

Упрочнение пород

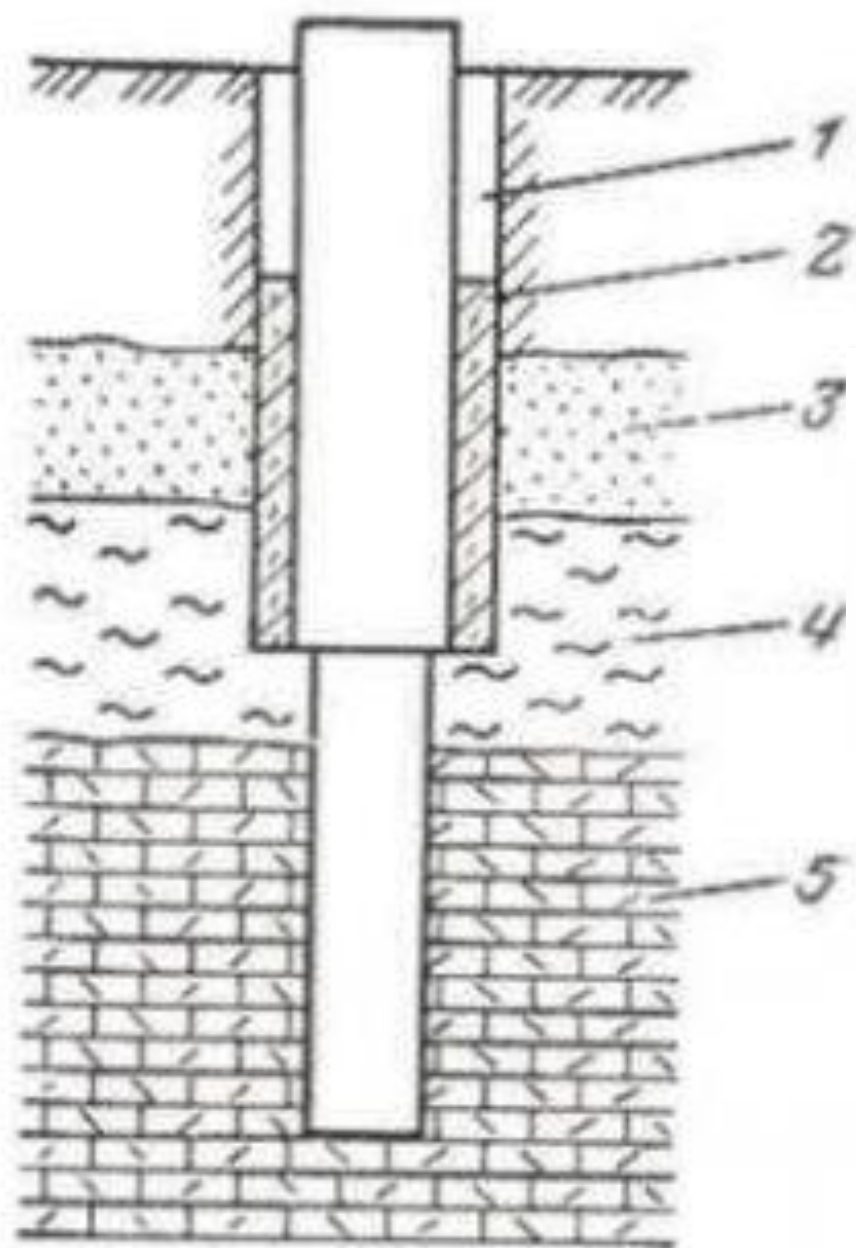
Физические явления уплотнения пород в результате :

- тампонажа,
- искусственного замораживания,
- химического и электрохимического закрепления,
- электроплавления,
- воздействия энергией взрыва.

## Тампонаж массива горных пород

При расчете используют:

1. Плотностные свойства пород и характеристики проницаемости массива.
2. Давление нагнетаемого раствора зависит от глубины  $H$  залегания тампонируемого пласта;
3. Давление нагнетаемого раствора должно быть выше горного давления на данной глубине и выше давления пластовых вод.

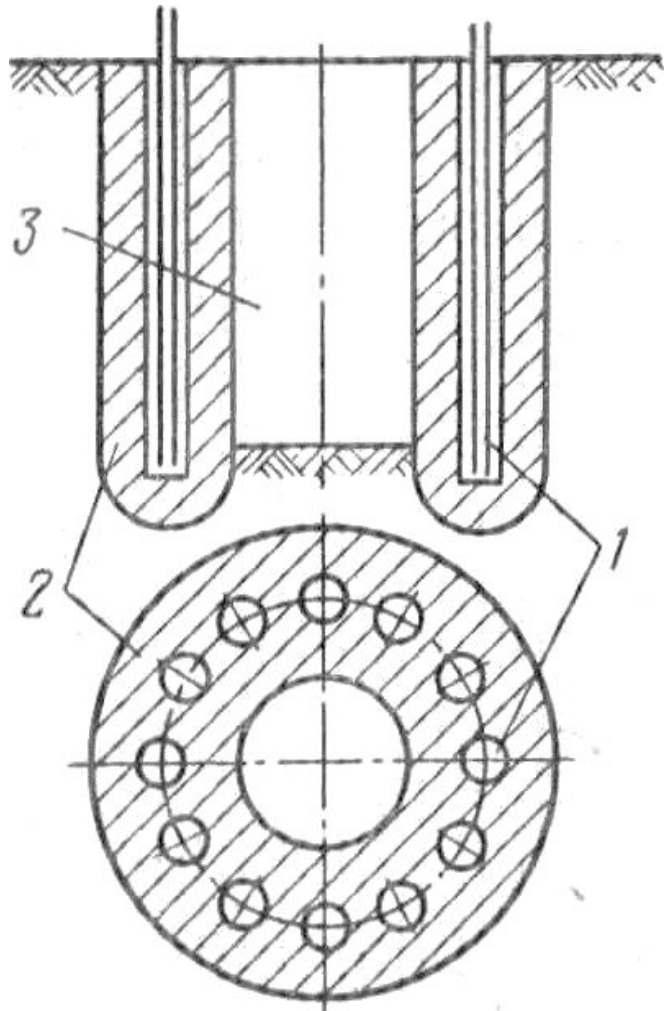


**Схема тампонирования скважины:**

1 — колонна обсадных труб; 2 — тампонажный материал;  
3, 4, 5 — изолируемый, водонепроницаемый и водоносный  
пласты соответственно

# Искусственное замораживание

Широко используется при проходке шахтных стволов и подземных выработок в обводненных и рыхлых породах.



Искусственное замораживание осуществляют через специальные замораживающие колонки и скважины, пробуренные по контуру замораживаемой выработки

1 — замораживающие скважины; 2 — ледопородный цилиндр; 3 — ствол шахты

1. По колонкам циркулирует хладагент (аммиак, углекислота, фреоны), при этом вокруг них происходит замерзание породы.

2. Когда замерзание распространяется по всему контуру выработки, образуется ледопородный цилиндр, упрочняющий породу и изолирующий внутренние участки от окружающих водообильных слоев.

3. Размеры ледопородного цилиндра (ограждения) обусловлены требуемой прочностью.





## Закрепление пород химическим воздействием (силикатизация)

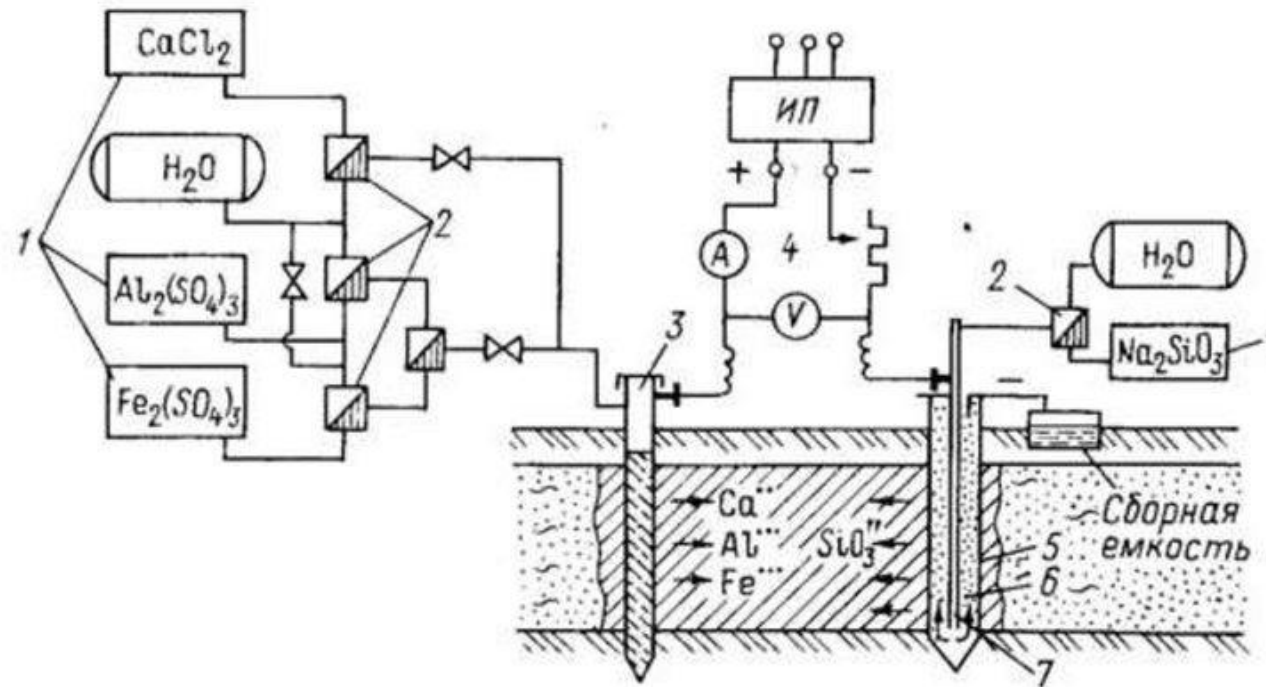
1. В породу нагнетают два химических раствора (коллоидный раствор силиката натрия и раствор хлористого кальция)
2. Растворы вступают в реакцию между собой, в результате которой выделяется гидрогель кремневой кислоты
3. Происходит закрепление породы
4. Получившаяся прочная масса не растворяется в воде



## Электрохимическое закрепление

1. Осуществляют путем пропускания постоянного электрического тока через влажные породы.
2. В результате реакции калий и натрий замещаются водородом, алюминием или железом
3. В породе образуются гидраты окиси металлов (например, боксит).

# Электро-химическое закрепление грунтов



электрохимическое закрепление

- 1 - емкости для электролитов; 2 - смесители-дозаторы;
- 3 - трубчатые электроды-иньекторы; 4 - электроустановка
- 5 - беструбные катоды; 6 - песок; 7 - питающая труба

# Электрохимическое закрепление ГЛИНЫ

- Теряет 30—40% влаги
- Существенно увеличивается предел прочности при сжатии
- Грунт приобретает способность не размокать в воде
- Не теряет прочности после прекращения электрозакрепления

## Электроплавление

1. Водоносные пески нагревают пропусканием электрического тока до температуры  $1700—1800^{\circ}\text{C}$ , в результате чего песок расплавляется.
2. Остывшая масса образует стекловидное вещество высокой прочности, водонепроницаемое и не разрушаемое агрессивными растворами.

# Пример

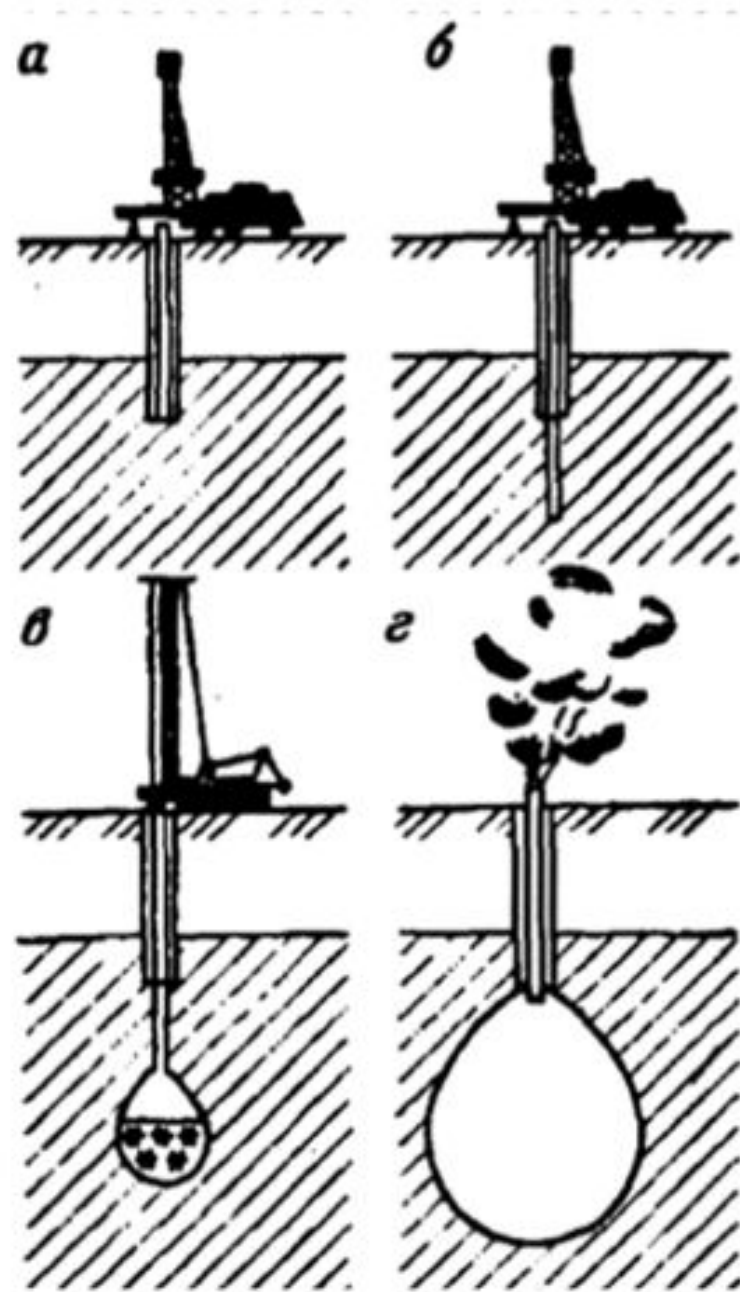
- При использовании электроплавания плавучих в Подмосковном угольном бассейне была получена толщина сплавленной корки 60—70 см.
- Расход электроэнергии составил 8600 кВт-ч на 1 м<sup>3</sup> расплава.

## Уплотнение пород взрывом

применяют для создания и одновременно укрепления различных полостей в массивах связных пород — лёссах, глинах и суглинках.



- Специальные заряды ВВ располагают в скважине на всю ее длину.
- Взрыв происходит без выброса породы.
- При взрыве образуется выемка, диаметр которой в 20 раз больше диаметра скважины.
- Стенки выемки уплотняются настолько, что она может оставаться без крепления длительное время.



- **Лёсс** (нем. *Löß* или *Löss*) — осадочная горная порода, неслоистая, однородная известковистая, суглинисто-супесчаная, имеет светло-жёлтый или палевый цвет. Залегает в виде покрова от нескольких метров до 50—100 м — на водоразделах, склонах и древних террасах долин.
- Лёсс — алевролит слабой крепости.

