



ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ



# Классификация и типы буровых растворов

Курс «Буровые технологические жидкости»

## Лекция 2

доц., канд. хим. наук

**Минаев Константин Мадестович**

4 апреля  
2016



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**.



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.**



- 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)**.



- **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).**



Важнейшей характеристикой гетерогенных систем является **степень дисперсности  $D$** , которая определяется величиной, обратной размерам частиц дисперсной фазы

$$D = 1/a, \text{ см}^{-1}, \quad (2.1)$$

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.



- **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.**

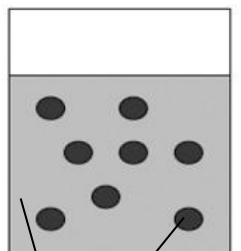


- Следующим отличительным признаком гетерогенных систем с жидкой дисперсионной средой является **агрегатное состояние дисперсной фазы**, которая может быть твердой, жидкой и газообразной.
- Системы с твердой дисперсной фазой и жидкой дисперсионной средой называются **суспензиями**

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

**СУСПЕНЗИЯ**





дисп. фаза

дисп. среда

Системы, в которых дисперсная фаза и дисперсионная среда представляют собой **несмешивающиеся жидкости**, называются **эмульсиями**

**Жидкая дисперсная фаза + жидкая дисперсионная среда = ЭМУЛЬСИЯ**

В этом случае одна из жидкостей должна быть полярной, а другая неполярной. Обычно полярную жидкость условно называют «**водой**», а неполярную – «**маслом**».



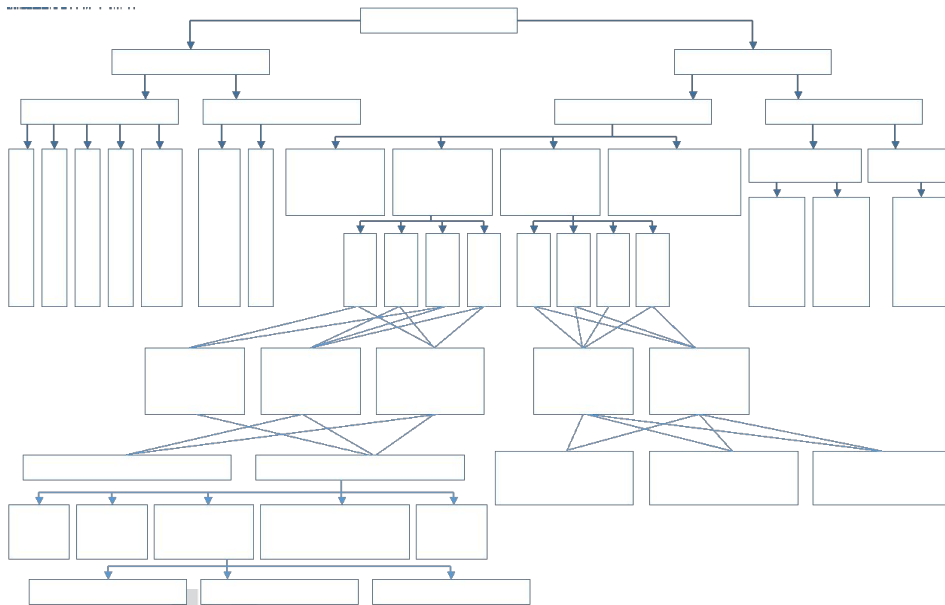
- Системы с газообразной дисперсной фазой и жидкой дисперсионной средой называются **газовыми эмульсиями** (в бурении – **азрированными растворами**).
- **Аэрация** – процесс насыщения жидкости газом (воздухом).
- Для азрированных растворов характерно свободное перемещение в объеме несвязанных между собой пузырьков газа.
- Когда концентрация газа велика, а дисперсионная среда представляет собой тонкие вытянутые пленки, то такие высококонцентрированные ячеисто-пленочные связные дисперсные системы уже называются **пенами**.



- Сгруппируем существующие типы очистных агентов по
- определенной схеме, в основу которой положим физико-
- химические признаки, поскольку очистные агенты являются
- физико-химическими системами.
- **Важнейшими физико-химическими признаками очистных агентов, как физико-химических систем, являются следующие:**
  - ✓ **число фаз;**
  - ✓ **природа (состав) дисперсионной среды;**
  - ✓ **агрегатное состояние дисперсной фазы.**



- По числу фаз очистные агенты можно разделить на два больших класса: гомогенные (однофазные) и гетерогенные (многофазные).
- По природе (составу) системы в целом или её дисперсионной среды можно выделить подклассы водных (полярных), углеводородных (неполярных) и газообразных очистных агентов.
- Кроме того, гетерогенные системы могут быть разделены на группы по агрегатному состоянию дисперсной фазы, которая может быть твердой, жидкой, газообразной и комбинированной.





Типы очистных агентов далее можно подразделять на различные виды в зависимости от степени и состава минерализации всей системы или её дисперсионной среды, количества дисперсной фазы, способа приготовления БР и т.д.

Так, водные (полярные) гомогенные и гетерогенные очистные агенты в зависимости от концентрации солей (в пересчете на NaCl) могут быть:

- ✓ пресными (до 1 %);
- ✓ слабоминерализованными (1...3 %);
- ✓ среднеминерализованными (3...20 %);
- ✓ высокоминерализованными (> 20 %).



- Если концентрация твердой дисперсной фазы не превышает 7 % по объему, то такие БР относят к растворам с низким содержанием твердой фазы (или малоглинистые).
- По способу приготовления глинистые растворы могут быть условно подразделены на **естественные**, образующиеся в стволе скважины в процессе бурения глинистых пород (получаемые самозамесом), **и искусственные, приготовленные на поверхности.**



## Химическая обработка

- Введение специальных веществ - реагентов



## Физические методы

- Разбавление
- Концентрирование
- Диспергация
- Утяжеление
- Введение наполнителей



## Физико-химические методы

- Комбинация химической обработки и физических методов





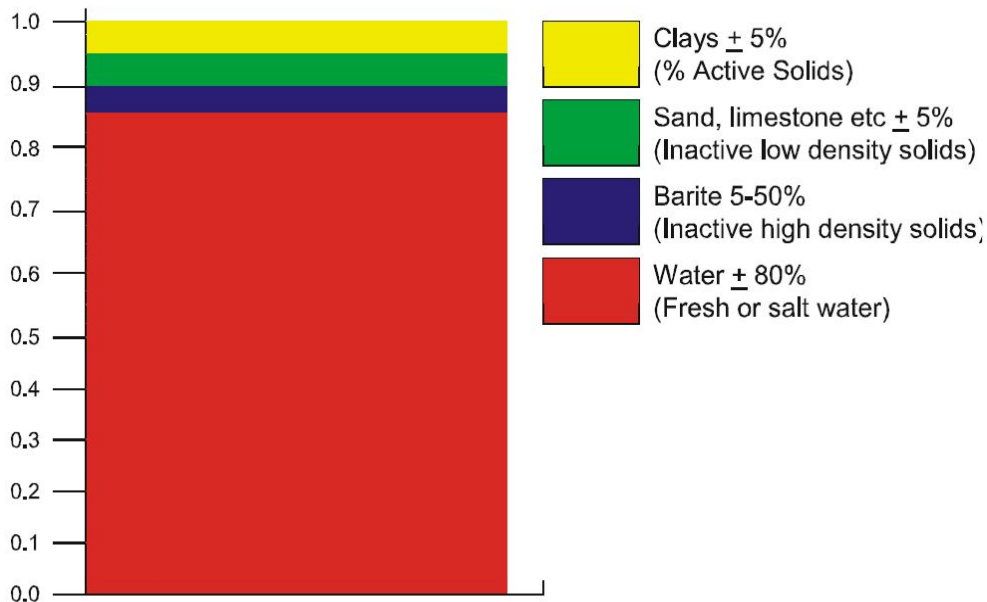
Буровой раствор состоит из

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

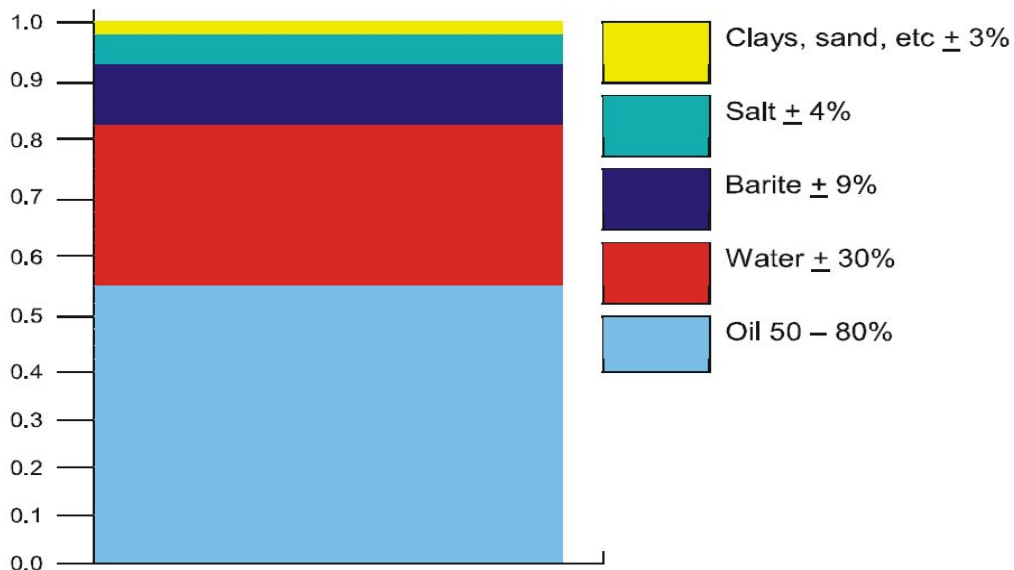
Твердая фаза, которая вступает в реакцию с буровым раствором, называется **активной**

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

## СОСТАВ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ: на водной основе



## СОСТАВ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ: на углеводородной основе





Механические свойства буровых растворов (пластичность, упругость, эластичность и прочность) определяются их внутренней структурой и вследствие этого, называются **структурно-механическими**.

По механическим свойствам гетерогенные (многофазные) буровые растворы могут быть:

- ✓ **бесструктурными (свободнодисперсными);**
- ✓ **структурированными (связнодисперсными).**



В бесструктурных системах, называемых **золями**, частицы дисперсной фазы не взаимодействуют друг с другом и не способны создавать какую-либо пространственную сетку, именуемую структурой.

Механические свойства этих систем аналогичны механическим свойствам их дисперсионной среды и одинаковы в покое и при течении.

В структурированных системах, называемых **гелями**, частицы дисперсной фазы связаны между собой и образуют пространственную структуру, имеющую определенную механическую прочность.



В покое гели упрочняются, а попавшие в ячейки структуры дисперсионная среда (свободная вода) теряет свою подвижность.

Однако перемешивание или нагревание системы нарушает структуру и возвращает ей свойства золя. Явление перехода геля в золь и обратно носит название **тиксотропии**.

Для возвращения структурированной системе свойств жидкости структуру необходимо разрушить, приложив некоторое усилие. Величина этого усилия зависит от силы сцепления между частицами дисперсной фазы бурового раствора, т.е. от прочности образовавшейся структуры, и характеризуется статическим напряжением сдвига.

**Статическое напряжение сдвига** - это усилие, при котором начинается разрушение структуры, отнесенное к единице площади.

Статическое напряжение сдвига принято выражать в **дПа**.



Величина **статического напряжения сдвига** определяет возможность **удержания** во взвешенном состоянии частиц шлама и утяжелителя при остановках циркуляции бурового раствора.

Очевидно, что для обеспечения этой возможности величина **статического напряжения сдвига** должна превышать величину усилия, создаваемого **весом частиц** выбуренной породы или утяжелителя. В противном случае эти частицы при отсутствии циркуляции бурового раствора будут оседать в призабойную часть скважины, что в конечном итоге может привести к прихвату бурового снаряда шламом.



Величина **статического напряжения сдвига** определяет возможность **удержания** во взвешенном состоянии частиц шлама и утяжелителя при остановках циркуляции бурового раствора.

Очевидно, что для обеспечения этой возможности величина **статического напряжения сдвига** должна превышать величину усилия, создаваемого **весом частиц** выбуренной породы или утяжелителя. В противном случае эти частицы при отсутствии циркуляции бурового раствора будут оседать в призабойную часть скважины, что в конечном итоге может привести к прихвату бурового снаряда шламом.





- Однако с увеличением статического напряжения сдвига ухудшаются условия самоочистки бурового раствора от шлама на поверхности, а также возрастает величина импульсов давления на забой и стенки скважины при иницировании течения бурового раствора (при пуске насоса) и при проведении СПО, что, в свою очередь, повышает вероятность флюидопроявлений, нарушений устойчивости стенок скважин, гидроразрывов пластов и поглощений бурового раствора.
- Таким образом, **величина статического напряжения сдвига должна быть минимальной, но достаточной для удержания во взвешенном состоянии в покоящемся буровом растворе частиц выбуренных пород и утяжелителя.**



- Для измерения величины статического напряжения сдвига используют ротационные вискозиметры Ofite, Fann и т.д.



Отечественный РД

СНС 1 мин и 10 мин

Стандарты API,  
ИСО

СНС 10 с и 10 мин

Для оценки характера нарастания прочности структуры во времени измерения делают через 10 сек (СНС10) и 10 мин (СНС10) покоя.

Кроме названных показателей структурно-механические свойства буровых растворов характеризуют и коэффициентом тиксотропии

**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ!**