

История нефтегазовой отрасли и основы нефтегазового дела



Модуль 2.

Лекция 2. Бурение нефтяных и газовых скважин

Элементы буровой скважины

Скважина – цилиндрическая горная выработка, сооружаемая без доступа в нее человека и имеющая диаметр во много раз меньше ее длины.

Бурение скважин – это процесс сооружения скважины путем разрушения горных пород.

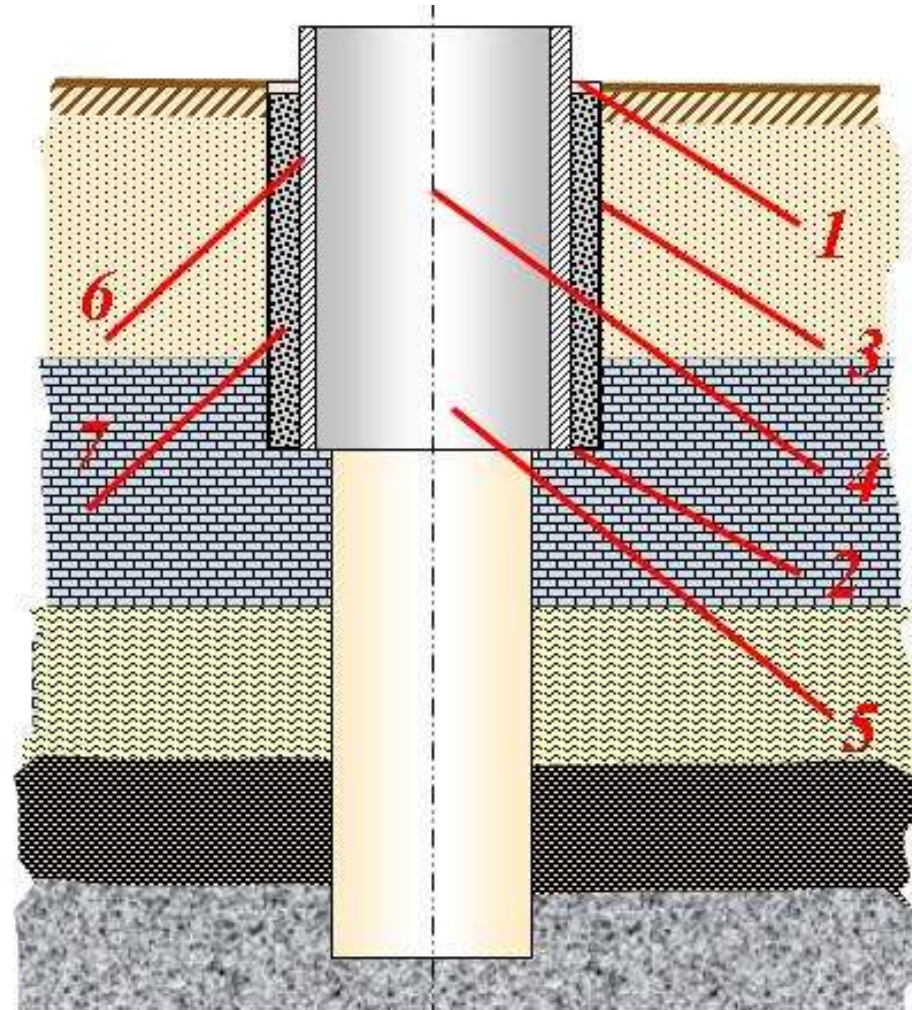
Элементы буровой скважины:

- верхняя часть скважины – **устье (1)**;
- дно – **забой (2)**;
- боковая поверхность – **стенка (3)**;
- пространство, ограниченное стенкой – **ствол скважины (5)**.

Длина скважины – расстояние от устья до забоя по оси ствола (4).

Глубина скважины – проекция длины на вертикальную ось.

6 – обсадные колонны, **7** – горная порода.



Керн

Скважины углубляют, разрушая породу по всей площади забоя (сплошным забоем, **а**) или по его периферийной части (кольцевым забоем, **б**).

При бурении кольцевым забоем в центре скважины остается колонка породы – **керн**, которую периодически поднимают на поверхность для непосредственного изучения.

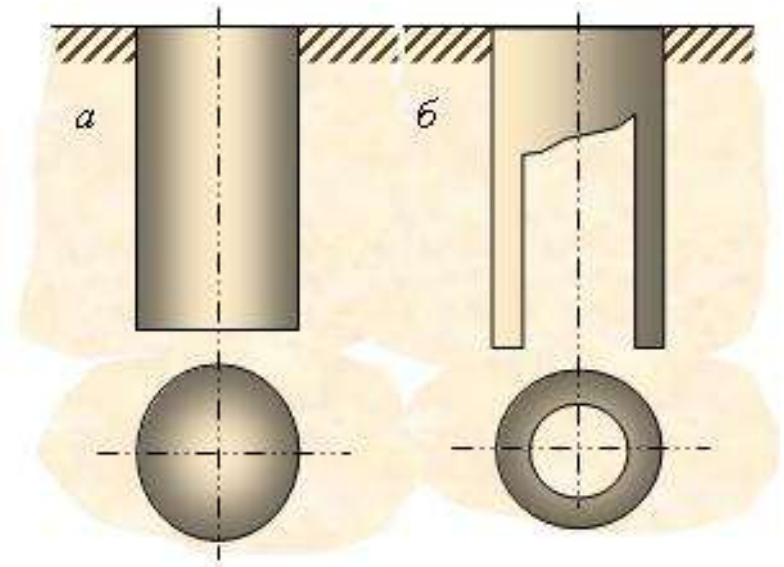


Схема скважины, пробуренной
сплошным (**а**) и кольцевым
забоем (**б**)



Классификация скважин по назначению

- **Разведочные** — для выявления продуктивных пластов, изучения размеров и строения залежи и т.п.
- **Эксплуатационные** — для добычи нефти, газа и газового конденсата.
- **Нагнетательные** — для закачки в продуктивные горизонты воды (реже воздуха, газа) с целью поддержания пластового давления.
- **Наблюдательные** — для контроля за разработкой залежей.
- **Поисковые** — для открытия новых промышленных залежей нефти и газа.
- **Опорные** скважины закладываются в районах, не исследованных бурением, служат для изучения состава и возраста слагающих пород.
- **Параметрические** — для изучения геологического строения малоизвестного района и перспектив его нефтегазоносности.
- **Структурные** — для выявления перспективных площадей и их подготовки к поисково-разведочному бурению.

Цикл строительства скважин

- 1) подготовительные работы;
- 2) монтаж вышки и оборудования;
- 3) подготовка к бурению;
- 4) процесс бурения;
- 5) вскрытие пласта и испытание на приток нефти и газа.

Способы бурения

Механические:

- **вращательные способы** (роторное, турбинное, реактивно-турбинное бурение и бурение с использованием электробура и винтовых забойных двигателей);
- **ударные способы.**

Немеханические:

- **термические;**
- **электрические;**
- **взрывные;**
- **гидравлические;**
- **и др.**

Глубина бурения

мелкое



до 1500 м

**на средние
глубины**



до 4500 м

до 6000 м



глубокое

глубже 6000 м



сверхглубокое

К сведению ...



Начальный диаметр нефтяных и газовых скважин обычно не превышает 900 мм, а конечный редко бывает меньше 165 мм.

Глубины нефтяных и газовых скважин изменяются в пределах нескольких тысяч метров.

Самая глубокая скважина в мире была пробурена на Кольском полуострове в 1994 году (Кольская сверхглубокая скважина). Ее глубина – свыше **12 километров**.

В 2007 г. нефтяники Сахалина побили мировой рекорд по бурению самой длинной наклонной нефтяной скважины: за 61 день пробурили скважину диаметром 215 мм, которая ушла под дно Охотского моря на **11 282 м**.

Строительство скважин



Процесс бурения включает в себя ряд операций:

- **Спуск** бурильных труб с разрушающим инструментом в скважину.
- **Разрушение** породы забоя.
- **Вынос** разрушенной породы из скважины.
- **Подъем** бурильных труб из скважины для смены сработавшегося разрушающего инструмента.
- **Укрепление** стенок скважины при определении определенной глубины обсадными трубами с последующим **цементированием** пространства между стенкой скважины и спущенными трубами (разобщение пластов).

Буровая установка

- **буровое оборудование** (тале́вый механизм, насосы, буровая лебедка, вертлюг, ротор, силовой привод и т.д.);
- **буровые сооружения** (вышка, основания и т.п.);
- **оборудование для механизации трудоемких работ** (механизмы для автоматизации спуско-подъемных операций, автоматический буровой ключ, пульт контроля процессов бурения, посты управления);
- **оборудование для приготовления, очистки и регенерации бурового раствора** (блок приготовления, вибросита, песко- и илоотделители, емкости для химических реагентов, воды и бурового раствора);
- **манифольд** (нагнетательная линия в блочном исполнении, дроссельно-запорные устройства);
- **устройства для обогрева блоков буровой установки.**

Бурение зимой



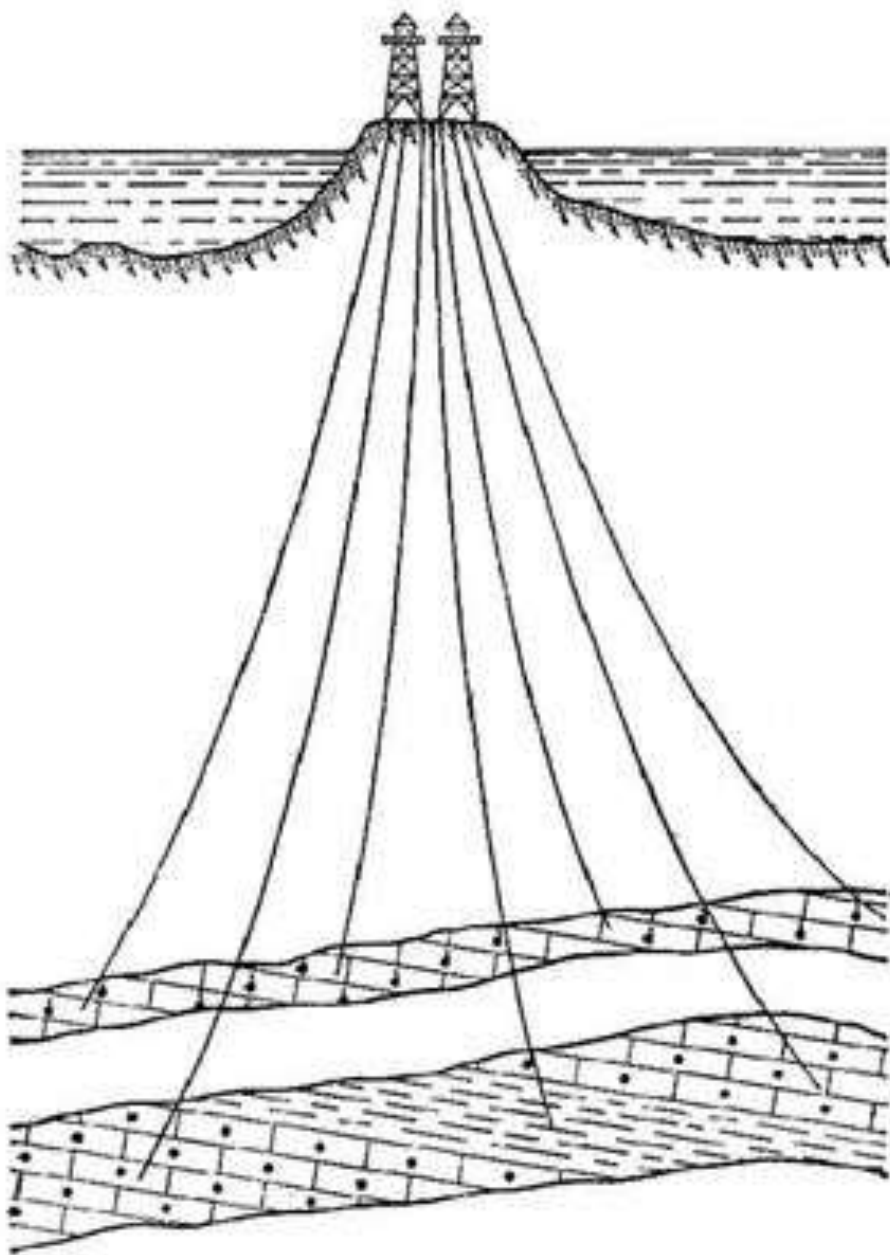
Буровая установка



На буровой: ведущая труба, пульт управления



Куст скважин



Кустовое бурение – сооружение групп скважин с общего основания ограниченной площади, на котором размещается буровая установка и оборудование.

Производится при отсутствии удобных площадок для буровых установок и для сокращения времени и стоимости бурения. Расстояния между устьями скважин не менее 3 м.

ЛЭП, куст скважин



Буровые вышки



Одноопорная вышка



Двухопорная
(А-образная) вышка

Вышка башенного
типа

Талевая система
включает в себя:

- Кран-блок
- Буровую
вышку
- Талевый
канат
- Талевый блок
(крюкоблок)
- Буровую
лебедку

Талевая система.
Пульт управления,
лебедка
вспомогательная.



**Ротор, клинья, АКБ- 3 М, элеваторы,
вкладыши в ротор для ведущей трубы,
приборы и др.**



Крепление бурового шланга к вертлюгу



Буровой насос

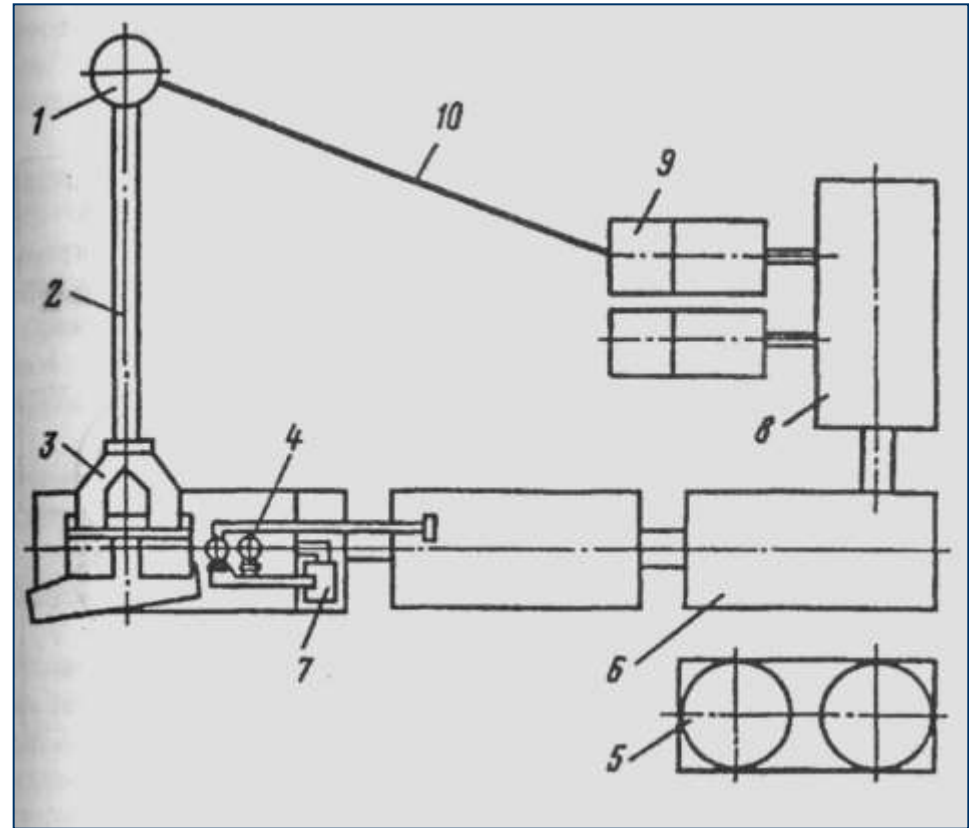


Ротор



Циркуляционная система бурового раствора:

- Буровые насосы.
- Емкостная система.
- Блок приготовления и обработки раствора.
- Манифольд и 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.



1 – устье скважины; 2 – желоб;
3 – вибросито; 4 – гидроциклон; 5 – блок приготовления бурового раствора;
6 – ёмкость; 7 – шламонасос;
8 – приемная емкость; 9 – буровой насос; 10 – нагнетательный трубопровод.

Гидроциклонная установка для очистки бурового раствора



Узел обработки химическими реагентами бурового раствора



Функции бурового раствора

- 1) вынос частиц выбуренной породы из скважины;
- 2) передача энергии турбобуру или винтовому двигателю;
- 3) предупреждение поступления в скважину нефти, газа и воды;
- 4) удержание частичек разбуренной породы во взвешенном состоянии при прекращении циркуляции;
- 5) охлаждение и смазывание трущихся деталей долота;
- 6) уменьшение трения бурильных труб о стенки скважины;
- 7) предотвращение обвалов пород со стенок скважины;
- 8) уменьшение проницаемости стенок скважины, благодаря коркообразованию.

Виды буровых растворов

- **агенты на водной основе** (техническая вода, естественные буровые растворы, глинистые и неглинистые растворы);
- **агенты на углеводородной основе;**
- **агенты на основе эмульсий;**
- **газообразные и аэрированные агенты.**

Амбары для шлама



Загрузка бурового шлама в самосвал



Забойные двигатели:

- турбобур,
- электробур
- **винтовой двигатель**

устанавливаются непосредственно над долотом.

Породоразрушающий инструмент



**Шарошечные
долота**

**Лопастное долото и
колонковая
бурильная головка**



Алмазные долота

Бурильные трубы

предназначены для:

передачи вращения долоту (при роторном бурении);

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.

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.

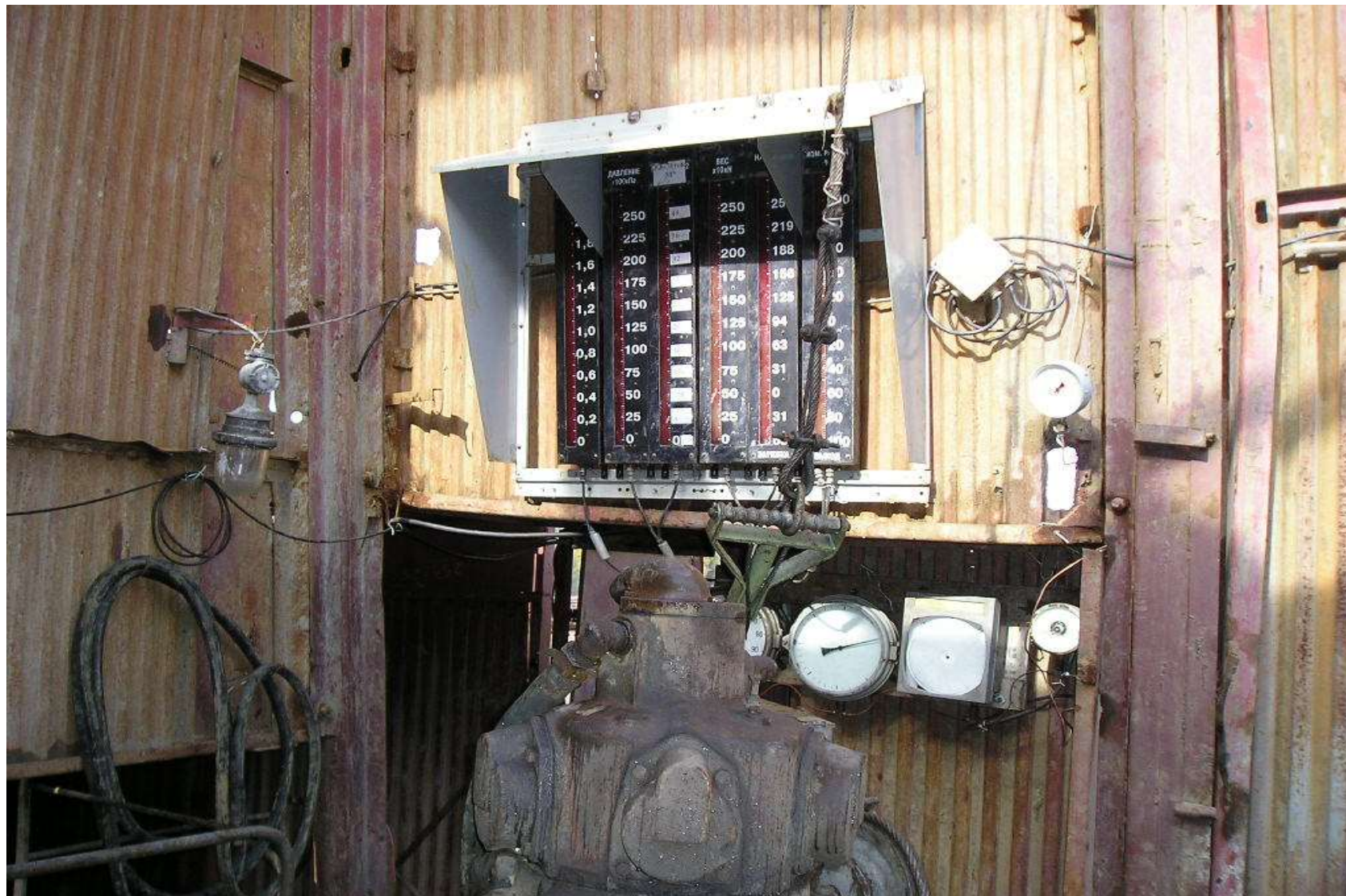
Буровое долото, элеваторы, переводники, канат стальной и др.



Превентор на устье скважины



Приборы контроля за процессами бурения



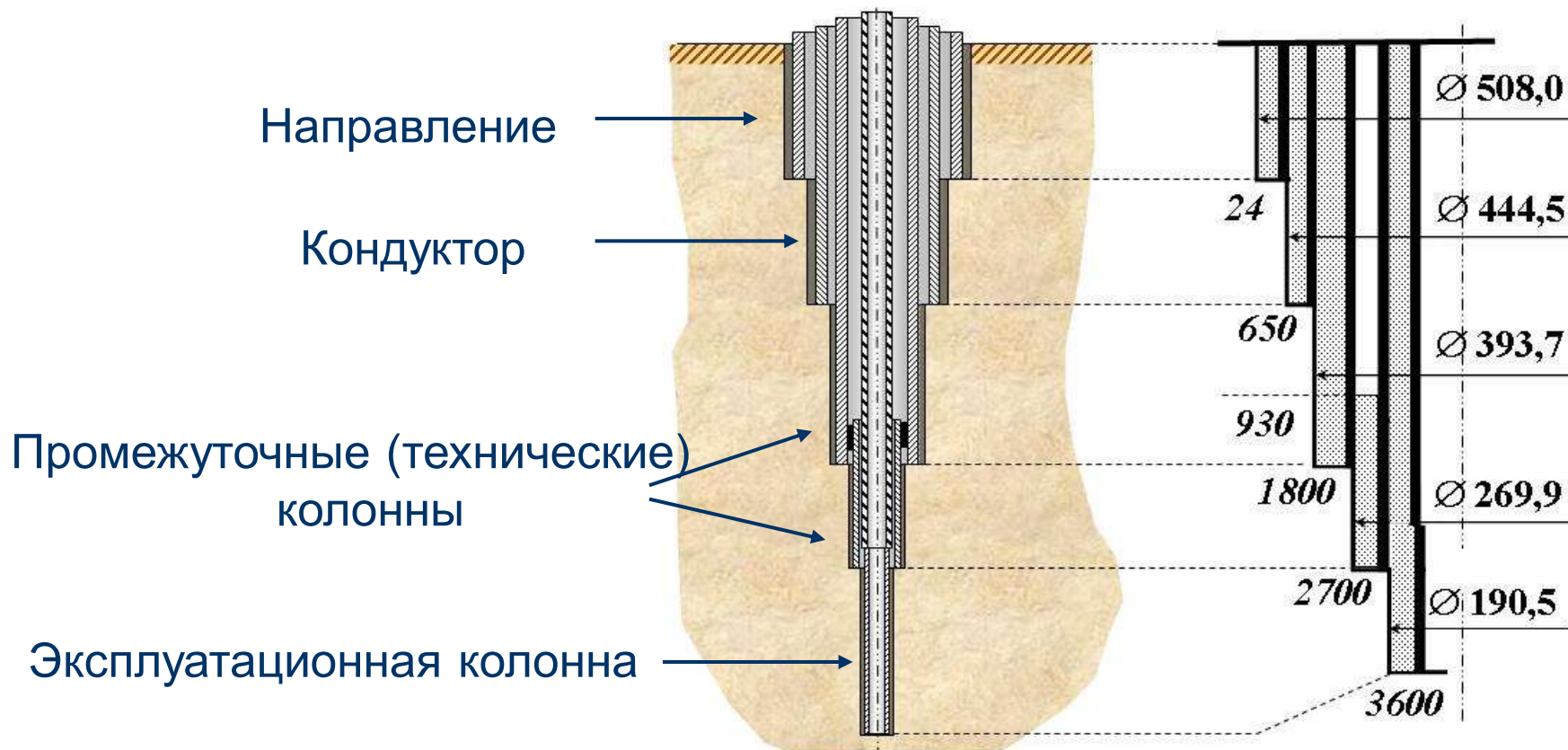


Обсадные трубы

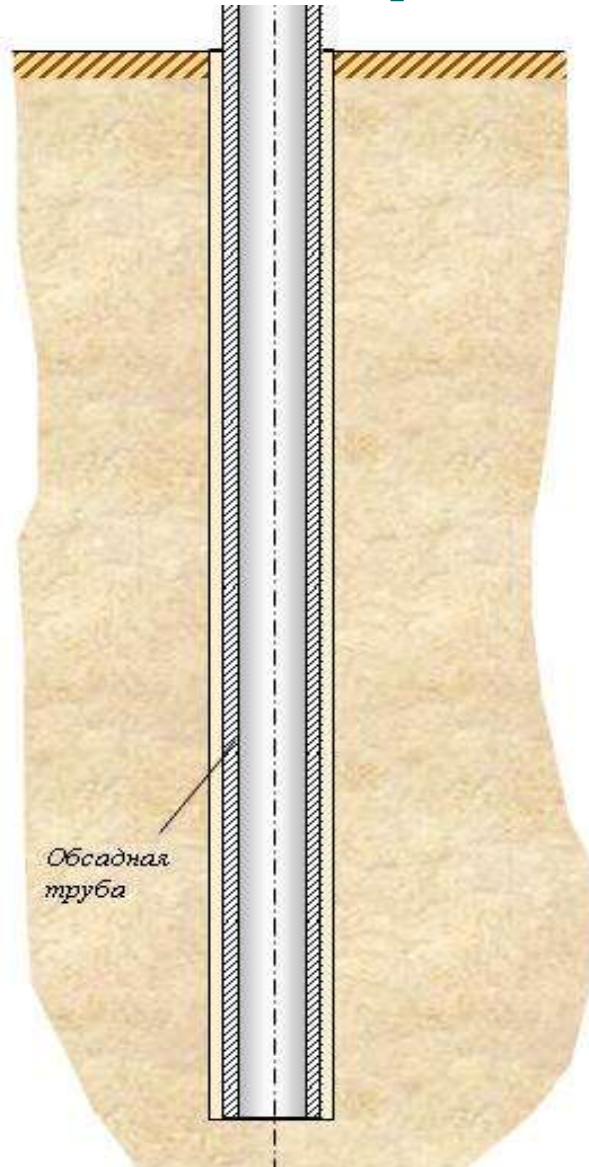


Конструкция скважины

Конструкция скважины – 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.



Крепление скважины



Обсадная труба в скважине

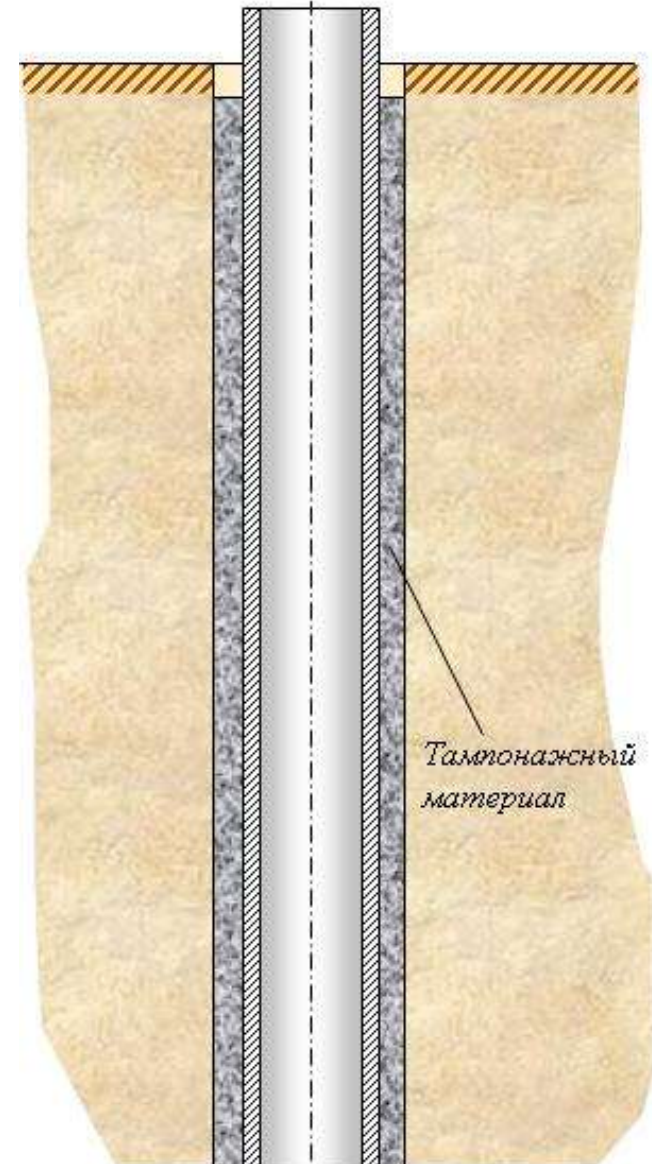


Схема крепления скважины

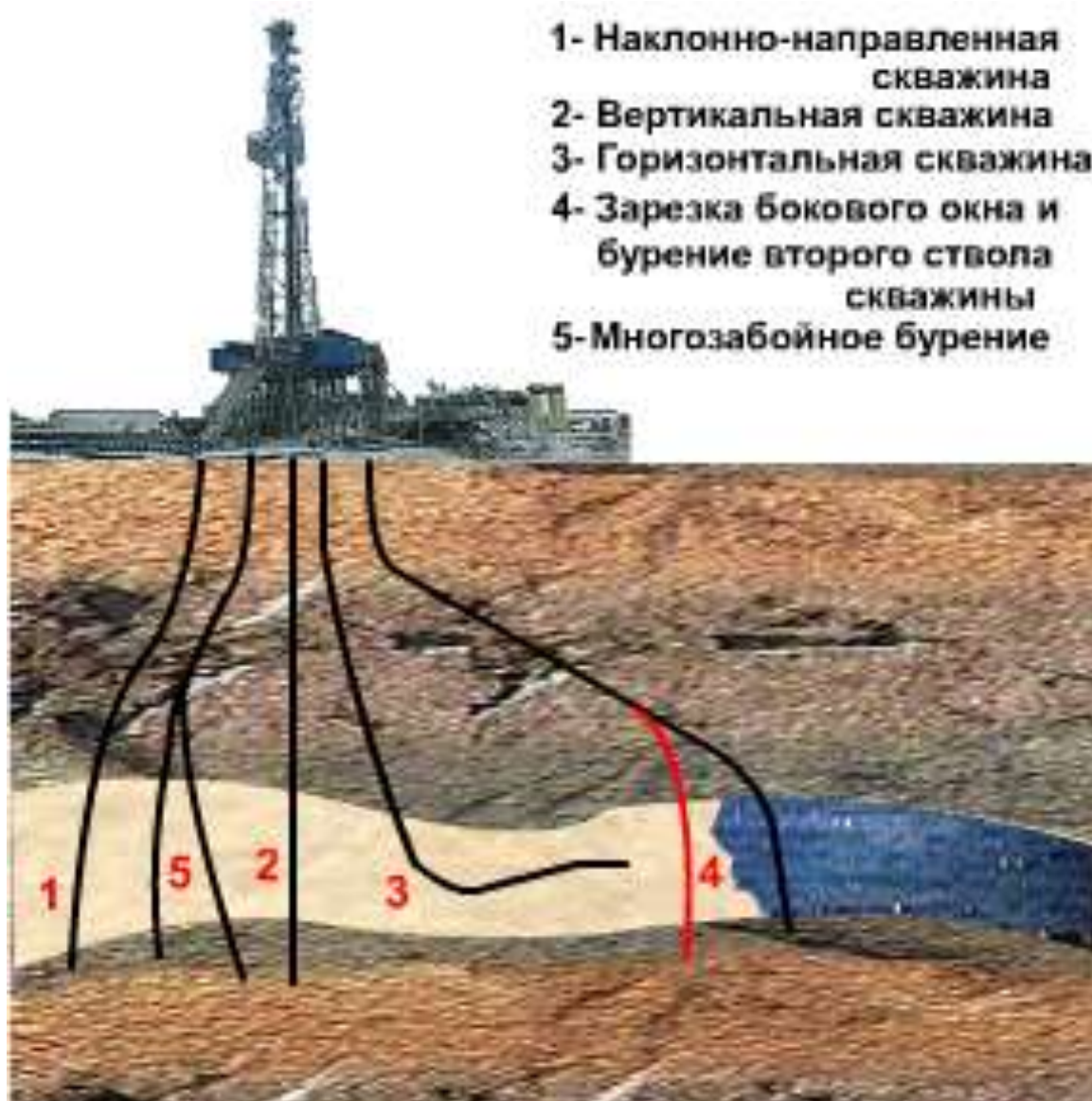
Осложнения при бурении скважины

- **обвалы пород;**
- **поглощения промывочной жидкости;**
- **нефте-, газо- и водопроявления;**
- **прихваты бурильного инструмента;**
- **аварии, искривление скважин.**

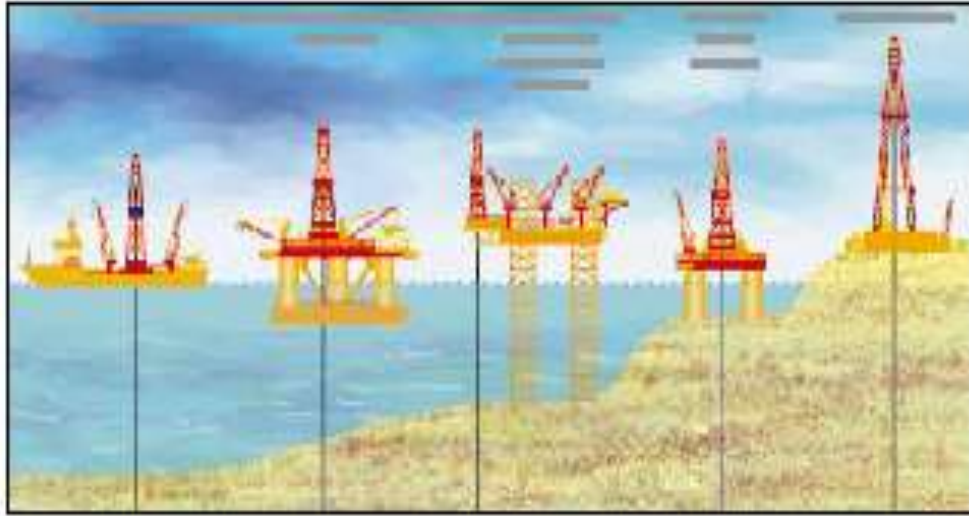
Аварии, возникающие при бурении

- **аварии с долотами** (отвинчивание долота при спуске инструмента вследствие недостаточного его закрепления, слом долота в результате перегрузки и т.д.);
- **аварии с бурильными трубами и замками** (слом трубы по телу; срыв резьбы труб, замков и переводников и т.д.);
- **аварии с забойными двигателями** (отвинчивание; слом вала или корпуса и т.д.);
- **аварии с обсадными колоннами** (их смятие; разрушение резьбовых соединений; падение отдельных секций труб в скважину и т. д.).

Пространственное расположение скважин



Буровые установки на морских территориях



Самоподъемная буровая платформа – плавучий понтон с вырезом, над которым расположена буровая вышка с буровым и вспомогательным оборудованием, многоэтажной рубкой с каютами для экипажа и рабочих, электростанция и склады. По углам платформы установлены многометровые колонны-опоры.

Полупогружные буровые платформы применяют при глубинах 300÷600 м. Они не опираются на морское дно, а плавают над местом бурения на огромных понтонах.

Буровые платформы гравитационного типа снабжены мощным бетонным основанием, опирающемся на морское дно.