

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Институт природных ресурсов
Кафедра бурения скважин



Геонавигация в бурении

Курс лекций

Автор: Епихин А.В.
ст. преп. каф. бурения скважин

Томск-2016 г.



Тема №10.1

Другие технологии направленного бурения. Бурение дополнительных стволов.



Рациональная область применения

- **бездействующие скважины** в результате сложной аварии с подземным оборудованием;
- **скважины с дефектами в эксплуатационной колонне** (слом, смятие или смещение), не поддающимися исправлению;
- **выбывшие из эксплуатации** вследствие нарушения призабойной зоны, восстановить которую неизвестным способом невозможно;
- **скважины**, в которых при опробовании произошли **прорывы высоконапорных подошвенных вод**, неподдающихся изоляции;
- расположение на участках, где по условиям, состоянию разработки пласта и **экологическим соображениям** бурить новые скважины **нецелесообразно**.



Проблемы при забурировании боковых стволов

- **большая** глубина зарезки второго ствола;
- **малый** диаметр ствола, поэтому все оборудование и инструмент имеют существенные ограничения в поперечных размерах;
- **большая** интенсивность искривления дополнительного ствола;
- ориентирование отклонителей производится в обсадной колонне, поэтому **необходимо проектировать дополнительные методы.**

Место зарезки второго ствола должно удовлетворять следующим условиям

- Максимальная возможная глубина.
- Между муфтами обсадной колонны.
- В интервале устойчивых пород, не склонных к осыпанию.
- При качественном затрубном цементировании.
- Отсутствие второй колонны обсадных труб.
- Обеспечение подсечения продуктивного горизонта в заданной точке при требуемом отходе и зенитном угле.



Последовательность выполнения работ

1. обследование и выбор места в колонне для вскрытия «окна» или вырезание участка колонны;
2. вскрытия «окна» или вырезание участка колонны;
3. зарезка второго ствола и бурение до требуемой глубины;
4. комплекс геофизических исследований;
5. спуск эксплуатационной колонны или хвостовика;
6. вторичное вскрытие продуктивного горизонта (при необходимости).

Способы забуривания дополнительного ствола

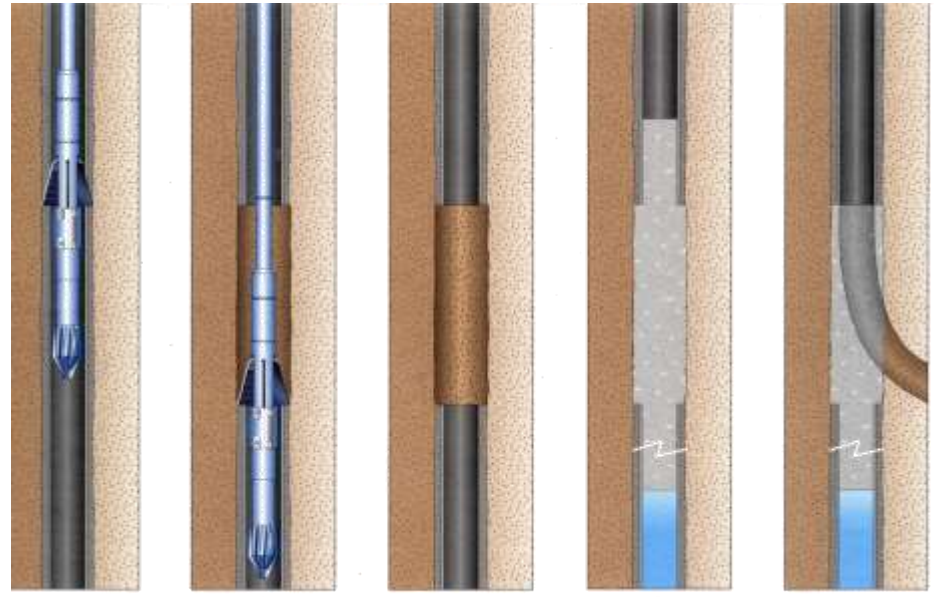
• **Вырезание эксплуатационной колонны** на длину 10-12 метров с помощью специального вырезающего устройства. Далее цементирование этого участка ствола и выше вырезанной части колонны на 10-20 м. После ОЗЦ бурение цементного камня компоновкой с забойным двигателем и отклонителем.

• Установка в скважине отклоняющего клина, возможно с цементированием его. Затем **вскрытие «окна» в эксплуатационной колонне** райбером (набором райберов) и дальнейшее бурение ствола.

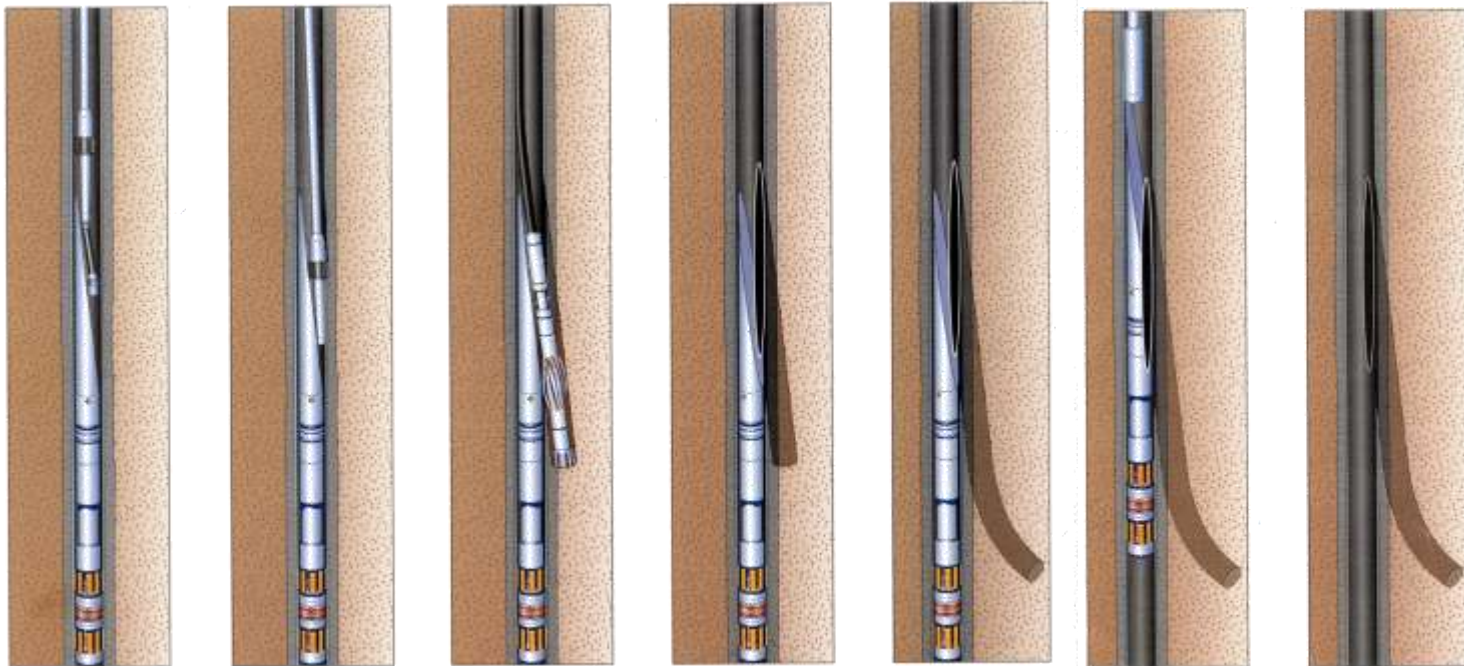


Способы резки бокового ствола

Последовательность бурения
методом вырезания колонны



Последовательность бурения
методом прорезания «окна»





Необходимое специальное оборудование и инструмент для забуривания дополнительных стволов

- Универсальное вырезающее устройство или клиновой отклонитель.
- Набор райберов или винтовой двигатель – отклонитель.
- Ориентаторы отклонителей в обсадной колонне (магнитной среде).
- Малогабаритные телесистемы.

Преимущества метода забуривания дополнительного ствола вырезанием части обсадной колонны

- Уменьшение вероятности осложнений при СПО.
- При неудаче можно повторить забуривание.
- Из одного «окна» можно пробурить несколько скважин.

Недостатки метода

- Большие затраты времени на вырезание колонны.
- Меньшая точность ориентирования дополнительного ствола.

Преимущества метода забуривания дополнительного ствола прорезанием «окна»

- Высокая точность ориентирования.
- Возможно использование роторного способа бурения.
- малый объем фрезеруемого металла.

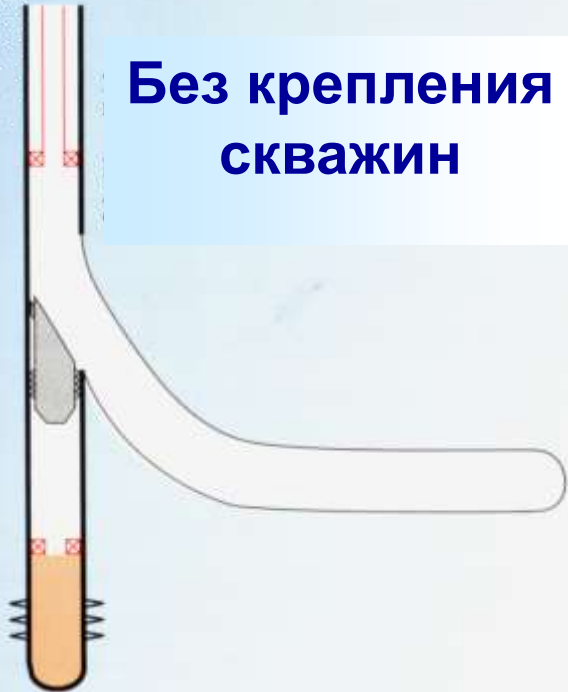
Недостатки метода

- Возможны осложнения при спуске клина.
- Возможны просадка или проворот клина при бурении.
- Сложность конструкции клина.



Способы заканчивания дополнительных стволов

Без крепления
скважин



С щелевым
или
гравийным
фильтром



Крепление
хвостовиком с
цементировани
ем



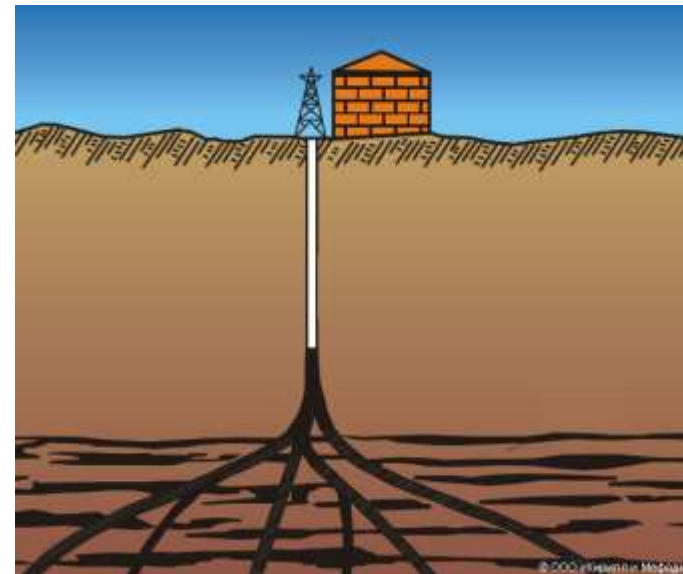
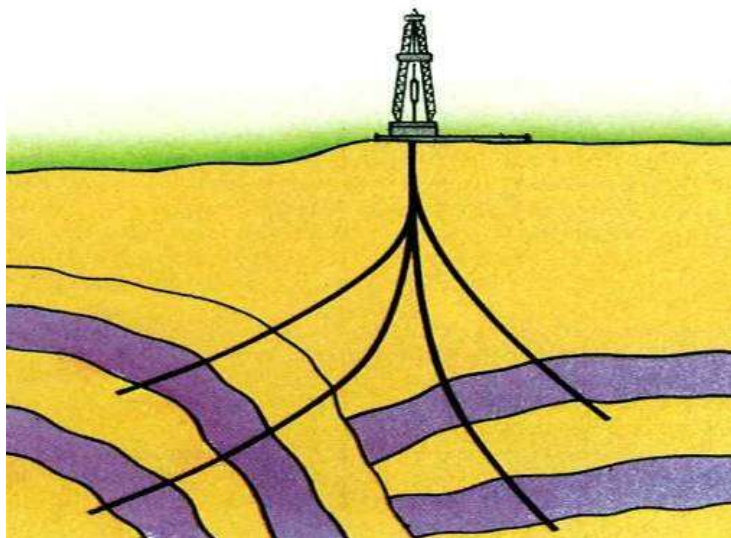


Тема №10.2

Другие технологии направленного бурения. Многоствольные и многозабойные скважины.



Многоствольная или многозабойная скважина?





Многоствольная или многозабойная скважина?

Многоствольная скважина - это скважина с одним или несколькими дополнительными стволами-ответвлениями от основного ствола. Причем, точка забуривания располагается существенно выше кровли продуктивного пласта.

Многозабойная скважина - скважина, состоящая из основного ствола и одного или нескольких ответвлений (основной ствол может быть вертикальным, наклонным или горизонтальным). Причем, точка забуривания располагается в пределах продуктивного пласта.

Горизонтальное ответвление - ствол, пробуренный от горизонтального бокового ствола в горизонтальном направлении.

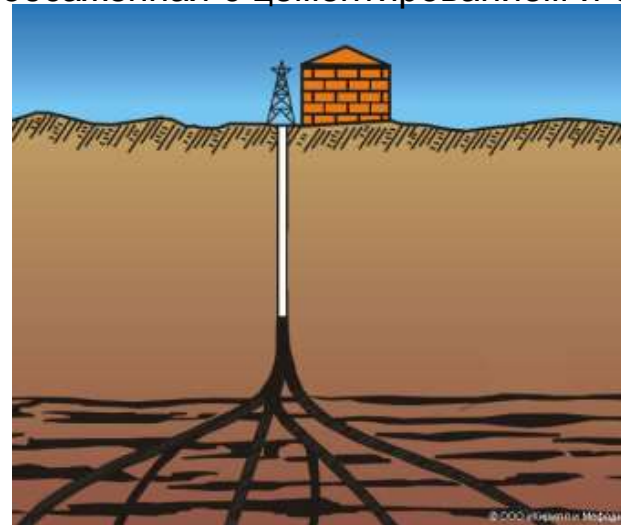
Вертикальное ответвление - ствол, пробуренный от горизонтального бокового ствола в вертикальном направлении.

Двухзабойная скважина - многозабойная скважина с двумя боковыми стволами.

Многозабойная скважина с противоположными ответвлениями - МЗС с двумя боковыми стволами, угол между которыми равен 180° .

Рядная многозабойная скважина - многозабойная скважина с параллельными боковыми стволами, расположенными в ряд по вертикали один над другим.

Точка разветвления - место пересечения основного ствола с ответвлениями или ответвлений между собой. Имеются два основных типа точек разветвления - обсаженная с цементированием и без него, а также необсаженная.





Преимущества

Главное преимущество состоит в увеличении площади контакта скважины с продуктивным пластом.

В результате:

- увеличивается производительность скважины;
- повышается коэффициент извлечения флюида;
- снижается депрессия на пласт, вследствие чего уменьшается вынос песка, приток воды;
- многоствольная скважина пересекает и соединяет многослойные неоднородные залежи;
- уменьшается потребность в устьевом и насосном оборудовании при эксплуатации скважины;
- уменьшаются затраты на природоохранные мероприятия.

Недостатки

- Авария в основном стволе приводит к потере всех дополнительных стволов.
- Необходимы дополнительное оборудование и специальный инструмент.
- Сложная технология бурения.
- Существенное удорожание буровых работ.

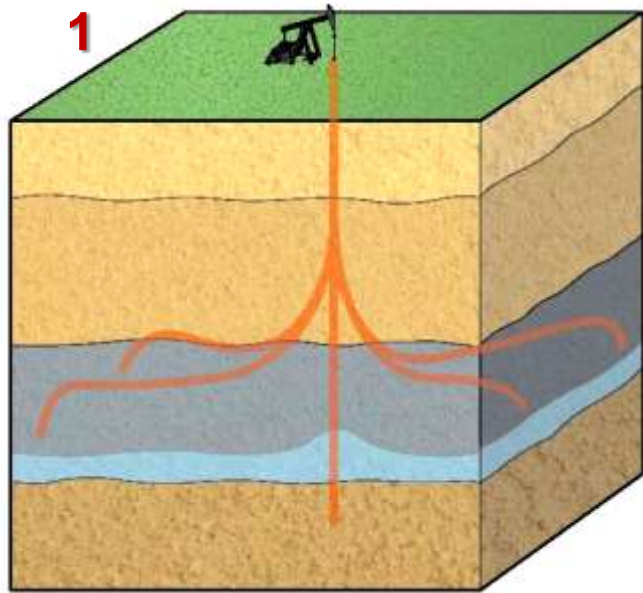


Возможные схемы расположения дополнительных стволов в пласте

- 1. Две расходящиеся в противоположные стороны скважины.** В этом случае уменьшаются потери давления флюида в процессе эксплуатации.
- 2. Параллельные дополнительные стволы в одной вертикальной плоскости.** Такие скважины наиболее эффективны в слоистых коллекторах.
- 3. Дополнительные стволы располагаются в одной горизонтальной плоскости.** Такие скважины наиболее эффективны в продуктивных горизонтах с низким пластовым давлением и для извлечения тяжелых нефтей.



Рациональная область применения



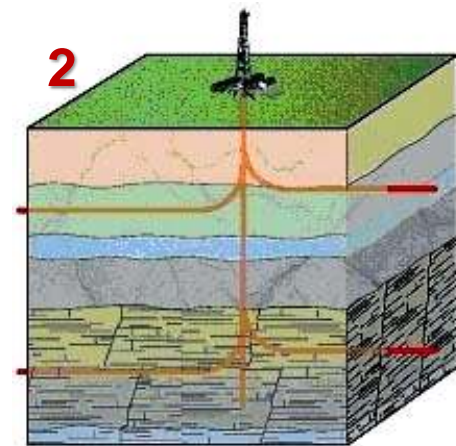
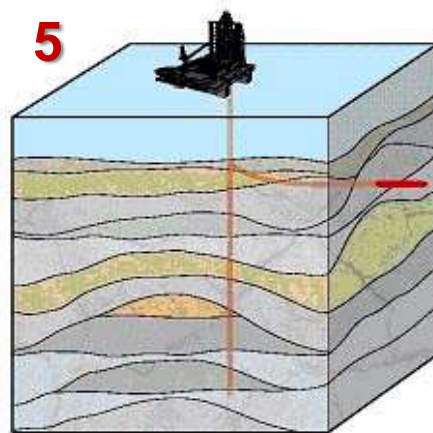
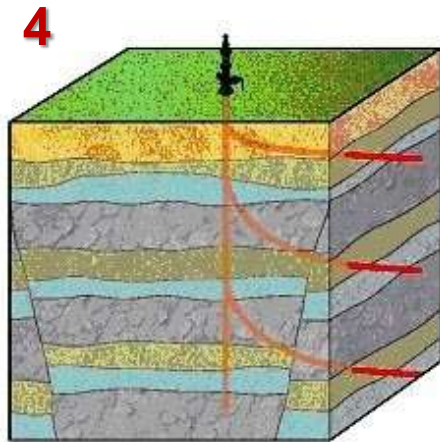
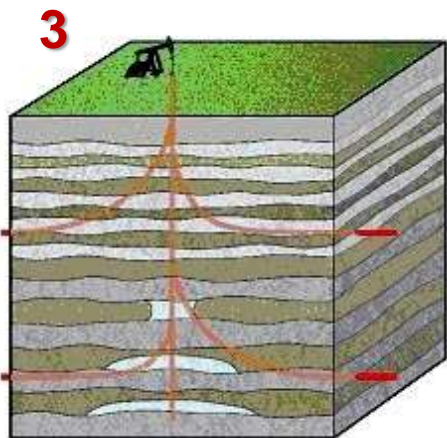
1. Залежи тяжелой нефти, истощенные залежи с низким пластовым давлением.

2. Залежи с низкой проницаемостью или малой естественной трещиноватостью.

3. Тонкослоистые пласты и многослойные залежи. Пологонаклонные дополнительные стволы пересекают несколько пропластков.

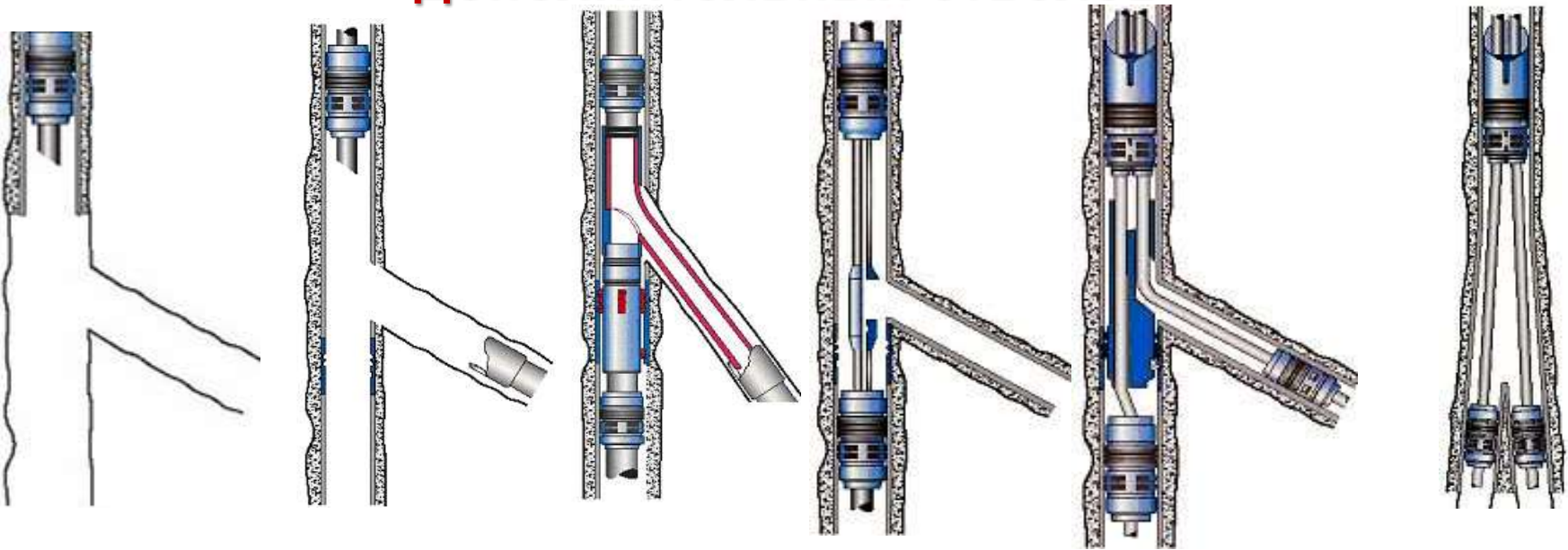
4. Обособленные части залежи.

5. Разработка месторождений – спутников.





Классификация видов сочленений основного и дополнительных стволов



1. Открытый дополнительный ствол, открытый основной ствол (безопорное сочленение).
2. Обсаженный и зацементированный основной ствол и открытый, или частично зацементированный хвостовик в дополнительном стволе.
3. Обсаженный и зацементированный основной ствол с незацементированным хвостовиком в дополнительном стволе. Хвостовик механически подсоединен к главному стволу (соединение показано красным цветом).
4. Обсаженный и зацементированный основной ствол с зацементированным механически подсоединенным к основному стволу хвостовиком, опущенным в дополнительный ствол.
5. Обсаженный и зацементированный основной ствол и незацементированный или зацементированный хвостовик, гидравлически изолированный и герметичный за счет установки пакеров, сальников.
6. Обсаженный и зацементированный основной ствол и зацементированные хвостовики в двух дополни-тельных стволах. Сочленение образует единое целое с колонной основного ствола.



Технология строительства сочленений основного и дополнительного стволов

- Способ предварительно вырезанных окон в обсадной колонне.
- Способ вырезания (фрезерования) окон в обсадной колонне.
- Герметичные соединения.

Способ забуривания дополнительных стволов из предварительно вырезанных окон в обсадной колонне (ОК)



Первый этап

В обсадной трубе на поверхности вырезаются окна, которые изнутри перекрываются разбуриваемым патрубком. Количество окон может достигать до четырех (квадросистемы), расстояние между окнами около 2 м.

ОК опускается на требуемую глубину, ориентируется гироскопическим ориентатором и цементируется.



Способ забуривания дополнительных стволов из предварительно вырезанных окон в обсадной колонне

Второй этап

Разбуривается внутренний патрубок и цементное кольцо.

Третий этап

Опускается извлекаемый отклоняющий клин, ориентируется против окна в ОК, извлекается спускаемый инструмент.

Четвертый этап

Бурение дополнительного ствола до проектной глубины.





Способ забуривания дополнительных стволов из предварительно вырезанных окон в обсадной колонне

Пятый этап

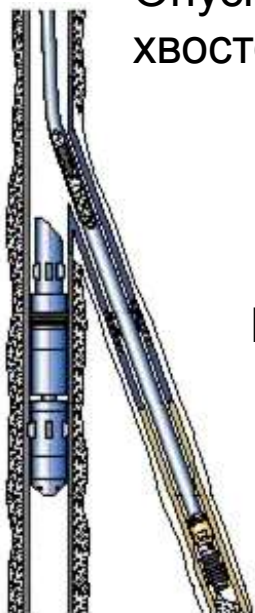
Извлекается отклоняющий клин и опора клина. Чистится основной ствол. Операции повторяются и бурятся второй третий, четвертый дополнительные стволы.

Шестой этап

Устанавливается многоразовый опорный установочный инструмент. Опускается хвостовик. Надставка хвостовика фиксируется в окне ОК.

Седьмой этап

Цементация хвостовика.





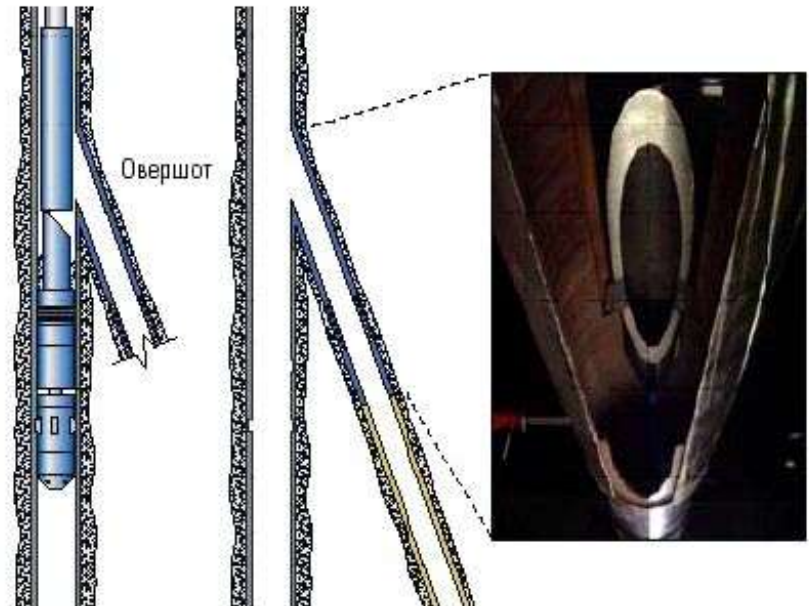
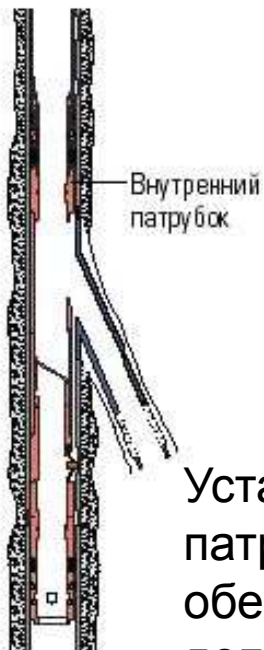
Способ забуривания дополнительных стволов из предварительно вырезанных окон в обсадной колонне

Восьмой этап

Вымывание цемента над многоразовым опорным установочным инструментом.

Девятый этап

Извлекается многоразовый опорный установочный инструмент.



Десятый этап

Устанавливается внутренний опорный патрубок для фиксации хвостовика, обеспечивающий избирательный доступ в дополнительный ствол.



Способ фрезерования окон в ОК

Первый этап

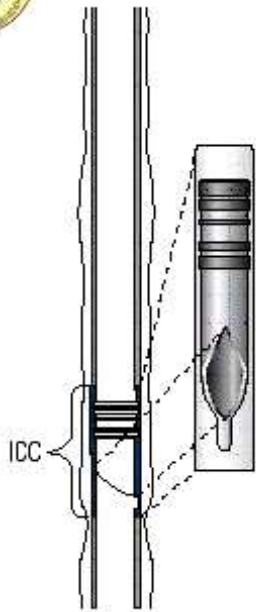
В колонну обсадных труб в требуемом месте установить разделительную втулку (ИСС) с ориентирующим пазом. Опустить ОК, не ориентируя ее, и зацементировать.

Второй этап

Разбурить цементный стакан, очистить паз разделительной втулки (специальное покрытие предотвращает прилипание цемента к пазу). При необходимости для очистки паза используется струйный инструмент.

Третий этап

С помощью ультразвукового построителя изображений, опускаемого на кабеле, определяется ориентация паза разделительной втулки.





Способ фрезерования окон в ОК

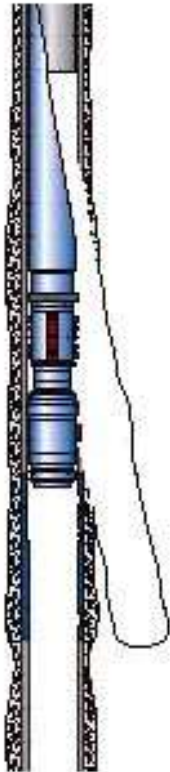
Четвертый этап

На поверхности клин ориентируется относительно шпонки опоры в требуемом направлении и опускается в скважину. После спуска шпонка опоры входит в паз разделительной втулки, и клин занимает в скважине нужное положение. Спуск клина производится вместе с фрезером.



Пятый этап

При создании осевой нагрузки срезается шпилька, соединяющая фрезер и клин. В обсадной колонне фрезеруется окно.



Шестой этап

Из скважины извлекается сначала фрезер, а затем отклоняющий клин.



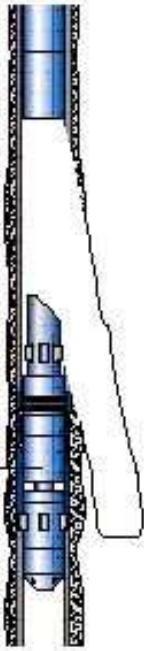


Способ фрезерования окон в ОК

Седьмой этап

После чистки в скважину опускается многоразовый опорный установочный инструмент. Его опора также имеет шпонку, входящую в паз разделительной втулки ОК.

Многоразовый опорный установочный инструмент (RDT)



Восьмой этап

Бурение дополнительного ствола.



Девятый этап

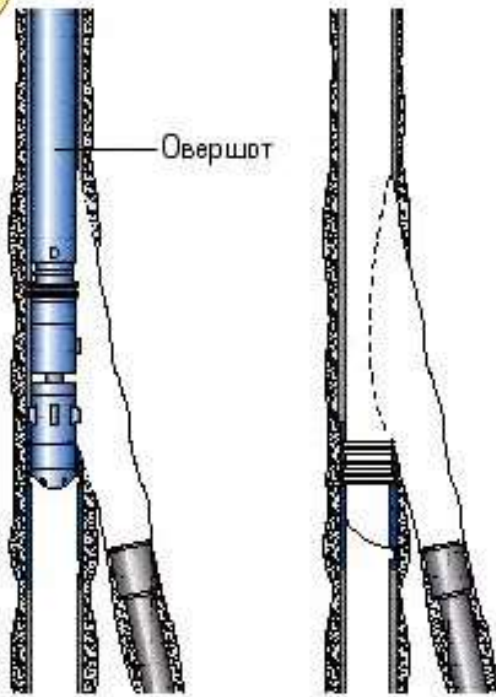
Спуск хвостовика и его цементирование.



Способ фрезерования окон в ОК

Десятый этап

Извлечение опорного установочного инструмента.



Одиннадцатый этап (при необходимости)

Установить опору.



Двенадцатый этап

Вставить соединитель.



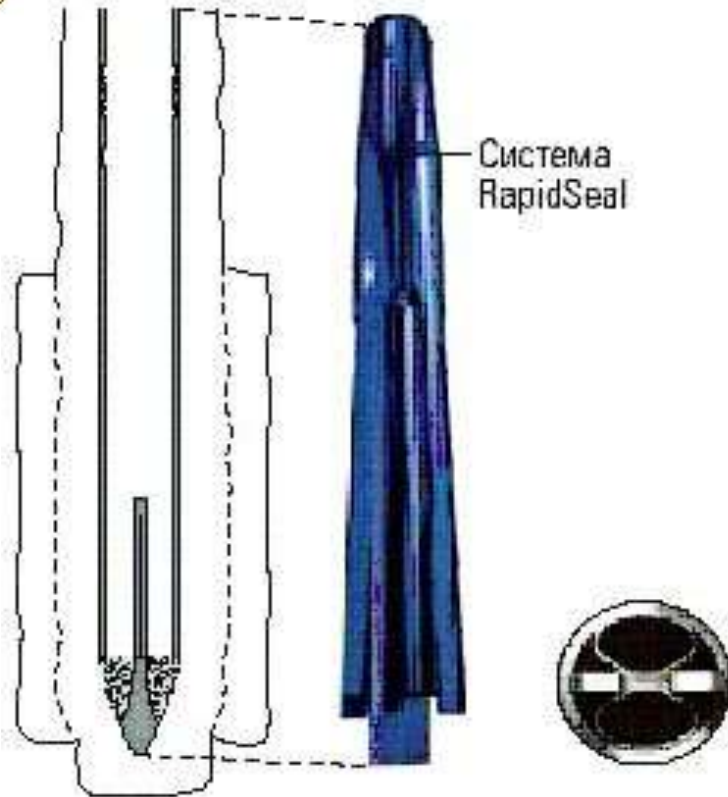


Установка герметичного соединения

Первый этап

Расширение скважины в месте разветвления стволов (при необходимости).

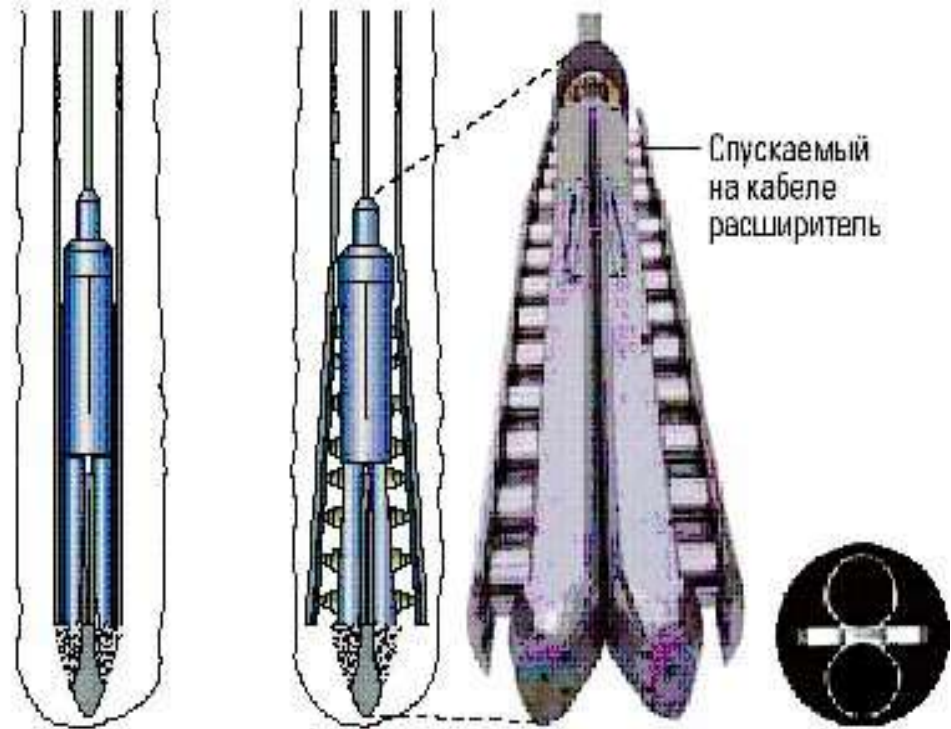
Спуск ОК с системой RapidSeal.



Второй этап

Расширение выходных отверстий соединения.

В опускаемом на кабеле расширителе установлен электрический насос.





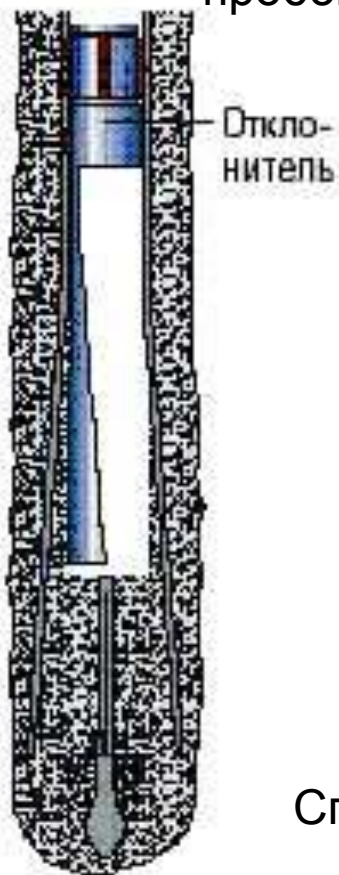
Установка герметичного соединения

Третий этап

Цементирование ОК.

Четвертый этап

Разбуривание цементировочных пробок и цементного стакана.

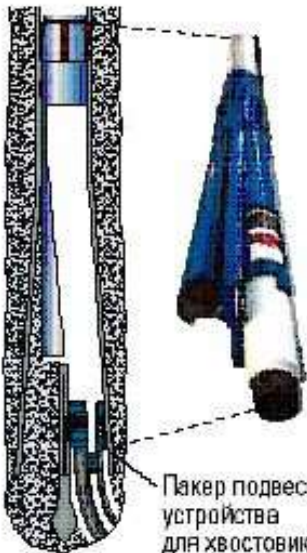


Пятый этап

Спуск и ориентирование отклонителя.



Установка герметичного соединения



Пакер подвешного устройства для хвостовика

Шестой этап

Бурение первого дополнительного ствола, спуск хвостовика с пакером.

Седьмой этап

Бурение второго дополнительного ствола, спуск хвостовика.



Пакерная система DualAccess

Восьмой этап

Монтаж соединения и установка эксплуатационного оборудования.





Тема №10.3

Другие технологии направленного бурения. Радиальное бурение.



Технология радиального бурения: 1 вариант

Первый этап

Бурение скважины, как правило, со средним радиусом кривизны до кровли продуктивного горизонта, спуск обсадной колонны диаметром 178 ... 273 мм, цементирование ее. Затем бурение горизонтального ствола длиной до 1000 м при диаметре чаще 215,9 мм.

Горизонтальный ствол остается открытым, либо при необходимости крепится колонной обсадных труб.

Второй этап

В скважину на глубину, где планируется бурение первого дополнительного ствола, опускается колонна направляющих труб, оканчивающаяся отклоняющим клином. Колонна ориентируется в требуемом направлении и на поверхности закрепляется.



Технология радиального бурения: 1 вариант

Третий этап

Внутри колонны направляющих труб на колонне бурильных труб опускается долото с ГЗД, имеющем перекося осей верхней и нижней частей. Начинается бурение дополнительного ствола с постоянной до 1 град/м интенсивностью искривления (по радиусу) до проектной глубины.

При бурении осуществляется постоянный контроль за траекторией дополнительного ствола, и при необходимости производится корректировка трассы путем поворота колонны бурильных труб с забойным двигателем на необходимый угол.

Длина дополнительного ствола может достигать до 300 м, его диаметр до 112 мм.



Технология радиального бурения: 1 вариант

Четвертый этап

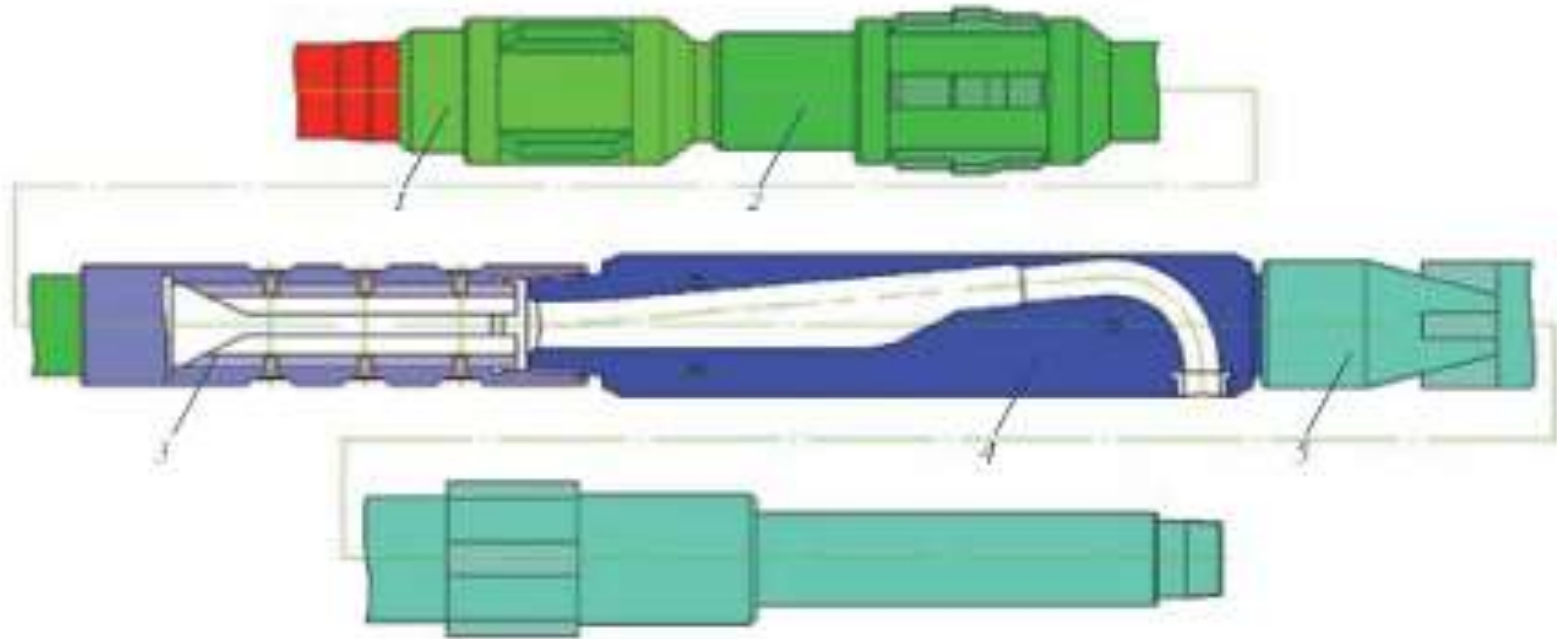
Колонна бурильных труб поднимается внутрь колонны направляющих труб. Обе колонны опускаются вниз или поднимаются вверх до места забуривания нового дополнительного ствола, ориентируются в заданном направлении, и процесс повторяется. Общее количество дополнительных стволов может достигать до 100.

Пятый этап

После бурения требуемого количества дополнительных стволов обе колонны труб (бурильных и направляющих) извлекаются из скважины. Основной и дополнительные стволы могут быть оборудованы фильтрами, либо гравийной набивкой, либо остаться открытыми. Скважина готова к эксплуатации.



Технология радиального бурения: 2 вариант



Направляющая КНБК

- 1 – фрикционный узел; 2 – локатор муфтовых соединений; 3 – направляющая;
4 – башмак отклоняющий; 5 – якорь



Технология радиального бурения: 2 вариант

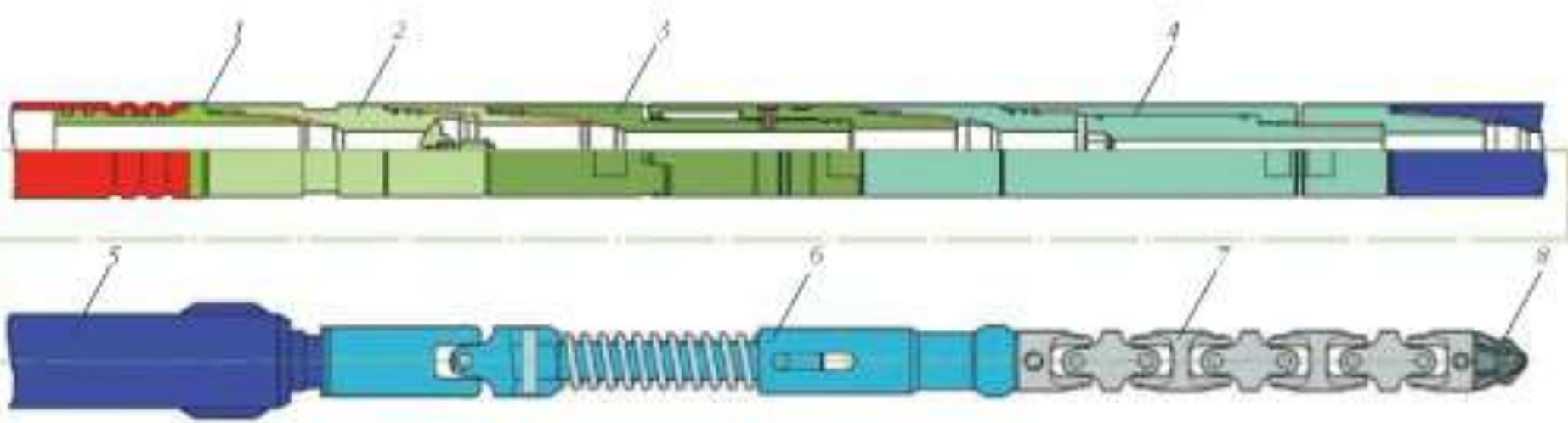
Затем собирается установка для фрезерования окна в колонне. С помощью фрезы, приводимой в движение ВЗД, работающим с частотой не менее **100** об/мин, спускаемым в скважину на гибкой трубе, и осуществляется фрезерование отверстия в эксплуатационной колонне.

На гибкой трубе в скважину спускается компоновка для вскрытия пласта, состоящая из гидромониторной (струйной) насадки и рукава высокого давления, армированного специальным, гибким и прочным материалом – кевларом. Насосом высокого давления по гибкой трубе подается жидкость к гидромониторной насадке, струи которой производят разрушение породы и за счет реактивной тяги способствуют продвижению компоновки по пласту.

Размер отверстия зависит от скорости проникновения шланга в пласт и составляет в среднем **25–50** мм в диаметре. Процесс проходки контролируется с поверхности по натяжению гибкой трубы (при работе на неглубоких скважинах) и по датчику веса трубы (при работе с инжектором). Время проводки одного канала длиной до **100** м составляет порядка **20–30** минут. Количество радиальных стволов из одной скважины по технологии не ограничено. Они могут выполняться как на одном, так и на нескольких уровнях.



Технология радиального бурения: 2 вариант

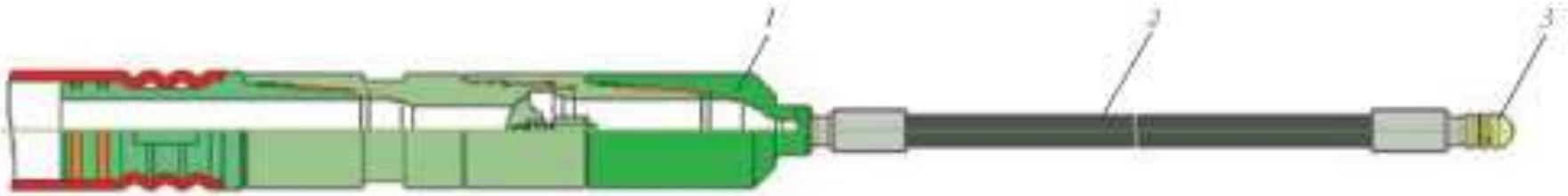


КНБК для фрезерования

1 – соединитель; 2 – клапан обратный; 3 – разъединитель аварийный; 4 – механизм доворота; 5 – ВЗД; 6 – механизм нагружения; 7 – гибкий вал; 8 - инструмент

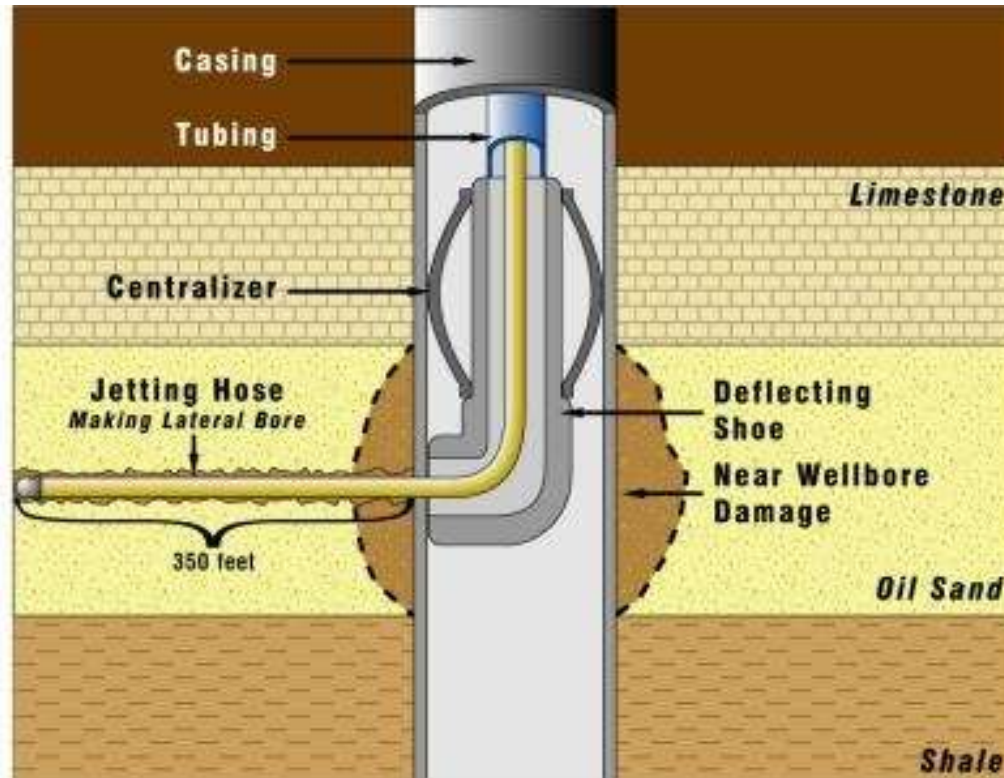


Технология радиального бурения: 2 вариант



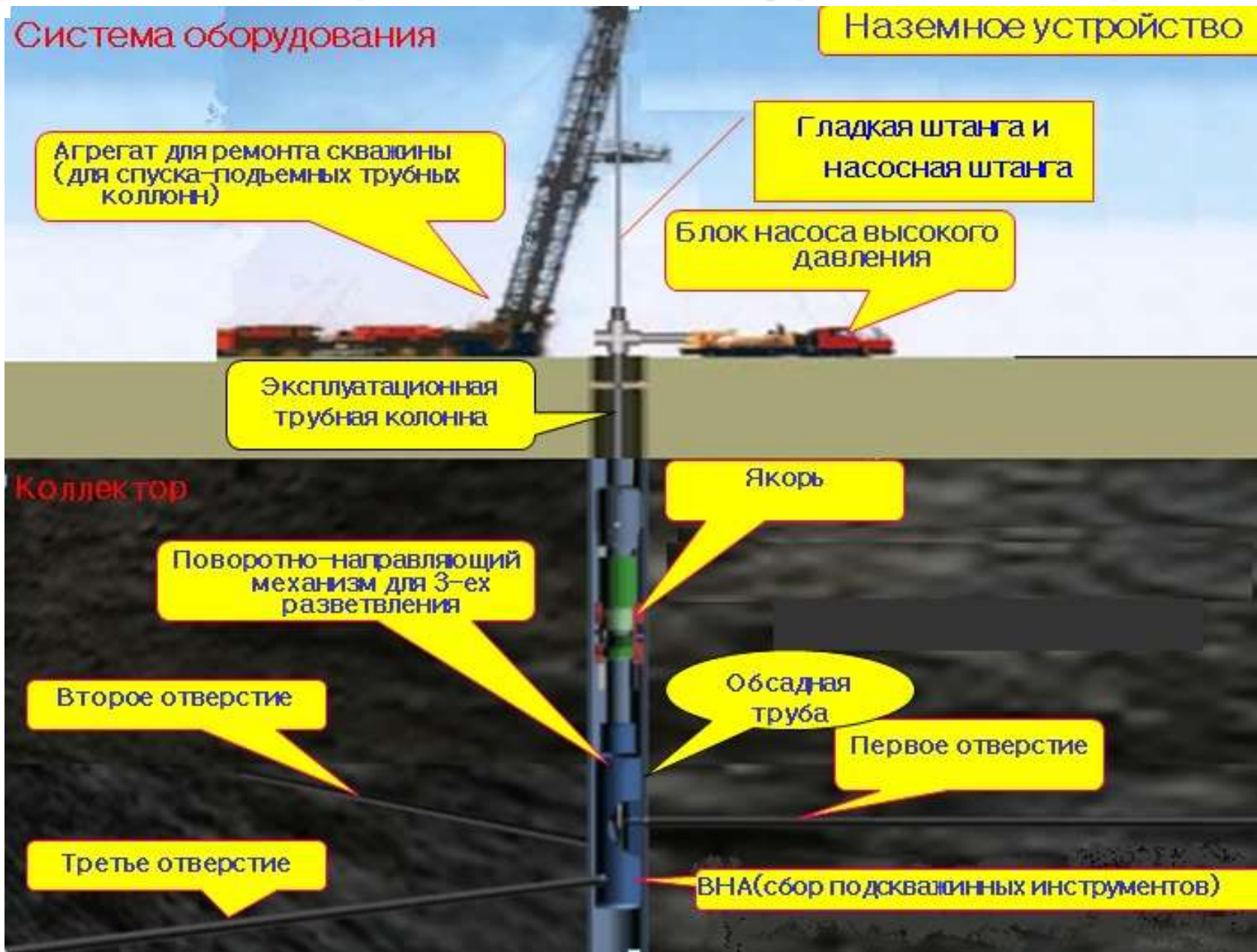
КНБК для бурения

1 – переходник; 2 – рукав высокого давления; 3 – насадка гидромониторная





Технология радиального бурения: 2 вариант





Тема №10.4

Другие технологии направленного бурения. Двуствольное бурение.



Последовательное двуствольное бурение

Сущность:

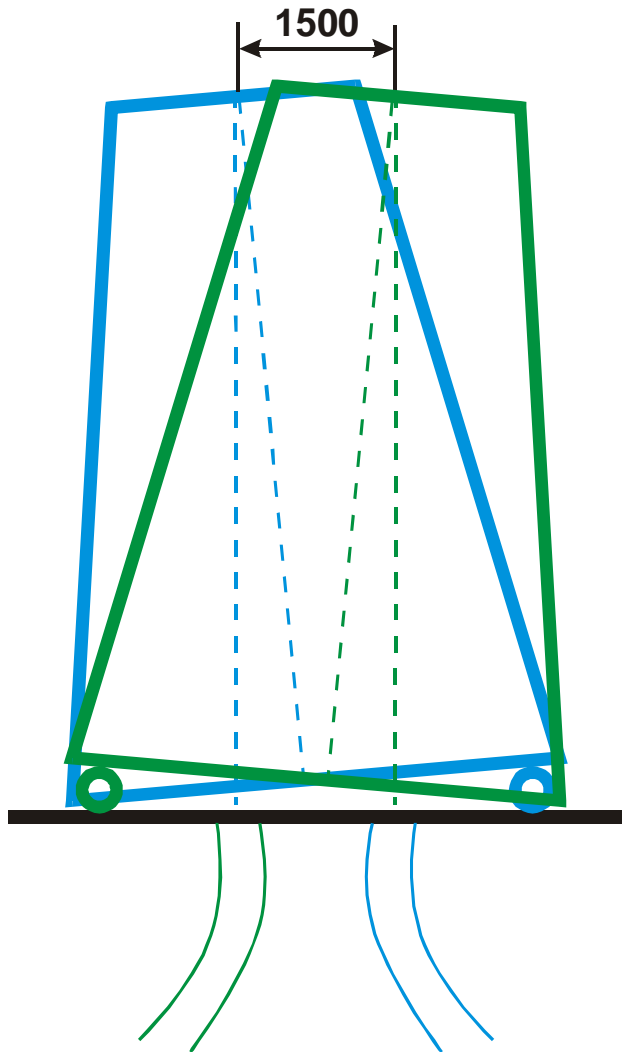
буровая вышка монтируется наклонно путем установки под две ноги прокладок; после бурения первой скважины прокладки ставятся под две другие ноги, и бурится вторая скважина.

Преимущества :

снижение затрат времени на монтажно-демонтажные работы.

Недостатки:

грузоподъемность вышки снижается на 15-20%;
возможно пересечение стволов.





Параллельное двухствольное бурение одним комплектом инструмента

Сущность: одной буровой установкой производится бурение двух скважин. Цикл работ может быть следующий.

Скважина 1	Скважина 2
Бурение Подъем инструмента Технологический простой (Инклинометрия, геофизические и др. исследования)	Технологический простой Спуск инструмента Бурение

Необходимо специальное оборудование: перемещающийся кронблок и два ротора.



Параллельное двухствольное бурение двумя комплектами инструмента

Сущность: все необходимые работы выполняются практически одновременно на двух скважинах. Цикл проверки скважин может быть следующим

Скважина 1	Скважина 2
Бурение первым комплектом инструмента Подъем первого комплекта инструмента Спуск второго комплекта инструмента	Спуск второго комплекта инструмента Бурение вторым комплектом инструмента Подъем второго комплекта инструмента

Необходимо специальное оборудование: перемещающийся кронблок, два ротора, забойный регулятор подачи долота.



Вопросы для самопроверки

1. Область применения бурения боковых стволов.
2. Проблемы при строительстве боковых стволов.
3. Каким условиям должно отвечать место зарезки бокового ствола.
4. Какие способы забуривания дополнительных стволов бывают.
5. Опишите технологию забуривания бокового ствола методом вырезания части эксплуатационной колонны.
6. Опишите технологию забуривания бокового ствола методом вырезания окна в эксплуатационной колонне.
7. Какое специальное оборудование необходимо при забуривании дополнительных стволов.
8. Преимущества и недостатки метода забуривания дополнительного ствола методом вырезания части колонны.
9. Преимущества и недостатки метода забуривания дополнительного ствола методом вырезания окна.
10. Способы заканчивания дополнительных стволов.
11. Что такое многоствольная скважина?
12. Что такое многозабойная скважина?
13. Что такое горизонтальное ответвление многозабойной скважины?
14. Что такое вертикальное ответвление многозабойной скважины?
15. Что такое двузабойная скважина?
16. Что такое многозабойная скважина с противоположными ответвлениями?
17. Что такое рядная многозабойная скважина?



Вопросы для самопроверки

18. Что такое точка ответвления?
19. Преимущества многоствольных/многозабойных скважин.
20. Недостатки многоствольных/многозабойных скважин.
21. Возможные схемы расположения дополнительных стволов в пласте.
22. Области применения многоствольных/многозабойных скважин.
23. Классификация видов сочленений основного и дополнительного стволов.
24. Способ забуривания дополнительных стволов из предварительно вырезанных окон в обсадной колонне (ОК).
25. Способ забуривания дополнительных стволов за счет фрезерования окон в ОК.
26. Способ забуривания дополнительных стволов за счет установки герметичного соединения.
27. Область применения радиального бурения.
28. Опишите технологию радиального бурения с применением породоразрушающего инструмента для механического разрушения горных пород.
29. Опишите технологию радиального бурения с применением породоразрушающего инструмента для гидромониторного разрушения горных пород.
30. Опишите технологию двуствольного бурения.
31. Опишите технологию параллельного двухствольного бурения одним комплектом инструмента.
32. Опишите технологию параллельного двухствольного бурения двумя комплектами инструмента.

Спасибо за внимание!!!