

# НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



# Цели и задачи курса

## ЦЕЛЬ

приобретение знаний и практических навыков по современным методам проектирования и выбора нефтегазопромыслового оборудования для реализации и механизации процессов разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.

## ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

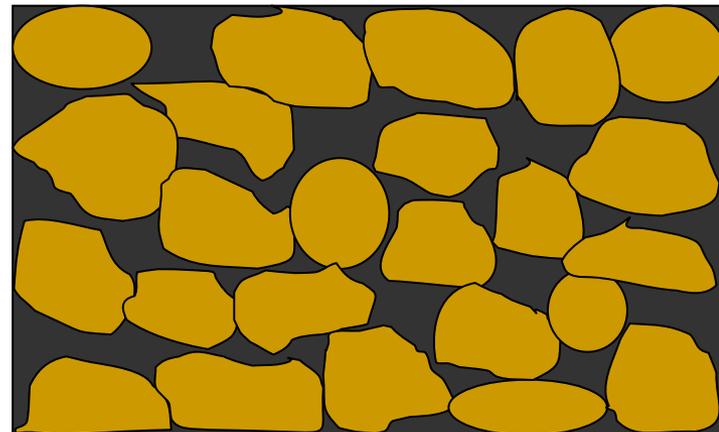
- 1. Изучение техники добычи нефти и оборудования:**
  - для эксплуатации нефтяных и газовых скважин;
  - для эксплуатации систем поддержания пластового давления (ППД);
  - для воздействия на призабойную зону пласта;
  - для исследования и ремонта скважин;
  - для эксплуатации систем сбора и подготовки нефти и газа.
- 2. Уяснение принципов и методических основ расчета при проектировании и подборе соответствующего оборудования**

## ТИПЫ ПОРОД- КОЛЛЕКТОРОВ

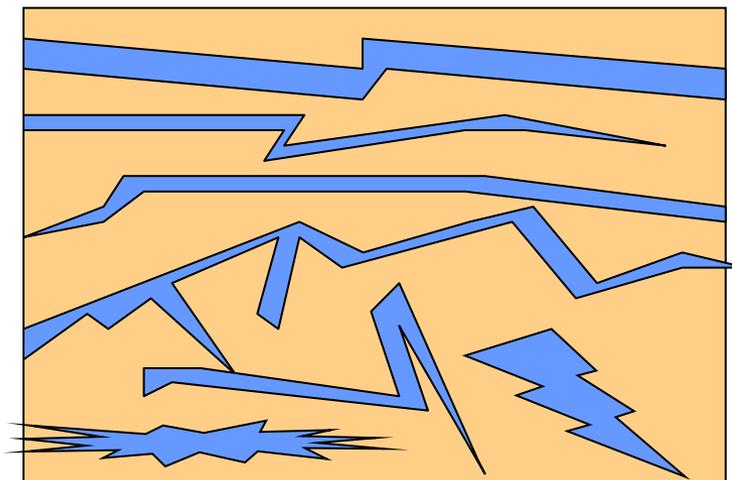
**Коллекторами нефти и газа** называются такие горные породы, которые способны **вместать** (аккумулировать) нефть и газ и **отдавать** (фильтровать) их при разработке.

подавляющая часть нефтяных и газовых месторождений приурочена к **коллекторам** трех типов:

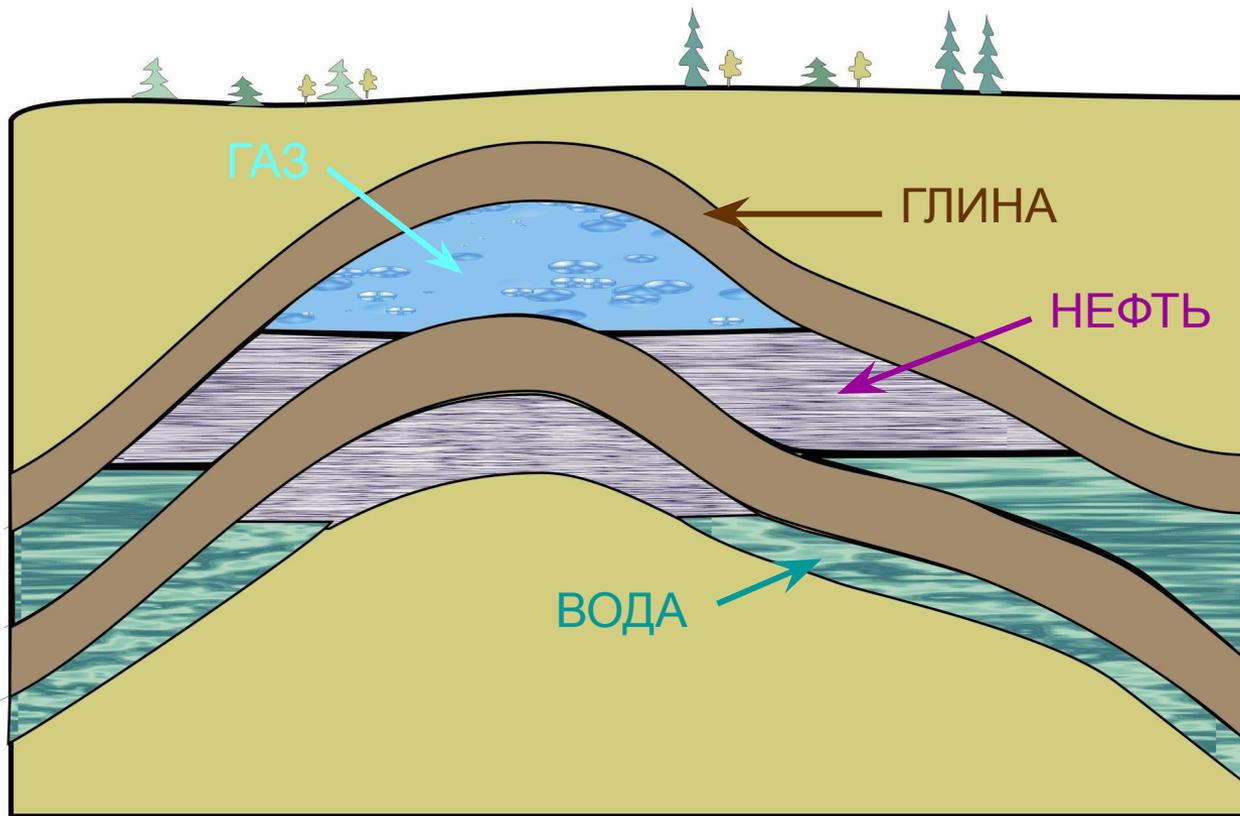
Гранулярные (коллекторы, сложенные песчано-алевритовыми породами, поровое пространство которых состоит из межзерновых полостей);



Трещиноватые (поровое пространство складывается системой трещин; участки коллектора, залегающие между трещинами, представляют собой плотные, малопроницаемые блоки пород, поровое пространство которых практически не участвует в процессах фильтрации);



На практике чаще встречаются коллекторы смешанного типа. При изучении процессов фильтрации жидкостей и газов в таких коллекторах принято их поровое пространство рассматривать как непрерывную сложную среду, состоящую из двух сред – трещиноватой и межзерновой, вложенных одна в другую.



Промышленные запасы нефти и газа приурочены к тем коллекторам, которые совместно с окружающими их породами образуют ловушки различных форм, ограниченные сбросами или другими нарушениями складчатости.

Условия формирования нефтеносных толщ включают наличие коллекторов с надежными крышками практически непроницаемых пород.

**Залежью** углеводородов называют естественное локальное (единичное) скопление нефти, газа и воды в одном или нескольких сообщающихся между собой пластах-коллекторах, т. е. в пористых или трещиноватых горных породах, заключенных в толще непроницаемых отложений и способных вмещать в себе и отдавать при разработке нефть или газ

Природным источником сырья ( нефти, газа ) является **залежь**. Доступ в нее обеспечивается посредством бурения и строительства множества **скважин**

При проектировании и разработке нефтяных месторождений основной категорией скважин является эксплуатационный фонд:

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ФОНД СКВАЖИН

### ДОБЫВАЮЩИЕ СКВАЖИНЫ

- фонтанные
- газлифтные
- насосные

Имеют фонтанное, газлифтное или насосное оборудование и предназначены для добычи нефти, нефтяного газа, газового конденсата и попутной воды

### НАГНЕТАТЕЛЬНЫЕ СКВАЖИНЫ

- законтурные
- приконтурные
- внутриконтурные

Предназначены для воздействия на продуктивные пласты путем нагнетания в них воды, газа и др. рабочих агентов с целью поддержания пластового давления для продления фонтанного периода эксплуатации или увеличения дебита механизированных добывающих скважин

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ СКВАЖИНЫ

- водозаборные
- поглощающие

Предназначены для добычи технической воды, сброса промышленных вод в, глубокозалегающие поглощающие пласты, подзем. хранения газа

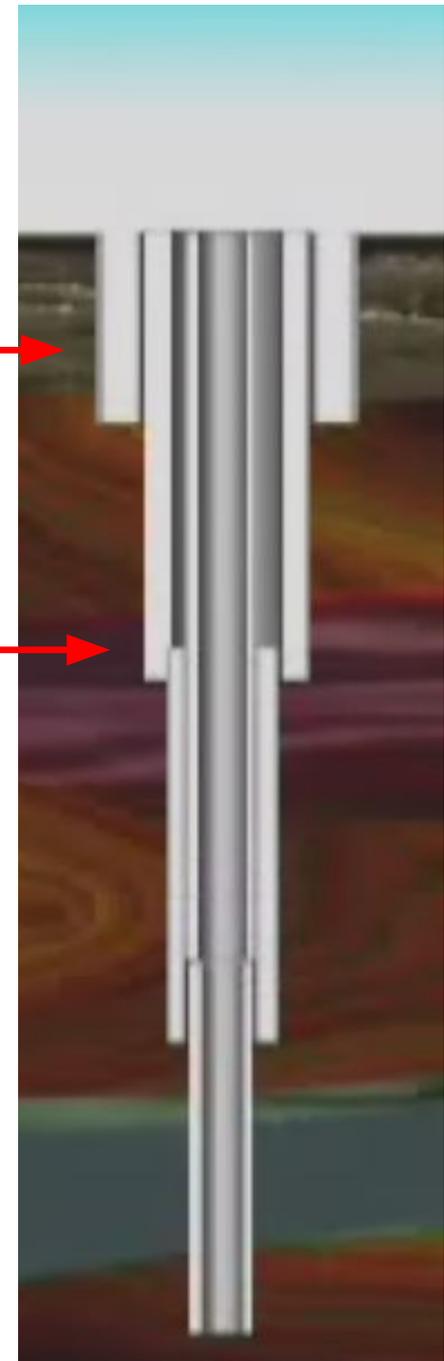
# Конструкция скважины

**Направление.** Начальный участок скважины:

- труба зацементированная в легко размываемых породах,
- с длиной, равной глубине залегания устойчивых горных пород (4 – 8 м)

**Кондуктор.** Колонна обсадных труб (100 – 500 м) для:

- крепления верхнего интервала скважин с целью перекрытия горных пород, склонных к обрушению или поглощению бурового раствора;
- установки на устье противовыбросового оборудования;
- подвески последующих обсадных колонн.



В пробуренных эксплуатационных скважинах в процессе их освоения и эксплуатации оборудуются:

**Устьевая часть, находящаяся на поверхности**

Устьевая колонная обвязка

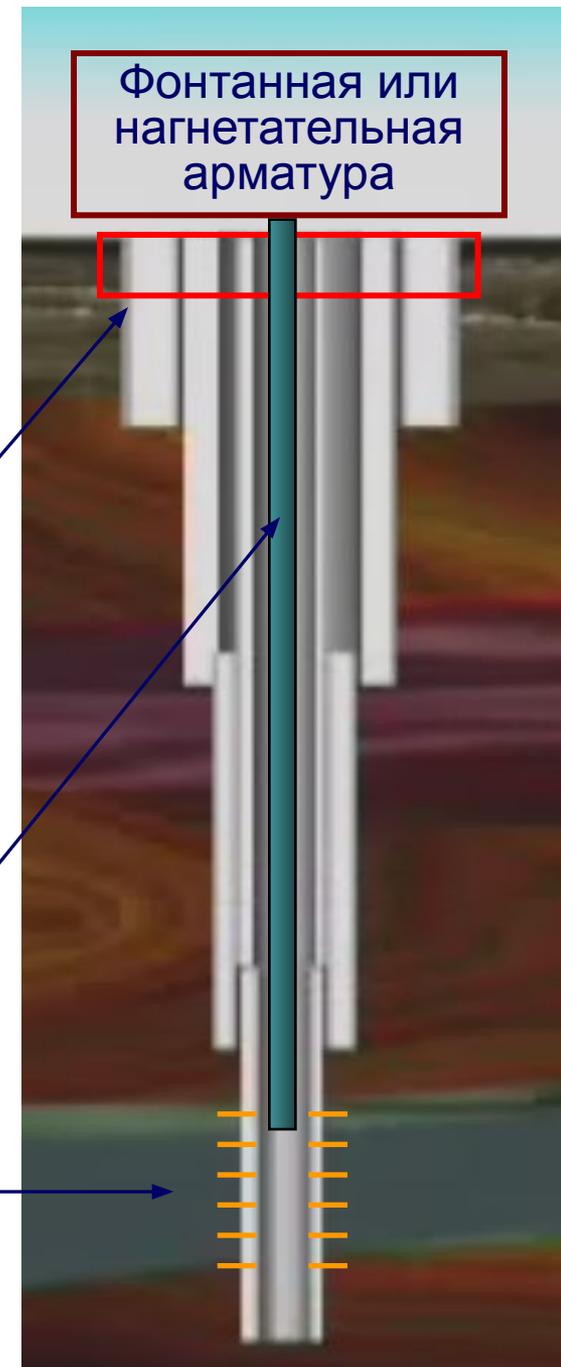


К фонтанной арматуре подвешиваются насосно-компрессорные трубы (НКТ)

**Забойная часть – зона продуктивности пласта**

Осуществляется перфорация забоя

Фонтанная или нагнетательная арматура



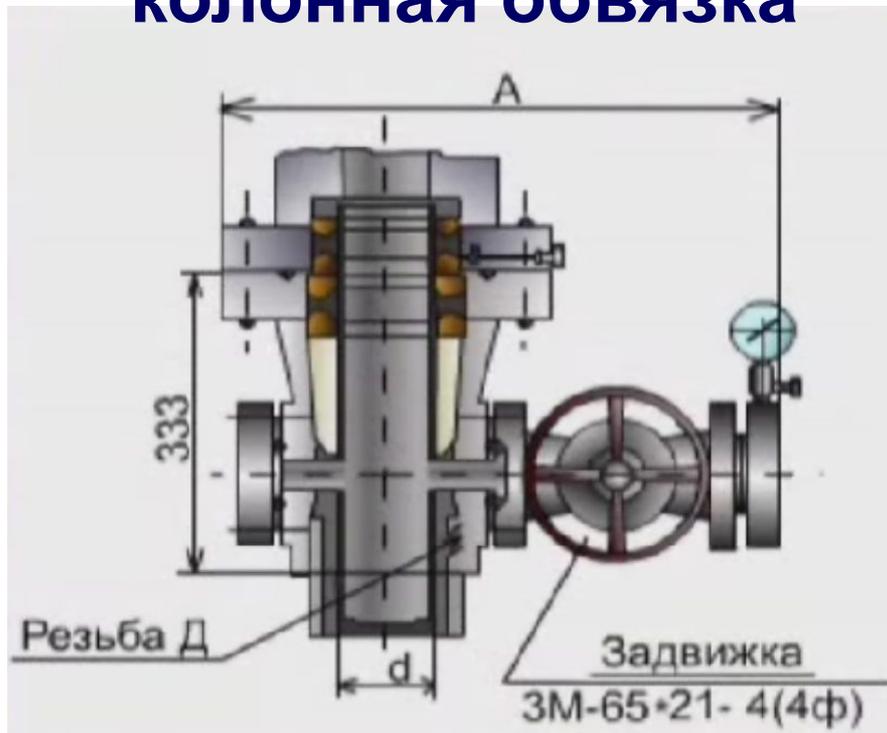
# ОБОРУДОВАНИЕ УСТЬЕВОЙ КОЛОННОЙ ОБВЯЗКИ

**Устьевая колонная обвязка предназначена для:**

- Герметизации пространства между обсадными колоннами скважины
- Контроля и измерения давления среды в межколонных пространствах
- Опрессовки фланцевых соединений
- Проведения цементирования скважины
- Др. технологических операций

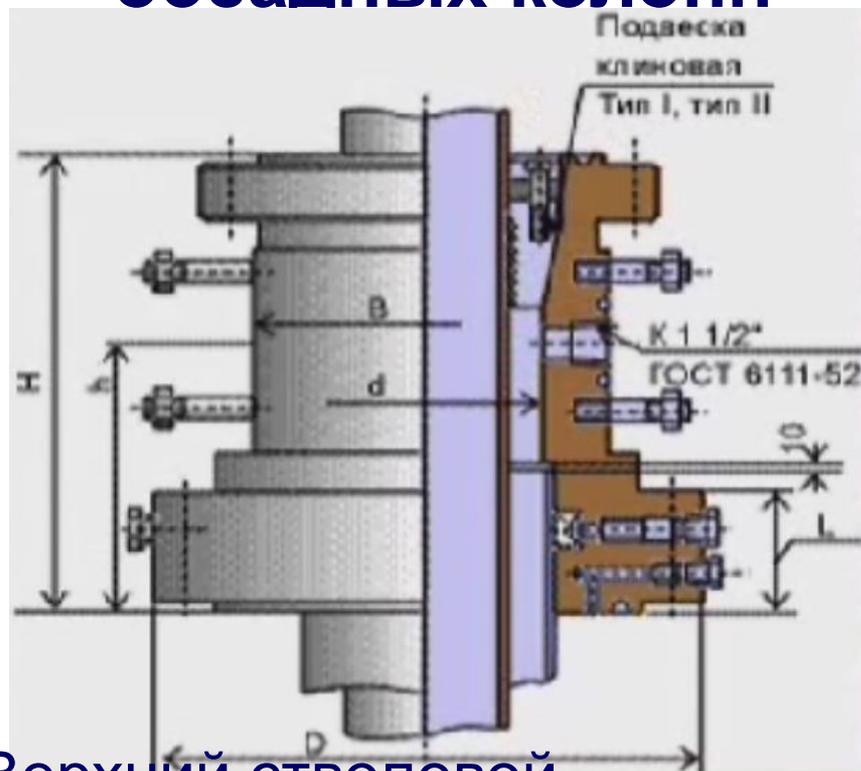


## Однокорпусная колонная обвязка



- Колонная головка, содержащая трубодержатель и уплотнитель
- Запорные устройства и манометры на боковых отводах

## Обвязка для двух обсадных колонн



- Верхний ствольной присоединительный фланец
- Трубодержатель для колонны меньшего диаметра
- Нижний фланец для обвязки технической колонны большего диаметра
- Запорные устройства и манометры на боковых отводах

# ОБОРУДОВАНИЕ ЗАБОЕВ СКВАЖИН

Конструкция забоя скважины должна обеспечивать:

- Механическую устойчивость призабойной части пласта, предотвращение обрушения породы
- Эффективную гидродинамическую связь забоя скважины с нефтенасыщенным пластом
- Возможность дренирования всей нефтенасыщенной толщины пласта
- Доступ к забою скважин спускаемого оборудования
- Возможность избирательного воздействия на различные пропластки или на отдельные части (по толщине) монолитного пласта.

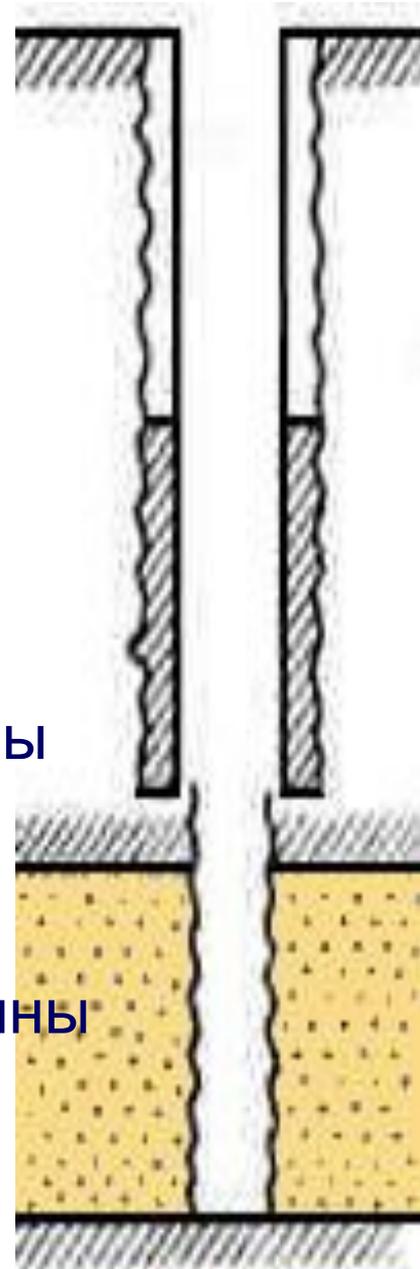
Геологические и технологические условия разработки месторождений различны, поэтому **существует несколько типовых конструкций оборудования забоев скважин**

# 1. Открытый забой

башмак обсадной колонны цементируется перед кровлей пласта. Затем пласт вскрывается долотом меньшего диаметра, причем ствол скважины против продуктивного пласта оставляется открытым.

## Такая конструкция возможна:

- при достаточно устойчивых горных породах;
- при сравнительно однородном пласте;
- при наличии до вскрытия пласта достаточно точных данных об отметках кровли и подошвы продуктивного пласта;
- при относительно малой толщине пласта, оставляемого без крепления;
- а также, если при эксплуатации такой скважины не может возникнуть необходимость избирательного воздействия на отдельные пропластки.



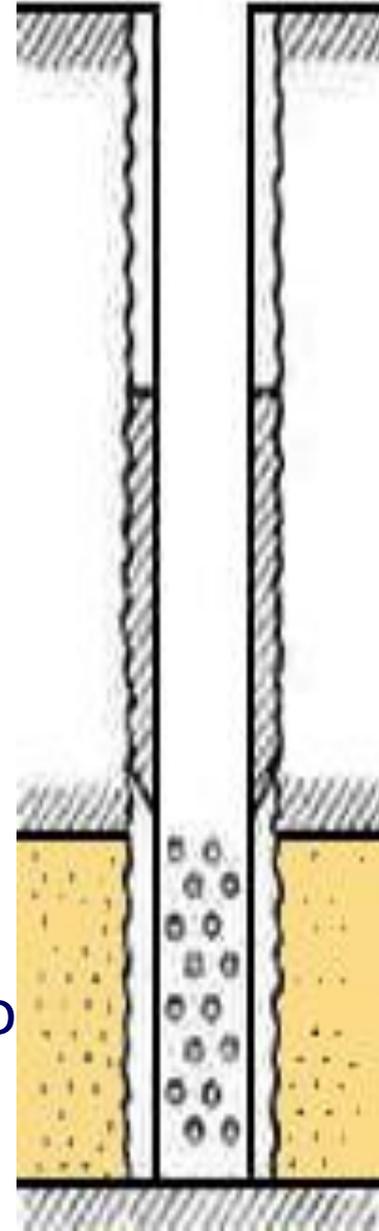
Менее 5 % всего фонда скважин имеют открытый забой.

## 2. Забой, перекрытый хвостовиком колонны, перфорированным перед его спуском

### *Вариант 1.*

- 1) Скважина бурится сразу до подошвы пласта, крепится обсадной колонной с заранее насверленными отверстиями в нижней части, приходящимися против продуктивной толщи пласта.
- 2) Пространство между перфорированной частью колонны и вскрытой поверхностью пласта остается открытым.

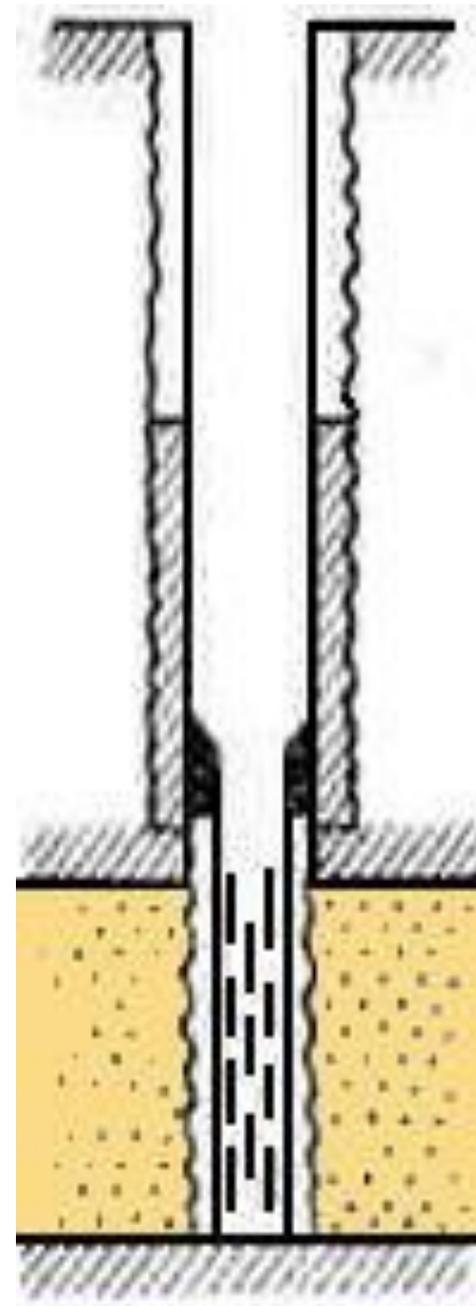
Условия применения такой конструкции одинаковы с условиями для применения открытого забоя. Однако в этом случае более надежно крепление забоя и гарантируется сохранение полного диаметра колонны до самого забоя даже в случаях частичного обрушения пород в призабойной части.



## **Вариант 2.**

- 1) Башмак обсадной колонны спускается до кровли пласта и цементируется. В открытой части пласта находится фильтр с мелкими круглыми или щелевидными отверстиями.
- 2) Кольцевое пространство между верхней частью фильтра и низом обсадной колонны герметизируется специальным сальником или пакером.

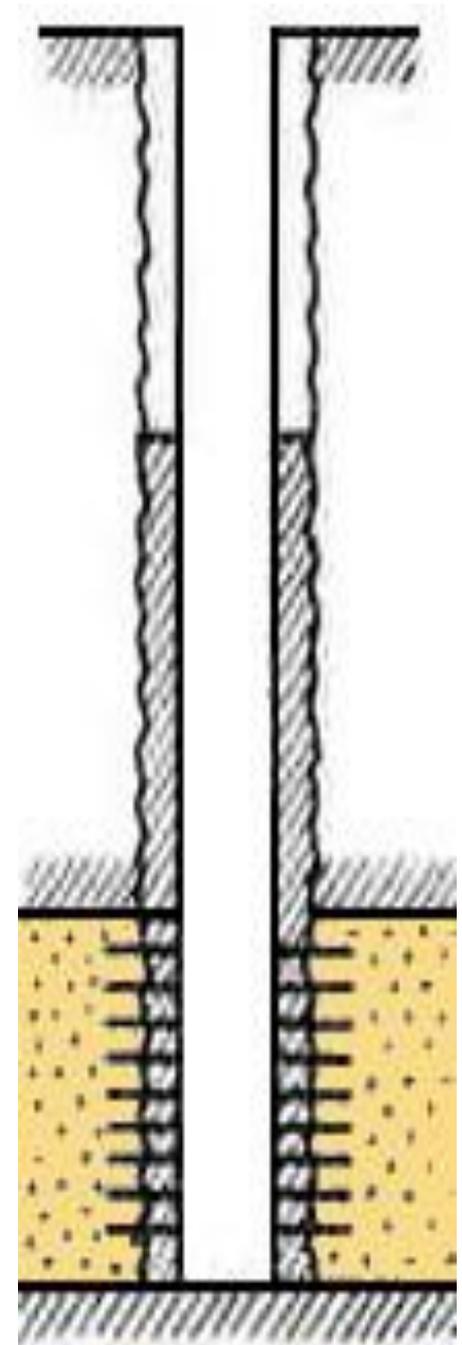
Основное назначение фильтров – предотвращение поступления песка в скважину.



### 3. Перфорированный забой

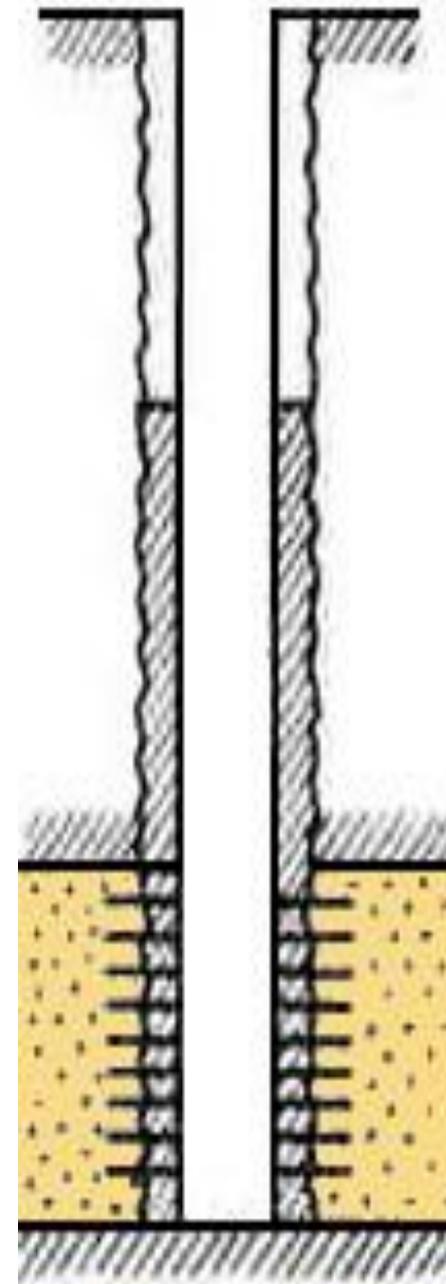
- 1) Ствол скважины пробуривается до проектной отметки.
- 2) По результатам геофизических исследований точно определяются нефте-, водо- и газонасыщенные интервалы.
- 3) В скважину опускается обсадная колонна, которая цементируется от забоя до нужной отметки, а затем перфорируется в намеченных интервалах.

Скважины с перфорированным забоем нашли самое широкое применение (более 90% фонда).



## Основные преимущества скважин с перфорированным забоем:

- Надежная изоляция различных пропластков, не вскрытых перфорацией;
- Возможность вскрытия пропущенных или временно законсервированных нефтенасыщенных интервалов;
- Устойчивость забоя скважины и сохранение ее проходного сечения в процессе длительной эксплуатации;
- Возможность поинтервального воздействия на призабойную зону пласта.



# ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРФОРАЦИИ СКВАЖИН

## СПОСОБЫ ПЕРФОРАЦИИ СКВАЖИН

Пулевая

Торпедная

Кумулятивная

Гидропескоструйная

Осуществляются на  
промыслах геофизическими  
партиями с помощью  
специального  
оборудования

Осуществляется техническими средствами и  
службами нефтяных промыслов

# Пулевая перфорация скважин

В скважину на электрическом кабеле спускается **стреляющий пулевой аппарат**, состоящий из нескольких (8 – 10) камер – стволов;

Каморы заряжаются пулями диаметром 12,5 мм, взрывчатым веществом (ВВ) и детонаторами;

При подаче электрического импульса происходит залп, пули пробивают колонну, цемент и внедряются в породу.

## Пулевые перфораторы:

- **С горизонтальными стволами** (длина стволов мала и ограничена радиальными габаритами перфоратора);
- **С вертикальными стволами и отклонителями пуль** на концах (для придания полету пули направления, близкого к перпендикулярному по отношению к оси скважины).

# 1. Пулевой перфоратор ПБ-2

## *Аппарат состоит из:*

- Несколько секций, каждая имеет камеры с ВВ;
- Коротких **горизонтальных** стволов, заряженных пулями и закрытых герметизирующими прокладками;
- Запальных устройств, срабатывающих при подаче по кабелю электрического тока.

## *Технические характеристики:*

- Давление газов в камере – **2000 МПа**
- Масса заряда ВВ одной камеры – **4 ÷ 5 г**
- Длина перфорационных каналов – **65 ÷ 145 мм**
- Диаметр канала в породе – **12 мм**
- Максимальная толщина вскрываемого интервала пласта – **2.5 м**

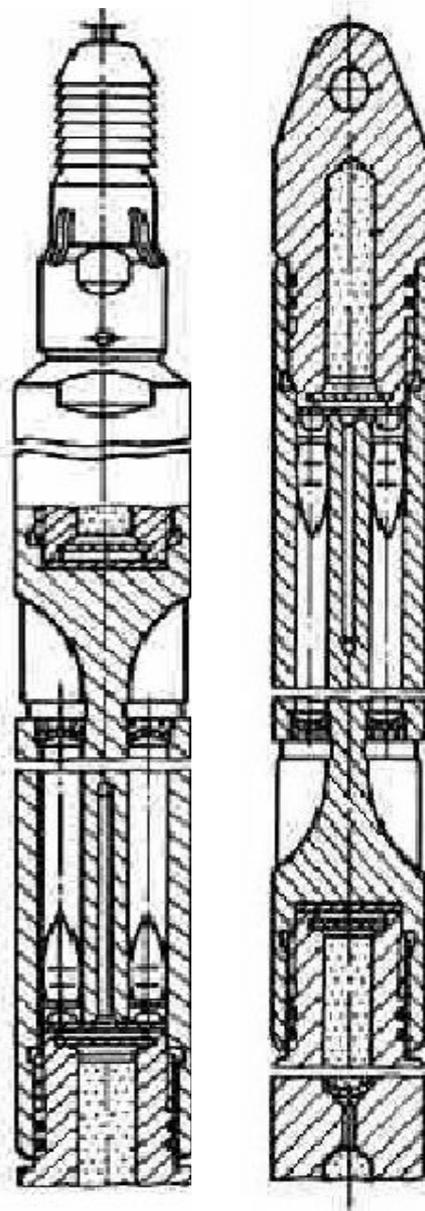
## 2. Пулевой перфоратор с вертикально-криволинейными стволами ПВН-90

### *Аппарат состоит из:*

- Несколько секций, в каждой из которых имеется 4 длинных **вертикальных** ствола (два направлены вверх и два вниз для компенсации реактивных сил) и 2 камеры большого объема;
- Пуль, изготовленных из легированной стали, покрытых медью или свинцом для уменьшения трения;
- Желобков-отклонителей.

### *Технические характеристики:*

- Масса ВВ в одной камере – **90 г**
- Давление газов в камерах – **600 - 800 Мпа**
- Длина перфорационных каналов в породе – **145 - 350 мм**
- Диаметр каналов в породе – **20 мм**
- Максимальная толщина вскрываемого интервала пласта – **2.5 м**



# Торпедная перфорация скважин

осуществляется спускаемыми на кабеле аппаратами, **стреляющими разрывными снарядами** (при остановке снаряда происходит взрыв внутреннего заряда и растрескивание окружающей горной породы)

## ***Аппарат состоит из:***

- Секций, в каждой из которых по два **горизонтальных** ствола;
- Снарядов снабженных внутренним зарядом ВВ и детонатором.

## ***Технические характеристики:***

- Масса внутреннего заряда ВВ – 5 г
- Масса ВВ одной камеры – 27 г
- Длина каналов в породе – **60 ÷ 100 мм**
- Диаметр перфорационного канала – **22 мм**
- Максимальная толщина вскрываемого интервала пласта – **1 м**

На 1 м длины делается не более 4-х отверстий, так как при торпедной перфорации возможно разрушение обсадной колонны



# Кумулятивная перфорация скважин

Кумулятивная перфорация осуществляется спускаемыми на кабеле стреляющими перфораторами, не имеющими пуль или снарядов. Прострел преграды достигается **за счет сфокусированного взрыва**. Такая фокусировка обусловлена конической формой металлической облицовки заряда ВВ. Энергия взрыва в виде тонкой струи газов - продуктов сгорания ВВ, пробивает канал.

## Кумулятивные перфораторы

(все имеют горизонтально расположенные заряды)

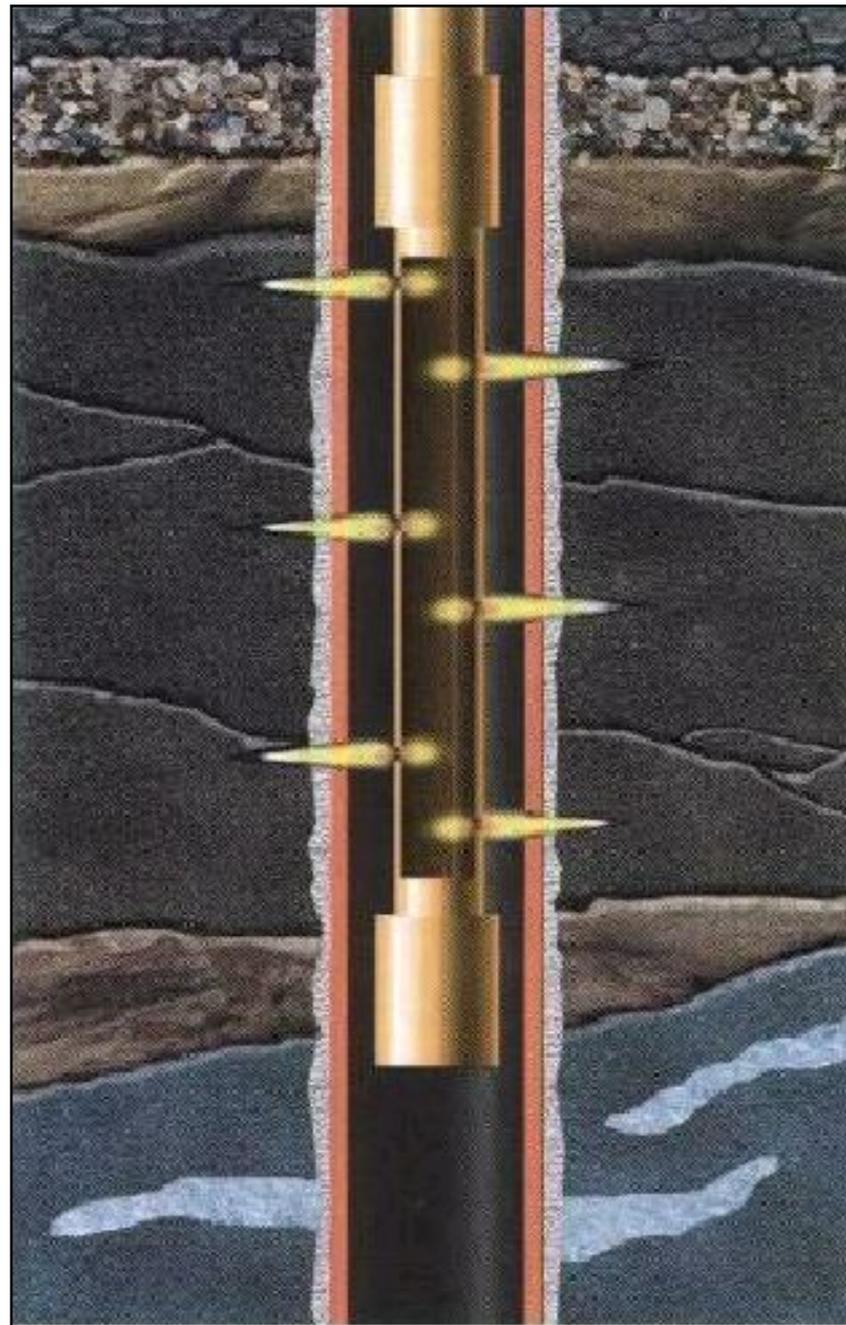
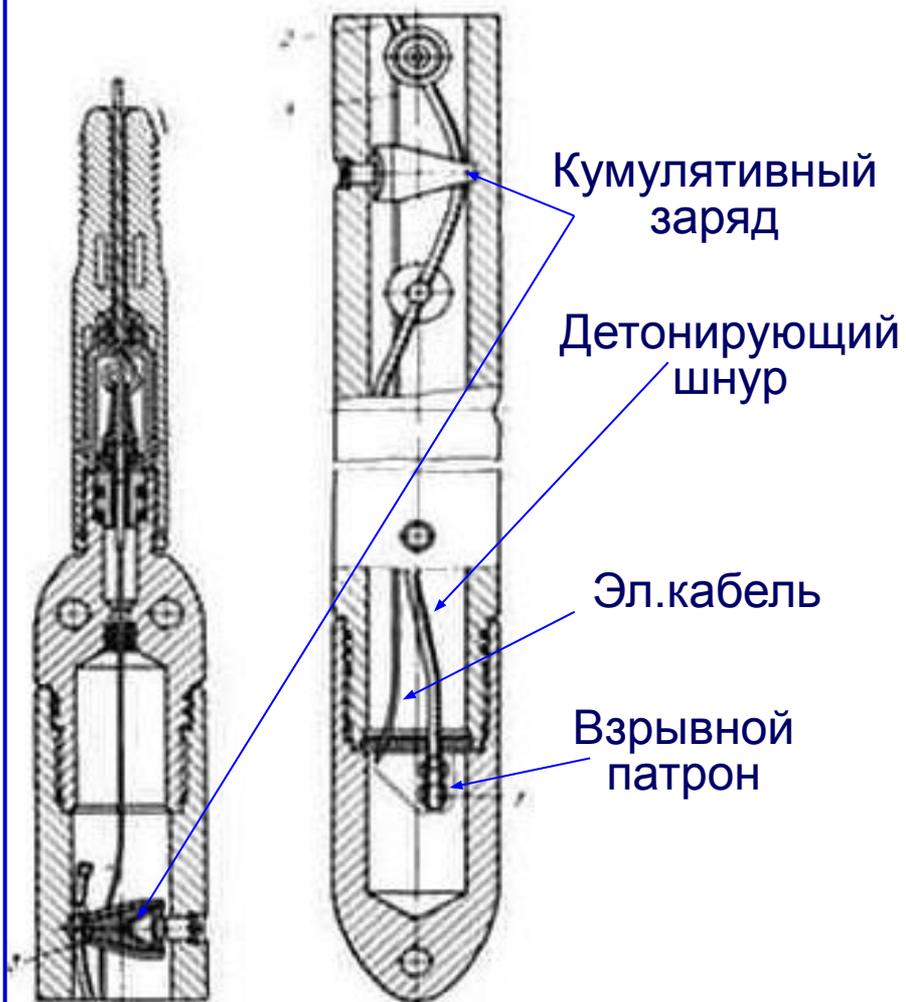
### Корпусные

(многократного действия)

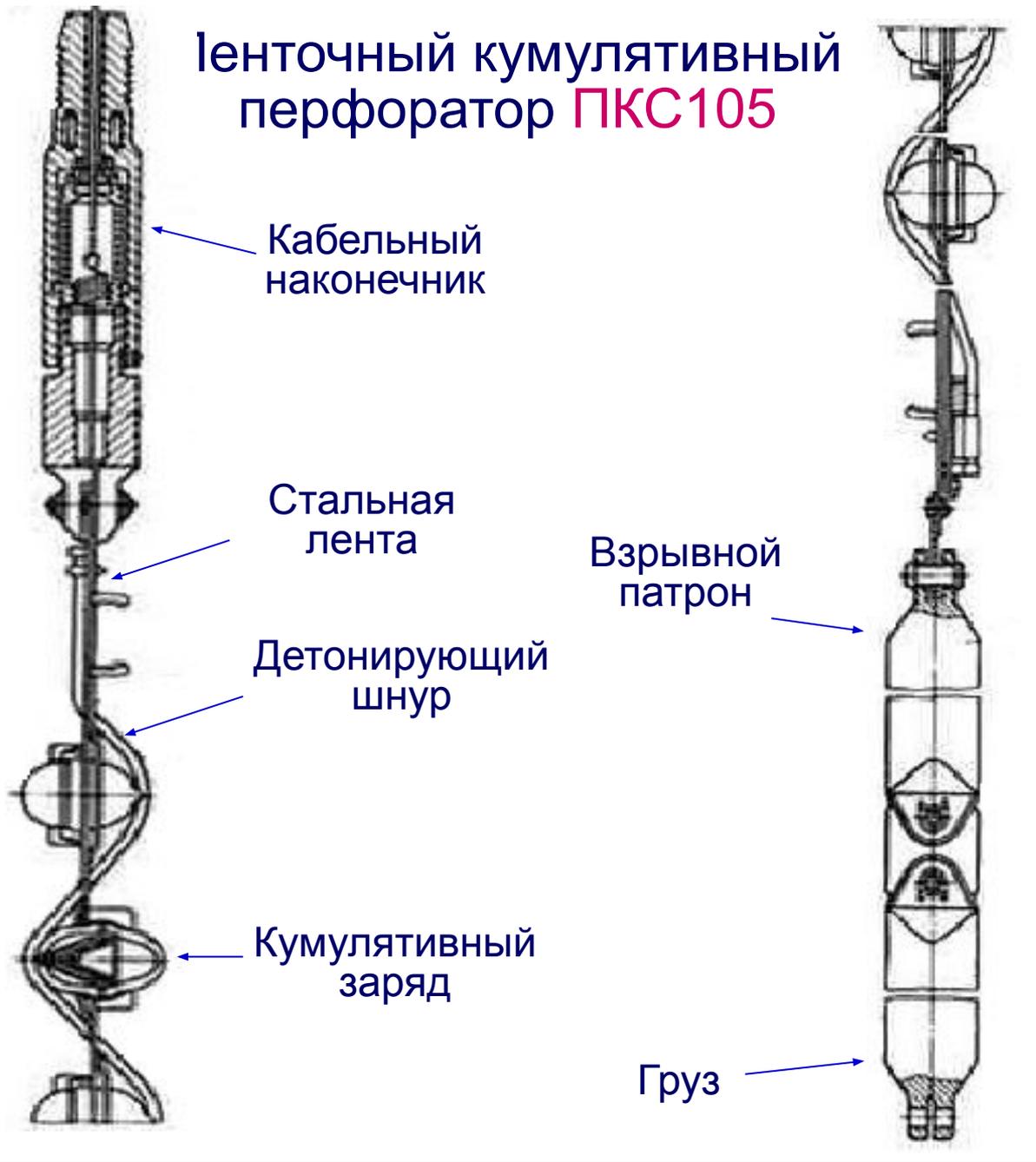
### Бескорпусные, ленточные

(одноразового действия)

# Корпусной кумулятивный перфоратор ПК105ДУ



# Ленточный кумулятивный перфоратор ПКС105



## ***Технические характеристики:***

- Масса ВВ одного заряда – 25 - 50 г.
- Скорость кумулятивной струи в головной части – 6000 ÷ 8000 м/с
- Давление на преграду – до 100 ГПа
- Длина каналов в породе – до 350 мм
- Диаметр перфорационного канала – 8 ÷ 14 мм
- Максимальная толщина вскрываемого интервала пласта (за один спуск) – до 3.5 м (корпусные)  
до 30 м (ленточные)

Недостаток бескорпусных перфораторов - невозможность контролирования числа отказов.

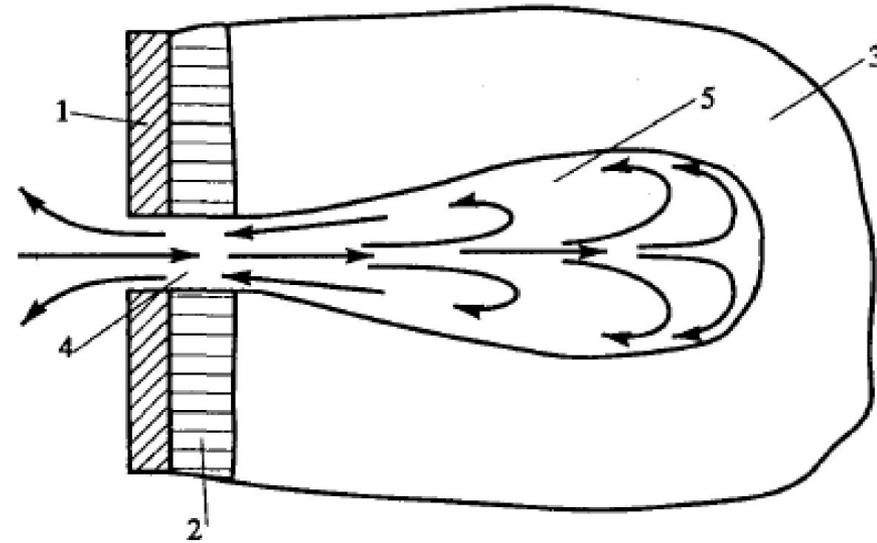
В корпусных перфораторах такой контроль осуществим при осмотре извлеченного из скважины корпуса.

# Гидропескоструйная перфорация

При гидропескоструйной перфорации (ГПП) разрушение преграды происходит в результате **абразивного и гидромониторного воздействия** на них высокоскоростных песчано-жидкостных струй, вылетающих из насадок пескоструйного перфоратора, прикрепленного к нижнему концу НКТ. Песчано-жидкостная смесь закачивается в НКТ насосными агрегатами высокого давления.

При ГПП создание отверстий в колонне и образование канала в породе достигается за счет большой скорости песчано-жидкостной струи и высокого перепада давления.

В породе вымывается каверна грушеобразной формы, обращенной узким конусом к перфорационному отверстию в колонне.



Размеры каверны зависят от прочности горных пород, продолжительности воздействия и мощности песчано-жидкостной струи.

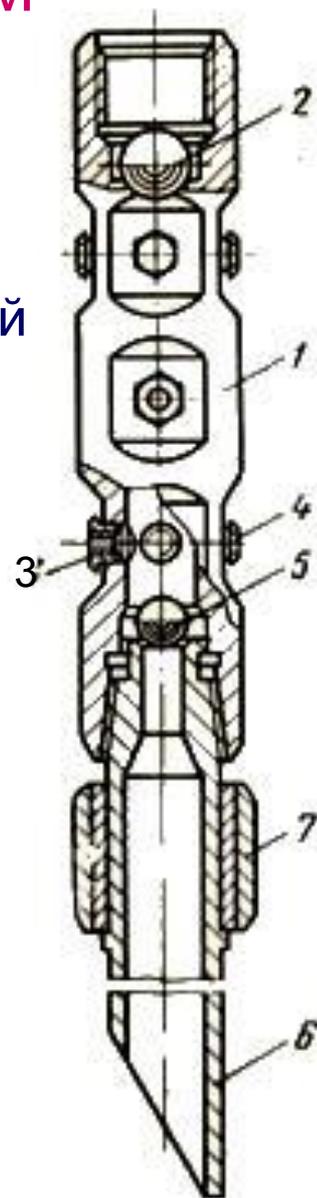
Аппарат **АП-6М** имеет 6 боковых отверстий, в которые ввинчиваются 6 насадок для одновременного создания шести перфорационных каналов.

Насадки в стальной оправе изготавливаются из твердых сплавов, устойчивых против износа водопесчаной смесью, трех стандартных диаметров 3; 4, 5 и 6 мм.

Медленно вращая пескоструйный аппарат или вертикально его перемещая, можно получить горизонтальные или вертикальные надрезы и каналы.

## Аппарат для ГПП АП-6М

1. Корпус;
2. Опрессовочный клапан;
3. Узел насадки;
4. Заглушка;
5. Обратный клапан;
6. Хвостовик;
7. Центратор.



## ***Технические характеристики:***

- Концентрация песка в рабочей жидкости –  $80 \div 100$  кг/м<sup>3</sup>
- Давление нагнетания рабочей жидкости в НКТ – 70 МПа
- Перепад давления при разрушении породы –  $12 \div 20$  МПа
- Скорость песчано-жидкостной струи – до 100 м/с
- Длина каналов в породе – до 500 мм
- Диаметр перфорационного канала – 14 мм
- Время воздействия на преграду – не более 20 мин