



Строительство скважин



*Курс «Основы
нефтегазопромышленного дела в
компании ЮКОС»*

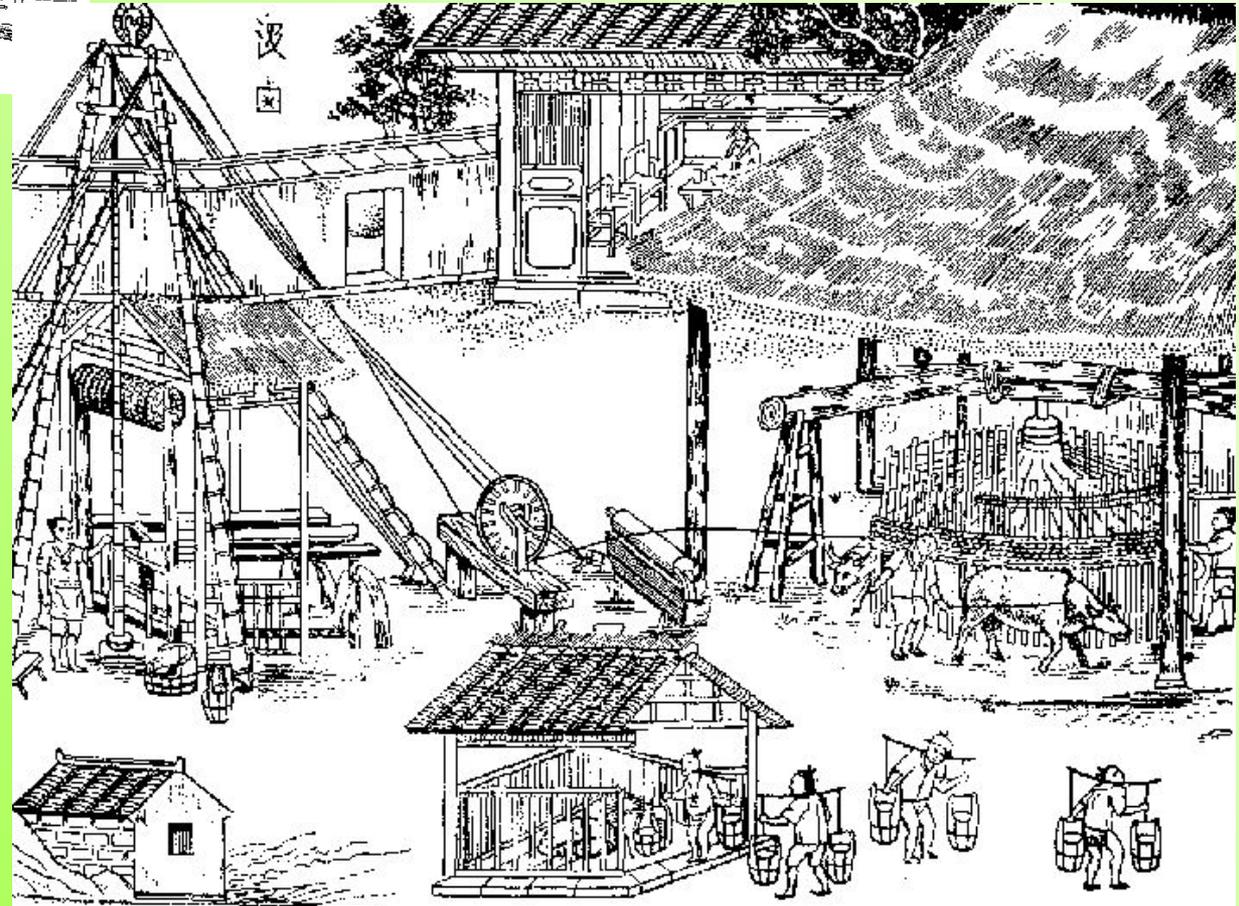
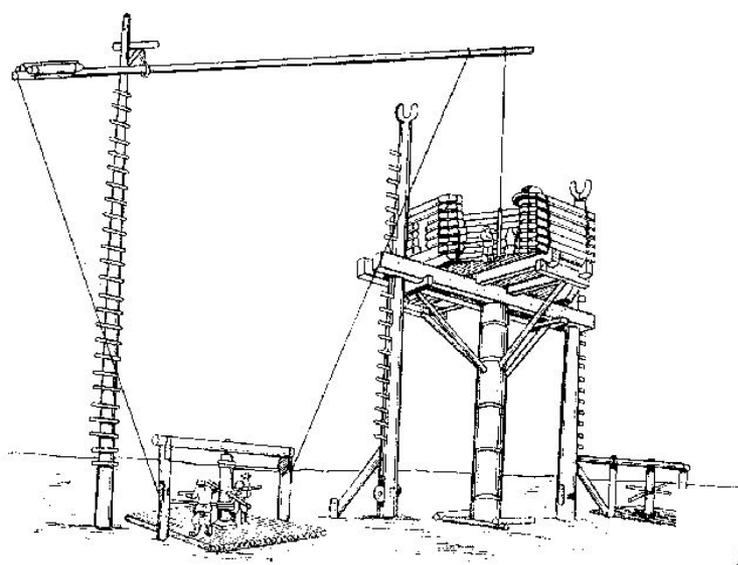
Краткая история развития бурения

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.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 сотен лет. Иногда при бурении китайцы натыкались на нефть и газ. В 221...263 гг. н.э. в Сычуане из скважин глубиной около 240 м добывали газ, который использовался для выпаривания соли.





Краткая история развития бурения

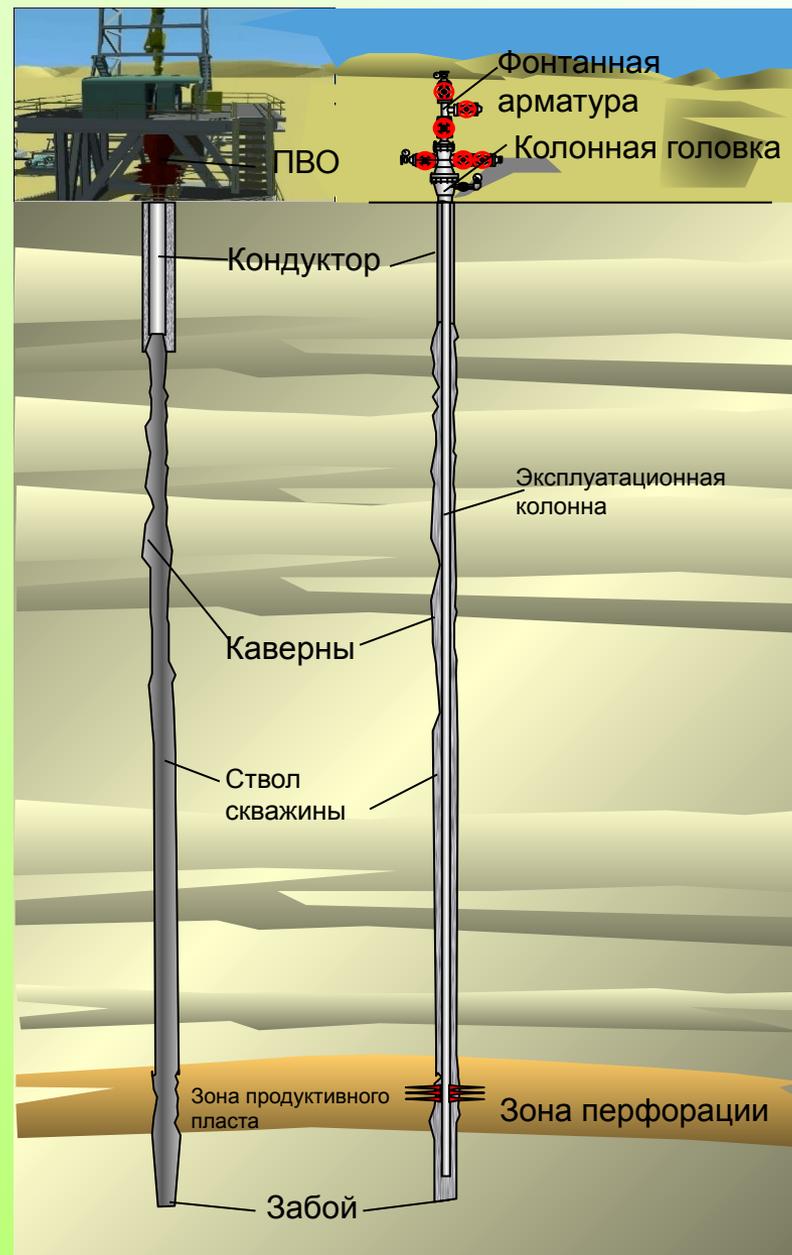
Бурение первых скважин в России относится к IX веку и связано с добычей растворов поваренной соли в районе г. Старая Русса. Соляной промысел получил большое развитие в XV..XVII вв., о чем свидетельствуют обнаруженные следы буровых скважин в окрестностях г. Соликамска. Их глубина достигала 100 м при начальном диаметре скважин до 1 м.

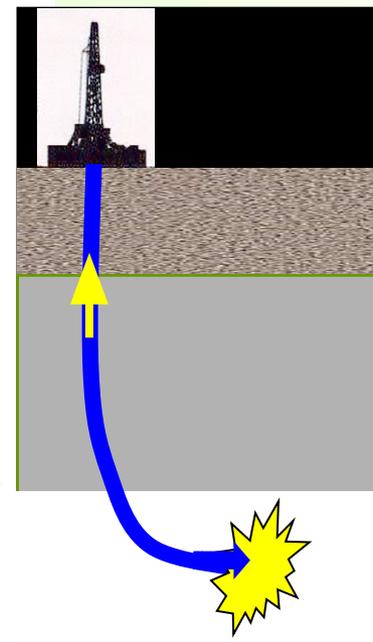
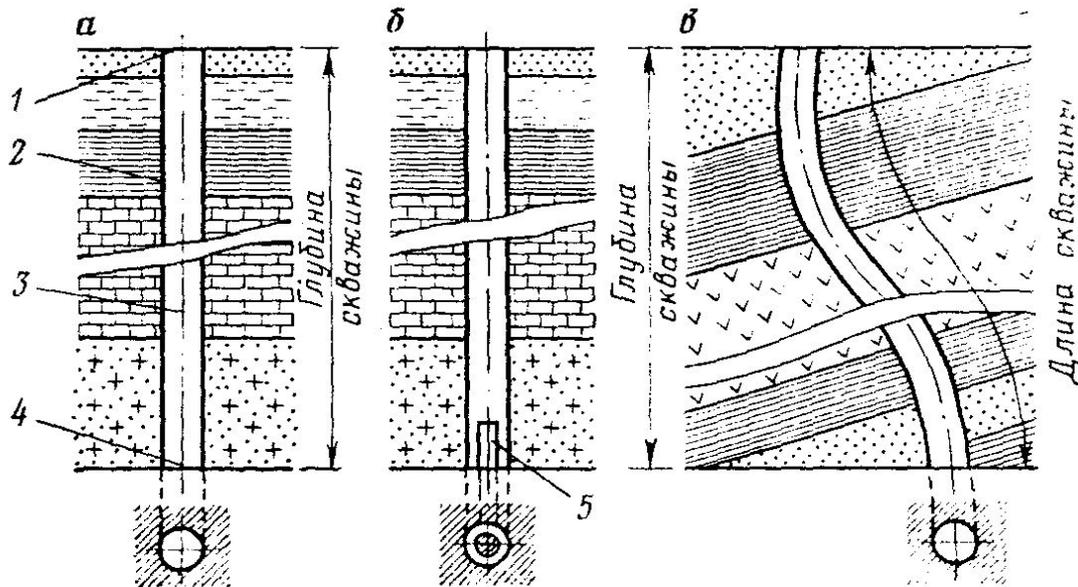
Стенки скважин часто обваливались. Поэтому для их крепления использовались или полые стволы деревьев или трубы, сплетенные из ивовой коры. В конце XIX в. стенки скважин стали крепить железными трубами. Их гнули из листового железа и склепывали. При углублении скважины трубы продвигали вслед за буровым инструментом (долотом); для этого их делали меньшего диаметра, чем предшествующие. Позднее эти трубы стали называть **обсадными**. Конструкция их со временем была усовершенствована: вместо клепанных они стали цельнотянутыми с резьбой на концах.

Краткая история развития бурения

Многие страны связывают рождение своей нефтяной промышленности с бурением первой скважины, давшей промышленную нефть. Так, в Румынии отсчет ведется с 1857 г., в Канаде - с 1858 г., в Венесуэле - с 1863 г. В России долгое время считалось, что первая нефтяная скважина была пробурена в 1864 г. на Кубани на берегу р. Кудако под руководством полковника А.Н. Новосильцева. Поэтому в 1964 г. у нас в стране торжественно отметили 100-летие отечественной нефтяной промышленности и с тех пор каждый год отмечают «День работника нефтяной и газовой промышленности».

Бурение скважин - это процесс сооружения направленной горной выработки большой длины и малого диаметра.



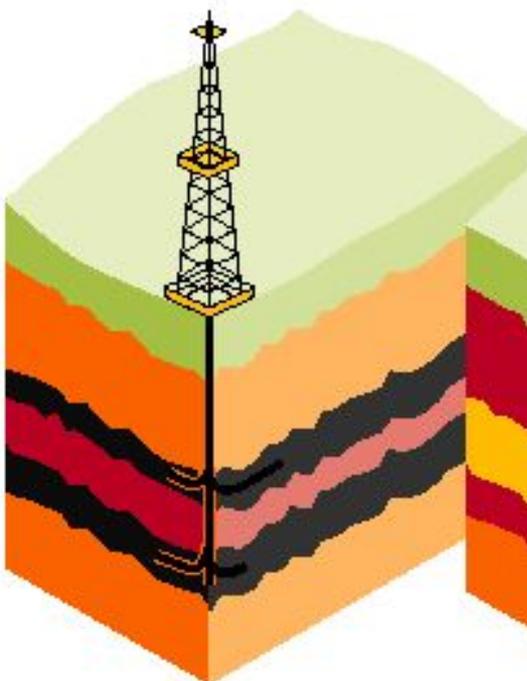
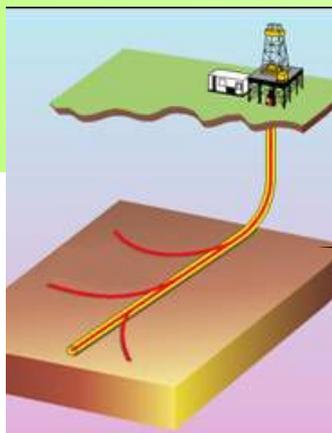


Начало скважины называется устьем 1, боковая цилиндрическая поверхность – стенкой 2 или стволом, дно – забоем 4. Расстояние от устья до забоя по оси ствола определяет длину скважины (рис. 1 в), а по проекции оси 4 на вертикаль – ее глубину (рис. 1 а, в).

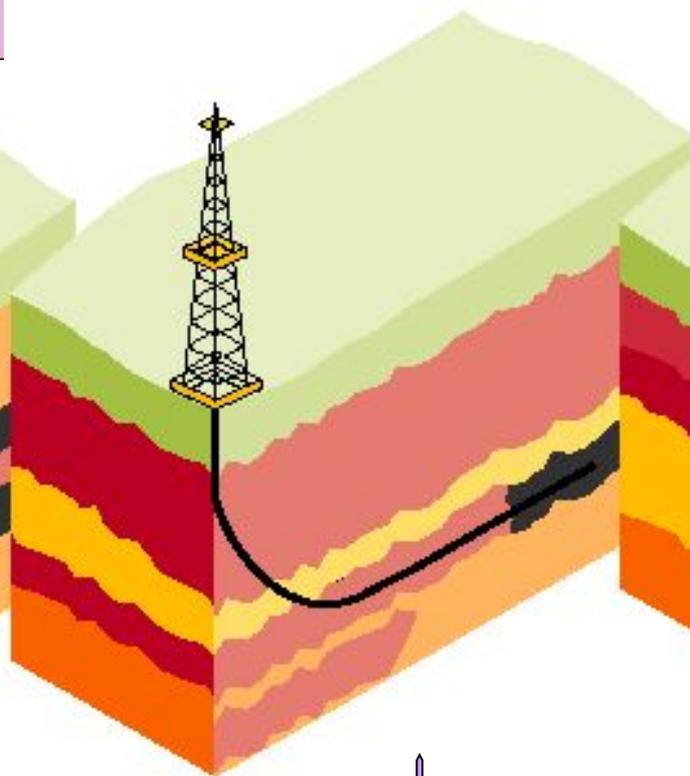
По пространственному положению ствола различают вертикальные (рис. 1 а, б) и наклонные (рис. 1 в) скважины.

Скважины углубляют, разрушая породу по всей площади забоя (сплошным забоем) или по его периферийной части (кольцевым забоем). В последнем случае в центре скважины остается колонка породы – керн 5, которую периодически поднимают на поверхность для непосредственного изучения .

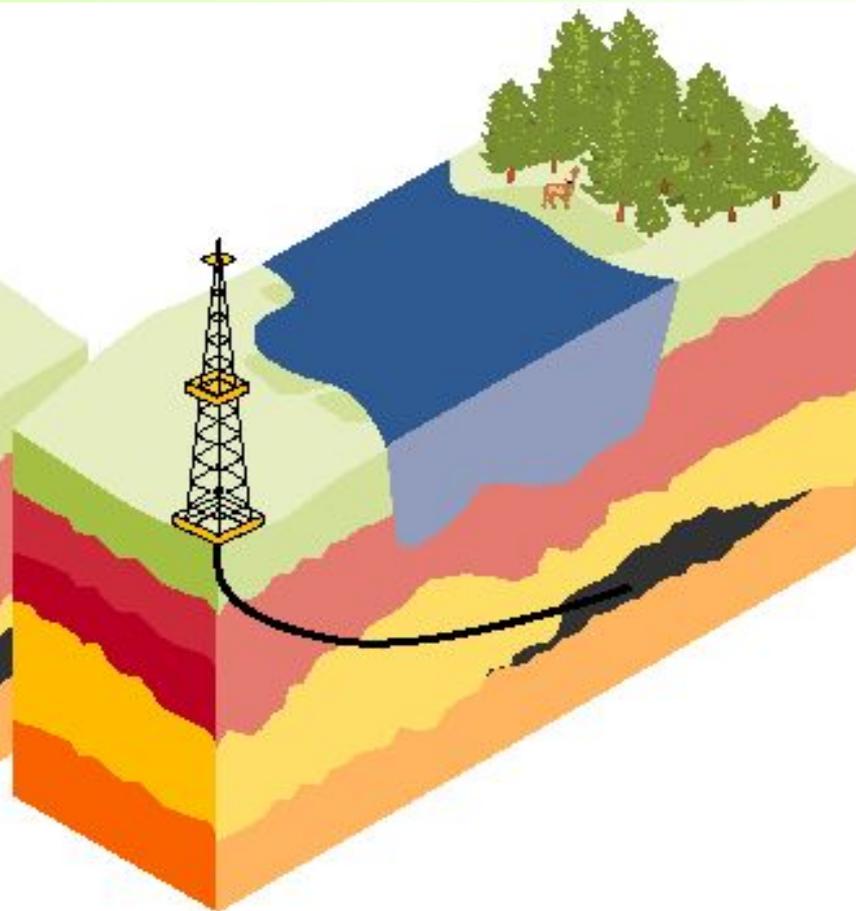
Способы и виды бурения



вертикальное



горизонтальное



наклоннонаправленное

Нефтяные и газовые скважины представляют собой капитальные дорогостоящие сооружения, служащие много десятилетий. Это достигается соединением продуктивного пласта с дневной поверхностью герметичным, прочным и долговечным каналом. Однако пробуренный ствол скважины еще не представляет собой такого канала, вследствие неустойчивости горных пород, наличия пластов, насыщенных различными флюидами (вода, нефть, газ и их смеси), которые находятся под различным давлением. Поэтому при строительстве скважины необходимо крепить ее ствол и разобцать (изолировать) пласты , содержащие различные флюиды.

Бурение скважин

сложный технологический процесс строительства ствола буровых скважин, состоящий из следующих основных операций:

- углубление скважин посредством разрушения горных пород буровым инструментом;**
- удаление выбуренной породы из скважины;**
- крепление ствола скважины в процессе ее углубления обсадными колоннами;**
- проведение комплекса геолого - геофизических работ по исследованию горных пород и выявлению продуктивных горизонтов;**
- спуск на проектную глубину и цементирование последней (эксплуатационной) колонны.**

Мелкое бурение - до 1500 м, бурение на средние глубины - до 4500 м, глубокое - до 6000 м и сверхглубокое бурение - глубже 6000 м (глубина Кольской скважины 12650 м).

Весь цикл строительства скважин до сдачи их в эксплуатацию состоит из следующих основных последовательных звеньев:

Строительства наземных сооружений;

Собственно углубления ствола скважин, осуществление которого возможно только при выполнении двух параллельно протекающих процесса-собственно углубления и промывки скважины;

3. **Разобцения пластов,** состоящее из двух видов работ- крепления ствола скважины спускаемыми трубами, соединенными в колонну, и тампонирования (цементирования) заколонного пространства;

4. **Освоения скважин.**

Классификация скважин по назначению

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.

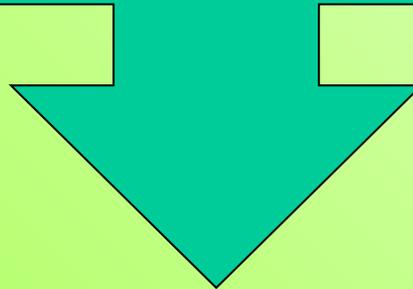
Нагнетательные скважины используют при воздействии на эксплуатируемый пласт различных агентов (закачки воды, газа и т.д.).

Наблюдательные скважины бурят для контроля за разработкой залежей (изменением давления, положения водонефтяного и газонефтяного контактов и т.д.).

Кроме того при поиске, разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений бурят картировочные, сейсморазведочные, специальные и другие скважины.

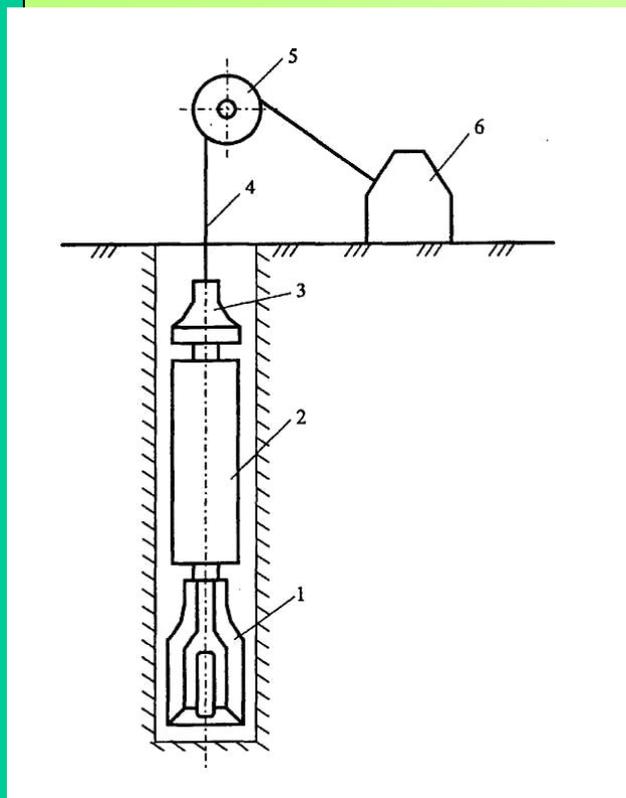
Классификация способов бурения

По способу воздействия на горные породы различают механическое и немеханическое бурение. При механическом бурении буровой инструмент непосредственно воздействует на горную породу, разрушая ее, а при немеханическом разрушение происходит без непосредственного контакта с породой источника воздействия на нее.



Классификация способов бурения

Немеханические способы (гидравлический, термический, электрофизический) находятся в стадии разработки и для бурения нефтяных и газовых скважин в настоящее время не применяются.



Механические способы бурения подразделяются на ударное и вращательное. При ударном бурении разрушение горных пород производится долотом 1, подвешенным на канате. Буровой инструмент включает также ударную штангу 2 и канатный замок 3. Он подвешивается на канате 4, который перекинут через блок 5, установленный на какой-либо мачте (не показана). Возвратно-поступательное движение бурового инструмента обеспечивает буровой станок 6

Буровые установки для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения.



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

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

Буровая вышка

Буровая вышка - это сооружение над скважиной для спуска и подъема бурового инструмента, забойных двигателей, бурильных и обсадных труб, размещения бурильных свечей (соединение двух-трех бурильных труб между собой длиной 25...36 м) после подъема их из скважины и защиты буровой бригады от ветра и атмосферных осадков.

Различают два типа вышек: **башенные и мачтовые**. Их изготавливают из труб или прокатной стали.

Башенная вышка представляет собой правильную усеченную четырехгранную пирамиду решетчатой конструкции. Ее основными элементами являются ноги 1, ворота 2, балкон 3 верхнего рабочего, подкронблочная площадка 4, козлы 5, поперечные пояса 6, стяжки 7, маршевая лестница 8.

Вышки мачтового типа бывают одноопорные и двухопорные (А-образные). Последние наиболее распространены.

В конструкцию мачтовой вышки А-образного типа входят подъемная стойка 1, секции мачты 2,3,4,6, пожарная лестница 5, монтажные козлы 7 для ремонта кронблока, подкронблочная рама 8, растяжки 9, 10, 14, оттяжки 11, тоннельные лестницы 12, балкон 13 верхнего рабочего, 15 - предохранительный пояс, маршевые лестницы 16, шарнир 17.

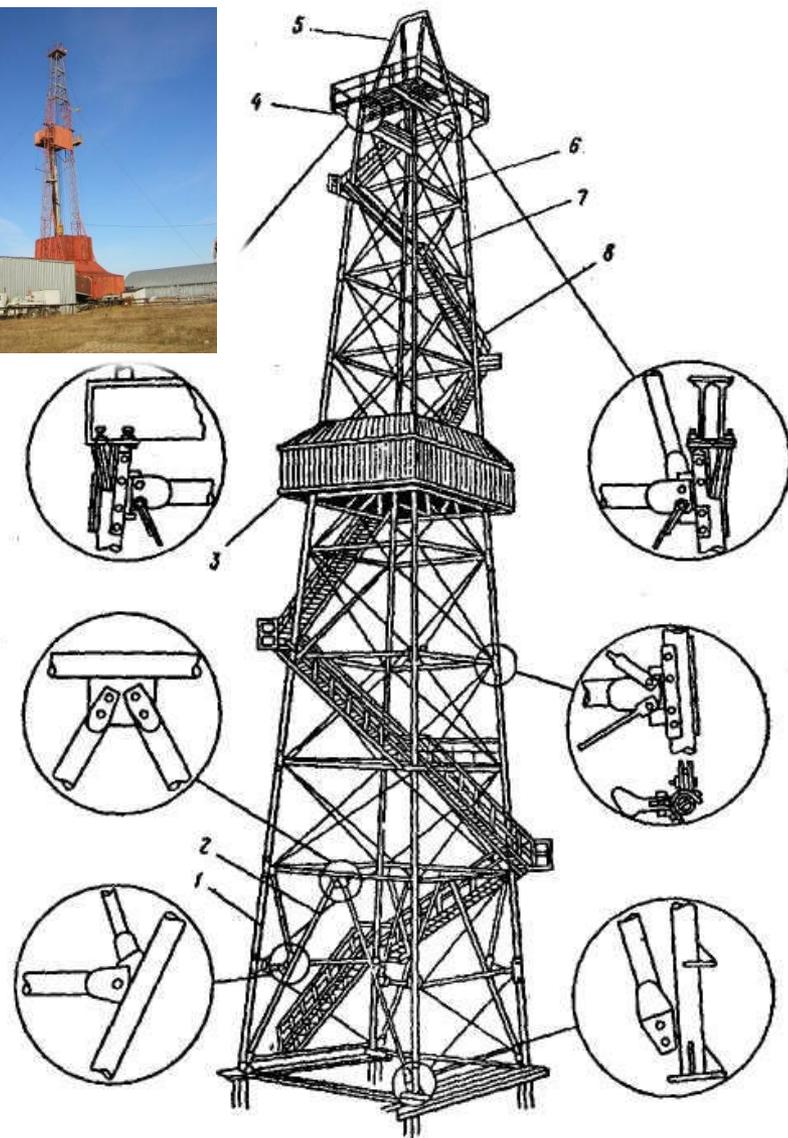


Рис. 6.5 Вышка ВМ-41:

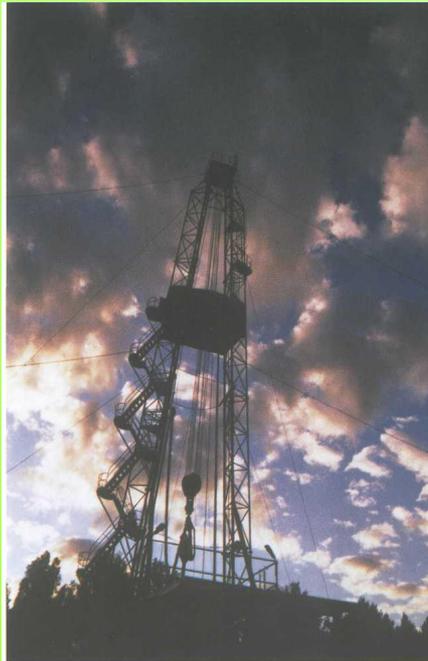
- 1 - нога; 2 - ворота; 3 - балкон; 4 - подкронблочная площадка;
- 5 - монтажные козлы; 6 - поперечные пояса; 7 - стяжки;
- 8 - маршевая лестница

Мачтовая вышка А-образного типа

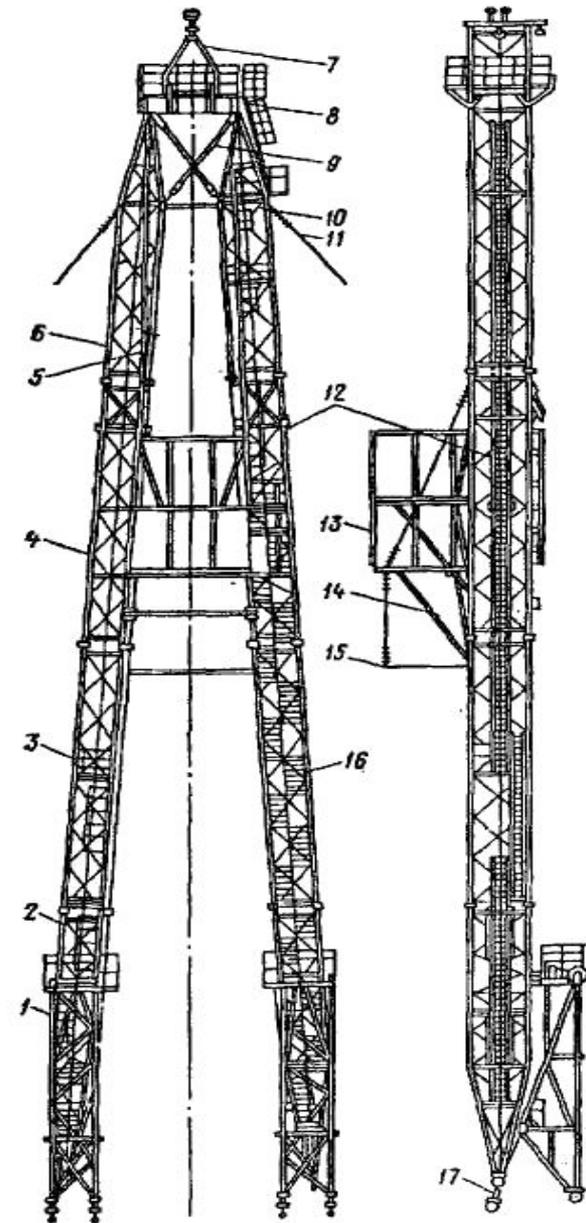
Рис. 6.6 Мачтовая вышка А-образного типа:

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

Поэтому с ростом глубины бурения высота и грузоподъемность вышек увеличиваются. Так, для бурения скважин на глубину 300...500 м используется вышка высотой 16...18 м, глубину 2000...3000 м - высотой - 42 м и на глубину 4000...6500 м - 53 м.



Мачтовая вышка А-образного типа



Оборудование для механизации спуско-подъемных операций

включает талевую систему и лебедку. **Талевая система** состоит из неподвижного **кронблока** (рис. 6.7), установленного в верхней части буровой вышки, **талевого блока** (рис. 6.8), соединенного с кронблоком **талевым канатом**, один конец которого крепится к барабану лебедки, а другой закреплен неподвижно, и **бурового крюка**. Талевая система является полиспастом (системой блоков), который в буровой установке предназначен в основном, для уменьшения натяжения талевого каната, а также для снижения скорости движения бурильного инструмента, обсадных и бурильных труб.

Иногда применяют **крюкоблоки** - совмещенную конструкцию талевого блока и бурового крюка.

На крюке подвешивается бурильный инструмент: при бурении - с помощью вертлюга, а при спускоподъемных операциях - с помощью штропов и элеватора (рис. 6.9).

Буровая лебедка предназначена для выполнения следующих операций:

- 1) спуска и подъема бурильных и обсадных труб;
- 2) удержания на весу бурильного инструмента;
- 3) подтаскивания различных грузов, подъема оборудования и вышек в процессе монтажа установок и т.п.

Буровая установка комплектуется буровой лебедкой соответствующей грузоподъемности.

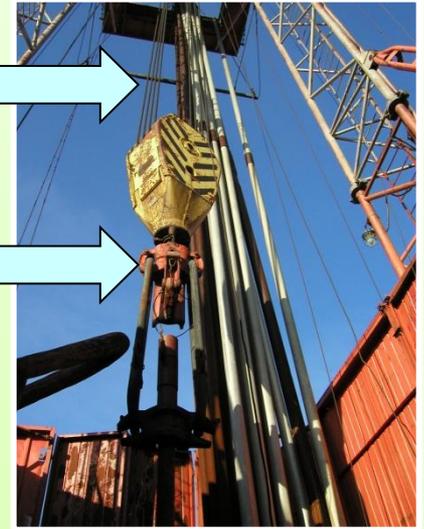
Буровые установки для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения.



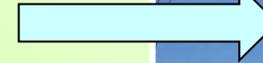
Кран - блок



Талевый канат



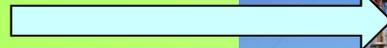
Крюкоблок



Буровая лебедка



Буровая вышка



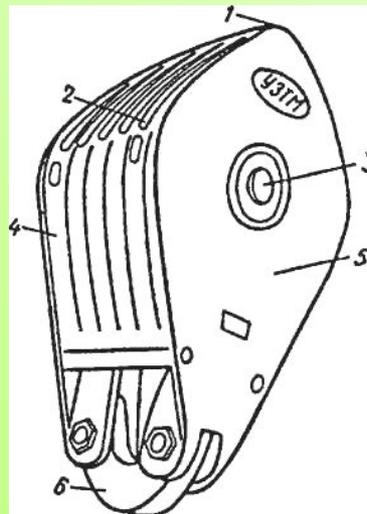
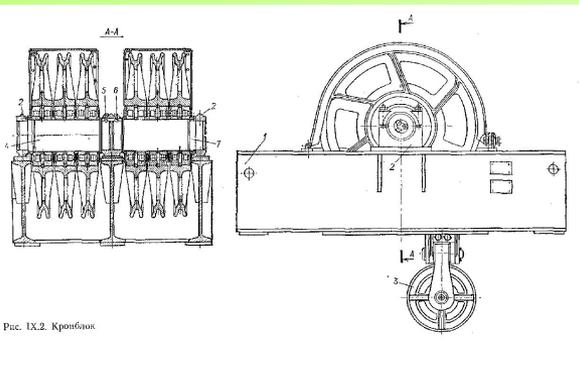


Рис. 6.8 Талевый блок: 1 - траверса; 2 - шкифы; 3 - ось; 4 - предохранительные кожухи; 5 - щеки; 6 - серьга.

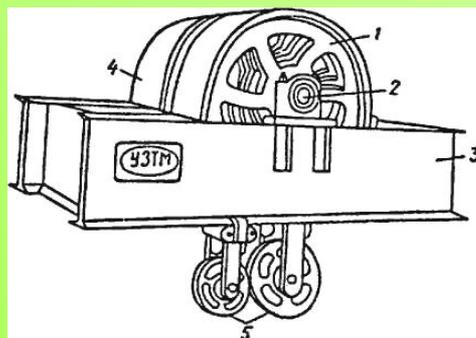
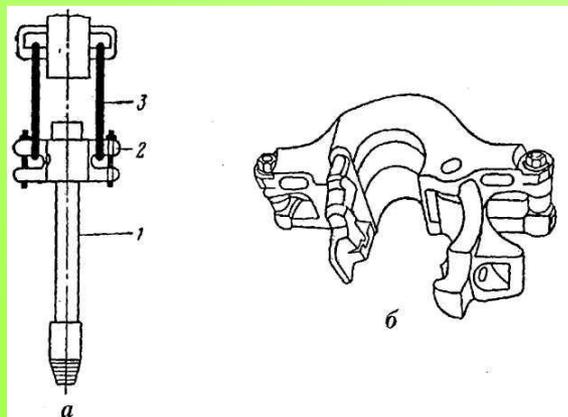


Рис. 6.7 Кронблок: 1 - шкифы; 2 - ось; 3 - рама; 4 - предохранительный кожух; 5 — вспомогательные шкифы



а - схема; б - элеватор 1 - бурильная труба; 2 - элеватор; 3 - штроп.

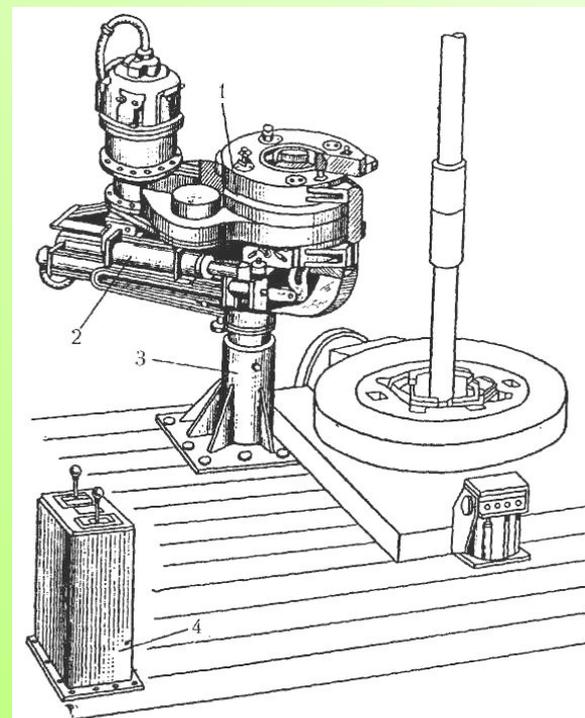


Рис. 6.10 Ключ буровой АКБ-ЗМ: 1 - блок ключа; 2 - каретка с пневматическими цилиндрами; 3 - стойка; 4 - пульт управления.

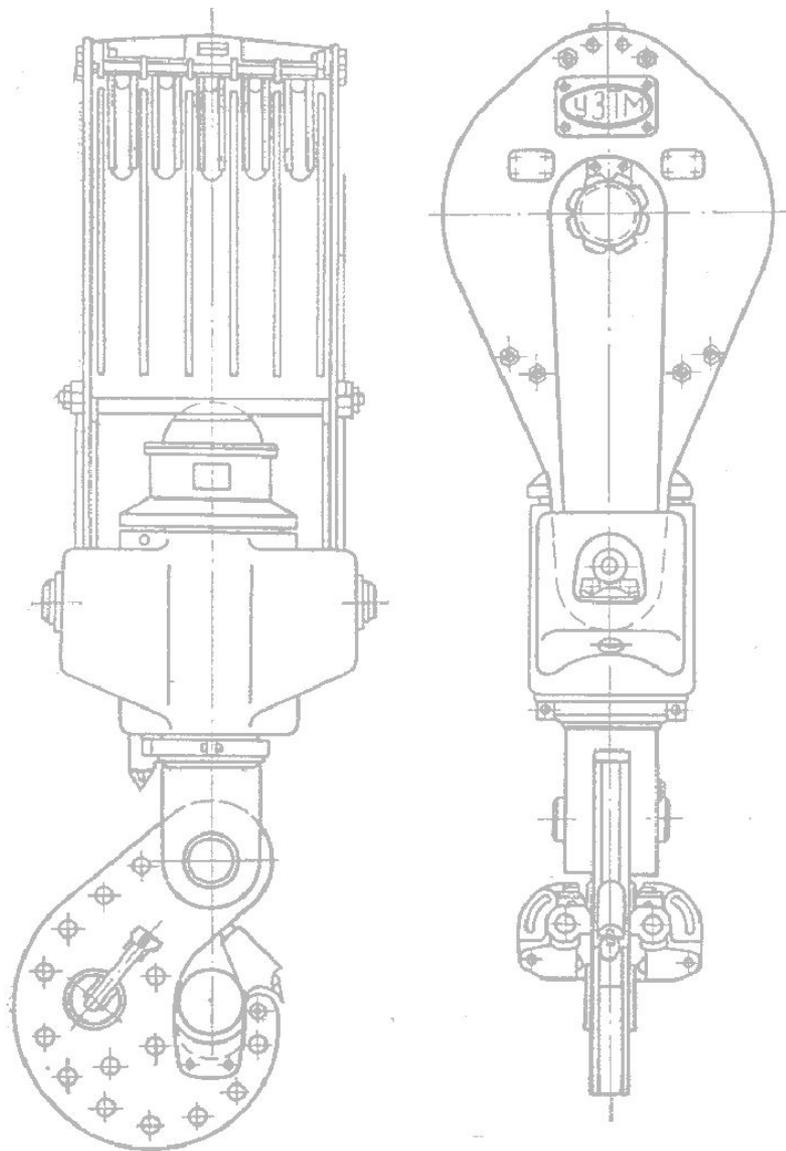


Рис. 74. Крюкоблок грузоподъемностью 2000 кН

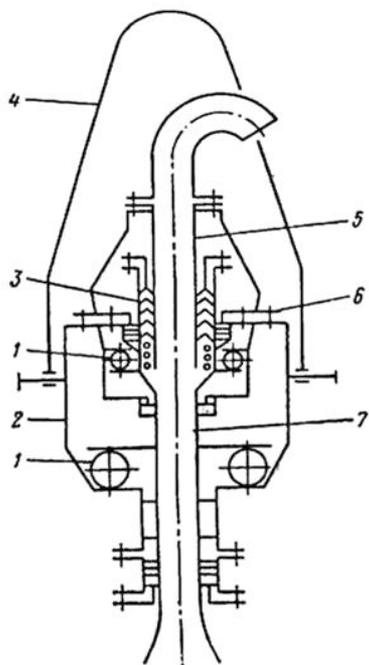


Рис. 6.11 Вертлюг:

1 – подшипники; 2 – корпус; 3 – сальники; 4 – штроп;
5 – напорная труба; 6 – крышка корпуса; 7 – ствол.

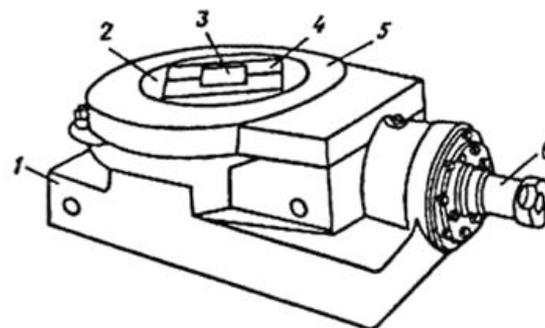
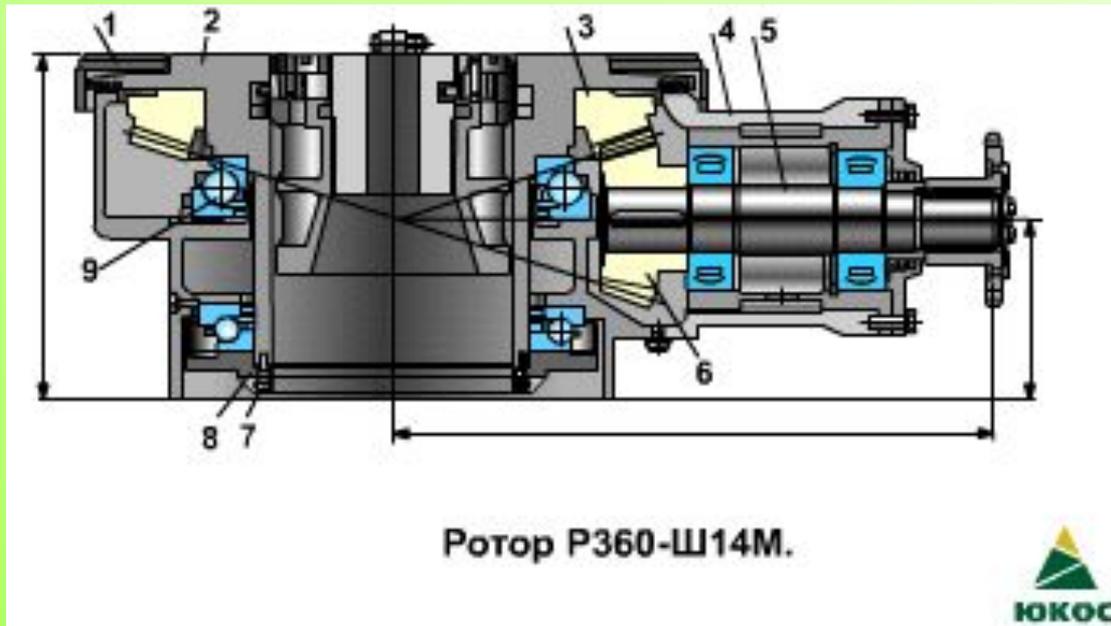


Рис. 6.12 Ротор:

1 – станина; 2 – стол с укрепленным зубчатым венцом;
3 – зажимы; 4 – вкладыши; 5 – кожух; 6 – вал.

Ротор (рис. 6.12) передает вращательное движение бурильному инструменту, поддерживает на весу колонну бурильных или обсадных труб и воспринимает реактивный крутящий момент колонны, создаваемый забойным двигателем. Ротор состоит из станины 1, во внутренней полости которой установлен на подшипнике стол 2 с укрепленным зубчатым венцом, вала 6 с цепным колесом с одной стороны и конической шестерней - с другой, кожуха 5 с наружной рифельной поверхностью, вкладышей 4 и зажимов 3 для ведущей трубы. Во время работы вращательное движение от лебедки с помощью цепной передачи сообщается валу и преобразуется в поступательное вертикальное движение ведущей трубы, зажатой в роторном столе зажимами.

Для передачи вращения долоту применяются ротор или забойные двигатели.

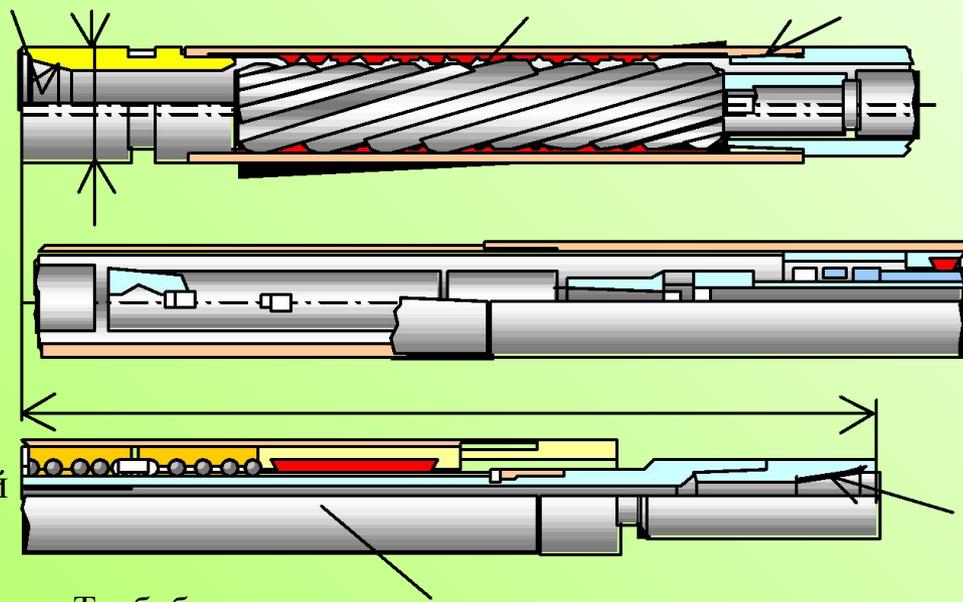


Ротор предназначен для передачи вращения бурильной колонне при бурении или расширении ствола скважины, поддержания на весу бурильных и обсадных труб при их свинчивании и развинчивании в процессе спускоподъемных операций и для выполнения ловильных работ в скважине.

Для передачи вращения долоту применяются ротор или забойные двигатели.

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.



Турбобуры
Винтовые забойные двигатели
Электробуры

Буровое оборудование и инструмент

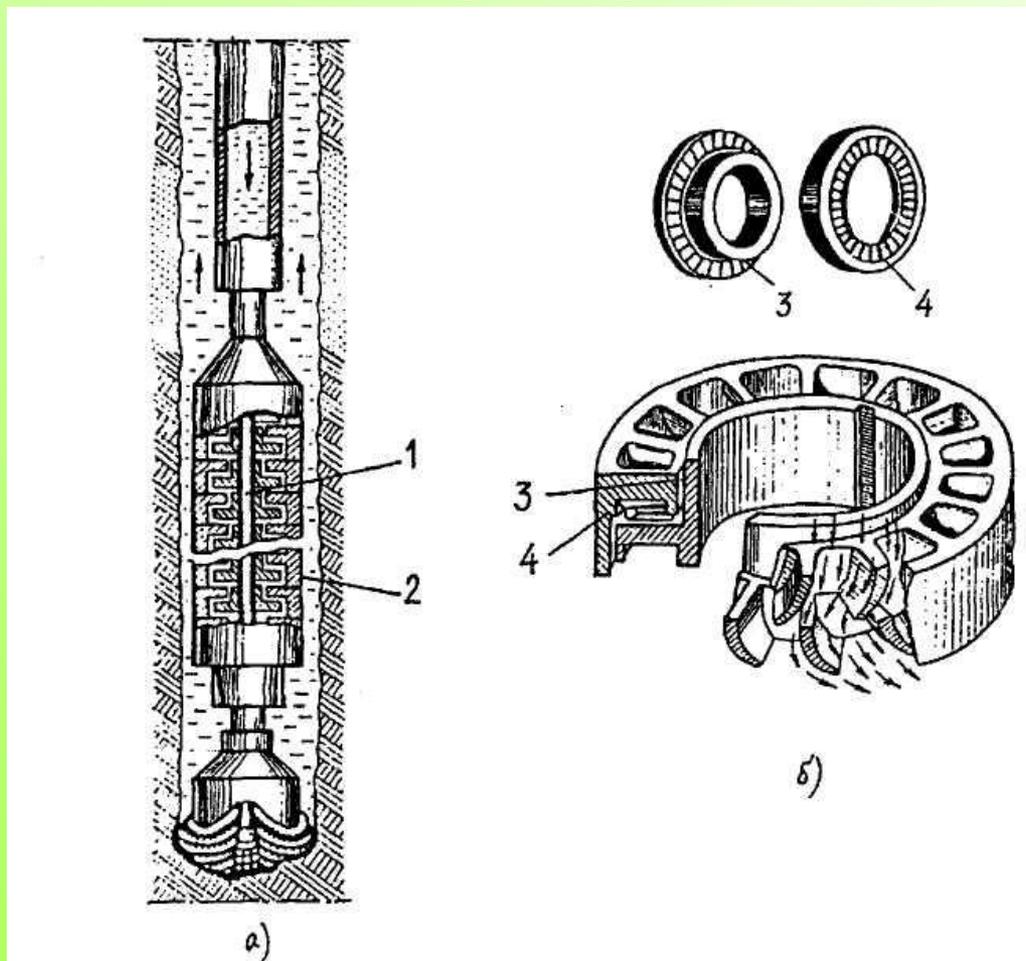
В качестве **забойных двигателей** при бурении используют турбобур, электробур и винтовой двигатель, устанавливаемые непосредственно над долотом.

Турбобур (рис. 6.15) - это многоступенчатая турбина (число ступеней до 350), каждая ступень которой состоит из статора, жестко соединенного с корпусом турбобура, и ротора, укрепленного на валу турбобура. Поток жидкости, стекая с лопаток статора, натекает на лопатки ротора, отдавая часть своей энергии на создание вращательного момента, снова натекает на лопатки статора и т.д. Хотя каждая ступень турбобура развивает относительно небольшой момент, благодаря их большому количеству, суммарная мощность на валу турбобура оказывается достаточной, чтобы бурить самую твердую породу.

При **турбинном бурении** в качестве рабочей используется промывочная жидкость,двигающаяся с поверхности земли по бурильной колонне к турбобуру. С валом турбобура жестко соединено долото. Оно вращается независимо от бурильной колонны.

При бурении **с помощью электробура** питание электродвигателя осуществляется через кабель, укрепленный внутри бурильных

Турбобур



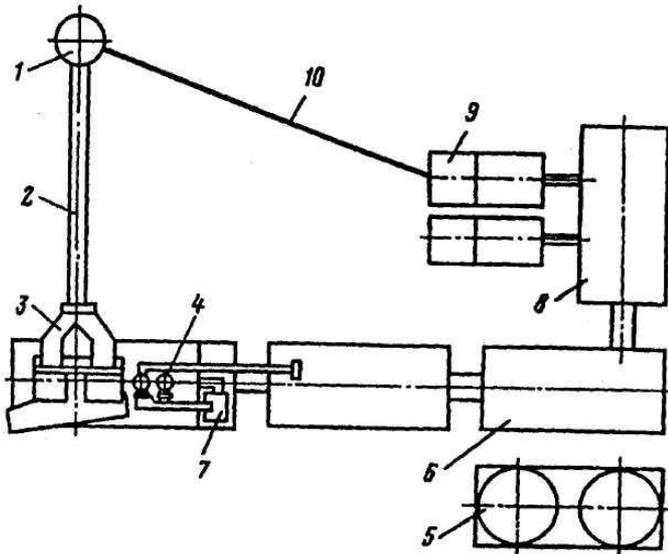
а - общий вид; б - ступень турбобура;
1 - вал; 2 - корпус; 3 - ротор; 4 - статор

Циркуляционная система бурового раствора:

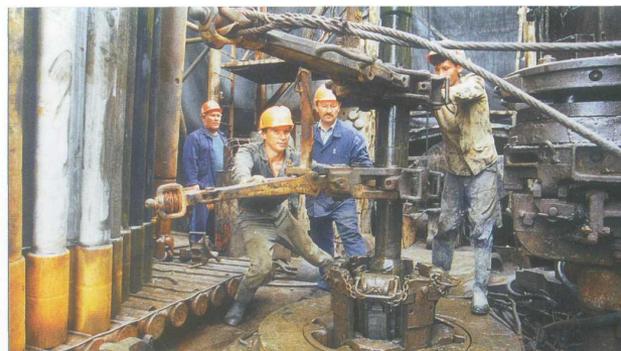
Циркуляционная система буровой установки

служит для сбора и очистки отработанного бурового раствора, приготовления новых его порций и закачки очищенного раствора в скважину. К **привышечным сооружениям** относятся:

- 1) помещение для размещения двигателей и передаточных механизмов лебедки;
- 2) насосное помещение для размещения буровых насосов и их двигателей;
- 3) приемные мостки, предназначенные для транспортировки бурового технологического оборудования, инструмента, материалов и запасных частей;
- 4) запасные резервуары для хранения бурового раствора;
- 5) трансформаторная площадка для установки трансформатора;
- 6) площадка для размещения механизмов по приготовлению бурового раствора и хранения сухих материалов для него;



1 - устье скважины; 2 - желоб; 3 - вибросито; 4 - гидроциклон; 5 - блок приготовления бурового раствора; 6 - ёмкость; 7 - шламовый насос; 8 - приёмная ёмкость; 9 - буровой насос; 10 - нагнетательный трубопровод.



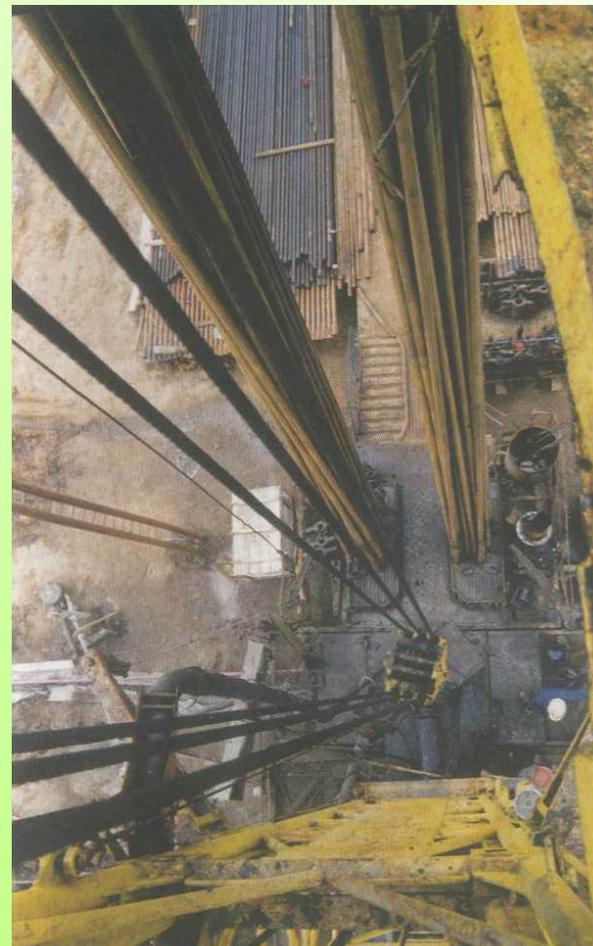
Буровая бригада при спуско-подъемных операциях

тешения труб.

Силовой привод

Силовой привод обеспечивает функционирование всей буровой - он снабжает энергией лебедку, буровые насосы и ротор.

Привод буровой установки может быть дизельным, электрическим, дизель-электрическим и дизель-гидравлическим. **Дизельный привод** применяют в районах, не обеспеченных электроэнергией необходимой мощности. **Электрический привод** от электродвигателей переменного и постоянного тока отличается простотой в монтаже и эксплуатации, высокой надежностью и экономичностью, но применим только в электрифицированных районах. **Дизель-электрический привод** из дизеля, который вращает генератор, питающий, в свою очередь, электродвигатель. **Дизель-гидравлический привод** состоит из двигателя внутреннего сгорания и турбопередачи. Последние два типа привода автономны, но в отличие от дизельного не содержат громоздких коробок перемены передач и сложных соединительных частей, имеют удобное управление, позволяют плавно изменять режим работы лебедки или ротора в широком диапазоне.



Буровые установки для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения.

- **Талевая система** – для проведения спуско - подъемных операций, наращивания инструмента, обеспечения подачи долота на забой при бурении и т.п.
- **Циркуляционная система**- для обеспечения промывки скважины, очистки раствора от шлама, его приготовления, обработки и хранения.
- **Противовыбросовое оборудование**- для предупреждения и ликвидации нефтегазоводопроявлений.
- **Силовое оборудование** – для обеспечения работы названных выше систем.
- **Дополнительное оборудование и инструмент.**
- **Система контроля и управления.**

Буровые установки для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения

Циркуляционная система состоит из:

- Буровые насосы
- Подпорные насосы
- Емкостная система
- Блок приготовления и обработки раствора
- Манифольд и стояк (трубопровод высокого давления)
- Буровой рукав (грязевый шланг)
- Вертлюг
- Ведущая труба (квадрат)
- Колонна бурильных труб с долотом
- Желобная система
- Система очистки бурового раствора, которая состоит из
 - Вибросита
 - Пескоотделителя
 - Илоотделителя
 - Центрифуги

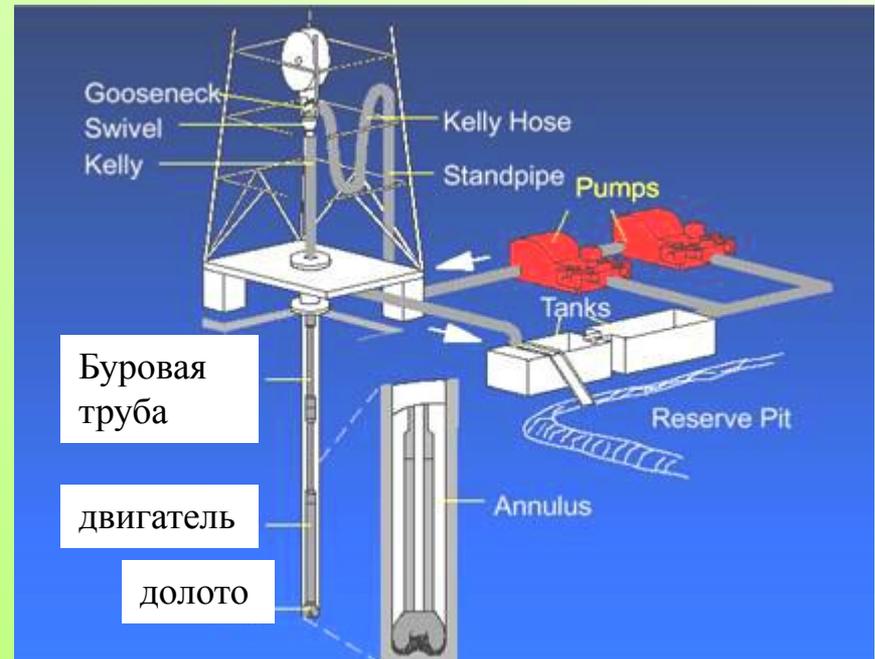
Для выноса на поверхность выбуренной породы (шлама), применяют промывочные жидкости (буровые растворы).

Промывочная жидкость имеет кроме основной функции ряд других-

- Охлаждение и смазка трущихся деталей долота
- Предотвращение обвалов стенок скважины, за счет
 - гидростатического давления столба жидкости;
 - склеивания частиц обваливающихся пород;
 - ограничение попадания фильтрата раствора (водоотдача) в пласты
- Уравновешивание пластового давления нефтегазоносных пластов.
- Смазка бурильных труб, стенок скважины, обсадных труб, частей бурового насоса и т.п.
- Удержание осколков выбуренной породы во взвешенном состоянии и предотвращение выпадения их на забой:

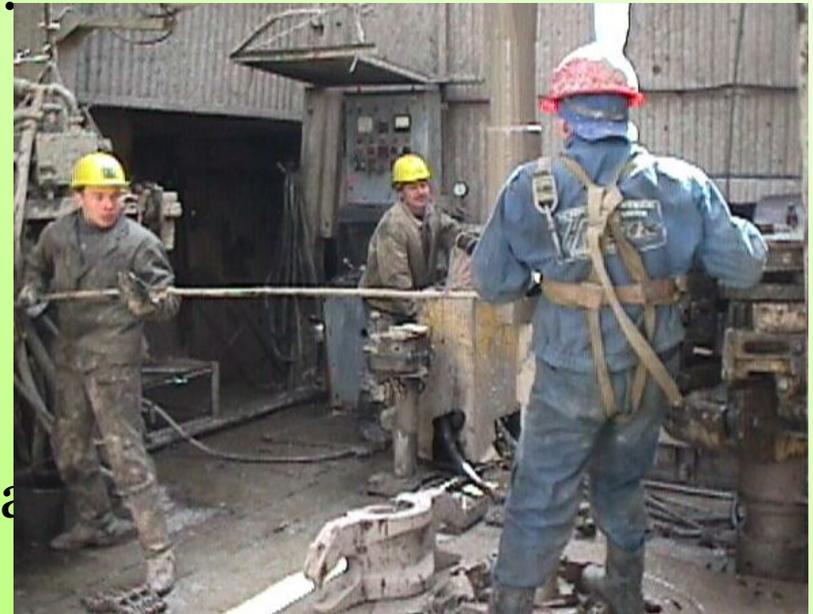
Для выноса на поверхность выбуренной породы (шлама), применяют промывочные жидкости (буровые растворы)

- Обеспечение осаждения песка и частиц выбуренной породы в отстойных емкостях. Таким образом, раствор должен иметь две противоположные особенности: удерживать выбуренную породу во взвешенном состоянии в стволе скважины и в то же время осаждать ее в отстойных емкостях;
- Передача энергии гидравлическим забойным двигателям;
- Передача сигналов от забойных приборов на принимающие приборы на поверхности.



Сочетание факторов и технических средств, влияющих на показатели бурения называется режимом бурения

- Режим бурения включает в себя следующие параметры:
- Осевая нагрузка на долото
- Скорость вращения долота
- Количество промывочного агента и его параметры
- Время пребывания долота на забое
- Тип применяемого оборудования и инструмента



Инструмент

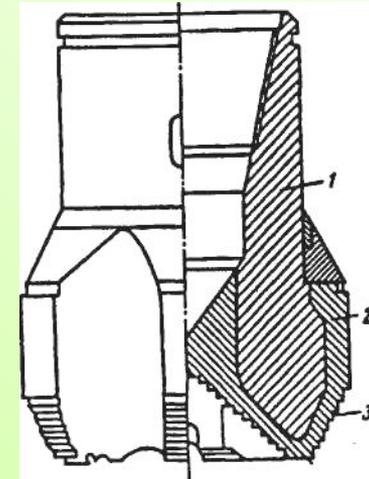
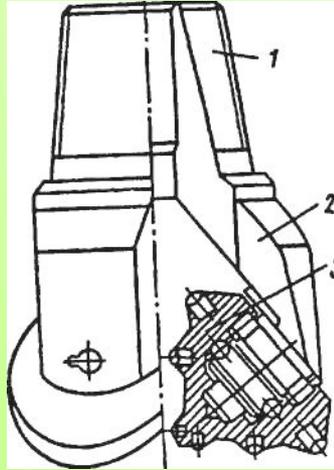
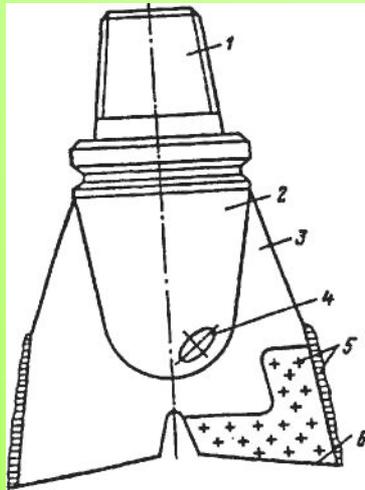
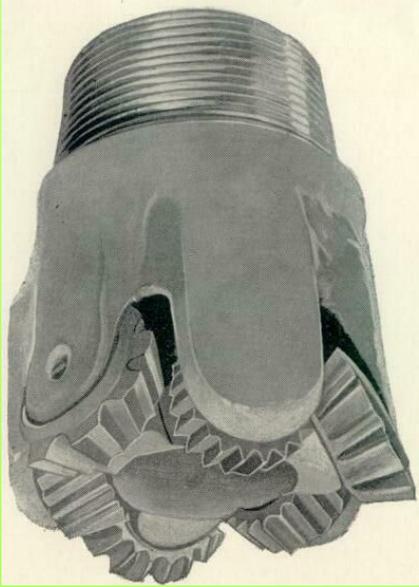


Рис. 6.17 Лопастное долото: Рис. 6.18 Шарошечное долото: Рис. 6.19 Алмазное долото:
1 - головка сприсоединительной резьбой; 2 - корпус; 3 - лопасть; 4 - промывочное отверстие; 5 - твердосплавное покрытие; 6 - режущая кромка.
1 - корпус с резьбовой головкой; 2 - лапа с опорой; 3 - шарошка.
1 - корпус; 2 - матрица; 3 - алмазные зерна.

Инструмент, используемый при бурении, подразделяется на **основной** (долота) и **вспомогательный** (бурильные трубы, бурильные замки, центраторы). **Долота** бывают лопастные, шарошечные, алмазные и твердосплавные.

Применение алмазных долот обеспечивает высокие скорости бурения, снижение кривизны скважин. Отсутствие опор качения и высокая износостойкость алмазов повышают их срок службы до 200...250 ч непрерывной работы. Благодаря этому сокращается число спуско-подъемных операций. Одним алмазным долотом можно пробурить столько же, сколько 15...20 шарошечными долотами.





**Lubrication and Press
Compensator System
(one per leg)**



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** - 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:

- 1) долота режуще-скалывающего действия, разрушающие породу лопастями (лопастные долота);
- 2) долота дробяще-скалывающего действия, разрушающие породу зубьями, расположенными на шарошках (шарошечные долота);
- 3) долота режуще-истирающего действия, разрушающие породу алмазными зернами или твердосплавными штырями, которые расположены в торцевой части долота (алмазные и твердосплавные долота).



Для работ по углублению ствола скважины применяются буровые долота

По твердости горных пород на 7 типов от долот для бурения

- мягких (М),**
- средних пород (С) до**
- твердых (Т) и**
- крепких пород (К).**

По назначению-

- Для бурения сплошным забоем**
- Для бурения кольцевым забоем (для отбора керна).**

Бурильные трубы

предназначены для передачи **вращения долоту** (при роторном бурении) и **восприятия реактивного момента двигателя** при бурении с забойными двигателями, **создания нагрузки на долото**, **подачи бурового раствора на забой скважины** для очистки его от разбуренной породы и **охлаждения долота**, **подъема из скважины изношенного долота** и **спуска нового** и т.п.

Бурильные трубы отличаются **повышенной толщиной стенки** и, как правило, имеют коническую резьбу с обеих сторон. Трубы соединяются между собой с помощью бурильных замков. Для обеспечения прочности резьбовых соединений концы труб делают утолщенными. По способу изготовления трубы могут быть цельными и с приварными соединительными концами. У цельных труб утолщение концов может быть обеспечено высадкой внутрь или наружу.

При глубоком бурении используют стальные и легкосплавные бурильные трубы с номинальными диаметрами 60, 73, 89, 102, 114, 127 и 140 мм. Толщина стенки труб составляет от 7 до 11 мм, а их длина 6, 8 и 11,5 м.

Наряду с обычными используют **утяжеленные бурильные трубы (УБТ)**. Их назначением является создание нагрузки на долото и повышение устойчивости нижней части бурильной колонны.



Ведущая труба. Бурильные замки

Ведущая труба предназначена для передачи вращения от ротора к бурильной колонне (ротаторное бурение) и передачи реактивного момента от бурильной колонны ротору (при бурении с забойным двигателем). **Эта труба, как правило, имеет квадратное сечение и проходит через квадратное отверстие в роторе.** Одним концом ведущая труба присоединяется к вертлюгу, а другим - к обычной бурильной трубе круглого сечения.

Длина граней ведущей трубы определяет возможный интервал проходки скважины без наращивания инструмента. При малой длине ведущей трубы увеличивается число наращиваний и затраты времени на проводку скважины, а при большой - затрудняется их транспортировка.

Бурильные замки предназначены для соединения труб. Замок состоит из замкового ниппеля и замковой муфты. Непрерывная многозвенная система инструментов и оборудования, расположенная ниже вертлюга (ведущая труба, бурильные трубы с замками, забойный двигатель и долото) называется **бурильной колонной**. Ее вспомогательными элементами являются переводники различного назначения, протекторы, центраторы, стабилизаторы, калибраторы, наддолотные амортизаторы.

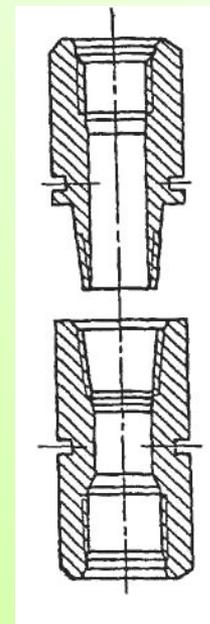


Рис. 6.20 Бурильный замок: а - замковый ниппель; б - замковая муфта.

Переводники служат для соединения в бурильной колонне элементов с резьбой различного профиля, с одноименными резьбовыми концами (резьба ниппельная-ниппельная, резьба муфтовая-муфтовая), для присоединения забойного двигателя и т.п. По назначению переводники подразделяются на переходные, муфтовые и ниппельные.

Протекторы предназначены для предохранения бурильных труб и соединительных замков от поверхностного износа, а обсадной колонны - от протирания при перемещении в ней бурильных труб. Обычно применяют протекторы с плотной посадкой, представляющие собой резиновое кольцо, надетое на бурильную колонну над замком. Наружный диаметр протектора превышает диаметр замка.

Центраторы применяют для предупреждения искривления ствола при бурении скважины. Боковые элементы центратора касаются стенок скважины, обеспечивая соосность бурильной колонны с ней. Располагаются центраторы в колонне бурильных труб в местах предполагаемого изгиба. Наличие центраторов позволяет применять более высокие осевые нагрузки на долото.

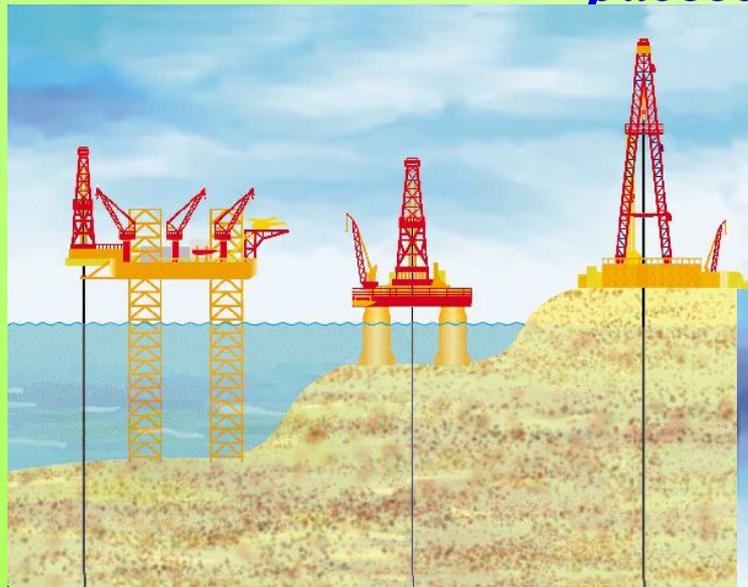
Стабилизаторы Калибратор Наддолотный амортизатор

Стабилизаторы - это опорно-центрирующие элементы для сохранения жесткой соосности бурильной колонны в стволе скважины на протяжении некоторых, наиболее ответственных участков. От центраторов они отличаются большей длиной.

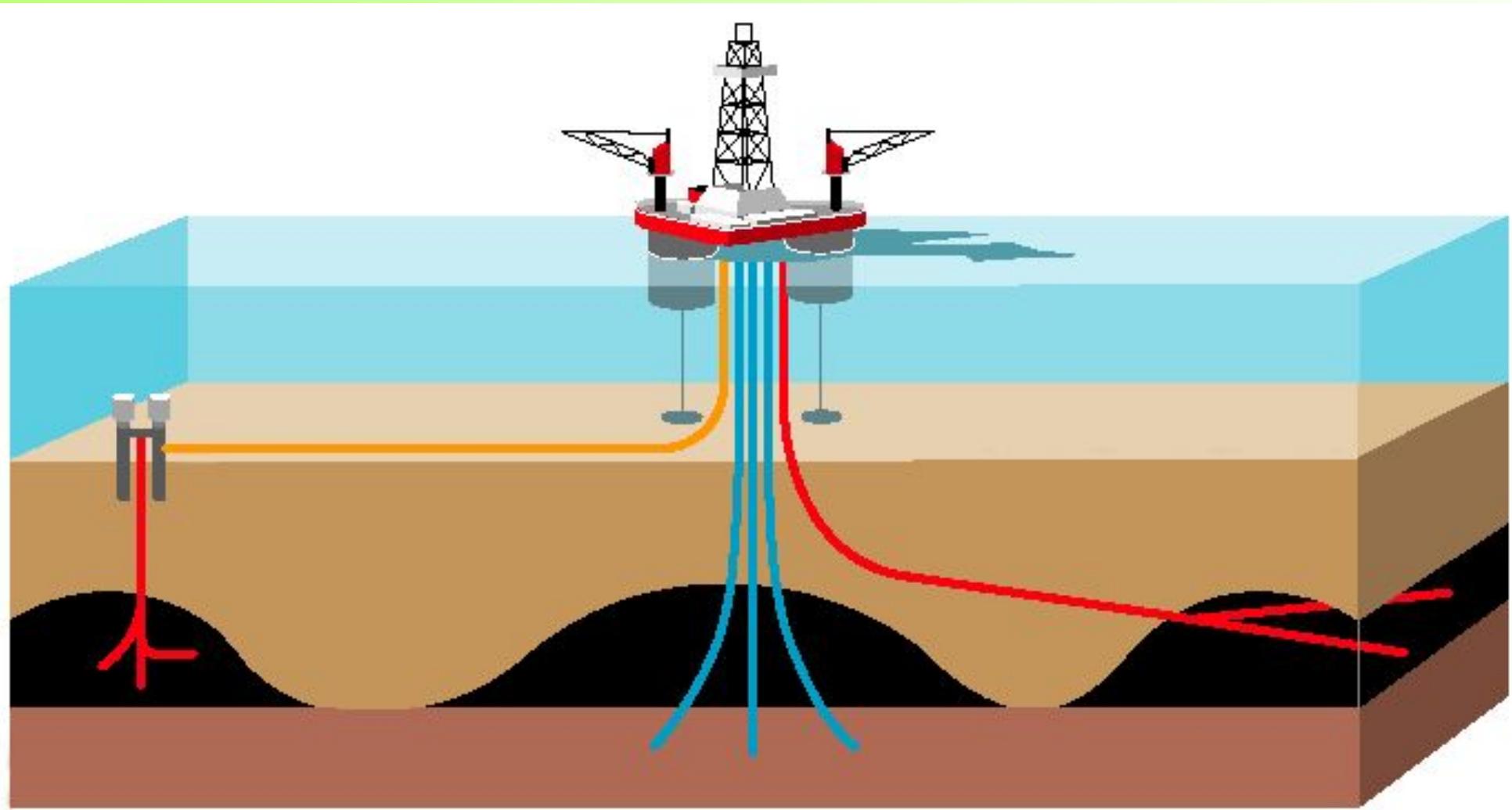
Калибратор - разновидность породоразрушающего инструмента для обработки стенок скважины и сохранения номинального диаметра ее ствола в случае износа долота. В бурильной колонне калибратор размещают непосредственно над долотом. Он одновременно выполняет роль центратора и улучшает условия работы долота.

Наддолотный амортизатор (забойный демпфер) устанавливают в бурильной колонне между долотом и утяжеленными бурильными трубами для гашения высокочастотных колебаний, возникающих при работе долота на забое скважины. Снижение вибрационных нагрузок приводит к увеличению ресурса бурильной колонны и долота. Различают демпфирующие устройства двух типов: амортизаторы-демпферы механического действия, включающие упругие элементы (стальные пружины, резиновые кольца и шары) и виброгасители-демпферы гидравлического или гидромеханического действия.

Буровые установки для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения.



Нефтяные и газовые скважины бурят на суше и на море при помощи буровых установок. В последнем случае буровые установки монтируются на эстакадах, плавучих буровых платформах или судах.





Отечественная полупогружная буровая платформа «Шельф-2»



Буровая платформа гравитационного типа в Северном море

Для доставки на забой нового долота взамен изношенного, применяют бурильные трубы.

Набор инструмента и труб над долотом называется компоновкой низа бурильной колонны (КНБК).

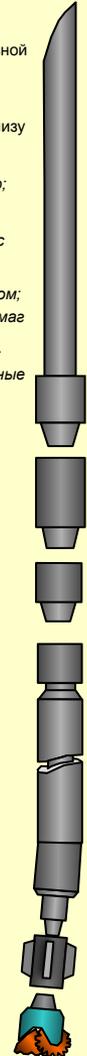
Пример компоновки низа бурильной колонны для стабилизации зенитного угла снизу – вверх: долото; калибратор; шпиндель турбобура со стабилизаторами; три секции турбобура; переводник; утяжеленная бурильная труба; легкосплавные бурильные трубы;



Пример компоновки низа бурильной колонны для уменьшения зенитного угла снизу – вверх: долото; калибратор; винтовой забойный двигатель; переводник; утяжеленная бурильная труба; легкосплавные бурильные трубы;



Пример компоновки низа бурильной колонны для изменения параметров кривизны снизу – вверх: долото; калибратор; винтовой забойный двигатель с «кривым» переводником; переводник магнитный; переводник; легкосплавные бурильные трубы;



Газонефтеводопроявления

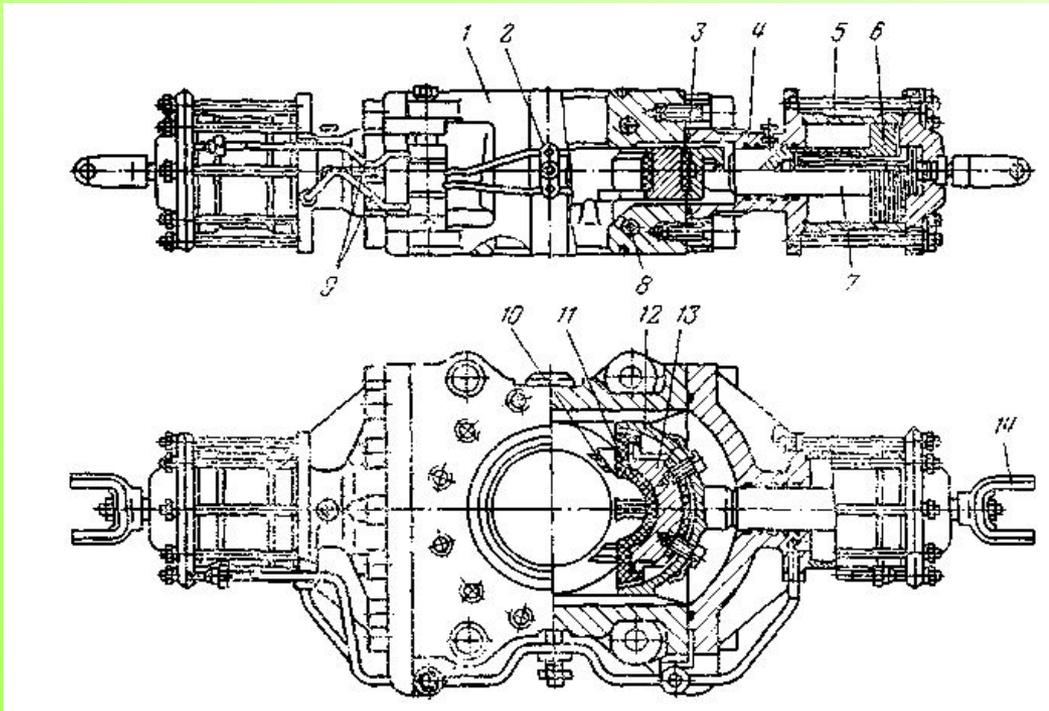
Газонефтеводопроявления могут возникнуть, если пластовое давление хотя бы в одном из горизонтов будет выше давления, создаваемого на него промывочной жидкостью. Жидкости и газы могут поступать в скважину при вскрытии объекта с повышенным коэффициентом аномальности, при плохом контроле за плотностью и дегазацией промывочной жидкости, при понижении уровня жидкости в скважине. Интенсивность притока зависит от перепада давлений, проницаемости пристволенной зоны пласта, свойств пластовых жидкостей и газов и других факторов и нередко бывает весьма значительной.

ПРОТИВОВЫБРОСОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Для герметизации бурящихся скважин при газоводонефтепроявлениях и предотвращения открытых выбросов применяют противовыбросовое оборудование

Превенторы предназначены для перекрытия и герметизации кольцевого зазора между спущенной в скважину обсадной колонной и бурильными трубами или для перекрытия устья скважины при отсутствии в ней бурильных труб. Выпускают превенторы двух типов: плашечные с гидравлическим и ручным приводом (ППГ) и универсальные (ПУГ), а также вращающиеся превенторы типа ПВ в комплекте с системой дистанционного пневматического управления, которыми дополняют противовыбросовое оборудование для бурения скважин с применением воздуха, газа и аэрированной жидкости.

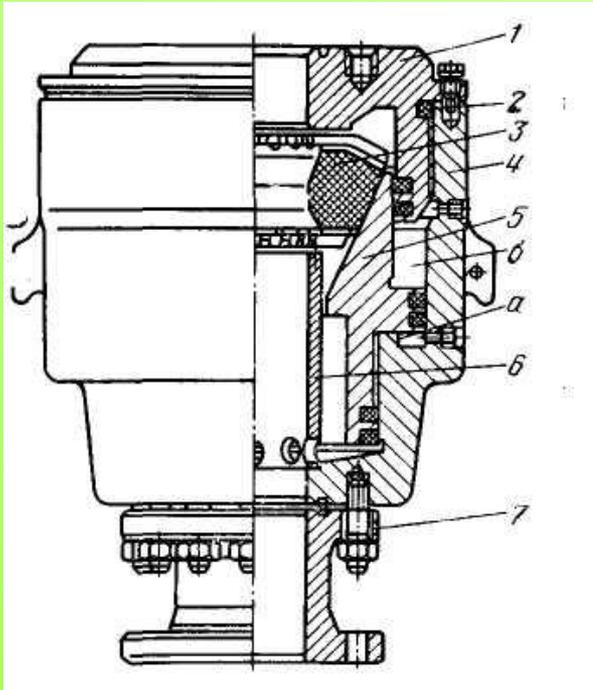
Плашечный превентор типа ППГ



Превентор имеет основной дистанционный гидравлический привод и ручной карданный привод для каждой плашки. Ручной привод применяют для закрытия превентора в случае разряжения гидроаккумулятора гидравлического привода, а также для фиксации плашек в закрытом положении.

Корпус *1* выполнен из стальной отливки с вертикальным проходным отверстием и сквозной прямоугольной горизонтальной полостью, в которой расположены плашки разъемной конструкции. Полость с обеих сторон закрыта откидными крышками *4* с уплотнительными прокладками *3*. Крышки крепят к корпусу винтами. Плашки состоят из корпуса *12* с установленными в нем сменными вкладышами *13* и резиновым уплотнением *11*. Плашки могут быть с отверстиями под трубы или без отверстий— глухими. На вкладышах плашек имеются специальные треугольные выступы *10* для принудительного центрирования колонны труб при закрытии превентора. Каждая плашка перемещается с помощью поршня *6*, расположенного в гидравлическом цилиндре *5*, и штока *7*. В цилиндры масло подается под давлением через коллектор *2*, поворотное ниппельное соединение и трубопровод *9*.

ПУГ

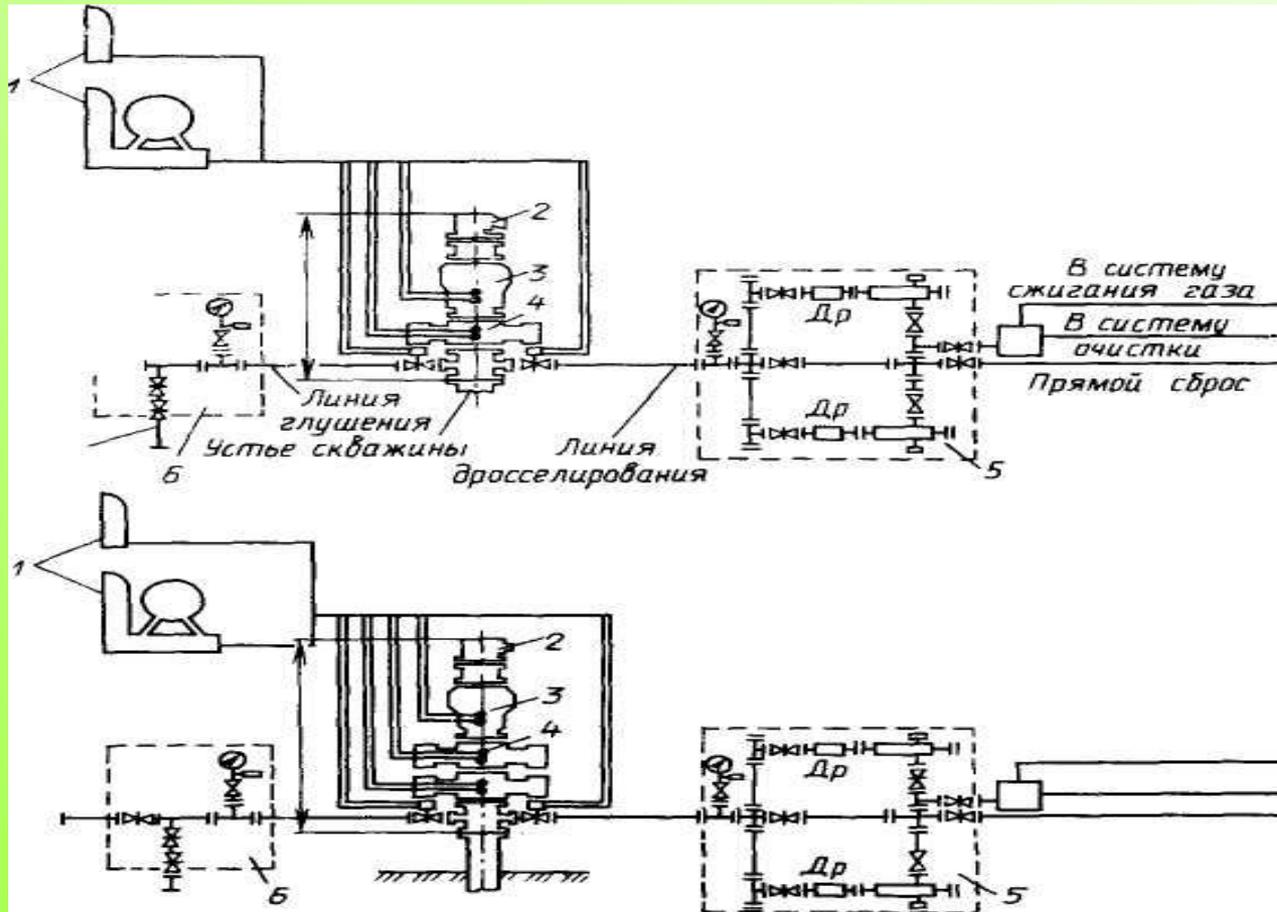


Универсальный превентор состоит из корпуса 4, крышки 1, уплотнителя 3, плунжера 5, втулки 6, катушки 7 и уплотнительных манжет 2.

При герметизированном устье универсальным превентором можно расхаживать, проворачивать и протаскивать колонну труб, что исключается при герметизации устья плашечными превенторами.

Манифольд

Манифольд состоит из системы трубопроводов, соединенных по определенной схеме, и необходимой арматуры. Он включает линии дросселирования и глушения скважины.



Схемы противовыбросового оборудования:

/—пульта управления; 2 — разъемный желоб; S — универсальный превентор; 4 —
плащечный превентор; 5 — блок дросселирования; 6 — блок глушения

Осыпи и обвалы пород, сужение ствола, прихват.

Осыпи и обвалы пород, сужение ствола иногда возникают при бурении, что проявляется в повышении давления в нагнетательной линии насосов при промывке, выносе на поверхность большого количества песка и довольно крупных обломков пород, существенном увеличении усилия, необходимого для приподнимания колонны труб. Одна из причин такого осложнения— изменение напряженного состояния в породе при разбурировании.

Прихват — это осложнение, вызванное нарушением технологии бурения или недостаточно правильным учетом особенностей геологического строения месторождения. Нередко для подъема колонны труб из скважины требуется приложить усилие, значительно (на 10—20% и более) превышающее вес самой колонны. Иногда при попытке устранить прихват прилагают чрезмерно высокое усилие и колонна обрывается—прихват усугубляется аварией. Существует несколько причин затяжки и прихватов колонн бурильных и обсадных труб.

Крепление

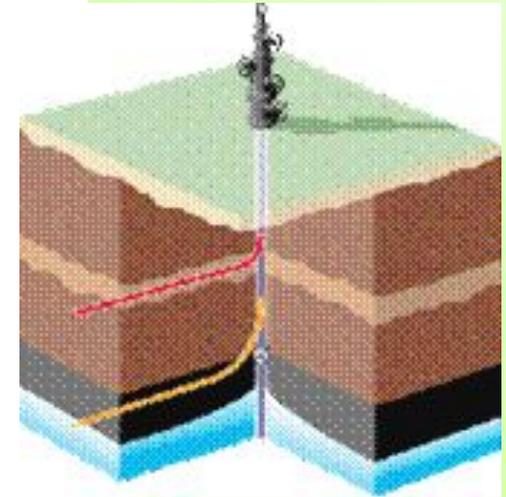
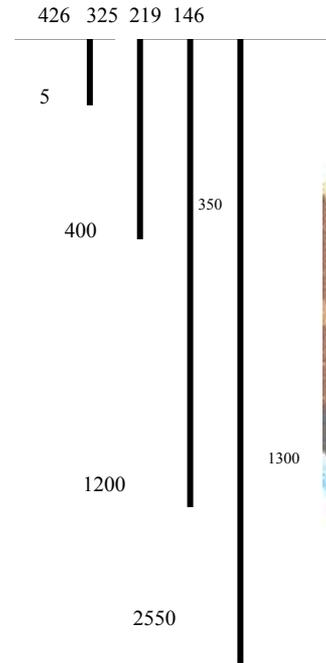
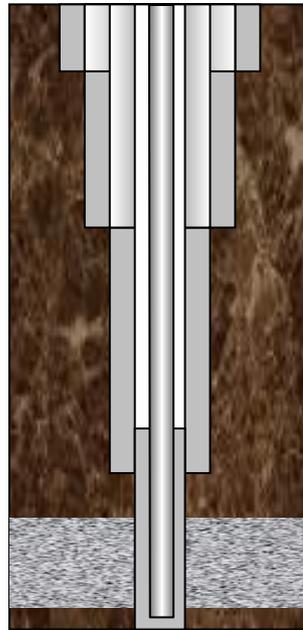
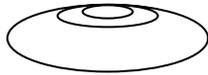
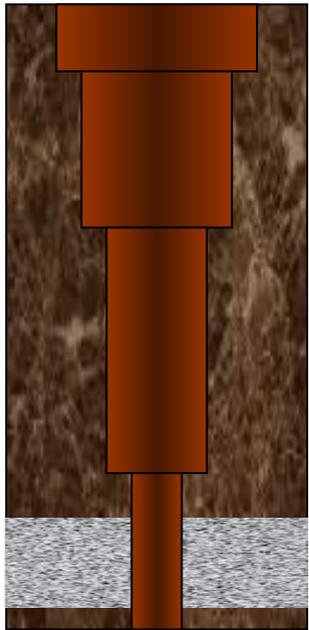
Крепление ствола скважины производится путем спуска в нее специальных труб, называемых обсадными. Ряд обсадных труб, соединенных последовательно между собой, составляет обсадную колонну. Для крепления скважин применяют стальные обсадные трубы.

Насыщенные различными флюидами пласты разобцены непроницаемыми горными породами - «покрышками». При бурении скважины эти непроницаемые разобцщающие покрышки нарушаются и создается возможность межпластовых перетоков, самопроизвольного излива пластовых флюидов на поверхность, обводнения продуктивных пластов, загрязнения источников водоснабжения и атмосферы, коррозии спущенных в скважину обсадных колонн.

Расположение обсадных колонн с указанием их диаметра, глубины спуска, высоты подъема цементного раствора, диаметра долот, которыми ведется бурение под каждую колонну

Конструкция должна обеспечивать **конструкцией скважины**.

- прочность и долговечность скважины как технического сооружения;
- проходку скважины до проектной глубины;
- достижение проектных режимов эксплуатации;
- максимально полное использование природной энергии для транспортировки нефти и газа;
- надежную изоляцию газонефтеводонапорных горизонтов;
- минимальный расход средств на разведку и разработку месторождения;
- возможность проведения ремонтных работ в скважине.



Каждая колонна, входящая в колонну скважины имеет свое назначение

Направление спускается в скважину для предупреждения размыва и обрушения горных пород вокруг устья при бурении под кондуктор, а также для соединения скважины с системой очистки бурового раствора.

Кондуктор - служит также для установки противовыбросового устьевого оборудования. и подвески последующих обсадных колонн.

Промежуточные (технические) колонны необходимо спускать, если невозможно пробурить до проектной глубины без предварительного разобращения зон осложнений (проявлений, обвалов).

Эксплуатационная колонна - спускается в скважину для извлечения нефти, газа или нагнетания в продуктивный горизонт воды или газа с целью поддержания пластового давления.

Конструкция скважины

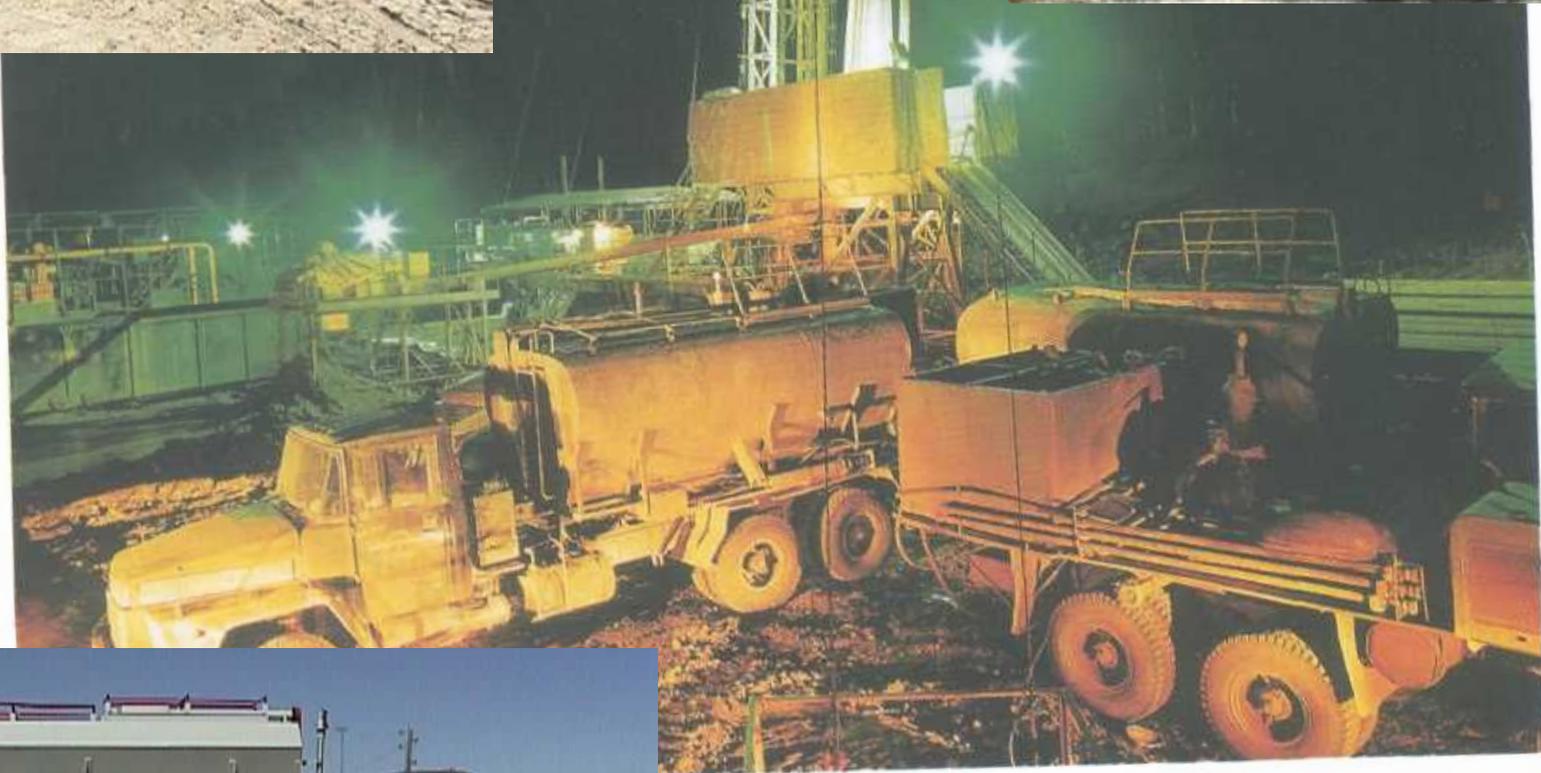
Таким образом, в результате бурения ствола , его последующего крепления и разобщения пластов создается устойчивое подземное сооружение определенной **конструкции**.

Под конструкцией скважины понимается совокупность данных о числе и размерах (диаметр и длина) обсадных колонн, диаметрах ствола скважины под каждую колонну, интервалах цементирования, а также о способах и интервалах соединения скважины с продуктивным пластом.

Процесс цементирования производится следующим образом:

- Закачивается буферная жидкость;
- Закачивается цементный раствор пониженной плотности во избежание гидроразрыва неустойчивых пластов;
- Закачивается цементный раствор для качественной изоляции зоны продуктивного пласта;
- Закрываются на цементирующей головке линии подачи цемента, открывается стопор на разделительной пробке, открываются линии подачи продавочной жидкости;
- Закачивается продавочная жидкость в объеме равном внутреннему объему обсадных труб;
- В момент посадки разделительной пробки на стоп-кольцо происходит увеличение давления закачки, это значение называется сигнал **СТОП**.

Скважина закрывается и устанавливается на **время ожидания затвердения цементного раствора ОЗЦ**. (не менее 24 часов).



Вскрытие и освоение нефтяного пласта

Поскольку после вскрытия нефтяного пласта бурением в скважину спускают обсадную колонну и цементируют ее, тем самым перекрывая и нефтяной пласт, возникает необходимость в повторном вскрытии пласта. Этого достигают посредством прострела колонны в интервале пласта специальными перфораторами, имеющими заряды на пороховой основе. Они спускаются в скважину на кабель-канате геофизической службой.

В настоящее время освоены и применяют несколько методов перфорации скважин.

Вскрытие и освоение нефтяного пласта

Бурение скважины заканчивается вскрытием нефтяного пласта, т.е. сообщением нефтяного пласта со скважиной. Этот этап является весьма ответственным по следующим причинам. Нефтегазовая смесь в пласте находится под большим давлением, величина которого может быть заранее неизвестной. При давлении, превышающем давление столба жидкости, заполняющей скважину, может произойти выброс жидкости из ствола скважины и возникнет открытое фонтанирование;

- попадание промывочной жидкости (в большинстве случаев это глинистый раствор) в нефтяной пласт забивает его каналы, ухудшая приток нефти в скважину. Избежать фонтанных выбросов можно, предусмотрев установку на устье специальных устройств, перекрывающих ствол скважины - превенторов, или, применив промывочную жидкость высокой плотности.

Предотвращение проникновения раствора в нефтяной пласт добиваются путем введения в раствор различных: компонентов, по свойствам близким к пластовой жидкости, например, эмульсий на нефтяной основе.

Заключительные работы

- В комплекс работ по заканчиванию скважин входит:
- Оборудование устья скважины
- Определение обсадной колонны на герметичность (опрессовка)
- Геофизические исследования
- Вторичное вскрытие пласта (перфорация), применяют четыре типа перфораторов
 - Пулевые
 - Кумулятивные
 - Торпедные
 - Гидропескоструйные
- Освоение скважины и сдача ее в эксплуатацию



Заключительные работы

Под освоением скважины понимают проведение ряда мероприятий для вызова притока нефти с доведением ее отбора до максимальных значений и подъема ее на поверхность. Это достигается:

- Заменой глинистого раствора на воду или нефть
- Свабированием (поршневанием)
- Глубинным насосом
- Нагнетанием в скважину сжатого инертного газа.