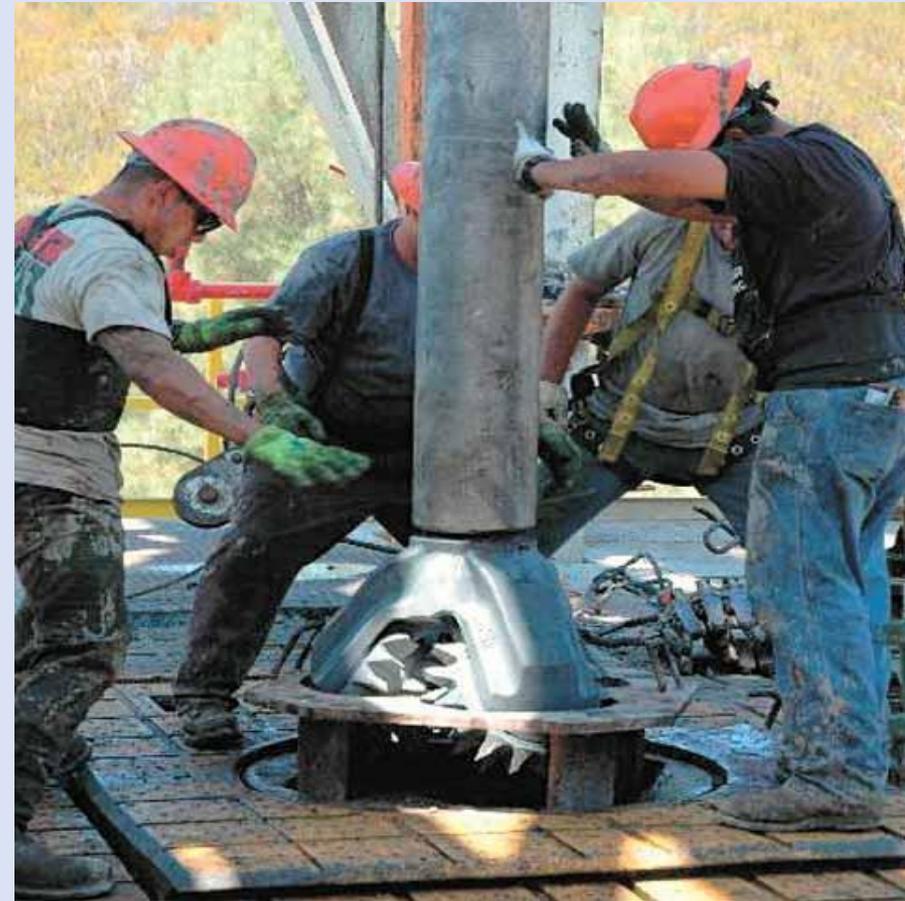


ТЕМА 1.4. БУРЕНИЕ СКВАЖИН.

Бурение скважин.
Способы и режимы бурения.



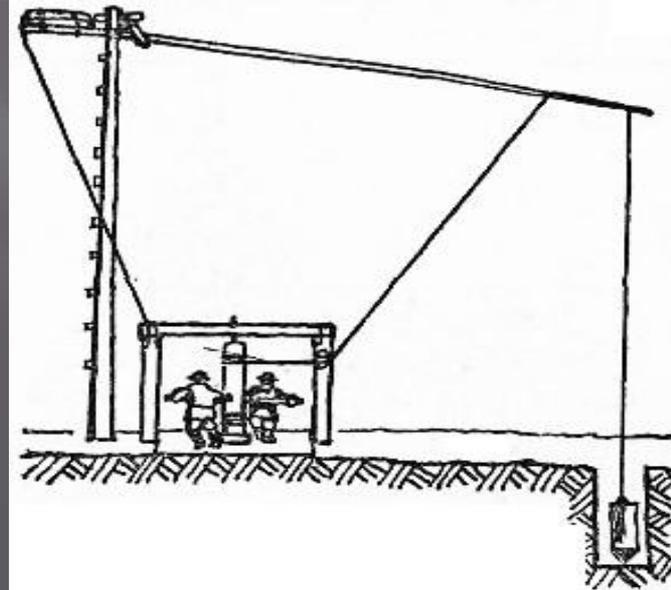
■ Краткая история развития бурения

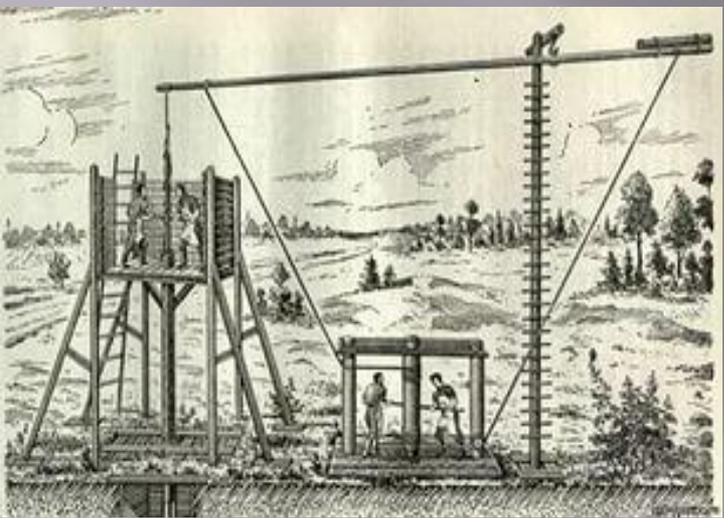
- На основании археологических находок и исследований установлено, что первобытный человек около 25 тыс. лет назад при изготовлении различных инструментов сверлил в них отверстия для прикрепления рукояток. Рабочим инструментом при этом служил кремневый бур.

■ .

■ .

- В Древнем Египте вращательное бурение (сверление) применялось при строительстве пирамид около 6000 лет назад.





- Первые сообщения о китайских **скважинах** для *добычи* воды и соляных рассолов содержатся в работах философа Конфуция, написанных около 600 г. до н.

- Первые сообщения о китайских **скважинах** для *добычи* воды и соляных рассолов содержатся в работах философа Конфуция, написанных около 600 г. до н.э. Скважины сооружались методом ударного бурения и достигали глубины 900 м. Это свидетельствует о том, что до этого техника бурения развивалась в течение, по крайней мере, еще нескольких сот лет. Иногда при бурении китайцы натыкались на нефть и газ. Так в 221...263 гг. н.э. в Сычуане из скважин глубиной около 240 м добывали газ, который использовался для выпаривания соли

- Первые упоминания о применении бурения для поисков нефти относятся к 30-м годам XIX века. На Тамани, прежде чем рыть нефтяные колодцы, производили предварительную разведку буравом.
- В декабре 1844 г. член Совета Главного Управления Закавказского края В.Н. Семенов направил своему руководству рапорт, где писал о необходимости ... углубления посредством бура некоторых колодцев ... и произведения вновь разведки на нефть также посредством бура между балахаускими, байбатскими и кабристанскими колодцами». Как признавал сам В.Н. Семенов, эту идею подсказал ему управляющий бакинских и ширванских нефтяных и соляных промыслов горный инженер Н.И. Воскобойников



В 1846 г. министерство финансов выделило необходимые средства были начаты буровые работы. О результатах бурения говорится в докладной записке

наместника Кавказа графа Воронцова от 14 июля 1848 г. : « ... на Биби-Эйбате пробурена скважина, в которой найдена нефть». Это была **первая нефтяная скважина в мире!**



незадолго до этого в 1810 г. французский инженер Фовель предложил способ непрерывной очистки скважин - их промывку. Сущность метода заключалась в том, что с поверхности земли по полым трубам в скважину насосом закачивалась вода, выносящая кусочки породы наверх. Этот метод очень быстро получил признание

Первая нефтяная скважина в США была пробурена в 1859 г. Сделал это в районе г. Тайтесвилл, штат Пенсильвания Э. Дрейк, работавший по заданию фирмы «Сенека ойл компани». После двух месяцев непрерывного труда рабочими Э. Дрейка удалось пробурить скважину глубиной всего 22 м, но она дала-таки нефть.

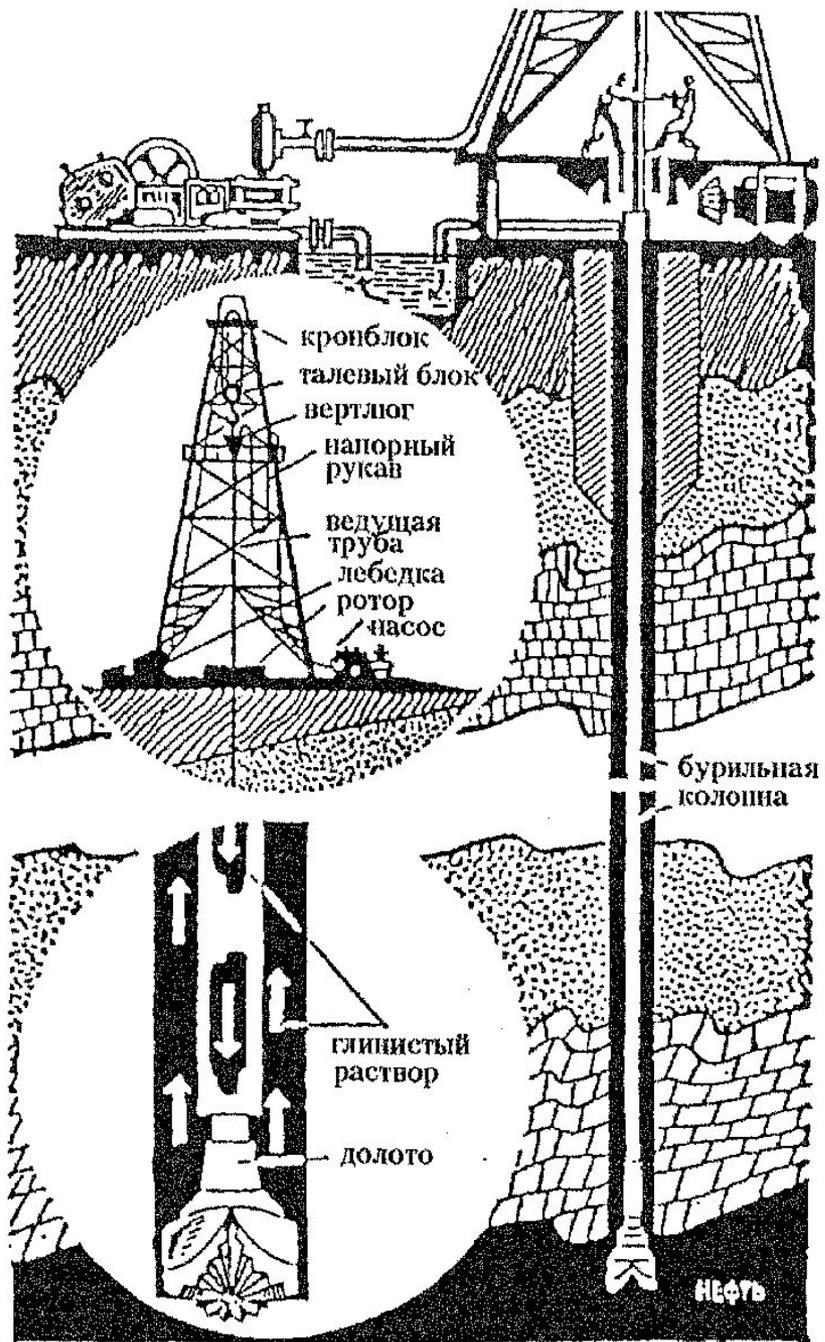
ДОЛИНА РЕКИ
КУДАКО
ЯВЛЯЕТСЯ КОЛЫБЕЛЬЮ
НЕФТЯНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ
И. М. ГУБКИН

ИМЯ ПЕРВОГО
БУРИЛЬЩИКА
КУБАНСКОГО КРАЯ
А. Н. НОВОСИЛЬЦЕВА,
НАДО ДУМАТЬ.
НЕ ЗАБУДЕТСЯ В РОССИИ.
Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ.

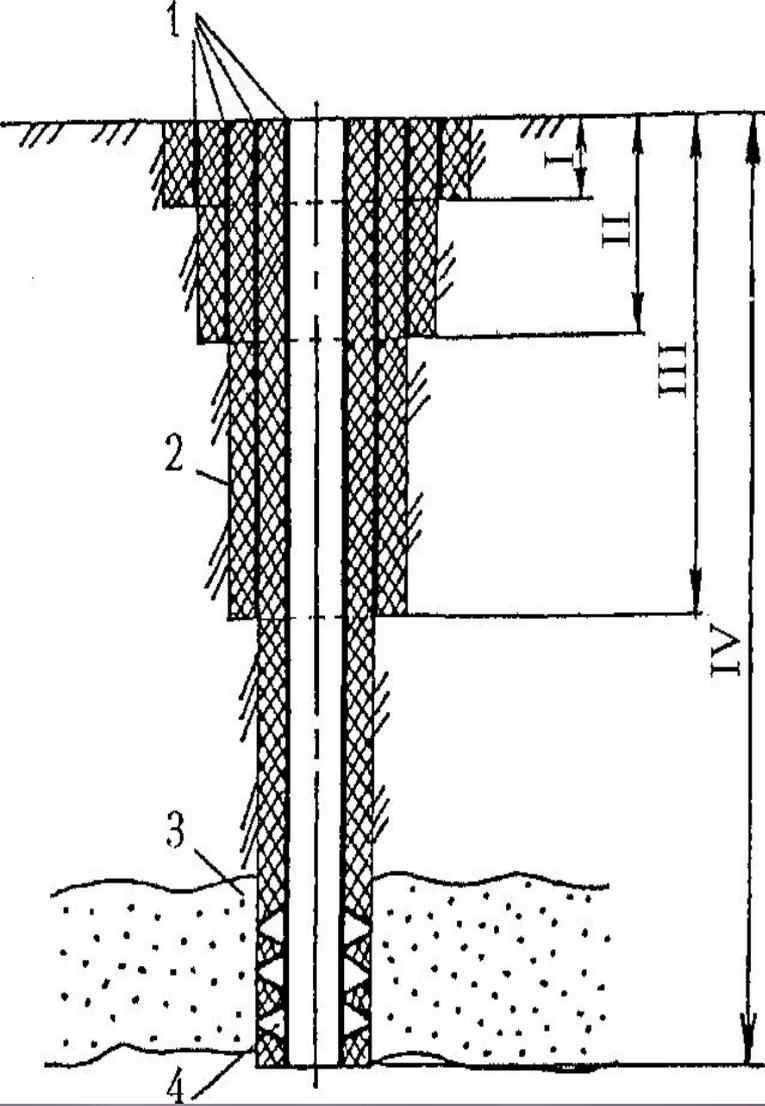
считалось, что первая нефтяная скважина была пробурена в 1864 г. на Кубани на берегу р. Кудако под руководством полковника А.И. Новосильцева

Поэтому в 2014 г. у нас в стране торжественно отметили 150-летие отечественной нефтяной промышленности и с тех пор каждый год отмечают «День работника нефтяной и газовой промышленности».





Понятие о скважине
Бурение - это процесс сооружения скважины путем разрушения горных пород. Скважиной называют горную выработку круглого сечения, сооружаемую без доступа в нее людей, у которой длина во много раз больше диаметра.



Верхняя часть скважины называется устьем, дно - забоем, боковая поверхность - стенкой, а пространство, ограниченное стенкой - стволом скважины. Длина скважины - это расстояние от устья до забоя по оси ствола, а глубина - проекция длины на вертикальную ось. Длина и глубина численно равны только для вертикальных скважин. Однако они не совпадают у наклонных и искривленных

Рис. 1. Конструкция скважины:

1 - обсадные трубы; 2 - цементный камень; 3 - пласт; 4 - перфорация в обсадной трубе и цементном камне;
 I - направление; II - кондуктор; III - промежуточная колонна; IV - эксплуатационная колонна.

Во избежание перетоков нефти и газа в вышележащие горизонты, а воды в продуктивные пласты пространство между стенкой эксплуатационной колонны и стенкой скважины заполняют цементным раствором.

Для извлечения из пластов нефти и газа применяют различные методы вскрытия и оборудования забоя скважины. В большинстве случаев в нижней части эксплуатационной колонны, находящейся в продуктивном пласте, простреливают (перфорируют) ряд отверстий 5 в стенке обсадных труб и цементной оболочке.

В устойчивых породах призабойную зону скважины оборудуют различными фильтрами и не цементируют или обсадную колонну опускают только до кровли продуктивного пласта, а его разбуривание и эксплуатацию производят без крепления ствола скважины.

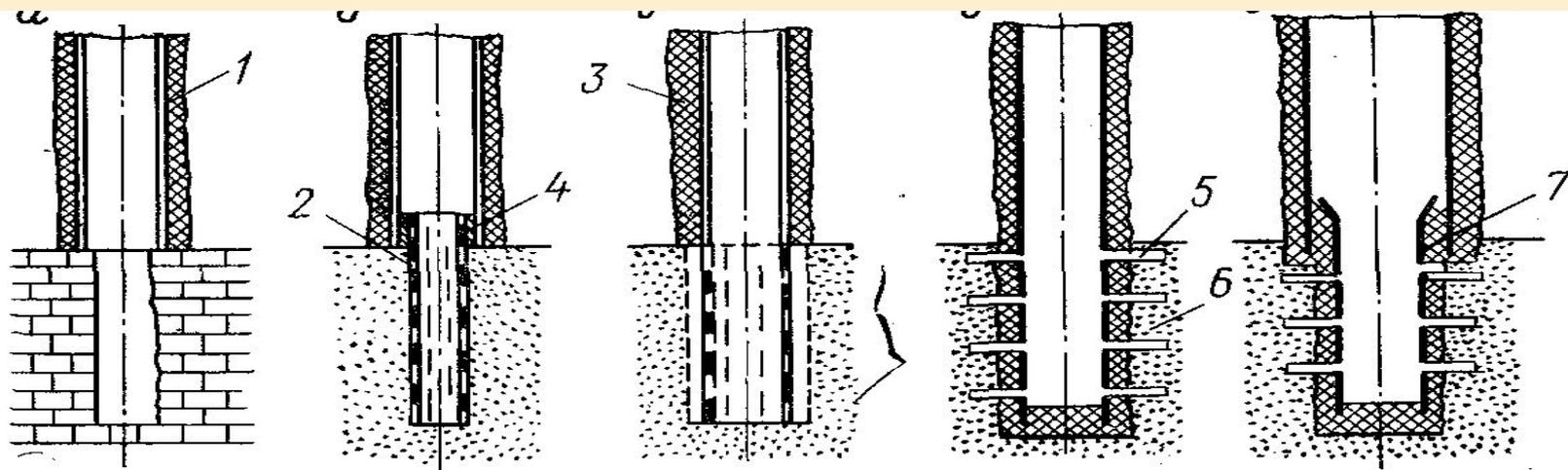


Рис. 165. Схемы конструкций забоев при заканчивании скважин:

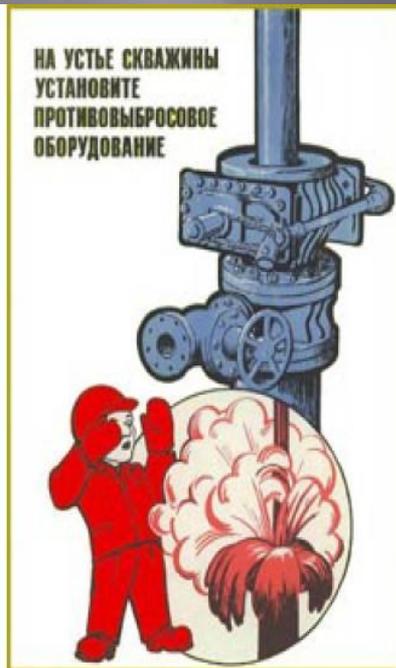
1 — обсадная колонна; 2 — фильтр; 3 — цементный камень; 4 — пакер; 5 — перфорационные отверстия; 6 — продуктивный пласт; 7 — хвостовик



нефтяной скважины
г. Каримов / Фотобанк Лори



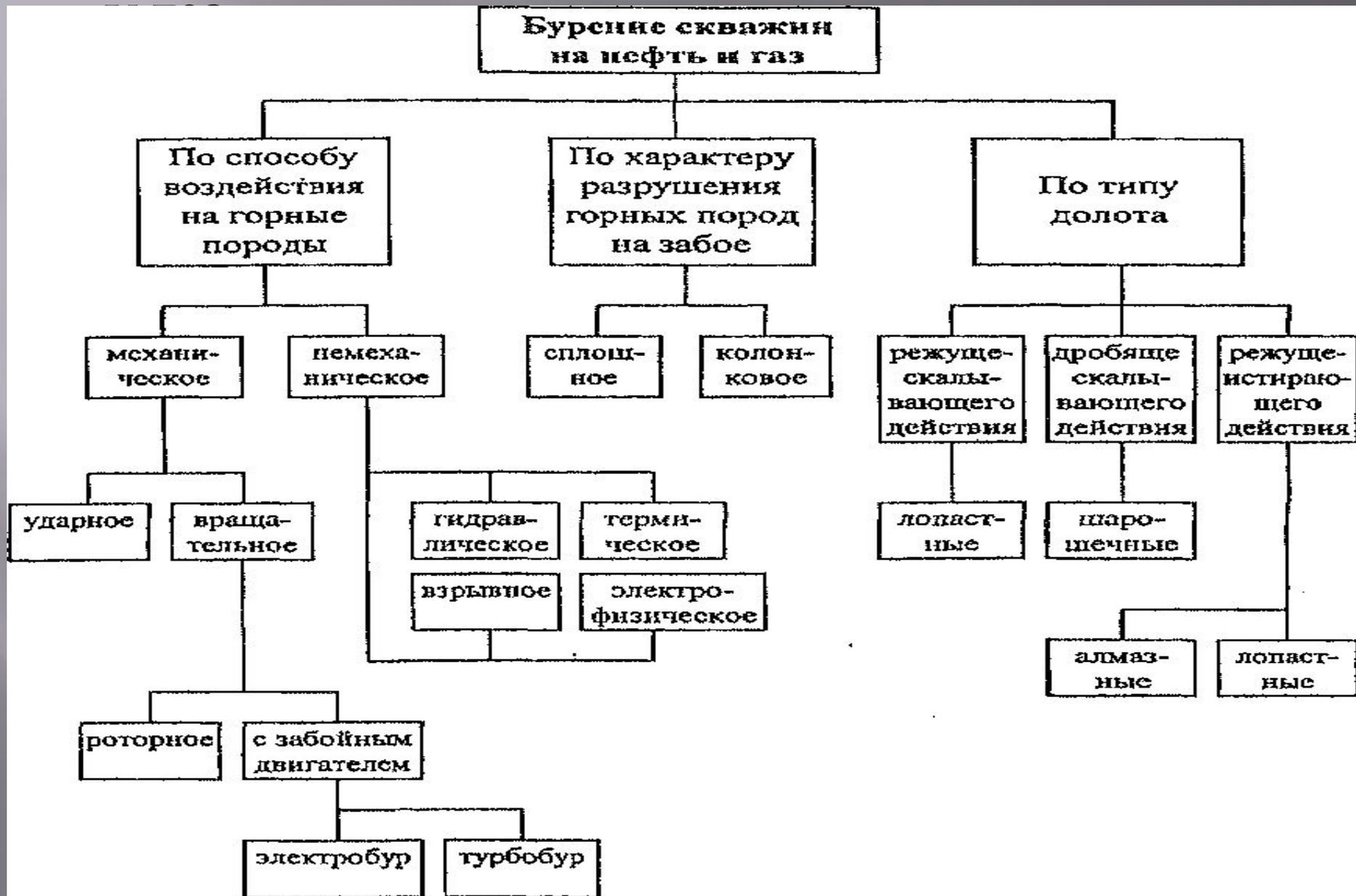
www.alamy.com - D0T4BC



Устье скважины в зависимости ее назначения оборудуют арматурой (колонная головка, задвижки, крестовина и др.).

- При поисках, разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений бурят опорные, параметрические, структурные, поисковые разведочные, эксплуатационные, нагнетательные, наблюдательные и другие скважины.
- **Опорные скважины** закладываются в районах, не исследованных бурением, и служат для изучения состава и возраста слагающих их пород.
- **Параметрические скважины** закладываются в относительно изученных районах с целью уточнения их геологического строения и перспектив нефтегазоносности.
- **Структурные скважины** бурятся для выявления перспективных площадей и их подготовки к поисково-разведочному бурению.
- **Поисковые скважины** бурят с целью открытия новых промышленных залежей нефти и газа.
- **Разведочные скважины** бурятся на площадях с установленной промышленной нефтегазоносностью для изучения размеров и строения залежи, получения необходимых исходных данных для подсчета запасов нефти и газа, а также проектирования ее разработки.
- **Эксплуатационные скважины** закладываются в соответствии со схемой разработки залежи и служат для получения нефти и газа из земных недр.
- **Нагнетательные** скважины используют при воздействии на эксплуатируемый пласт различных агентов (закачки воды, газа и т.д.).
- **Наблюдательные скважины** бурят для контроля за разработкой залежей (изменением давления, положения водонефтяного и газонефтяного контактов и т.д.).

Классификация способов бурения на нефть



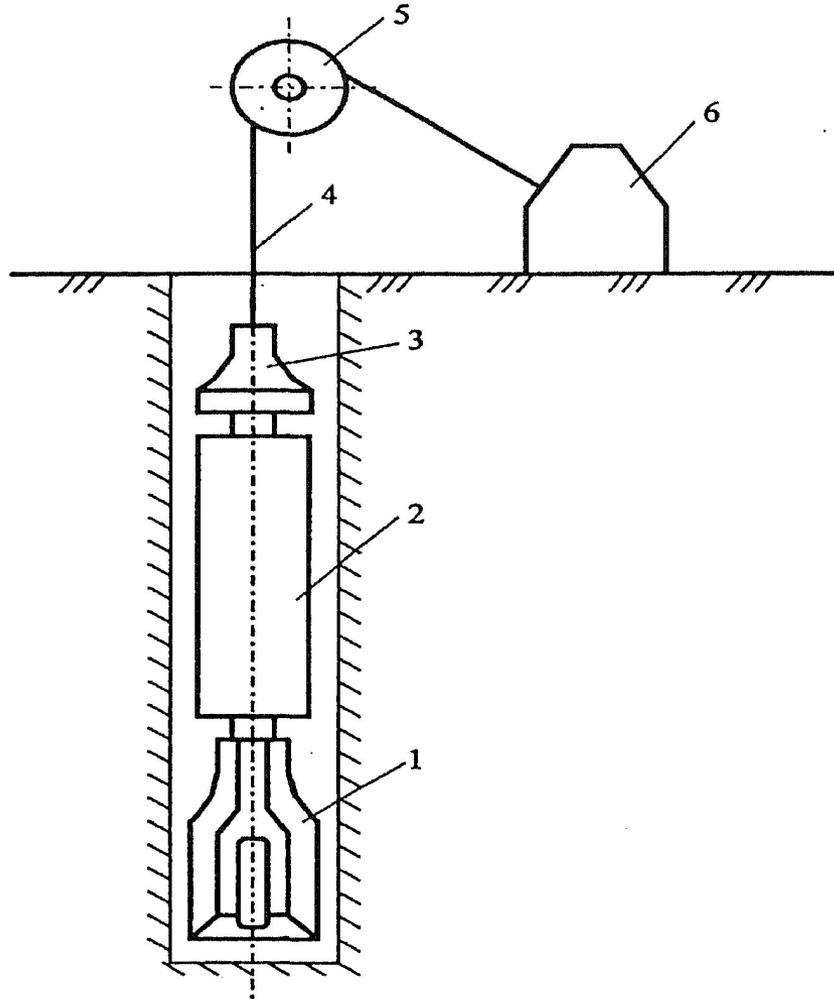


Рис.3 Схема ударного бурения:
 1 - долото; 2 - ударная штанга; 3 - канатный замок; 4 - канат;
 5 - блок; 6 - буровой станок

Механические способы бурения подразделяются на ударное и вращательное. При ударном бурении разрушение горных пород производится долотом 1, подвешенным на канате. **Немеханические способы** (гидравлический, термический, электрофизический) находятся в стадии разработки и для бурения нефтяных и газовых скважин в настоящее время не применяются.

- Нефтяные и газовые скважины сооружаются методом **вращательного** бурения. При данном способе породы дробятся не ударами, а разрушаются вращающимся долотом, на которое действует осевая нагрузка. Крутящий момент передается на долото или с поверхности от вращателя (ротора) через колонну бурильных труб (роторное бурение) или от забойного двигателя (турбобура, электробура, винтового двигателя), установленного непосредственно над долотом.
- **Турбобур** - это гидравлическая турбина, приводимая во вращение с помощью нагнетаемой в скважину промывочной жидкости. **Электробур** представляет собой электродвигатель, защищенный от проникновения жидкости, питание к которому подается по кабелю с поверхности. **Винтовой двигатель** - это разновидность забойной гидравлической машины, в которой для преобразования энергии потока промывочной жидкости в механическую энергию вращательного движения использован винтовой механизм.
- **По характеру разрушения горных пород на забое** различают сплошное и колонковое бурение. При **сплошном** бурении разрушение пород производится по всей площади забоя. **Колонковое** бурение предусматривает разрушение пород только по кольцу с целью извлечения **керн**а - цилиндрического образца горных пород на всей или на части длины скважины. С помощью отбора кернов изучают свойства, состав и строение горных пород, а также состав и свойства насыщающего породу флюида.
- Все **буровые долота** классифицируются на три типа:
 - долота режуще-скалывающего действия, разрушающие породу лопастями (лопастные долота);
 - долота дробяще-скалывающего действия, разрушающие породу зубьями, расположенными на шарошках (шарошечные долота);
 - долота режуще-истирающего действия, разрушающие породу алмазными зернами или твердосплавными штырями, которые расположены в торцевой части долота (алмазные и твердосплавные долота).



Рис.4 Схема бурения скважины

Буровые установки

- Буровая установка - это комплекс наземного оборудования, необходимый для выполнения операций по проводке скважины. В состав буровой установки входят

(рис. 4):

- буровая вышка;
- оборудование для механизации спуско-подъемных операций;
- наземное оборудование, непосредственно используемое при бурении;
- силовой привод;
- циркуляционная система бурового раствора;
- привышечные сооружения.

Различают два типа вышек: башенные (рис. 5) и мачтовые (рис. 6). Их изготавливают из труб или прокатной стали.

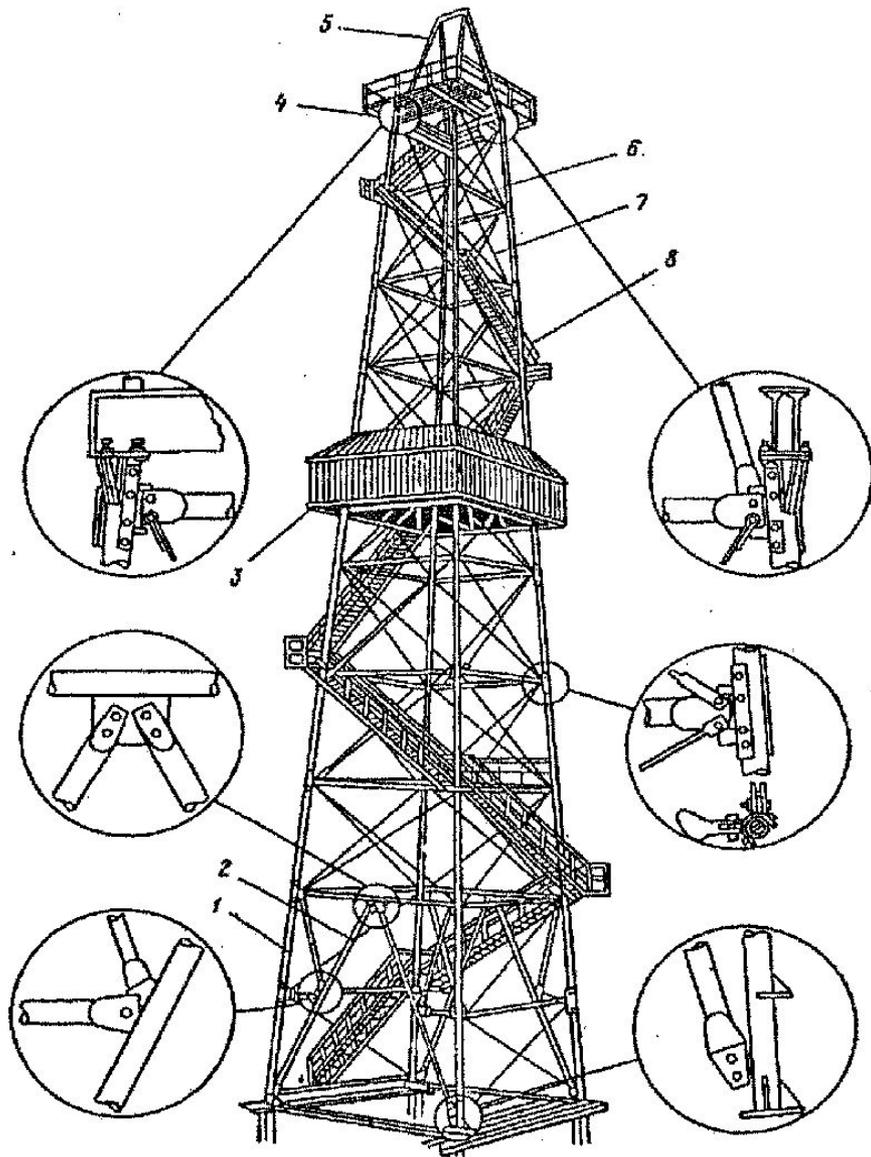
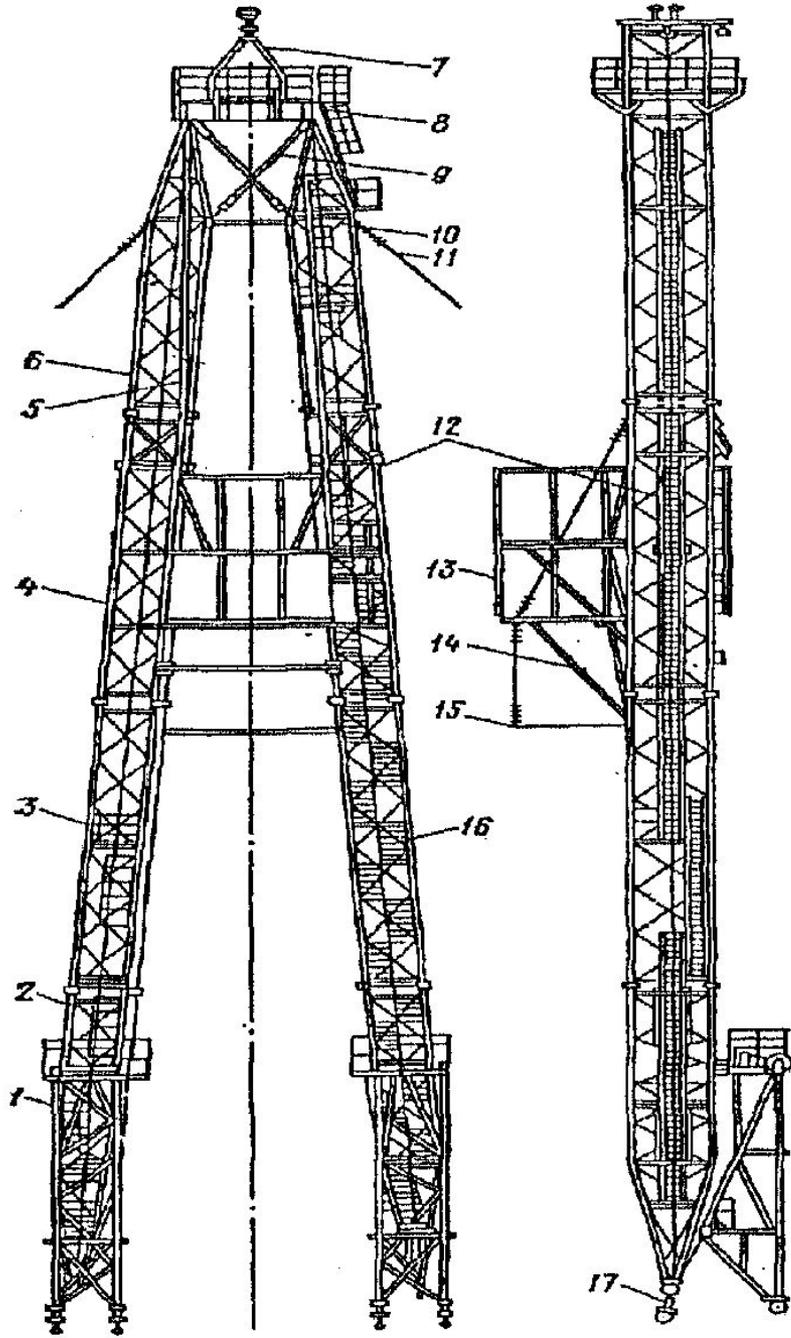


Рис. 5. Вышка VM-41:

- 1 - нога;**
- 2 - ворота;**
- 3 - балкон;**
- 4 - подкронблочная площадка;**
- 5 - монтажные козлы;**
- 6 - поперечные пояса;**
- 7 - стяжки;**
- 8 - маршевая лестница**



**Рис. 6. Мачтовая вышка
А-образного типа:**

- 1 - подъёмная стойка;**
- 2, 3, 4, 6 - секции мачты;**
- 5 - пожарная лестница;**
- 7 - монтажные козлы для
ремонта кройблока;**
- 8 - подкронблочная рама;**
- 9,10,14-растяжки;**
- 11 - оттяжки;**
- 12-тоннельные лестницы;**
- 13-балкон;**
- 15 - предохранительный пояс**
- 16 - маршевые лестницы;**
- 17 - шарнир**

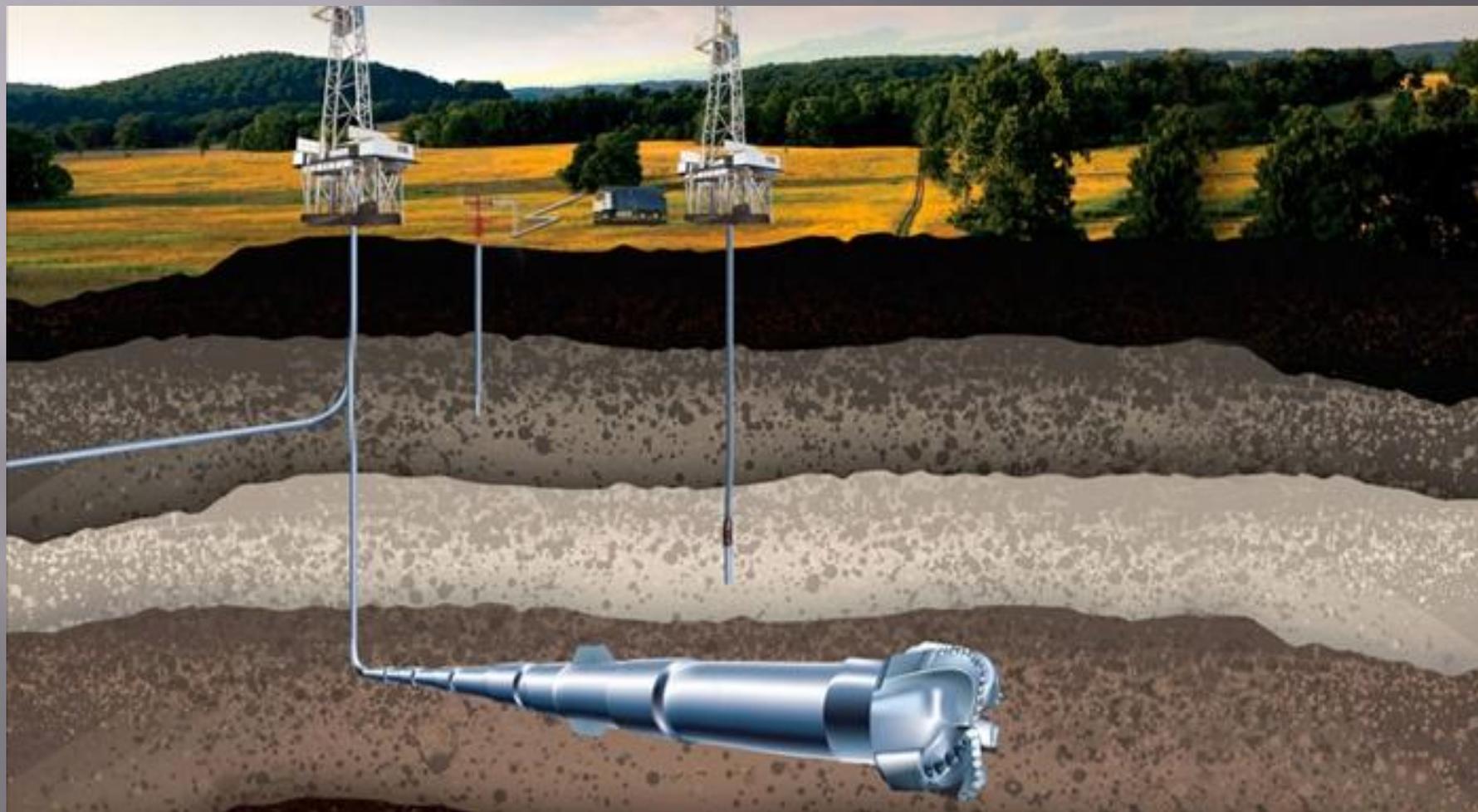
- Турбинный способ бурения отличается от роторного следующими технологическими особенностями. Бурильный инструмент не вращается. Вращательное движение долоту передается от ротора турбобура. Вращение же ротора турбобура происходит за счет энергии бурового раствора, движущегося по колонне бурильных труб в направлении к долоту.
- Турбинный способ бурения позволяет бурить глубокие скважины быстрее, расходуя при этом значительно меньше энергии и металла, чем при роторном бурении.
- Турбинный способ бурения современными турбобурами нельзя применять, если в качестве циркулирующего агента используется воздух или газ, а также, если используются глинистые растворы, в которые введены различные ингредиенты - рисовая или подсолнечная шелуха, древесные опилки, кусочки кожи, цемент, жидкое стекло и др. так как эти ингредиенты забивают турбины турбобура. Обычно оказывается невозможным использовать современные турбобуры с глинистыми растворами плотностью 2 г / см³ и выше. В этих случаях обычно применяют роторный способ. При бурении наклонно-направленных скважин наиболее эффективным в настоящее время является турбинный способ. Хорошие результаты при проводке наклонно-направленных скважин может дать бурение электробурами которые могут применяться с забойными аппаратами для замера угла и азимута ствола в процессе бурения.
- Турбинный способ бурения наиболее эффективен при проводке вертикальных и наклонных скважин с нормальными условиями бурения с использованием неутяжеленных буровых растворов или воды, особенно при разбурировании прочных карбонатных отложений,

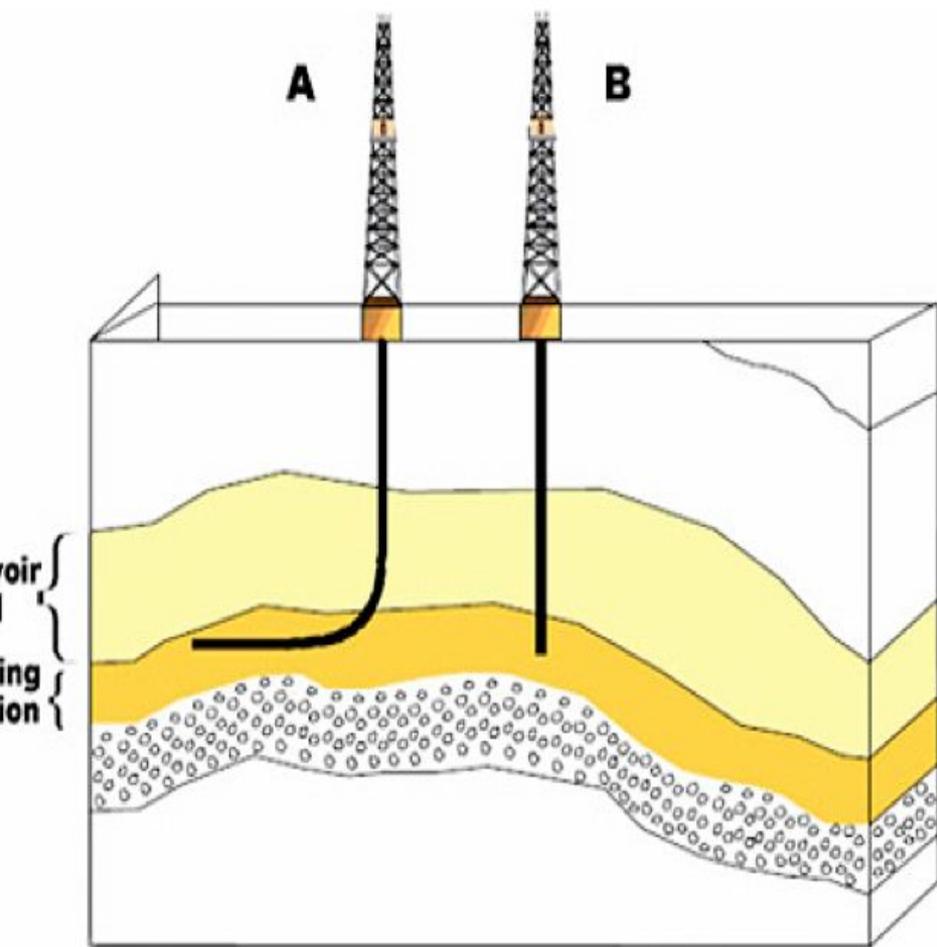
- ▣ *Режим бурения скважин* определяют исходя из механических свойств горных пород и технической вооруженности бурового предприятия. В настоящее время наиболее распространено проектирование технологических процессов в соответствии с максимальной механической скоростью при эффективном объемном разрушении горных пород.
- ▣ *Режим бурения скважины* - это совокупность факторов, влияющих на показатели бурения, задаваемые, поддерживаемые и регулируемые в процессе углубления забоя.
- ▣ Способ и *режим бурения скважины* выбирают с учетом проектных параметров скважины, геолого-технических условий проводки и обеспечения высоких технико-экономических показателей бурения.
- ▣ Основными параметрами *режима бурения скважин* являются вес инструмента, осевая нагрузка на забой скважин, крутящий момент на роторе буровой установки, частота

□ Для контроля параметров *режима бурения скважин*: веса инструмента, крутящего момента на роторе буровой установки, частоты вращения ротора, давления бурового раствора на выкиде насоса, расхода бурового раствора, уровня бурового раствора в приемных емкостях используются соответственно средства измерений: гидравлический индикатор веса ГИВ-1 и измеритель нагрузки ГИВ-М, датчик крутящего момента ДКМ и индикатор крутящего момента на роторе ГИМ-1, измеритель частоты вращения ротора ИСР-1, манометр буровой геликсный МБГ-1 и гидравлический измеритель давления ГИД-1, расходомер РГР-7 и измеритель числа ходов поршня бурового насоса ИХН-1, уровнемер УП-11М, многоканальный регистратор.

□ Применяется автоматический регулятор типа РПДЭ-3 предназначен для поддержания *режимов бурения скважин* турбобуром и ротором. Этот регулятор входит в комплект серийных буровых, а также вновь разрабатываемых установок.

Технологии горизонтального и наклонного бурения. Геофизические исследования скважин

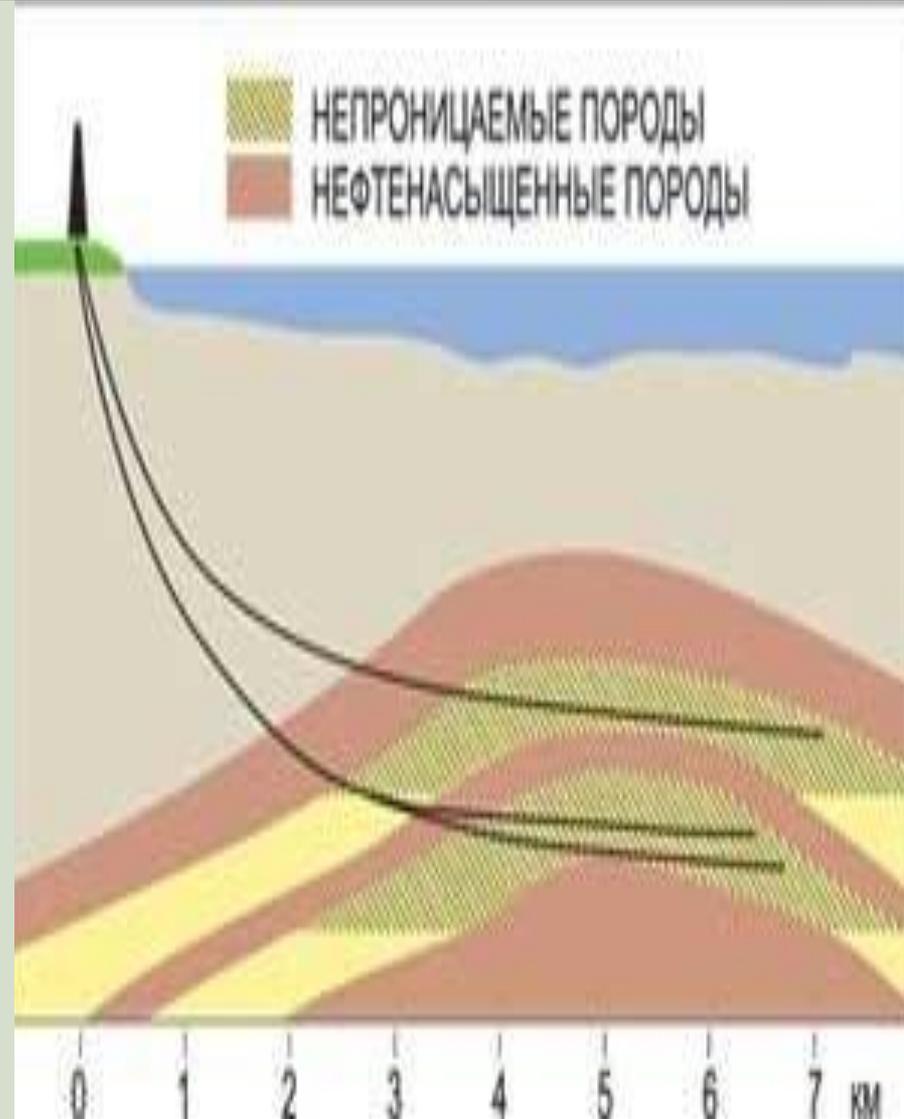




Наклонно направленные скважины

Скважины, для которых проектом предусматривается определенное отклонение забоя от вертикали, а ствол проводится по заранее заданной траектории, называются **наклонно направленными**.

Наклонные скважины бурят, когда продуктивные пласты залегают под акваториями морей, озер, рек, под территориями населенных пунктов, промышленных объектов, в заболоченной местности, а также для удешевления строительства буровых сооружений.



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

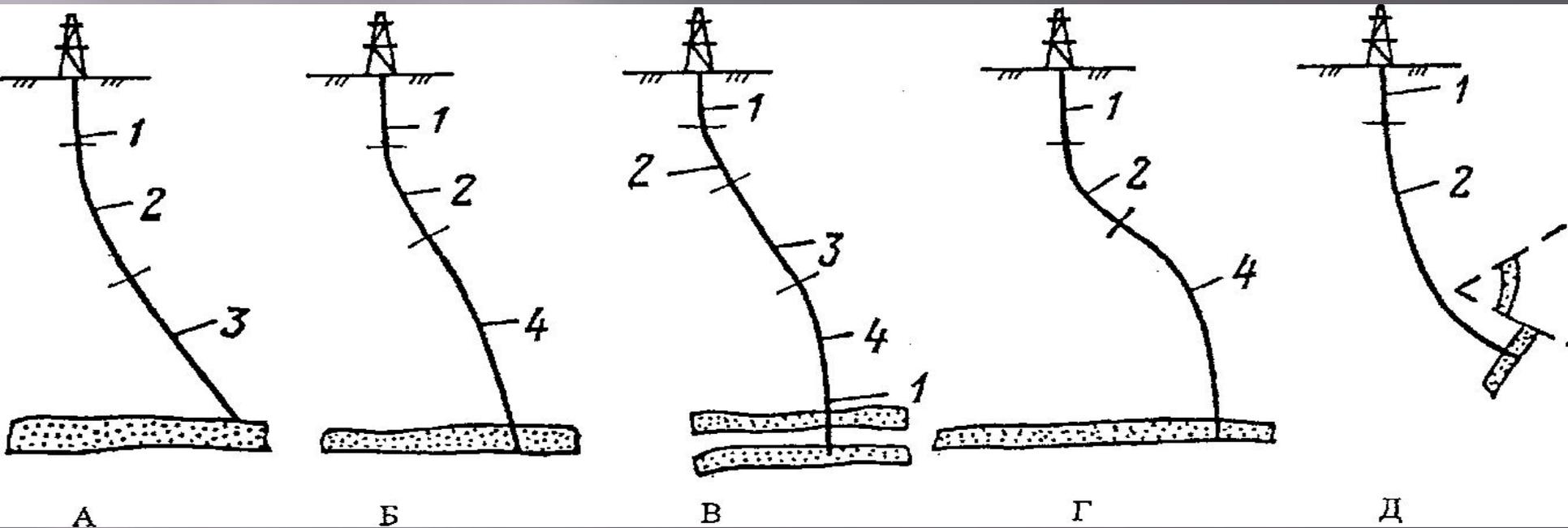
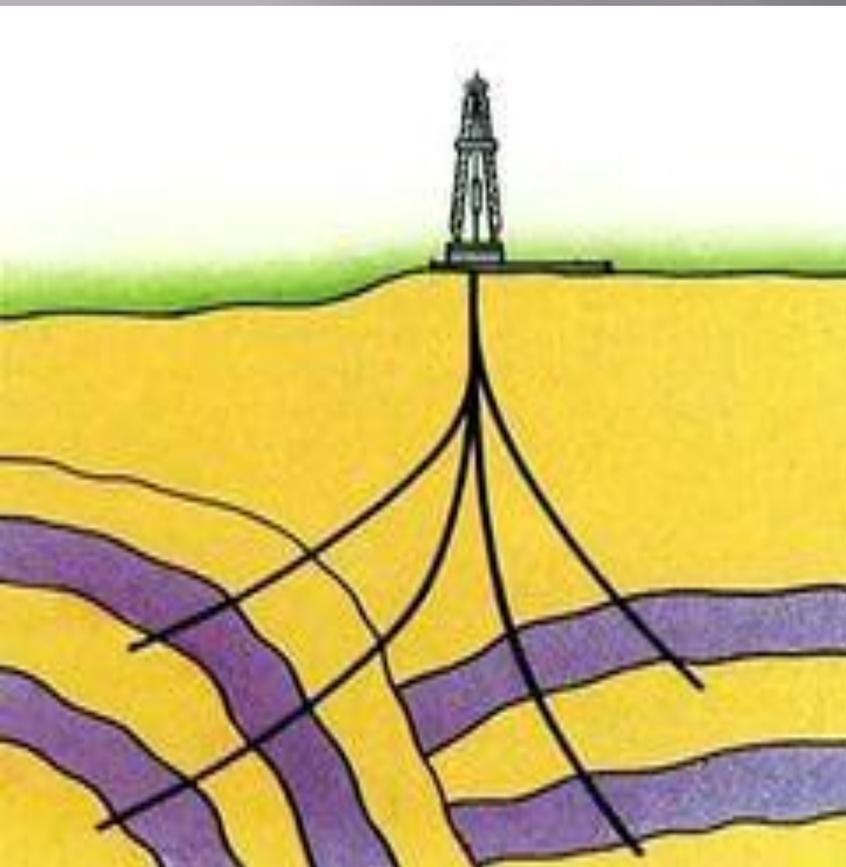


Рис. Типы профилей наклонно-направленных скважин: 1 - наклонный участок; 2 — участок набора угла наклона ствола; 3 - прямолинейный наклонный участок; 4 - участок снижения угла наклона ствола

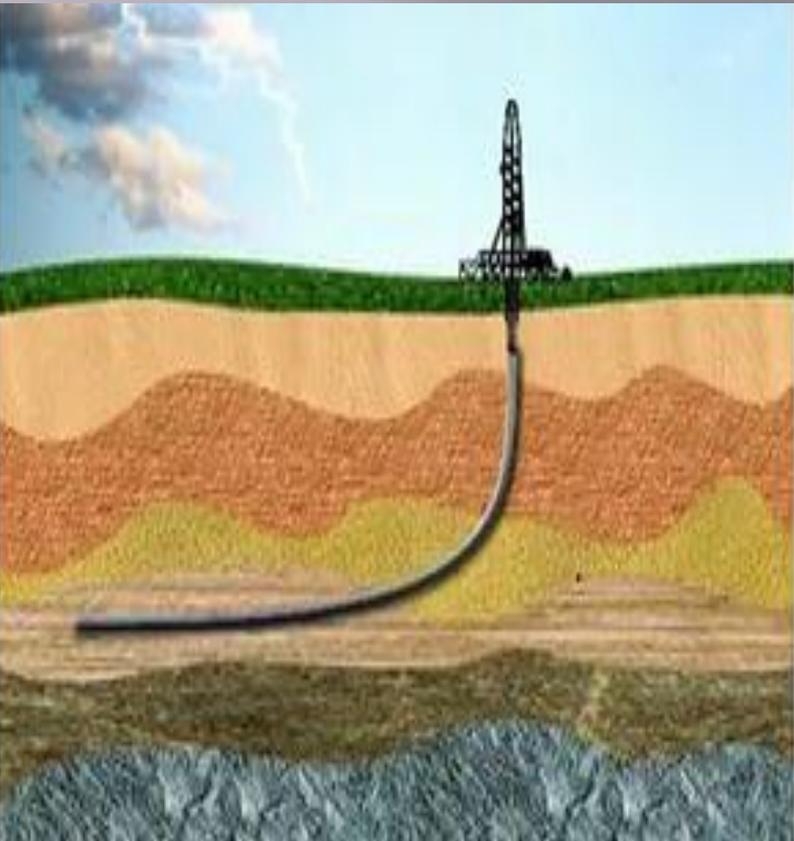


Для отклонения скважины от вертикали применяют специальные отклоняющие приспособления: кривую бурильную трубу, кривой переводник, эксцентричный ниппель и отклонители различных типов.



В последние годы все большее распространение получают вертикальные и наклонные скважины, имеющие горизонтальные окончания большой протяженности. Это делается для того, чтобы увеличить площадь поверхности, через которую в скважину поступает нефть и соответственно увеличить дебит. Одновременно стало возможным извлекать в промышленных масштабах нефть, считавшуюся ранее неизвлекаемой, вследствие малой мощности и низкой проницаемости продуктивного пласта. Кроме того,

горизонтальное окончание



Одновременно стало возможным извлекать в промышленных масштабах нефть, считавшуюся ранее неизвлекаемой, вследствие малой мощности и низкой проницаемости продуктивного пласта. Кроме того, горизонтальное окончание скважин располагают в пласте выше подошвенной воды, что позволяет продлить период безводной эксплуатации.



В настоящее время на долю нефти, добытой из морских месторождений, приходится около 30 % всей мировой продукции, а газа - еще больше.

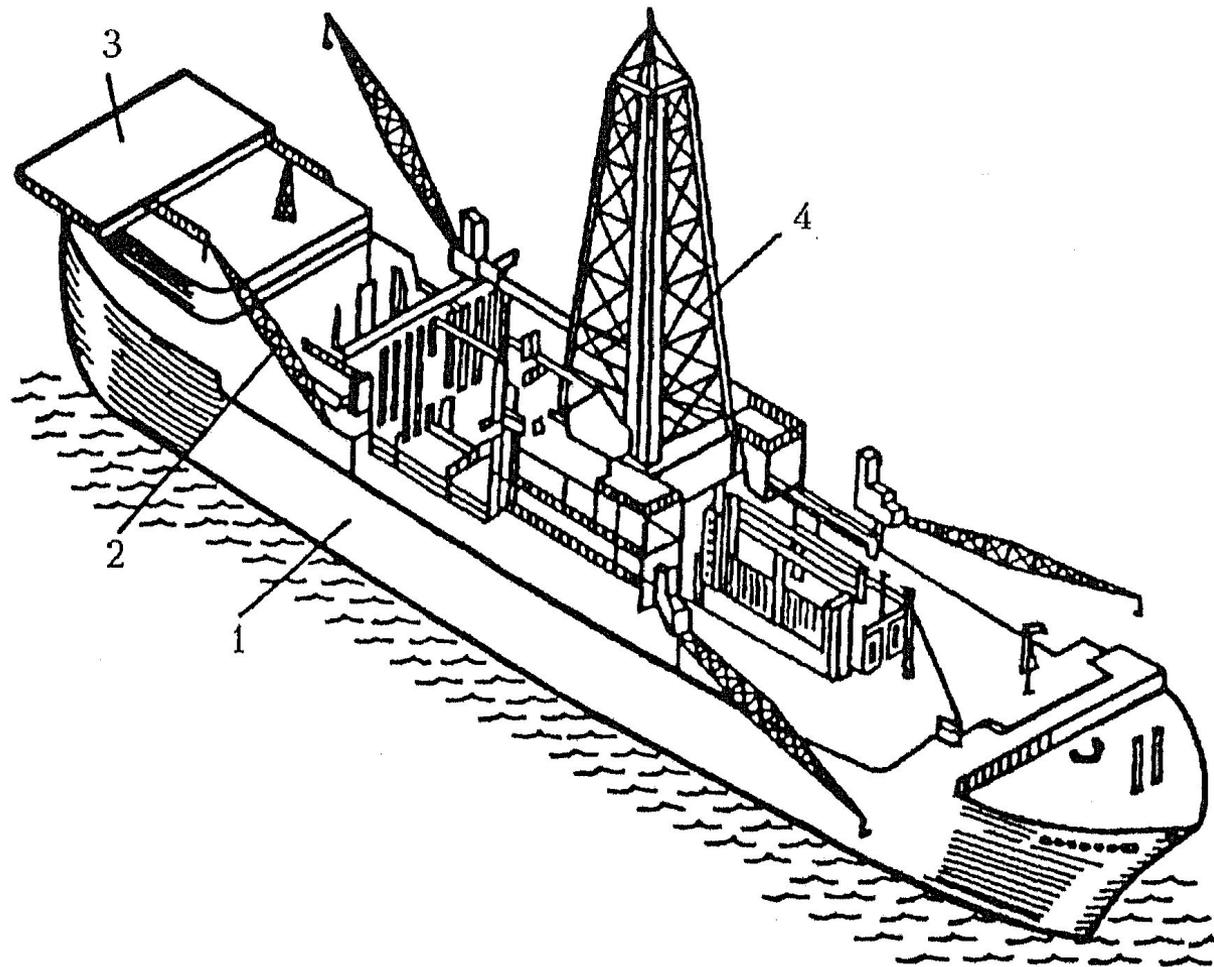


Рис. 6.28. Общий вид бурового судна:
1 - судно; 2 - грузовой кран; 3 - вертолетная
площадка; 4 - буровая вышка

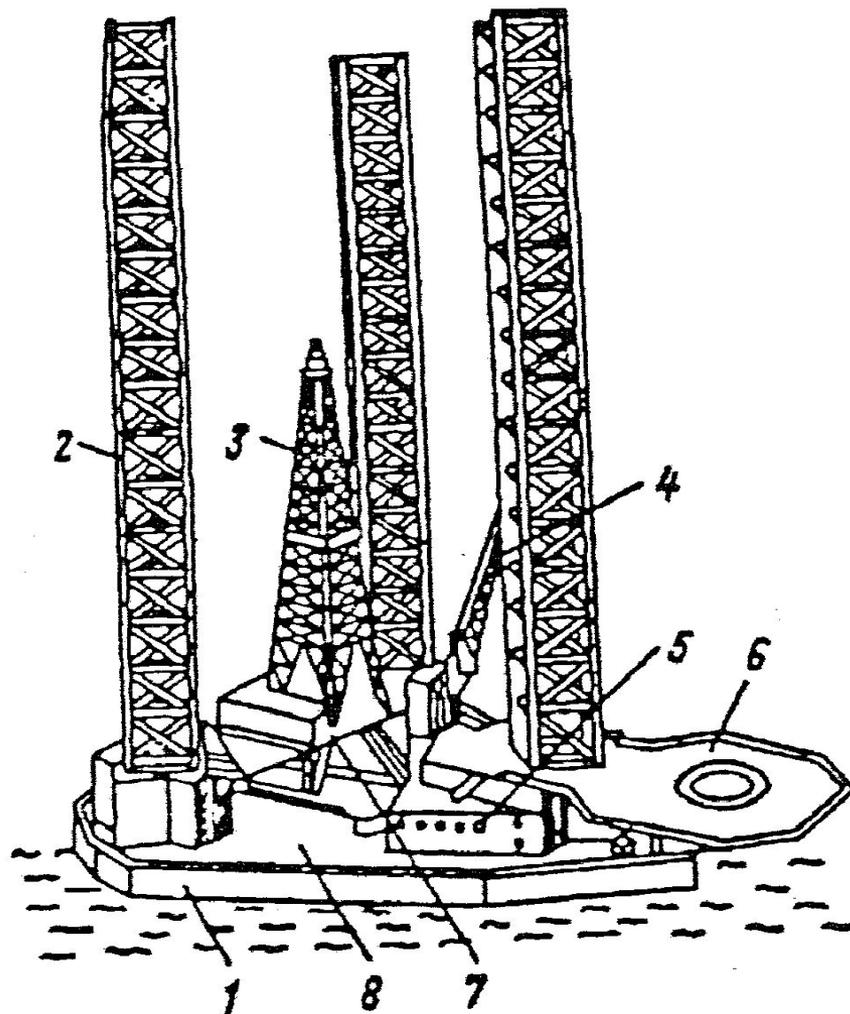


Рис.6.29. Самоподъемная буровая платформа в транспортном положении:
 1- плавучий понтон; 2 - подъемная опора;
 3 - буровая вышка; 4 - поворотный (грузовой) кран;
 5 - жилой отсек; 6 - вертолетная площадка;
 7 - подвыщечный портал; 8 - главная палуба;

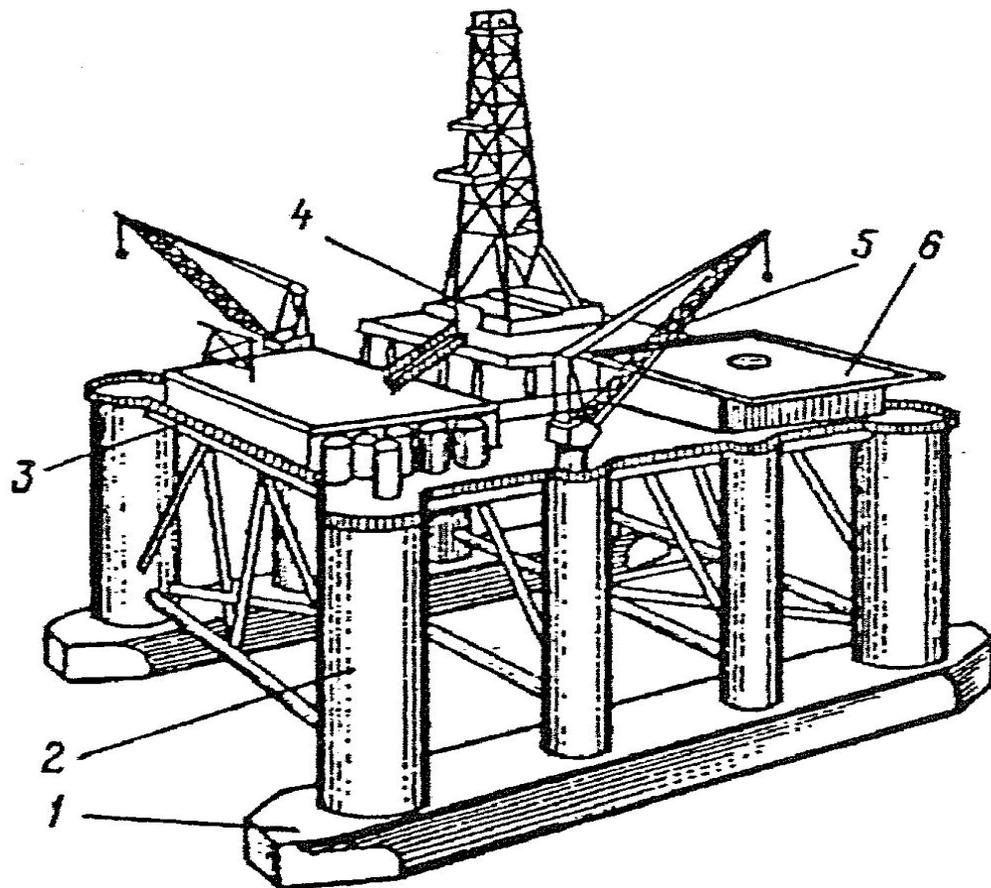


Рис.6.30. Полупогружная буровая платформа:
1 - погружной понтон; 2 -стабилизационная колонна;
3 - верхний корпус; 4 - буровая установка;
5 - грузовой кран; 6 -вертолетная площадка

Сверхглубокие скважины

Первая американская нефтяная скважина дала нефть с глубины около 20 м. В России первые нефтяные скважины имели глубину менее 100 м.

Бурение сверхглубоких скважин связано с большими трудностями. С глубиной растет давление и температура. Так, на глубине 7000 м даже гидростатическое давление равно 70 МПа, 8000 м - 80 МПа и т.д. А в пласте оно может быть в два раза больше. Как удержать в «бутылке» этого «джина»? Требуются высоконапорные насосы для подачи промывочной жидкости. Что собой должна представлять эта жидкость, если температура на забое скважин достигает 250 °С? Чем вращать многокилометровую колонну бурильных труб? Как вообще применять бурильные трубы, если стальные трубы выдерживают свой вес до глубины 10 км?

На часть поставленных вопросов ответы уже найдены. Для бурения сверхглубоких скважин используют утяжеленную промывочную жидкость, чтобы она «закупоривала» скважину собственным весом. Бурят сверхглубокие скважины с помощью забойных двигателей, а бурильные трубы делают из легкого и прочного алюминиевого сплава. Эпоха глубокого бурения началась в 1961 г. реализацией американского проекта «Мохол». Скважину заложили на дне Тихого океана вблизи острова Гуаделупе под четырехкилометровым слоем воды. Предполагалось вскрыть верхние базальтовые слои океанского дна и погрузится в мантию, скважина, должна была пройти 150 м рыхлых донных пород и 5,5 км твердых нижележащего слоя нашей планеты. Однако бурение остановилось после первых же 36 метров. Причина заключалась в том, что после извлечения первого керна устье уже начатой скважины отыскать не смогли, несмотря на применение самых современных средств поиска.

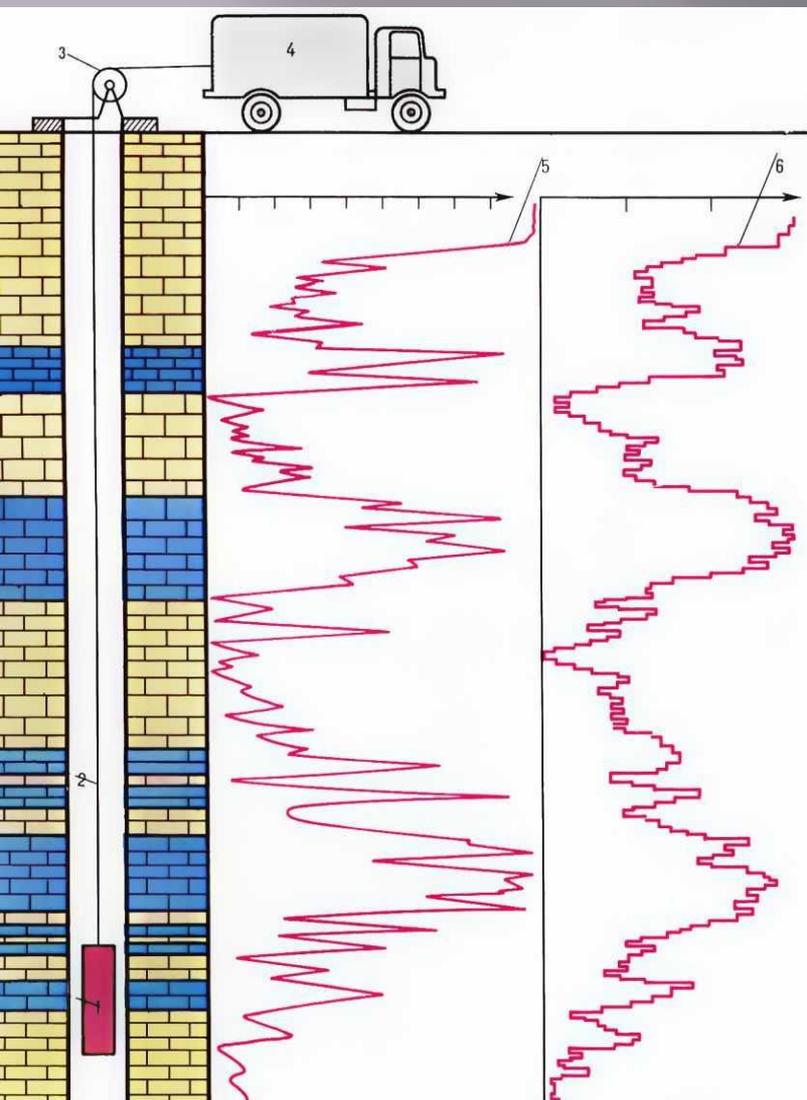
В дальнейшем бурение сверхглубоких скважин осуществлялось на суше. В 1970 г. была пробурена скважина 1-СП-5407

В дальнейшем бурение сверхглубоких скважин осуществлялось на суше. В 1970 г. была пробурена скважина 1-СП-5407 в штате Луизиана глубиной 7803 м. Скважины оборудуются противовыбросовой арматурой, рассчитанной на давление 105,5 Мпа.

В СССР на начало 1975 г. было десять скважин, глубина которых превысила 6 км. К ним относятся Арал-Сорская в Прикаспийской низменности глубиной 6,8 км, Биикжалская в Азербайджане глубиной - 6,7 км, Синевидиная (7,0 км) и Шевченковская (7,52 км) в Западной Украине, Бурунная (7,5 км) на Северном Кавказе и др. Самая глубокая в мире Кольская скважина перешагнула рубеж 12 км.

Геофизические исследования скважин





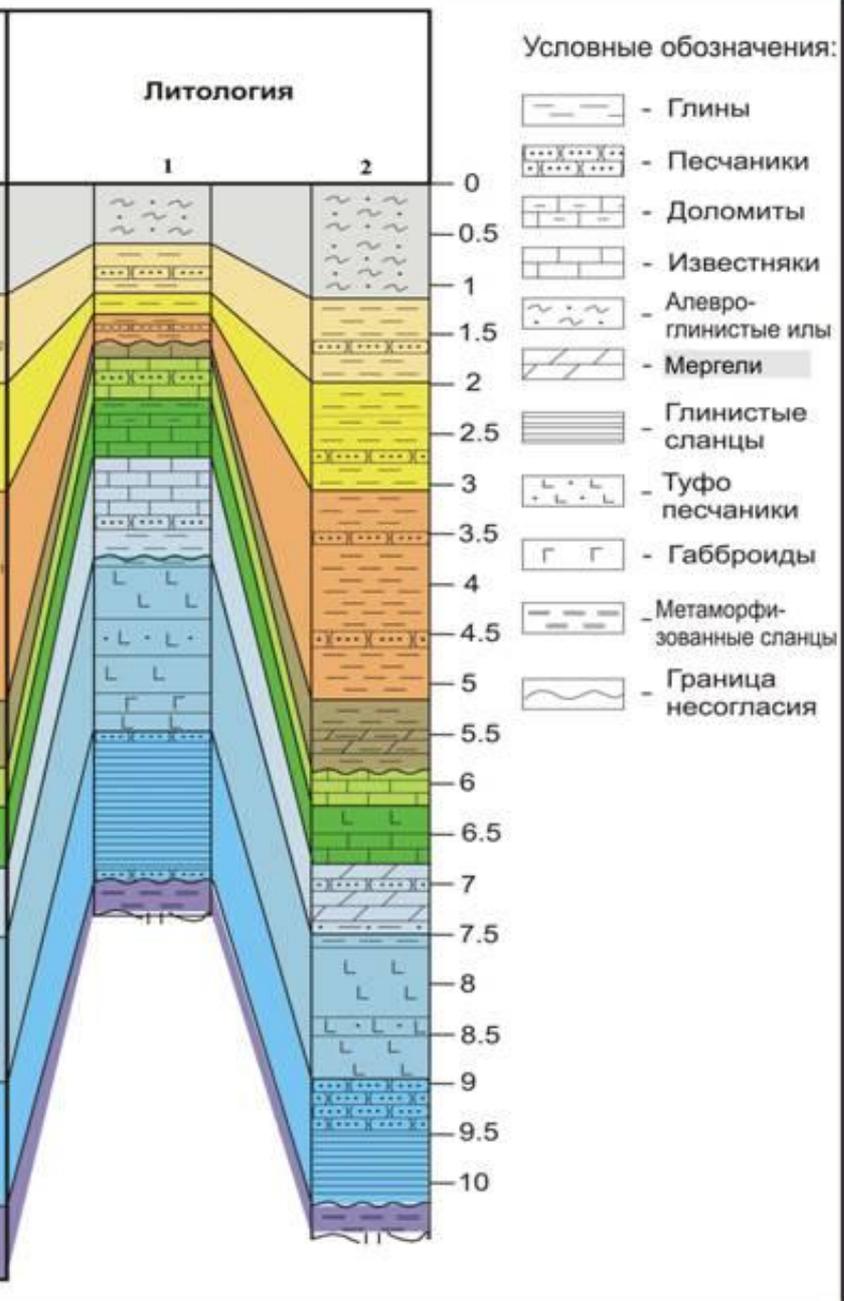
В нефтяной и газовой промышленности бурение скважин производят не только для поиска и разведки месторождений углеводородного сырья, но и для их разработки. В целях изучения геологического разреза скважин, их технического состояния и контроля за режимом разработки месторождений проводятся геофизические исследования скважин (ГИС), называемые также промышленной геофизикой.



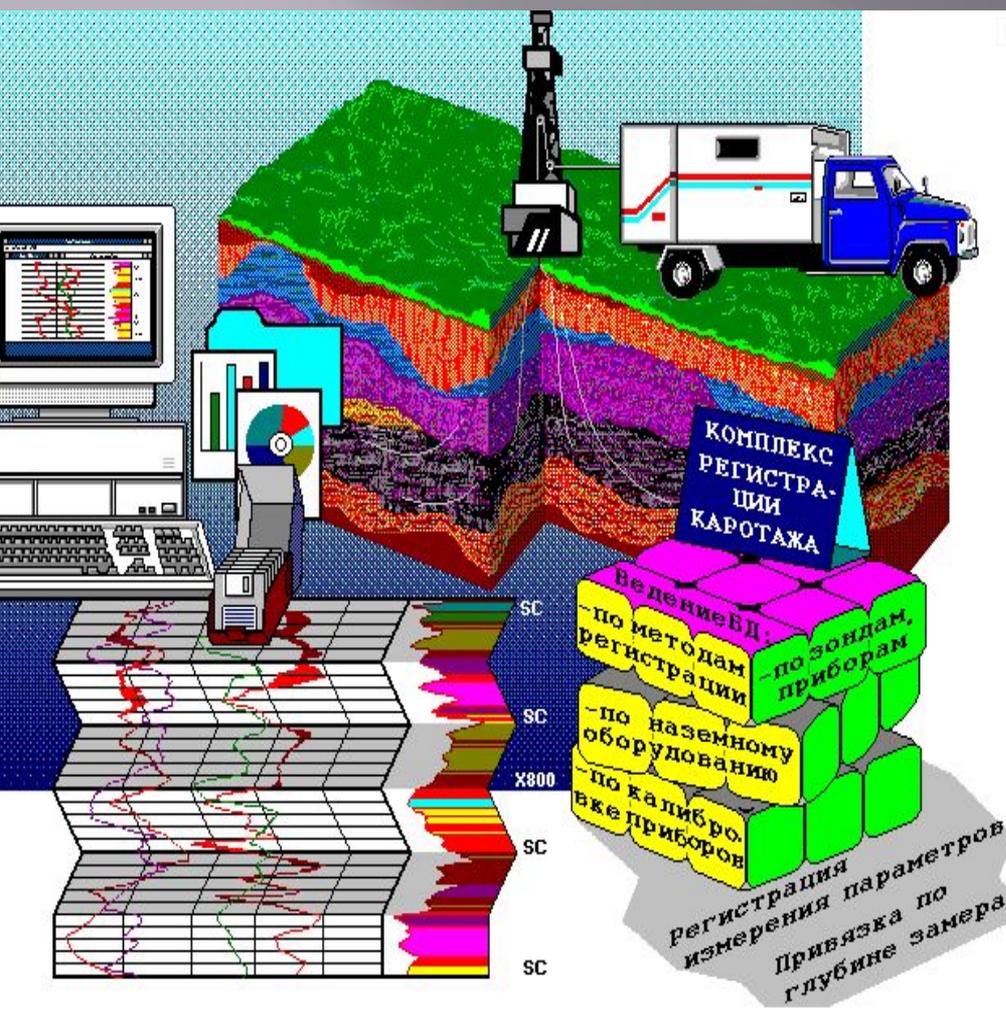
- Изучение геологического разреза скважины заключается в определении последовательности и глубины залегания пластов горных пород, их литолого-петрографических свойств, наличия и количественного содержания в недрах полезных ископаемых. Изучение разреза возможно путем отбора

- Геофизические методы исследования скважин (ГИС) служат для получения геологической документации разрезов скважин, выявления и промышленной оценки полезных ископаемых, осуществления контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений, изучения технического состояния скважин и т.д. С этой целью по данным ГИС изучают в скважинных условиях физические свойства горных пород.

- Методы ГИС подразделяются на электрические, радиоактивные, акустические, магнитные, термические и т.п. Геофизические методы позволяют представить разрезы скважин комплексом физических характеристик, таких, как удельное электрическое сопротивление, радиоактивность, теплопроводность изучаемых сред, скорость распространения упругих волн в них и т.п.



Основным документом для геологической службы является **литолого-стратиграфическая колонка**, содержащая результаты интерпретации материалов ГИС и сведения о положении границ пластов и их толщине, литологической характеристике каждого пласта, наличии коллекторов, характере флюида, заполняющего поровое пространство продуктивных пластов (нефть, газ, вода), и др. Окончательный результат геофизических исследований представляется такими физическими параметрами, изучаемыми методами ГИС, как пористость, проницаемость, глинистость пород, коэффициент нефтегазонасыщения порового пространства.



Методы ГИС используются также при контроле технического состояния скважин и при исследовании действующих скважин в процессе разработки нефтегазовых месторождений. За последнее время широкое распространение получила интерпретация данных ГИС с помощью ЭВМ и персональных компьютеров.



Комплексная портативная лаборатория
для геофизического исследования
скважин

■ Геофизические методы исследования скважин (ГИС) – это совокупность физических способов анализа, которые применяются для получения информации о техническом состоянии скважин и грунтовых пород в которых они расположены.

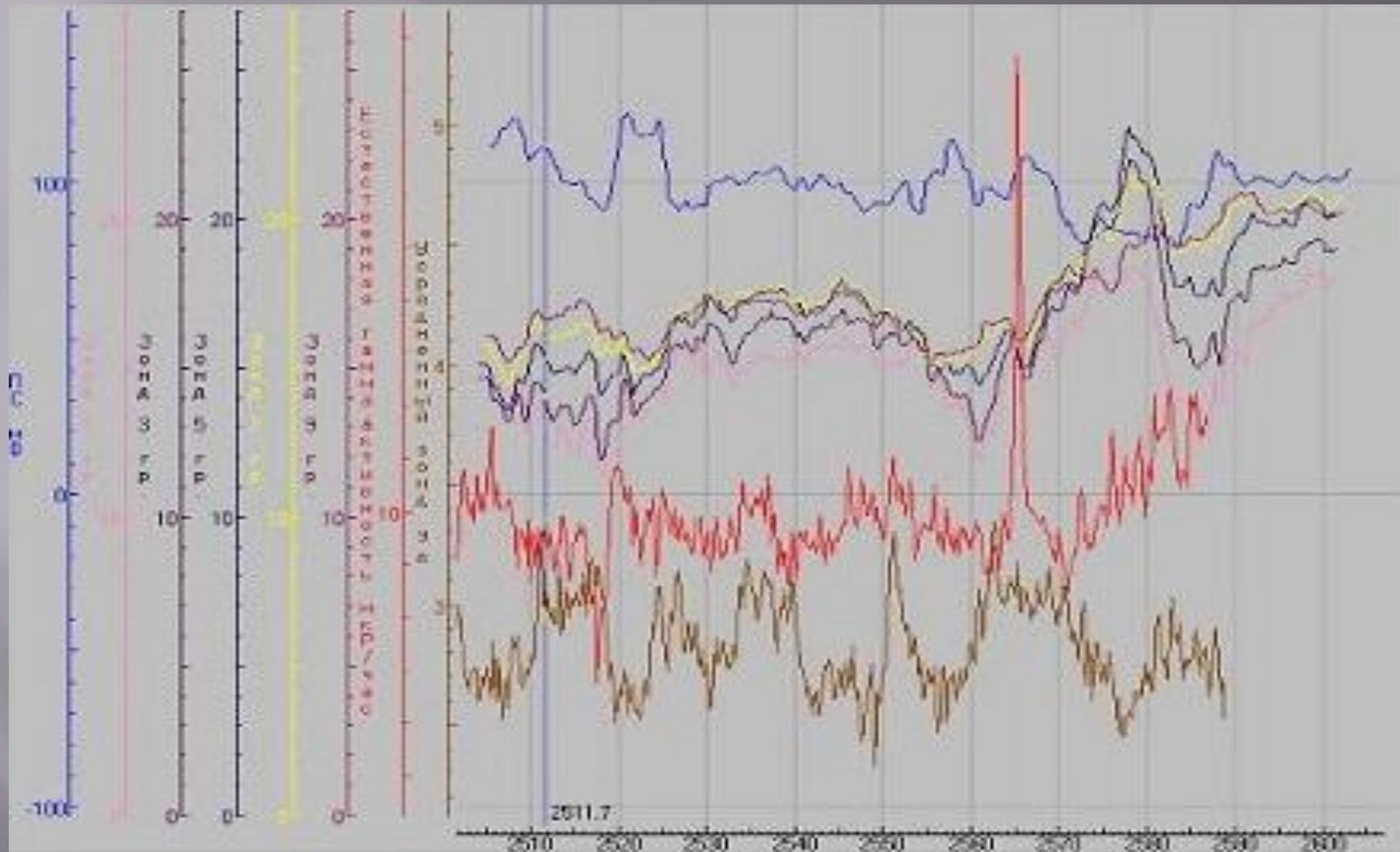
Проведение подобных процедур актуально как во время ремонтных работ, так и для определения различных параметров выработки и породы вокруг нее.

НАЗНАЧЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

- Весь комплекс методов условно делится на две категории:
- Каротаж (геофизика бурения) – используется для изучения горных пород, которые расположены в радиусе 1-2 метра от шахт нефтяных скважин
- Геофизика скважин – иногда это понятие отождествляется с каротажем, но геофизический анализ является более обширным способом исследования, так как кроме пространства непосредственно около скважины, он охватывает и межскважинное пространство.
- Геофизические исследования и работы в скважинах необходимы для того, чтобы получить исчерпывающую информацию о том, обладает ли разрабатываемая территория достаточным количеством полезных ископаемых, и будет ли обустройство нефтяных скважин экономически

Можно выделить следующие задачи

- Литологическое расчленение и корреляция разрезов;
- Определения наличия ресурсов;
- Выяснение параметров исследований, которые необходимы для анализа их запасов;
- Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических особенностей скважин;
- Определения технического состояния нефтяных скважин;
- Контроль за процессом разработки месторождений ресурсов;
- Определения особенностей проведения взрывных работ



Пример полученного результата при геофизическом исследовании скважины

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН

- ▣ Поскольку задачи, стоящие перед геофизическими методами изучения скважин, достаточно обширны, и для их решения необходим всесторонний анализ особенностей разрабатываемых горизонтов. ГИС включает в себя большое количество достаточно разноплановых способов исследования. Все они, в зависимости от характера анализа, объединяются в несколько групп:
 - ▣ Электрические методы
 - ▣ Ядерно-геофизический метод
 - ▣ Газовый каротаж
 - ▣ Термокаротаж Кавернометрия
 - ▣ Акустический каротаж
 - ▣ Всего существует свыше 50 методов ГИС.



■ Электрический каротаж основывается на технологии определения различий электрических характеристик разных горных пород. Для анализа данных показателей необходимо выявить их поляризационную способность и величину электрического сопротивления

Аппаратура для проведения геофизического исследования скважин



- С помощью ядерного ГИС можно выявить следующие свойства породы:
- Плотность;
- Пористость;
- Зольность углей;
- Содержание водорода в грунте;

Оборудование для проведения ГИС. Зонты

Ядерный каротаж нефтяных скважин делится на следующие способы анализа:

Гамма-каротаж. Данный способ используется для замера природного гамма излучения породы.

Гамма-гамма каротаж. ГГК применяется для анализа искусственной радиоактивности породы.

Нейтронный каротаж. Способ нейтронного каротажа также базируется на искусственном облучении грунта.

- **Метод газового каротажа ГИС** позволяет выявить количество газов углеводорода, которыми насыщается глинистый раствор в процессе бурения скважин, вследствие чего определяются наиболее перспективные газоносные горизонты.
- **Термокаротаж** используется для определения технического состояния уже функционирующих нефтяных скважин. Для замера показателей используется специальный скважинный термометр, который опускается внутрь обсадной колонны
- **Метод Кавернометрии** данный способ геофизического исследования скважин базируется на измерении поперечного диаметра скважины, что позволяет определить её объем при цементировании, либо создании обсадной колонны, и выполнять мониторинг дефектов стенок нефтяных скважин, спровоцированных движением грунта.
- **Акустический каротаж** анализирует время, которое требуется звуковому импульсу (упругим колебаниям), для прохождения грунта в околоскважинном пространстве. Поскольку каждая порода обладает своей плотностью, и, вследствие этого, разным сопротивлением, данный способ позволяет определить характеристики слоев грунта, в которых расположены нефтяные скважины.

Источник: http://byreniepro.ru/skvazhiny/geofizicheskoe-issledovanie.html#c_menu