

# Тема 3. Методы увеличения нефтеотдачи пластов и воздействия на ПЗС

Лекция 5. МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ. МЕХАНИЗМ И КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МУН

Лекция 6. МЕТОДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ СКВАЖИН. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ОПЗ И ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗНОВИДНОСТИ

# Повышение эффективности естественных режимов работы залежей достигается применением искусственных методов воздействия

## Группы искусственных методов воздействия

- 1) **методы ППД** нагнетанием воды/газа
- 2) **методы повышения нефте- и  
газоотдачи пластов**
- 3) **методы повышения проницаемости ПЗ**

**Методы увеличения нефтеотдачи (МУН) – технологии воздействия на нефтяной пласт (через НС) с целью улучшения характеристик заводнения для увеличения извлекаемых запасов нефти**

$$КИН = \eta_{\text{вытес}} \eta_{\text{охв}}$$

## Разновидности МУН

- ✓ закачка в пласт воды, обработанной ПАВ
- ✓ щелочное заводнение
- ✓ вытеснение нефти растворами полимеров
- ✓ мицелярное заводнение
- ✓ закачка в пласт углекислоты
- ✓ нагнетание в пласт теплоносителей
- ✓ внутрислоевого горения

**Закачка в нефтяной пласт воды, обработанной ПАВ,** ↓ поверхностное натяжение на границе Н-В, что способствует дроблению глобул нефти и образованию маловязкой эмульсии

**Щелочное заводнение** основано на взаимодействии нефти со щелочными растворами, улучшающими моющие и нефтевытесняющие свойства воды

**Вытеснение нефти растворами полимеров** - процесс, при котором в пласт нагнетается в виде оторочки водный раствор высокомолекулярного полимера, способствующему значительному повышению вязкости воды

**Мицеллярное заводнение** – процесс вытеснения нефти оторочками мицеллярных растворов (МР), продвигаемых по пласту вначале полимерным раствором, затем водой

**Мицеллы** (лат. Mīcella -крошечка, частичка) - **частицы в коллоидных системах, состоящие из нерастворимого в данной среде ядра очень малого размера, окруженного стабилизирующей оболочкой адсорбированных ионов и молекул**

МР состоит из мицелл на основе ПАВ, способных поглощать до 80 % воды от объема раствора. Внешней фазой остается нефть

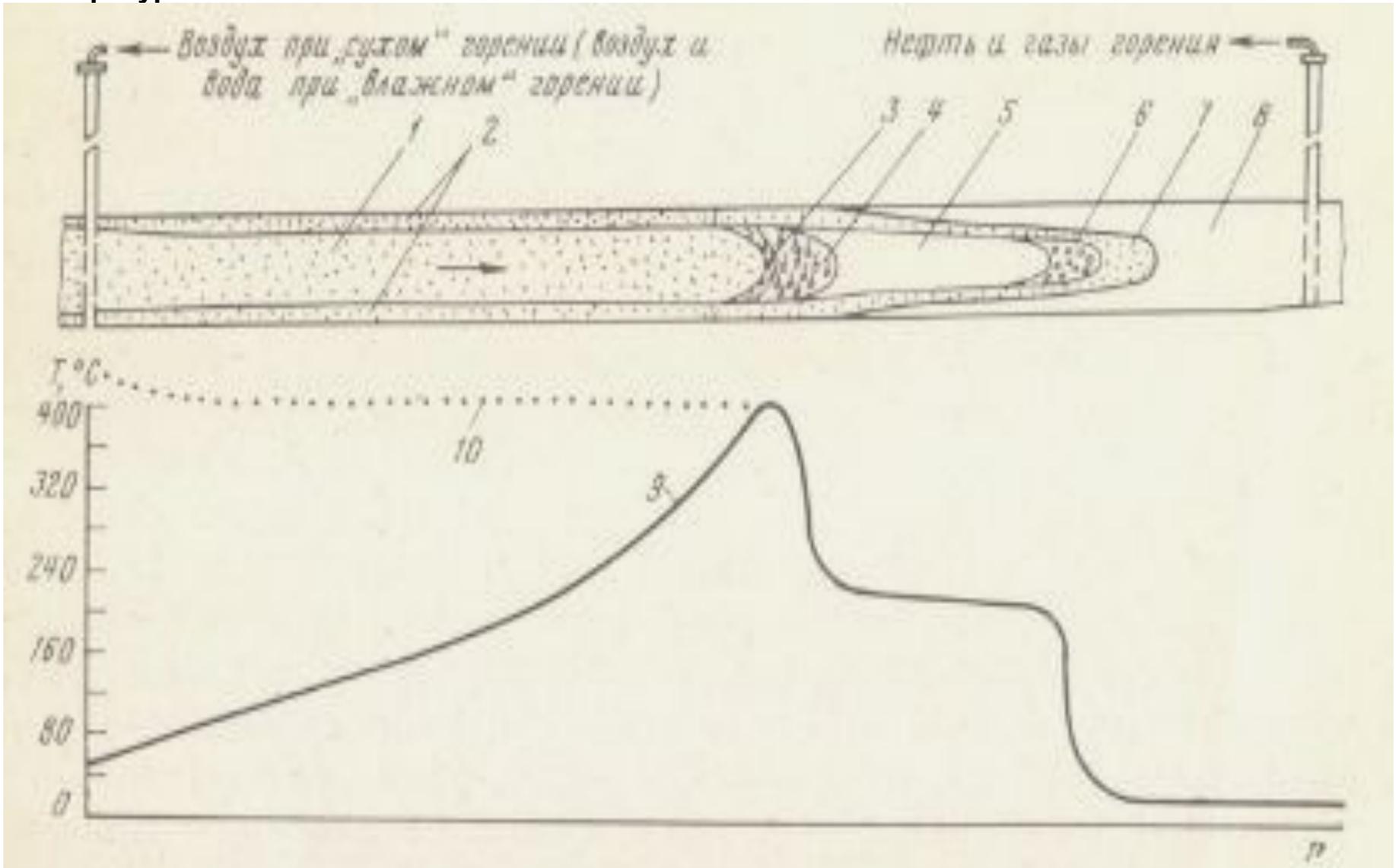
**Закачка в пласт углекислоты** приводит к её растворению в нефти, уменьшая вязкость Н.

Применение теплового воздействия на пласт проводится нагнетанием в пласт теплоносителя (горячей воды или пара с температурой 200 °С)

Метод ВДОГ заключается в том, что после зажигания тем или иным способом нефти в пласте у забоя НС создается движущийся очаг горения за счет постоянного нагнетания с поверхности окислителя - воздуха или смеси воздуха с водой. Тепло образуется непосредственно в пласте за счет сжигания части нефти (10 – 15%)

# Схема распределения зон и температуры при ВДОГ

1-выжженная зона, 2-зона остаточной нефтенасыщенности, 3-фронт горения, 4-зона испарения, 5-зона конденсации, 6-зона горячей воды, 7-зона горячей нефти, 8-зона начальной пластовой температуры



## **Микробиологические МУН**

**предусматривают  
воздействие на пласт  
микробных клеток на  
молекулярном уровне и  
обладают комплексным  
воздействием на пласт –  
увеличением охвата и  
повышением коэффициента  
вытеснения**

**Методы ОПЗ** – технологии  
воздействия на пласт в  
непосредственной близости от  
скважины (ДС+НС)

**Цель ОПЗ - обеспечение заданных  
или восстановление утраченных  
эксплуатационных характеристик  
скважины**

**Производительность скважин зависит от проницаемости пород продуктивного пласта**

$$Q = \frac{2 \pi k h}{\mu \ln \frac{R_{\kappa}}{r_{c \text{ пр}}}} \Delta P$$

**Естественная проницаемость пород ухудшается с течением времени из-за загрязнения фильтрующей поверхности:**

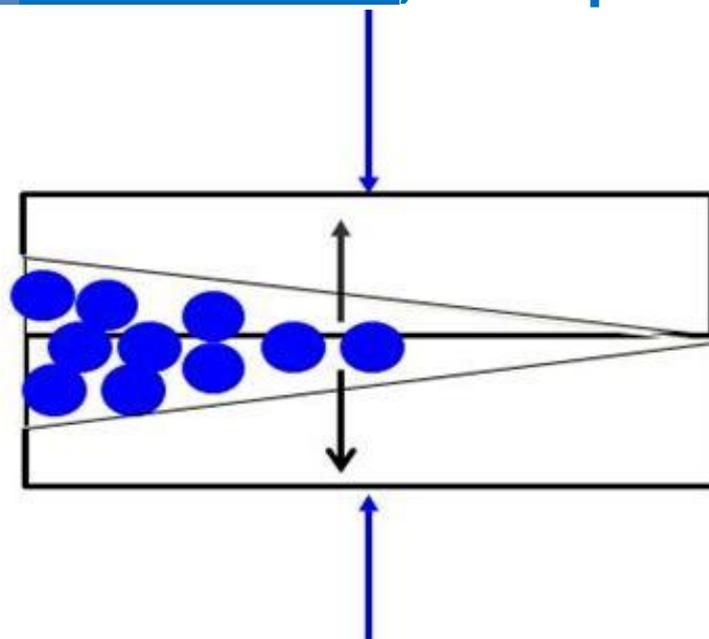
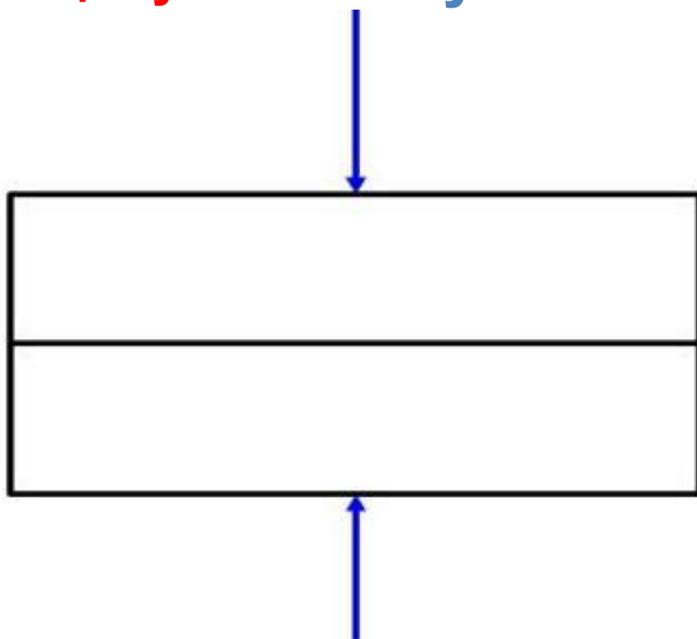
- ✓ механическими примесями и у/в соединениями
- ✓ нерастворимыми осадками, продуктами набухания глин

# Методы ОПЗ

1. **Гидрогазодинамические** (ГРП; ГПП; волновое, вибрационное воздействие)
2. **Физико-химические** (КО; воздействие растворителями; обработка ПЗС растворами ПАВ и ингибиторами солеотложений или гидрофобизаторами)
3. **Термические** (электропрогрев, паротепловые обработки, прокачки горячей нефти) для удаления со стенок поровых каналов парафина и смол, а также для интенсификации химических методов
4. **Комбинированные** (ТКО; ТХО; ГКРП)

**ГРП** - процесс образования в пласте новых или расширения существующих трещин вследствие нагнетания в скважину рабочей жидкости под высоким давлением, превышающем прочностные свойства горных пород и гидростатическое давление в полтора-два раза

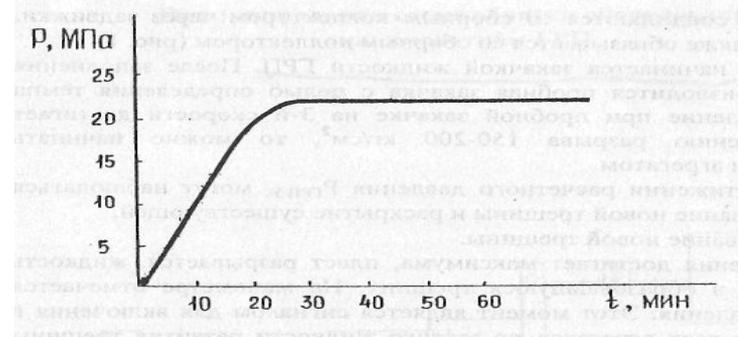
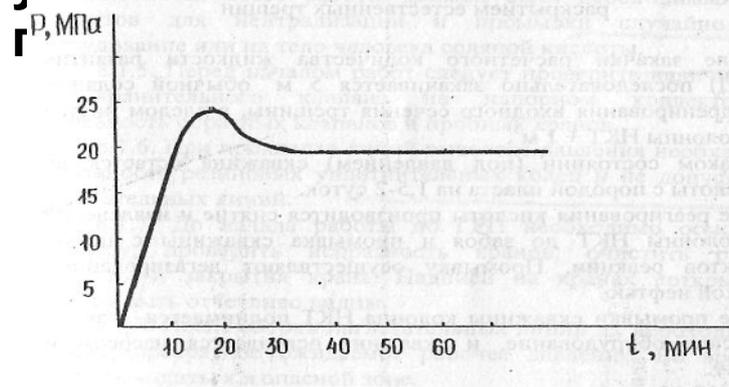
После прекращения закачки, напряжения породы закрывают трещину Поэтому используют наполнитель, который



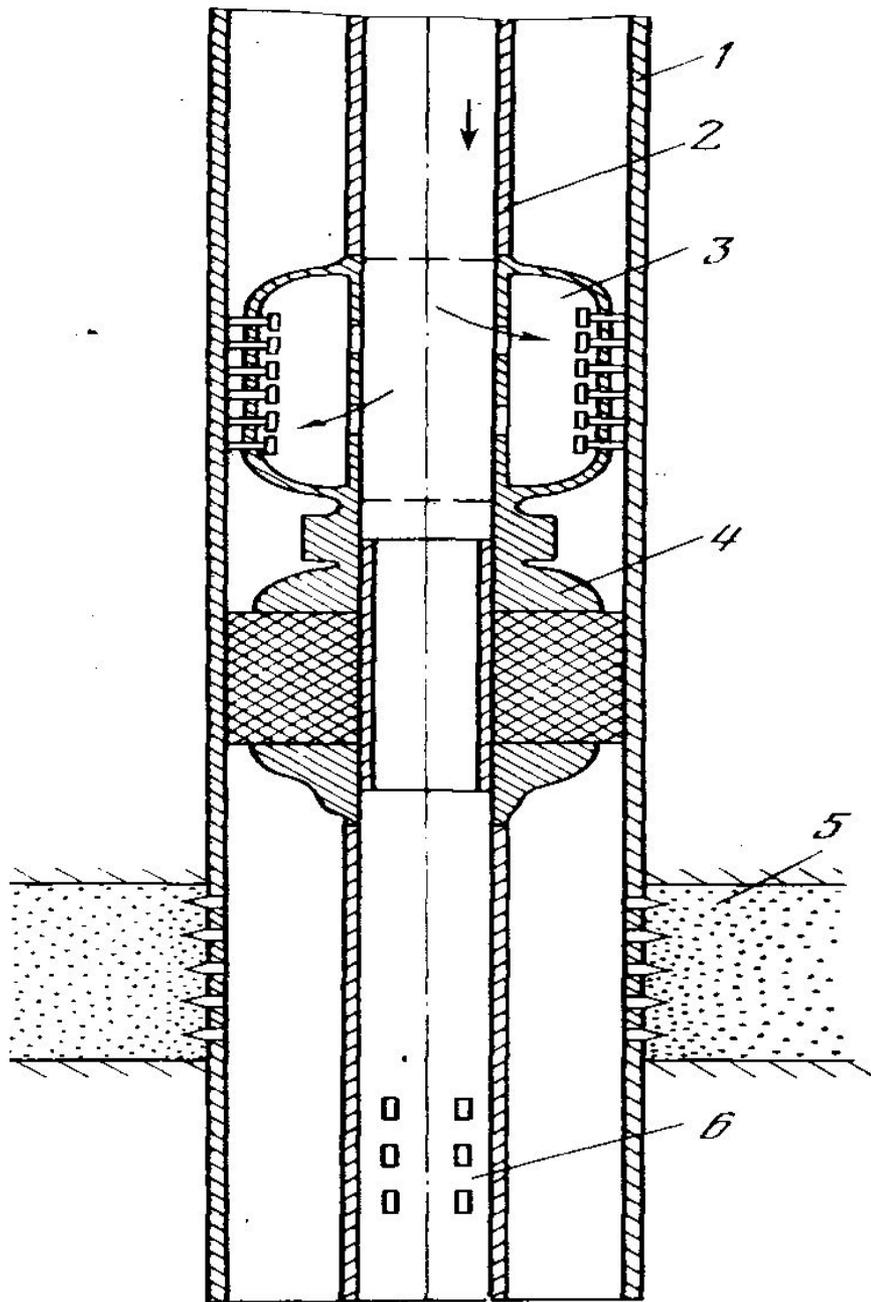
## наполнители трещин при ГРП:

1. кварцевый песок (0,5 - 1,4 мм.) 100 до 600 кг на 1 м<sup>3</sup> жидкости
2. стеклянные шарики
3. шарики из прочных полимеров
4. проппант

В пластах с высокой проницаемостью главный фактор увеличения дебита скважин – ширина трещин, а с низкой



Образование новых трещин характеризуется резким снижением давления на устье скважины

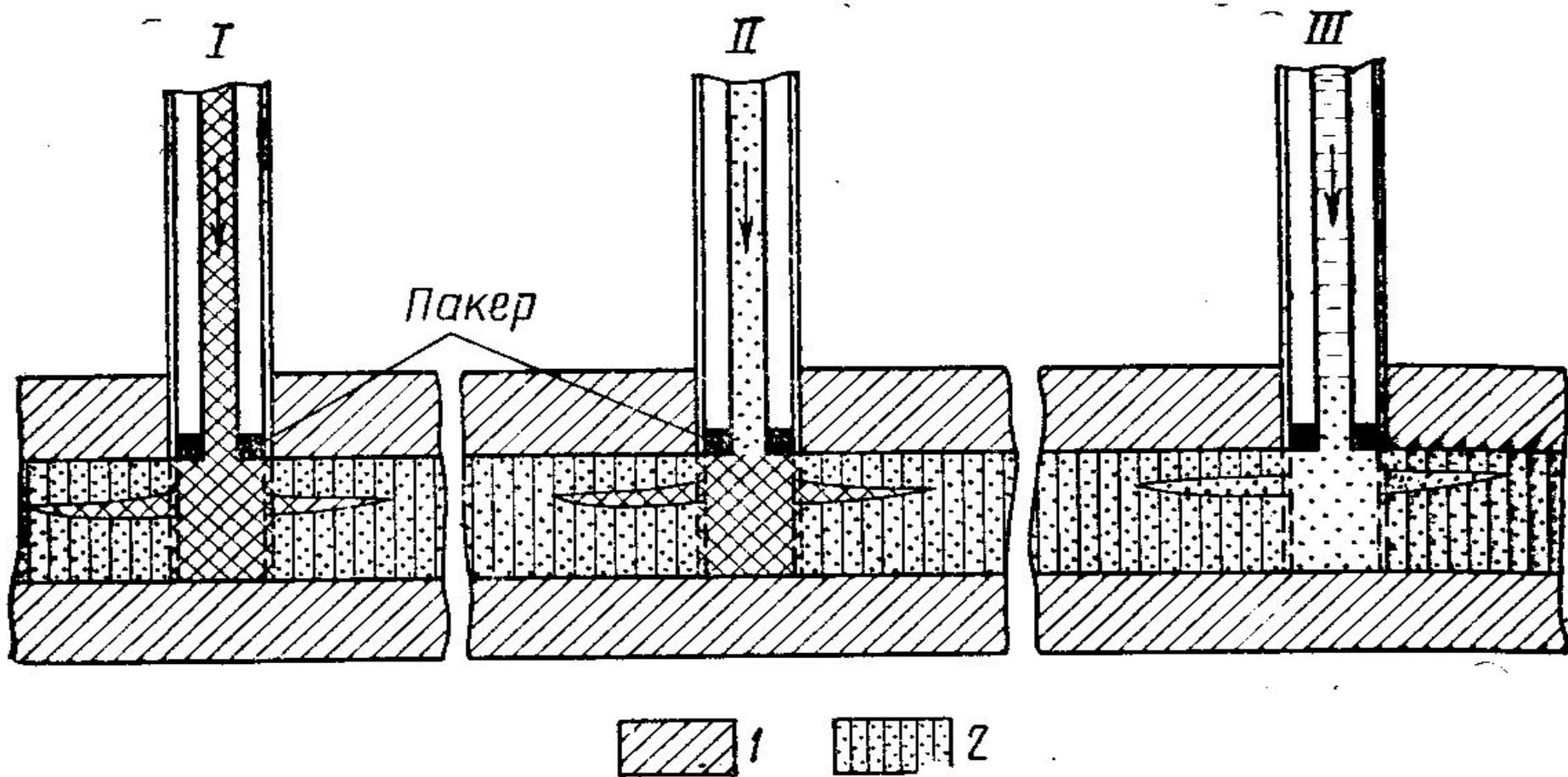


В скважину спускают технологическую колонну НКТ

Над объектом разрыва устанавливается пакер

От смещения под действием давления разрыва, пакер удерживает гидравлический якорь

- 1 – обсадная колонна;
- 2 – НКТ;
- 3 – гидравлический якорь;
- 4 – пакер;
- 5 – продуктивный пласт;
- 6 – хвостовик



### Схема гидравлического разрыва пласта

I – нагнетание жидкости разрыва

II – нагнетание жидкости с наполнителем

III – нагнетание жидкости продавливания

1 – глины; 2 – нефтяной пласт

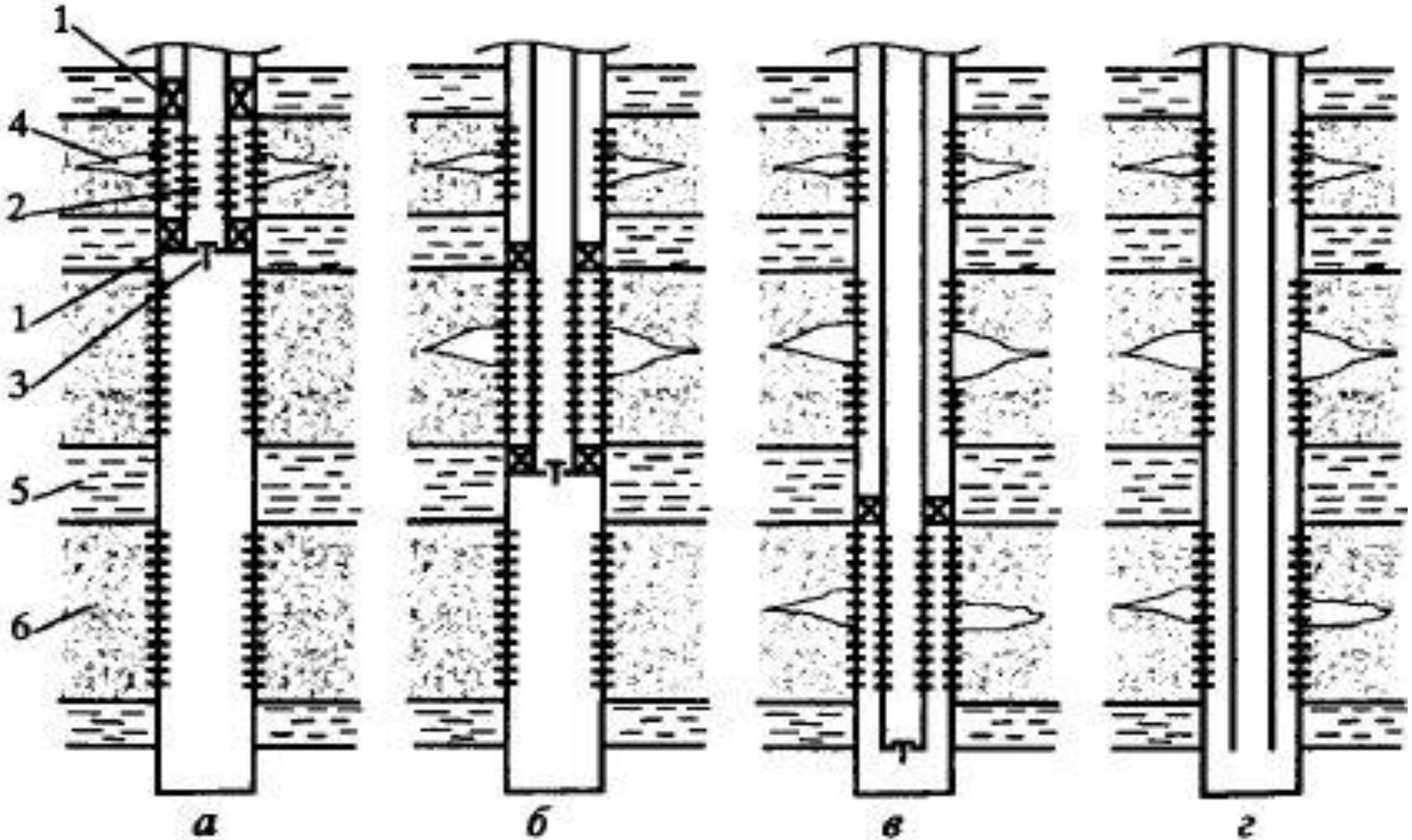
# Технологии ГРП

- a) обычные (ГРП)
- b) глубоко проникающие (ГГРП)
- c) массивные (МГРП)

## Технологические схемы ГРП:

- ✓ **однократный**, когда воздействию жидкости разрыва подвержен весь эксплуатируемый пласт
- ✓ **многократный**, когда воздействию подвергаются последовательно два и более интервалов
- ✓ **направленный (поинтервальный)**, когда разрыву подвергается один определенный интервал, предварительно ослабленный перфорацией
- ✓ **кислотный гидравлический разрыв пласта**, в карбонатных коллекторах, используют рабочий раствор на основе соляной кислоты: жидкость разрыва и жидкость развития трещин

# Поинтервальный ГРП

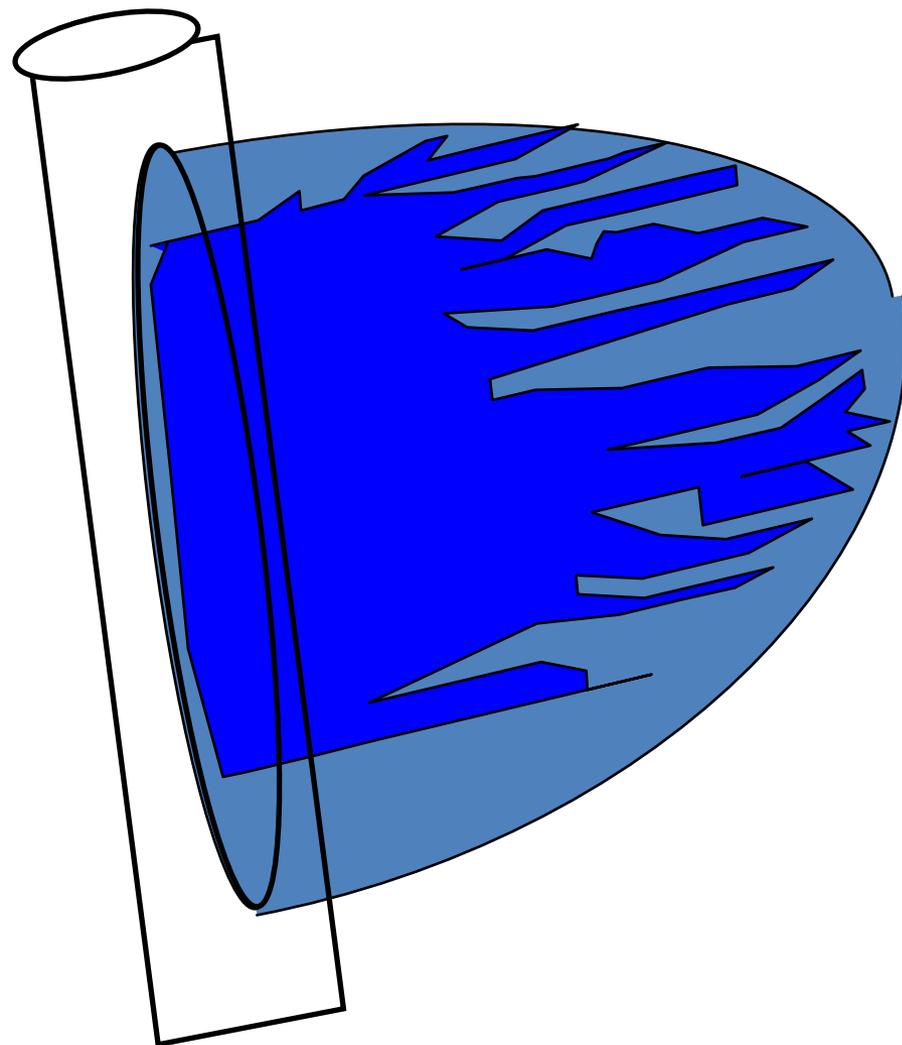


а — разрыв в верхнем пропластке; б — разрыв в среднем пропластке; в — разрыв в нижнем пропластке; г — скважина после ГРП;

1 — пакер; 2 — хвостовик НКТ; 3 — обратный клапан; 4 — трещина; 5 — глинистый пропласток; 6 — песчаный пропласток

# Кислотный ГРП (карбонаты)

- создание канала высокой проводимости путем растворения участка поверхности трещины кислотой
- Растворение не должно быть сплошным, чтобы оставить шероховатость, удерживающую избирательность каналов вдоль трещины.



# Рабочие жидкости при КГРП

**ЖР** - инвертная кислотная эмульсия  
(ИКЭ)

- **внешняя среда - у/в**  
**ЖИДКОСТЬ** (дизтопливо,

ШФЛУ (дистиллят), нефть),

- **внутренняя фаза -**  
**НСЛ 20-24%**

**концентрации**

**Состав ИКЭ на 1 м<sup>3</sup>:**

- дистиллят - 0-0,25 м<sup>3</sup>
- нефть товарная - 0,20-0,55 м<sup>3</sup>
- **НСЛ** - 0,45-0,55 м<sup>3</sup>

**ЖРТ - СКМД**

- **НСЛ 24 %-ной**  
концентрации - 70-80 %;
- **моносльфитный**  
**черный щелок - 20-30 %**

# МЕТОДЫ КИСЛОТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

- основаны на способности кислот растворять горные породы или цементирующий материал

## • В КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

(ИЗВЕСТНЯК, ДОЛОМИТ) РАСТВОРОМ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ



## • В ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ (ПЕСЧАНИК,

АЛЕВРОЛИТ,

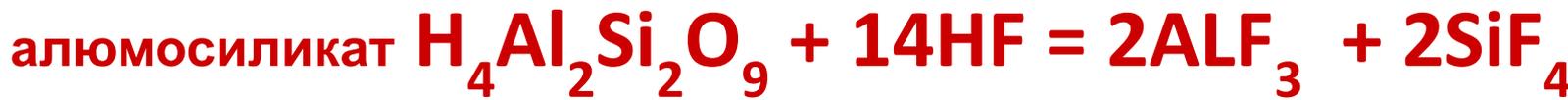
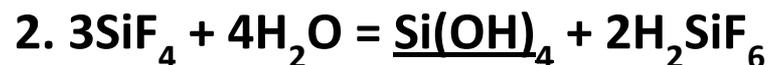
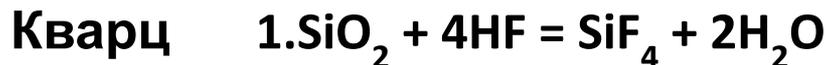
АРГИЛЛИТ)

РАСТВОРОМ

ГЛИНОКИСЛОТЫ (СМЕСИ HF И HCl)

Глинокислоту применяют после

предварительной обработки соляной кислотой

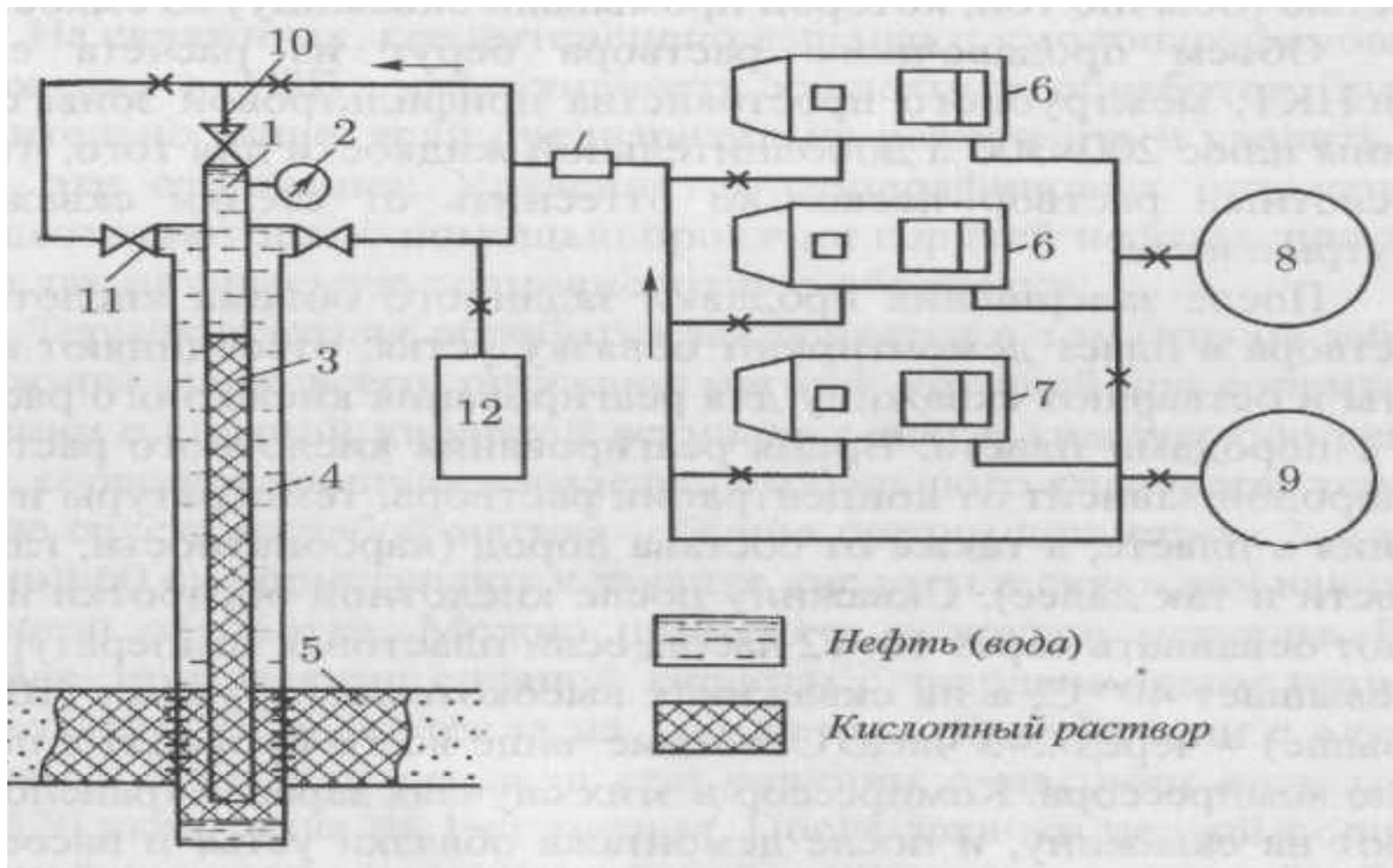


**Кислотный раствор состоит из активной части, растворителя, ингибитора коррозии, стабилизатора и интенсификатора**

**Технология КО заключается в доставке рабочего раствора в заданный интервал и оставлении в скважине на реагирование или задавливании в пласт**

**Способы доставки КР в интервал обработки:**

- 1). по технологической колонне НКТ**
- 2). по межтрубному пространству**



1-устьевая арматура, 2-манометр, 3-технологическая колонна, 4-межтрубное пространство,

5-пласт, 6- насосы для нагнетания КР, 7-насос для промывки и нагнетания жидкости продавливания, 8-емкость с рабочим раствором, 9-емкость с жидкостью продавливания, 10-входная устьевая задвижка, 11-задвижка устьевая межтрубного пространства *выходная*.

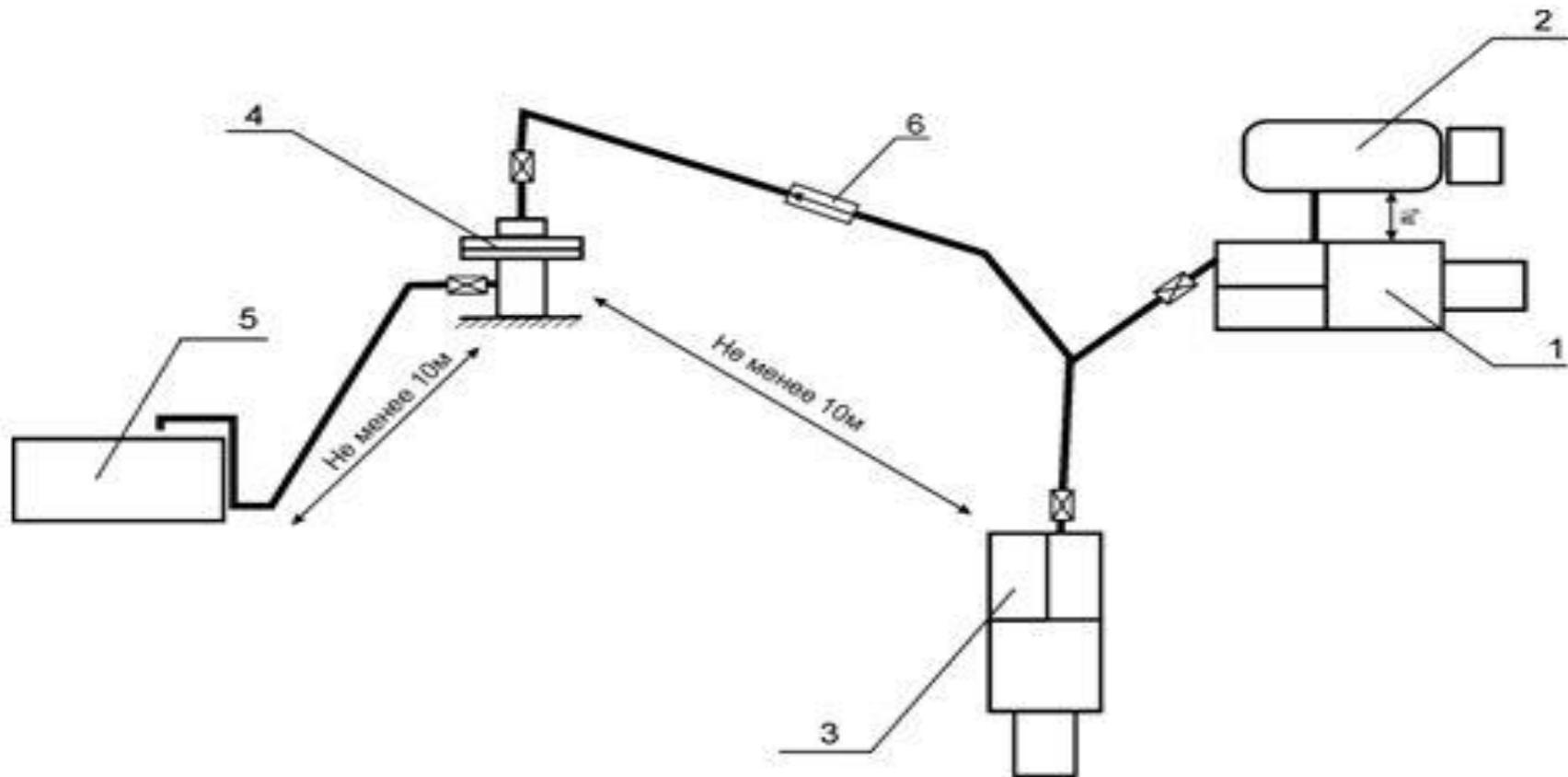
# ВИДЫ КИСЛОТНЫХ ОБРАБОТОК

- 1) КИСЛОТНАЯ ВАННА** для очистки забоя и стенок скважины от цементной и глинистой корки, продуктов коррозии, кальциевых отложений
- 2) ОБЫЧНАЯ СКО** с продавкой КР в пласт
- 3) НСКВ** (НАПРАВЛЕННОЕ СОЛЯНОКИСЛОТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ) с целью вовлечения бездействующих зон пласта применяют различные замедлители реакции кислоты с породами, регулируют режимы нагнетания (скорость, температуру, давление) используют полимерно-кислотные системы (ПКС), пены
- 4) ПОИНТЕРВАЛЬНАЯ СКО** последовательная обработка пласта по толщине
- 5) СЕРИЙНАЯ** — многократная обработка с интервалами в 5-6 суток
- 6) КИСЛОТОСТРУЙНЫЕ ОБРАБОТКИ** - нагнетание раствора через гидромониторные насадки (сопла)

# Закачку кислоты производят

- **кислотным агрегатом КА,**
- продавку кислоты в пласт - **цементирующим агрегатом ЦА** с замером объемов продавки через мерную емкость

# схема обвязки оборудования при КО



1- НА, 2 – а/цистерна, 3 – КА, 4 – скважина, 5 – желобная емкость,  
6 – обратный клапан **для предотвращения непредвиденного разлива ТЖ на землю**

## ***Термохимическая обработка***

заключается в проталкивании в пласт горячей соляной кислоты, нагретой вследствие реакции с прутковым магнием, загруженным в специальный наконечник

## ***Термокислотная обработка*** –

процесс комбинированный – в первой фазе ТХО, во второй фазе без перерыва производится обычная КО

ТХО и ТКО проводятся в скважинах с АСПО

***Гидропескоструйная перфорация (ГПП)*** - метод основан на использовании энергии и абразивного свойства струи жидкости с песком, истекающей с большой скоростью из насадок перфоратора и направленной на стенку скважины. Струя жидкости с песком образует прорезь в обсадной колонне, в цементном камне и породе пласта

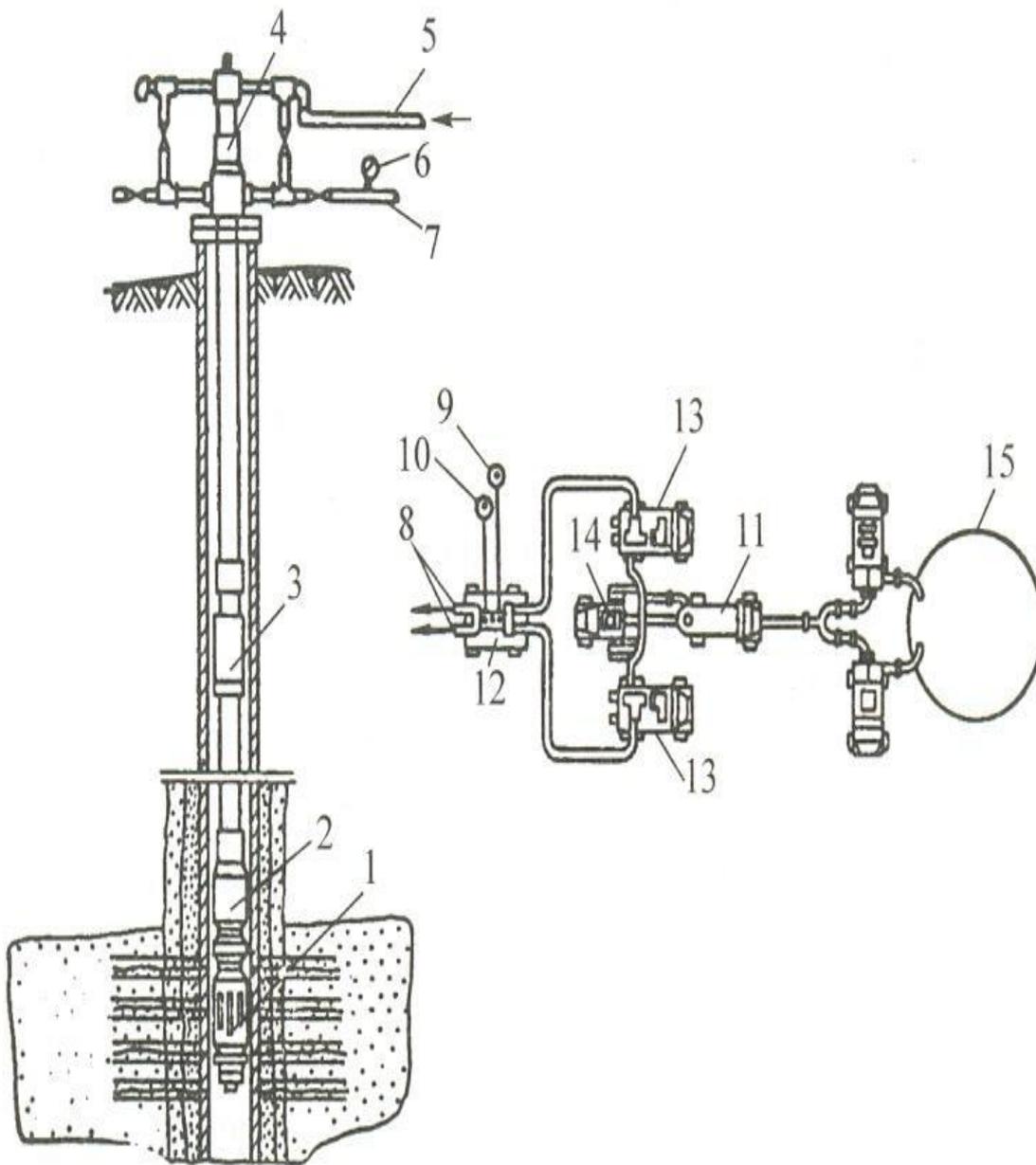
Жидкость с песком направляется к насадкам перфоратора по колонне труб с помощью того же наземного оборудования, что и для ГРП

**Виброобработка** – процесс воздействия на ПЗС с помощью забойных вибраторов, формирующих волновые возмущения среды в виде резких колебаний давления различной частоты и амплитуды

Вибратор – гидравлический механизм золотникового типа, спускаемый на колонне труб и размещенный в интервале обработки. Нагнетаемая по НКТ рабочая жидкость, проходя через вибратор, генерирует серию гидравлических ударов, сила которых зависит от расхода рабочей жидкости и времени перекрытия потока

# схема обвязки оборудования при виброобработке

- 1-вибратор
- 2-фильтр
- 3- амортизатор
- 4-заливочная головка
- 5,7-выходные линии
- 6,10- манометр
- 8- выкидные линии коллекторов
- 9- расходомер
- 11- автоцистерна
- 12- арматура устья
- 13- агрегат АН-700
- 14- насосный агрегат
- 15- емкость



***Тепловые методы воздействия*** на ПЗ применяют в скважинах, в нефти которых содержится парафин или смола. Используют тепловое воздействие *горячими жидкостями, паром, нагревом электроприборами*

Для прогрева жидкостями в скважину нагнетают нефть, конденсат, керосин, дизельное топливо, воду, воду с добавками ПАВ в объеме 15 – 30 м<sup>3</sup>, нагретые до температуры 90 – 95 °С. (промывка горячей жидкостью и продавливание жидкости в пласт)

Паротепловая обработка - нагнетание в скважину через технологическую колонну перегретого водяного пара в течение определенного времени. Устье скважины на 2 – 5 суток закрывают для передачи тепла в глубь пласта

# Электротепловая обработка ПЗС, осуществляется глубинными электрическими нагревателями периодически или непрерывно

Для периодической обработки из скважины извлекают оборудование. Спускают нагреватель в скважину на кабеле-канате. Нагрев обычно длится в течение 3 – 7 сут

Для непрерывного прогрева забоя используют стационарные нагреватели, установленные стационарно в лифтовую колонну и расположенные ниже глубинного насоса. Электроэнергия к нагревателю подается по электрическому кабелю колонной НКТ и прикрепленному к ней снаружи

- 1- кабель
- 2 – головка
- 3 – гидрофланец
- 4 – клемная полость
- 5 – нагревательные элементы

