

*Инженерные методы
улучшения свойств грунтов
(искусственные основания)*

Существуют три основных направления улучшения грунтов основания, представленные на схеме

Пути улучшения оснований

```
graph TD; A[Пути улучшения оснований] --> B[Конструктивные мероприятия]; A --> C[Физико-химические методы (закрепление грунтов)]; A --> D[Механические методы (уплотнение грунтов)];
```

Конструктивные мероприятия

**Физико-химические методы
(закрепление грунтов)**

**Механические методы
(уплотнение грунтов)**

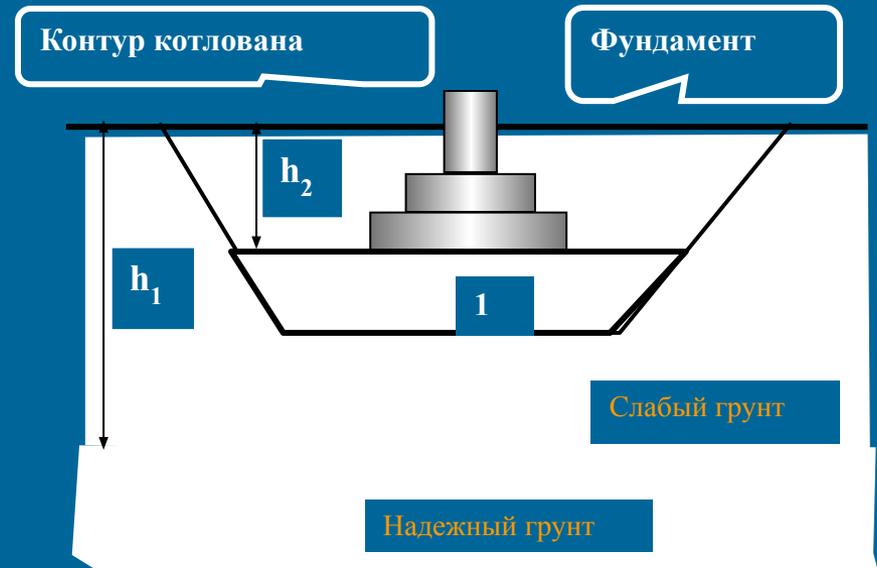
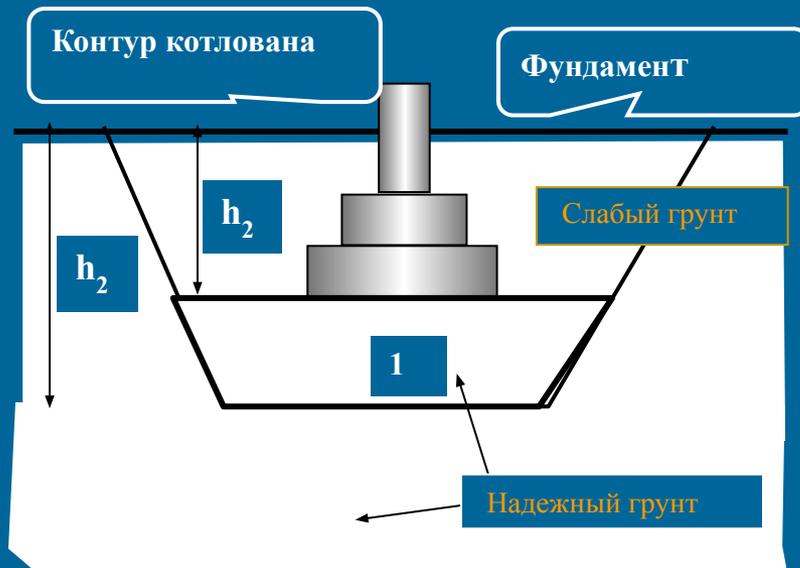
Конструктивные меры улучшения оснований

- 1. устройство песчаных (грунтовых)
подушек;**
- 2. шпунтовое ограждение;**
- 3. армирование грунта**

Замена слабого слоя грунта основания (устройство песчаных подушек)

Основные цели устройства песчаных подушек:

- уменьшить глубину заложения фундаментов при прорезке слабого слоя грунта (рис. 1)
- уменьшить интенсивность давления от фундамента на слабый слой грунта (рис. 2).



■ Рис. 1. Песчаная подушка (1) (передающая) полностью прорезает слабый слой грунта

■ Рис. 2. Песчаная подушка (1) (распределяющая) частично прорезает слабый слой грунта

Расчетная схема к определению размеров песчаной подушки

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

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;

$R_{сл}$ — расчетное сопротивление слабого слоя грунта в уровне низа подушки от условного фундамента.

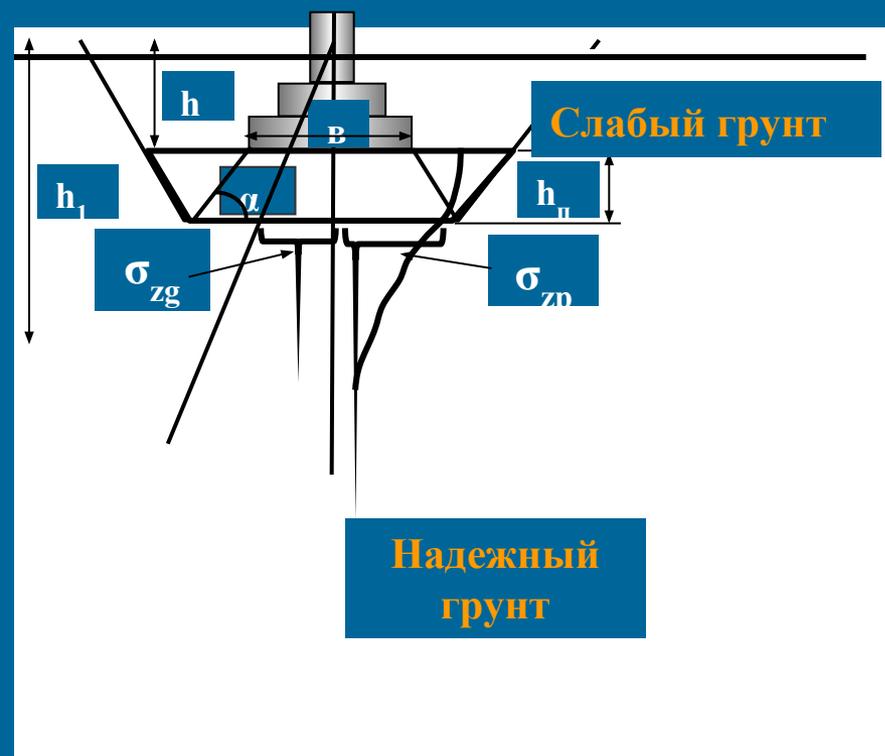


Рис. 3. Расчетная схема к определению размеров песчаной подушки

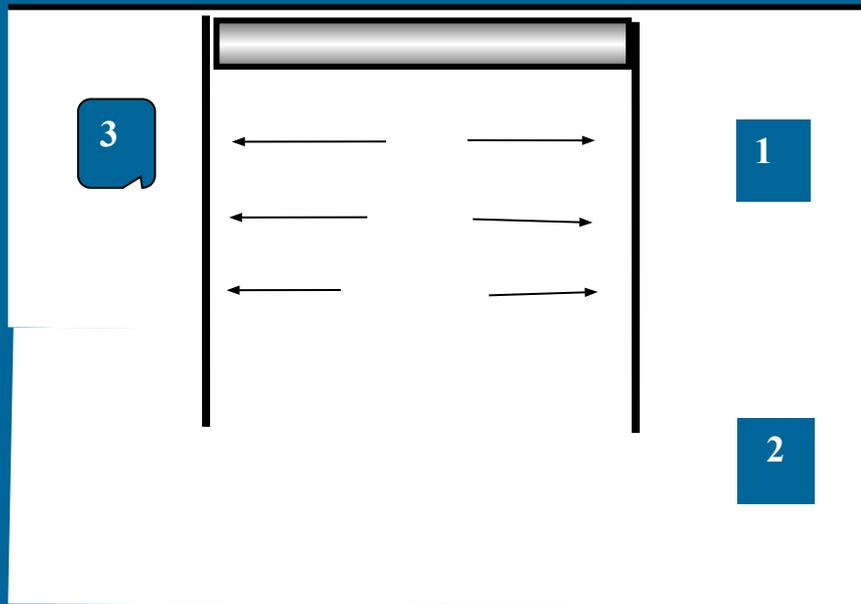
Условие (1) позволяет запроектировать песчаную подушку, используя метод последовательных приближений:

- Первоначально задаются высотой песчаной подушки (h_p), исходя из геологических условий и планируемого производства работ.
- Строят эпюры природного и дополнительного (уплотняющего) давлений грунта.
- Вычисляют $R_{сл}$ – расчетное сопротивление слабого слоя грунта в уровне низа подушки от условного фундамента. Ширина подошвы условного фундамента определяется исходя из угла α – рассеивания напряжений .
- Проверяется условие (1). В случае выполнения данного условия, проектирование песчаной подушки считается выполнено верно. В противном случае - производится перепроектирование песчаной подушки, которое заключается, прежде всего, в изменении ее высоты.

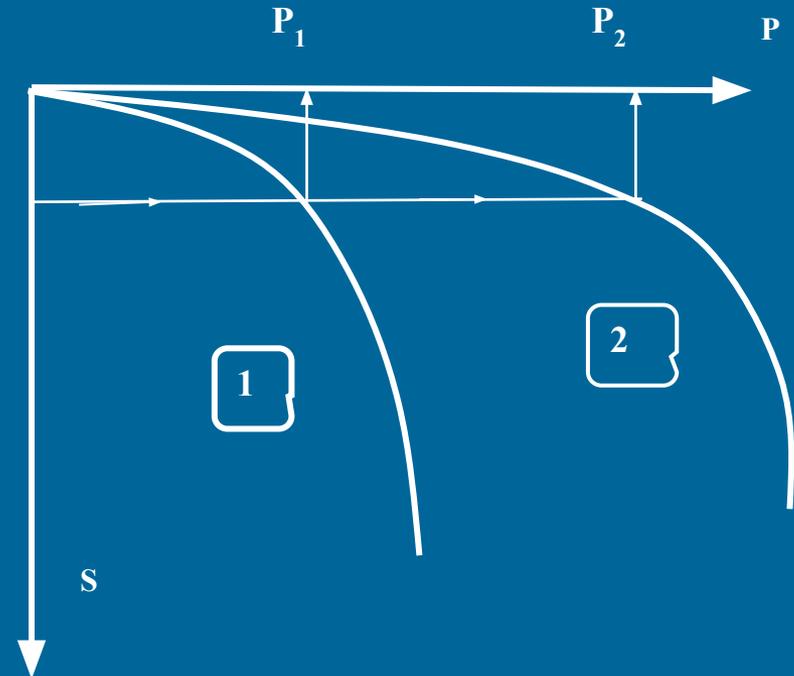


Шпунтовое ограждение. Взятие грунта в обойму

мероприятие предназначено для исключения возможности выпора слабого слоя грунта из-под подошвы фундаментной плиты. В этом случае по периметру фундаментной плиты выполняется сплошная шпунтовая стенка, воспринимающая боковое давление грунта.

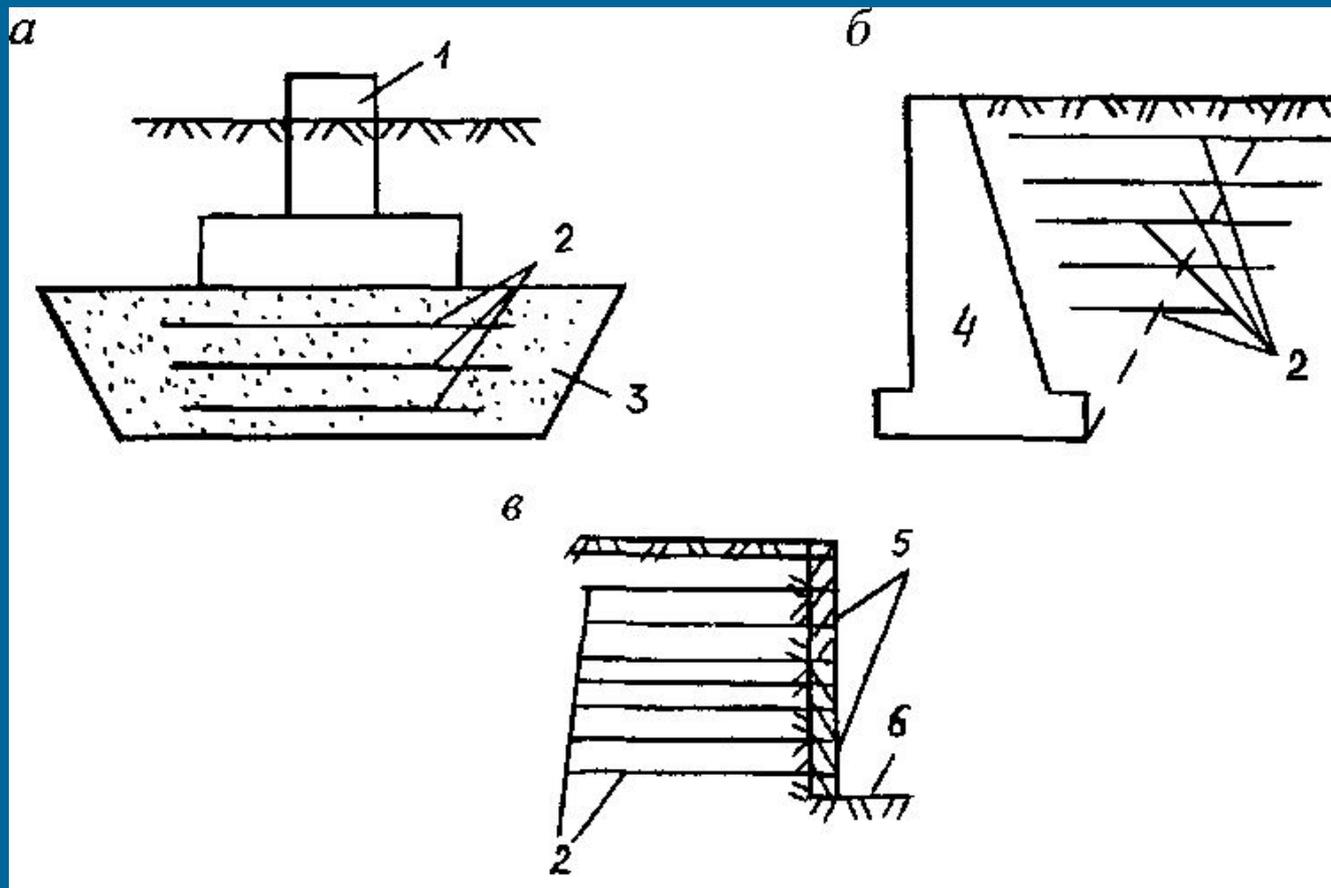


- Рис. 4. Схема конструктивного усиления основания с использованием шпунтовой обоймы
- 1 – Слабый грунт; 2 – Надежный грунт;
- 3 – Шпунт по периметру фундаментной плиты.

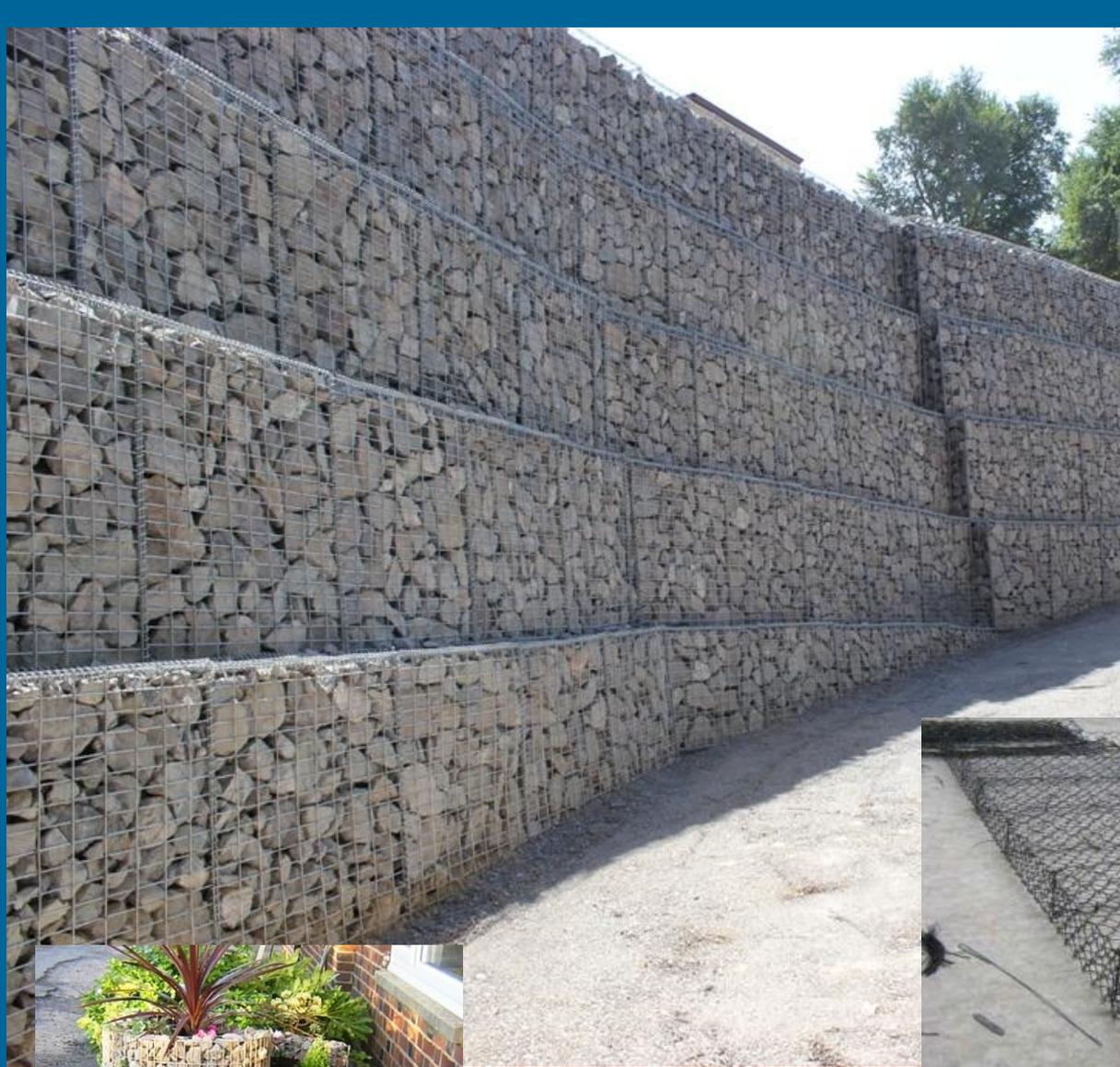


- Рис. 5. График изменения несущей способности основания в зависимости от условий его работы
- 1 – $S = S(P)$ до усиления; 2 - $S = S(P)$ после устройства шпунтового ограждения.

Армирование грунта



а - в искусственном основании; б- в засыпке у подпорной стенки;
в - в стене котлована; 1- фундамент; 2 - армирующие элементы;
3 - песчаная подушка; 4 - подпорная стенка; 5 - сборная облицовка;
6 - дно котлована



**Армирование грунтов
габионными конструкциями**

Армирование грунтов геомембраной (геосеткой)





***Армирование грунтов
композитной стеклопластиковой арматурой***



**Армирование
грунтов
армогрунтовыми
конструкциями**



Механические методы (уплотнение грунтов)

1. Поверхностное уплотнение грунтов – может производиться укаткой, трамбованием и вибрационным воздействием. Для этого используются катки, тяжелые трамбовки, сбрасываемые обычно с высоты 5...10 м, и виброплиты.

Уплотнение грунта реализуется вследствие уменьшения объема пор.

Поверхностное уплотнение грунта катками





rtg-auto.ucoz.com



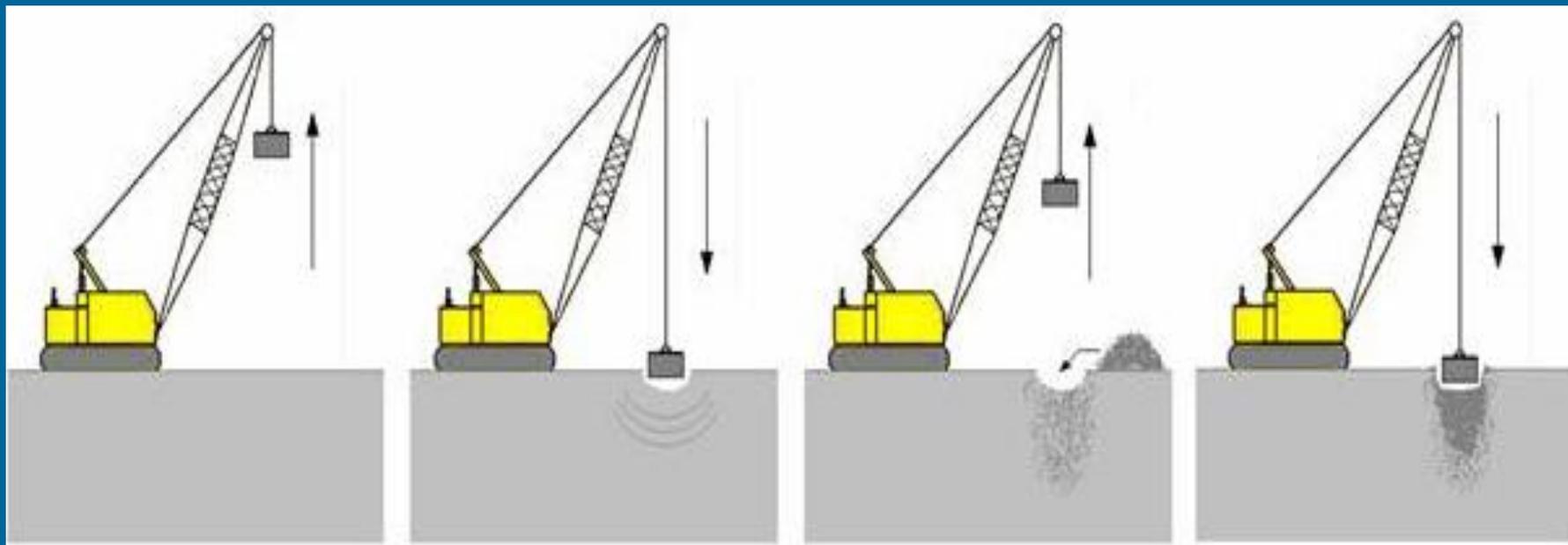
Поверхностное уплотнение грунта легкими трамбовками



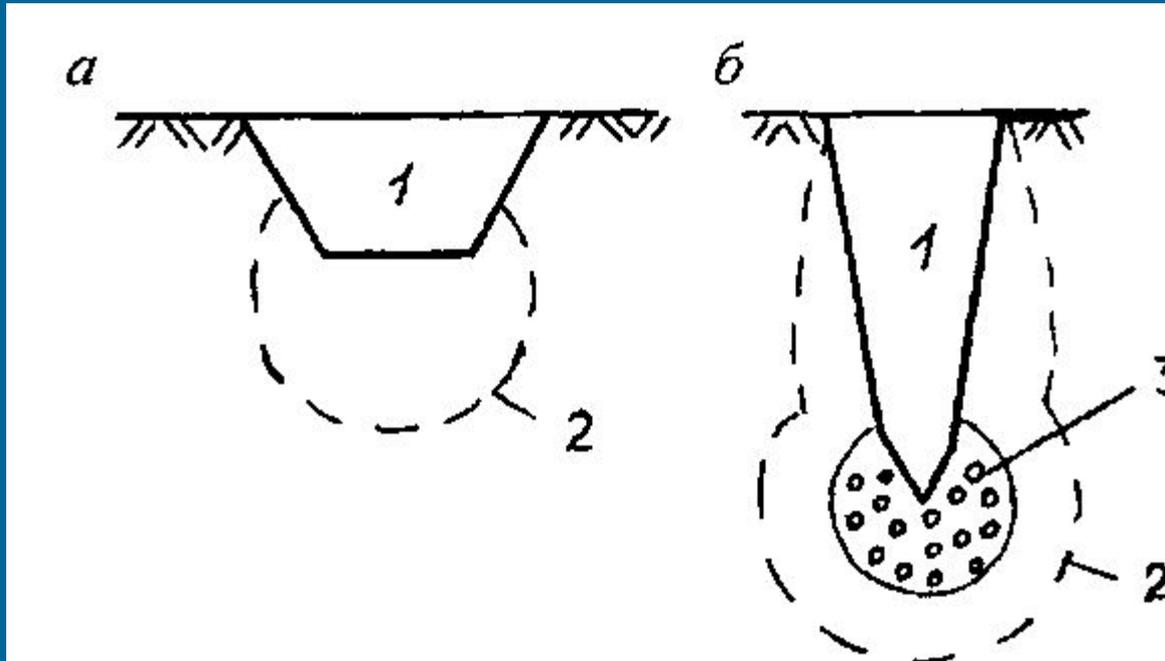
Поверхностное уплотнение тяжелыми трамбовками применяется для сыпучих, а также лёссовых грунтов. Наибольший эффект уплотнения грунтов достигается при наличии в основании оптимальной влажности



Вытрамбовывание котлованов под фундаменты



Уплотнение выполняется до снижения оседания грунта. Диаметр и форма котлованов в результате зависит от веса и размеров груза, а также от грунтовых условий.



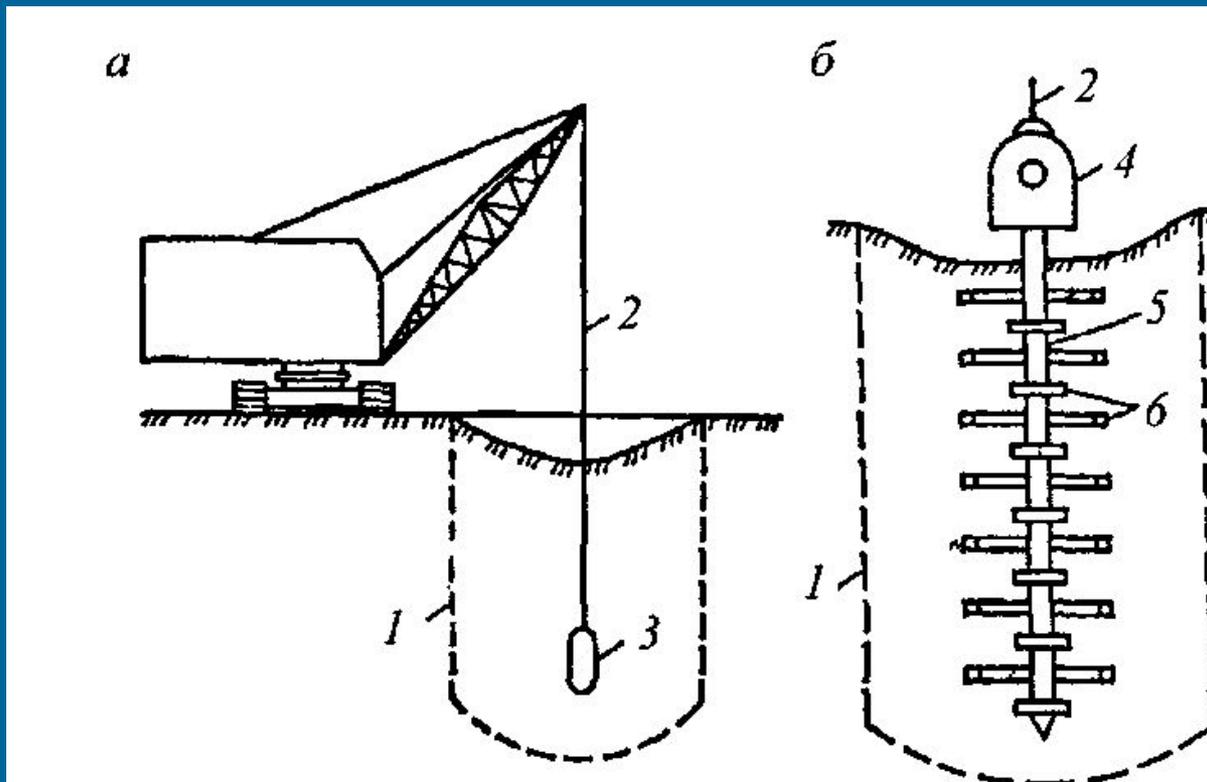
Фундаменты в вытрамбованных котлованах: а - с плоской подошвой;
б - с конической подошвой и втрамбовыванием щебня в грунт:
1 - фундамент;
2 - зона уплотненного грунта; 3 - втрамбованный щебень



**Глубинное
уплотнение грунта-**
при надлежащем качестве
работ глубинное уплотнение
способно обеспечить высокую
плотность и малую
деформативность мощных
толщ относительно слабых
грунтов.

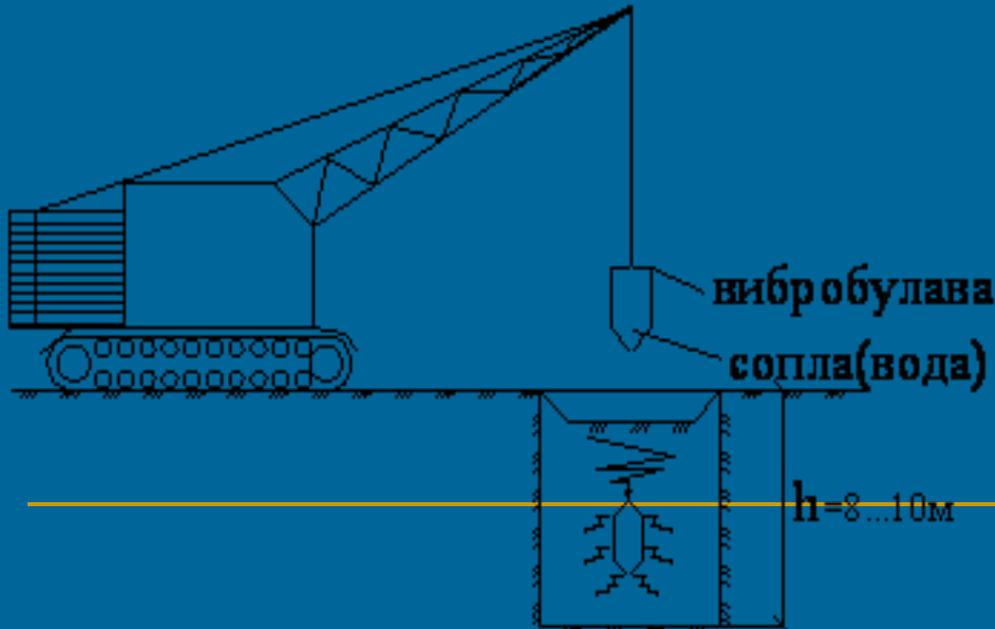


Методы глубинного уплотнения для сыпучих и связных грунтов имеют отличия, обусловленные различной способностью реагировать на динамические воздействия.

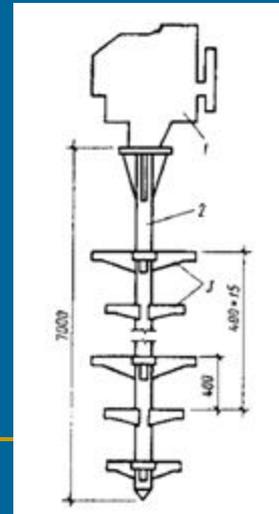


Уплотнение насыщенных водой песков вибрированием с помощью:
а - глубинного вибратора; б - вибропогружателя с уплотнителем;
1 - граница уплотнения; 2 - трос; 3 - вибратор; 4 - вибропогружатель;
5 - стержень из трубы; 6 - приваренные планки Т-образной формы

Схема уплотнения вибробулавой



- Схема виброустановки
ВУУП – 6:
- 1 – вибропогрузитель В – 401;
 - 2 – трубчатая штанга;
 - 3 – стальные ребра



Глубинное уплотнение лёсса грунтовыми сваями

- **Технология изготовления грунтовых свай заключается в следующем :**

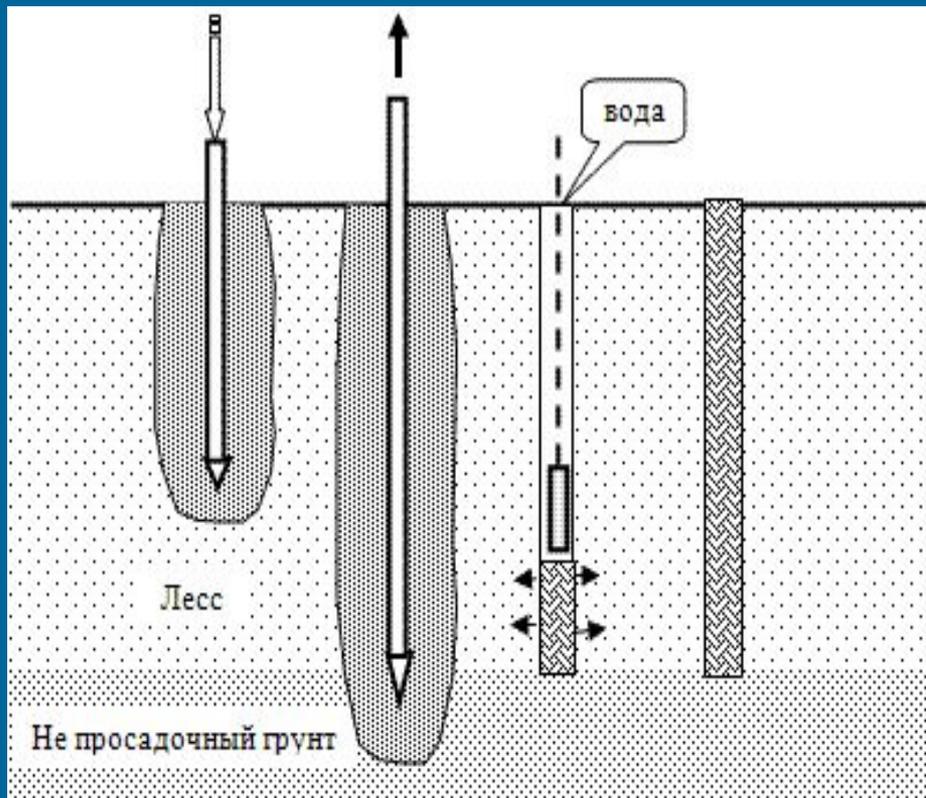
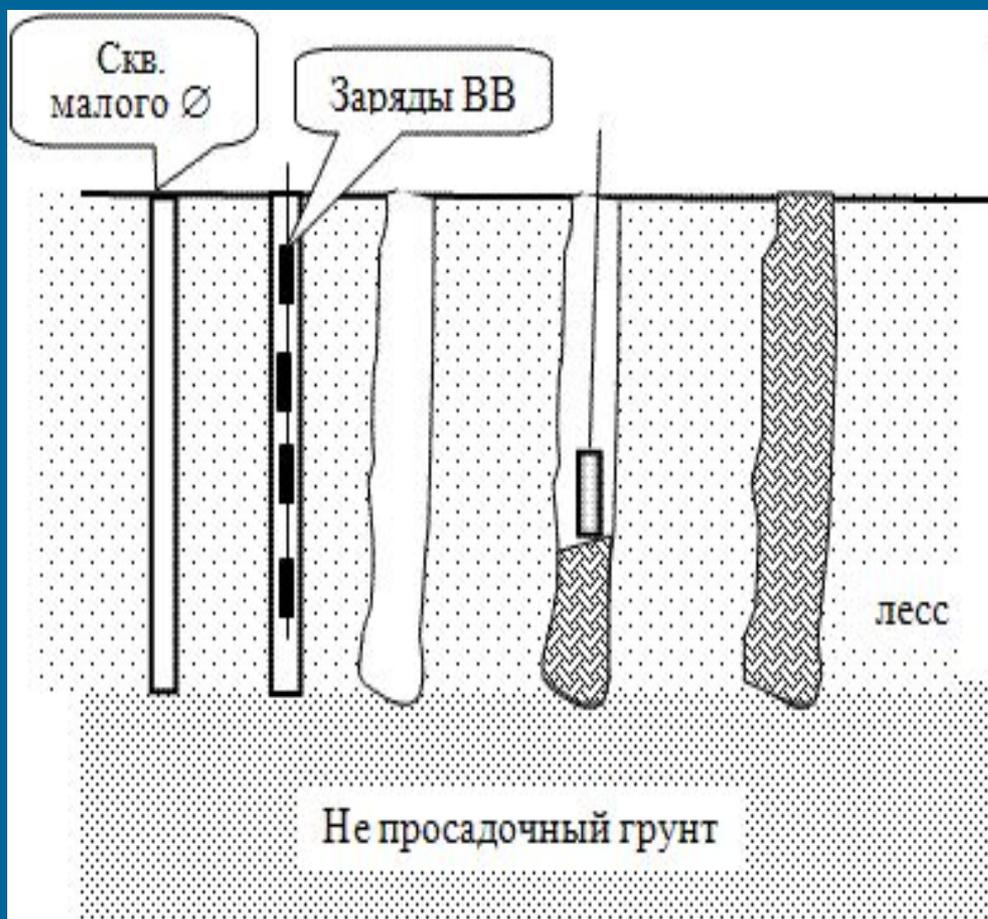


Схема технологической последовательности выполнения грунтовых свай для уплотнения верхней толщи лёссового основания.

1. С поверхности грунта забивают металлические сваи (трубы с закрытым концом) – происходит частичное уплотнение грунта и устранение просадочности лёсса, расположенного вдоль трубы.
2. Трубы вынимают.
3. В скважину трамбуется тот же (окружающий) грунт с небольшим количеством воды.

Поскольку длина трубы выбирается из условия проходки лёссовой просадочной толщи, то в результате мы получаем грунтовую сваю, опирающуюся своим концом на непросадочный грунт.

Как вариант устройства грунтовых свай, может быть применён метод устройства полости в грунте с помощью взрывчатых веществ (ВВ)

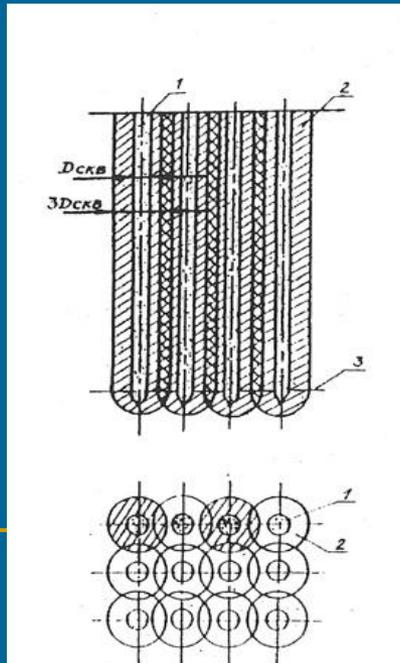
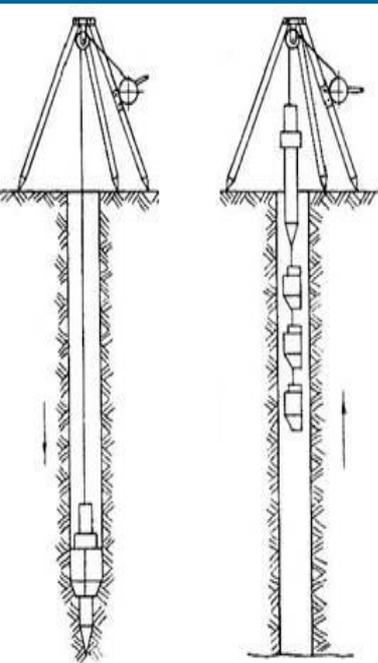


Применение данного способа устройства свай (в целях снятия динамического воздействия от взрывов) возможно только на площадках удалённых от возведённых зданий.

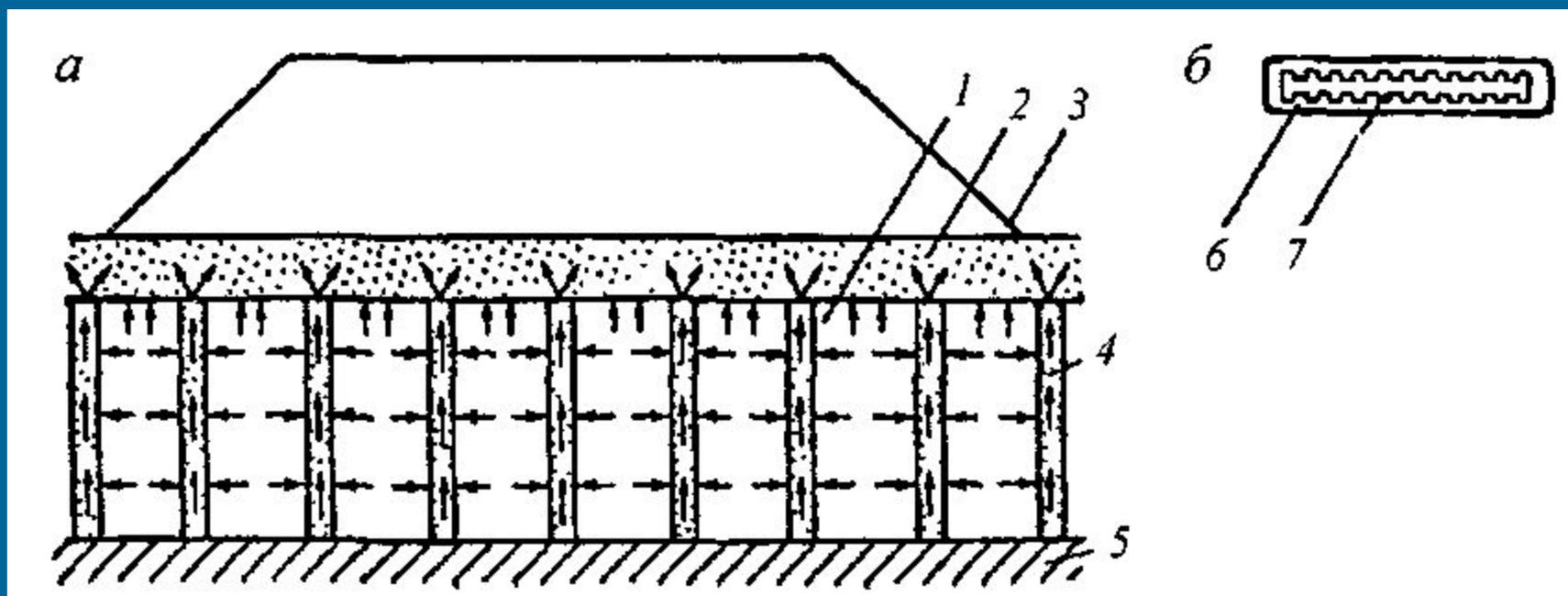
Схема технологической последовательности выполнения грунтовых свай для уплотнения верхней толщи лёссового основания с использованием энергии взрыва.



Схема глубинного уплотнения грунтов пневмопробойниками: 1-скважина; 2-зона уплатнения; 3-нижняя граница слабого грунта; Дскв - диаметр скважины.



Уплотнение грунтов статической нагрузкой



- а) 1 - слабый грунт; 2 - пластовый дренаж; 3 - нагрузка в виде насыпи;
4 - вертикальные дрены; 5 - плотный грунт;
б) 6 - бумажный кожух;
7 - пластмассовая лента (поперечное сечение)

*Физико-химические методы
(закрепление грунтов)*

*Методы закрепления грунтов:
силикатизация, цементация,
закрепление карбомидными
смолами, термическое и
электрохимическое закрепление
и т.д.*

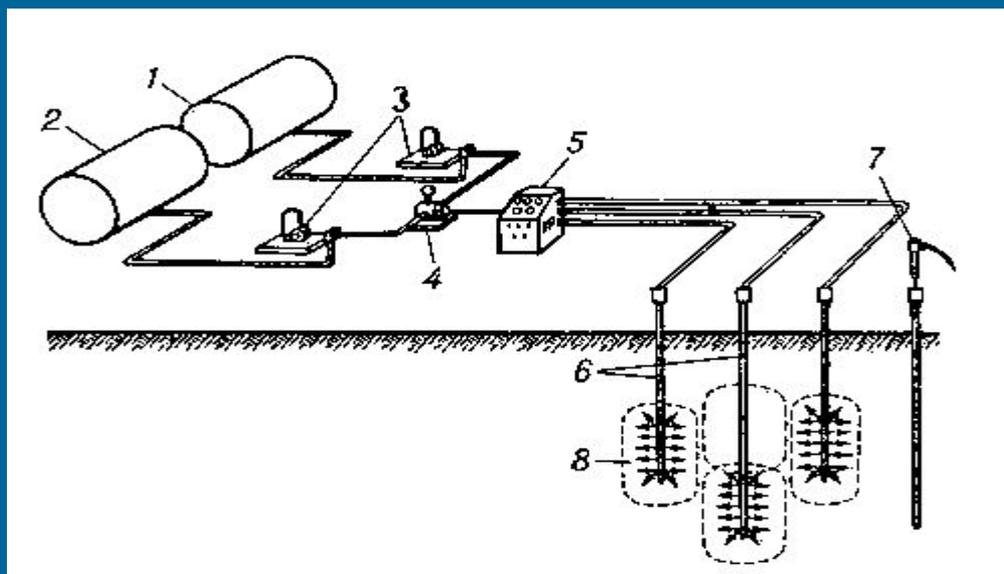


Схема установки для силикатизации грунтов: 1 — цистерна с крепителем; 2 — цистерна с кислотой; 3 — насос «НД»; 4 — смеситель; 5 — пульт управления с регистрирующей аппаратурой; 6 — иньектор; 7 — отбойный молоток для погружения иньектора в грунт; 8 — контур закрепления.

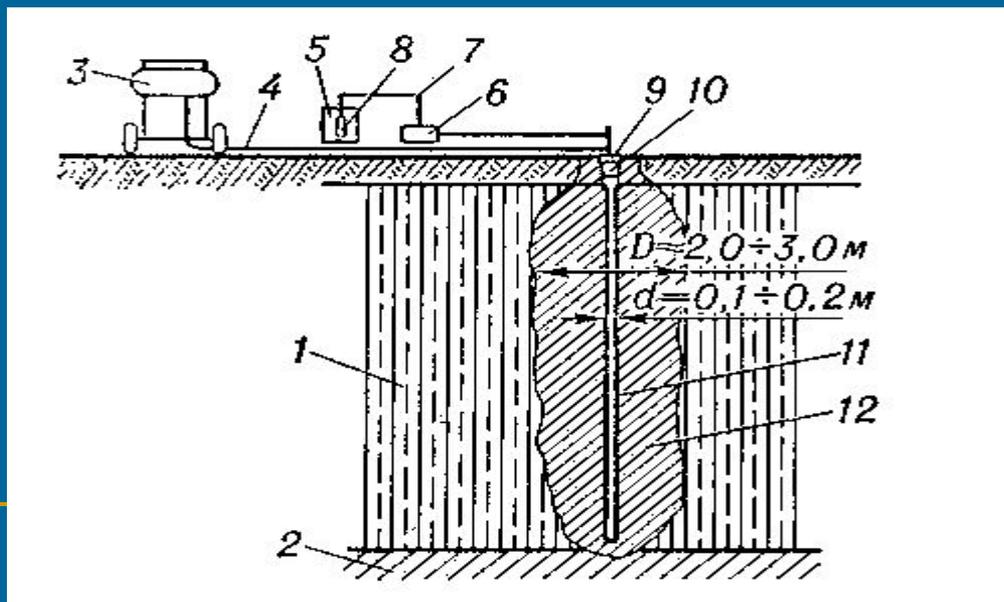
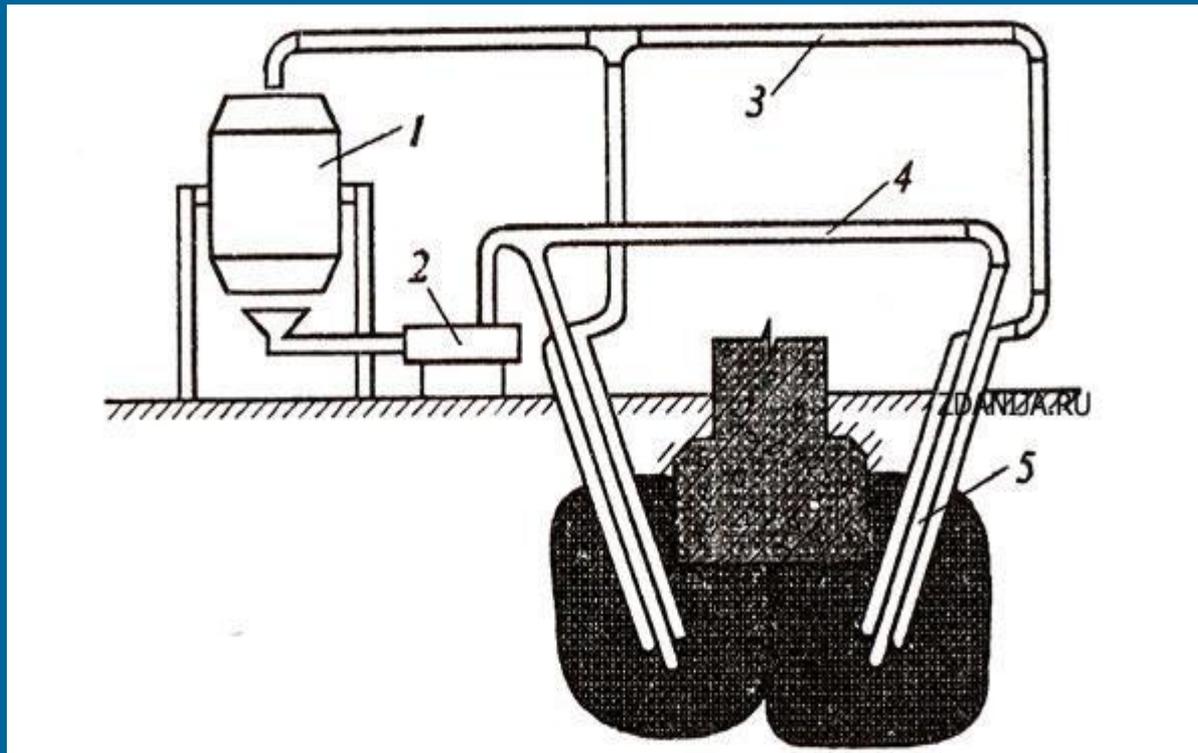


Схема установки для термического закрепления просадочных лёссовых грунтов сжиганием топлива непосредственно в скважине: 1 — просадочный грунт; 2 — непросадочный грунт; 3 — компрессор; 4 — трубопровод для холодного воздуха; 5 — ёмкость для жидкого горючего; 6 — насос для подачи горючего в скважину; 7 — трубопровод для горючего; 8 — фильтр; 9 — форсунка; 10 — затвор с камерой сгорания; 11 — скважина; 12 — зона термического закрепления грунта.

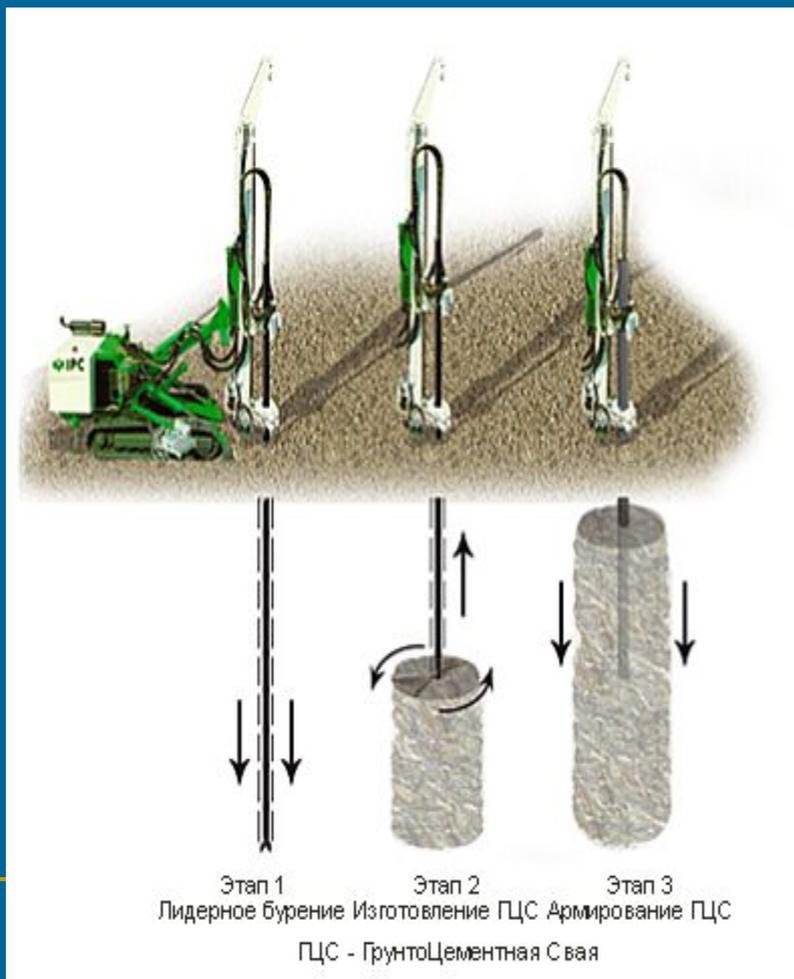
Цементация грунта

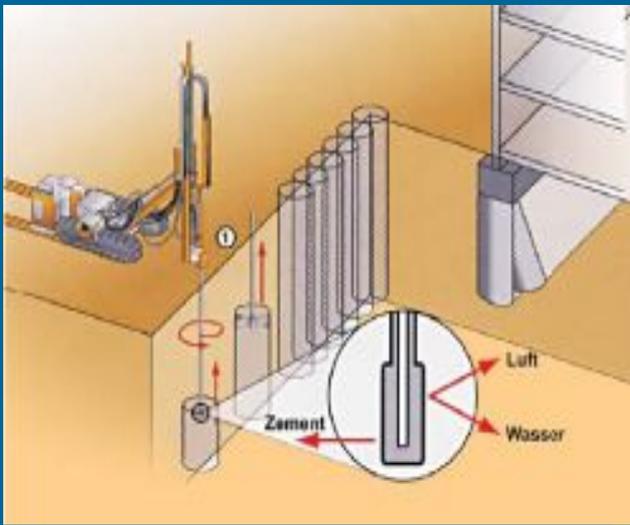


1 - растворомешалка; 2 - насос для подачи цемента; 3 - обратный трубопровод; 4 - напорный трубопровод; 5 - инъекторы
Цементный раствор (В/Ц = 12:1... 6:1) нагнетают в грунт через инъекторы под давлением 0,3 ... 0,6 МН/м².

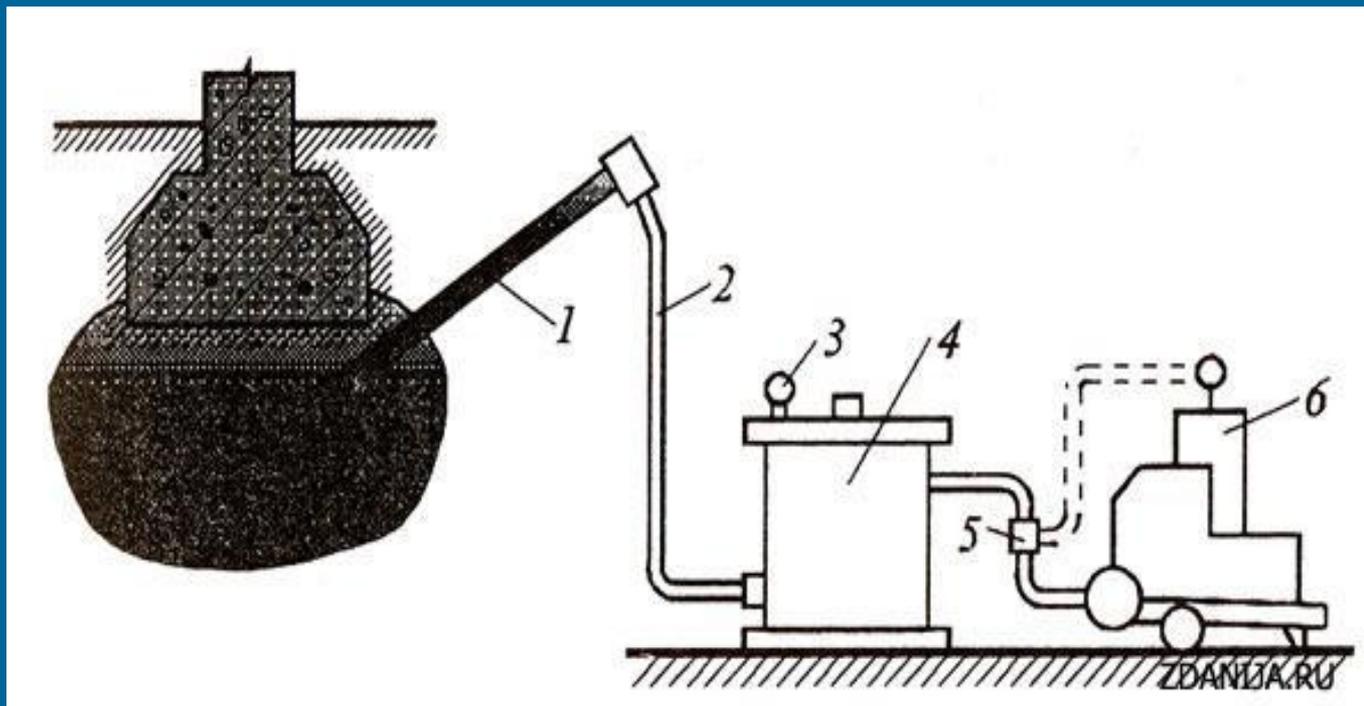
Струйная цементация

технология, заключающаяся в использовании энергии высоконапорной струи цементного раствора для разрушения и одновременного перемешивания грунта с цементным раствором. После затвердевания раствора образуется новый материал — грунтобетон, обладающий высокими прочностными и деформационными характеристиками



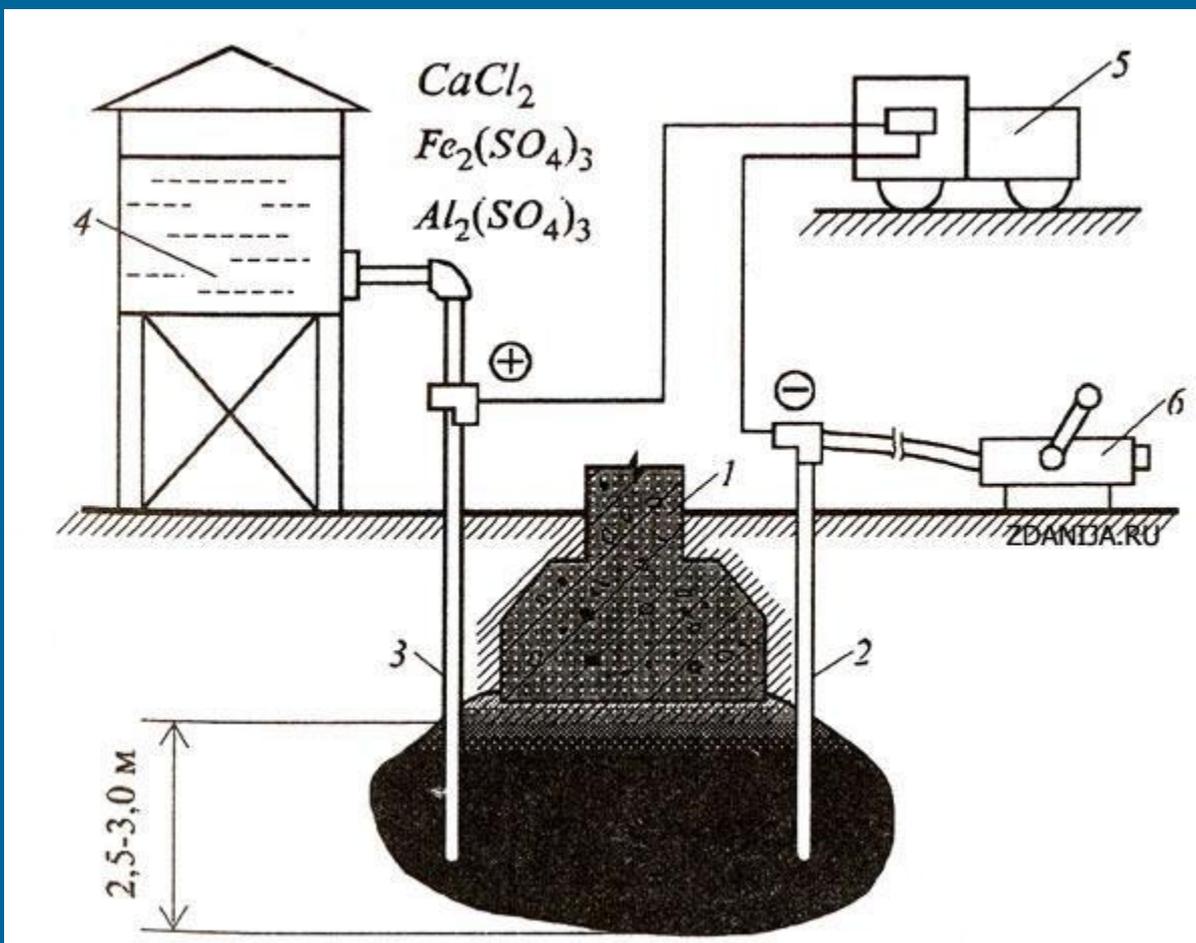


Смолизация грунтов



1 — инъектор; 2-рабочий шланг; 3-манометр; 4-рабочий бачок; 5 - пробковый кран;
6 - компрессор или баллон со сжатым воздухом

Электрохимическое закрепление грунтов



1 - Фундамент; 2 - катод; 3 - анод; 4 - бак для раствора; 5 - генератор постоянного тока; 6 - насос для откачки воды из катода