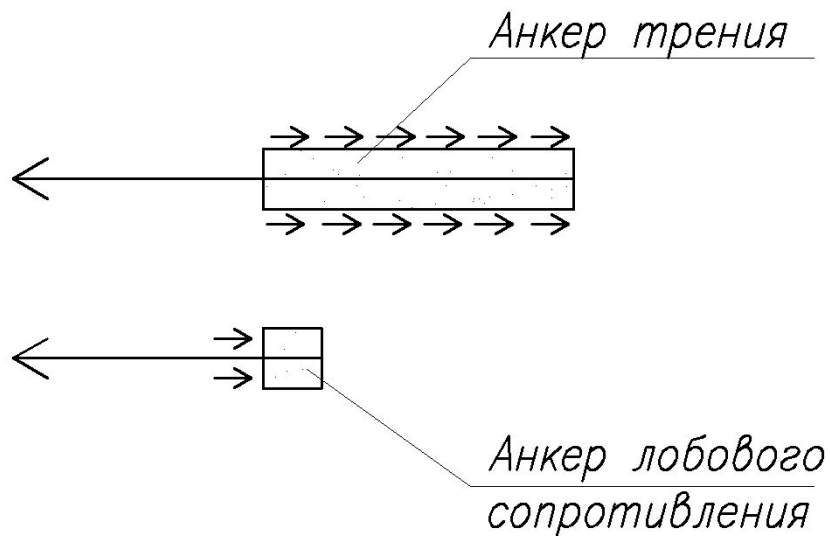
Крепление ограждений с помощью земляных берм



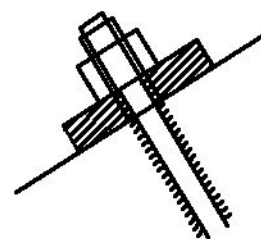
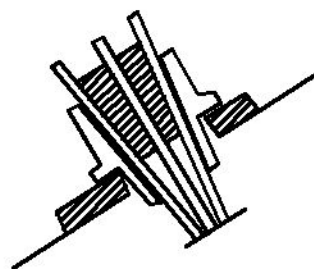
Крепление ограждений с помощью подкосов



Крепление ограждений с помощью анкеров

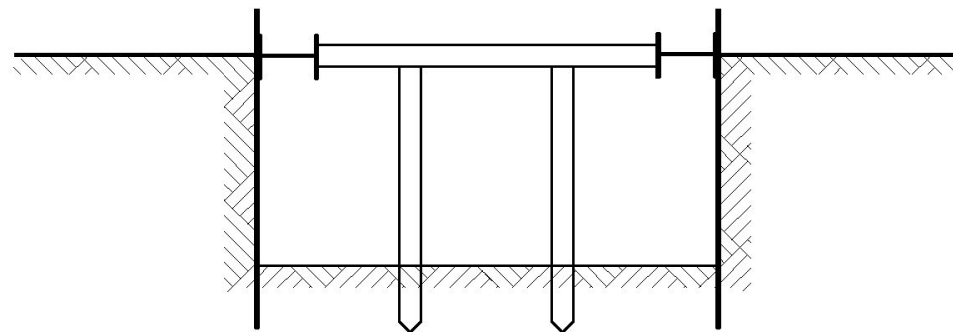
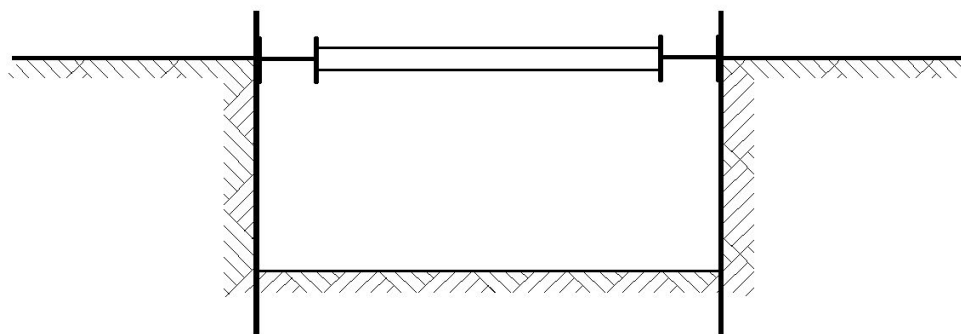


Клиновидные крепления
оголовка

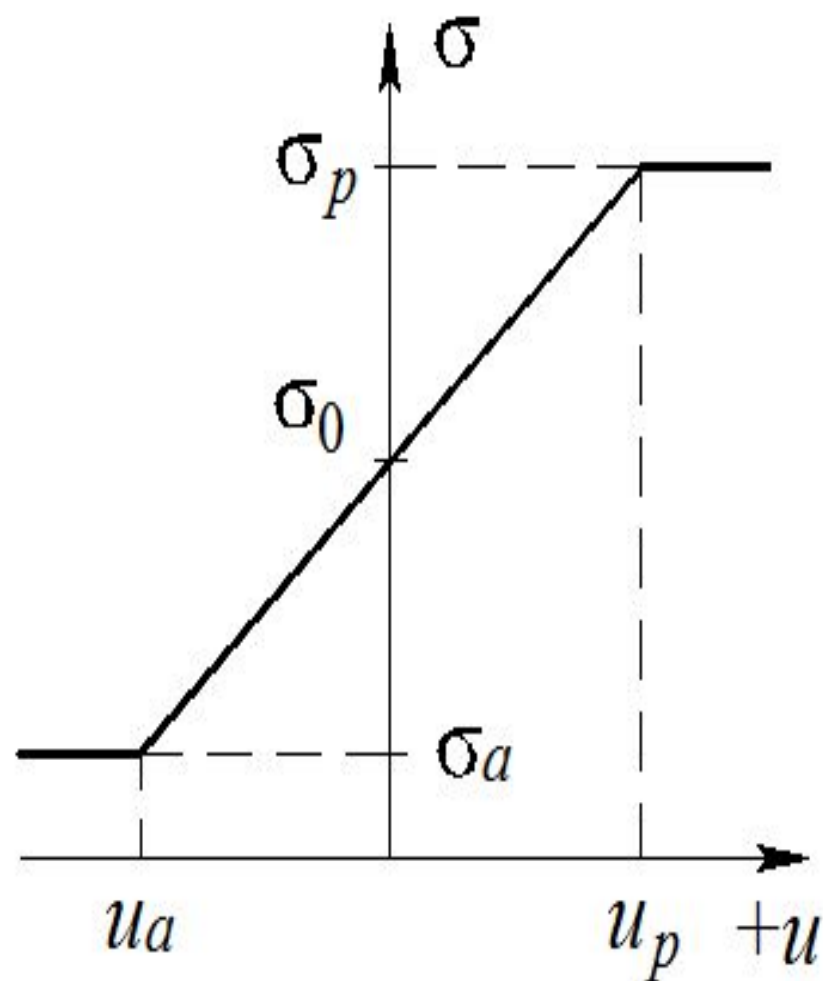


Резьбовое крепление
оголовка

Крепление ограждений с помощью балочных распорных систем



22. ПОНЯТИЕ ОБ АКТИВНОМ ДАВЛЕНИИ И ПАССИВНОМ ОТПОРЕ ГРУНТА



Изменение давления грунта на ограждение в зависимости от перемещения последнего; $u_a = 0,001h$; $u_p = (0,01 \div 0,02) h$;

h – глубина котлована или высота подземного сооружения;

σ_p – пассивное давление грунта, σ_a – активное, σ_0 – давление покоя.

ДАВЛЕНИЕ ПОКОЯ

Давление грунта в состоянии покоя – это давление на неподвижную стенку. Условно неподвижной стенку можно считать при её горизонтальном перемещении до $0,0005h$ (h – глубина котлована). Обычно такой конструкцией считается «стена в грунте». Напряжение грунта в состоянии покоя по СП 22.13330.2011 определяется по формуле:

$$\sigma_0 = K_0 \times (q + \gamma \times z) \quad (2.8)$$

Где:

K_0 – коэффициент бокового давления грунта в состоянии покоя.

При горизонтальной поверхности грунта K_0 вычисляется следующим образом:

$$K_0 = \nu / (1 - \nu) \quad (2.9)$$

Где:

ν – коэффициент Пуассона.

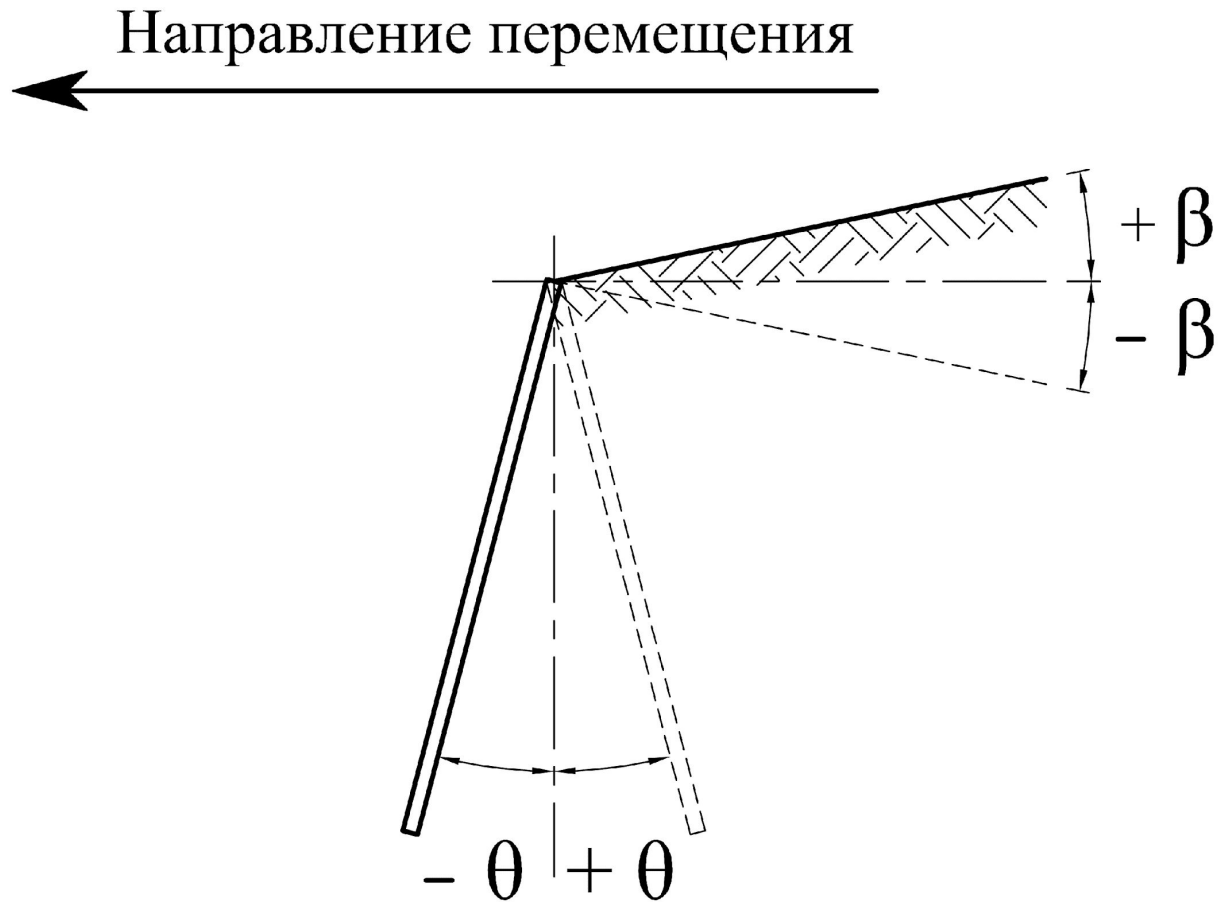
Значения коэффициента K_0 для различных типов грунтов представлены в табл. 2.4

Табл. 2.4

Значения K_0

Грунт	Коэффициент Пуассона	Значение K_0
Крупнообломочные	0,27	0,370
Пески	0,30	0,429
Супеси	0,30	0,429
Суглинки	0,35	0,538
Глины	0,42	0,724

АКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ



АКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Активное давление грунта на ограждающую конструкцию, в соответствии с СП 22.13330.2011, определяется по формуле (2.1):

$$\sigma_a = (q + \gamma \times z) K_a - 2 \times c \times \sqrt{K_a} \quad (2.1)$$

Где:

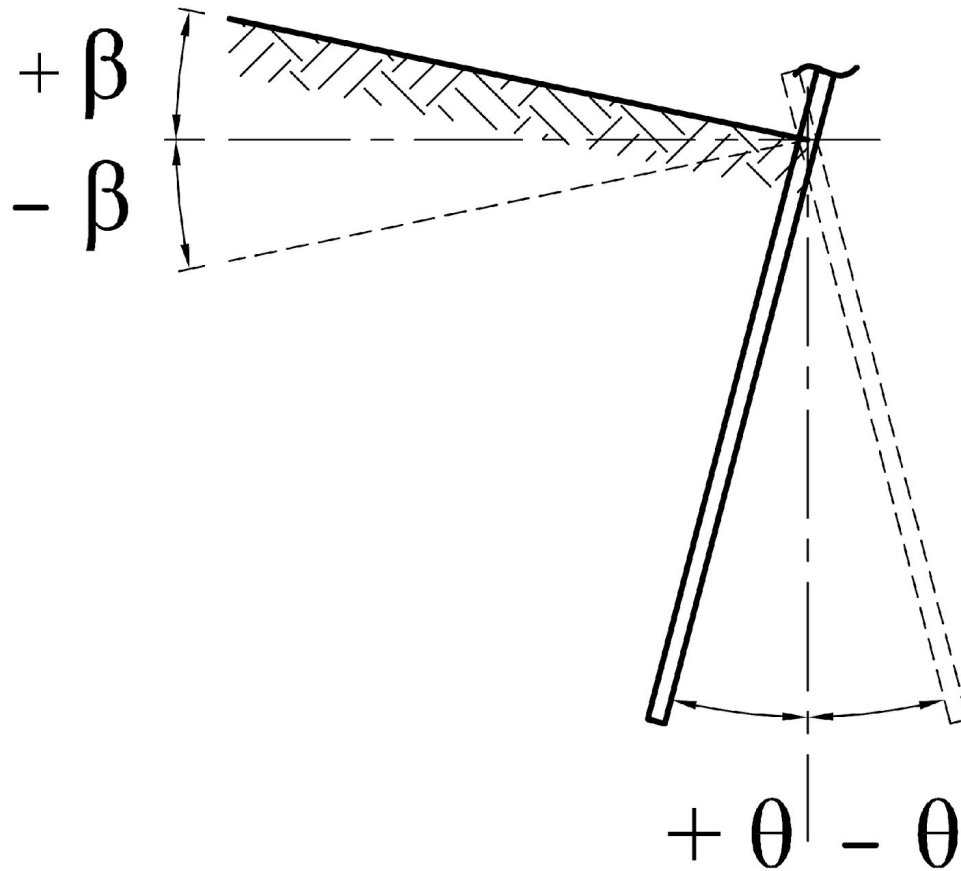
- q – равномерно распределённая нагрузка на поверхности засыпки;
- γ – объёмный вес грунта;
- z – глубина;
- K_a – коэффициент активного давления, величина которого при горизонтальной поверхности засыпки, вертикальной стенке и угле трения грунта о стенку $\delta = 0$ определяется по формуле:

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos^2 \theta \times \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \times \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\delta + \theta) \times \cos(\theta - \beta)}} \right]^2} \quad (2.3)$$

Материал конструкции	Технология устройства и особые условия	γ_k
Бетон, железобетон	Монолитные гравитационные и гибкие подпорные стены, бетонируемые насухо. Монолитные фундаменты	0,67
	Монолитные гибкие подпорные стены, бетонируемые под глинистым раствором в грунтах естественной влажности. Сборные гравитационные стены и фундаменты	0,50
	Монолитные гибкие стены, бетонируемые под глинистым раствором в водонасыщенных грунтах. Сборные гибкие стены, устраиваемые под глинистым раствором в любых грунтах	0,33
Металл, дерево	В мелких и пылеватых водонасыщенных песках	0
	В прочих грунтах	0,33
Любой	При наличии вибрационных нагрузок на основание	0

ПАССИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ

← Направление перемещения



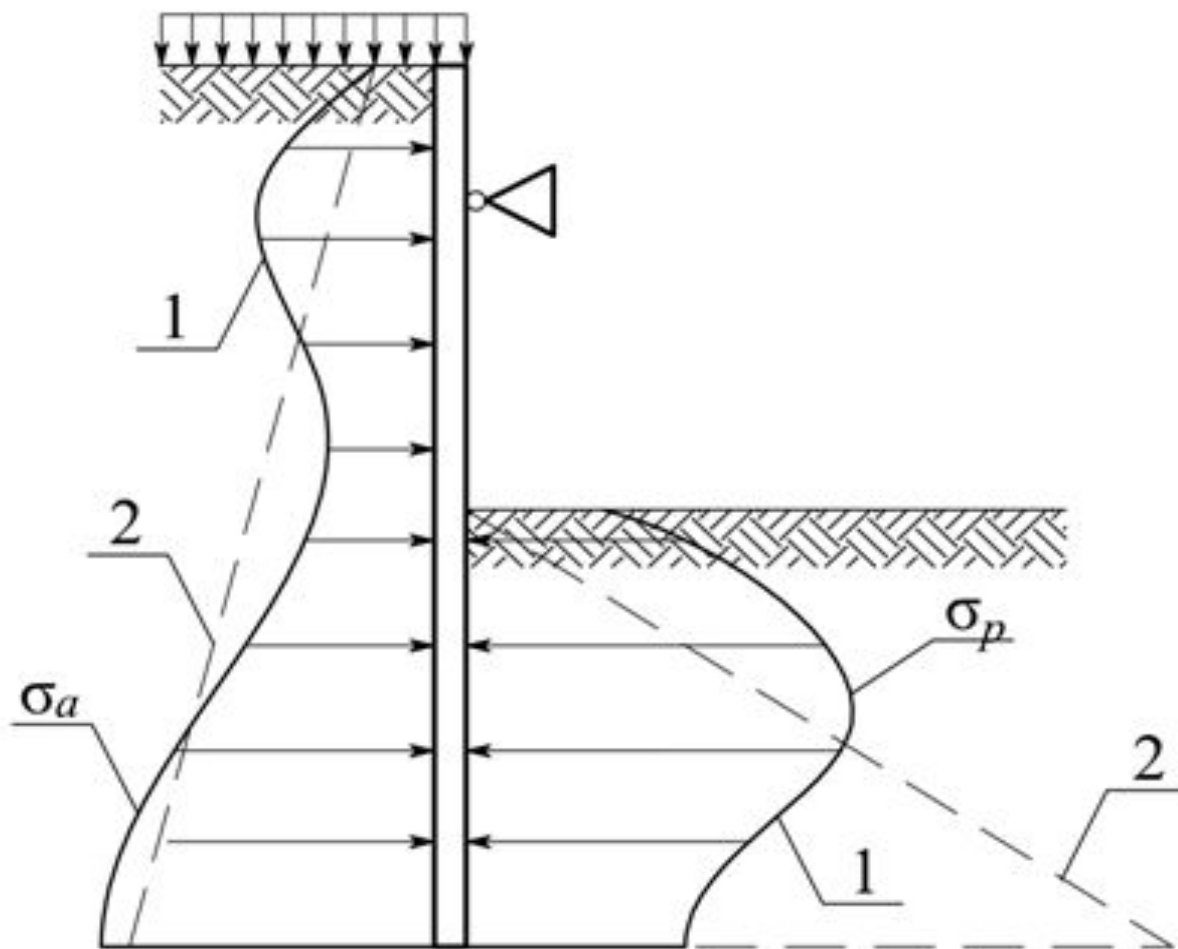
ПАССИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Величина пассивного давления в соответствии с действующими нормами (СП 22.13330.2011) определяется по формуле:

$$\sigma_p = (q + \gamma \times z) K_p + 2 \times c \times \sqrt{K_p} \quad (2.5)$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \theta)}{\cos^2 \theta \times \cos(\delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \times \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\delta - \theta) \times \cos(\beta - \theta)}} \right]^2} \quad (2.7)$$

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ДАВЛЕНИЯ ГРУНТОВ НА ОГРАЖДЕНИЯ



Давление грунта на подпорную стенку (Будин Я. И., 1974)

1 – эпюры, полученные в результате экспериментов;

2 – эпюры, рассчитанные по теории Кулона

**23. ВИДЫ СВАЙ И
СВАЙНЫЕ
ФУНДАМЕНТЫ.
ТИПЫ И ВИДЫ СВАЙ,
ВЫПОЛНЕННЫХ В
ГРУНТЕ.
МЕТОДЫ
ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ В
ГРУНТ.
ТЕХНОЛОГИИ
УСТРОЙСТВА СВАЙ В
ГРУНТЕ**



Сваи

Предварительно
изготовленные

Забивные сваи

Винтовые сваи

Сваи оболочки

Вдавливаемые сваи

Изготавливаемые в
грунте

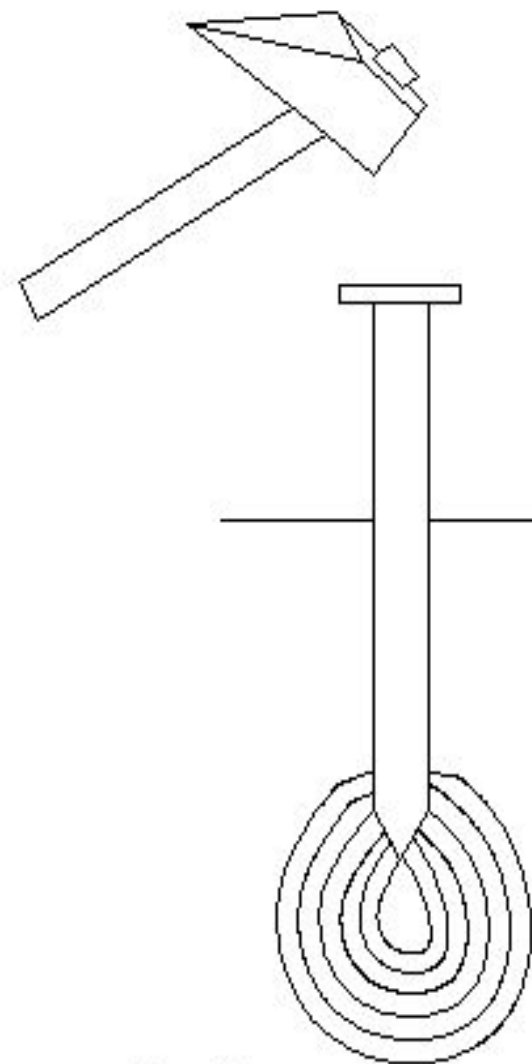
Набивные

Буровые

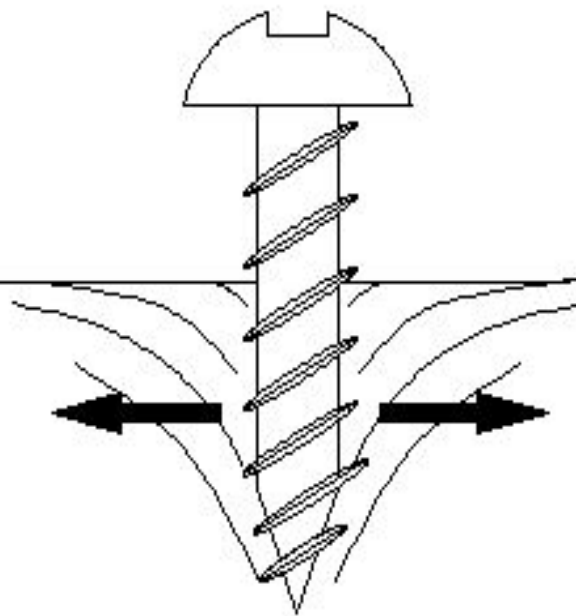
Буроинъекционные

Буронабивные

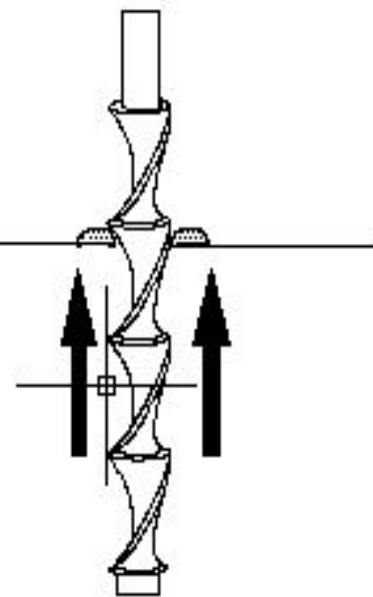
Упрощенный принцип устройства свай по различным технологиям



Забивные сваи



Набивные сваи



Буровые сваи

МЕТОДЫ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ В ГРУНТ

- забивка свай ударным молотом;
- погружение вибрированием;
- вдавливанием;
- ввинчиванием;
- погружение с подмывом;
- погружение в предварительно пробуренную лидерную скважину;
- погружение под защитой обсадной трубы с теряемым наконечником;
- погружение с помощью расширителя;
- погружение под защитой глинистого раствора

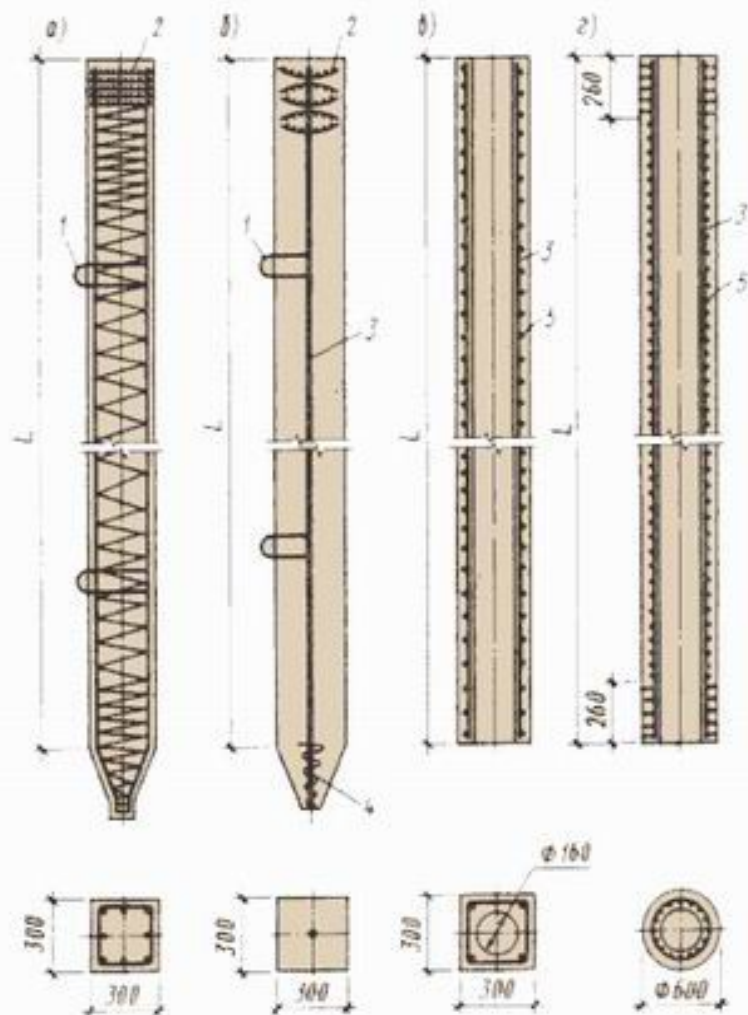


Рис. 11.6. Конструкция железобетонных свай:

a — призматическая с поперечным армированием ствола; *б* — то же, без поперечного армирования ствола; *в* — то же, с круглой полостью; *г* — полая круглая; *1* — строповочная петля; *2* — арматурные сетки головы; *3* — продольная арматура; *4* — спираль острия; *5* — поперечная спиральная арматура

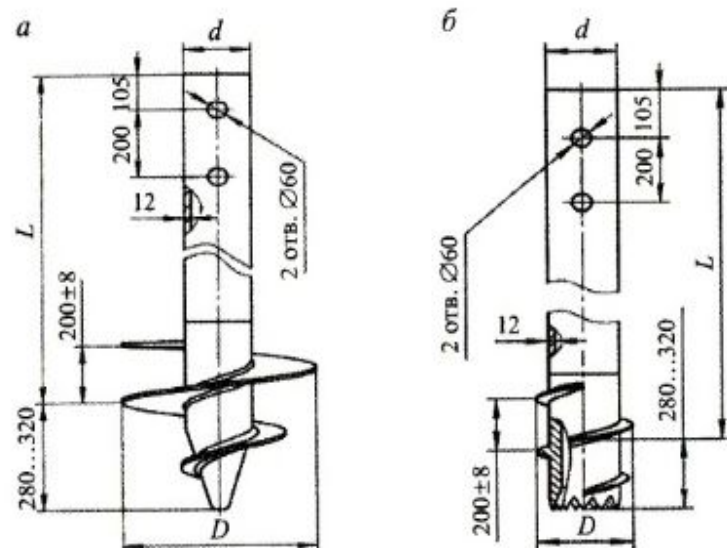


Рис. 1.13. Стальные винтовые сваи с литым наконечником, разработанные в Севзапэнергопроекте:

a — для талых грунтов; *б* — для вечномёрзлых грунтов

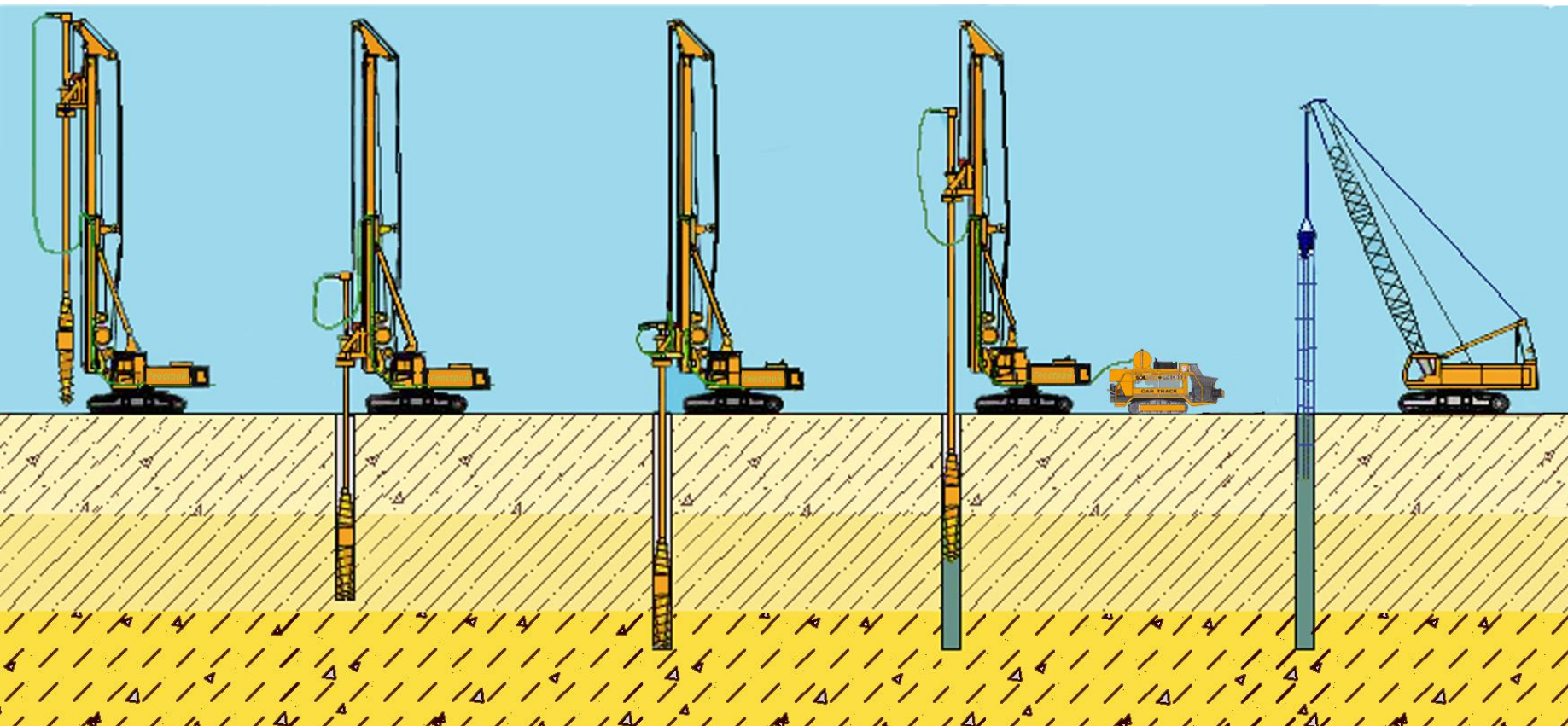
Таблица 1.2

Номенклатура винтовых свай

Марка свай	Длина свай L , мм	Диаметр ствола d , мм	Диаметр лопасти D , мм	Площадь опорной поверхности лопасти, m^2
СВЛ-15	5000 ± 25	168	500 ± 9	0,162
СВЛ-25	5000 ± 25	219	500 ± 9	0,162
СВЛ-28	5000 ± 25	219	850 ± 9	0,532
СВЛМ-23	5000 ± 25	219	300 ± 8	0,037
СВЛ-15-01	6000 ± 31	168	500 ± 9	0,162
СВЛ-25-01	6000 ± 31	219	500 ± 9	0,162
СВЛ-28-01	6000 ± 31	219	850 ± 9	0,532
СВЛМ-23-01	6000 ± 31	219	300 ± 8	0,037

Примечание. Материал свай — сталь С255 или С345 (09Г2С).

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА НАБИВНЫХ СВАЙ DDS



1. Установка бурового станка на точку.

2. Погружение бурового инструмента с системой уплотнения до проектной отметки.

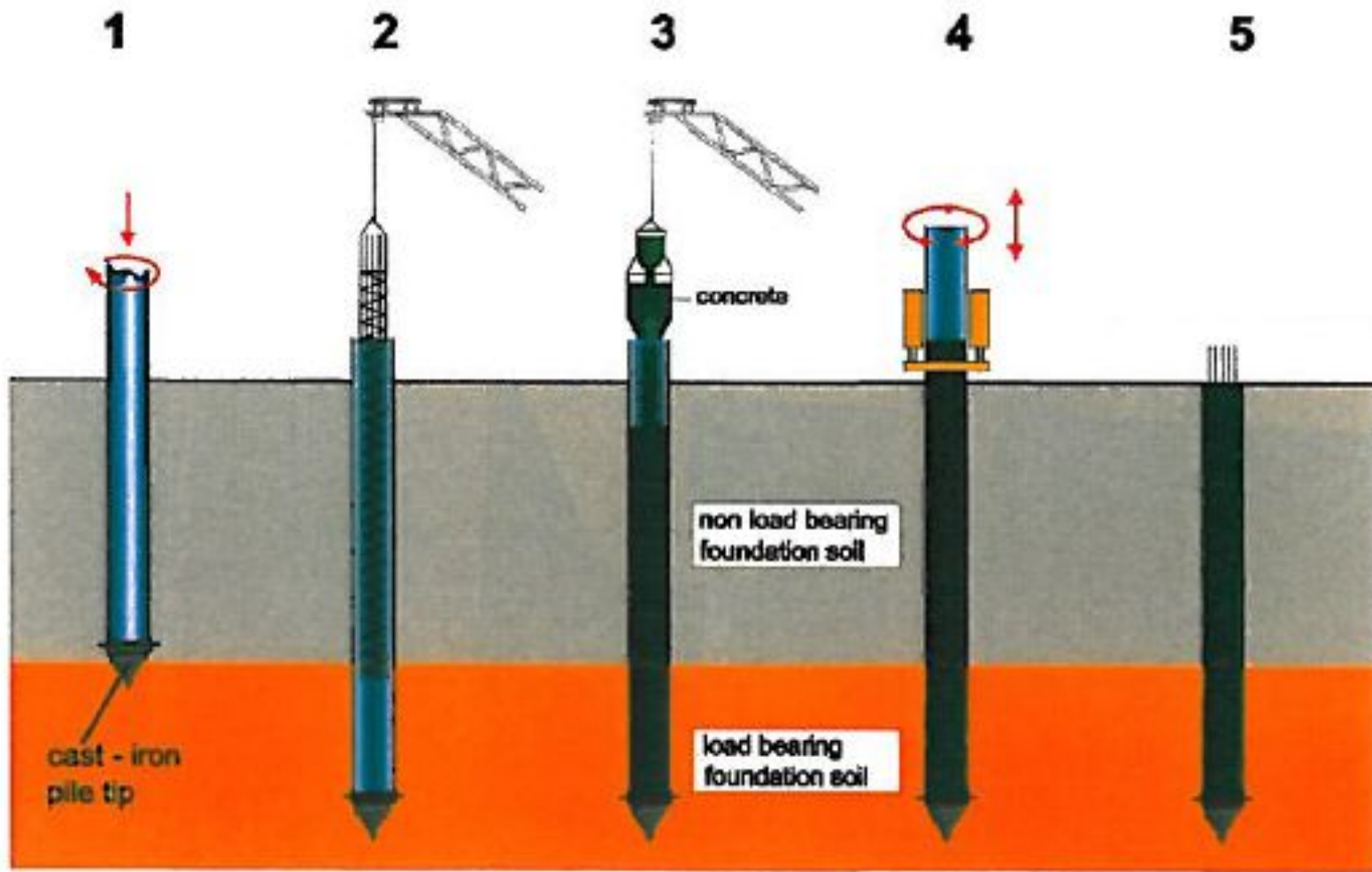
3. Извлечение бурового инструмента с одновременной закачкой бетона.

4. Погружение армокаркаса вибропогружателем с помощью крана.

УСТРОЙСТВО СВАЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ «DDS» УСТАНОВКОЙ BG-25



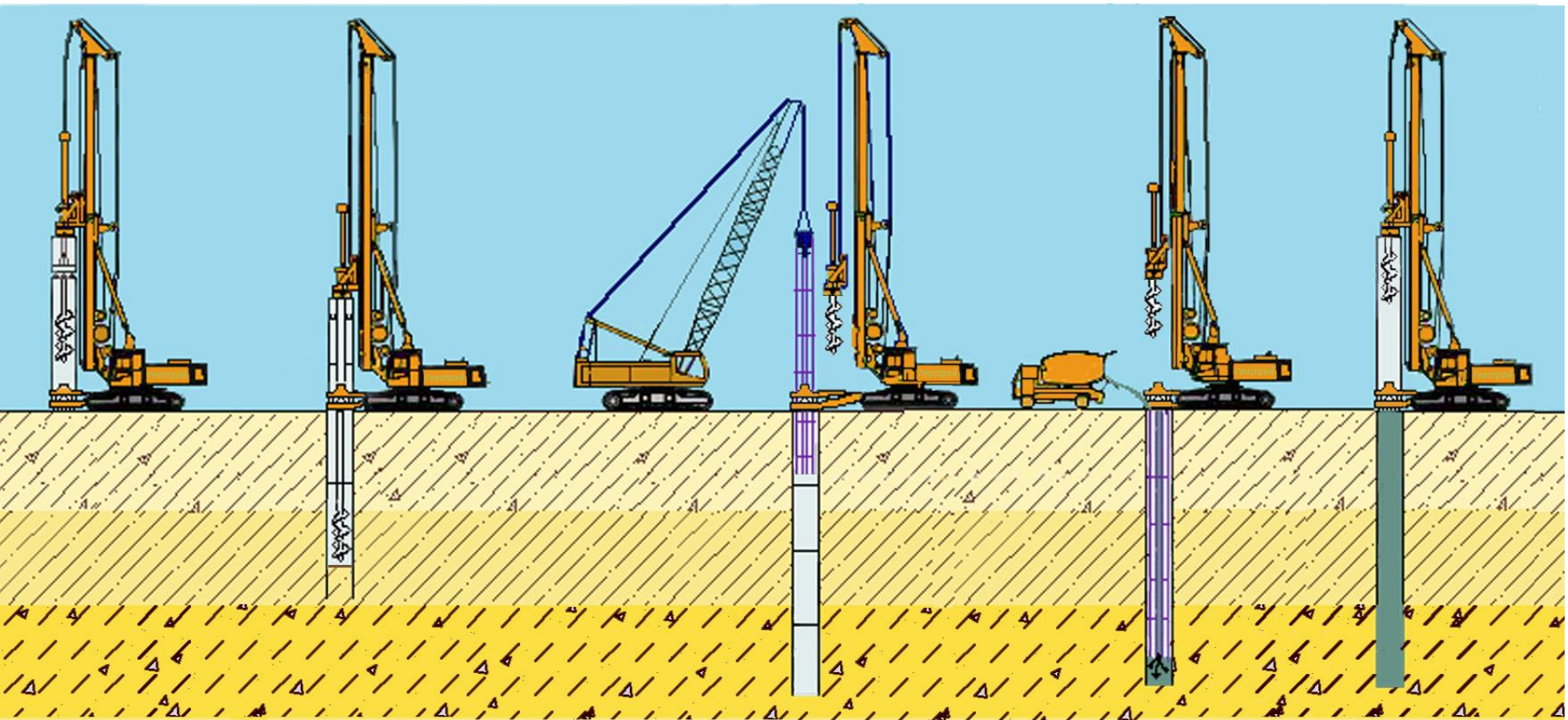
ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА НАБИВНЫХ СВАЙ FUNDEX, TUBEX



ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА НАБИВНЫХ СВАЙ FUNDEX, TUBEX



СВАИ ИЗГОТОВЛИВАЕМЫЕ НА ПЛОЩАДКЕ ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА БУРОВЫХ СВАЙ С ОБСАДНОЙ ТРУБОЙ



1. Установка бурового станка на точку бурения.

2. Погружение обсадной трубы до проектной отметки. Извлечение грунта из обсадной трубы

3. Погружение армокаркаса в скважину.

4. Заполнение скважины бетоном из автобетоносмесителя.

5. Извлечение обсадных труб.

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА СВАЙ ПОД ЗАЩИТОЙ ОБСАДНОЙ ТРУБЫ



ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ

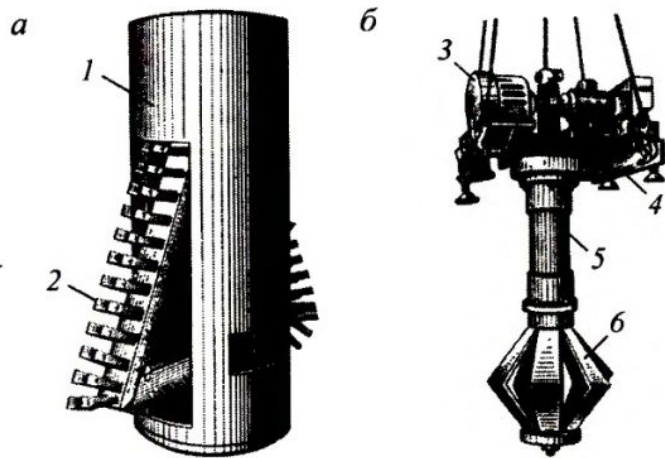


Рис. 2.13. Приспособления для уширения скважин разбу-
риванием (а) и статическим вдавливанием (б) грунта:

1 – цилиндр бур
мотор установки
ра

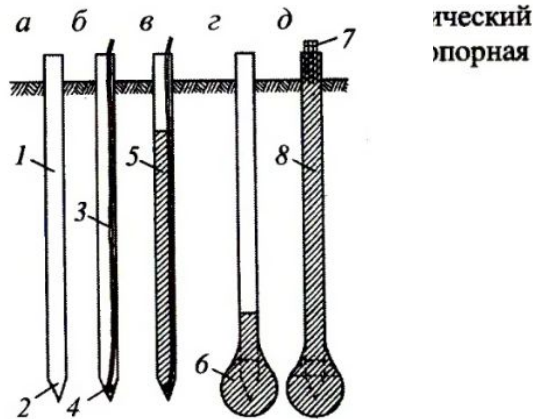


Рис. 2.16. Технологическая схема
А. А. Луги для изготовления свай
с камуфлетной пятой:

1 – полая оболочка; 2 – конический
наконечник; 3 – взрывная сеть; 4 – за-
ряд взрывчатого вещества; 5 – бетон-
ная смесь; 6 – камуфлетное ушире-
ние; 7 – арматурный каркас; 8 – свая

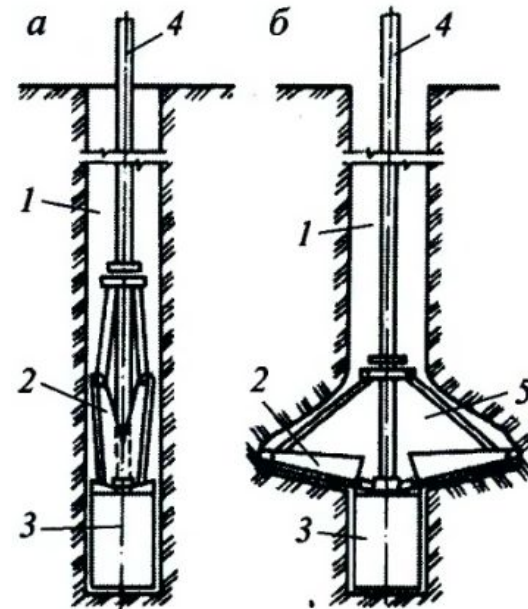


Рис. 2.15. Разбуривание грунта
уширителем пантографного типа:

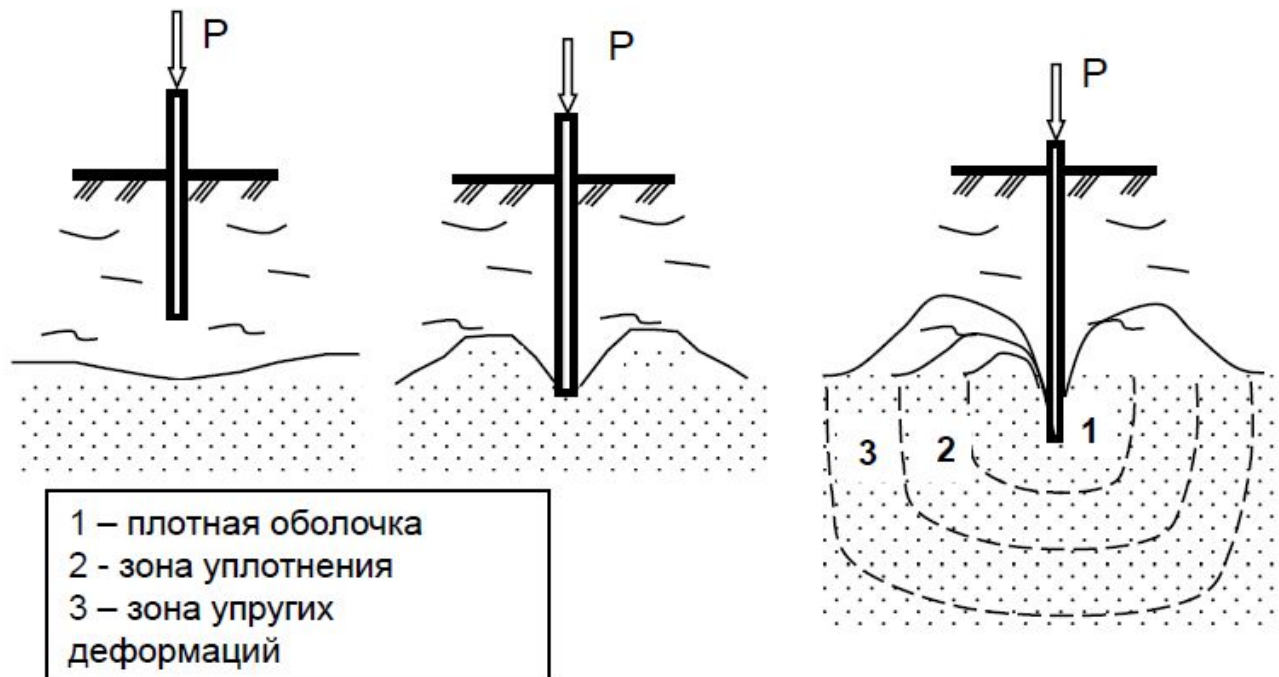
а – положение уширителя в скважине
до разбуривания грунта; б – то же по-
сле разбуривания; 1 – скважина; 2 –
режущие ножи уширителя; 3 – грун-
тосборник; 4 – штанга; 5 – уширение

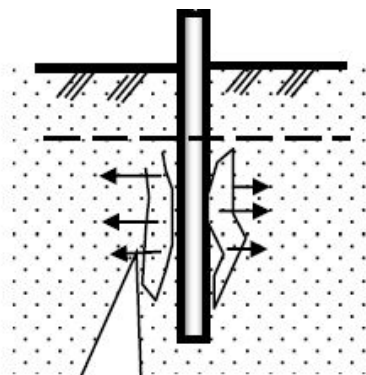
**24. ЯВЛЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В ГРУНТЕ ПРИ
ПОГРУЖЕНИИ СВАЙ, ПОНЯТИЕ ОБ ОТДЫХЕ,
ОТКАЗЕ И ЛОЖНОМ ОТКАЗЕ СВАЙ. РАБОТА
ОДИНОЧНЫХ СВАЙ И СВАЙ В КУСТЕ**

Отказ при забивке свай. Понятие об истинном и ложном отказе.

Величина погружения сваи при ударе (забивке) носит название отказ.

При погружении свай через **песчаные грунты** величина отказа с глубиной резко уменьшается и в некоторых случаях может достигнуть **нуля**.



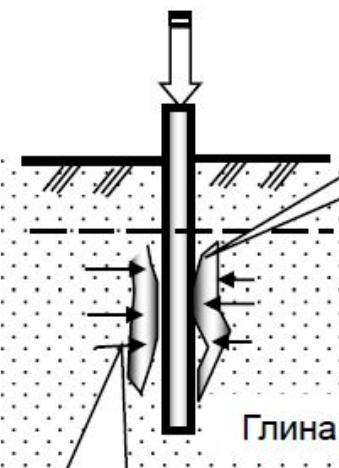


Отжатие
воды

В данном случае под острием сваи образуется переуплотненное ядро, а вдоль ствола сваи за счет отжатия воды возникает «сухое» трение.

Отток воды от источника колебаний в песчаных грунтах связан с хорошей фильтрующей способностью последних. Свая перестает погружаться, отказ сваи становится равным нулю.

Для увеличения отказа сваи необходимо предоставить **отдых**, т.е. остановить забивку на 3...5 дней.



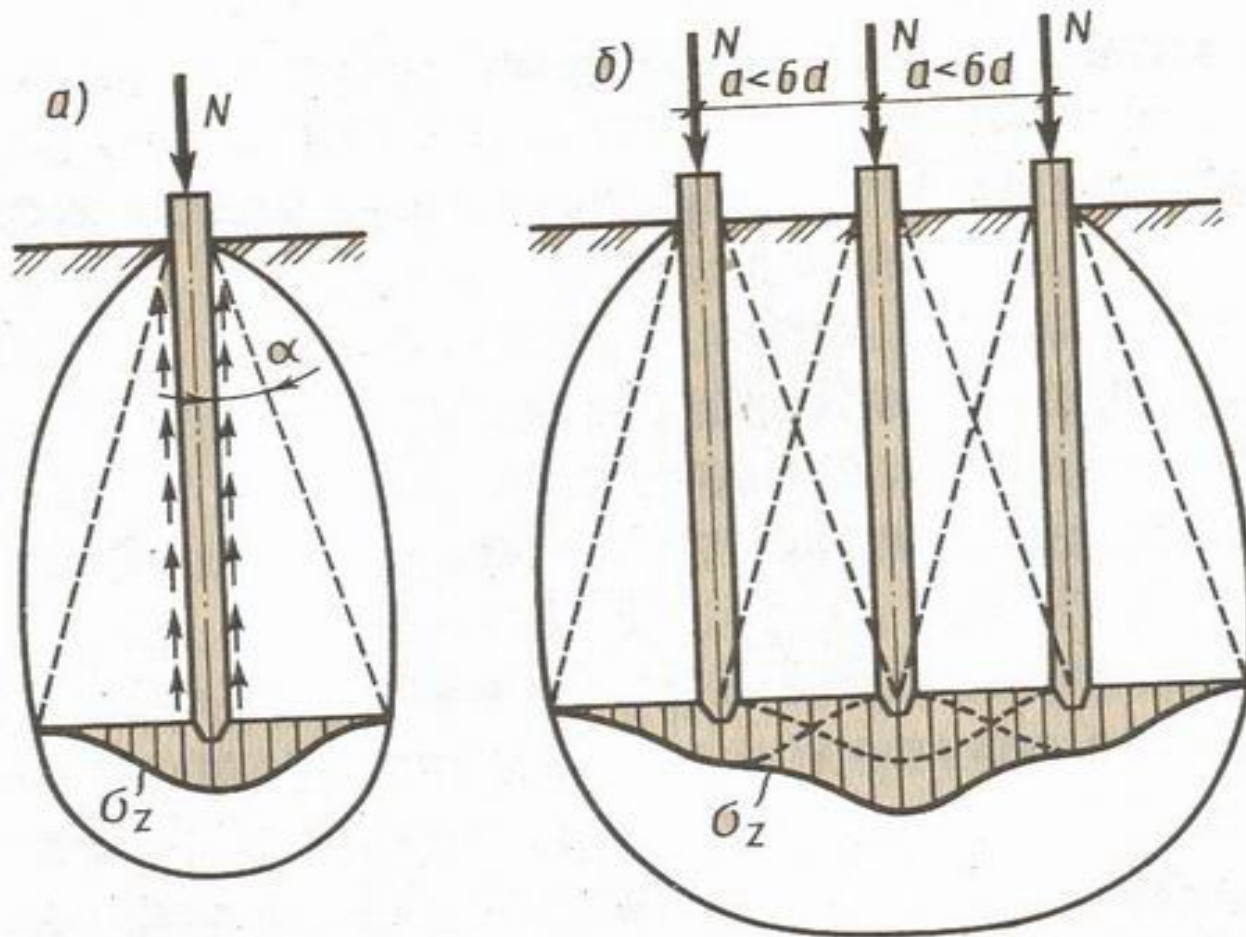
Пленки воды

Миграция
воды

При забивке в глинистых грунтах величина отказа (e) с глубиной или становится постоянной, или увеличивается.

После отдыха в течение 3...6 недель (снятие динамических воздействий) величина отказа уменьшается. Это явление получило название «засасывание сваи».

РАБОТ ОДИНОЧНОЙ СВАИ И ГРУППЫ СВАЙ



Схемы передачи нагрузки на
грунт основания:

a — одиночной сваей; *б* — группой свай



МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ

СП 24.13330.2011

СВАЙНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ

Актуализированная редакция

СНиП 2.02.03-85

Издание официальное

Москва 2011

25. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАИ ПО МАТЕРИАЛУ И ПО ГРУНТУ

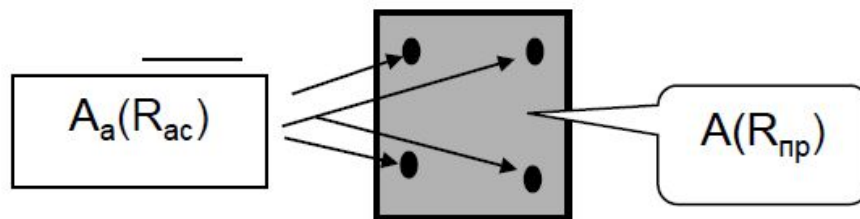
1. Несущая способность сваи по материалу

В зависимости от материала сваи – по нормам проектирования соответствующих конструкций – определяется несущая способность сваи

Пример: ж/б свая испытывает в основном продольное сжатие

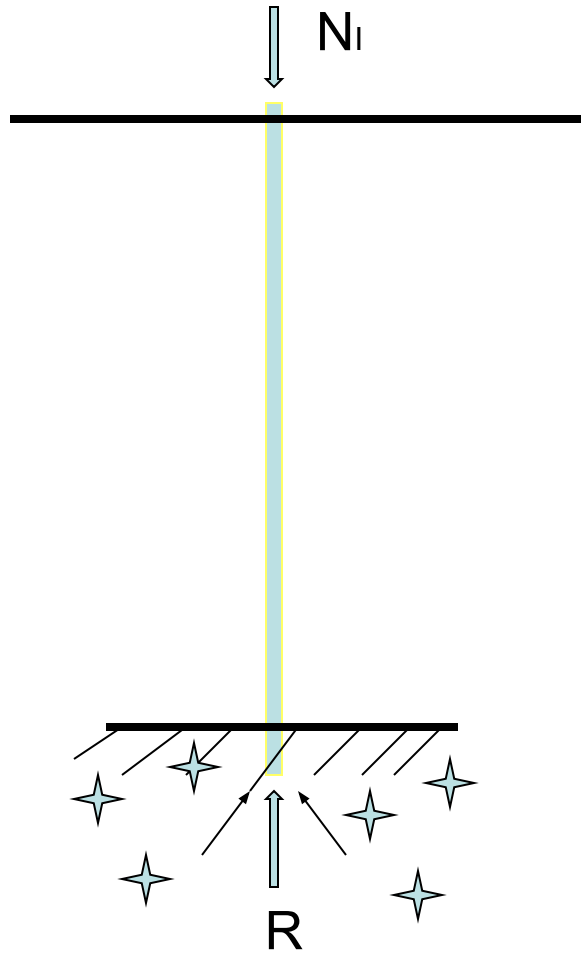
$$P = \gamma_c \varphi (R_{np} A + R_{ac} A_a)$$

где γ_c – коэффициент условия работы сваи = 1; φ – коэффициент продольного изгиба = 1; $\varphi < 1$ для свайных фундаментов с высоким ростверком.



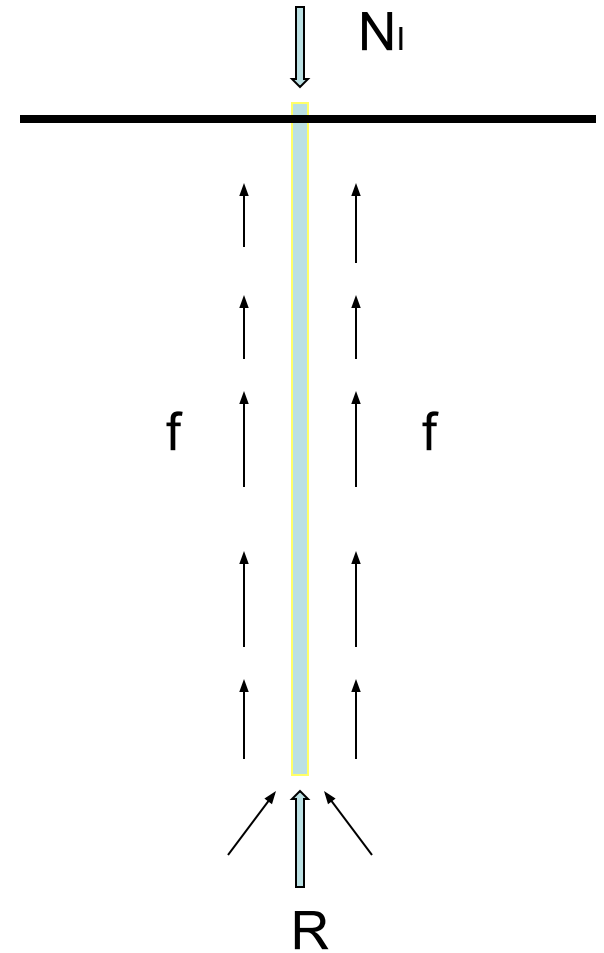
ХАРАКТЕР РАБОТЫ СВАЙ В ГРУНТЕ

А) Сваи стойки;



$$F = RA$$

В) Сваи трения (висячие)

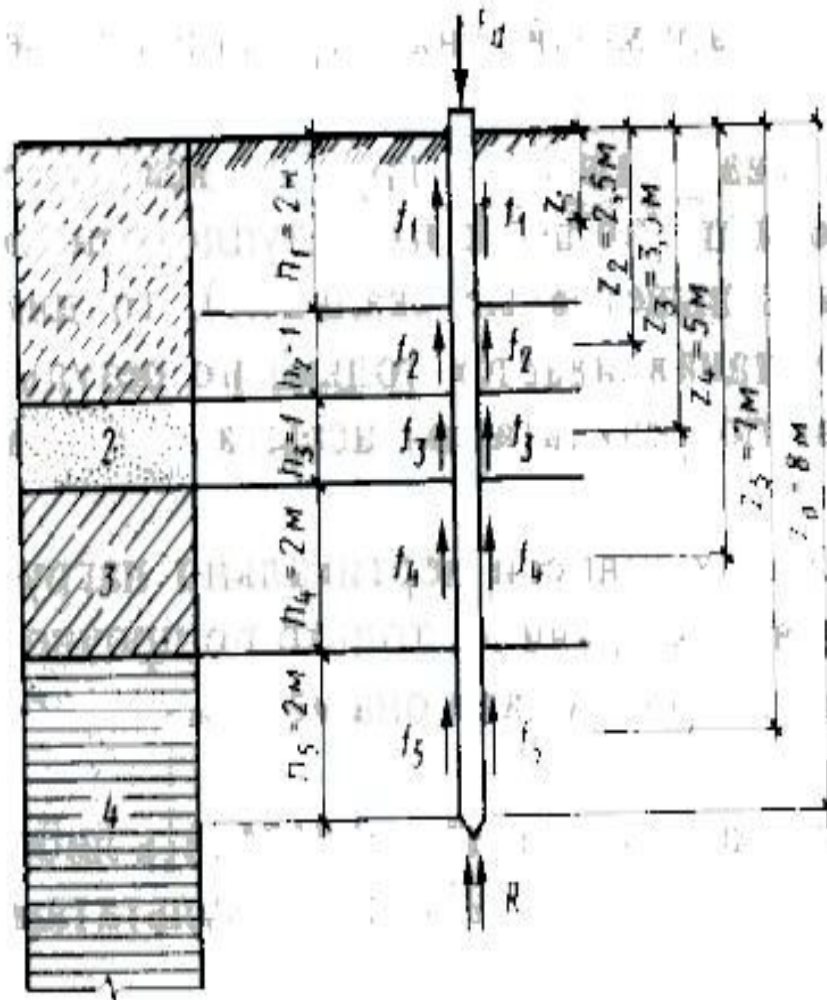


$$F = R_0 + \sum f_i$$

РАСЧЕТНАЯ СХЕМА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОДИНОЧНОЙ СВАИ ПО ГРУНТУ НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ НАГРУЗКУ

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + u \sum_{i=1}^n \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i \right)$$

$$\gamma_c = 1,0$$



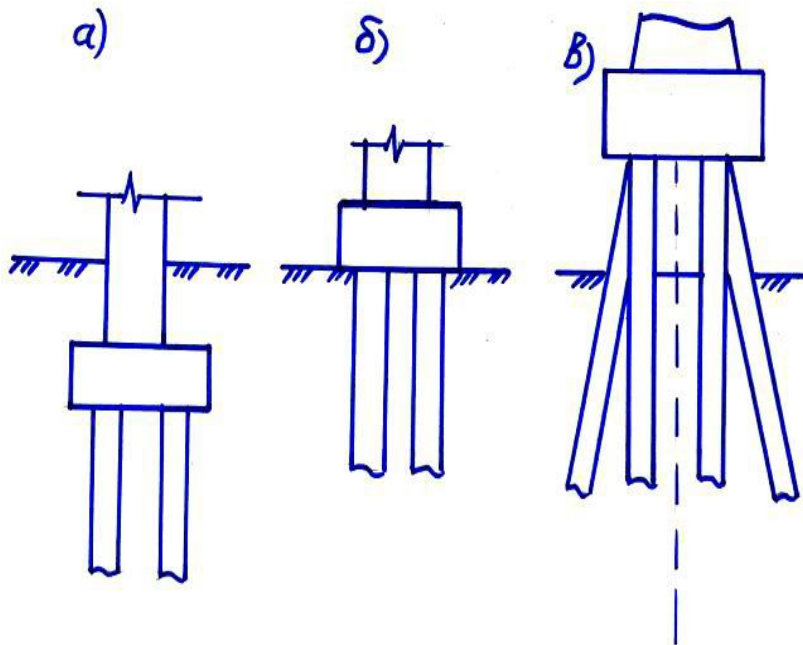
**26. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНО
НАГРУЖЕННЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ.
МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВАЙНЫХ
ФУНДАМЕНТОВ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ
ПО I-ОЙ ГРУППЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ
(ПОРЯДОК РАСЧЕТОВ)**

- **1. Выбор глубины заложения ростверка;**
- **2. Выбор длины, диаметра и технологии изготовления сваи;**
- **3. Оценка несущей способности свай (по грунту, по материалу);**
- **4. Определение количество свай (в свайном поле, кусте или в ленточном ростверке);**
- **5. Размещение свай в плане;**
- **6. Конструирование ростверка (а - назначение ступеней ростверка; б - расчет на продавливание колонной и угловой сваей);**
- **Расчет осадки свайного поля, куста, ленточного ростверка**

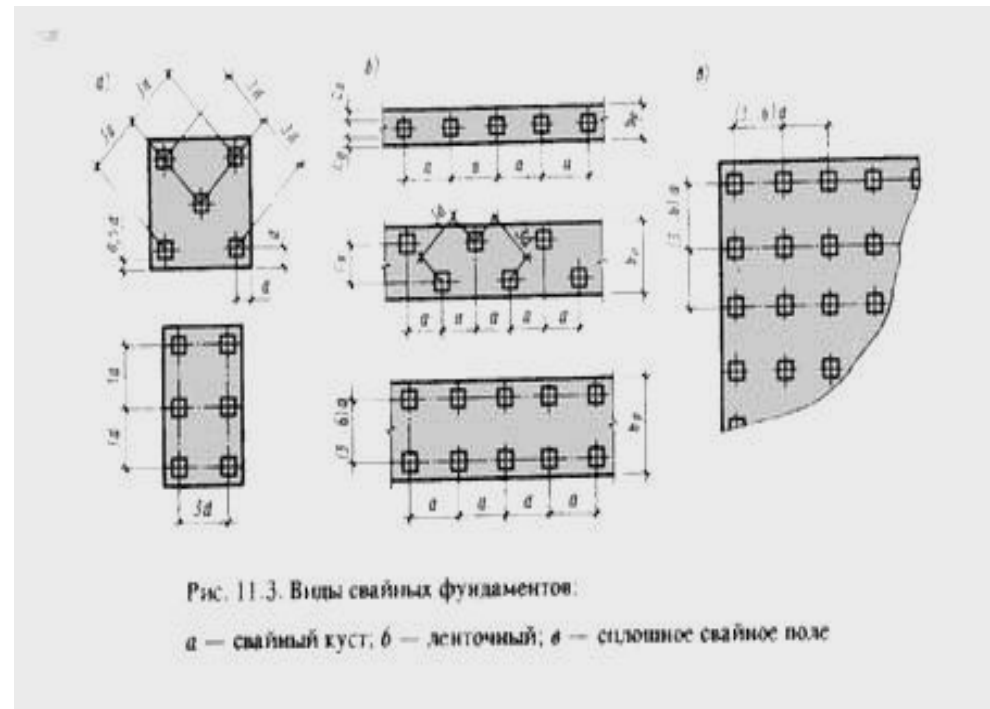
ВИДЫ РОСТВЕРКОВ И РАЗМЕЩЕНИЕ СВАЙ В ПЛАНЕ

Виды ростверков



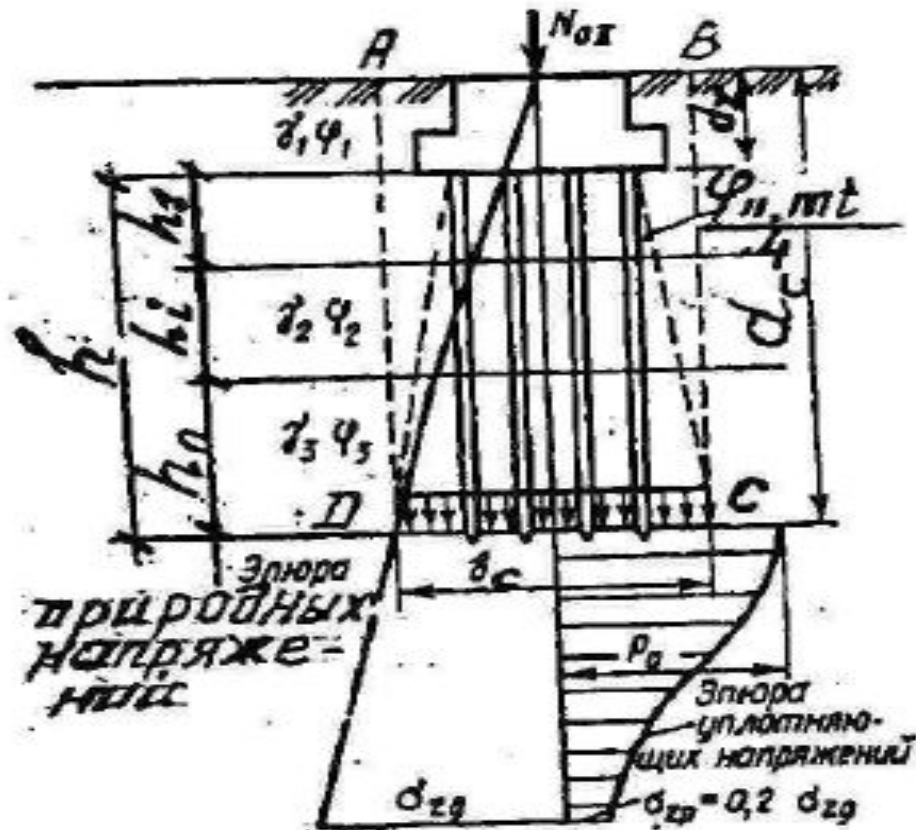
а) низкий; б) повышенный;
в) высокий

Расположение свай в ростверке



а) свайный куст; б) ленточный;
в) сплошное свайное поле

РАСЧЕТ ОСАДКИ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА



$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} h_i}{E_i}$$

где β - безразмерный коэффициент, равный 0,8;

$\sigma_{zp,i}$ - среднее значение дополнительного вертикального нормального напряжения в i -м слое грунта, равное полусумме указанных напряжений на верхней $z_{i,1}$ и нижней z_i границах слоя по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента (см. пп. 2-4);

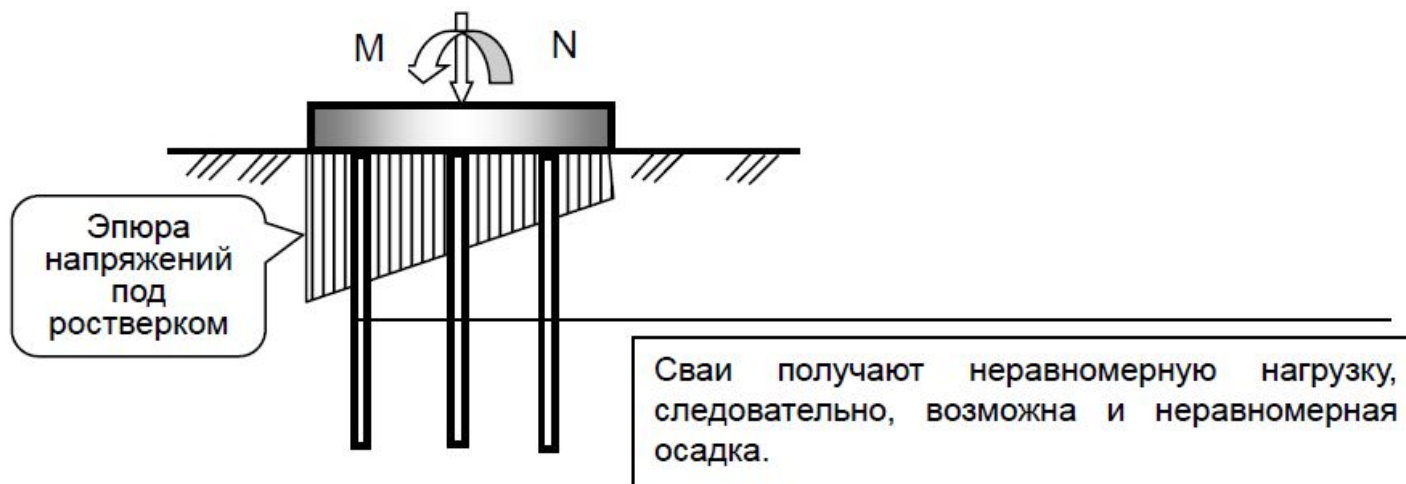
h_i и E_i - соответственно толщина и модуль деформации i -го слоя грунта;

n - число слоев, на которые разбита сжимаемая толща основания.

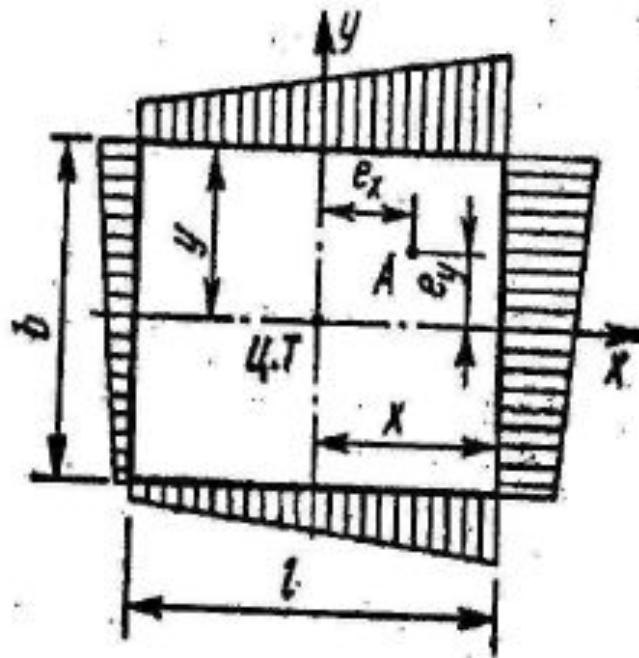
27. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНЕЦЕНТРЕННО НАГРУЖЕННЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ.

Внецентренно нагруженным свайным фундаментом называется такой, у которого равнодействующая нагрузок не проходит через центр тяжести площади поперечного сечения свай в плоскости верхних концов (подошвы ростверка).

При наличии момента, действующего на свайный ростверк, расчет ведется по формулам внецентренного сжатия.



Необходимо выравнивать нагрузки по сваям, для этого смещают **центр свайного основания**, стремясь его к совмещению с **центром давления**.



Для фундаментов с вертикальными сваями расчетную нагрузку на сваю допускается определять по формуле

$$N = \frac{N_d}{n} \pm \frac{M_x y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x}{\sum x_i^2},$$

где N_d — расчетная сжимающая сила, кН (тс);

M_x , M_y — расчетные изгибающие моменты, кН·м (тс·м), относительно главных центральных осей x и y плана свай в плоскости подошвы ростверка;

n — число свай в фундаменте;

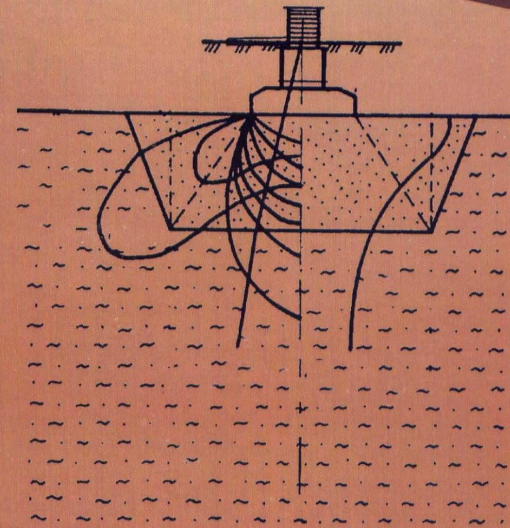
x_i , y_i — расстояния от главных осей до оси каждой сваи, м;

x , y — расстояния от главных осей до оси каждой сваи, для которой вычисляется расчетная нагрузка, м.

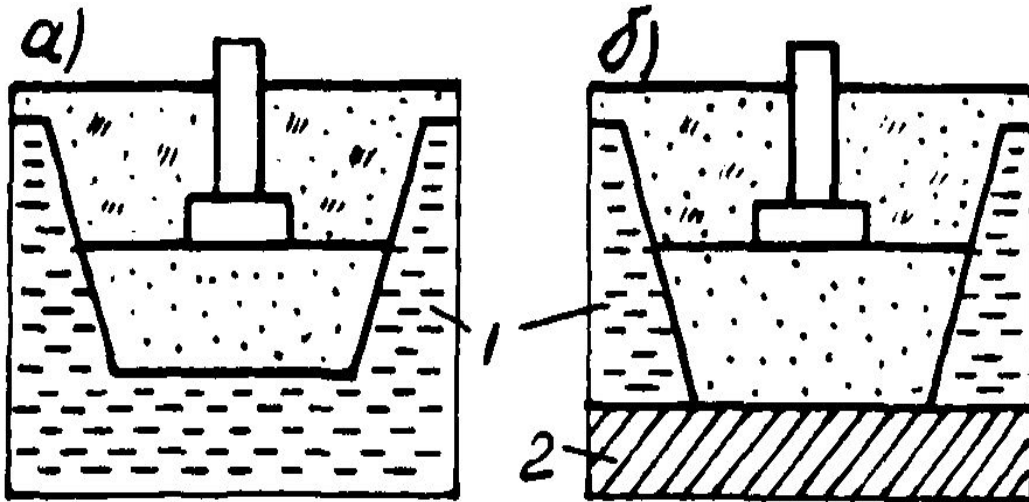
28. ИСКУССТВЕННЫЕ ОСНОВАНИЯ

Р.А.Мангушев Р.А.Усманов С.В.Ланько В.В.Конюшков

МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ И УСТРОЙСТВА ИСКУССТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ



Виды песчаных подушек на слабых водонасыщенных грунтах



а- висячие; б- опертые;
1- слабый грунт; 2- прочный грунт

Для определения ширины подушки задаются распределением давления в ней под углом α , который принимается равным $\alpha = 30...45^\circ$. Тогда:
$$b_n = b + 2h_n \operatorname{tg}\alpha$$

В этом случае фундамент опирается на песчаную подушку (хороший грунт), а ниже располагается слабый слой грунта. Возникает необходимость проверки слабого подстилающего слоя грунта. Такая проверка производится исходя из следующего условия:

$$\sigma_{zg} + \sigma_{zp} \leq R_{cl}; \quad (1)$$

где σ_{zg} – ордината эпюры природного давления грунта, приходящегося на кровлю слабого подстилающего слоя; σ_{zp} – ордината эпюры дополнительного (уплотняющего) давления грунта, приходящегося на кровлю слабого подстилающего слоя; R_{cl} – расчетное сопротивление слабого слоя грунта в уровне низа подушки от условного фундамента

Условие (1) позволяет запроектировать песчаную подушку, используя метод последовательных приближений:

1. Первоначально задаются высотой песчаной подушки (h_n), исходя из геологических условий и планируемого производства работ.
2. Строят эпюры природного и дополнительного (уплотняющего) давлений грунта.
3. Вычисляют R_{cl} – расчетное сопротивление слабого слоя грунта в уровне низа подушки от условного фундамента. Ширина подошвы условного фундамента определяется исходя из угла α - рассеивания напряжений, который принимается:

- $\alpha = 45^\circ$ - для торфа; - $\alpha = 50...60^\circ$ - для пылеватых песков.

Проверяется условие (1).

Оптимальная влажность при уплотнении грунта

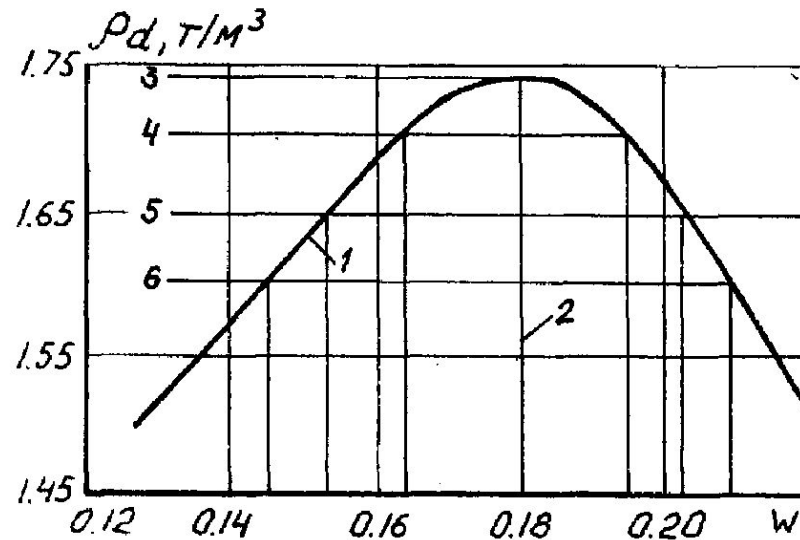


Таблица 1.1. Значения оптимальной влажности и плотности скелета грунта

Вид грунта	Диапазоны	
	оптимальной влажности $w_{opt}, \%$	плотности сухого грунта $\rho_d, T/M^3$
Песок крупный и средней крупности.....	8... 12	1,75... 1,95
Песок мелкий.....	9... 15	1,65... 1,85
Песок пылеватый.....	14... 23	1,6... 1,82
Суглинок тяжелый.....	15... 22	1,6... 1,8
Суглинок пылеватый.....	17... 23	1,58... 1,78
Глина.....	18... 25	1,55... 1,75

Коэффициент уплотнения грунта

Уплотнение грунтов обычно производится до определенной степени плотности $\rho_{d,com}$, выражаемый через коэффициент уплотнения k_{com} , представляющий собой отношение заданного или фактически полученного значения уплотненного грунта ρ_d к его максимальному значению по стандартному уплотнению $\rho_{d,max}$:

$$k_{com} = \rho_d / \rho_{d,max} \quad (1.3)$$

В зависимости от назначения уплотненного основания строительными нормами рекомендуются различные значения коэффициента уплотнения, которые принимаются по табл. 1.2.

Таблица 1.2. Необходимая степень уплотнения грунтов

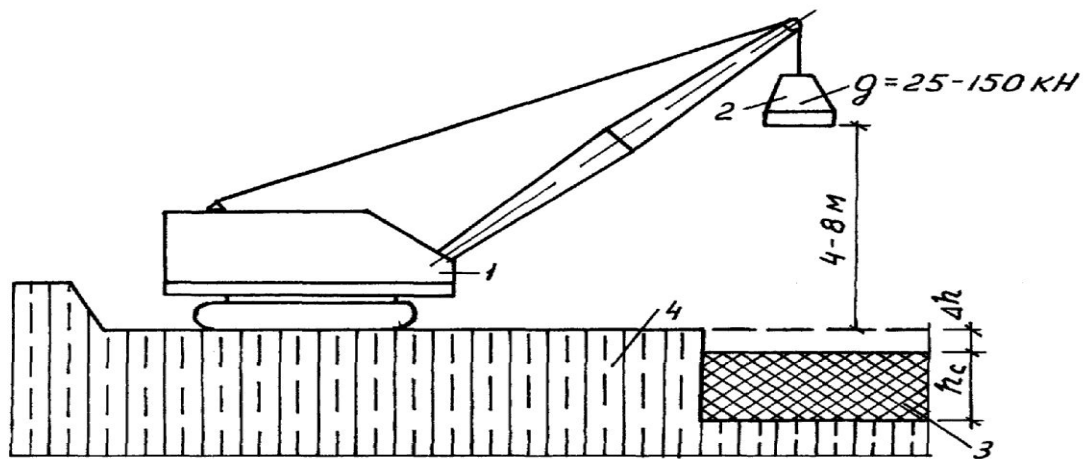
Назначение уплотненного грунта	Коэффициент уплотнения k_{com}
Для оснований фундаментов зданий, сооружений и тяжелого оборудования, полов с равномерной нагрузкой более 0,15 МПа	0,95... 0,98
То же для среднего оборудования, внутренних конструкций, полов с нагрузкой 0,005... 0,15 МПа	0,92... 0,95
То же для легкого оборудования, отмосток у зданий, полов с нагрузкой менее 0,05 МПа	0,90... 0,92

Толщина уплотненного слоя грунта при работе различных механизмов

Глубина (толщина) уплотненного слоя грунта

№ пп	Вид уплотняющих машин и механизмов	Толщина уплотняемого слоя, м
1.	Пневматические трамбовки.....	0,1... 0,2
2.	Катки:	
	гладкие.....	0,1... 0,25
	кулачковые.....	0,2... 0,35
3.	Виброкатки.....	0,4... 1,2
4.	Катки с падающим грузом массой 8 - 17 кН	1,0... 1,5
5.	Виброплиты.....	0,2... 0,6
6.	Молот двойного действия массой 22 кН на металлической плите (поддоне).....	1,2... 1,4
7.	Тяжелые трамбовки массой, кН:	
	20 - 30.....	1,5... 2,0
	45 - 50.....	2,5... 3,0
	100.....	5,5... 6,0

Уплотнение грунтов тяжелыми трамбовками

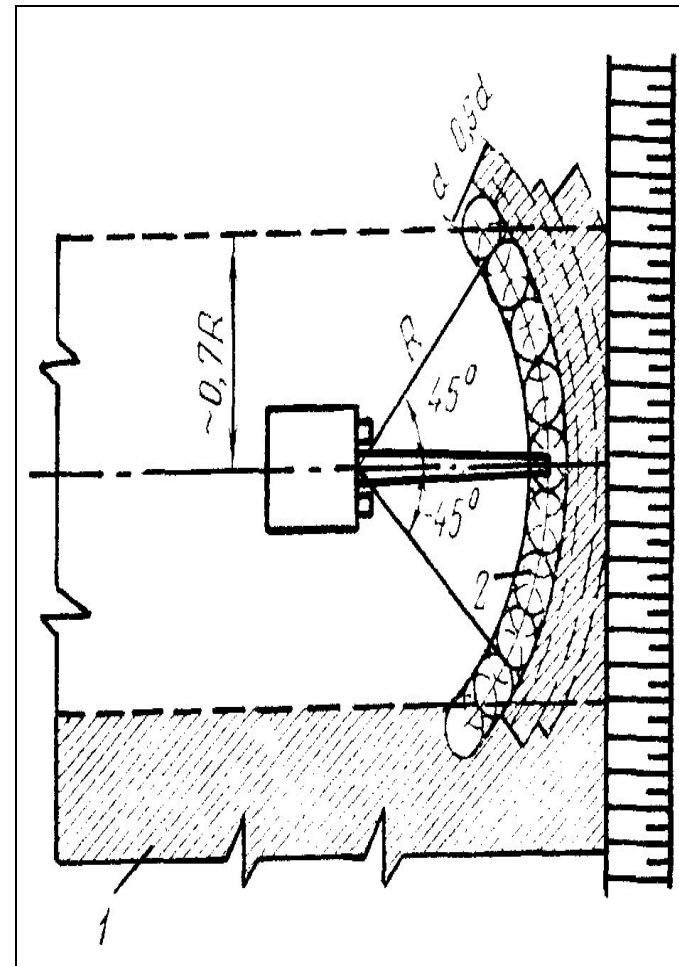


Глубина уплотнения тяжелыми трамбовками h_c зависит от природной плотности и влажности грунтов, диаметра и веса трамбовки, режима уплотнения и при оптимальной влажности приблизительно принимается

$$h_c = k \cdot d, \quad (1.8)$$

где d – диаметр основания трамбовки, м; k – коэффициент, принимаемый по данным экспериментальных исследований для супесей и суглинков равным 1,8, для глин 1,5.

При устройстве сплошного маловодопроницаемого экрана глубина уплотнения должна быть $h_c > 1,5 \text{ м}$.



ГИДРОВИБРОУПЛОТНЕНИЕ

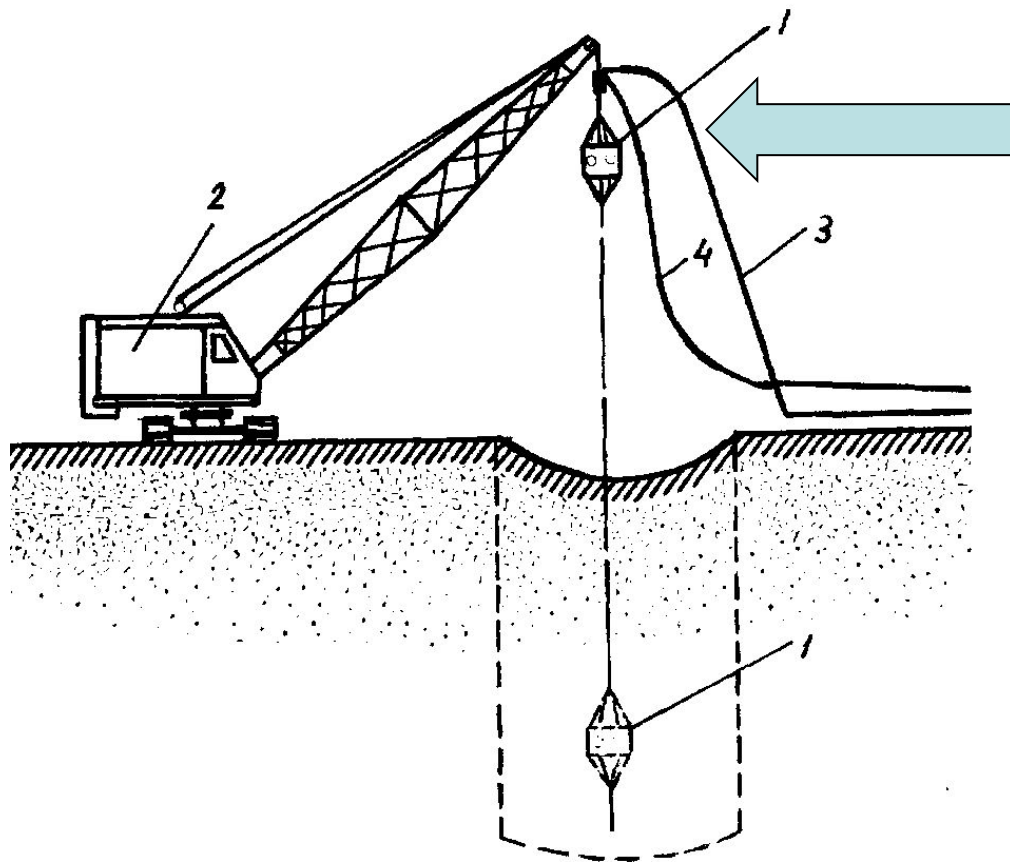


Схема гидровибрационной
установки для уплотнения
рыхлых песков

1- вибратор; 2- кран; 3- шланг для
подачи воды; 4- кабель для
электропитания

Уплотнения слабых водонасыщенных грунтов песчаными дренами и пригрузкой территории

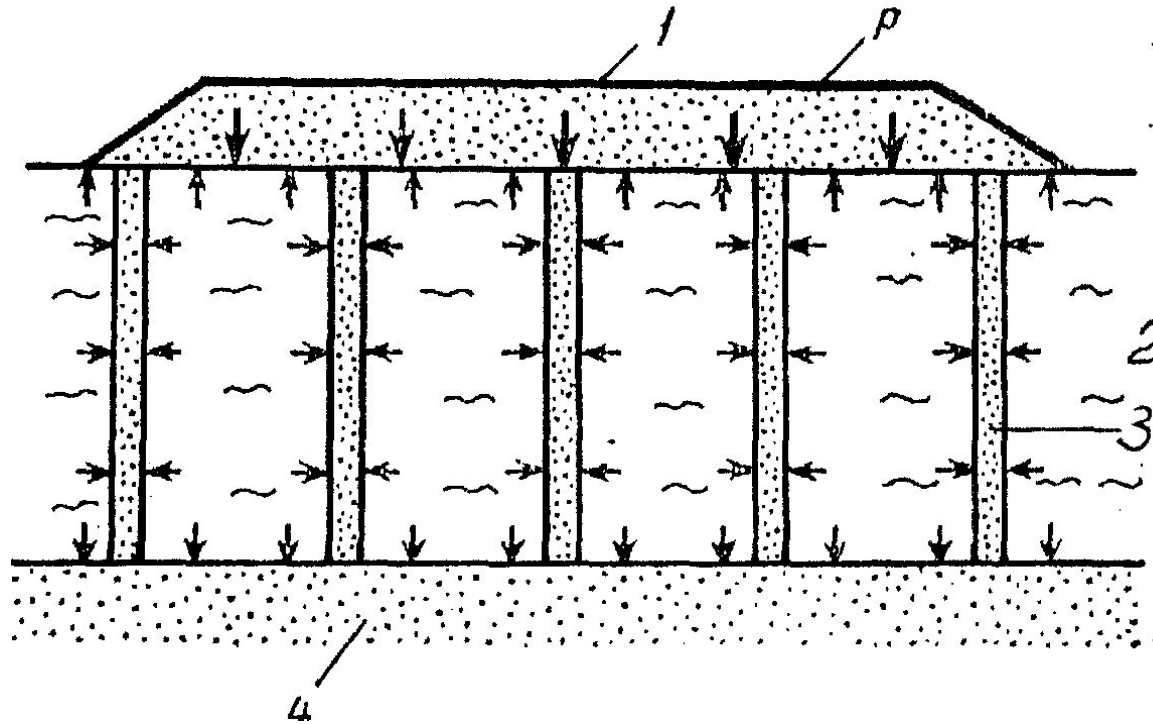


Схема уплотнения слабых водонасыщенных грунтов песчаными дренами и пригрузкой территории

1 - фильтрующая пригрузка; 2- слабый грунт; 3- песчаная дрена; 4- подстилающий дренирующий слой

**29. СПОСОБЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ ИХ
ПРИМЕНИМОСТЬ.
АРМИРОВАНИЕ ГРУНТОВ
ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ.
СТРУЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ
ГРУНТОВ**

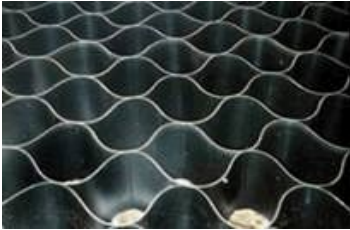
Технологии закрепления грунтов

- Армирование геосинтетическими материалами;
- Глубинное перемешивание грунтов DSM;
- Струйная технология

Армирование геосинтетическими материалами



Геотекстиль экологически чистый нетканый материал, изготовленный из бесконечных полипропиленовых волокон иглопробивным методом, что обеспечивает его высокую химическую стойкость, устойчивость к термоокислительному старению, а также высокие физико-механические свойства. Геотекстиль применяется для дорожного строительства, строительства туннелей, гидротехнических сооружений, железных дорог, трубопроводов, гидродренажных систем, мусорных свалок, для армирование откосов.



Георешетка – геотекстильный каркасный материал, представляющий собой гибкую конструкцию типа «пчелиные соты». В зависимости от характеристик защищаемого объекта, ячейки решетки могут заполняться растительным грунтом с семенами, щебнем или бетоном. Георешетка применяется для противоэрозионной защиты откосов, защиты конусов путепроводов, строительства подпорных стенок, армирования слабых оснований.

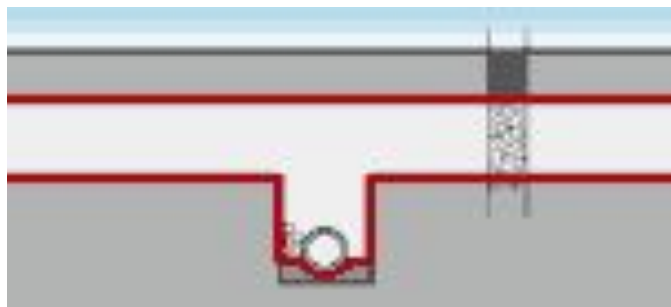


Геосетка – нитепрошивной материал, состоящий из провязанных между собой синтетических нитей повышенной прочности и пропитанной битумной эмульсией. Сетки стеклянные нитепрошивные пропитанные – ССНП, предназначены для усиления асфальтобетонного покрытия взлетно-посадочных полос, автомобильных дорог, для балластировки магистральных трубопроводов, упрочнения строительных конструкций укрепления при трассовых дорог и других аналогичных целей.

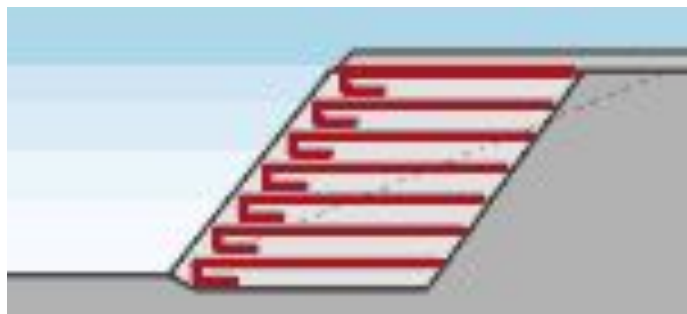


Геомембрана полимерная (ПГ) изготовлена из высококачественного полиэтилена высокого давления с добавлением углеродного стабилизатора. Предназначена для строительства гидротехнических сооружений, полигонов, свалок и т.д.

Армирование оснований (примеры применения)



а) устройство дренажных сооружений различного назначения;



б) создание ландшафта на слабых и техногенных грунтах;



в) предотвращение эрозии почвы,

д) строительство мусорных свалок;

д) бассейны и водоканалы

Армирование оснований (примеры применения)



Армирование основания автодороги
георешетками



Применение геосетки при
армировании основания

Армирование оснований (примеры применения)

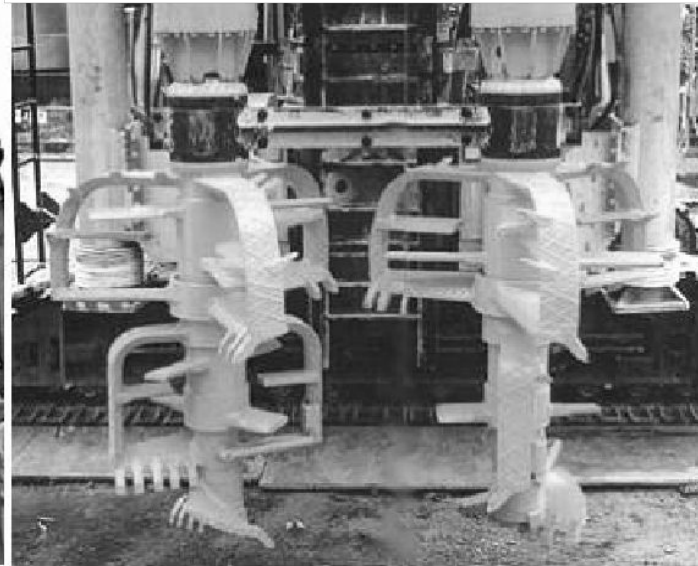


Применение геосинтетических материалов для укрепления
откосов и склонов

Глубинное перемешивание грунтов



а)



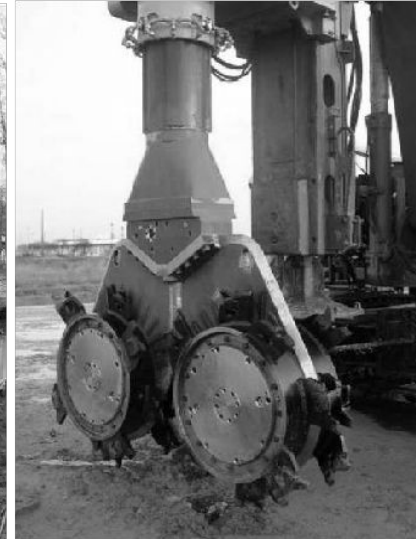
б)

Виды рабочих органов:

- а – для «сухого» перемешивания (Скандинавия);
- б – для «мокрого» перемешивания (США, Япония, Европа);
- в – технология Cutter Soil Mix (Германия);
- г – технология Cutter Soil Mix (Франция)



в)



г)

Глубинное перемешивание грунтов



Буровая установка компании
LIEBHERR (Германия)



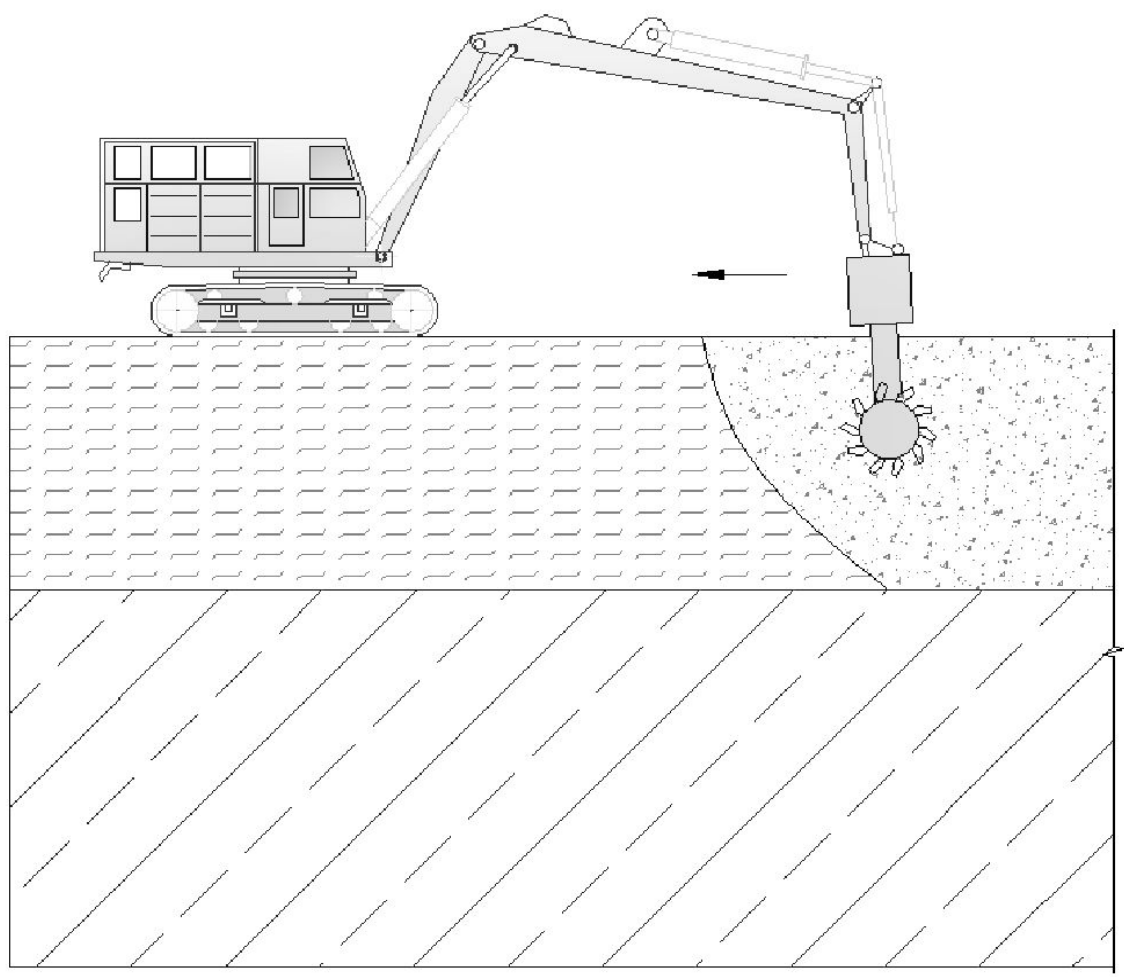
а)



б)

Самоходный бункер (а)
с пневматическим насосом
и смеситель (б) (Финляндия)

Технология глубинного перемешивания грунтов



Технологическая схема объёмного закрепления грунта

Технология глубинного перемешивания грунтов



а)



б)



в)



г)

Система объёмного закрепления грунта:

- а) технология «ALLU Stabilization System» (Финляндия);
- б) смеситель культиваторного типа «PMX Mixer» (ALLU, Финляндия);
- в) технология объёмной стабилизации и смеситель
- г) лопастного типа (Скандинавия)

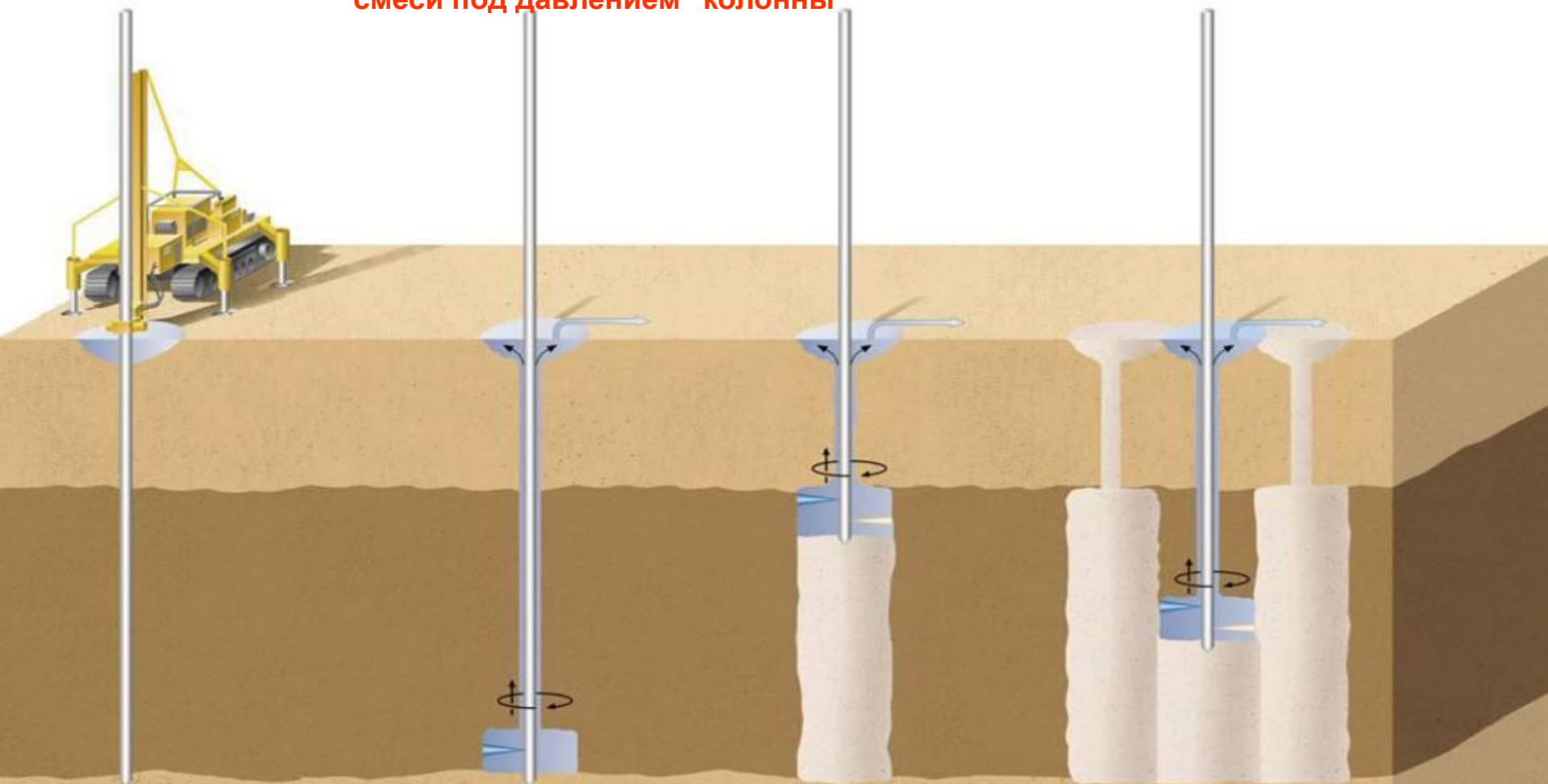
Технология струйной цементации грунтов

1. Бурение скважины в грунте до проектной отметки с промывкой водой

2. Подъем и вращение буровой штанги с одновременной подачей растворной смеси под давлением

3. Перемешивание растворной смеси с грунтом и устройство грунтоцементной колонны

4. Поэтапное устройство соприкасающихся грунтоцементных колонн в грунте



Примечание: приведены графические материалы фирмы Hayward Baker

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СТРУЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ JET GROUTING

Различают следующие типы струйной технологии Jet grouting

JET 1

JET 2

JET 3

SUPERJET

1-КОМПОНЕТНАЯ

2-КОМПОНЕТНАЯ

3-КОМПОНЕТНАЯ

ВЫСОКОНАПОРНАЯ СТРУЯ

Жидкий Раствор

Раствор+Воздух

Раствор+Воздух +Вода

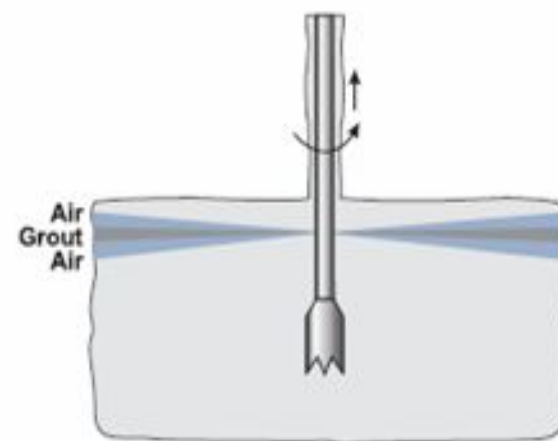
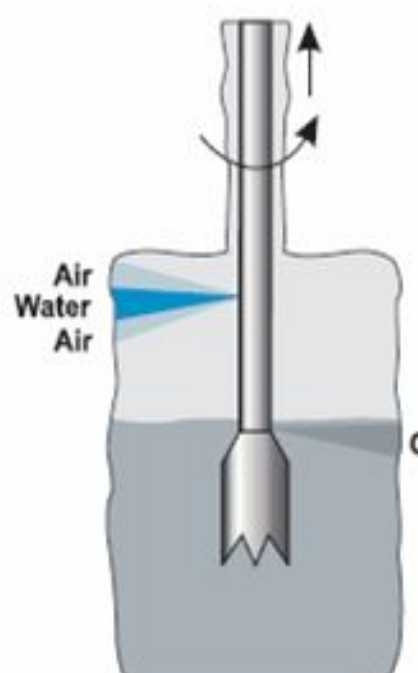
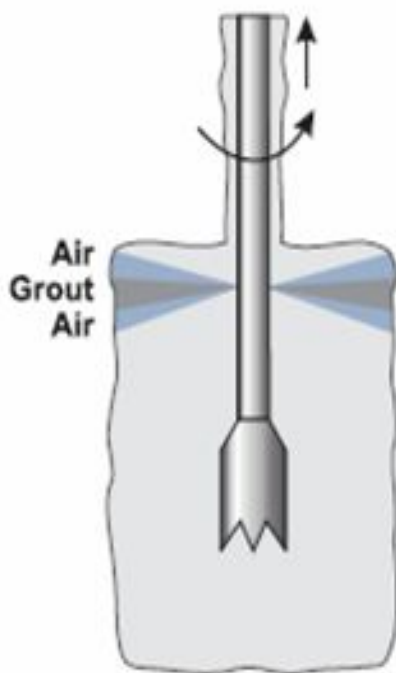
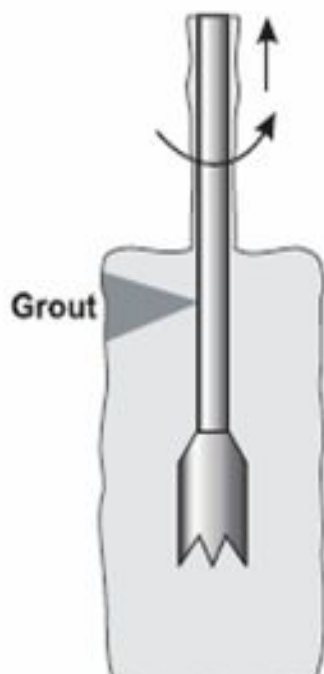
Раствор+Воздух под высоким давлением

Диаметр 0,4...0,8 м

Диаметр 0,8...1,8 м

Диаметр 0,8...2,0 м

Диаметр 2,0...5,0 м



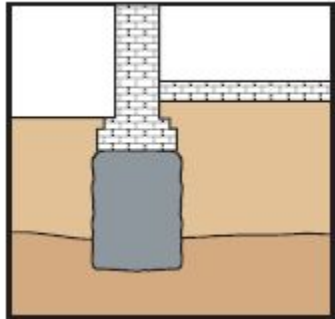
- давление подачи раствора – 35-45 МПа;
- расход раствора – 50-150 л/мин;
- скорость подъема монитора – 25-50 см/мин;
- частота вращения монитора – 10-30 об/мин;
- удельная энергия – 6-10 МДж/м.

- давление подачи раствора – 35-45 МПа;
- расход раствора – 100-180 л/мин;
- давление подачи воздуха – 0,7-1,7 МПа;
- расход воздуха – 8-12 м³/мин;
- скорость подъема монитора – 15-25 см/мин;
- частота вращения монитора – 7-15 об/мин;
- удельная энергия – 35-50 МДж/м.

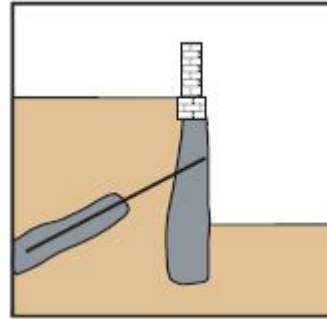
- давление подачи раствора – 5-8 МПа;
- расход раствора – 50-100 л/мин;
- давление подачи воды – 40-60 МПа;
- расход воды – 80-120 л/мин;
- давление подачи воздуха – 0,7-1,7 МПа;
- расход воздуха – 8-12 м³/мин;
- скорость подъема монитора – 4-7 см/мин;
- частота вращения монитора – 3-10 об/мин;
- удельная энергия – 100-150 МДж/м.

Примечание: приведены графические материалы фирмы Hayward Baker

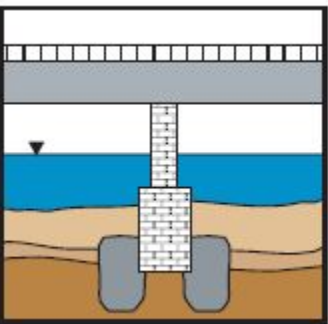
Примеры применения струйной технологии закрепления грунтов



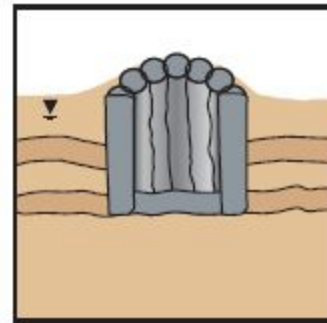
Закрепление грунтов в основании фундаментов зданий



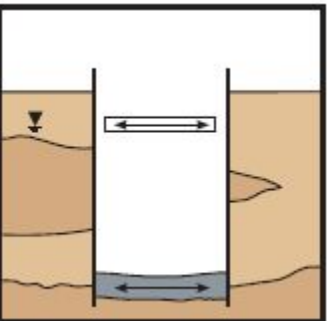
Возведение подпорных стен



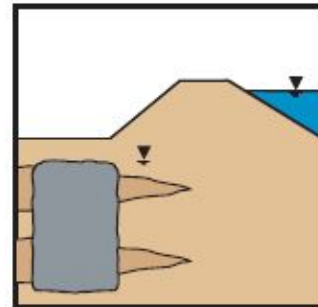
Закрепление грунтов основания по периметру фундаментов



Выполнение ограждающей стены в грунте

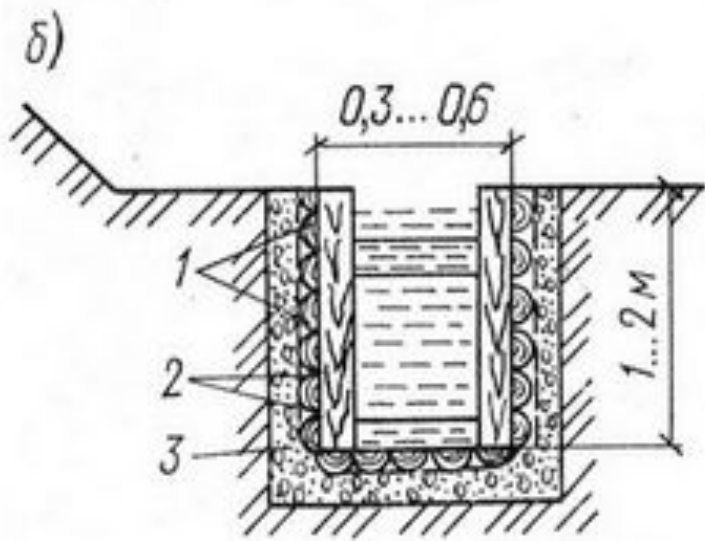
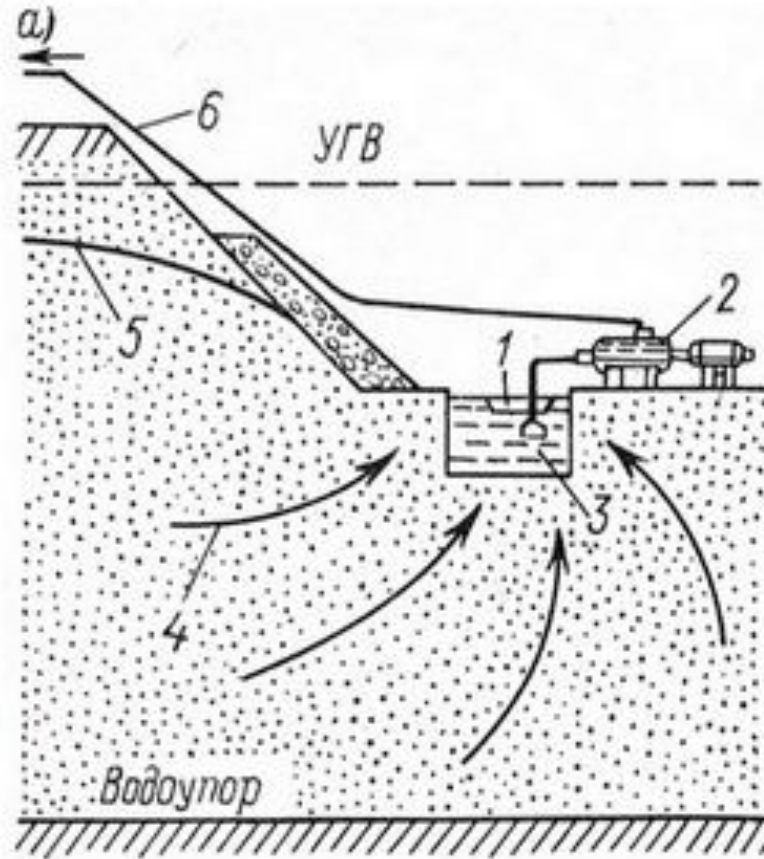
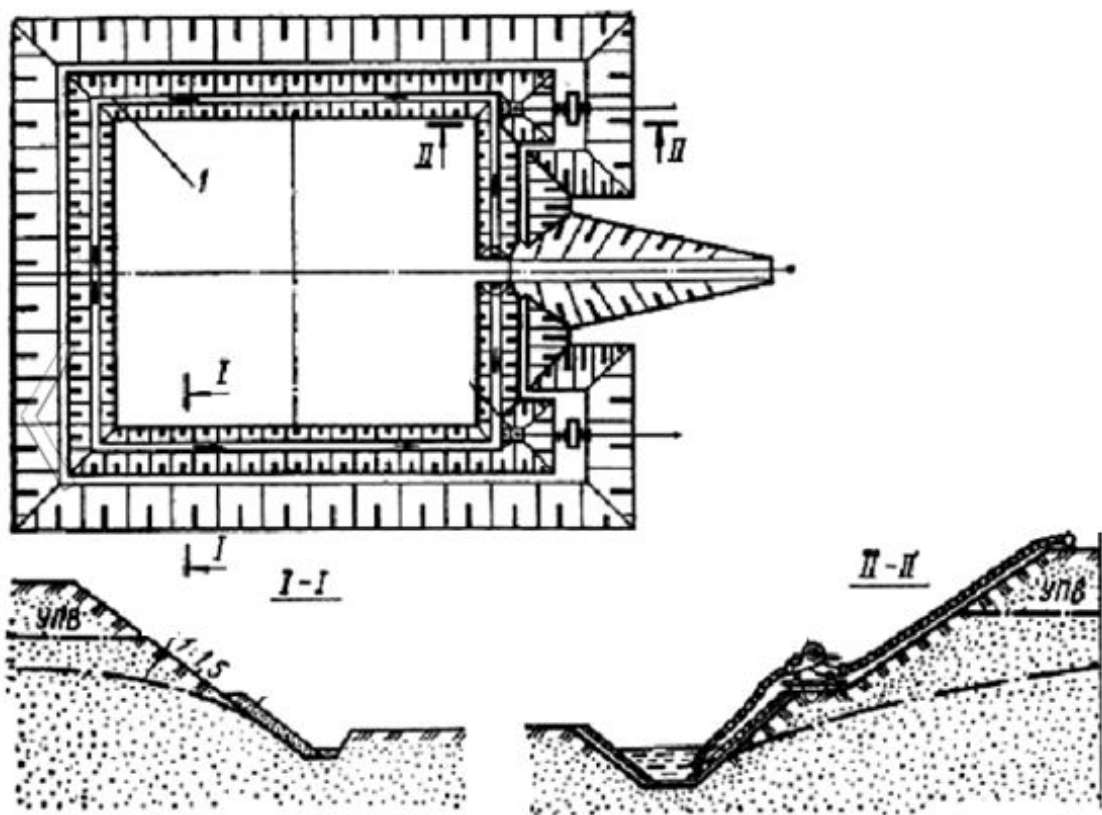


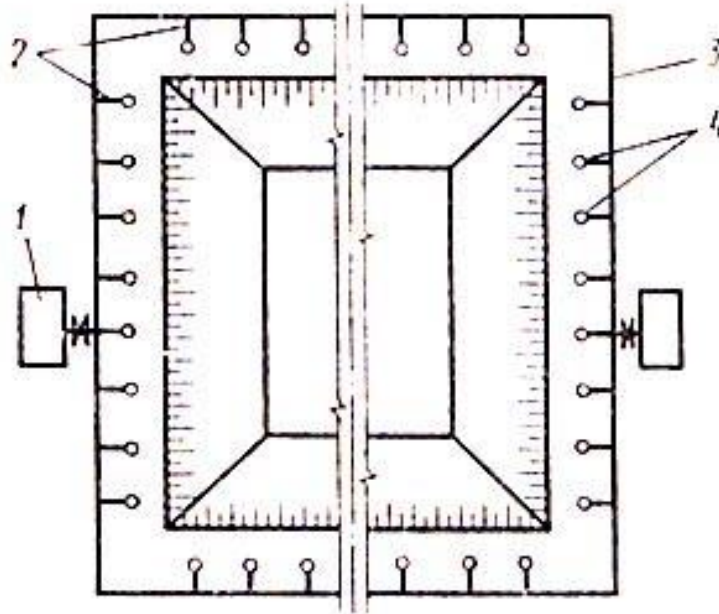
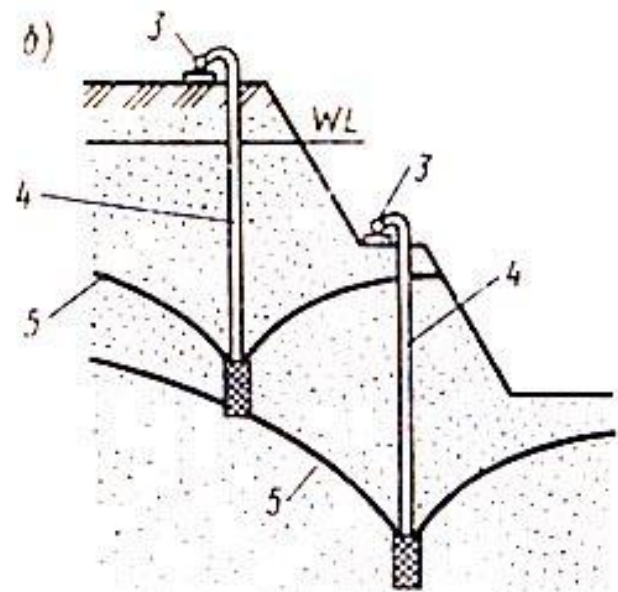
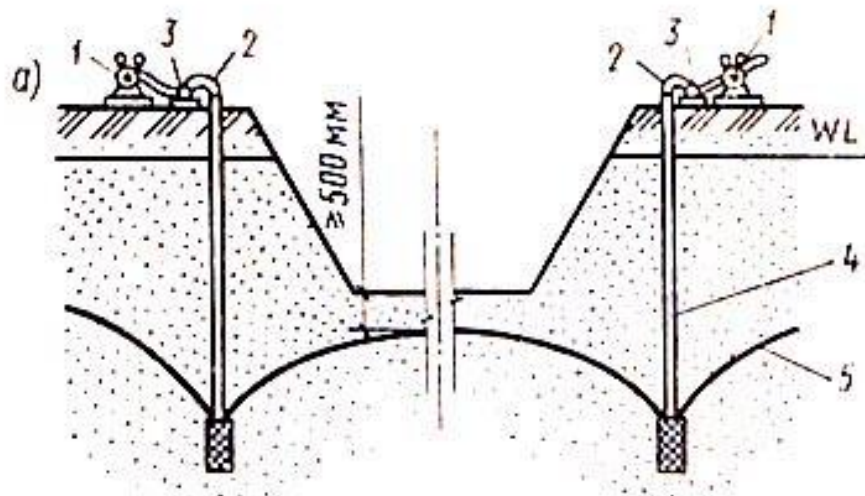
Устройство распорных плит ниже дна котлована



Закрепление подстилающих слабых грунтов

**30. МЕТОДЫ ВОДОПониЖЕНИЯ В ГРУНТАХ.
ОТКРЫТЫЙ ВОДОотЛИВ И ОБЛАСТЬ ЕГО
ПРИМЕНЕНИЯ. ИСКУССТВЕННОЕ ПониЖЕНИЕ
УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД. ДРЕНАЖИ В
СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ИХ ВИДЫ.**





- 1 – насос;
- 2 – шланг;
- 3 – бровка котлована;
- 4 – буровые скважины;
- 5 – депрессионная кривая подземных вод.

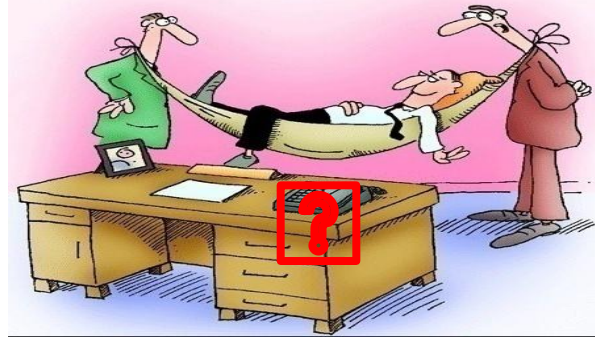
Схемы глубинного водопонижения:

Ищите свое место в строительстве

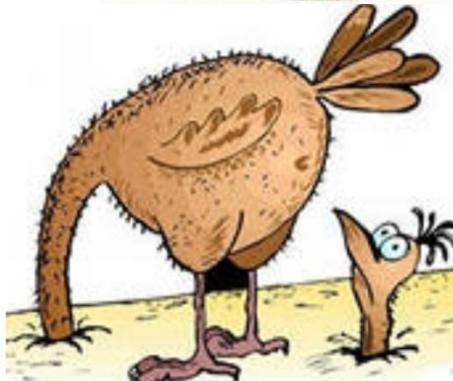
Заказчик



Эффективный менеджер



Архитектор

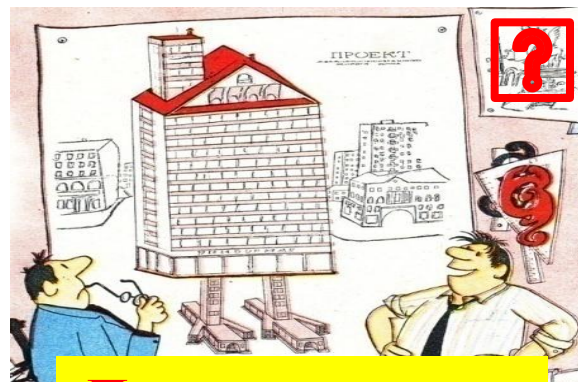


Ученые-теоретики



Геологи

Расчетчик МКЭ



Проектировщики

Подрядчики

Экспертиза и Технадзор