



Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт нефти и газа

Кафедра Разработка и эксплуатация
нефтяных и газовых месторождений
Капитальный и подземный ремонт скважин

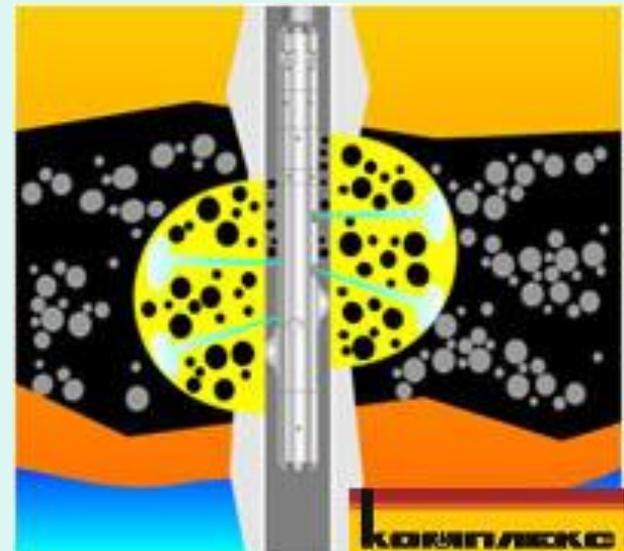
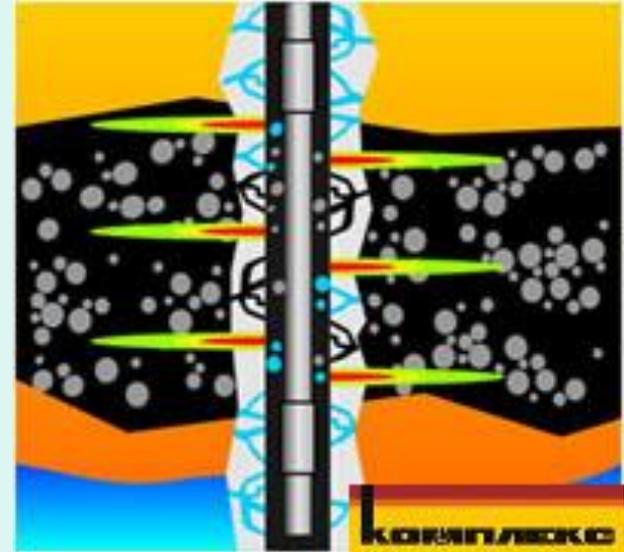
Тема:
Дополнительная перфорация
скважин.

Старший преподаватель Т.В. Леонова

Дополнительная перфорация

Перфорация-
пробивание отверстий в

- обсадной колонне,
- цементном кольце и
- стенках скважины в
заранее заданном
интервале глубин.
- Через перфорационные
отверстия происходит
приток из пласта в скважину
нефти, газа и воды.



Дополнительная перфорация

Способы перфорации скважин

Пулевая

Торпедная

Кумулятивная

Гидропескоструйная

Первые три способа перфорации осуществляются на промыслах геофизическими партиями с помощью оборудования, имеющегося в их распоряжении.

↓
Пескоструйная перфорация осуществляется техническими средствами и службами нефтяных промыслов.

Пулевая перфорация скважин

Существует два вида пулевых перфораторов:

1. · **Перфораторы с горизонтальными стволами.** В этом случае длина стволов мала и ограничена радиальными габаритами перфоратора;
2. · **Перфораторы с вертикальными стволами** с отклонителями пуль на концах для придания полету пули направления, близкого к перпендикулярному по отношению к оси скважины.

Технология пулевой перфорации

1. При пулевой перфорации в скважину на электрическом кабеле спускается стреляющий пулевой аппарат, состоящий из нескольких (8 -10) камер - стволов, заряженных пулями диаметром 12,5 мм.
2. Каморы заряжаются взрывчатым веществом (ВВ) и детонаторами.
3. При подаче электрического импульса происходит залп.
4. Пули пробивают колонну, цемент и внедряются в породу

Пулевая перфорация

В перфораторе ПБ-2 масса заряда ВВ одной камеры составляет 4-5 г, поэтому пробивная способность его невелика. Длина перфорационных каналов составляет 65 - 145 мм (в зависимости от прочности породы и типа перфоратора). Диаметр канала 12 мм.

Пулевой перфоратор с вертикально-криволинейными стволами ПВН-90 имеет большой объем камер и длину стволов. Масса ВВ в одной камере - 90 г. Давление газов в камерах - 0,6 - 0,8 тыс. Мпа. Длина перфорационных каналов в породе получается 145 - 350 мм при диаметре около 20 мм.

В каждой секции перфоратора четыре вертикальных ствола, на концах которых сделаны плавные желобки - отклонители. Пули, изготовленные из легированной стали, для уменьшения трения покрываются медью или свинцом. В каждой секции два ствола направлены вверх и два вниз, чтобы компенсировать реактивные силы, действующие на перфоратор.

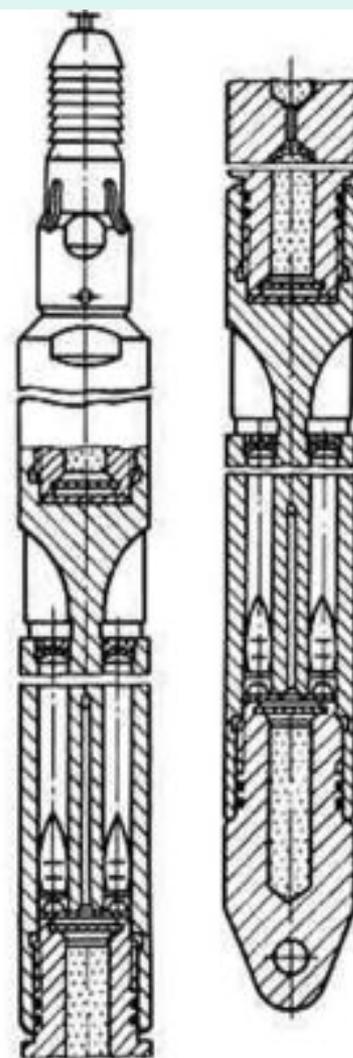


Рис. 4.6. Пулевой перфоратор с вертикально-криволинейными стволами

Торпедная перфорация

Торпедная перфорация осуществляется аппаратами, спускаемыми на кабеле и стреляющими разрывными снарядами диаметром 22 мм.

Внутренний заряд ВВ одного снаряда равен 5 г. Аппарат состоит из секций, в каждой из которых по два горизонтальных ствола. Снаряд снабжен детонатором накольного типа. При остановке снаряда происходит взрыв внутреннего заряда и растрескивание окружающей горной породы. Масса ВВ одной камеры - 27 г. Глубина каналов по результатам испытаний составляет 100 - 160 мм, диаметр канала - 22 мм. На 1 м длины фильтра делается не более четырех отверстий, так как при торпедной перфорации часты случаи разрушения обсадных колонн.

Пулевая и торпедная перфорации применяются ограниченно, так как все больше вытесняются кумулятивной перфорацией.



Кумулятивная перфорация

Кумулятивная перфорация осуществляется стреляющими перфораторами, не имеющими пуль или снарядов.

Прострел преграды достигается за счет сфокусированного взрыва. Такая фокусировка обусловлена конической формой поверхности заряда ВВ, облицованной тонким металлическим покрытием (листовая медь толщиной 0,6 мм). Энергия взрыва в виде тонкого пучка газов - продуктов облицовки пробивает канал.

Кумулятивная струя приобретает скорость в головной части до 6 - 8 км/с и создает давление на преграду до 0,15 - 0,3 млн. МПа. При выстреле кумулятивным зарядом в преграде образуется узкий перфорационный канал глубиной до 350 мм и диаметром в средней части 8 - 14 мм. Размеры каналов зависят от прочности породы и типа перфоратора..

Все кумулятивные перфораторы имеют горизонтально расположенные заряды и разделяются на корпусные и бескорпусные.

Корпусные перфораторы после их перезаряда используются многократно. Бескорпусные - одноразового действия. Разработаны и корпусные перфораторы одноразового действия, в которых легкий корпус из обычной стали используется для герметизации зарядов при погружении их в скважину

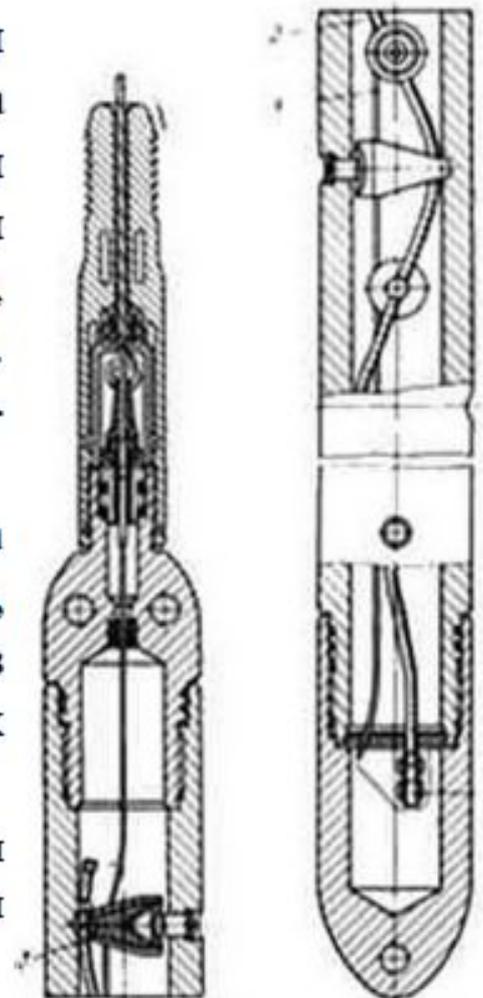
Кумулятивная перфорация

Перфораторы спускаются на кабеле (имеются малогабаритные перфораторы, опускаемые через НКТ, а также на насосно-компрессорных трубах). В последнем случае взрыв производится не электрическим импульсом, а сбрасыванием в НКТ резинового шара, действующего как поршень на взрывное устройство. Масса ВВ одного кумулятивного заряда составляет 25 - 50 г.

Максимальная толщина вскрываемого интервала кумулятивным перфоратором достигает 30 м, торпедным - 1 м, пулевым - до 2,5 м. Это одна из причин широкого распространения кумулятивных перфораторов.

Корпусные перфораторы простреливают интервал до 3,5 м за один спуск, корпусные одноразового действия - до 10 м и бескорпусные или ленточные - до 30 м.

Рис. 4.7. Корпусный кумулятивный перфоратор ПК105ДУ:
1 - взрывной патрон; 2 - шнур; 3 - заряд; 4 - электропровод.



Кумулятивная перфорация

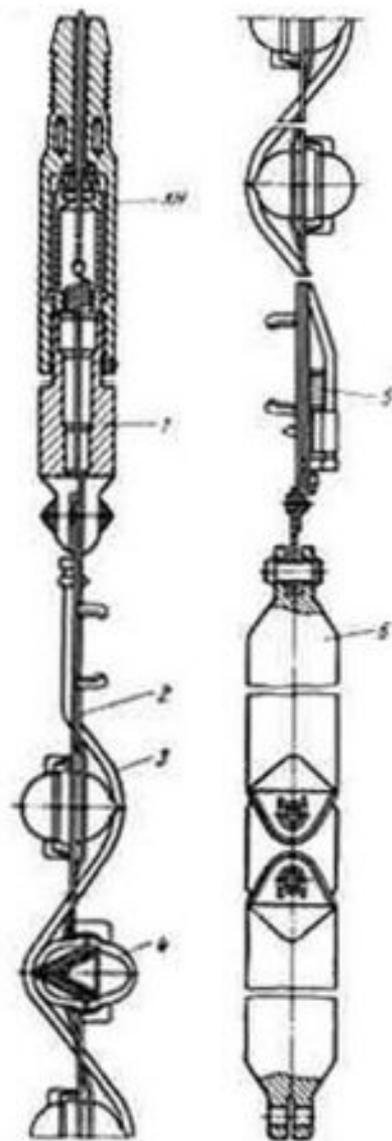
Ленточные перфораторы легче корпусных, но их применение ограничено давлениями и температурами на забое скважины, так как взрывной патрон и детонирующий шнур находятся в контакте со скважинной жидкостью.

В ленточном перфораторе заряды смонтированы в стеклянных (или из другого материала), герметичных чашках, которые размещены в отверстиях стальной ленты с грузом на конце. Гирлянда спускается на кабеле. При залпе лента полностью не разрушается, но для повторного использования не применяется.

Недостаток бескорпусных перфораторов - невозможность контролирования числа отказов, тогда как в корпусных перфораторах такой контроль осуществим при осмотре извлеченного из скважины корпуса.

Рис. 4.8. Ленточный кумулятивный перфоратор ПКС105:

КН - кабельный наконечник; 1 - головка перфоратора; 2 - стальная лента; 3 - шнур; 4 - заряд; 5 - взрывной патрон; 6 - груз.



Гидропескоструйная перфорация (ГПП)

При гидропескоструйной перфорации разрушение преграды происходит в результате абразивного и гидромониторного эффектов 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, цементном камне и канала в породе достигается за счет большой скорости песчано-жидкостной струи - несколько сотен метров в секунду. Перепад давления составляет 15 - 30 МПа. 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. При стендовых испытаниях были получены каналы до 0,5 м.

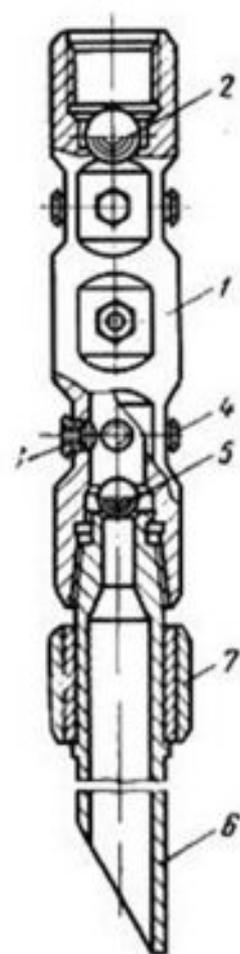


Рис. 4.10. Аппарат для ГПП АП-6М: 1 - корпус; 2 - шар опрессовочного клапана; 3 - узел насадки; 4 - заглушка; 5 - шар клапана; 6 - хвостовик; 7 - центратор

Гидропескоструйная перфорация (ГПП)

Время воздействия на преграду не должно превышать 15 - 20 мин, так как при более продолжительном воздействии каналы не увеличиваются.

Аппарат АП-6М конструкции ВНИИ имеет шесть боковых отверстий, в которые ввинчиваются шесть 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. Сопротивление обратному потоку жидкости уменьшается и каналы получаются 2,5 раза глубже. В пескоструйном аппарате предусмотрены два шаровых клапана, сбрасываемых с поверхности. Диаметр нижнего клапана меньше, чем седло верхнего клапана, поэтому нижний шар свободно проходит через седло верхнего клапана.

После спуска аппарата, обвязки устья скважины и присоединения к нему насосных агрегатов система спрессовывается давлением, превышающим рабочее в 1,5 раза.

Гидропескоструйная перфорация (ГПП)

Специальные рабочие жидкости завозят на скважину автоцистернами или приготавливают в небольших (10 - 15 м³) емкостях, установленных на салазках. В обвязку поверхностного оборудования монтируют фильтры высокого давления - шламоуловители, предупреждающие закупорку насадок крупными частицами породы. **Песчано-жидкостная смесь готовится тремя способами:**

- ◆ с повторным использованием песка и жидкости (закольцованная схема);
- ◆ со сбросом отработанного песка с повторным использованием жидкости;
- ◆ со сбросом жидкости и песка.

Наиболее экономична закольцованная схема, при этом расходы жидкости и песка минимальные. При использовании специальных жидкостей (нефть, раствор кислоты, глинистый раствор и др.) не загрязняется территория. При работе по кольцевой схеме в среднем расходуется 20 м³ воды и 4,1 т песка, а при работе со сбросом воды и песка потребовалось 275 м³ воды и 14 т песка.

Гидропескоструйная перфорация (ГПП)

В качестве рабочей используют различные жидкости, исходя из условия ее дешевизны, предотвращения ухудшения коллекторских свойств пласта и открытого фонтанирования. Для целей ГПП используют воду, 5 - 6%-ный раствор ингибированной соляной кислоты, дегазированную нефть, пластовую сточную или соленую воду с ПАВами, промывочный раствор. Если плотность жидкости не обеспечивает глушение скважины, добавляют утяжелители: мел, бентонит и др.

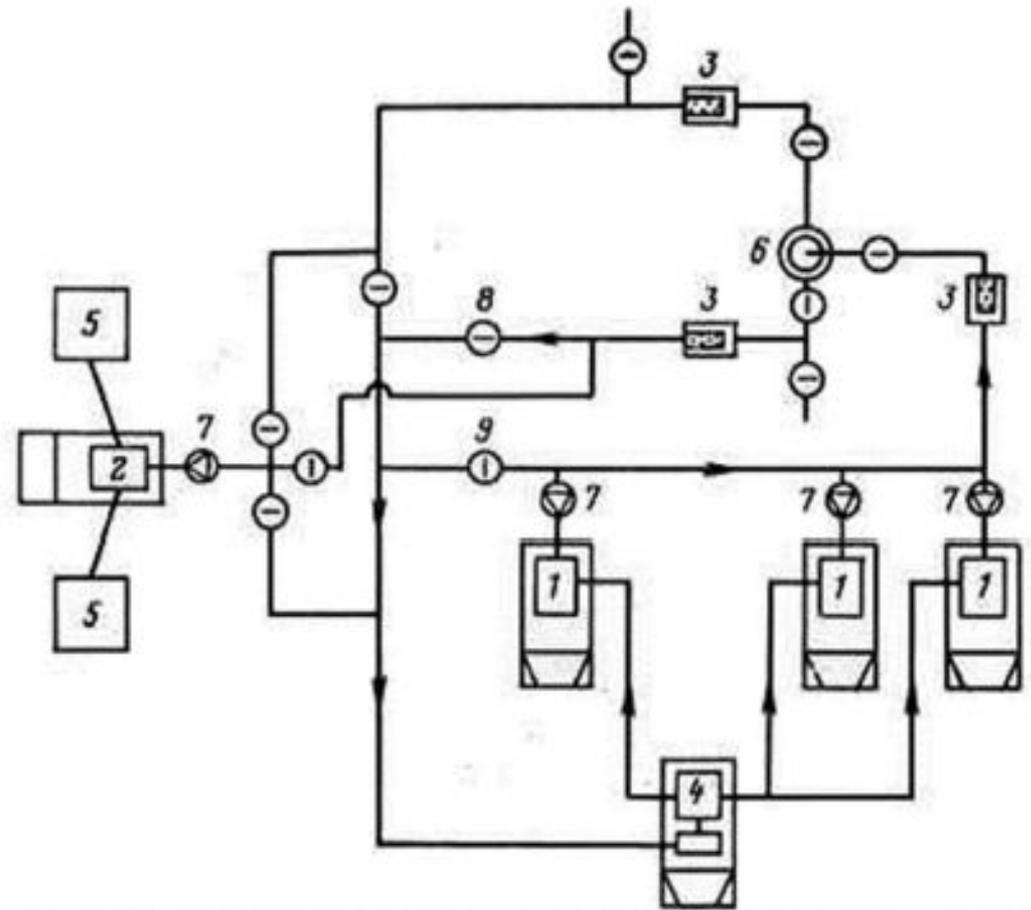


Рис. 4.12. Схема обвязки поверхностного оборудования при работе по замкнутому циклу: 1 - АН-700; 2 - ЦА-320; 3 - шламоуловитель; 4 - пескосмеситель; 5 - емкость; 6 - скважина; 7 - обратный клапан; 8 - открытые краны; 9 - закрытые краны

Гидропескоструйная перфорация (ГПП)

Объем рабочей жидкости принимается равным 1,3 - 1,5 объема скважины при работе по замкнутому циклу.

Процесс ГПП связан с работой насосных агрегатов, развивающих высокие давления, и в некоторых случаях с применением горячих жидкостей. Поэтому проведение работ регламентируется особыми правилами по охране труда и пожарной безопасности, несоблюдение которых может привести к очень тяжелым последствиям.

Пескоструйная перфорация в отличие от кумулятивной или пулевой перфорации позволяет получить каналы с чистой поверхностью и сохранить проницаемость на обнаженной поверхности пласта. Громоздкость операции, заделживание мощных технических средств и большого числа обслуживающего персонала определяют довольно высокую стоимость этого способа перфорации и сдерживают ее широкое применение по сравнению с кумулятивной перфорацией.