

Бурение

нефтяных и газовых скважин

7. Промывка скважин

Балаба Владимир Иванович
РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина

Фрагменты презентации



7.1. Принципиальная схема процесса промывки скважины

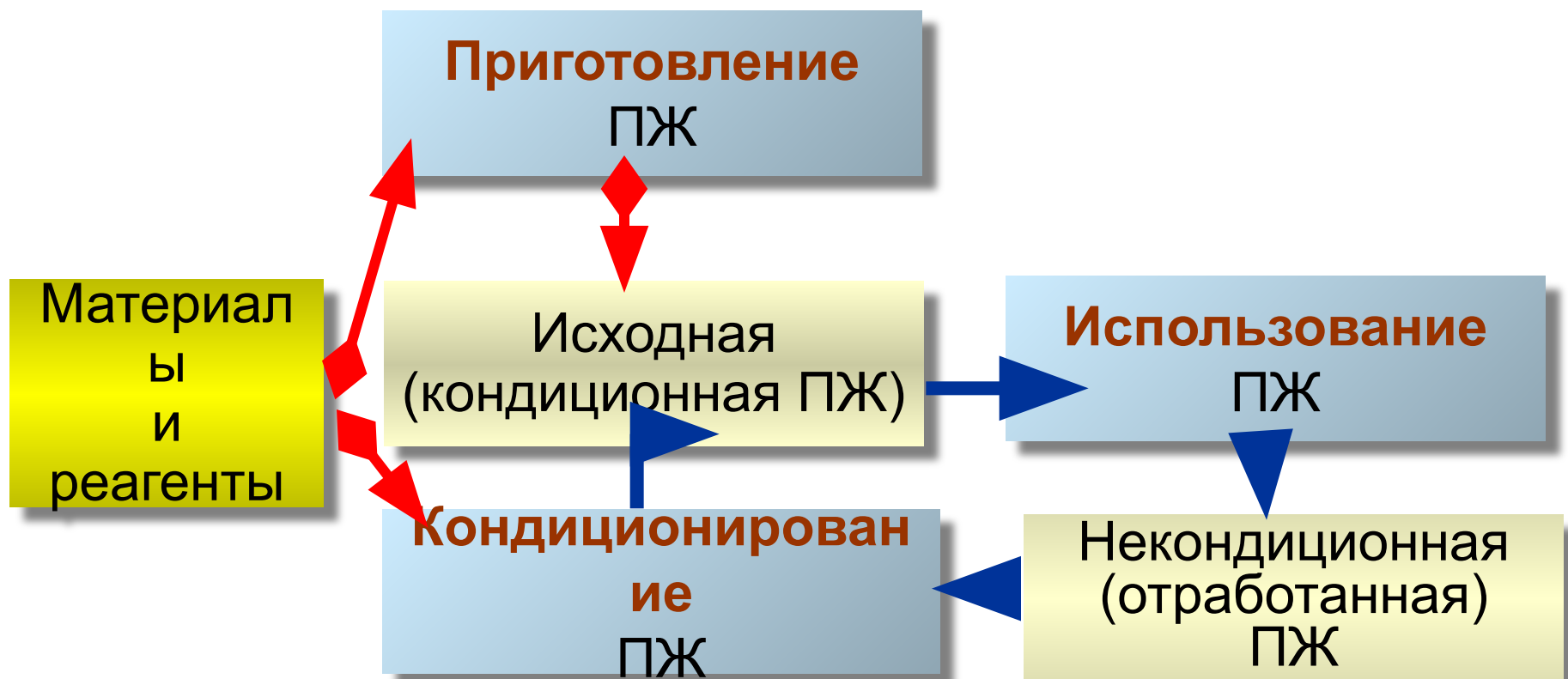
Для удаления выбуренной породы с забоя скважины и транспортировки ее на поверхность создают замкнутую циркуляцию через скважину технологического (циркуляционного) агента – жидкости или газа.

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

Балаба В.И.



Принципиальная схема процесса промывки скважины



Балаба В.И.

3



7.2. Функции БПЖ

Основные функции:

- удалять выбуренную породу с забоя скважины;
- транспортировать выбуренную породу (буровой шлам) на поверхность;
- охлаждать долото.
- передавать гидравлическую энергию забойному двигателю.



Функции БПЖ

Дополнительные функции:

- создавать достаточное давление на вскрытые скважиной пласты, чтобы исключить газонефтеводопроявление;
- образовывать на стенках скважины тонкую, но прочную и малопроницаемую фильтрационную корку, предотвращающую проникновение ПЖ или ее фильтрата в породы;
- удерживать во взвешенном состоянии твердую фазу при временном прекращении циркуляции;

Балаба В.И.



Функции БПЖ

Дополнительные функции:

- снижать трение между породой и долотом, между стенками скважины и БК;
- снижать вес БК или ОК, находящейся в скважине за счет выталкивающей силы, уменьшая нагрузку, действующую на подъемный механизм БУ.



7.3. Требования к БПЖ

- **облегчать разрушение породы долотом или, по крайней мере, не затруднять процесс разрушения и удаления обломков с поверхности забоя;**
 - **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;**

Балаба В.И.



Требования к БПЖ

- не растворять и не разупрочнять породы в стенках скважины, сохраняя ее номинальный диаметр;
- обладать устойчивостью к действию электролитов, температуры и давления;
- обладать низкими пожаровзрыво-опасностью и токсичностью, высокими гигиеническими свойствами;
- быть экономичной, обеспечивая низкую стоимость метра проходки.

Ни одна из известных ПЖ не является универсальной



7.4. Классификация БПЖ

Большинство БПЖ представляет собой 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.*



Классификация БПЖ

Соответствующие данной классификации **типы** БПЖ 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.п.



7.4.1. 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 распределено в другом веществе.



Дисперсная фаза и дисперсионная среда

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**.



Дисперсная фаза и дисперсионная среда

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

БПЖ – это многокомпонентные двух- или трехфазные гетерогенные системы.



Дисперсная фаза и дисперсионная среда

У гетерогенных систем **дисперсионная среда** представлена жидкостью (**вода, нефть, дизельное топливо, синтетическая жидкость**), а **дисперсная фаза**:

- **твердыми частицами** глины, утяжелителей, наполнителей (**суспензии**);
- **жидкостью**, нерастворимой в дисперсионной среде, например нефтью, дизельным топливом (**эмульсии**);
- **газом** (**пены и аэрированные жидкости**).



7.4.2. Классификация БПЖ по природе дисперсионной среды

Тип БПЖ

На водной основе

На углеводородной основе

На синтетической основе

На газовой основе

Вид БПЖ

Глинистые
Безглинистые

Пресные
Минерализованные

Утяжеленные
Неутяжеленные

Прямые
эмульсии

Обратные
эмульсии

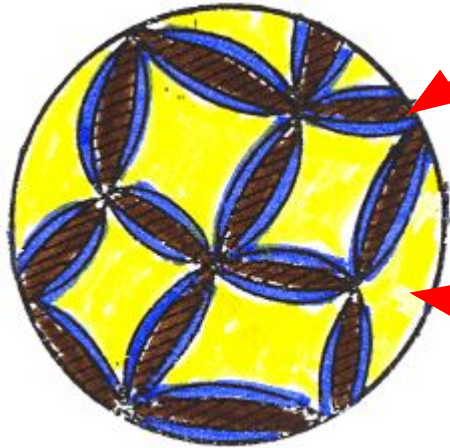
Пены

Аэрированные
жидкости

Балаба В.И.



7.4.3. Глинистые суспензии



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.

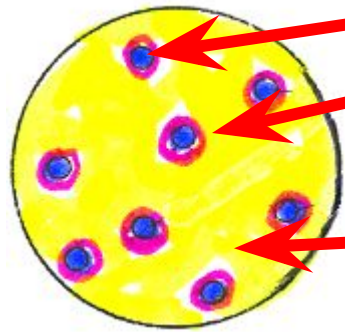
7.4.4. Эмульсии

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

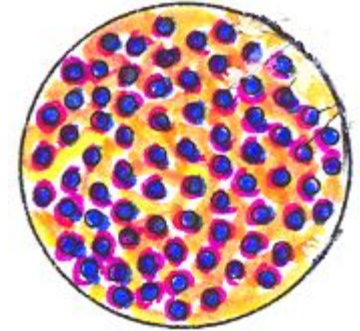
Жидкость, являющаяся непрерывной в эмульсии, в составе которой диспергирована другая жидкость в виде мелких глобул, называется **дисперсионной** (внешней) **средой**, а диспергированная жидкость - **дисперсной** (внутренней) **фазой**.



Эмульсии



- глобула водной фазы
- адсорбционно-сольватный слой ПАВ
- углеводородная среда;



Если дисперсионная среда в эмульсии представлена:

- **полярной** жидкостью, то это эмульсия **прямая** или **I рода** - **масло в воде (м/в)**.
- **неполярной** или малополярной жидкостью (называемой, как правило, маслом), то это эмульсия **обратная** или **II рода** - **вода в масле (в/м)**.

Балаба В.И.



Эмульсии

Термины: "*инвертная*", "*гидрофобная*", "*водонефтяная*" эмульсии являются синонимами **обратной эмульсии**.

Обратными эмульсиями являются:

- инвертно-эмульсионный буровой раствор (*ИЭР, ИЭБР*)
- высококонцентрированный инвертно-эмульсионный раствор (*ВИЭР*)
- гидрофобно-эмульсионный раствор (*ГЭР*).



Эмульсии

Термины **ИЭБР**, **ВИЭР**, **ИЭР** и **ГЭР** **неверны**, поскольку объединяют два понятия - **эмульсию** и **раствор**, характеризующиеся принципиально различными коллоидно-химическими состояниями.

- **Раствор** - **гомогенная** (однородная) термодинамически **стабильная** жидкая система с растворенными в ней одним или несколькими компонентами.
- **Эмульсия** - **гетерогенная** (неоднородная) жидкая система с четким разделением компонентов на две фазы - полярную и неполярную, обладающие значительной свободной энергией.

Балаба В.И.



Эмульсии

Размер **глобул** в эмульсиях, как правило, составляет **1 мкм** и более (можно наблюдать в оптический микроскоп), что придает им свойства, отличные от растворов.

Эмульсии, наряду с такими коллоидными системами как **пены** (*пузырьки газа, разделенные тонкими прослойками жидкости*) и **туманы** (*капли воды или кристаллы льда в воздухе*) являются неравновесными, т.е. **термодинамически неустойчивыми** системами.

Балаба В.И.



Эмульсии

Процессы, происходящие в эмульсиях, самопроизвольно 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**):

- **мицеллярных растворов** (растворы коллоидных ПАВ);
- **солюбилизированных систем** (растворы коллоидных ПАВ + дисперсная фаза);
- **микроэмульсий** (растворы коллоидных ПАВ + дисперсная фаза + спирт).



Эмульсии

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.**



7.5. Свойства БПЖ

Свойство - то, что отличает один объект от другого. Свойства выражают в одном или нескольких *измеряемых* показателях.

Свойства подразделяют на простые и сложные.

Простые свойства раскрывает один показатель, который может быть непосредственно измерен *инструментально* или *экспертно*.

Сложные свойства непосредственно измерить нельзя, их для этого следует разделить на более простые.



Свойства БПЖ

Свойства	Показатели
Физические	Плотность, относительная плотность
Реологические	Условная, динамическая и пластическая вязкость вязкости; Динамическое напряжение сдвига; Коэффициент пластичности; Показатель неньютоновского поведения; Показатель консистенции; Эффективная вязкость при скорости сдвига 100 с^{-1} , полностью разрушенной структуре и др. При
Структурно-механические	Статическое напряжение сдвига (через 1 мин через 10 мин); Коэффициент тиксотропии
Фильтрационно-коркообразующие	Фильтратоотдача (показатель фильтрации статической, динамической, мгновенной); Толщина фильтрационной корки; Прихватопасность фильтрационной корки (напряжение сдвига, липкость, коэффициент трения и коэффициент сдвига корки и др).

Балаба В.И.



Свойства БПЖ

Свойства	Показатели
Электрохимические	Удельное электрическое сопротивление; Электростабильность; Водородный показатель
Теплофизические свойства	Температура; Коэффициенты температуропроводности, теплопроводности; Удельная теплоемкость и др.
Устойчивость к внешним воздействиям	Термостойкость; Солестойкость; Недиспергирующая способность; Флокулирующая способность; Микробиологическая устойчивость; Агрегативная устойчивость
Триботехнические	Коэффициенты трения скольжения и трения качения; Интенсивность износа материала; Продолжительность работы пары трения без заедания; Диаметр пятна износа; Нагрузка заедания и др.

Балаба В.И.



Свойства БПЖ

Свойства	Показатели
Седиментационная устойчивость	Стабильность; Суточный отстой (показатель седиментации)
Коррозионная активность	Коэффициент коррозии
Поверхностное натяжение фильтрата ПЖ	Поверхностное натяжение на границе с газом, на границе с углеводородной жидкостью
Консолидирующая способность	Коэффициент консолидации
Ингибирующая способность	Обобщенный показатель устойчивости; Показатель увлажняющей способности; Коэффициент устойчивости, Коэффициент разупрочнения, Коэффициент набухания и др.

Балаба В.И.



7.6. Параметры БПЖ

Из всей совокупности свойств БПЖ выделяют те, которыми можно оперативно управлять в процессе промывки скважины - **параметры** (*технологические свойства*).

Параметры подлежат обоснованию в рабочих проектах на строительство скважины.

К **основным** параметрам БПЖ относятся:



- Плотность ρ , кг/м³

**Масса единицы
объема ПЖ.**



- **Условная вязкость УВ, с**

Косвенно характеризует гидравлическое сопротивление течению. Определяется временем истечения заданного объема ПЖ через вертикальную трубку.



• Показатель фильтрации Φ , см³

Для ПЖ на водной основе - водоотдача.

Косвенно характеризует способность ПЖ отфильтровываться через стенки ствола скважины. Определяется количеством дисперсионной среды, отфильтрованной через проницаемую перегородку.

Регламентируют:

- *площадь*
- *перепад давления*
- *время.*

Балаба В.И.

31



- *Толщина фильтрационной корки K , мм*

Косвенно характеризует способность ПЖ к образованию фильтрационной корки на стенках скважины.

Определяется толщиной корки, полученной при измерении показателя фильтрации.



- *Пластическая вязкость η , Па·с*

Характеризует темп роста касательных напряжений сдвига при увеличении скорости сдвига в случае, когда зависимость касательного напряжения сдвига от градиента скорости сдвига представлена в виде прямой (не проходящей через начало координат), определяемая углом наклона этой прямой.



- **Статическое напряжение сдвига СНС, Па**

Характеризует прочностное сопротивление ПЖ, находящейся в покое заданное время (1 и 10 мин). Определяется касательным напряжением сдвига, соответствующим началу разрушения ее структуры.



• *Динамическое напряжение сдвига τ_o , Па*

- **Косвенно характеризует прочностное сопротивление ПЖ течению. Определяется отрезком на оси касательного напряжения сдвига, отсекаемым прямой, отображающей зависимость касательной напряжения сдвига от градиента скорости сдвига при течении ПЖ.**



• *Водородный показатель pH*

Характеризует активность или концентрацию ионов водорода в ПЖ.

Равен отрицательному десятичному логарифму активности или концентрации ионов водорода.



- **Показатель минерализации M_{NaCl} , %, мг/л.**

Косвенно характеризует содержание водорастворимых солей в ПЖ.

**Условно
определяется
эквивалентным
содержанием
хлорида натрия
в
фильтрате ПЖ.**

Балаба В.И.

37



- **Напряжение электропробоя $U_{\text{э}}$, В**

Косвенно характеризует стабильность **ПЖ** на углеводородной основе.

Определяется разностью потенциалов в момент разряда тока между расположенными на определенном расстоянии электродами, погруженными в ПЖ.

Балаба В.И.



7.6. Обоснование свойств БПЖ

Правила, п. 2.7.3.3:

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 кгс/см^2 (**1,5 МПа**);
- **5 %** для интервалов от **1200** м до проектной глубины, но не более 30 кгс/см^2 (**3,0 МПа**).



Плотность БПЖ

- Максимально допустимая **репрессия** (с учетом гидродинамических потерь) **должна исключать возможность гидроразрыва или поглощения** ПЖ на любой глубине интервала совместимых условий бурения (п. 2.7.3.4).



Плотность БПЖ

- В интервалах, сложенных неустойчивыми породами (глины, аргиллиты, глинистые сланцы, соли), **плотность, фильтрация, химсостав** ПЖ устанавливаются исходя из необходимости **обеспечения устойчивости стенок скважины**. При этом репрессия не должна превышать пределов, установленных для всего интервала совместимых условий бурения (п. 2.7.3.5).
- Допускается **депрессия** на стенки скважины в пределах **10-15 %** эффективных скелетных напряжений (разница между горным и поровым давлением пород).

Балаба В.И.



7.7. Материалы и реагенты для приготовления и кондиционирования БПЖ

7.7.1. Состав БПЖ

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

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



Рецептура хлоркаалиевой ПЖ (кг на 1 м³):

- 50–100 глины;
- 30–50 КСІ;
- 5–10 полимера (КМЦ, М-14, метаса, крахмала);
- 30–50 КССБ;
- 5–10 КОН;
- 2–3 пеногасителя;
- 920–940 воды.

Утяжелитель добавляют до получения требуемой плотности ПЖ.



Технологические свойства хлоркалиевой ПЖ

$\rho = 1,08-2,0 \text{ г/см}^3$,
 $УВ = 25-40 \text{ с}$,
 $\Phi = 4-8 \text{ см}^3$,
 $СНС_1 = 2-60 \text{ дПа}$,
 $СНС_{10} = 36-120 \text{ дПа}$,
 $pH = 9-9,5$.



7.7.2. Функциональное назначение компонентов БПЖ

По назначению:

- **общего назначения** используются для приготовления основы ПЖ и регулирования ее параметров,

- **специального назначения** – для придания специфических свойств (н-р, ингибирующих) либо для устранения недостатков и повышения эффективности веществ общего назначения (н-р, устранения пенообразования, повышения термостабильности).



Компоненты БПЖ общего назначения

1. Дисперсионная среда – вода, углеводороды, синтетические жидкости.

2. Структурообразователи – материалы, придающие тиксотропные свойства ПЖ. Это глина, торф, специальные органические полимеры из класса полисахаридов (в частности биополимеры), синтетические полимеры, а для ПЖ на нефтяной основе – органофильные глины и битумы.

3. Регуляторы pH - неорганические вещества: основания (каустическая сода NaOH , известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$); щелочные (карбонат натрия Na_2CO_3) и кислые (бикарбонат натрия NaHCO_3) соли, изменяющие концентрацию ионов водорода в ПЖ.



4. Понижители фильтрации – вещества, снижающие величину показателя фильтрации ПЖ. Как правило, это природные и синтетические высокомолекулярные полимеры различной химической природы, н-р:

- **гуматные реагенты** – углекислотной реагент УЩР;
- **лигносульфонаты** – конденсированная сульфит-спиртовая барда КССБ;
- **полисахариды** – крахмал, эфиры целлюлозы (карбоксиметилцеллюлоза КМЦ);
- **акриловые полимеры** – гидролизованые полиакрилонитрил (гипан), полиакриламид (ГПАА).



5. Разжижители – вещества, снижающие предельную прочность структуры, тиксотропию и повышающие подвижность ПЖ:

а) органические реагенты:

- гуматные – УЦР;
- производные лигнина – нитролигнин;
- лигносульфонаты - ССБ, окзил

б) неорганические реагенты:

- комплексные фосфаты – гексаметафосфат натрия (Na_3PO_6), тринатрийфосфат Na_3PO_4 , триполифосфат натрия $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ и др.



Компоненты БПЖ специального назначения

1. Ингибиторы разупрочнения глинистых пород.

Н-р, неорганические электролиты – известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$, хлориды CaCl_2 , NaCl , KCl , алюмокалиевые квасцы $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, силикат натрия Na_2SiO_3 , гипс CaSO_4 .

2. Термостабилизирующие добавки.

Предотвращают загустевание и улучшают действие разжижителей при высоких температурах (анионные соединения хрома - хроматы и бихроматы натрия или калия Na_2CrO_4 , K_2CrO_4 , $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

Антиоксиданты – вещества, замедляющие термо-окислительную деструкцию полимеров (ароматические амины - анилин, алкилфенолы, аминоспирты (этаноламин)).

Балаба В.И.



3. Смазочные добавки. Графит, синтетические и растительные масла.

4. Поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Снижают поверхностное натяжение на границе раздела фаз, обеспечивая качественное вскрытие продуктивных пластов. Используют водорастворимые ПАВ ионогенного типа (анионоактивные) – сульфонол, сульфонатриевые соли сланцевых смол СНС и неионогенные – ОП-10, УФЭ8.



5. Эмульгаторы. Служат для приготовления эмульсионных ПЖ. Большинство реагентов (УЦР, ССБ, КССБ, окзил, крахмал) – хорошие эмульгаторы прямых эмульсий. Применяют также водорастворимые ПАВ ионогенного типа (сульфонол) и неионогенные ПАВ (ОП-10).



6. Пеногасители. Предназначены для предупреждения и ликвидации вспенивания ПЖ. Используют: сивушное масло, соапсток, кальциевый мылонафт, полиметилсилоксановые жидкости ПМС, синтетические жирные спирты, окисленный петролатум, стеарат алюминия, резиновая или полиэтиленовая крошка в дизельном топливе (РС и ПЭС).

7. Бактерициды (антисептики). Предотвращают ферментативное разложение реагентов. Используют вещества неорганические (NaOH, NaCl) и органические (формальдегид, параформальдегид, фенол).



7.8. Циркуляционная система буровой установки

ЦС - комплекс механизмов и оборудования, предназначенный для выполнения следующих операций с ПЖ:

- *приготовления;*
- *подачи в скважину;*
- *кондиционирования;*
- *хранения запаса ПЖ.*



7.9. Система приготовления ПЖ

**Блок хранения
материалов
и реагентов**

- **бункеры**

**Блок
приготовления ПЖ**

- **дозатор**
- **смеситель**
- **диспергатор**
- **перемешиватель**



7.9.1. Блок приготовления ПЖ (БПР)

- 1** - цельнометаллический бункер (2 шт.);
- 2** - воздушный фильтр;
- 3** - гофрированный рукав;
- 4** - выносной гидроэжекторный смеситель;
- 5** - рама;
- 6** - стойки.



БПР

Порошкообразный материал (глина, барит и др.) из автоцементовоза загружается в бункер 1 пневмотранспортом при помощи компрессора. Воздух выходит в атмосферу через фильтр 2.

Балаба В.И.

56



БПР-70

Для подачи порошкообразного материала в **гидроэжекторный смеситель** вначале аэрируют материал в бункере, чтобы исключить его зависание при опорожнении бункера, затем открывают шиберную заслонку, в результате чего обеспечивается доступ материалов в гофрированный шланг.

Жидкость, прокачиваемая насосом через штуцер гидросмесителя, создает в его камере разрежение. Т. к. в бункере поддерживается атмосферное давление, то на концах гофрированного шланга возникает перепад давления, под действием которого порошкообразный материал перемещается в камеру гидросмесителя, где смешивается с прокачиваемой жидкостью.



БПР-70

Воронка гидросмесителя служит для ввода материала в зону смешивания вручную. В обычном случае ее патрубок закрыт пробкой.

Блок БПР-70 оборудован гидравлическим измерителем массы порошкообразного материала ГИВ-М.



7.9.2. Гидроэжекторный смеситель

- 1** - загрузочная воронка;
- 2** - клапан;
- 3** - приемная камера;
- 4** - сливной патрубков;
- 5** - штуцер;
- 6** - смесительная камера;
- 7** - диффузор.

Линии подвода: **I** - жидкости, **II-III** - порошка; **IV** - слив



7.9.3. Гидродиспергатор типа «струя в струю»



- 1** - корпус;
- 2, 5** - патрубки;
- 3** - коллектор;
- 4** - входной патрубков;
- 6** - сопло;
- 7** - насадка.



7.10. Система кондиционирования

**Блок
очистки ПЖ
от
твёрдой
фазы**

- **1 ступень**
- **2 ступень**
- **3 ступень**
- **4 ступень**

**Блок
очистки ПЖ
от газа**

- **газовый
сепаратор**
- **дегазатор**

**Блок
химической
обработки ПЖ**

- **дозатор**
- **смеситель**
- **диспергатор**
- **перемешива-
тель**



7.10.1. Дисперсный состав твердой фазы ПЖ и возможности ее удаления

Содержание
ТВ. частиц

Размер
частиц, мкм

1 - глинопорошок;
2 - барит;
3, 4 - БШ через 1 и 2
цикла циркуляции

Вибросито
(1 ступень)

Пескоотделитель
(2 ступень)

Илоотделитель
(3 ступень)

Центрифуга
(4 ступень)



7.10.2. Трехступенчатая система очистки от твердой фазы

1 - скважина; **2** - вибросито; **3, 5** - центробежный насос;
4 - пескоотделитель; **6** - илоотделитель; **7** - буровой насос; **8, 9, 10** - резервуары

7.10.4. Вибросита

Принцип действия - отделение частиц просеиванием через сито.

Основание **1**,
поддон для сбора
очищенной ПЖ **7**,
приемник с
распределителем
потока **2**,
вибрирующая
рама **5** с сеткой **4**,
вибратор **3**,
амортизаторы **6**.

Балаба В.И.



Вибросита

Глубина очистки и пропускная способность вибросита зависит от *размера ячеек сетки* и *просеивающей поверхности*.

Вибрирующие рамы располагают как в горизонтальной, так и в наклонной плоскости.



Вибросита

**Движение
вибросеток:**

- ***возвратно-
поступательное
по прямой;***
- ***эллипсообразное;***
- ***круговое;***
- ***комбинированное***

***Линейное
движение
сетки
вибросит***

***Эллиптическое
движение сетки
вибросит***

Балаба В.И.



Очиститель ПЖ компании SWACO

Регулируемая
каскадная
система очистки
ПЖ:
вибросита с
линейным и
эллиптическим
движением.

Балаба В.И.

67



Вибросита

Вибросито ВБС-1

Вибросито ВЕМ-600
компания SWACO

Балаба В.И.

68



7.10.5. Гидроциклоны

Гидроциклон -
инерционно-гравитационный
классификатор твердых
частиц

Полиуретано-
вая песковая
насадка с
отверстием 15
или 25 мм

ПЖ

БШ



Технические характеристики гидроциклонов

Параметр	ПГ 60/300	ИГ М 45	ИГ М 45	ИГ 45/75	ИГ 45/75- К
Пропускная способность, м ³ /с	0,06	0,045	0,045	0,045	0,040
Наименьший размер частиц (мм) плотностью 2600 кг/ м ³ , удаляемых на 95 % при работе для промывочной жидкости плот- ностью 1100-1200 кг/ м ³ ;	0,07?	0,05	0,05	0,03	0,02
тестовой жидкости (вода - 98 %, тонкодисперсный кварцевый песок - 2 %)	0,04	0,02	-	0,01	-
Внутренний диаметр гидроциклона, мм	300	150	150	75	75
Рабочее давление перед гидроциклонами, МПа	0,28	0,3	0,3	0,3	0,3
Количество гидроциклонов	2	6	6	16	14

Балаба В.И.



7.10.11. Блок очистки ПЖ от газа

Последствия газирования ПЖ:

- **снижение плотности ПЖ (флюидопроявления, осыпи, обвалы);**
- **опасность взрыва или отравления (н-р, H_2S);**
- **снижение эффективной гидравлической мощности буровых насосов;**
- **ухудшение технологических свойств ПЖ и режима промывки скважины (ПЖ становится более вязкой, как и всякая двухфазная система; кислые газы, н-р двуокись углерода, могут привести к понижению рН и вызвать флокуляцию ПЖ);**
- **пузырьки газа препятствуют удалению шлама из ПЖ (очистное оборудование работает неэффективно).**



Блок очистки ПЖ от газа

Причины поступления газа из пласта в ПЖ:

- *отрицательное дифференциальное давление между скважиной и пластом;*
- *высокая скорость бурения (пластовый газ не успевает оттесниться фильтратом от забоя и стенок скважины и попадает в поток ПЖ вместе с выбуренной породой).*



Блок очистки ПЖ от газа

Газ в ПЖ может находиться

- в свободном, жидком и растворенном состоянии.**

По мере перемещения потока ПЖ к устью пузырьки свободного газа увеличиваются в объеме в результате снижения давления, сливаются друг с другом, образуя газовые пробки, которые прорываются в атмосферу.

***Свободный газ* легко удаляется из ПЖ в результате перемешивания в желобах, на виброситах, в емкостях.**

При устойчивом газировании, например при бурении на несбалансированном давлении, свободный газ удаляют из ПЖ с помощью газового сепаратора.



Блок очистки ПЖ от газа

Пузырьки газа, которые не извлекаются из ПЖ при естественном перепаде давления, оказываются вовлеченными в ПЖ.

Газ, проникший в молекулярную структуру ПЖ, извлечь трудно. Для этого требуется не только затратить некоторую энергию, но и часто необходимо применять понизители вязкости ПЖ и поверхностного натяжения, если используется недостаточно совершенная система дегазации.

Жидкие и растворимые газы удаляются из ПЖ на углеводородной основе плохо, так как газ входит в межмолекулярную структуру нефтяной фазы ПЖ.

Балаба В.И.



Схема дегазации ПЖ

ПЖ + газ

ПЖ

1


1 - промежуточные емкости ЦС; **2** - скважина;
3 - вращающийся превентор; **4** - регулируемый штуцер
и манифольд; **5** - газовый сепаратор; **6** - вибросито;
7 - дегазатор



Схема газового сепаратора ($V = 1-4 \text{ м}^3$, P - до 1,6 МПа)

1 - корпус; **2** - отвод дегазированной ПЖ;
3 - регулятор уровня ПЖ поплавкового типа; **4** - манометр;
5 - трубопровод на факел; **6** - предохранительный клапан;
7 - тангенциальный ввод; **8** - поплавок;
9 - шлам;
10 - задвижка;
11 - эжектор для продувки и очистки сепаратора от шлама.

Действие инерционного и гравитационного полей



Двухкамерный вакуумный дегазатор ДВС

К вакуумному насосу

Балаба В.И.

77

[Перейти на первую страницу](#)



7.10.12. Блок химической обработки

**Блок
химической
обработки ПЖ**

- **дозатор**
- **смеситель**
- **диспергатор**
- **перемешива-
тель**



7.11. Система циркуляции

Блок буровых насосов

- **буровые насосы**

Блок резервуаров

- **резервуары**
- **перемешиватели**
- **шламовые насосы**

Блок обвязки

- **манифольд**
- **желоба**



Манифольд ЦС установки кустового бурения

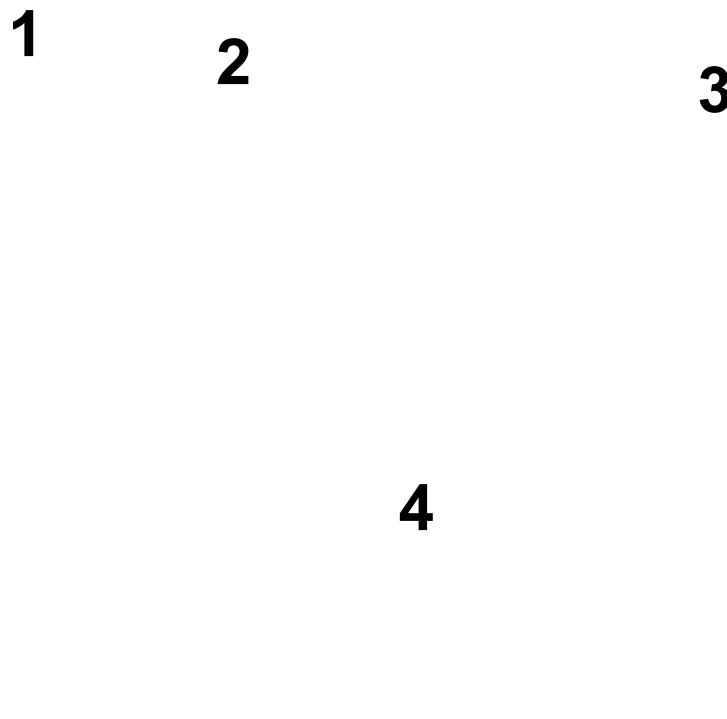
1 - пол буровой;

2 - нагнетатель-
ный трубо-
провод;

3 - буровой
насос;

4 - резервуары;

5 - скважина



Балаба В.И.

80



7.12. Размещение технологических отходов бурения

Технологические отходы бурения скважины (**ТОБ**):

- *буровой шлам* (**БШ**);
- *отработанные буровые технологические жидкости* (**ОБТЖ**);
- *буровые сточные воды* (**БСВ**).

Технологические отходы испытания и освоения скважины:

- *продукция, полученная из скважины - пластовые флюиды (вода, нефть, газ);*
- **ОБТЖ** (для вызова притока и глушения скважины);
- **БСВ**.



7.12.1. Объем технологических отходов бурения

Объем бурового шлама $V_{\text{БШ}}$, м³:

$$V_{\text{БШ}} = K_{\text{п}} V_{\text{п}},$$
$$V_{\text{п}} = 0,785 K_{\text{к}} D^2 L,$$

где $V_{\text{п}}$ - объем выбуренной породы, м³;

$K_{\text{п}} = 1,2$ - коэффициент разуплотнения выбуренной породы;

$K_{\text{к}}$ - коэффициент кавернозности;

D - диаметр долота, м;

L - длина интервала бурения, м.



Объем технологических отходов бурения

Объем отработанной ПЖ $V_{\text{ОБР}}$, м³:

$$V_{\text{ОБР}} = V_{\text{БШ}} K + 0,5V_{\text{Ц}},$$

где $K = 1,052$ - коэффициент, учитывающий потери ПЖ со шламом при очистке на вибросите, пескоотделителе и илоотделителе;

$V_{\text{Ц}}$ - объем циркуляционной системы БУ.

Объем буровых сточных вод $V_{\text{БСВ}}$, м³:

$$V_{\text{БСВ}} = 2V_{\text{ОБР}}.$$



Пример расчета объема бурового шлама

Наименование показателя	Интервал бурения, м					
	0-40	40-600	600-3000	3000-4000	4000-4400	4400-5500
Диаметр долота, мм	914 (36")	610 (24")	406.4 (16")	311 (12-1/4")	215.9 (8-1/2")	152.4 (6")
Длина интервала бурения, м	40,0	560	2400	1000	400	1100
Коэффициент кавернозности	1,15	1,20	1,15	1,15	1,15	1,10
Объем выбуренной породы, м ³	30,151	196,290	357,489	87,567	16,972	21,847
	всего 710,316 м ³					
Объем бурового шлама, м ³	30,182	235,548	428,987	105,080	20,637	26,216
	всего 852,379 м ³					

Балаба В.И.



Пример расчета объема ТОБ

Объем отработанной ПЖ $V_{\text{ОБР}}$, м^3 :

$$V_{\text{ОБР}} = V_{\text{БШ}} K + 0,5V_{\text{Ц}},$$

При $V_{\text{Ц}} = 200 \text{ м}^3$:

$$V_{\text{ОБР}} = 1,2 \times 710 \times 1,052 + 0,5 \times 200 = 996 \text{ м}^3.$$

Объем буровых сточных вод $V_{\text{БСВ}}$, м^3 :

$$V_{\text{БСВ}} = 2V_{\text{ОБР}} = 2 \times 996 = 1992 \text{ м}^3.$$

Соотношение БШ : ОБР : БСВ в данном случае **852 : 996 : 1992** или **1 : 1,2 : 2,4**.



7.12.3. Принципиальная схема безамбарной системы размещения ТОВ

- 1** - источник водоснабжения;
- 2** - блок сбора оборотной воды;
- 3** - блок приготовления и кондиционирования ПЖ;
- 4** - скважина;
- 5** - блок механической очистки;
- 6** - контейнер-шламосборник;
- 7** - переключатель;
- 8** - блок сбора БСВ;
- 9** - блок химической очистки;
- 10** - блок доочистки.



Принципиальная схема системы обезвоживания

- 
- 1** - ПЖ из скважины
 - 2** - вибросита
 - 3** - очиститель ПЖ

4 - ЦС;
7 - блок хим. очистки;
8 - бытовой отсек; **9** - смешительная емкость;
10, 11, 12 - блоки хранения полимера, кислоты и коагулянта;

6 - центрифуга;



5 - насос

13, 14 - приемные емкости для чистой и грязная воды;
15, 16 - блоки хранения чистой и грязной воды.



7.13. Гидравлическая программа промывки скважины

При проектировании гидравлической программы промывки скважины определяют:

- **величину подачи промывочной жидкости;**
- **режим течения жидкости в зависимости от скорости движения;**
- **параметры гидромониторных насадок;**
- **гидравлические сопротивления движению жидкости по характерным участкам системы циркуляции;**
- **суммарные гидравлические сопротивления в системе циркуляции;**
- **гидравлическую мощность бурового насоса.**



7.13. Гидравлическая программа промывки скважины

Потери напора в системе циркуляции ПЖ зависят от:

- **конструкции скважины;**
- **конструкции бурильной колонны;**
- **конструкции породоразрушающего инструмента;**
- **способа бурения;**
- **подачи ПЖ;**
- **свойств ПЖ** (н-р, плотности, вязкости, статического и динамического напряжений сдвига).

Общие потери напора подсчитывают как сумму потерь во всех элементах системы циркуляции ПЖ. По суммарным потерям напора подбирают тип бурового насоса, а по подаче – требуемое их количество.

Б

