

Бурение скважин

Лекция 17

*Бурение ННС и ГС.
Цели бурения ННС и ГС.
Профили скважин.
Видеофильм (17 минут)
Кустовое бурение.*



Цели бурения ННС и ГС



Наклонно-направленной считается скважина, у которой ствол отклонён от вертикали более чем на 5 градусов.

Наклонно-направленные скважины бурят с целью:

- разведки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, расположенных под крупными промышленными объектами или населёнными пунктами, а также под гористой или заболоченной местностью, с намывных дамб, эстакад, под горы, овраги, под дном моря, реки, озера;
- добычи нефти и газа, когда залежи нефти и газ расположены в шельфовой зоне;
- забуривания второго ствола на определенной глубине с целью обхода оставленного в скважине инструмента и др.;
- тушения, глушения нефтяных и газовых фонтанов;
- более полной разработки месторождения;
- эксплуатации маломощных и слабопроницаемых пластов с целью увеличения поверхности фильтрации;
- экономии плодородных земель и лесных массивов;
- обходе соляных куполов.

Профили наклонно-направленных скважин (ННС)



Разработанные в настоящее время виды профилей для ННС делятся на две группы: профили обычного типа (представляющие собой кривую линию, лежащую в вертикальной плоскости) и профили пространственного типа (в виде пространственных кривых).

Типы профилей ННС обычного типа приведены на рисунке.

Профиль типа А состоит из трех участков. Его рекомендуется применять при бурении неглубоких скважин в однопластовых месторождениях, если предполагается большое смещение забоя.

Профиль типа Б отличается от предыдущего тем, что вместо прямолинейного наклонного участка имеет участок естественного снижения угла наклона. Данный профиль рекомендуется применять при больших глубинах скважин.

Профиль типа В состоит из пяти участков. Его рекомендуется применять при проводке глубоких скважин, пересекающих несколько продуктивных.

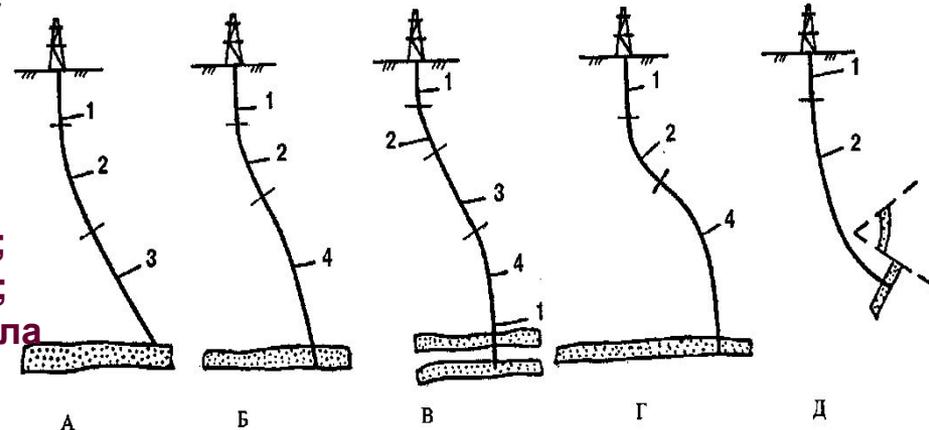
Профиль типа Г отличается от предыдущего тем, что в нем участки 3 и 4 заменены участком **самопроизвольного** снижения угла наклона 4. Данный профиль рекомендуется применять при бурении глубоких скважин, в которых возможны отклонения в нижней части ствола скважины.

Профиль типа Д состоит из двух участков. Для него характерна большая длина второго участка. Профиль рекомендуется при необходимости выдержать заданный угол входа в пласт и вскрыть его на наибольшую мощность.

Глубина вертикального участка должна быть не менее 40...50 м. Окончание вертикального участка приурочивают к устойчивым породам, где можно за один рейс набрать зенитный угол 5...6 градусов.

Типы профилей ННС

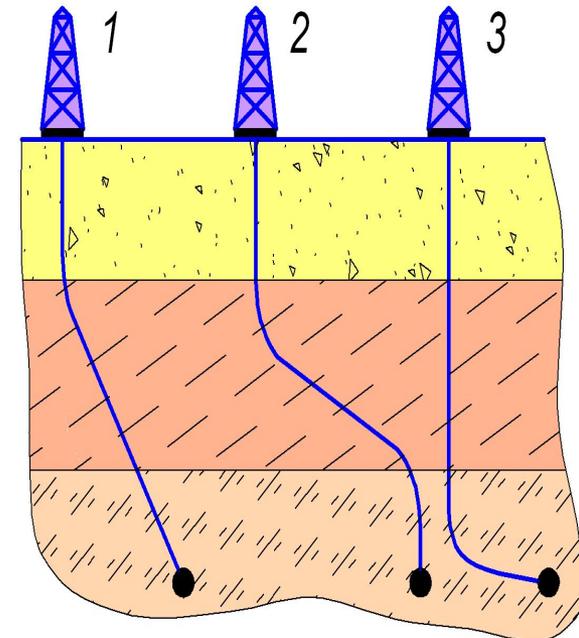
- 1 - вертикальный участок;
- 2 - участок набора угла наклона ствола;
- 3 - прямолинейный наклонный участок;
- 4 - участок снижения угла наклона ствола (естественного искривления).



Классификация профилей



- По количеству интервалов ствола: двух, трех, четырех, пяти и более интервальные
- По пространству: плоские - расположенные в одной вертикальной плоскости (подразделяются на тангенциальные (1), S-образование (2), J-образование(3)), и пространственные, представляющие собой пространственную кривую линию.
- ❖ **Тангенциальные** скважины применяют для строительства скважин умеренной глубины в простых геологических условиях, если не используются промежуточные колонны.
- ❖ **S-образном** профиль применяется:
 - при наличии газовых зон, соленой воды и другие геологических факторов требующих применения промежуточных обсадных колонн;
 - при глушении аварийно-фонтанирующей скважины;
 - если есть необходимость развести забои скважин при бурении их с одной платформы;
- ❖ **J-образный** применяет для проектирования наклонно направленных скважин специального назначения.

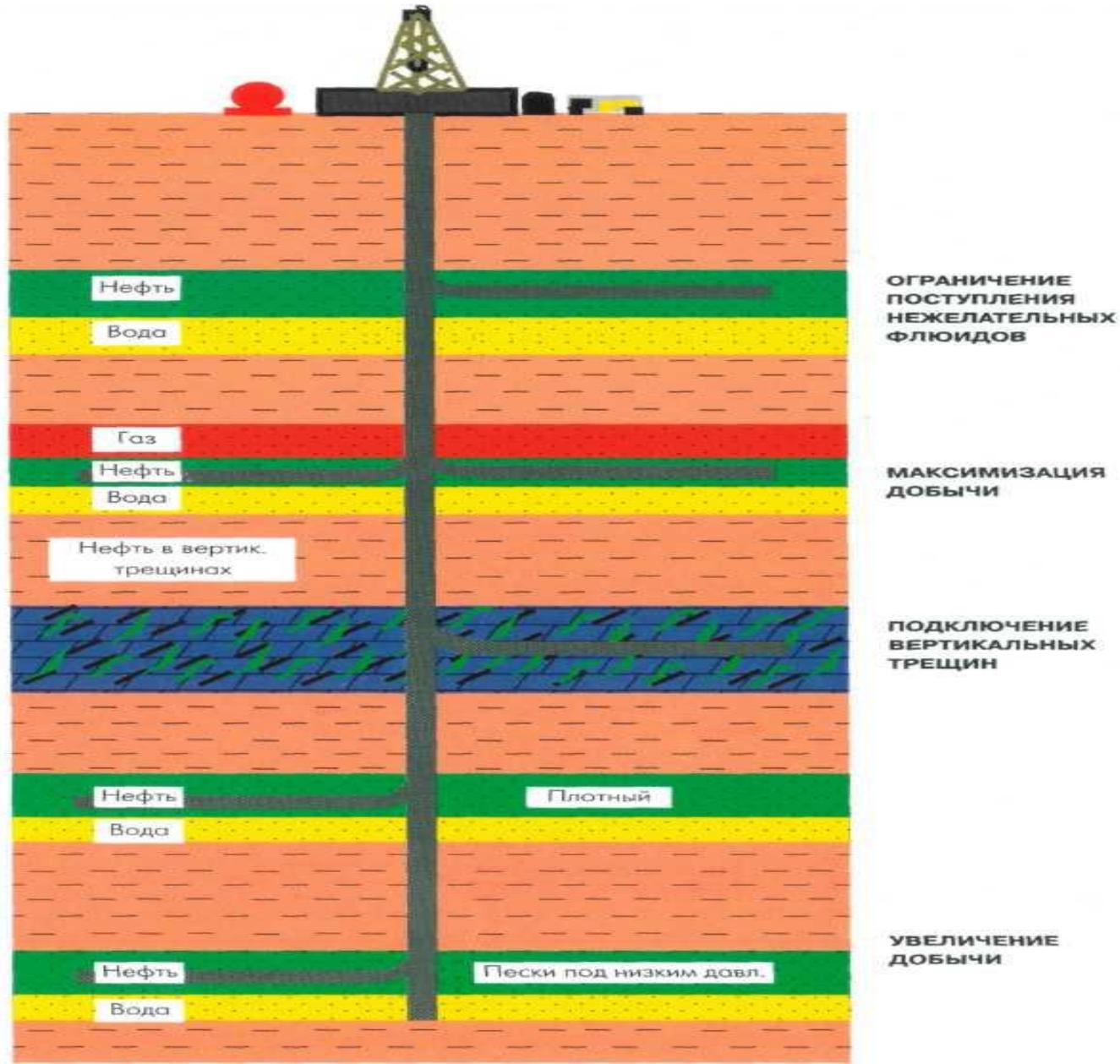


Основные требования к профилю скважин

- Проектный профиль должен быть выполнен имеющимся оборудованием;
- Участок забуривания нового ствола выбирается в устойчивой части разреза. Забуривание нового ствола должно осуществляться на 30-50 м выше кровли или на 10-20 м ниже подошвы неустойчивых пород;
- Интенсивность искривления ствола скважины выбирается такой, при которой обеспечиваются минимально возможные сопротивления при СПО в процессе бурения, что способствует меньшей вероятности желобообразований и осложнений;
- Возможность вращения бурильной колонны в процессе бурения с сохранением ее прочностных характеристик;
- Осуществление спуска колонны или «хвостовика» за один прием, а цементирования, в зависимости от условий, в один или несколько приемов;
- Достижение заданного смещения точки входа в продуктивный пласт и прохождение ствола скважины под заданным углом в продуктивном пласте;
- Предусматривать возможность проведения исправительных работ.



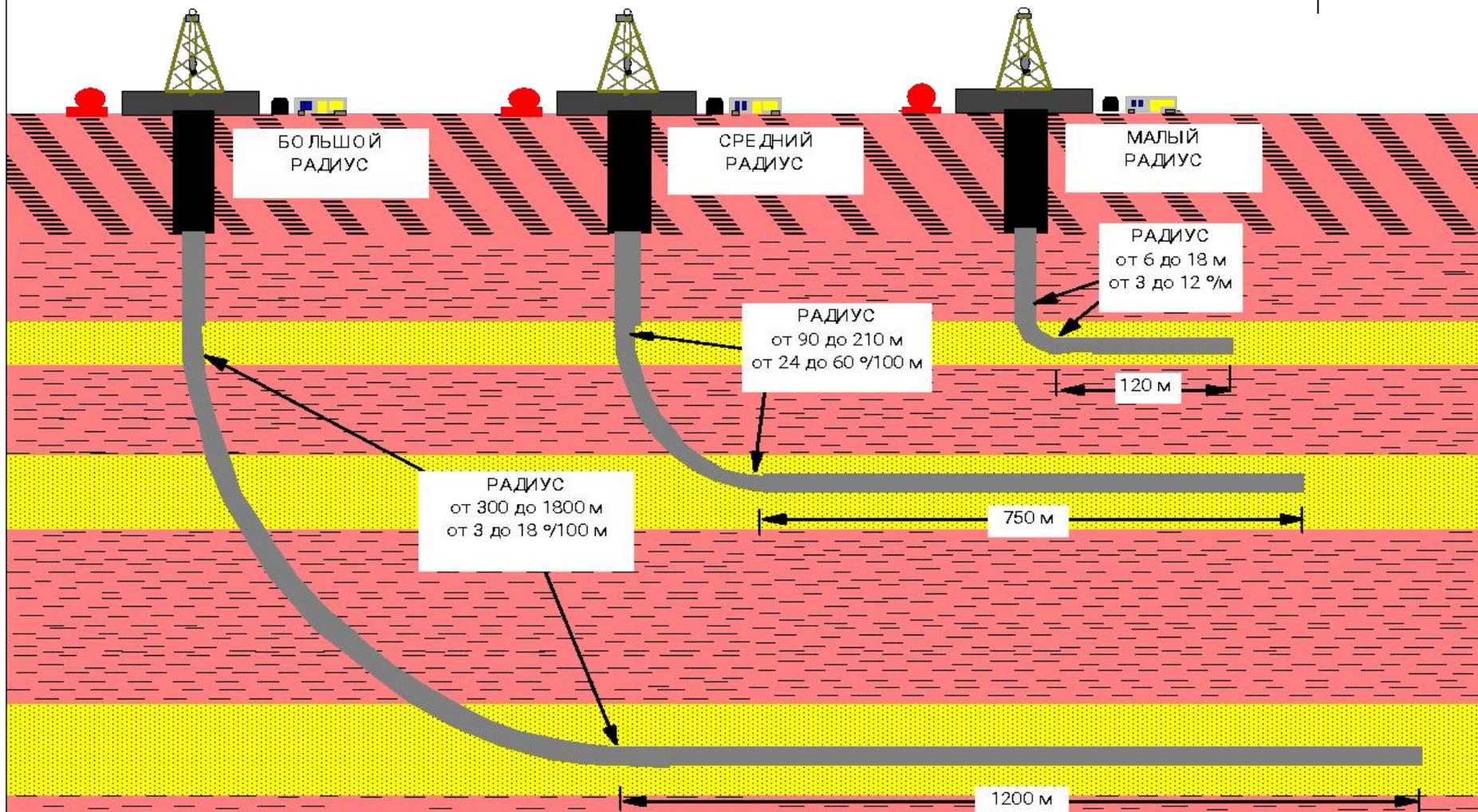
Цели бурения горизонтальных и горизонтально-разветвленных скважин



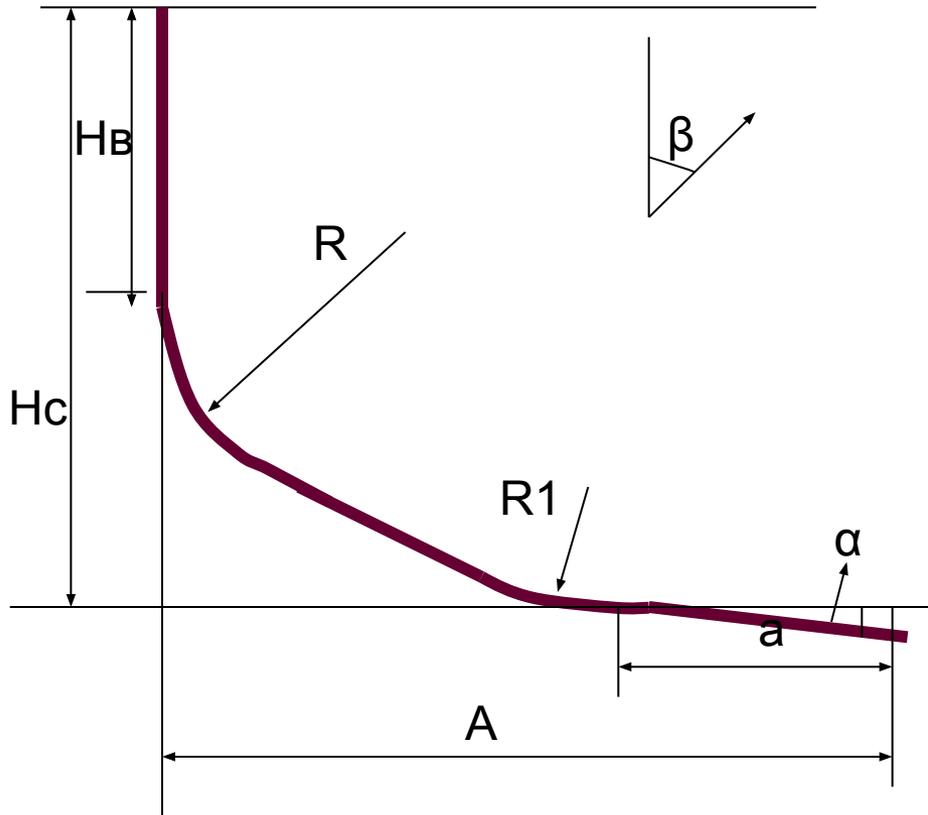
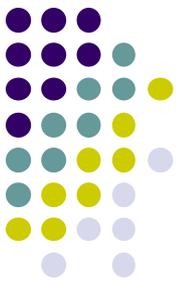
Профили горизонтальных скважин (ГС)



Большой радиус искривления бурить невыгодно из-за необходимости использования дорогостоящих систем. Минимальный радиус искривления определяется жесткостью (сопротивление искривлению) компоновок бурильной колонны. Радиусы искривления бывают:



Параметры профилей ННС и ГС



$H_{с}$ – глубина скважины, м;

$H_{в}$ – глубина вертикального участка, м;

A – отклонение забоя от устья, м;

a – длина горизонтального участка, м;

α – понижение ствола скважины относительно горизонтали, гр;

β – азимутальный угол, гр;

$R, R1$ – радиус искривления.

Инструменты для бурения наклонного участка скважины



Для отклонения скважины от вертикали применяют специальные отклоняющие приспособления: кривую бурильную трубу, кривой переводник, эксцентричный ниппель и отклонители различных типов и др.

Независимо от способа бурения технология проводки ННС и ГС основана на использовании геологических условий, способствующих искривлению скважин, и на применении специальных отклоняющих приспособлений.

При роторном бурении ствол скважины отклоняется от вертикали с помощью **клиновидных или шарнирных отклонителей**.

1. Отклонение от вертикали с помощью **клиновидных отклонителей**. Он присоединяется к долоту с помощью штифта, который срезается при определенной нагрузке и долото скользит по поверхности клина, внедряясь в ствол и отклоняя его в заданном направлении.

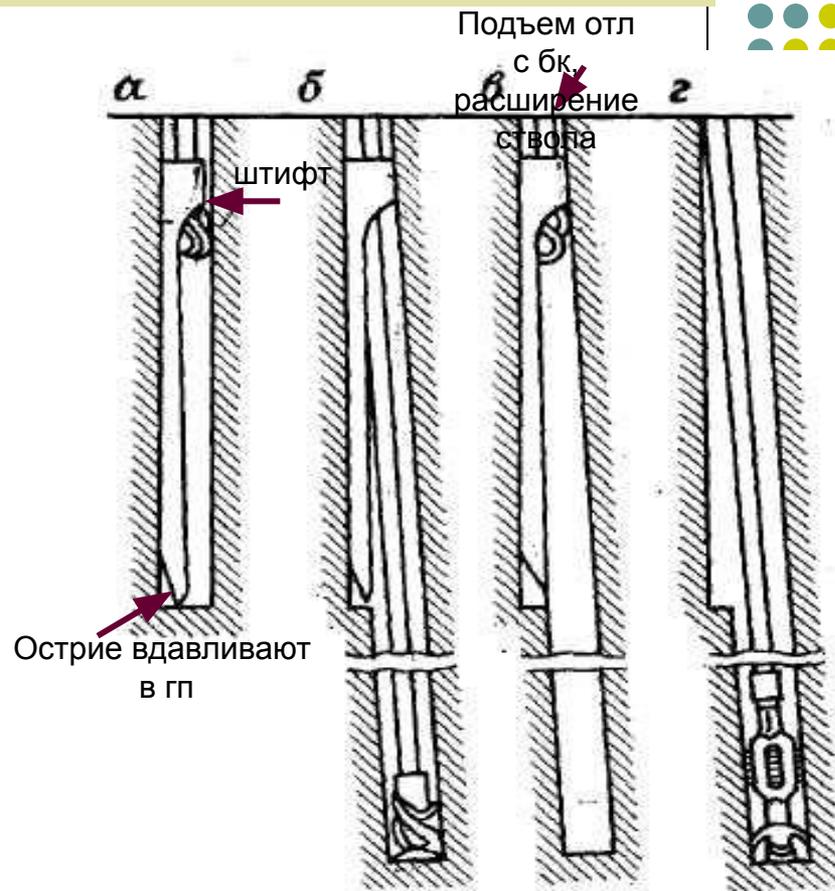


Схема работы с клиновидным отклонителем

Инструменты для бурения наклонного участка скважины



2. **Шарнирные отклонители.** Они представляют собой расширитель, соединенный с б.к. шарниром, который обеспечивает вращение нижней части б.к. под некоторым углом к оси б.к., расположенной под шарниром.

Искривление скважин в заданном направлении производят прерывисто, путем последовательных рейсов с зарезкой ствола. В результате чего значительно увеличивается объем СПработ, снижается скорость бурения и возрастает стоимость строительства скважины.

Такое ступенчатое забуривание нового ствола с использованием клиновидных и шарнирных отклонителей осуществляется до тех пор, пока не будет достигнуто необходимое отклонение ствола скважины от вертикали в заданном направлении.

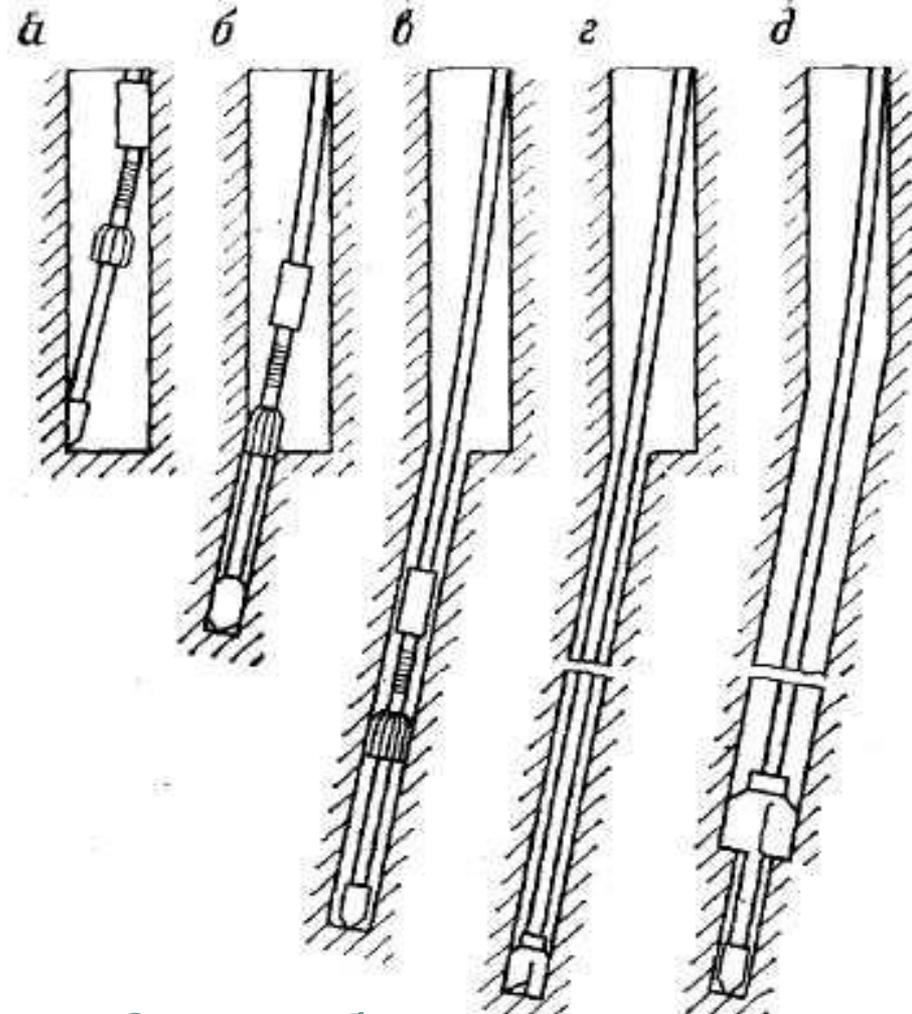
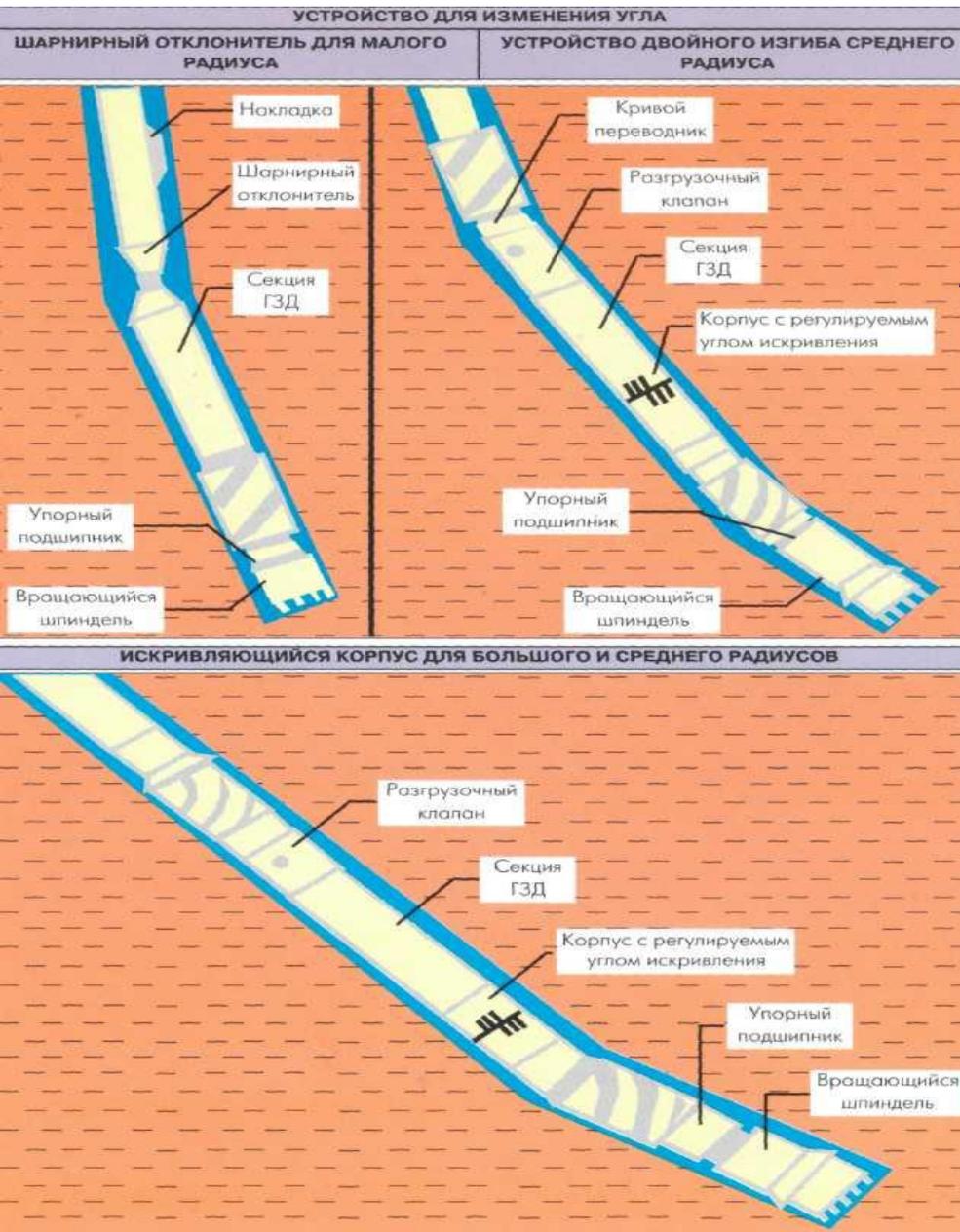


Схема работы с шарнирным отклонителем

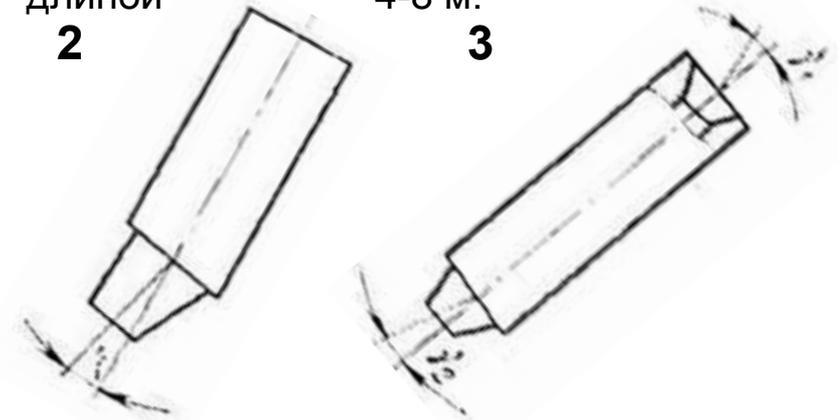
Инструменты для бурения наклонного участка скважины



При бурении скважин с ЗД

отклонение ствола осуществляется с помощью отклонителей различных конструкций:

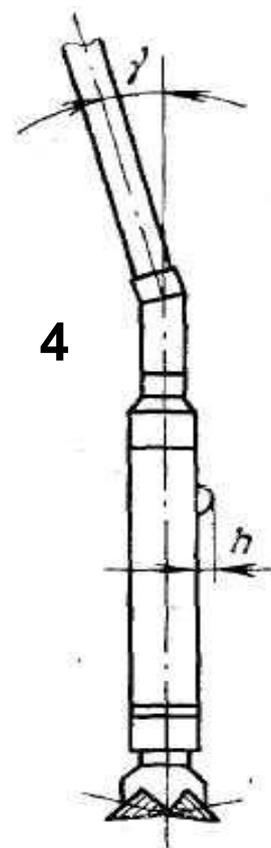
1. Шарнирный отклонитель.
2. Кривой переводник – отрезок УБТ с пересекающимися осями резьбы и корпуса отклонителя под углом от 30 минут до 3гр.30 мин. Устанавливают между ЗД и УБТ. Его применение позволяет интенсивно искривлять скважину до 90° и более.
3. Отклонитель с перекошенными резьбами на муфте и ниппеле – Увеличение интенсивности искривления можно достичь нарезкой резьбы под углом на обоих концах отклонителя (отрезок УБТ) длиной 4-8 м.



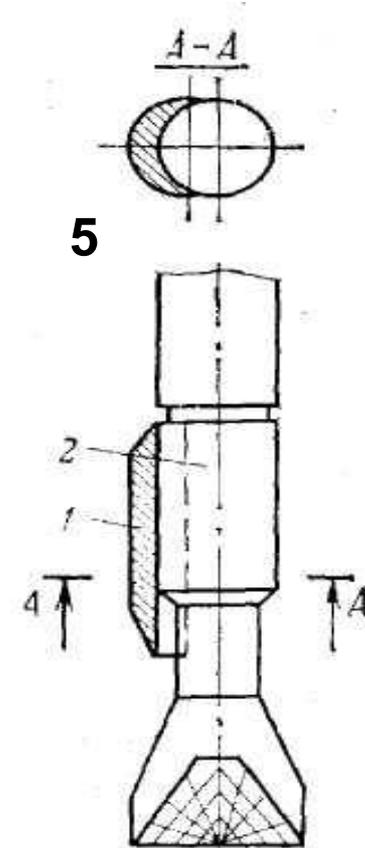
Инструменты для бурения наклонного участка скважины



4. **Отклонитель, состоящий из ТБ с накладкой и кривым переводником** – рекомендуется применять, когда непосредственно над кривым переводником устанавливают БТ. Работает аналогично 3.



5. **Эксцентричный ниппель** – отклонитель, выполненный в виде металлической опоры 1), приваренной к ниппелю турбобура 2). Применяется при бурении в устойчивых породах, где отсутствует опасность прихвата БК.

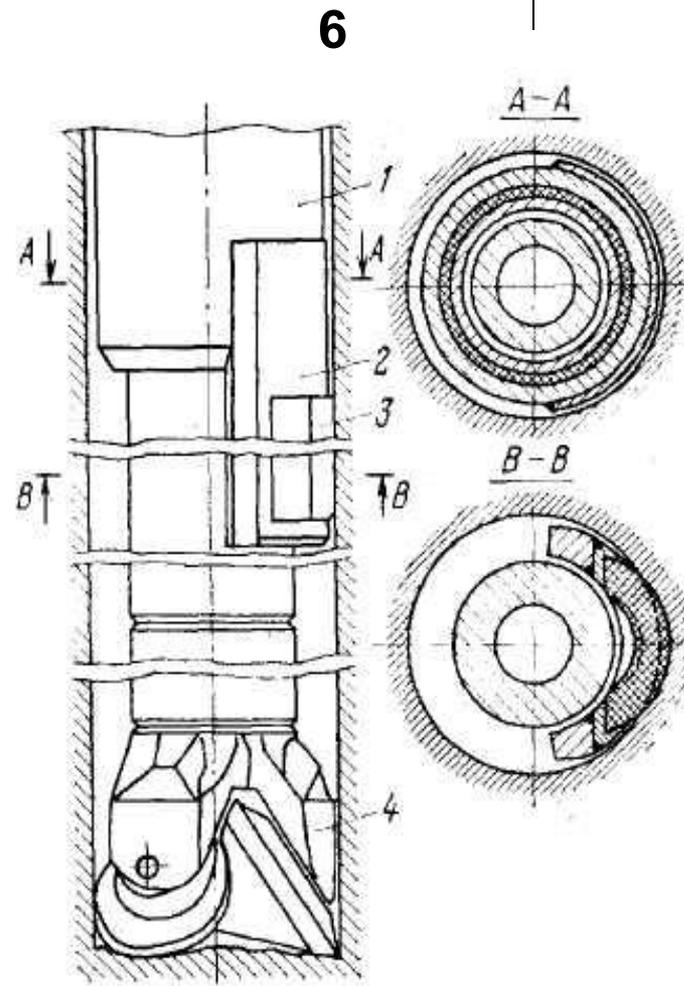


Инструменты для бурения наклонного участка скважины

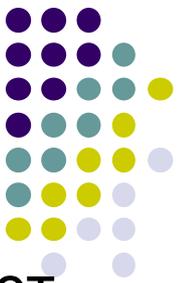


6. **Упругий отклонитель** – состоит из специальной накладке с резиновой рессорой, которая приваривается к ниппелю ТБ (используется в неустойчивых гп);
7. **Турбинный отклонитель**, который рассматривался в теме: механизмы вращения долота.

Самые распространенные 7), т.к. у них место перекося осей приближено к долоту и поэтому повышена эффективность работы отклонителя и, кроме того, уменьшено влияние колебания осевой нагрузки на отклоняющую силу, действующую на долото, что позволяет получить фактический радиус искривления, близкий к расчетному



Инструменты для бурения наклонного участка скважины



При бурении ННС и ГС с ВЗД применяют отклонители, устанавливаемые непосредственно над двигателями (кривой переводник, отклонитель с перекошенными резьбами).

При бурении с электробуром, кроме отклонителей, устанавливаемых непосредственно над двигателем, используют электробур, у которого благодаря применению зубчатой муфты сцепления валы двигателя и шпинделя соединяются под углом.

Компоновки для бурения наклонно-направленных и горизонтальных скважин



В последние годы широко применяется **метод безориентированного бурения**, сущность которого состоит в том, что после искривления скважины в заданном азимуте до зенитного угла 5-6 гр. отрабатывают 1-2 долота с применением отклонителя, а затем, убедившись при замере зенитного угла и азимута в обеспечении бурения скважины по проектному профилю, переходят к бурению без отклонителя, но с применением специальной компоновки нижней части бурильной колонны (КНБК) и соответствующего ей режима бурения.

Учитывая, что компоновка опирается на стенку скважины центратором, можно подбором необходимого веса УБТ P_1^1 (при известном весе турбобура и долота P_1) регулировать силу P_2^1 и, следовательно, разности сил P_2^1 и P_2 .

Если $P_2 < P_2^1$, то возникающая на долоте сила будет отклоняющей и бурение осуществляется с увеличением зенитного угла.

Если $P_2 > P_2^1$, то сила, действующая на долото, будет выпрямляющей, что создаст условия для уменьшения зенитного угла.

При $P_2 = P_2^1$ наступит стабилизация зенитного угла.

Значительного изменения направления бурения (азимута) в этом случае ожидать не следует, т.к. чем больше зенитный угол, тем большая вероятность действия разности сил $P_2^1 - P_2$ в плоскости искривления скважины.

Если безориентированное бурение с применением компоновки без отклонителя не обеспечивает получение необходимой интенсивности искривления скважины, то возникают необходимость в использовании компоновки с отклонителем.

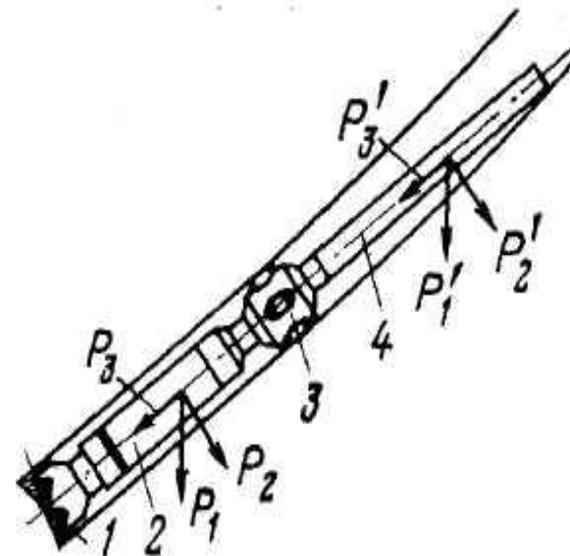


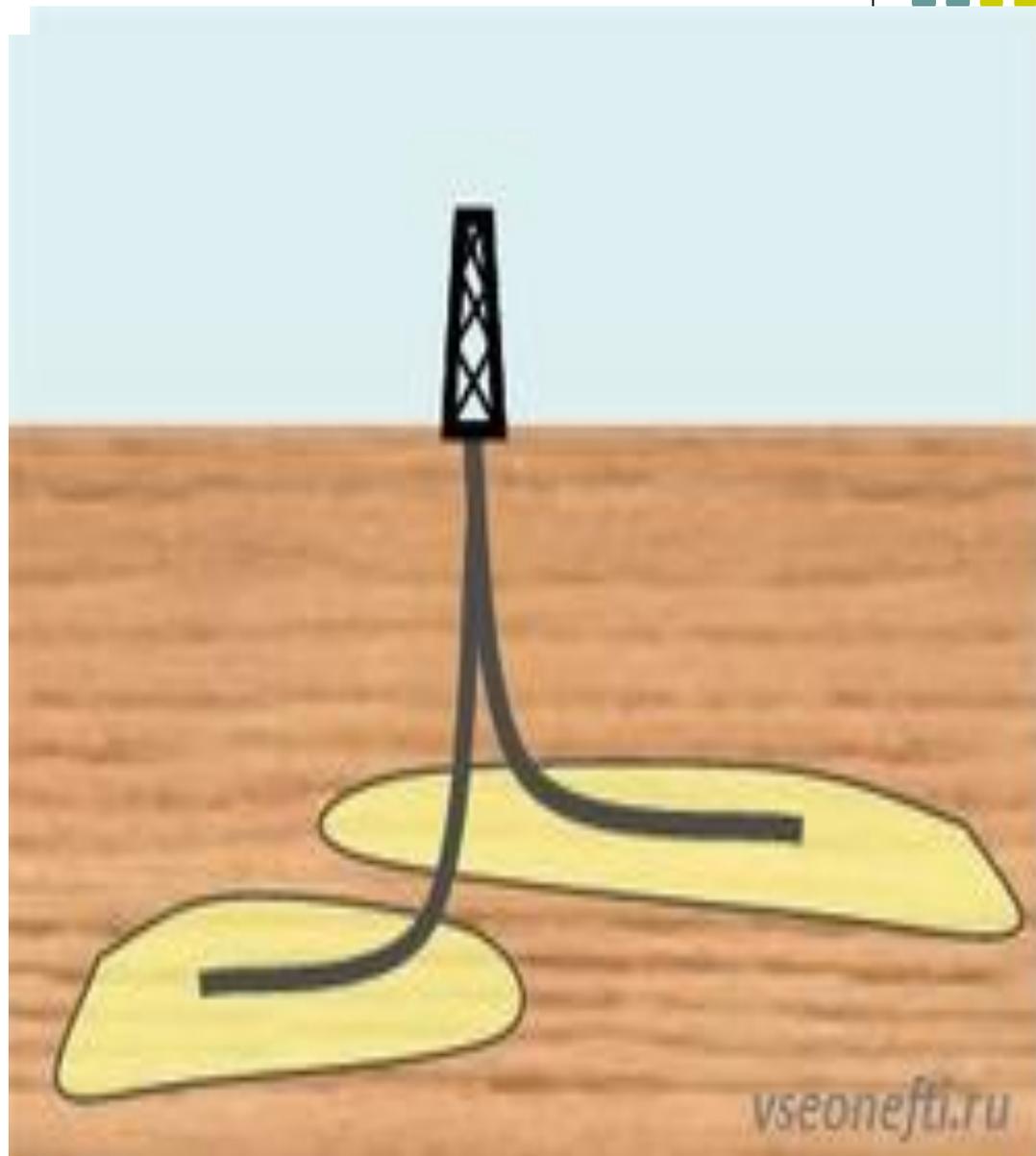
Схема работы КНБК при безориентированном бурении.

- 1 – долото,
- 2 – укороченный турбобур;
- 3 – центратор равен D_d ,
- 4 - УБТ.

Многоствольные и многозабойные скважины



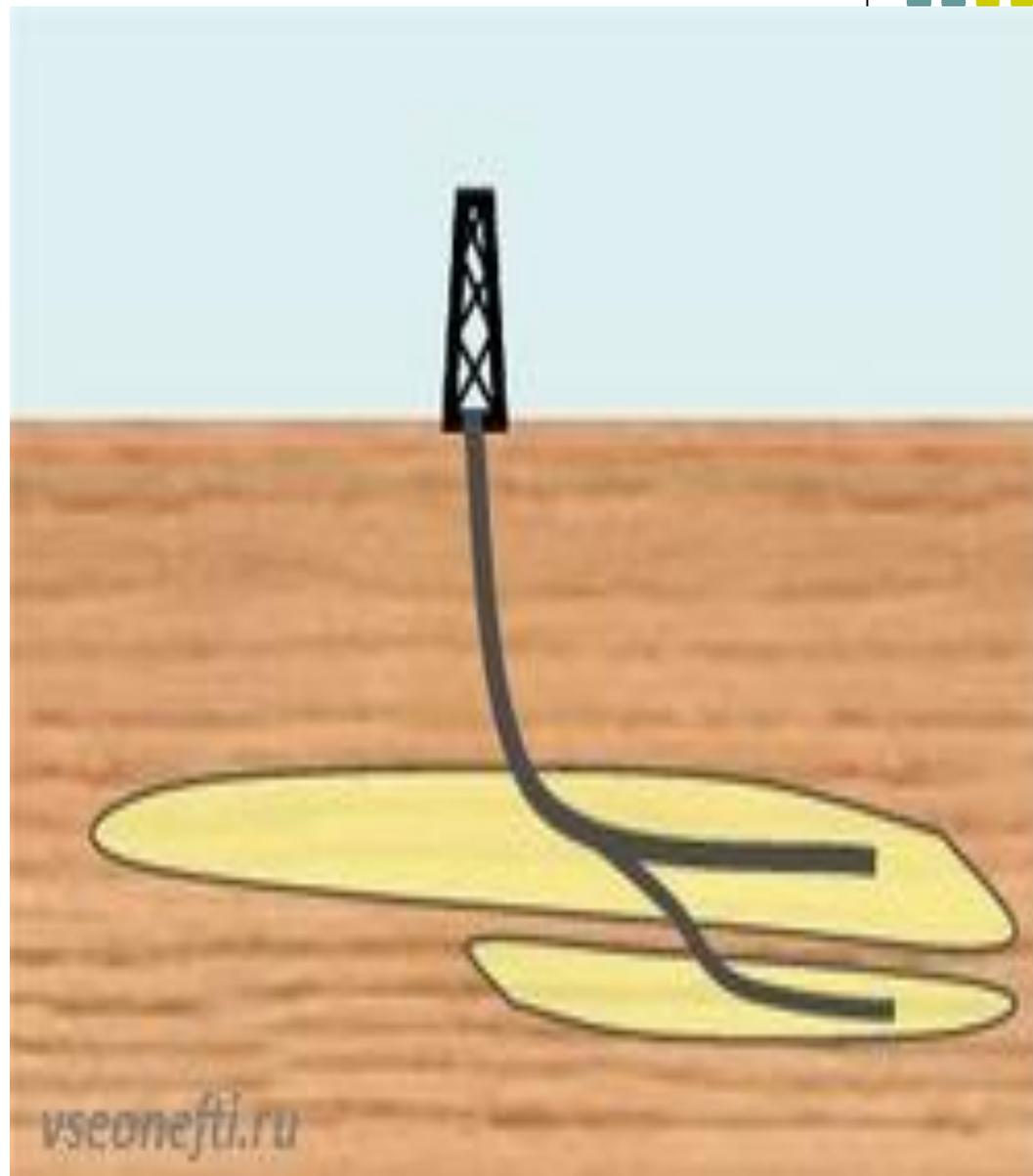
МНОГОСТВОЛЬНАЯ СКВАЖИНА (МСС) – скважина, состоящая из основного ствола, из которого пробурен один или несколько боковых стволов (ответвлений) на различные продуктивные горизонты (пласты), при этом точка пересечения боковых стволов с основным стволом скважины находится выше вскрываемых горизонтов.



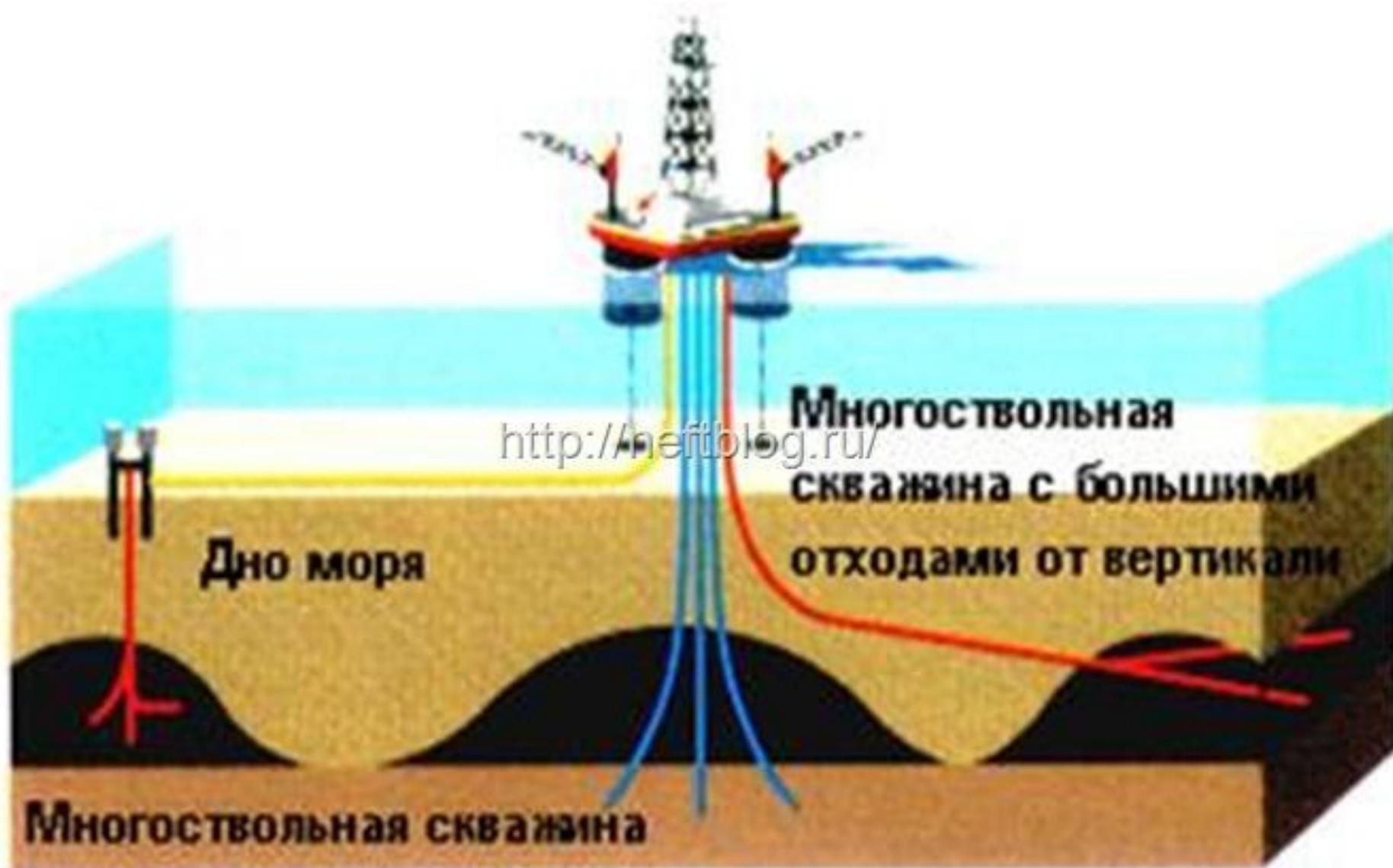
Многоствольные и многозабойные скважины



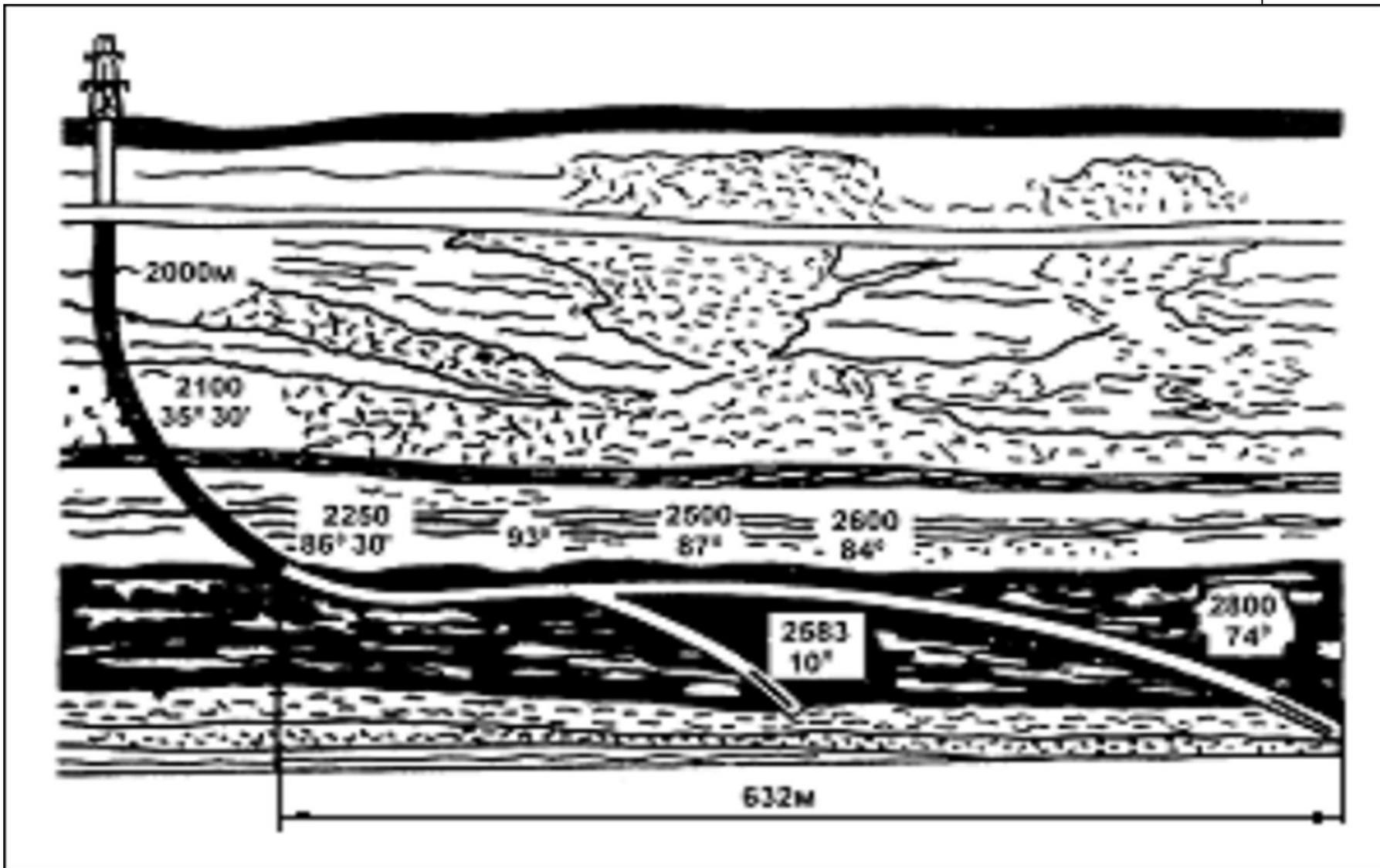
МНОГОЗАБОЙНАЯ СКВАЖИНА (МЗС) – скважина, состоящая из основного, как правило, горизонтального ствола, из которого в пределах продуктивного горизонта (пласта) пробурен один или несколько боковых стволов (ответвлений).



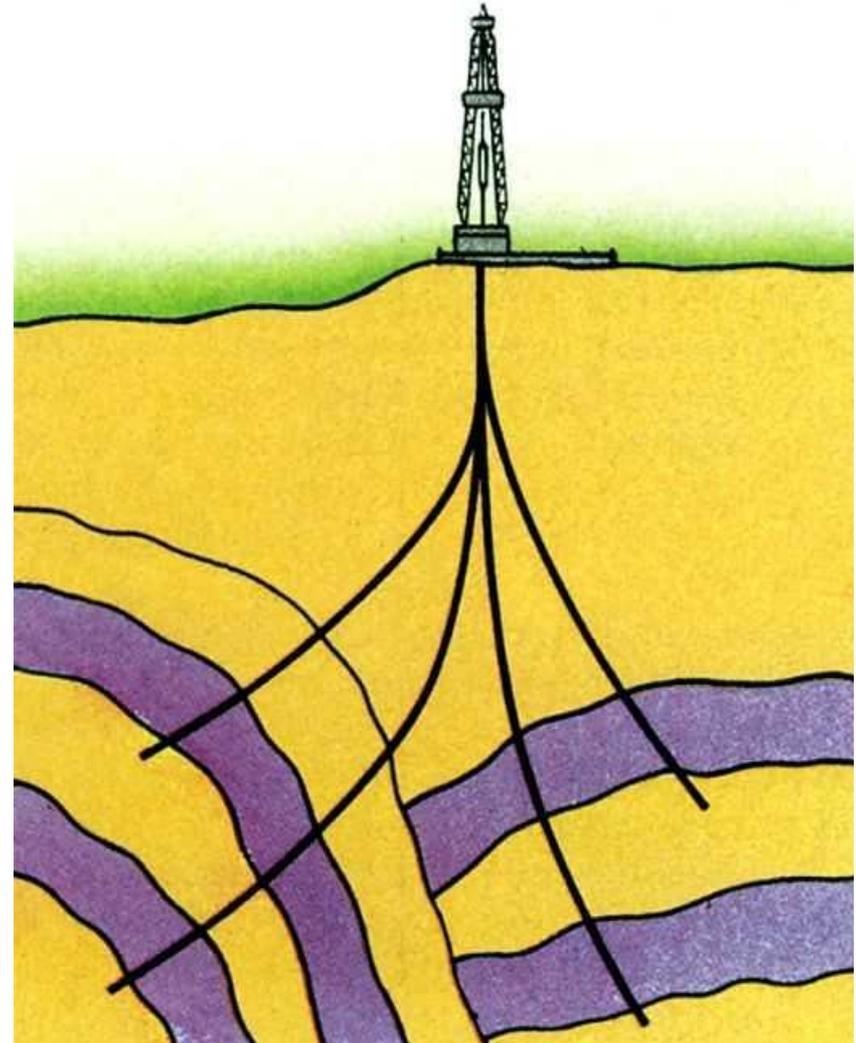
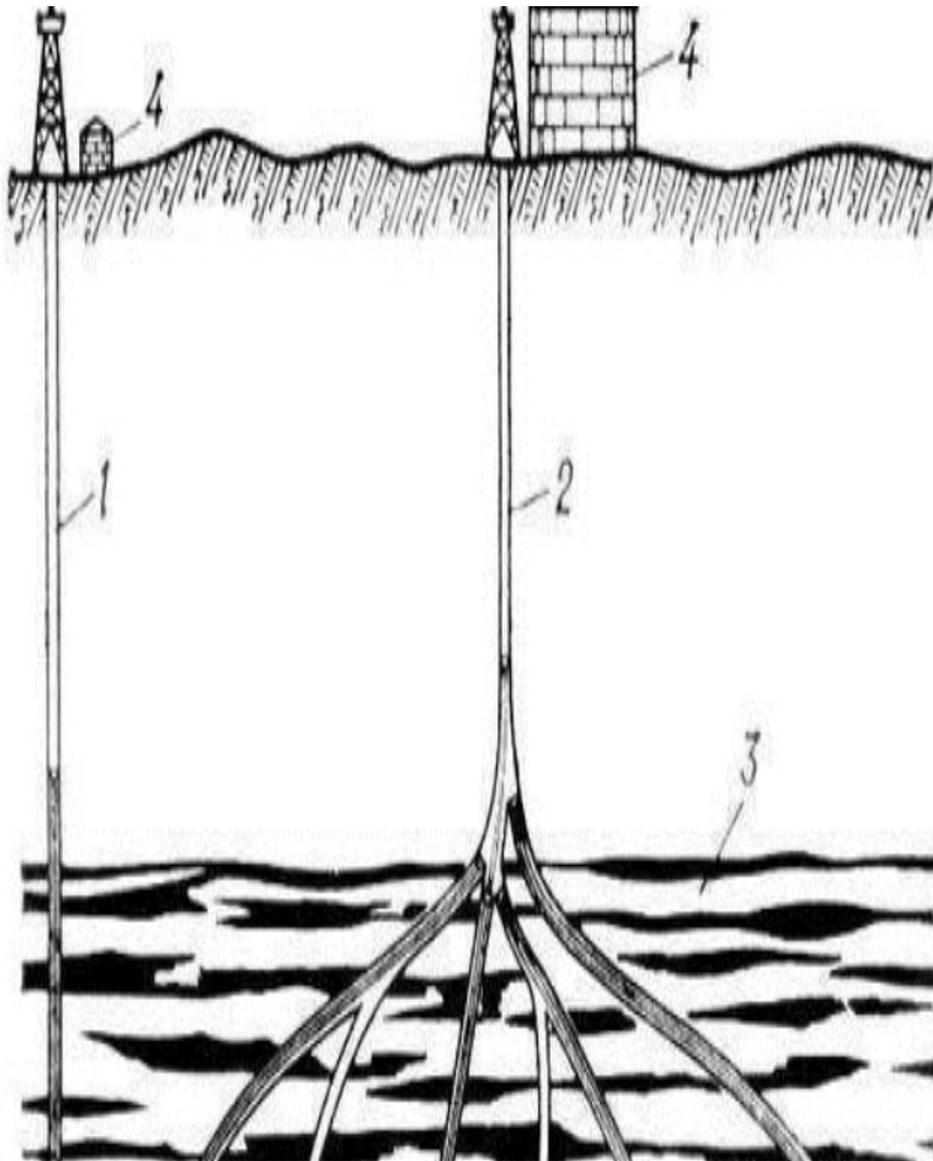
Многоствольные и многозабойные скважины



Многоствольные и многозабойные скважины



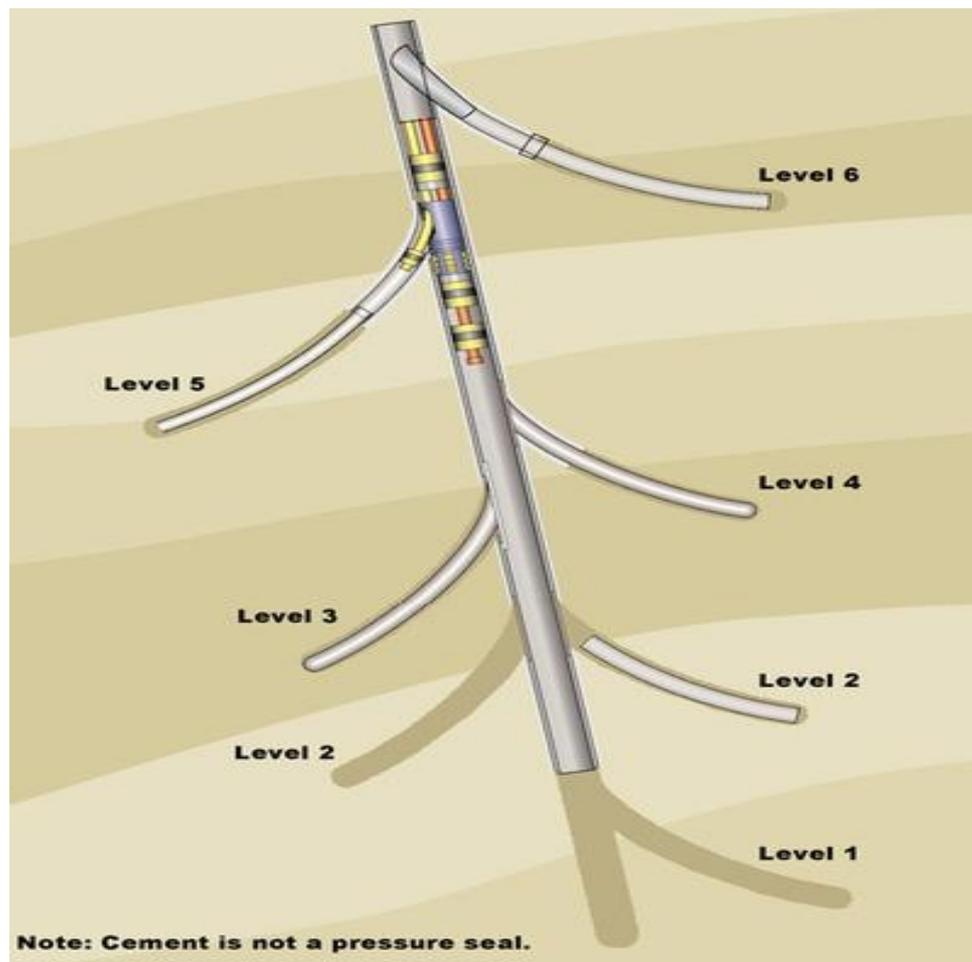
Многоствольные и многозабойные скважины



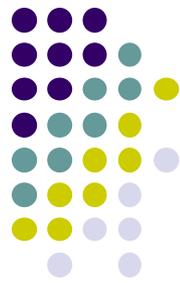
Горизонтально-разветвленная скважина



ГОРИЗОНТАЛЬНО-РАЗВЕТВЛЕННАЯ СКВАЖИНА - скважина, состоящая из основного ствола, из которого пробурен один или несколько боковых стволов (ответвлений).

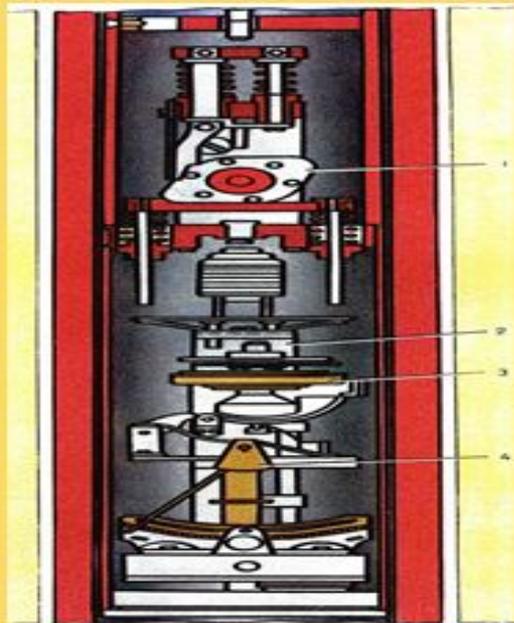


Приборы и средства для управления стволом скважины



Приборы дискретного действия.

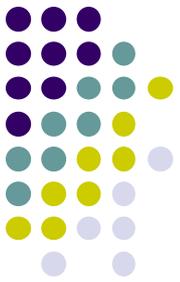
- **Ориентированный спуск бурильной колонны.** Это сложный способ. Гораздо большую эффективность имел:
- Прибор Петросяна. Этот прибор позволяет устанавливать направление действия отклонителя и зенитный угол ствола скважины. Большим недостатком данного прибора - необходимость остановки процесса бурения.
- Инклинометр - измеряет зенитный и азимутальный углы. Спускается на кабеле, т.е. мы чётко знаем глубину. Основан на магнетизме, что делает невозможным его использование внутри бурильной колонны и железосодержащих горных породах.



Инклинометр

- Прибор, предназначенный для измерения угла наклона различных объектов относительно гравитационного поля Земли. Помимо собственно величины угла наклона, может измеряться его направление — азимут.

Приборы и средства для управления стволом скважины



Приборы непрерывного действия

Геолого-навигационные системы дают возможность сориентироваться в недрах Земли. Располагаются над долотом и работают постоянно. Эти системы очень дорогие в эксплуатации и используются обычно при разбуривании узкого пласта горизонтальной скважиной. Дебит горизонтальной скважины на порядок выше, а значит затраты на использование дорогостоящих систем окупаются.

Основной проблемой при использовании таких систем является необходимость канала связи забоя с устьем. В настоящее время широко используют гидравлический канал связи (столб жидкости бурового раствора), но возможно передавать лишь 2-3 параметра и на глубине свыше 3000-3500м очень большие погрешности.

Передача сигналов по бурильной колонне невозможна из-за огромного количества помех (удары колонны о стенки скважины, долота по забою и др.). Но возможна передача сигналов по массиву горных пород (используют геофизические методы).

Схема расчёта наклонно-направленных и горизонтальных скважин



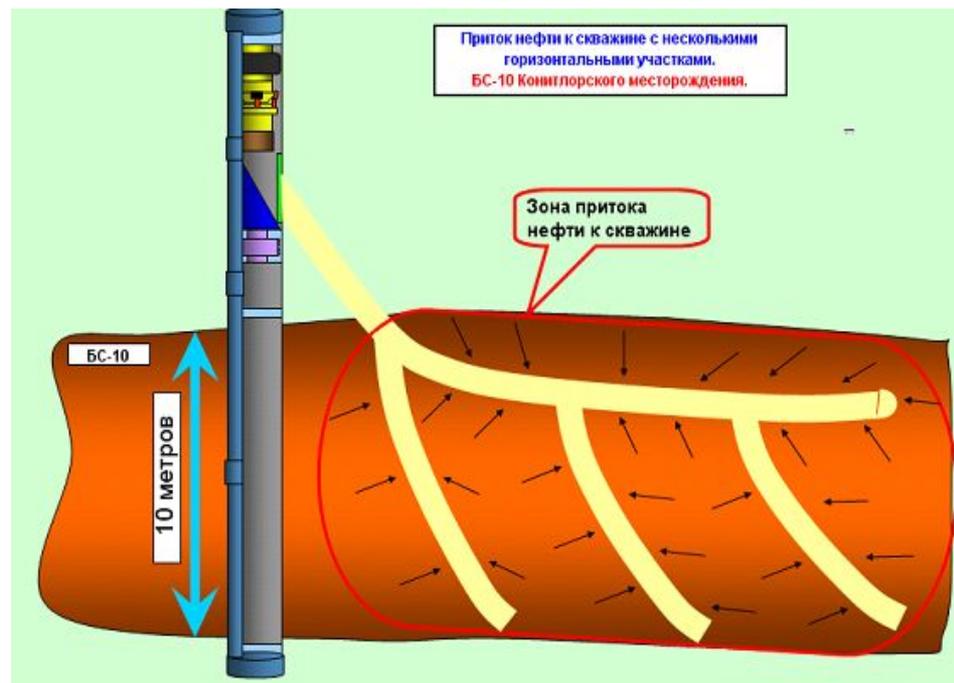
1. Выбор профиля наклонно-направленной горизонтальной скважины.
2. Выбор компоновки бурильной колонны для реализации профиля.
3. Определение длины вертикального участка.
4. Расчёт радиусов искривления.
5. Определение длин элементов профиля.

Большой радиус искривления бурить невыгодно из-за необходимости использования дорогостоящих систем.

Минимальный радиус искривления определяется жёсткостью (сопротивление искривлению) компоновок бурильной колонны.

Особенности проводки горизонтальных стволов

Горизонтальное бурение - метод сооружения скважин, при котором они имеют сложный пространственный профиль, включающий в себя вертикальный верхний интервал, после которого следуют участки с заданными отклонениями от вертикали.



Бурение таких скважин позволяет быстро осваивать новые месторождения, увеличивает нефтеотдачу пластов, снижая капиталовложения и уменьшая материальные затраты.

Особенности проводки горизонтальных стволов

Проблемы бурения горизонтальных скважин

- Создание нагрузки на долото,
- Очистка ствола скважины от шлама,
- Сохранение устойчивости ствола скважины,
- Сохранение коллекторских свойств продуктивного пласта,
- Доставка геофизических приборов на забой скважины.

Создание нагрузки на долото

- Применение ВСП(верхний силовой привод),
- Применение специальных устройств (гидравлических нагрузжателей и др.).

Очистка ствола горизонтальной скважины

- Образование на нижней стенке скважины скоплений шлама за счет гравитационного осаждения частиц шлама.
- Увеличение подачи ПЖ для повышения скорости гидротранспорта шлама может привести к размыву скважины.

Сохранение устойчивости ствола скважины

- Осыпание и обваливание пород с верхней стенки скважины.
- Динамическое воздействие БК на нижнюю стенку скважины.
- Длительность воздействия фильтра ПЖ на породы больше, чем при бурении вертикального ствола.

Кустовое строительство скважин

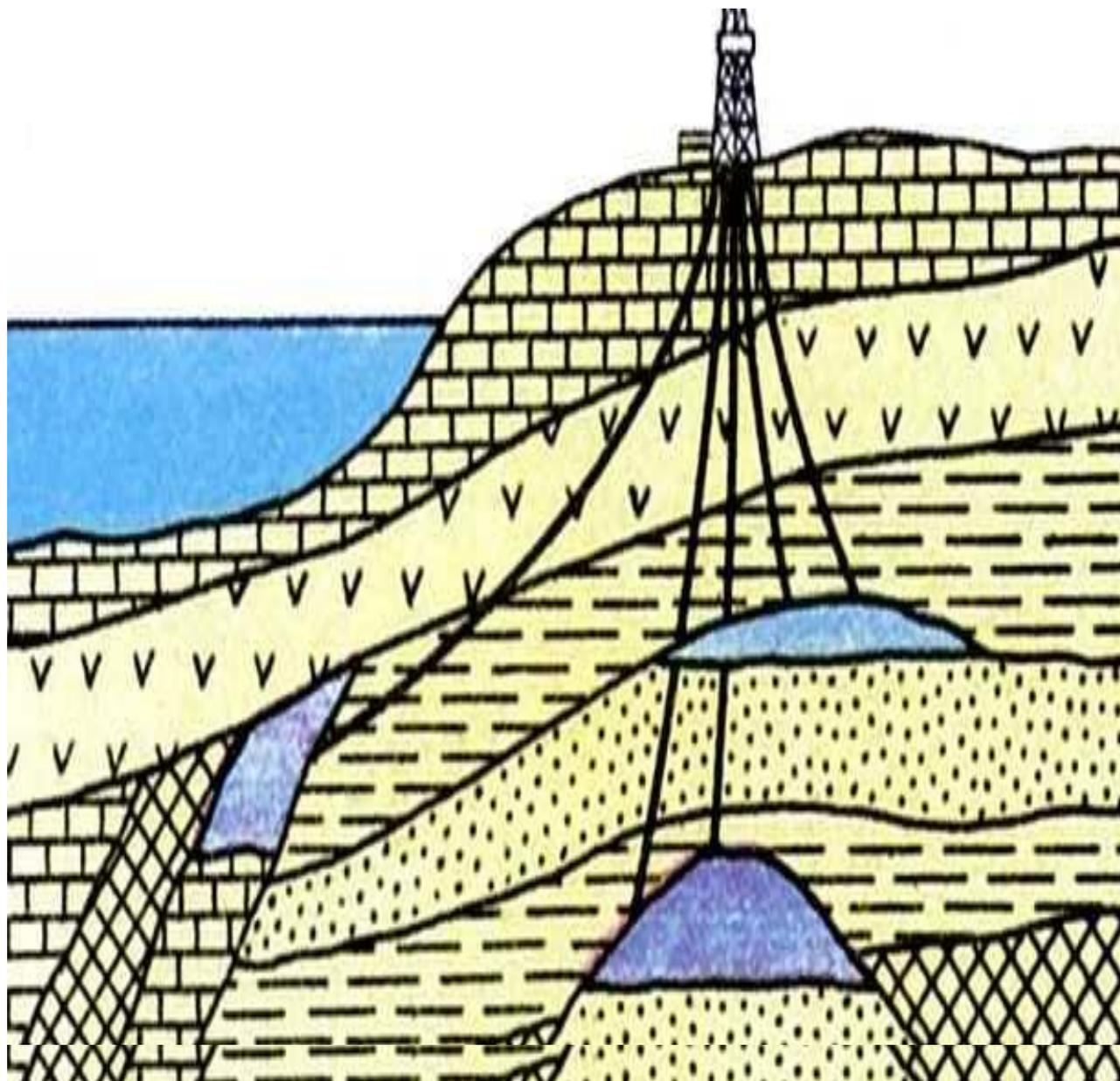


Особенность кустового строительства скважин состоит в том, что буровой установкой с ограниченной по площади территории осуществляется проводка одной или нескольких групп скважин методом наклонно-направленного бурения.

Первый куст, из трех скважин, был пробурен на о. Артем в Каспийском море в 1937 году. На суше кустовое бурение нашло применение с 1944 г., сначала в Пермском, а затем и в большинстве других районов страны.

Кустом считаются группы из 3-х и более скважин, расположенных на специальных площадках и отстоящие друг от друга или отдельные скважины на расстоянии не менее 50 м.

Кустовое строительство скважин



**Технические,
Технологические,
Геологические,
Орографические,
Климатические.**

Кустовое строительство скважин



Площадка куста – участок территории, на котором расположены скважины, технологическое оборудование, бытовые и другие помещения. Размер ее зависит от количества скважин в кусте и размещения специальной техники для ликвидации аварий.

Взаиморасположение их зависит от типа БУ, конструкции вышки, способа перемещения.

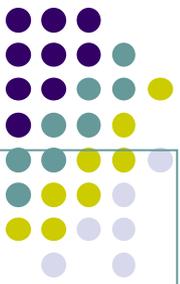
Например, 3 скважины – длина площадки - 137 м, ширина – 55м, площадь основания – 6096 м²;

8 скважин - длина площадки - 137 м, ширина - 70 м, площадь основания – 7176 м².

В России имеется опыт бурения 80-127 ННС с одного основания.

В России в Печерском море собираются бурить 60 ГС с 1 буровой платформы.

В группе скважин от 3 до 8 и расстояние между устьями 3-5м, для групп из 4-х скважин – расстояние между группами не менее 15 м, а из 8 – 50 м.



ПЕРЕДВИЖЕНИЕ БУ В КУСТЕ

- **Крупными блоками**, вышечно-лебедочный блок перемещается, а насосный и силовой блоки, блок очистки – стационарные, проводятся удлиненные коммуникации;
- **Одновременно перемещается весь комплекс на передвижных основаниях** на базе колесных пар и рельсовых путей. Делят на подвижный и стационарный блоки, которые передвигают, а затем центрируют.
- **Эшелонный способ** в Западной Сибири – одновременно перемещается весь комплекс.
- **Поэтажное** расположение бурового оборудования. Передвижной блок представляет собой металлоконструкцию с пересекающимися плоскими фермами. **На верхнем этаже** монтируется буровая вышка, ротор, подсвечники, пульта управления, лебедка, коробка передач, компрессоры; **На втором сверху этаже** размещаются буровые насосы, блок очистки и др.



Преимущества кустового строительства нефтяных и газовых скважин

1. Сокращение материальных и трудовых затрат на обустройство площадок и скважины, подъездных дорог и др.
2. Уменьшение затрат на промышленное обустройство скважин, строительство нефтегазосборных сетей, энергообеспечение промышленных объектов и эксплуатационное обслуживание скважин.
3. Снижение затрат на вышко-монтажные работы
4. Улучшение баланса времени буровой бригады
5. Сокращение площади земель, изъятых из сельскохозяйственного производства
6. Снижение затрат на природоохранные мероприятия.

Требования безопасности к строительству скважин на кустовых площадках



1. Размеры кустовых площадок должны обеспечивать размещение технологического оборудования, агрегатов для ремонта скважин, специальной техники и другого оборудования при различных способах эксплуатации (фонтанном, газлифтном, механизированном с помощью станков-качалок и погружных насосов) с учетом следующих требований:
 - станки-качалки, станции управления, трансформаторные подстанции, кабельные эстакады должны размещаться по одну сторону от оси куста;
 - подземные выкидные трубопроводы от добывающих скважин, кабельные линии к электроцентробежным насосам и станкам-качалкам – по другую сторону от оси куста;
 - размещение оборудования, агрегатов для ремонта скважин, специальной техники должно обосновываться в проекте и отражаться в планах текущего и капитального ремонта скважин.
2. Скважины на кустовой площадке должны быть размещены группами. **Количество скважин в группе, расположение скважин, расстояния между группами устанавливается проектом.**
3. Бытовые и служебные помещения для буровых бригад и бригад освоения на территории куста должны быть расположены от устья бурящихся и эксплуатационных скважин на расстоянии, **превышающем высоту вышки не менее, чем на 10 метров.**

Требования безопасности к строительству скважин на кустовых площадках



4. Общее количество скважин на кустовой площадке ограничивается величиной суммарного свободного дебита всех скважин одного куста, которая не должна превышать **4000т/сут** (по нефти).
5. На кустовых площадках при газовом факторе более 200 м³/т проектная документация должна содержать дополнительные меры безопасности.
6. При размещении кустовой площадки на вечномерзлых грунтах расстояние между устьями скважин не должно быть меньше двух радиусов растепления пород вокруг устья скважин.
7. Расстояние от границ кустовой площадки до магистральных и внутрипромысловых автодорог должно быть более 50м.
8. На кустовой площадке должен осуществляться контроль загазованности воздушной среды всей территории.

Видеofilm (17 минут) Бурение горизонтальных скважин



[видео Бурение ГС.](#) видео Бурение ГС.[avi](#)