



# Буровые промывочные жидкости

## Лекция 1

к.х.н., доцент кафедры БС ИТР ТГУ  
Минаев Константин Мадестович



План работы по курсу Буровые промывочные жидкости:

1. Лекции - 12 ч (6 лекций)
2. Лабораторные занятия – 20 (10 занятий)

Лекции	Лабораторные работы
04.04.17 (вторник)-16:10	-
05.04.17 (среда)-12:20	-
06.04.17 (четверг)-14:15	06.04.17 (четверг)-8:30 и 10:25 (Подгруппа 1)
08.04.17 (суббота)-12:20	08.04.17 (суббота)-8:30 и 10:25 (Подгруппа 2)
10.04.17 (понедельник)-10:25	10.04.17 (понедельник)-12:20 и 14:15 (Подгруппа 1)
-	11.04.17 (вторник)-10:25 и 12:20 (Подгруппа 2)
12.04.17 (среда)-8:30	-
Экзамен: пятница 14.04.17, 8:30	



Критерии получения баллов по курсу **Буровые промывочные жидкости**

Критерий	Баллы
Посещение и работа на лекции	10
Посещение и работа лабораторных занятиях	10
Сдача и защита отчетов по лабораторным работам	20
Тестирование перед лекцией	20
Экзамен	40



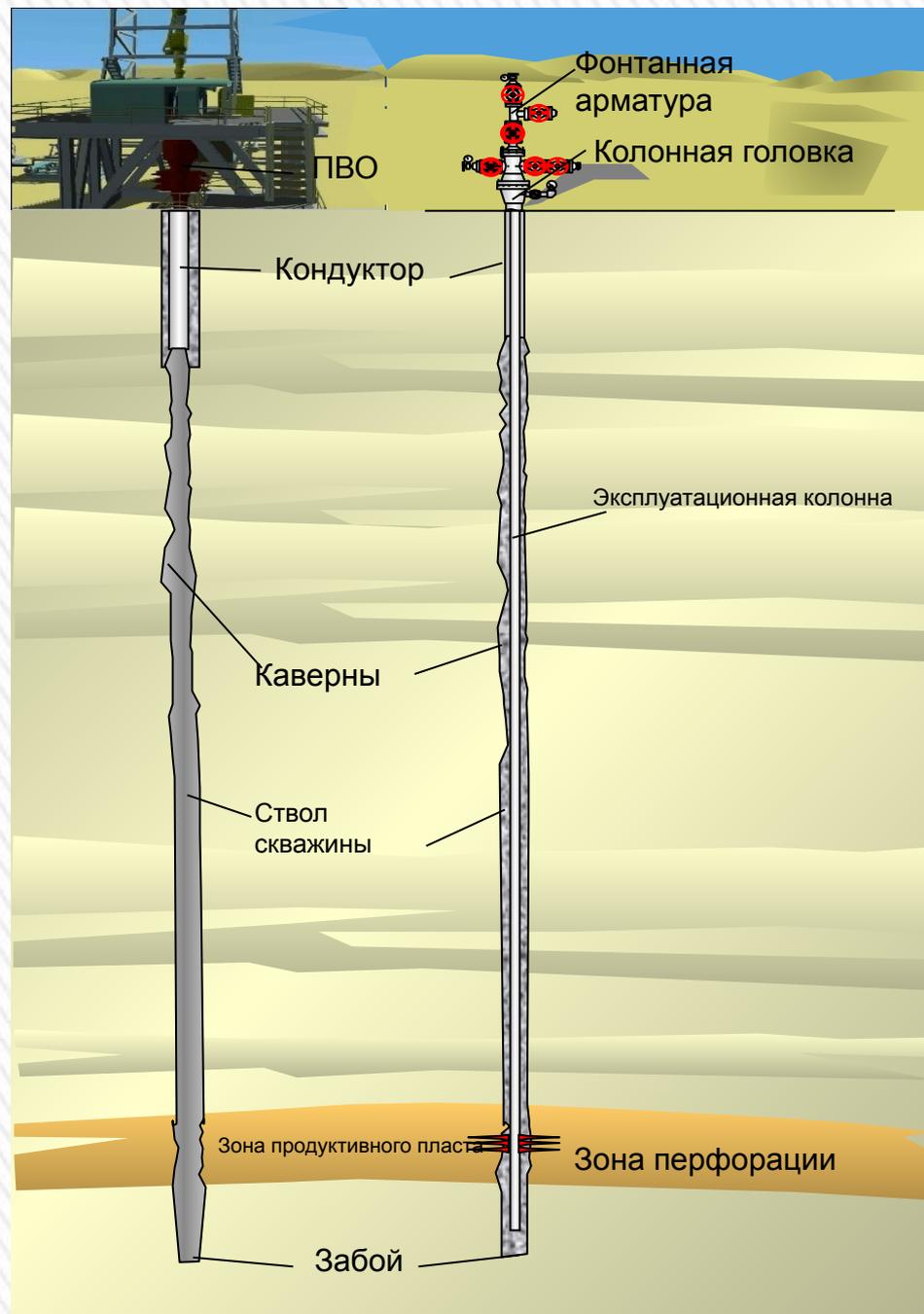
## Рекомендуемая литература:

- » Булатов А.И., Макаренко П.П., Проселков Ю.М. Буровые промывочные и тампонажные растворы. – М.: Недра, 1999. – 424 с.
- » Грей Дж. Р., Дарли Г. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей) / Дж. Р. Грей, Г. Дарли. – М.: Недра, 1985. – 509 с.
- » Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам. – Оренбург: Изд-во «Летопись», 2005. – 664 с.



**Бурение скважин** - это процесс сооружения направленной горной выработки большой длины и малого диаметра, сооружаемой **без доступа человека** к забою.

Первая промывочная жидкость – **вода**. (Фловиль, Франция 1848)



**Промывка** (продувка) – важнейший составной элемент технологии бурения, столь же необходимый, как и разрушение породы забоя.

Сущность **промывки** заключается в циркуляции промывочного агента в скважине для очистки забоя от продуктов разрушения породы и охлаждения породоразрушающего инструмента. Эти две функции выполняются любым из существующих промывочных агентов.

Применяемая при бурении на нефть и газ **прямая циркуляция** заключается в принудительной подаче жидкого и газообразного агента с поверхности по колонне бурильных труб к забою и от забоя по кольцевому каналу между бурильными трубами и стенками скважины (обсадной колонны) к поверхности.

При использовании промывочной жидкости используется **замкнутая циркуляция**.

В процессе циркуляции возможны **потери очистного агента** за счет ухода в поглощающие пласты.

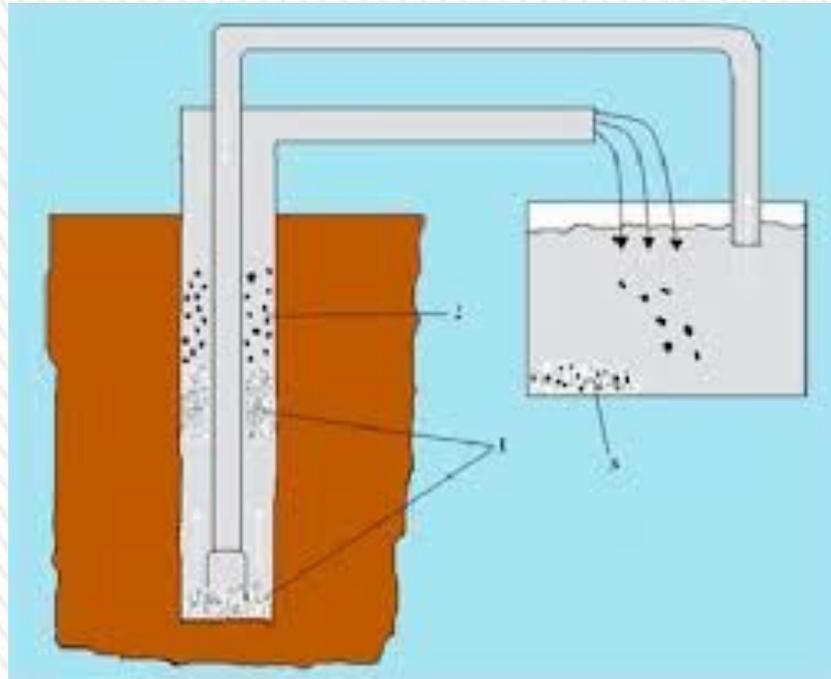
Потеря циркуляции может быть:

1. **Частичной**
2. **Полной**
3. **Катастрофической**



# ФУНКЦИИ БУРОВОГО РАСТВОРА

## 1. Удаление продуктов разрушения из скважины.



» **Невыполнение Функции:**

- Бурение скважины невозможно



# ФУНКЦИИ БУРОВОГО РАСТВОРА

2. Охлаждение и смазывание породоразрушающего инструмента и бурильных труб.



» **Невыполнение функции:**  
- Уменьшение срока службы породоразрушающего инструмента



# ФУНКЦИИ БУРОВОГО РАСТВОРА

## 3. Создание противодавление на пласт

Давление столба жидкости  
рассчитывается

как  $P = \rho gh$  (Па)

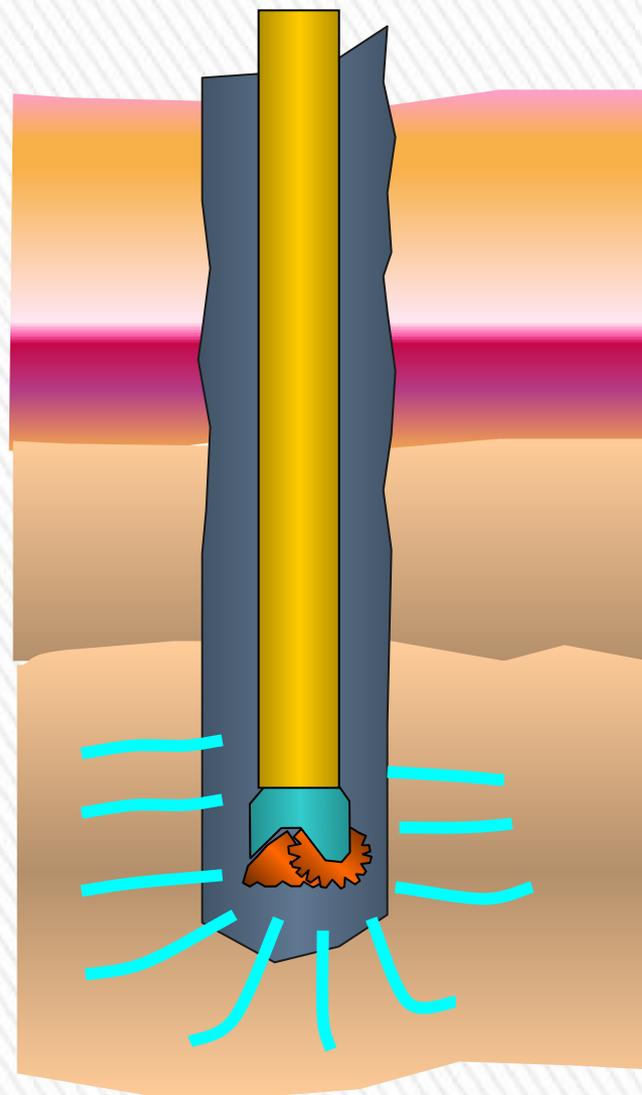
–  $\rho$  = плотность БР ( $\text{кг}/\text{м}^3$ )

–  $g$  = ускорение силы тяжести ( $\text{м}/\text{с}^2$ )

–  $h$  = вертикальная высота столба  
жидкости (м)

### Невыполнение функции:

- Газонефтеводопроявление  
поступление пластового флюида  
в ствол скважины, не предусмотренное  
технологией работ при ее  
строительстве, освоении и ремонте



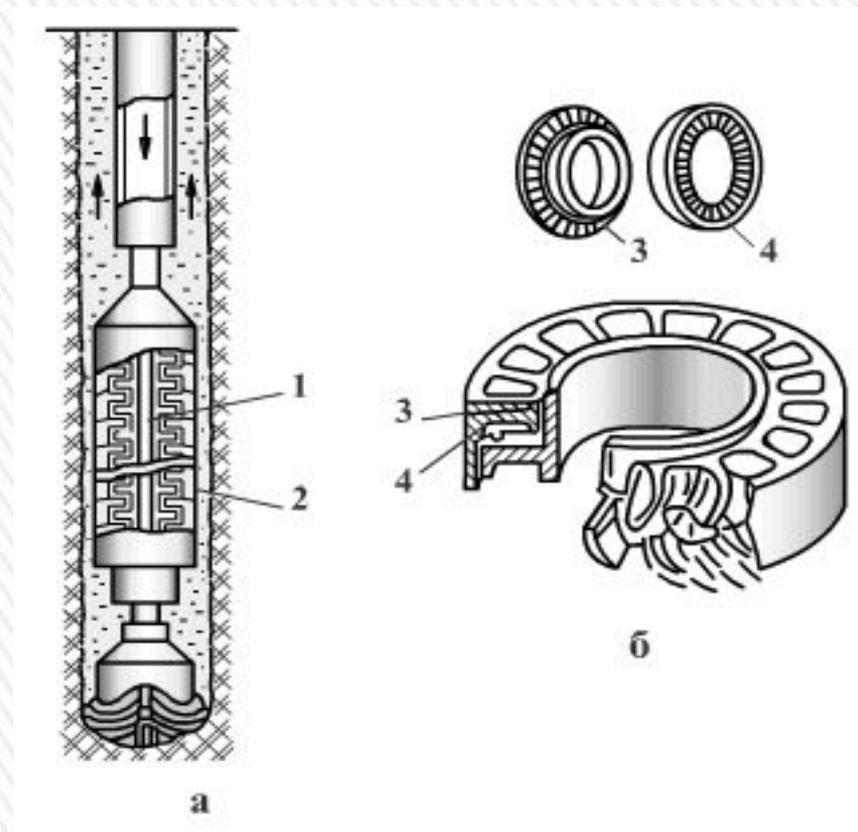
# ФУНКЦИИ БУРОВОГО РАСТВОРА

## 4. Передача гидравлической мощности долоту (турбинное бурение)

- По мере циркуляции БР вниз по БТ, через долото, и затем вверх по затрубному пространству, происходит потеря мощности БР на трение
- Потери давления на трение зависят от геометрии скважины, свойств БР и скорости потока

**Невыполнение функции:**

- Бурение невозможно



# ФУНКЦИИ БУРОВОГО РАСТВОРА

## 5. Поддержание шлама во взвешенном состоянии легкая очистка от выбуренного шлама



### Невыполнение функции:

- Выход из строя насосов
- Уменьшение скорости бурения
- Прихват бурового инструмента



# Требования к буровым растворам

1. **Сохранение устойчивости стенок скважины.**
1. **Закупоривание каналов с целью снижения поглощения бурового раствора и водопритоков.**
1. **Предотвращение газо-, нефте-, водопроявлений.**

## **Невыполнение требований:**

- Осыпи, обвалы, аварии
- Уменьшение скорости бурения
- Изменение технологических параметров бурового раствора



# Требования к буровым растворам

## 4. Облегчение процесса разрушения горных пород на забое.

- Применение поверхностно-активных веществ. Эффект Ребиндера.

### Невыполнение требования:

- Снижение скорости бурения

## 5. Сохранение проницаемости продуктивных горизонтов.

- Минимизация коагуляции коллекторов
- Предупреждение создания эмульсионных пробок в коллекторах
- Изменение фазовой проницаемости коллекторов
- Предупреждение набухания и гидратации глин, находящихся в продуктивных пластах

### Невыполнение требования:

- Снижение дебита скважины



# Требования к буровым растворам

- 6. Предохранение бурового инструмента и оборудования от коррозии и абразивного износа.**
- 6. Снижение коэффициента трения.**
- 6. Сохранение заданных технологических характеристик бурового раствора.**
- 6. Обеспечение геофизической информации о разрезе**



# Требования к буровым растворам

## 10. Экологическая и токсикологическая безопасность

- В соответствии с требованиями местного законодательства и нормативных документов
- Минимальная токсичность бурового раствора (4 или 3 класс опасности)
- Биоразлагаемость компонентов
- Возможность утилизации бурового раствора

## 11. Экономическая эффективность.

обеспечивать максимально возможное снижение стоимости 1 м бурения или себестоимости 1 т (1 м<sup>3</sup>) нефти (газа).



# Тема: Классификация Буровых растворов

ПО:

1. По виду дисперсионной среды (на водной основе, на углеводородной основе, газообразные);
2. По виду дисперсионной фазы (твердая фаза, жидкая фаза и т.д.);
3. По составу дисперсионной фазы или солей (глинистые, гипсовые, хлоркалийевые и т.д.);
4. В зависимости от обработки (обработанные, необработанные);
5. По назначению (для вскрытия, для эксплуатационной колонны и т.д.);
6. По способу приготовления (естественные, искусственно приготовляемые);
7. По условиям применения (воздействию температур и солевой агрессии и т.д.)

# Тема. Классификация Вурувых растворов

Очистные агенты представляют собой **физико-химические системы**, состоящие из одной или нескольких фаз.

**Фазой** называется часть системы, отделенная от других частей реальной поверхностью раздела.

Системы, состоящие из одной фазы, называются **гомогенными (однородными)**.

Гомогенные системы являются молекулярно-ионно-дисперсными системами, так как вещества в них находятся в виде или **диспергированы (раздроблены)** до размеров отдельных молекул, ионов ( $a < 10^{-7}$  см).



# Тема: Классификация Буровых растворов

Примером гомогенных систем могут служить **истинные растворы** (водные растворы солей, щелочей и кислот).

Всякий раствор состоит из **растворенных веществ и растворителя**, т.е. среды, в которой эти вещества равномерно распределены в виде молекул или ионов.

Обычно растворителем считают тот компонент, который в чистом виде существует в таком же агрегатном состоянии, что и полученный раствор. Если оба компонента до растворения находились в одинаковом агрегатном состоянии, то растворителем считается тот компонент, которого больше.

Растворы с низким содержанием растворенного вещества называются **разбавленными**, а с высоким – **концентрированными**.



# Тема: Классификация Буровых растворов

Различают растворы **водные (полярные)**, когда растворителем является вода, и **неводные (неполярные)**, когда растворителем являются органические и неорганические вещества.

В бурении примером гомогенных систем (до попадания в них шлама) могут служить:

- ✓ **техническая вода;**
- ✓ **полимерные растворы;**
- ✓ **водные растворы электролитов (солей);**
- ✓ **водные растворы ПАВ;**
- ✓ **газообразные агенты.**



# Тема: Классификация Буровых растворов

Физико-химические системы, состоящие из двух и более числа фаз, называются **гетерогенными (неоднородными)**.

Гетерогенные системы включают в себя совокупность мелких частиц, называемую **дисперсной фазой (ДФ)**, и окружающее их вещество, называемое **дисперсионной средой (ДС)**.

Отсюда, обязательным условием получения гетерогенных систем является взаимная нерастворимость диспергированного вещества (дисперсной фазы) и дисперсионной среды.

По характеру (природе) дисперсионной среды гетерогенные системы могут быть **водными (полярными)** и **углеводородными (неполярными)**.



# Тема: Классификация Буровых растворов

Важнейшей характеристикой гетерогенных систем является

**степень дисперсности  $D$** , которая определяется величиной, обратной размерам частиц дисперсной фазы

$$D = 1/a, \text{ см}^{-1},$$

где  $a$  – характерный размер частиц дисперсной фазы, см:

- ✓ диаметр (для сферических и волокнистых частиц);
- ✓ длина ребра (для частиц кубической формы);
- ✓ толщина пленки (для пластинчатых частиц).

Степень дисперсности численно равна числу частиц, которые можно плотно уложить в ряд длиной 1 см.



# Тема: Классификация Буровых растворов

Мерой дисперсности (раздробленности) системы может служить и **удельная поверхность дисперсной фазы**, под которой понимают отношение площади всей поверхности частиц дисперсной фазы **S** к их массе **m**

$$S_{\text{уд}} = S/m, \text{ м}^2/\text{г}.$$

По степени дисперсности гетерогенные системы делятся на две группы:

- ✓ **высокодисперсные или коллоидные**  
 $a \approx 10^{-5} \dots 10^{-7} \text{ см}, D \approx 10^5 \dots 10^7 \text{ см}^{-1};$
- ✓ **грубодисперсные**  
 $a > 10^{-5} \text{ см}, D < 10^5 \text{ см}^{-1}.$



# Тема: Классификация Буровых растворов

Вследствие малого размера частиц дисперсной фазы суммарная поверхность в гетерогенных системах очень велика и может составлять десятки, сотни и даже тысячи м<sup>2</sup> на 1 г дисперсной фазы.

Высокая степень дисперсности и сильно развитая межфазная поверхность определяют многие важнейшие свойства гетерогенных систем: их кинетическую (седиментационную) устойчивость, вязкость, фильтрационную способность и др.

При этом перечисленные свойства в значительной степени зависят от концентрации в системе частиц коллоидных размеров вследствие того, что на них будет приходиться основная часть общей межфазной поверхности.



# Тема: Классификация Буровых растворов

Следующим отличительным признаком гетерогенных систем с жидкой дисперсионной средой является **агрегатное состояние дисперсной фазы**, которая может быть твердой, жидкой и газообразной.

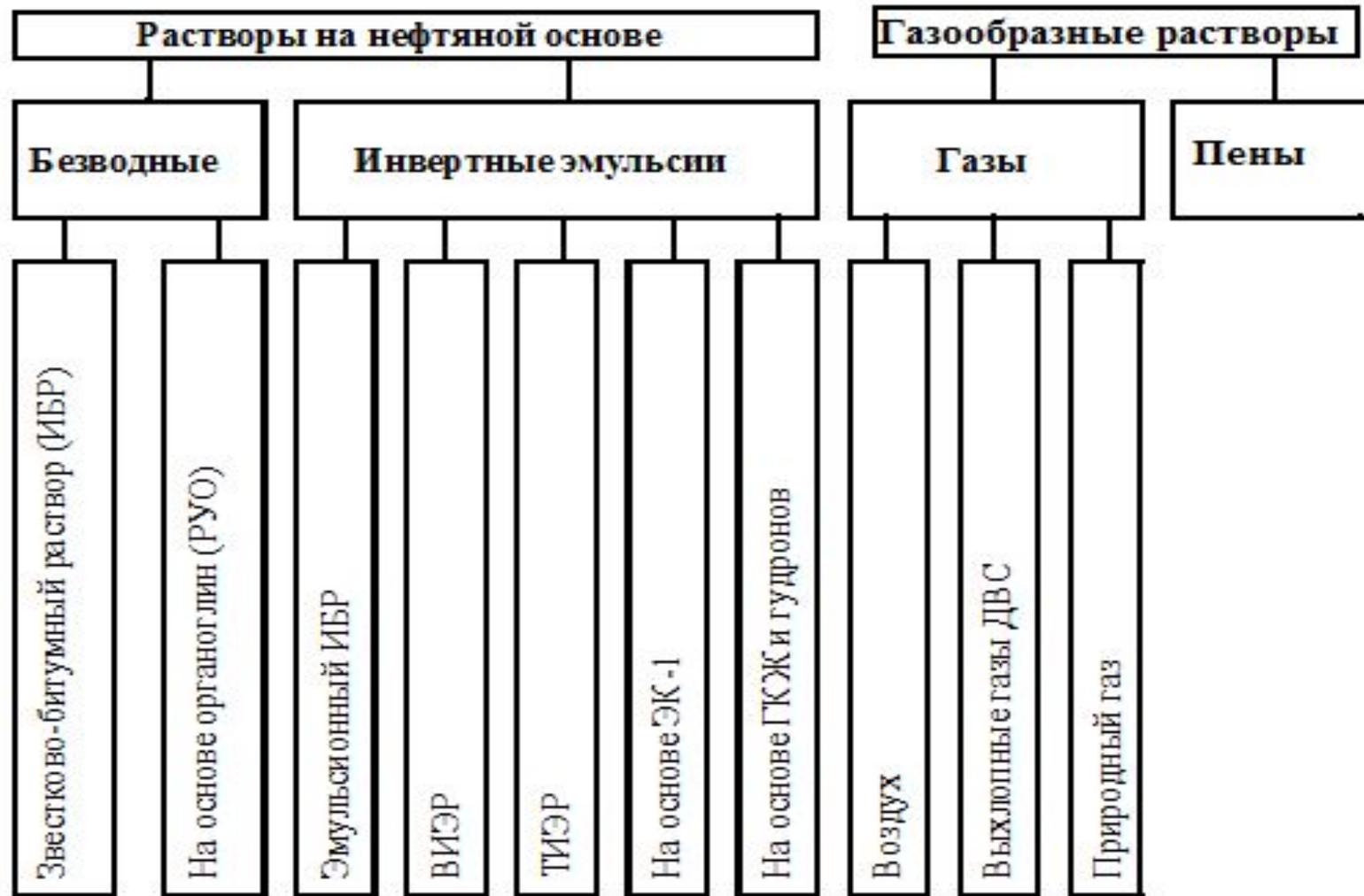
Системы с твердой дисперсной фазой и жидкой дисперсионной средой называются **суспензиями**

**Твердая дисперсная фаза + жидкая дисперсная среда = суспензия.**





# Тема: Классификация Буровых растворов



# СВОЙСТВА БУРОВОГО РАСТВОРА РЕГУЛИРУЮТ:

- » - **химической обработкой** (путем введения специальных веществ - реагентов);
- » - **физическими методами** (разбавление, концентрирование, диспергация, утяжеление, введение наполнителей);
- » - **физико-химическими методами** (комбинация перечисленных методов).



# Наиболее часто используемые системы буровых растворов

## ■ Растворы на водной основе

- - Растворы для бурения под кондуктор
- - Растворы для бурения под техническую колонну
- - Растворы для вскрытия продуктивных коллекторов

## ■ Растворы на углеводородной основе

- - Нефтяные (нефть, дизельное топливо)
- - Синтетические (парафины, масла, эфиры)



# СОСТАВ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ:

Буровой раствор состоит из

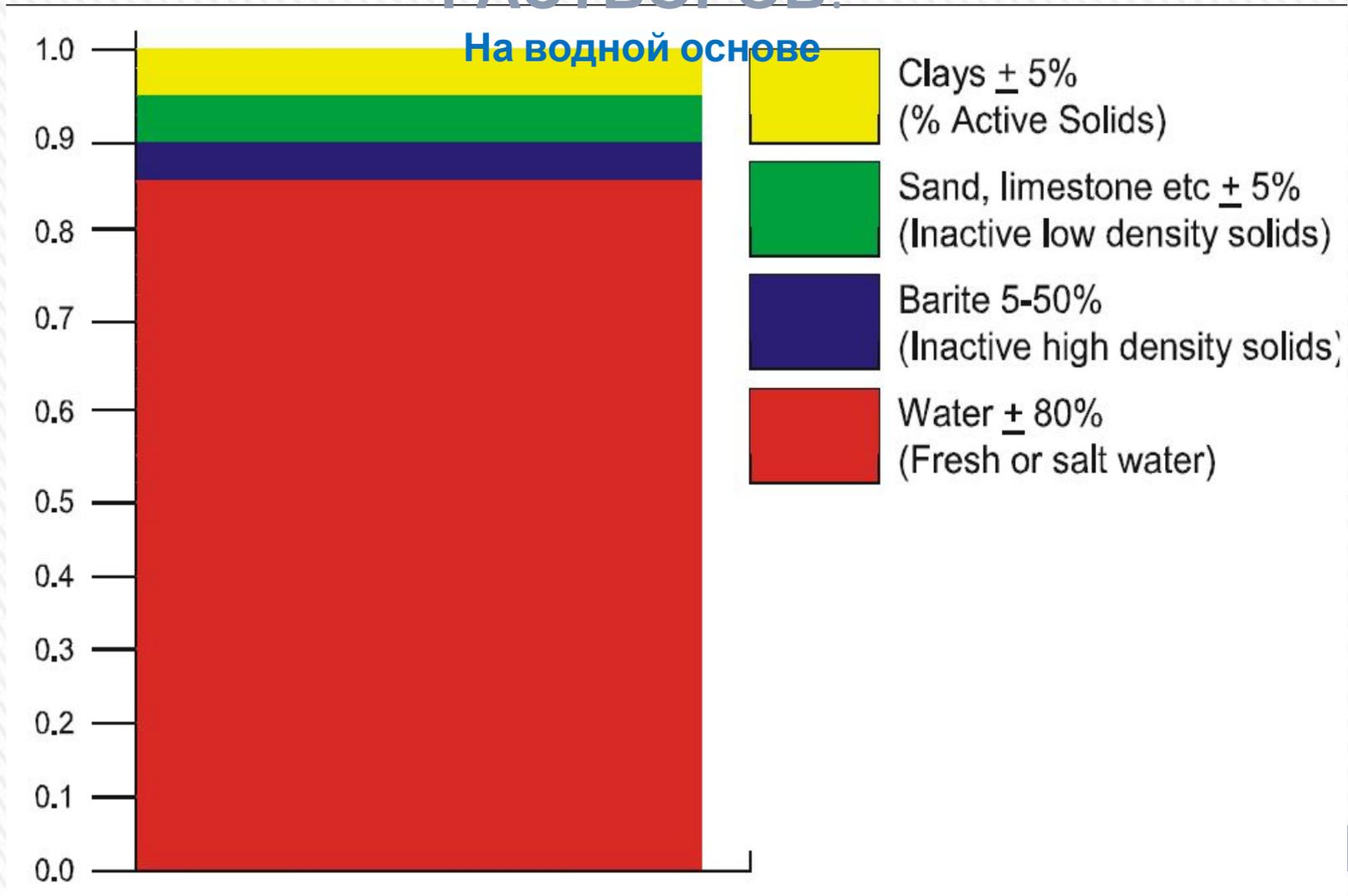
- » –Твердой фазы
- » –Жидкости
- » –Химических компонентов

Твердая фаза, которая вступает в реакцию с буровым раствором, называется активной

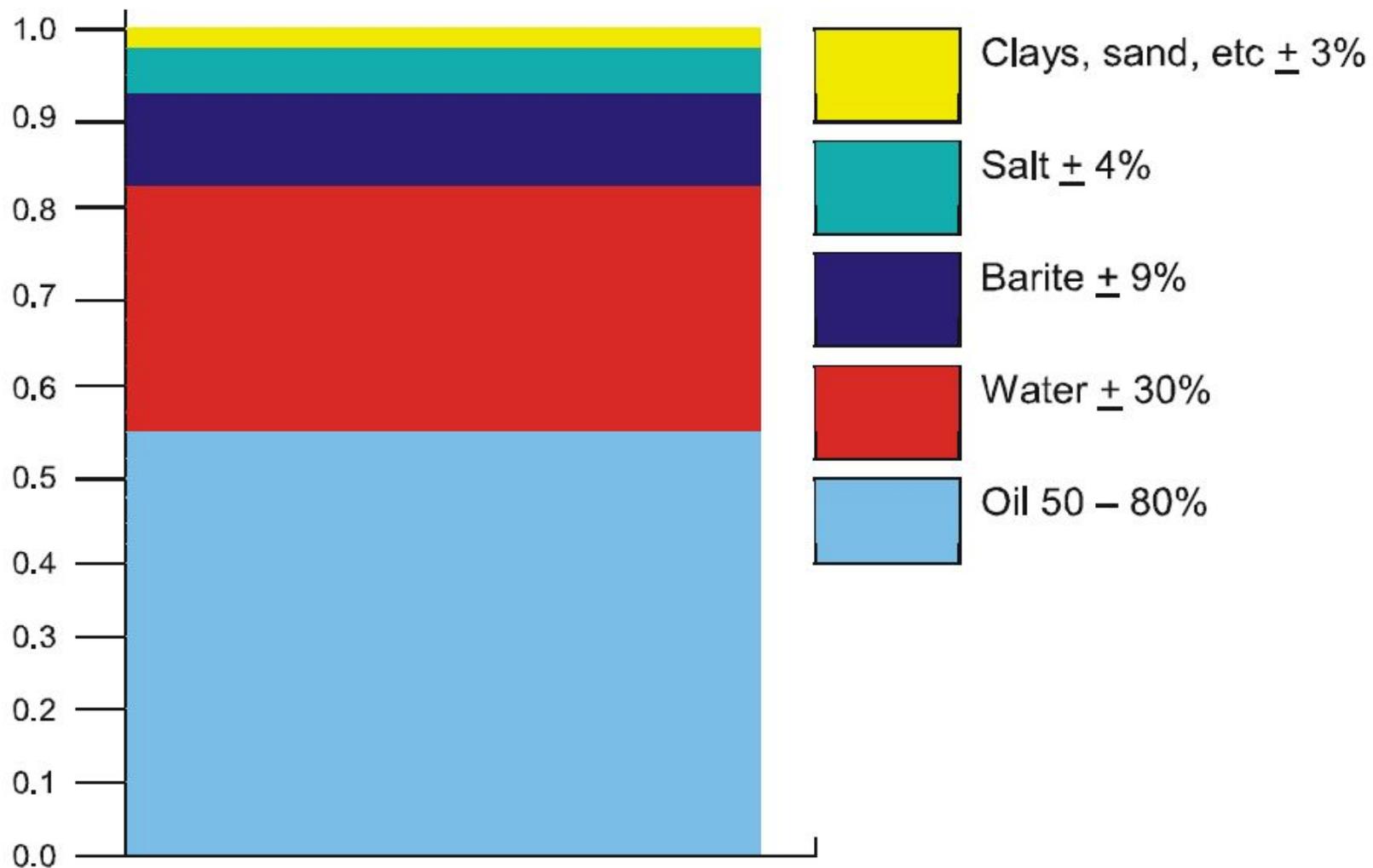
Та твердая фаза, которая не вступает в реакцию, называется инертной



# СОСТАВ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ:

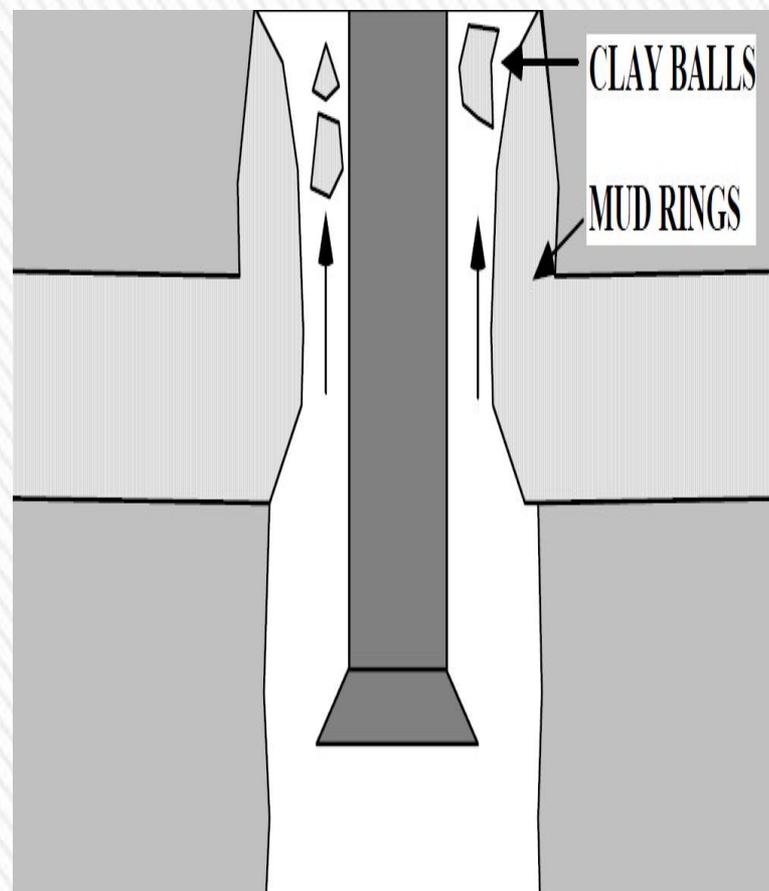


# СОСТАВ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ:



# СОСТАВ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ:

- Главным недостатком БР на водной основе является то, что вода вступает в реакцию с глинами
- Глинистые породы являются наиболее часто разбураиваемыми
- Ежегодно затраты нефтяных компаний на борьбу с глинами составляют \$600млн
- Для обволакивания частиц глины в БР на водной основе добавляют полимеры
- Для торможения процесса разбухания глин, в БР на водной основе добавляют соль
- НО: Комплексные БР на водной основе недешевы!



# **Физико-химическое воздействие жидкости на горную породу проявляется в трех основных формах:**

- » активное воздействие, основанное на процессах гидратации, диссоциации, ионообмена и химических превращений;**
- » адсорбционное воздействие;**
- » осмотическое воздействие.**



# **Виды нарушений целостности стенок скважин в результате взаимодействия промывочной жидкости с горными породами:**

- » обвалы (осыпи);**
- » набухание;**
- » пластичное течение (ползучесть);**
- » химическое растворение;**
- » размыв пород.**

