

;

# Типы циркуляционных агентов. Свойства буровых растворов

---

*Берова Инна Григорьевна*

# Схема процесса промывки скважины

Для удаления выбуренной породы с забоя скважины и транспортировки ее на поверхность создают замкнутую циркуляцию через скважину циркуляционного агента (жидкости или газа).

При использовании жидкости технологический процесс ее циркуляции через скважину называется **промывкой**, а при использовании газа – **продувкой**. Технологическую жидкость, прокачиваемую через скважину, называют **промывочной (ПЖ)** или **буровым раствором (БР)**.

# Схема процесса промывки скважины

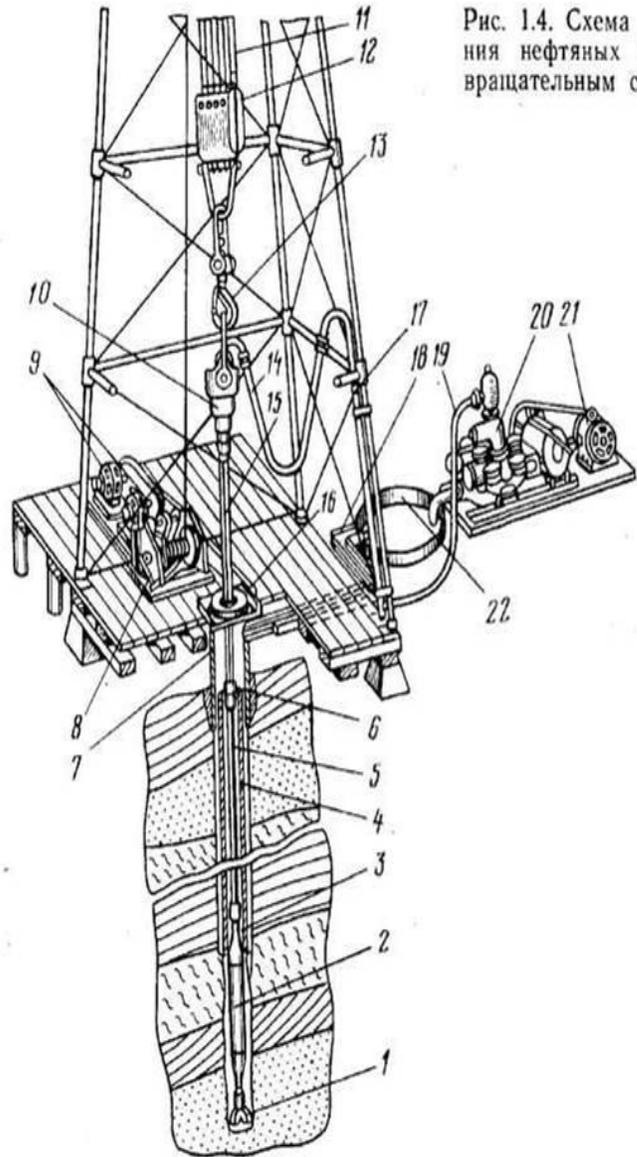


Рис. 1.4. Схема установки для бурения нефтяных и газовых скважин вращательным способом

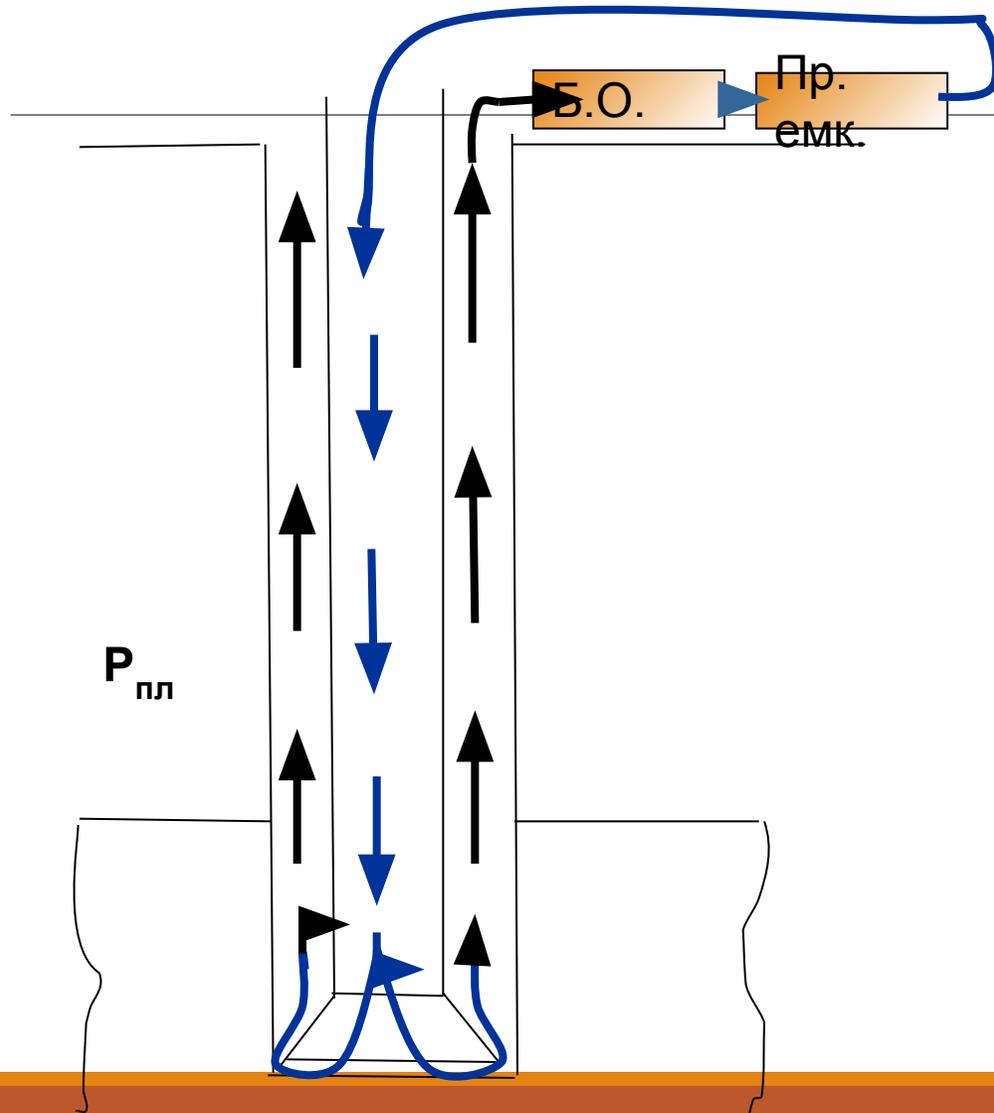
1- долото; 2 –ЗД; 5 - бур.трубы; 6 – переводник; 8 - лебедка; 9, 21 – ЭД; 10 – вертлюг; 11 – талевый канат; 12 – талевый блок; 13 – крюк; 14 – бур.шланг; 15 – ведущая труба; 16 – ротор; 17 – стояк; 18 – желобная система; 19 – трубопровод; 20 – бур.насос; 22 – приемные емкости.

Материалы  
и реагенты

Приготовление  
ПЖ

Закачивание ПЖ  
в скважину

# Функции БПЖ



- очистка забоя от выбуренной породы и транспортировка шлама на поверхность;
- интенсивное охлаждение долота и смазывание трущихся поверхностей;
- передача гидравлической энергии забойному двигателю;
- создание противодавления на пласт;
- удерживание частиц твердой фазы во взвешенном состоянии при временном прекращении промывки;
- способствовать сохранению коллекторских свойств продуктивных пластов в пристволенной зоне скважины;
- препятствовать проявлениям неустойчивости пород стенок скважины;
- снижать вес БК или ОК, находящейся в скважине за счет выталкивающей силы, уменьшая нагрузку, действующую на подъемный механизм БУ;
- передача информации с забоя скважины на поверхность.

# Требования к БПЖ

- облегчать разрушение породы долотом или, по крайней мере, не затруднять процесс разрушения и удаления обломков с поверхности забоя;
- должна обладать тиксотропной;
- не ухудшать коллекторские свойства продуктивных пластов;
- не вызывать коррозию и износ бурильного инструмента и бурового оборудования;
- обеспечивать получение достоверной геолого-геофизической информации при бурении скважины;
- инертность по отношению к разбуриваемым породам;
- обладать устойчивостью к действию электролитов, температуры и давления;
- не загрязнять продуктивные пласты и пласты, содержащие пресную воду;
- обладать низкими пожаровзрыво-опасностью и токсичностью, высокими гигиеническими свойствами, т.е. быть экологически чистой (по возможности);
- быть экономичной, обеспечивая низкую стоимость метра проходки.

**Ни одна из известных ПЖ не является универсальной!**

# Требования к БПЖ



### Дисперсная фаза и дисперсионная среда

**Фаза** - часть системы, имеющая одинаковые физические и химические свойства во всех своих точках, отделенная от всех других частей системы поверхностью раздела, причем эти другие части обладают иными физическими и химическими свойствами.

**Дисперсная система** - раздробленная система, в которой одно вещество раздроблено (диспергировано) и равномерно распределено в другом веществе.

Вещество, которое диспергировано, называется **дисперсной фазой**, а среда, в которой это вещество распределено, – **дисперсионной средой**.

Системы, состоящие из одной фазы, называются **гомогенными**, системы, состоящие из двух и более фаз и имеющие поверхность раздела между фазами, – **гетерогенными**.

К **гомогенным** относятся истинные (молекулярные) растворы веществ, к **гетерогенным** – **коллоидные растворы, суспензии, эмульсии, пены**.

**Буровые промывочные жидкости** – это многокомпонентные двух- или трехфазные гетерогенные дисперсные системы.

# Классификация БПЖ

Большинство БПЖ представляют собой многокомпонентные дисперсные системы, которые могут быть подразделены по следующим признакам:

*фазовому состоянию дисперсионной среды;*

---

*природе дисперсионной среды;*

*степени дисперсности;*

*фазовому состоянию дисперсной фазы;*

*методу получения дисперсной фазы;*

*природе дисперсной фазы.*

Соответствующие данной классификации *типы* ПЖ принято далее подразделять на различные *виды* в зависимости от:

*степени минерализации дисперсионной среды;*

*вида растворенных в ней неорганических соединений;*

*характера химической обработки;*

*соотношения между водой и углеводородной жидкостью и т.д.*

### *Дисперсная фаза и дисперсионная среда*

~~В~~ гетерогенных ~~системах~~ *дисперсионная среда* представлена жидкостью (вода, нефть, дизельное топливо, синтетическая жидкость), а *дисперсная фаза*:

- твёрдыми частицами: глины, утяжелители, наполнители (суспензии);
- жидкостью, нерастворимой в дисперсионной среде, например нефтью, дизельным топливом (эмульсии);
- газом (пены и аэрированные жидкости).

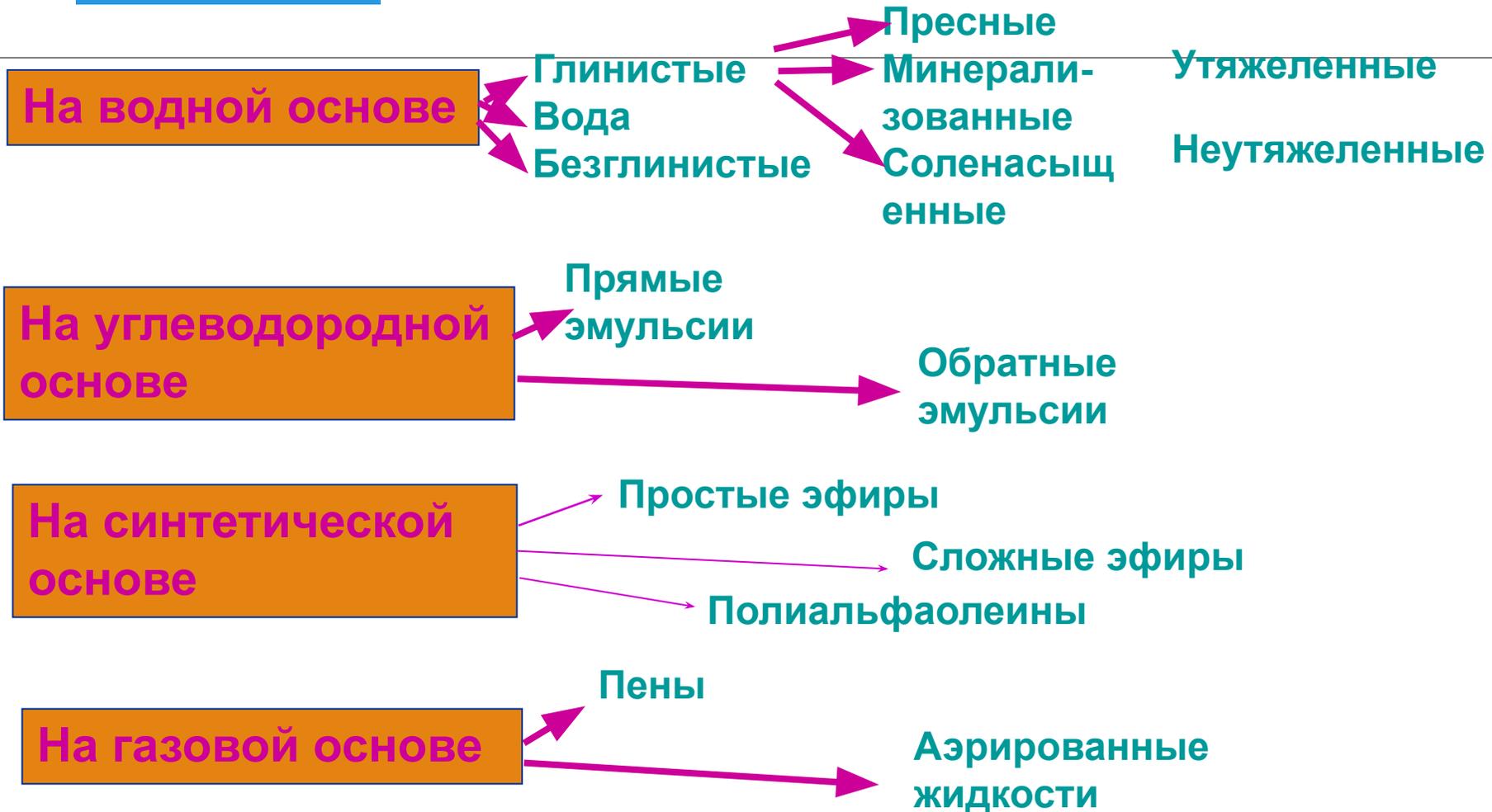
## По агрегативному состоянию:

Дисперсионная среда	Дисперсная фаза	Название, примеры
<b>газ</b>	газообразная	Гомогенные газообразные смеси
	жидкая	Туман, облака, аэрозоли
	твердая	Пыль, дым
<b>жидкая</b>	газообразная	Пены, газообразные эмульсии
	жидкая	Эмульсии
	твердая	Суспензии, коллоидные растворы

# Классификация БПЖ

## Тип БПЖ

## Вид БПЖ



# Классификация БПЖ

## Промывочные жидкости на водной основе

1. **Вода.** Солевой состав воды, применяемой в бурении, колеблется в широких пределах как по районам бурения, так и по скважинам и интервалам бурения.

Преимущества применения воды как промывочной жидкости - небольшая вязкость, плотность, отсутствие структуры в покое. Достоинства воды как промывочной жидкости:

повышение показателей работы долот за счет низкого гидростатического давления, высокой охлаждающей способности, поверхностной активности;

высокий коэффициент наполнения цилиндров буровых насосов за счет низкой вязкости, отсутствия сопротивления сдвигу;

возможность подведения к ЗД и долоту большой мощности;

удобство очистки от шлама и газа без применения специальных очистных механизмов;

достаточно высокий уровень очистки забоя и ствола скважины от шлама;

отсутствие прихватов бурильной колонны, вызванных липкостью фильтрационной корки;

возможность повышения плотности до  $1,2 \text{ г/см}^3$  простым введением солей и др.

### Недостатки вода как промывочной жидкости:

осложнения при разбурировании неустойчивых пород;

невозможность создания достаточной плотности при бурении пластов с АНПД;

недостаточная способность удерживать шлам во взвешенном состоянии при отсутствии циркуляции;

быстрое растворение хемогенных пород, что увеличивает кавернообразование, повышает коррозионную активность;

невозможность применения для вскрытия продуктивных пластов вследствие резкого снижения проницаемости продуктивных горизонтов;

повышенный расход на бурение скважин, так как вода легко фильтруется в проницаемые пласты;

большой расход с целью обеспечения высоких скоростей восходящего потока с целью своевременного и полного выноса шлама;

малая вязкость воды и отсутствие дисперсной фазы могут привести к утечкам через резьбовые соединения труб и их размыву.

Вода применяется главным образом при разбурировании устойчивых пород непродуктивных горизонтов, а также для наработки в процессе бурения естественных растворов.

## Классификация БПЖ

2. Глинистые буровые растворы - коллоидные дисперсные системы, представленными главным образом дисперсионной средой (вода) и дисперсной фазой (глинистые частицы от тонко - до грубодисперсных).

Глина - горная порода, состоящая в основном из глинистых минералов (водные алюмосиликаты, а также окиси железа, магния, кальция, натрия, марганца, титана, углерода и серы). При выборе типа глины учитывают ее способность достаточно быстро самопроизвольно диспергироваться в воде, устойчивость против коагулирующего действия солей, влияние на плотность, вязкость, противоизносные и смазочные свойства раствора.

Глинистые растворы приготавливают в основном из глинопорошков, специально выпускаемых промышленностью на специализированных заводах. Качество порошков регламентируется ТУ.

## Виды БПЖ

### Глинистые суспензии

Дисперсионная среда  
(вода и растворенные в ней химические реагенты)

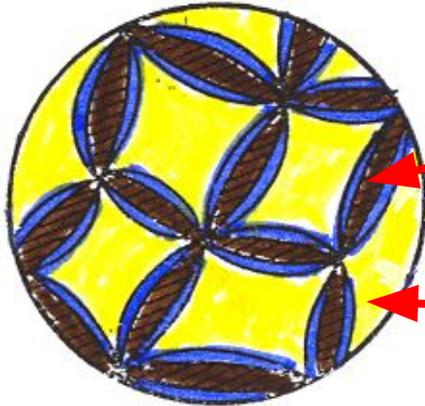
Смазочные добавки  
(жидкая дисп.фаза)

Пузырьки пластового газа, воздуха  
(газообр.дисп. фаза)

Дисперсная фаза

Инертная  
(утяжелитель, наполнитель, шлам)

Активная  
(глина и молекулы полимеров)



Дисперсная фаза в виде мицеллы - глинистой частицы, покрытой гидратной оболочкой

Дисперсионная среда - межмицеллярная жидкость (свободная вода)

В БПЖ как в дисперсных системах образуется пространственная **коагуляционная структура**, определяющая их основные свойства.

## **Классификация БПЖ**

### **Достоинства глинистых растворов:**

- удерживают шлам во взвешенном состоянии при остановках циркуляции;**
- образуют глинистую корку на стенках скважины, органичивая фильтрацию раствора в проницаемые пласты;**
- обеспечивают более высокое качество вскрытия продуктивных горизонтов;**
- позволяют оперативно регулировать гидростатическое давление скважине путем изменения плотности раствора;**
- позволяют предупредить поглощения, снизить их интенсивность или ликвидировать совсем;**
- способствуют качественному проведению комплекса ГИС и др.**

## Классификация БПЖ

### Недостатки глинистых растворов:

большая вероятность затяжек и прихватов бурильной колонны и приборов из-за наличия фильтрационной корки, иногда толстой и липкой;

снижение естественной проницаемости продуктивных горизонтов за счет проникновения глинистых частиц и фильтрата;

высокие гидравлические сопротивления;

большие затраты химических реагентов на приготовление растворов;

использование спец. очистных устройств для очистки и дегазации раствора;

более низкие показатели бурения;

повышенная склонность к вспениванию;

ухудшение качества цементированья обсадных колонн при образовании толстой и рыхлой глинистой корки.

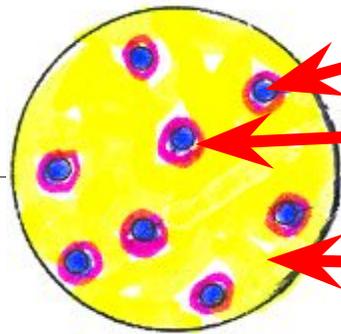
**Особенности технологии бурения** заключаются в систематическом контроле показателей свойств раствора, очистке бурильной колонны при ее подъеме, в обработке растворов химическими реагентами и смазочными добавками.

**Буровые растворы на углеводородной основе** - многокомпонентная система, в которой дисперсионной (несущей) средой является нефть или жидкие нефтепродукты (обычно дизельное топливо), а дисперсной (взвешенной) фазой - окисленный битум, асфальт или специально обработанная глина (гидрофобизированный бентонит).

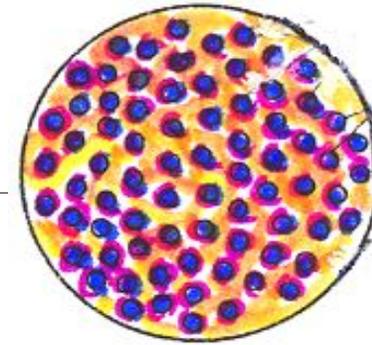
РУО не оказывают отрицательного влияния на свойства коллекторов нефти и газа, обладают смазывающей способностью: при их использовании уменьшается расход мощности на холостое вращение бурильной колонны в стволе скважины и снижается износ бурильных труб и долот. Однако стоимость приготовления таких буровых растворов довольно высока, они пожароопасны, трудно удаляются с инструмента и оборудования.

Применяют **РУО** для повышения эффективности бурения в породах-коллекторах и сохранения их нефтегазоотдачи на исходном уровне, а также для проводки скважин в сложных условиях (высокие давления, температура, большая глубина, предотвращение залипания), при разбурировании мощных пачек набухающих глин и растворимых солей.

### Эмульсии



глобула водной фазы  
адсорбционно-сольватный  
слой ПАВ  
углеводородная среда;



**Эмульсия** - термодинамически неустойчивая дисперсная система, образованные двумя (или более) взаимонерастворимыми или слабо растворимыми друг в друге жидкостями.

Жидкость, являющаяся непрерывной в эмульсии, в составе которой диспергирована другая жидкость в виде мелких глобул, называется **дисперсионной** (внешней) **средой**, а диспергированная жидкость - **дисперсной** (внутренней) **фазой**.

### Эмульсии

---

Качество эмульсий характеризуется их *стабильностью* — устойчивостью во времени, а также *дисперсностью* — степенью раздробленности капелек масла их диаметром, который варьирует в пределах  $10^{-6}$ — $10^{-4}$  м. Стабильность и дисперсность взаимосвязаны: чем меньше размер капелек масляной фазы, тем стабильнее эмульсия.

## Эмульсии

Процессы, происходящие в эмульсиях, само-произвольно направлены на сокращение поверхности раздела, т.е. на слияние диспергированных частиц между собой и, в итоге, к полному расслоению их на две фазы. Это существенно отличает их от равновесных **коллоидных** систем (дисперсность **0,001-0,1 мкм**).

При дополнительном введении в эмульсию **мелкодисперсных твердых наполнителей**, полностью не растворяющихся ни в одной из фаз, но сохраняющих ее агрегативную стабильность, образуется **эмульсионно-суспензионная система**.

### Растворы на углеводородной основе

Типовой РУО содержит следующие компоненты:

---

- 1. Эмульсионная среда** – дизельное топливо или минеральное масло
- 2. Эмульгированная фаза** – вода, обычно с добавлением 25-35%  $\text{CaCl}_2$  для снижения активности и придания ингибирующих свойств
- 3. Твердая фаза** – гидрофобизированный бентонит, используется в качестве дополнительной стабилизации эмульсии, придания реологических и фильтрационных свойств. Для набухания бентонита в РУО требуется не только его гидрофобизация с использованием различных аминов, но и присутствие некоторого количества воды или спирта.
- 4. Эмульгатор** – высокомолекулярные спирты, жирные кислоты, специальные полимеры. В качестве Э используются органические химические соединения, растворимые одновременно в воде и углеводородных жидкостях.

### Растворы на углеводородной основе

Типовой РУО содержит следующие компоненты:

5. **Известь** – для поддержания щелочности раствора, нейтрализации сероводорода. Для приготовления раствора в полевых условиях или в холодное время года лучше использовать негашеную известь – при ее реакции водой выделяется большое количество тепла, которое помогает ускорить приготовление раствора.

6. **ПАВ** – также как и смазывающие добавки в РУО используются для изменения смачиваемости тв.фазы и стабилизации раствора. Поскольку поверхность большинства тв.частиц (барит, шлам) является гидрофильной, при высокой концентрации их в растворе они стремятся объединиться вокруг частиц воды в крупные хлопья, приводящие к дестабилизации и расслоению раствора. ПАВ в РУО должны изменить смачиваемость тв.частиц на гидрофобную.

### Растворы на углеводородной основе

Типовой РУО содержит следующие компоненты:

7. **Понизитель водоотдачи** – асфальт, битум или специально модифицированные лигнины. Предназначены для дополнительного снижения водоотдачи, особенно в условиях повышенных давлений и температур. Понизители водоотдачи в РУО помогают дополнительно улучшить качество фильтрационной корки и придать раствору когельматирующие способности.

8. **Утяжелитель** – карбонат кальция, барит или гематит.  $\text{CaC}_2$  обычно используется в РУО для первичного вскрытия продуктивного пласта, т.к. позволяет провести дополнительную очистку забоя при помощи кислотной обработки.

### **БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ НА СИНТЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ**

**(synthetic based fluid – SBM)**

---

**По своим характеристикам аналогичны РУО, но более безвредны для окружающей среды.**

**К синтетическим буровым растворам относятся:**

- сложные и простые эфиры,**
- полиальфаолефины и изомеридальфаолефины.**

**PCO могут использоваться в открытом море, кроме того, они не разлагаются под действием бактерий.**

# Классификация БПЖ

## БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ НА СИНТЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ (synthetic based fluid – SBM)

Таблица 5.3. Основные свойства минеральных и синтетических масел

Тип жидкости	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость при 40°С, сСт	Температура вспышки, °С	Температура застывания, °С	Анилинная точка, °С
Дизельное топливо	850	3-4	66	-10	65
Минеральное масло с низким содержанием смол	810	3,5	> 115	-23	~ 88
Минеральное масло	800	2-3	100	-18	76
Сложные эфиры	850	5-7	179	-30	25
Полиальфа-олефины (ПАО)	800	5-7	175	-65	107
Эфиры	830	5-6	166	-10	40
Линейные альфа-олефины (ЛАО)	780	2-3	114-146	-12-0	69-81
Внутренние олефины (ВО)	780	2-3	137	-24	-82
Линейные парафины (ЛП)	770	2,5	> 100	-10	> 93

### **ГАЗЫ И ГАЗОЖИДКОСТНЫЕ СМЕСИ**

**Применяются** при вскрытии пластов с АНПД. Бурение скважин с продувкой ведется в разрезах, представленных устойчивыми породами, при отсутствии интенсивных притоков пластовых вод. Применяется продувка при роторном способе бурения.

- 1. Воздух** используется при сухом бурении (очистке забоя воздухом при нагнетании сухого воздуха или газа в скважину) для достижения скоростей вращения, при которых будет осуществляться удаление выбуренных частиц.
- 2. Пар** используется при бурении с использованием туманообразующих агентов, которые вместе с пенным составом нагнетаются в воздушный поток, затем смешиваются с промысловой водой и частицами грунта для предотвращения образования утолщенной глинистой корки и удаления отбуренных частиц.
- 3. Для приготовления высокопроизводительной пены** используются пенные ПАВ, глины и полимеры.
- 4. Аэрированные флюиды, насыщенные воздухом** - снижают гидростатическое давление.

## ГАЗЫ И ГАЗОЖИДКОСТНЫЕ СМЕСИ

### Аэрированные растворы пены и газообразные агенты

Применяют для борьбы с поглощениями, увеличения проходки на долото и скорости проходки. Аэрация - введение в бпж воздуха.

**Особенностями свойств** аэрированных растворов являются:

пониженная плотность (при компрессорном способе аэрации до  $100 \text{ кг/м}^3$ , при химическом - до  $700 \text{ кг/м}^3$ );

повышенная вязкость, коррозионная активность;

значительная сжимаемость.

**Достоинства** аэрированных растворов:

возможность предотвращения и ликвидации поглощений;

увеличение показателей работы долота за счет низкого дифференциального давления;

повышение качества вскрытия продуктивных пластов;

повышение мощности на турбобуре при компрессорном способе аэрации.

**Недостатки:**

- введение ингибиторов коррозии для уменьшения коррозии БК и ОК, устьевого оборудования и применение дополнительного оборудования (подпорные насосы, компрессоры высокого давления).

# Материалы и реагенты для приготовления и обработки БПЖ

## Состав БПЖ

БПЖ характеризуются компонентным (вещественным) и долевым составами, которые определяют его рецептуру.

**Рецептура** – перечень компонентов, составляющих ПЖ, и их долевой (массовый, объемный) состав.

Компоненты, входящие в состав БР (материалы, химреагенты и спецдобавки), могут вводиться: в твердом виде, после предварительного растворения и иметь сложный состав.

**Рецептура  
хлоркалиевой  
ПЖ (кг на 1 м<sup>3</sup>):**

- 50–80 глины;
  - 30–50 KCl;
  - 5–10 полимера (КМЦ, крахмал, метас, лакрис);
  - 30–50 КССБ;
  - 3–6 КОН;
  - 2–3 пеногасителя;
  - 870 – 920 воды
- 5 – 10 смаз.добавки
- Утяжелитель добавляют до получения требуемой плотности ПЖ.

**Технологические  
свойства  
хлоркалиевой ПЖ**

$\rho = 1,08-2,0$  г/см<sup>3</sup>,  
УВ = 25-40 с,  
V = 4-8 см<sup>3</sup>/30 мин,  
k = 2 мм,  
СНС1 = 12-60 дПа,  
СНС10 = 36-120 дПа,  
рН = 9-9,5.

# **Требования к методам измерения свойств буровых растворов**

- 1. Измеряемые параметры должны быть общепринятыми, обязательными для всех организаций и предприятий бурения, иначе невозможно создать рекомендации по регулированию параметров в разных районах.**
- 2. Методы измерения параметров должны быть едиными, иначе невозможно сравнивать характеристики буровых растворов, используемых в различных районах.**
- 3. Методы измерения должны быть доступными для применения непосредственно у бурящихся скважин, так как может быть нарушена оперативность регулирования их, следовательно, и технология бурения.**
- 4. Продолжительность измерения параметров должна быть меньше, чем время, в течение которого может измениться состояние скважины, иначе в скважине могут возникнуть осложнения раньше, чем будет отмечено несоответствие параметров требованиям.**

# Свойства БПЖ

**Свойства** выражают в одном или нескольких **измеряемых** показателях.

## 1. **Плотность, кг/м<sup>3</sup>** (плотность, относительная плотность)

$$P = \rho g z, \quad K_a = P_{пл} / \rho g z; \quad K_n = P_{погл} / \rho g z.$$
$$K_a < \rho_0 < K_n$$

Недостаточная плотность	Излишне большие величины плотности
1. НГВП	1. Возникновение поглощений
2. Осыпи обвалы стенок скважины	2. Увеличивается вероятность прихватов, вызванных действием дифференциального давления
	3. Увеличение фильтратоотдачи
	4. Уменьшение механической скорости проходки

### **Правила безопасности, п. 210:**

Плотность ПЖ в интервалах совместимых условий бурения должна определяться из расчета создания столбом ПЖ гидростатического давления в скважине, превышающего пластовое давление на величину:

- **10 %** для скважин глубиной до **1200** м (интервалов от 0 до 1200 м), но не более  $15 \text{ кгс/см}^2$  (**1,5 МПа**);
- **5 %** для интервалов от **1200** м до проектной глубины, но не более  $30 \text{ кгс/см}^2$  (**3,0 МПа**).

- Максимально допустимая **репрессия** (с учетом гидродинамических потерь) **должна исключать возможность гидроразрыва или поглощения** ПЖ на любой глубине интервала совместимых условий бурения.
- Допускается **депрессия** на стенки скважины в пределах **10-15 %** эффективных скелетных напряжений (разница между горным и поровым давлением пород).
- В интервалах, сложенных неустойчивыми породами (глины, аргиллиты, глинистые сланцы, соли), **плотность, фильтрация, химический состав** ПЖ устанавливаются исходя из необходимости **обеспечения устойчивости стенок скважины**.

При этом репрессия не должна превышать пределов, установленных для всего интервала совместимых условий бурения.

Плотность БПЖ

Измеряют плотность рычажными весами (ВРП-1), ареометр(АБР-1)



Mud Balance



Весы рычажные



Ареометр АБР-1

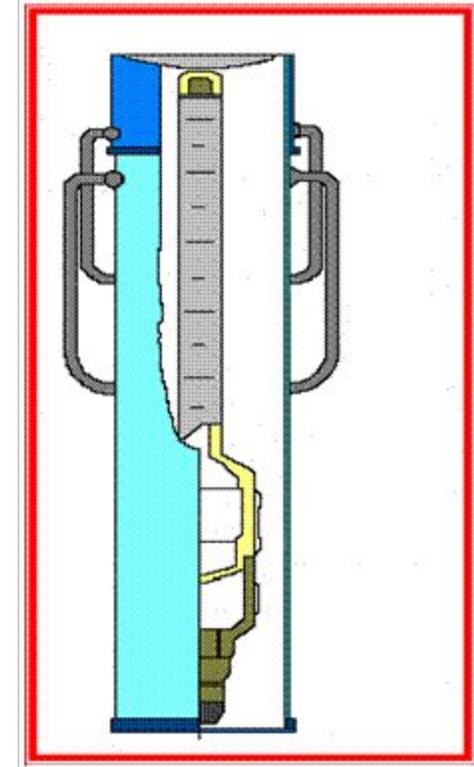


Рис. 6.2. Прибор АБР-1

## Свойства БПЖ

2. **Текучесть** – характеризует способность раствора прокачиваться насосами. Оценивается

параметром – **условная вязкость УВ** [с] – время истечения  $500 \text{ см}^3$  бурового раствора из воронки стандартного полевого вискозиметра ВП-5 и воронка Марша.



Вискозиметр ВБР-1

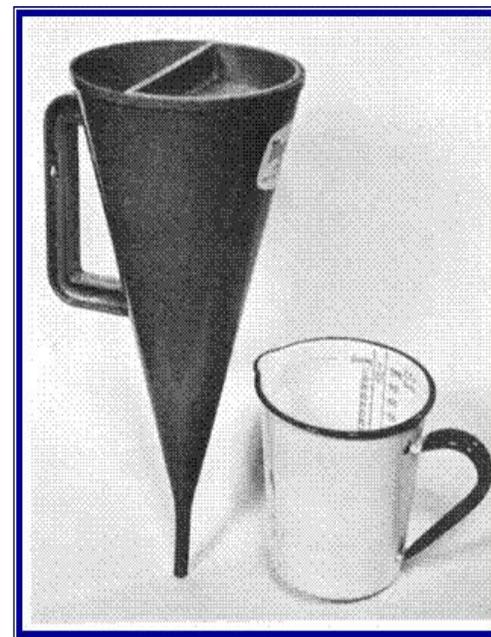


Рис. 6.7. Воронка МАРША, для определения условной вязкости

### 3. *Реологические свойства*

Буровые растворы представляют собой жидкости, содержащие дисперсную фазу. Как и обычные жидкости, они обладают подвижностью, т. е. способностью течь. При этом первоначальное расположение частиц жидкости изменяется, происходит деформация. Наука о деформации и течении тел называется *реологией*, а свойства тел, связанные с течением и деформацией, называются *реологическими*, характеризующимися определенными величинами, не зависящими от условий их измерения и конструкции измерительных приборов. Такие величины называют реологическими константами.

## Реологические свойства

Реологические свойства буровых растворов оказывают влияние:

- на степень очистки забоя скважины от шлама и охлаждения породоразрушающего инструмента;
- транспортирующую способность потока;
- величину гидравлических сопротивлений во всех звеньях циркуляционной системы скважины;
- величину гидродинамического давления на ее стенки и забой в процессе бурения;
- амплитуду колебаний давления при пуске и остановке насосов, выполнении СПО и проработке скважины с расхаживанием бурильной колонны;
- интенсивность обогащения бурового раствора шламом;
- скорость эрозии стенок скважин и др.

### Реологические свойства

---

**Изучение реологических свойств дисперсных систем основано на выявлении закономерностей связи между силами (напряжениями), вызывающими течение жидкости, и получаемыми при этом скоростями течения (деформациями).**

**С помощью величин реологических характеристик можно определять коллоидно-химические свойства дисперсных систем, что очень важно для оценки качества промывочных жидкостей и выбора методов регулирования их свойств.**

**Реологические свойства** – характеризуют способность раствора оказывать сопротивление течению. Определяется параметрами: *пластическая вязкость*  $\eta$  [мПа\*с], *эффективная вязкость*  $\eta_{эф}$  [мПа\*с], *динамическое напряжение сдвига* [дПа] .  
Измеряют на приборе ВСН-3, FANN.



FANN 35SA

Ротационный  
вискозиметр ВСН-3



4. **Структурные свойства** – характеризуют способность раствора образовывать структуру, определяются параметрами – **статическое напряжение сдвига**  $\theta_1$ ,  $\theta_{10}$  [дПа] – максимальное касательное напряжение при котором происходит разрушение структуры покоящегося раствора и он начинает двигаться. Измеряют с помощью приборов СНС-2 и FANN.



5. **Фильтрационные свойства** – характеризуют способность раствора отфильтровывать жидкую фазу. Оценивается параметрами **водоотдачи** (филтратоотдачи)  $V$  [см<sup>3</sup>/30 мин] – объем отфильтровавшейся жидкой фазы из пробы бурового раствора при замере, проведенном в стандартных условиях (время замера – 30 мин, перепад давлений – 0,1 МПа, температура окружающего воздуха) и **толщина глинистой** (фильтрационной) **корки**  $K$  [мм].

**Скорость фильтрации зависит от:**

- размеров частиц фильтрующейся системы;
- вязкости дисперсионной среды;
- величины давления;
- температуры.

# Свойства БПЖ

## Фильтрационные свойства

Прибор для определения – ВМ-6 и фильтр-пресс.



HPHT Filter Press



6. **Седиментационная устойчивость** - способность раствора, находящегося в покое, удерживать частицы твердой фазы равномерно распределенными по всему объему.

Оценивают по двум величинам: **стабильность**  $S$  (кг/м<sup>3</sup>) - ЦС-2 ( $V=800$  см<sup>3</sup>) и **суточный отстой**  $O$  (% об.) – мерный стеклянный цилиндр объемом 100 см<sup>3</sup>.

Стабильным считается раствор, у которого  $S = 0,02-0,03$  г/см<sup>3</sup>,  $O = 3-4\%$ .

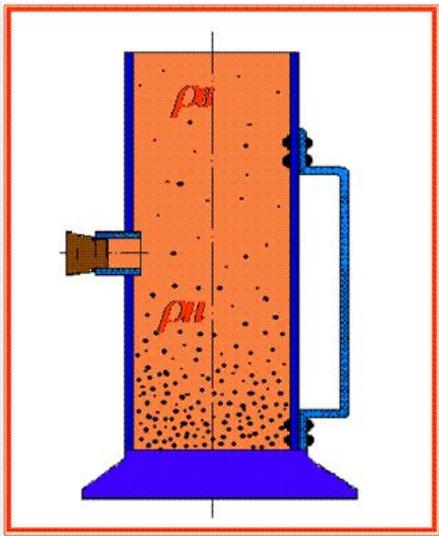


Рис. 6.4. Цилиндр стабильности, ЦС-2



ЦС-2

Мерный  
цилиндр



7. **Характер среды** (водородный показатель) - характеризует активность или концентрацию ионов водорода в ПЖ.

Равен отрицательному десятичному логарифму активности или концентрации ионов водорода. Измеряется с помощью рН-метра или индикаторной бумаги.



рН-метр

Индикаторная бумага



### 8. Содержание абразивных частиц.

Оценивается параметром **содержание песка П**, измеряется в % по объему (ОМ-2) .

При большом содержании абразивных частиц усиливается износ втулок и поршней, клапанов буровых насосов, деталей турбобура. Для промывочных жидкостей нормальным считается содержание песка до 4%.



ОМ-2

## 8. Содержание газа

Оценивается параметром *содержание газа Г*, измеряется в %.

Метод разбавления основан на разбавлении промывочной жидкости водой, в результате чего пузырьки приобретают способность всплывать, уменьшая кажущийся объем промывочной жидкости. В мерный цилиндр с притертой пробкой (емкостью 250 мл) вносят отмеренные мензуркой 50 мл промывочной жидкости и добавляют 200 мл воды, часть которой перед этим используют на обмывание мензурки с остатками промывочной жидкости. Цилиндр закрывают пробкой, энергично взбалтывают его в течение 1 мин и оставляют в покое. После того как пена опадет, измеряют объем жидкости в мерном цилиндре. Этот объем будет меньше суммарного (250 мл) на величину объема газа. Содержание газа определяют по формуле

$$Г = 2 (250 - V),$$

где  $V$  - объем, занятый жидкостью после удаления газа.