

# Лекция 7

## Промывка и продувка скважин

# Рассматриваемые вопросы

- 1. Схемы промывки и продувки скважин**
- 2. Назначение промывочных жидкостей и их разновидности**
- 3. Вода как промывочная жидкость**
- 4. Глинистые растворы и их параметры качества**
- 5. Эмульсионные глинистые растворы и растворы на нефтяной основе**
- 6. Бурение скважин с продувкой**

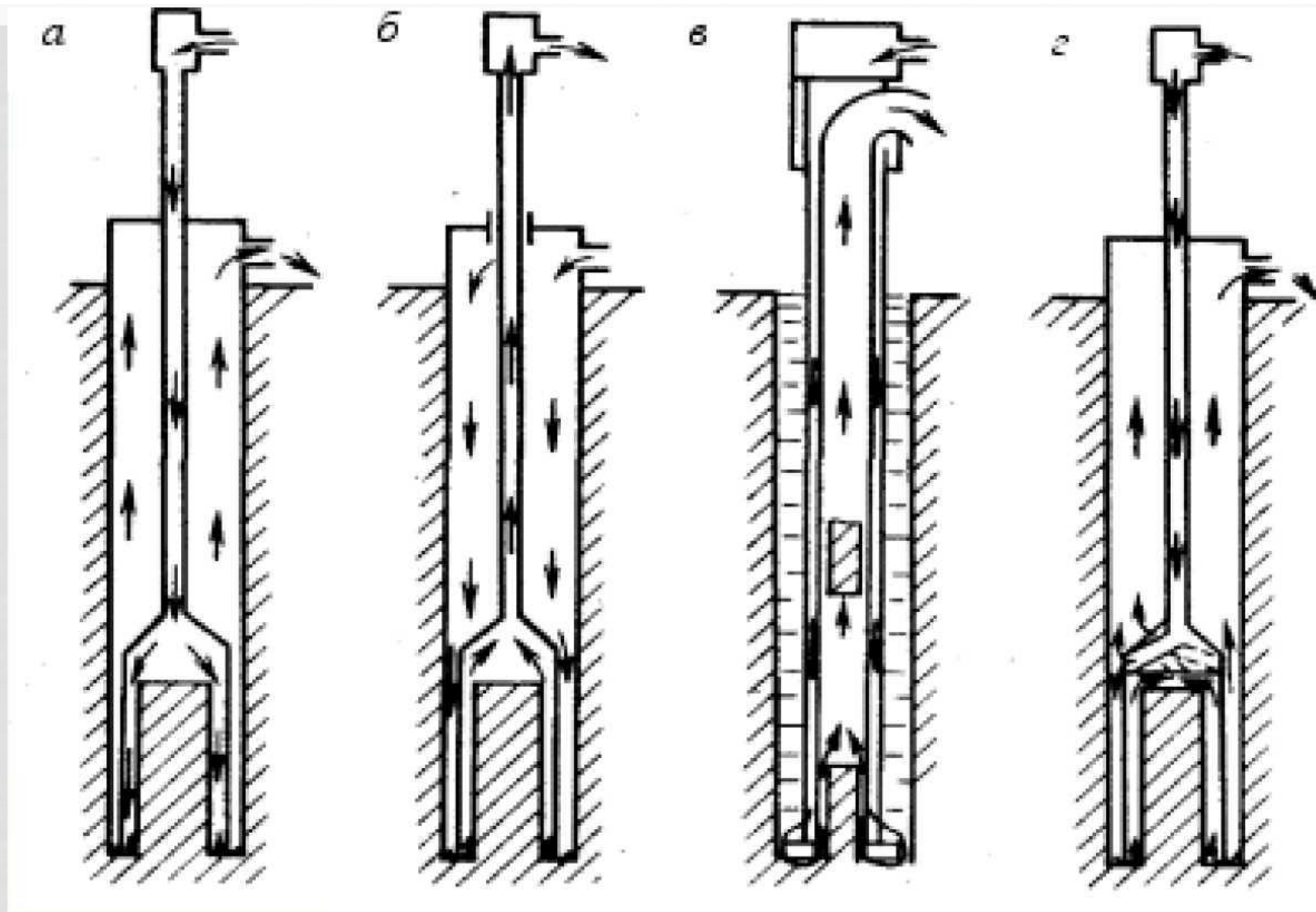
# 1. Схемы промывки и продувки скважин

Для удаления выбуренной породы с забоя скважины и транспортировки ее через скважину на поверхность создают принудительную замкнутую циркуляцию **жидкости** или **газа**.

При использовании жидкости технологический процесс ее циркуляции через скважину называется **промывкой**, а при использовании газа - **продувкой**. В основном применяется промывка скважин.

Технологическую жидкость, прокачиваемую через скважину, называют **промывочной (ПЖ)** или **буровым раствором (БР)**.

## Схемы промывки скважин



**а — прямая, б — обратная, в — обратная через двойную колонковую трубу, г - комбинированная**

## **2. Назначение промывочных жидкостей и их разновидности**

**Промывочная жидкость при вращательном бурении должна выполнять ряд функций которые можно разделить на две группы:**

- ОСНОВНЫЕ**
- ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ**

# **Основные функции буровой промывочной жидкости**

- **очищать забой скважины от выбуренной породы, вынося ее на поверхность;**
- **охлаждать долото, турбобур, электробур и бурильную колонну;**
- **передавать гидравлическую энергию забойному двигателю.**

# **Дополнительные функции**

- **создавать противодействие на стенки скважины для предотвращения обвалов породы и проникновения в скважину пластовых флюидов - газа, нефти и воды из разбуриваемых пластов;**
- **обеспечивать глинизацию стенок скважины для повышения их устойчивости и предотвращения проникновения промывочной жидкости или ее фильтрата в породы;**
- **удерживать частицы разбуренной породы во взвешенном состоянии твердую фазу при временном прекращении циркуляции;**
- **снижать трение между породой и долотом, между стенками скважины и бурильной колонной;**
- **снижать вес бурильной и обсадной колонн за счет выталкивающей силы.**

# ***Требования к промывочным жидкостям***

- 1. Облегчать разрушение породы долотом или, по крайней мере, не затруднять процесс разрушения и удаления обломков с поверхности забоя;**
- 2. Не ухудшать коллекторские свойства продуктивных пластов;**
- 3. Не вызывать коррозию и износ бурильного инструмента и бурового оборудования;**
- 4. Обеспечивать получение достоверной геолого-геофизической информации при бурении скважины;**
- 5. Не растворять и не разупрочнять породы в стенках скважины, сохраняя ее номинальный диаметр;**
- 6. Обладать устойчивостью к действию электролитов, температуры и давления;**
- 7. Обладать низкими пожаровзрыво-опасностью и токсичностью, высокими гигиеническими свойствами;**
- 8. Быть экономичной, обеспечивая низкую стоимость метра проходки.**



# ***Классификация промывочных жидкостей***

**Буровые промывочные жидкости классифицируются по следующим основным признакам:**

- 1. Степени минерализации дисперсионной среды**
- 2. Вида растворенных в ней неорганических соединений**
- 3. Характера химической обработки**
- 4. Соотношения между водой и углеводородной жидкостью**

**Дисперсная система** - раздробленная система, в которой одно вещество раздроблено (диспергировано) и 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**, 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**

# Основные виды промывочных жидкостей

- вода
- глинистые растворы
- глинисто-известковые растворы
- растворы на углеводородной (нефть, дизтопливо) основе
- эмульсионные растворы
- аэрированные растворы
- воздух, газ

### 3. ВОДА КАК ПРОМЫВОЧНАЯ ЖИДКОСТЬ

Вода как промывочная жидкость может быть применена при проходке **устойчивых и неразмывающихся горных пород** - в районах, где геологический разрез сложен твердыми породами, не обваливающимися в скважину без глинизации ее стенок, в условиях, когда пластовое давление не превышает гидростатического.

## ***Достоинства воды как промывочной жидкости:***

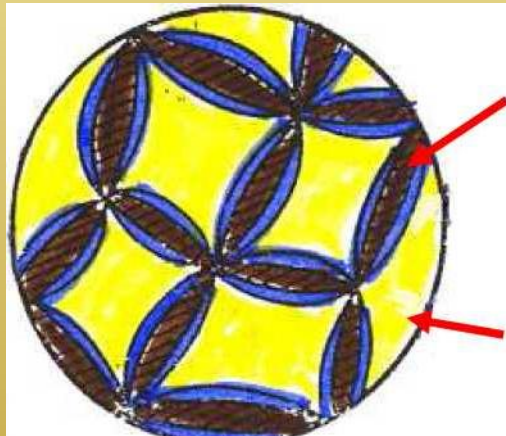
- 1. Позволяет увеличивать механическую скорость бурения и проходку на долото до 50 %;**
- 2. Позволяет достичь экономии за счет сокращения расхода долот и коронок, глины, химреагентов, за счет улучшения условий работы буровых насосов, повышения их производительности и мощности турбобура.**

## ***Недостатки воды как промывочной жидкости:***

- 1. Неспособность удерживать во взвешенном состоянии обломки выбуренной породы при прекращении циркуляции;**
- 2. Не обеспечивает должное гидростатического давления на стенки скважины;.**
- 3. Физико-химическое воздействие на породу, слагающую стенки скважины.**

## 4. Глинистые растворы и их параметры

**Глинистые растворы** приготавливаются из высокосортной глины и воды, образуя дисперсную систему. В таких дисперсных системах образуется пространственная **коагуляционная структура** определяющая их основные свойства.



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

**Дисперсионная среда** - межмицеллярная жидкость (свободная вода)

# ***ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА ГЛИНИСТЫХ РАСТВОРОВ***

Качество глинистого раствора характеризуется следующими параметрами:

- удельным весом (плотностью),*
- вязкостью,*
- водоотдачей,*
- толщиной глинистой корки,*
- статическим напряжением сдвига,*
- стабильностью и суточным отстоем,*
- содержанием песка.*

## **Плотность $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>**

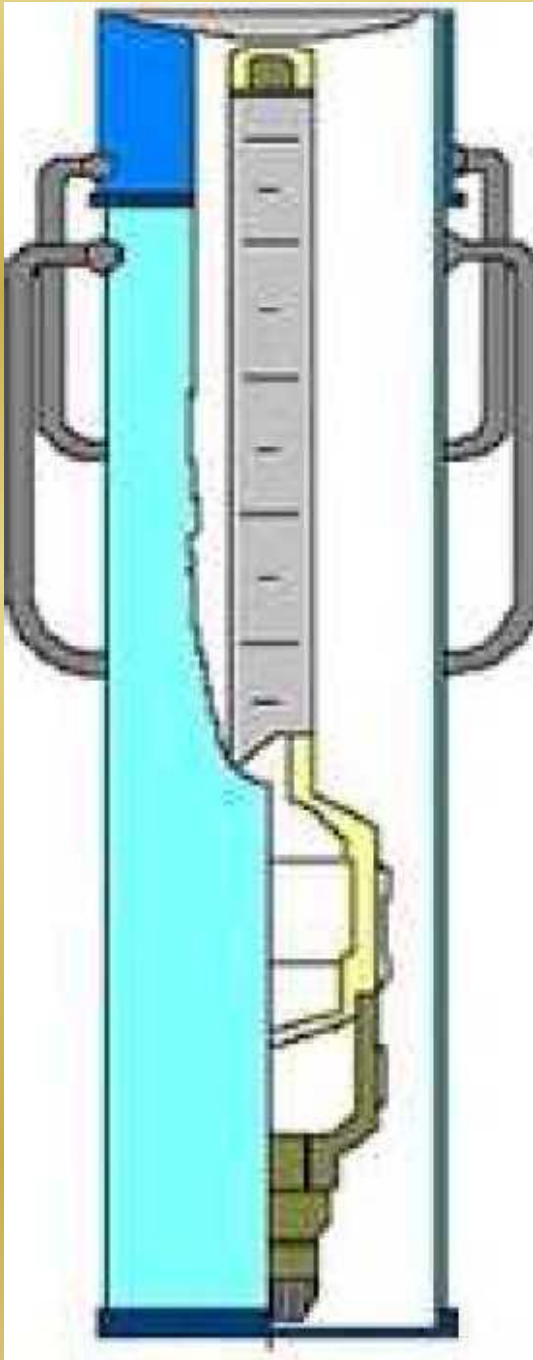
**Масса единицы объема промывочной жидкости.**

**Чем больше удельный вес глинистого раствора, тем большее давление оказывает он на забой и стенки скважины.**

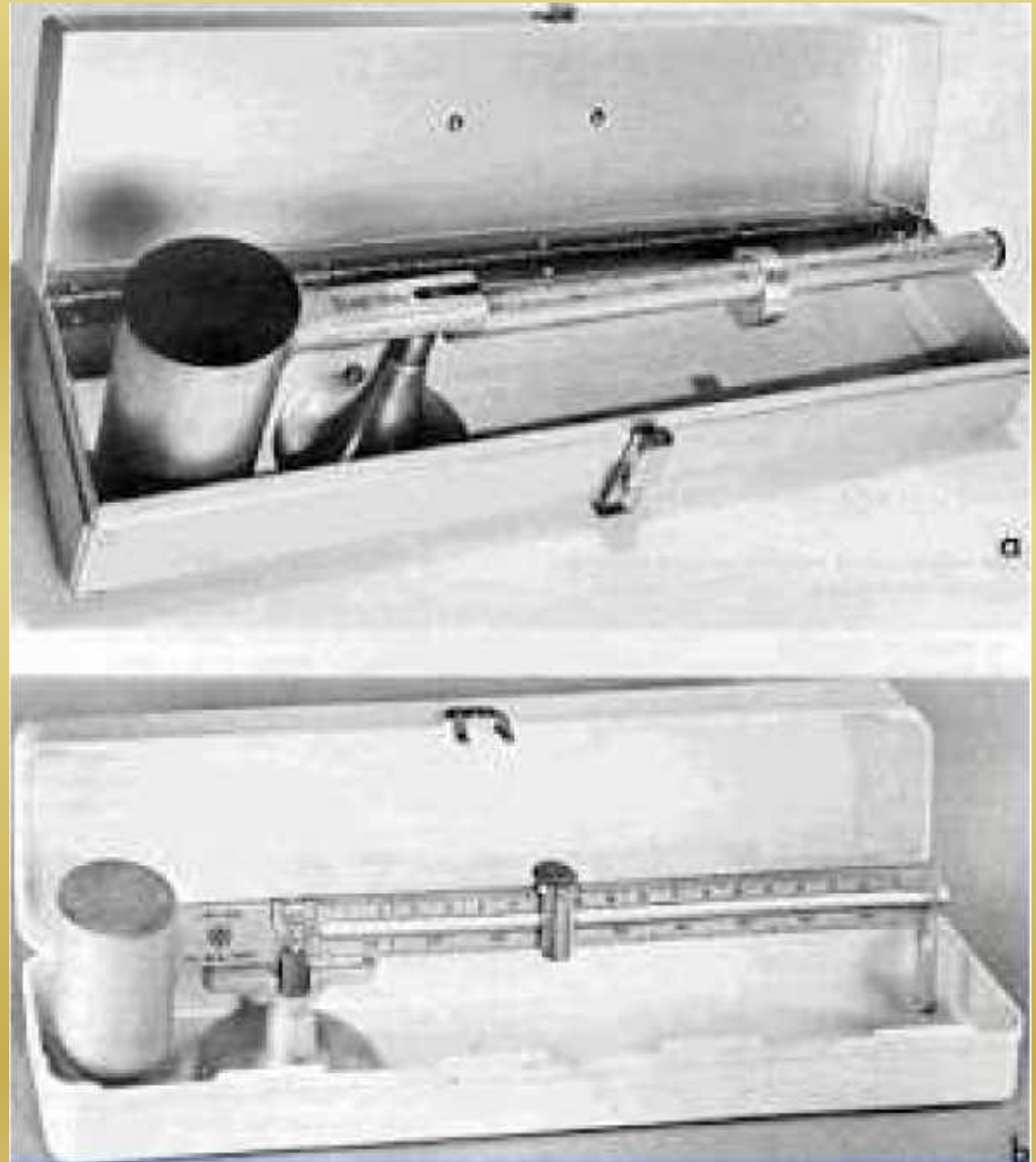
**Плотность** определяют на буровой специальным ареометром **АБР-1**, рычажными весами **ВРП-1** и пикнометром.



## Приборы для определения плотности ПЖ



**АБР-1**



**Рычажные весы ВРП-1**

# Вязкость, с

Под вязкостью понимают внутреннее трение, существующее между слоями жидкости при их перемещении. Косвенно характеризует гидравлическое сопротивление течению.

Измеряют вязкость на буровой при помощи **стандартного полевого вискозиметра (СПВ)**. В котором вязкость глинистого раствора определяется по времени его истечения через 5 миллиметровую трубочку (**условная вязкость в секундах**).

В нормальных условиях бурения условную вязкость глинистого раствора устанавливают равной 18-22 с (условная вязкость воды - 15 с).

# Приборы для определения вязкости ПЖ



**СВП (воронка МАРША для определения условной вязкости)**

## **Водоотдача, см<sup>3</sup>**

**Косвенно характеризует способность промывочной жидкости отфильтровываться через стенки ствола скважины.**

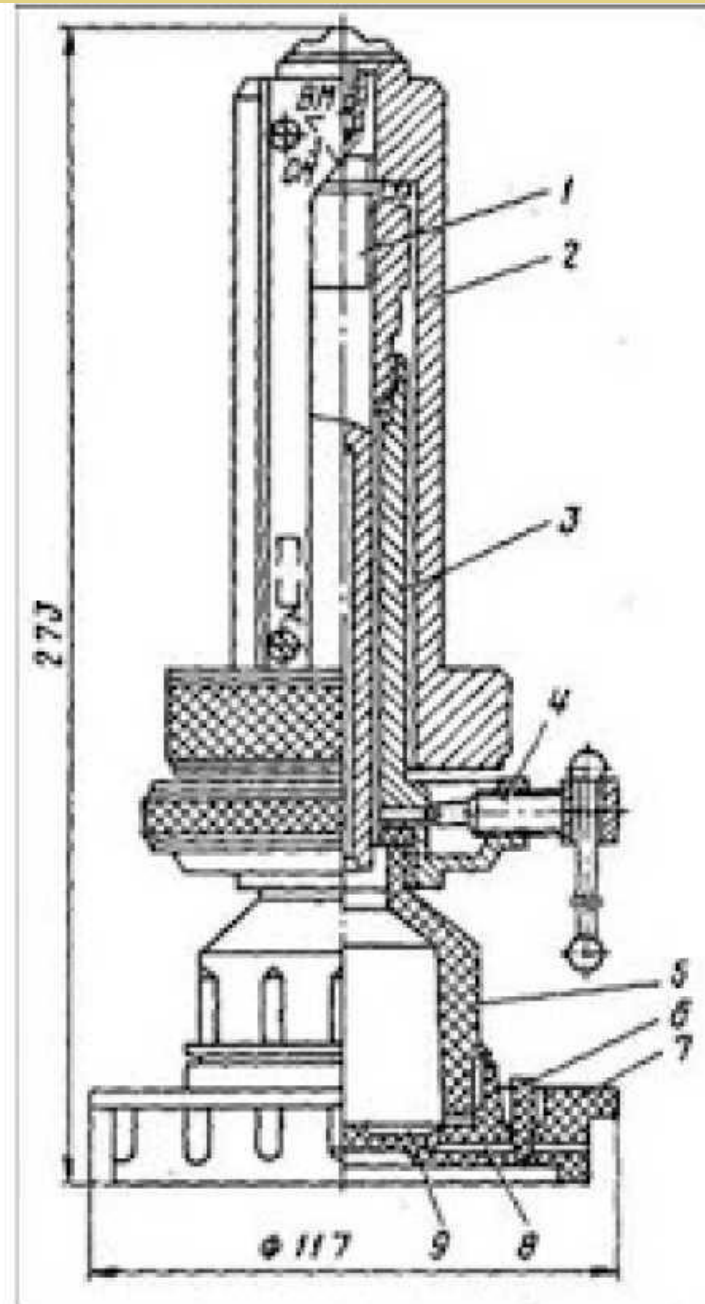
**Определяется количеством дисперсионной среды, отфильтрованной через проницаемую перегородку.**

**Для определения используется прибор**  
**ВМ-6**

# Приборы для определения водоотдачи



**BM-6**



## ***Толщина глинистой корки, мм***

**Косвенно характеризует способность промывочной жидкости к образованию фильтрационной корки на стенках скважины.**

**Для определения толщины глинистой корки используют фильтрационную корку, остающуюся на фильтре при замере водоотдачи. В этих целях фильтр вместе с коркой осторожно извлекают из прибора, отмывают от раствора слабой струей воды и помещают на стекло фильтром вверх.**

**Фильтр осторожно снимают и на специальном приборе Вика иглой измеряют толщину глинистой корки.**

# Прибор для определения толщины глинистой корки

## Прибор Вика



## **Статическое напряжение сдвига СНС, Па**

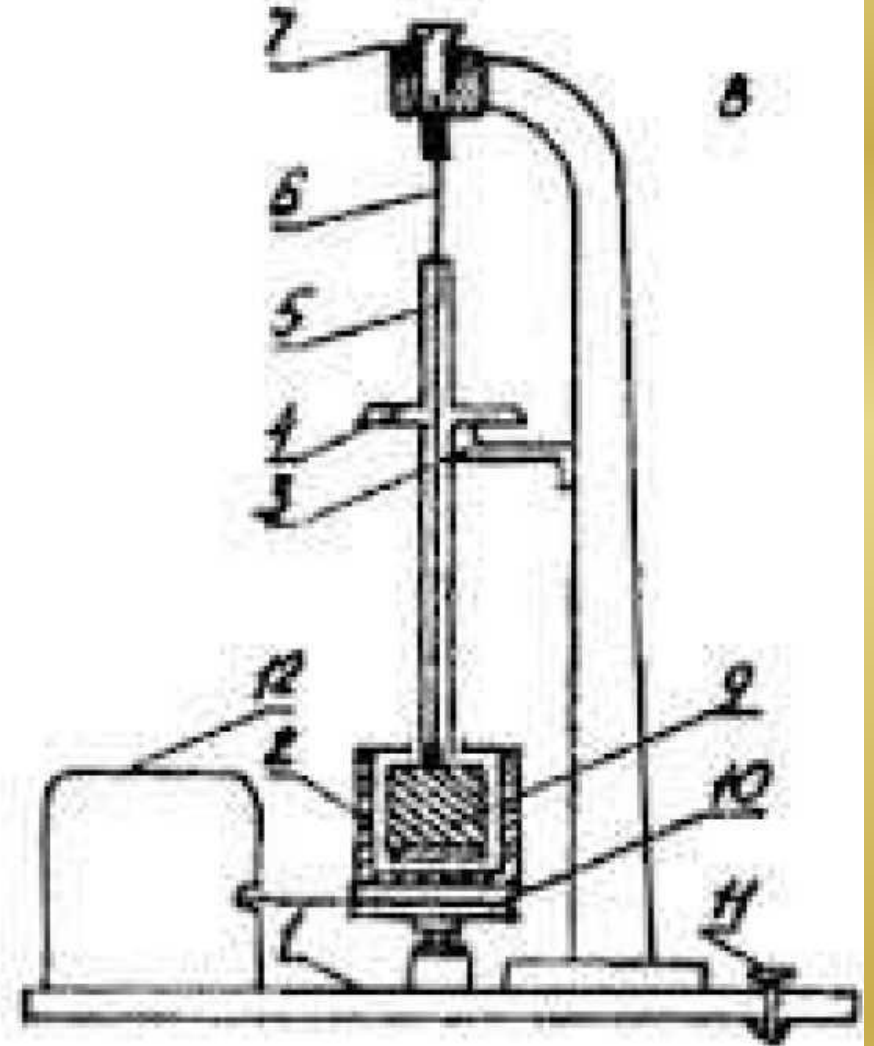
**Характеризует прочность структуры неподвижного раствора. Эта прочность возрастает с течением времени, прошедшего с момента перемешивания глинистого раствора.**

**Измеряют с помощью прибора **СНС-2** через 1 мин и 10 мин после окончания перемешивания. Определяются величиной касательных напряжением сдвига, соответствующих началу разрушения структуры глинистого раствора.**

**Разница в результатах измерений показывает, насколько упрочнилась структура глинистого раствора за 10 мин.**



## Прибор для определения СНС



**СН-2**

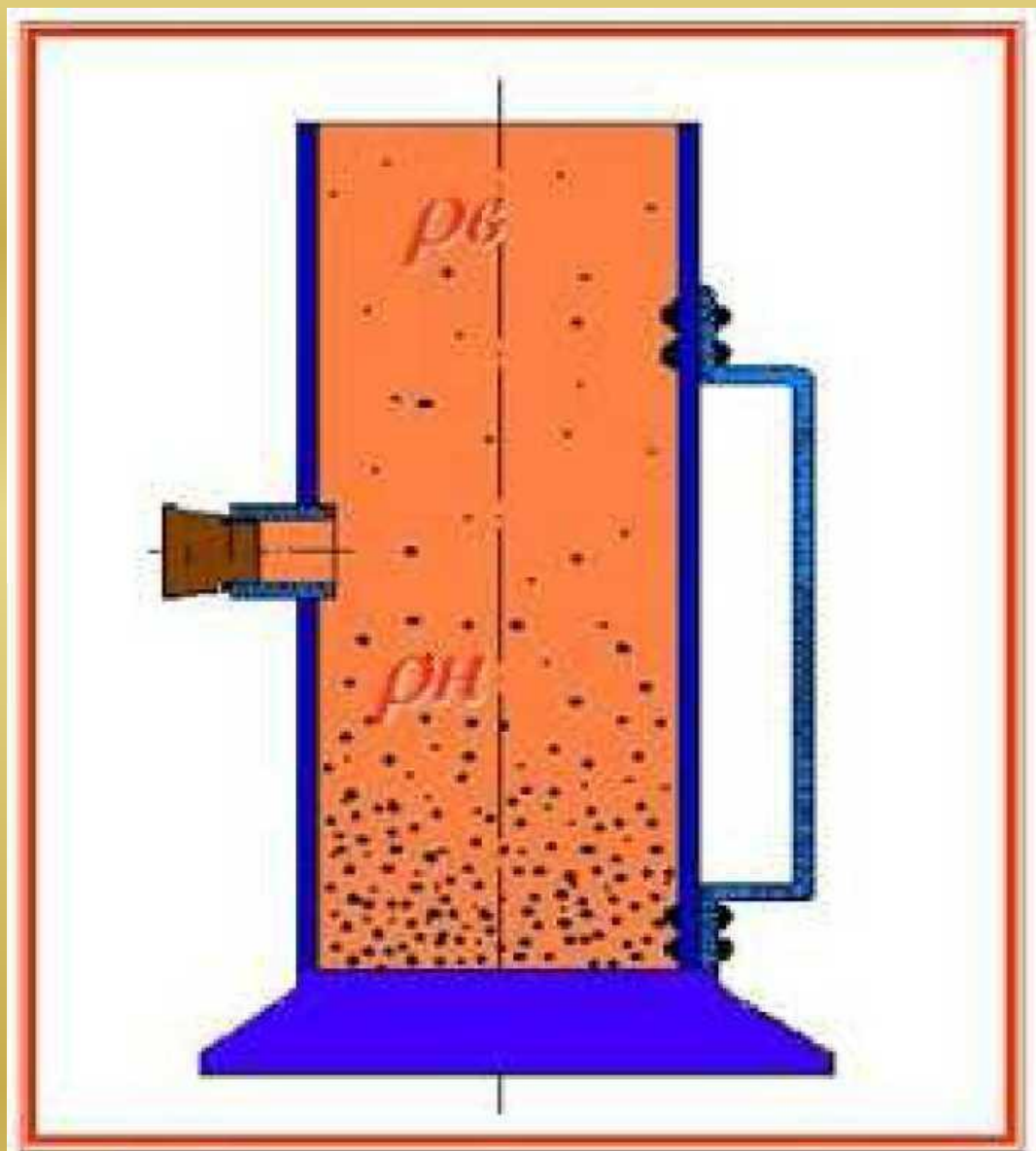
# **Стабильность**

**Стабильность** - способность глинистого раствора сохранять свой удельный вес вдоль оси скважины.

Для измерения используют цилиндрический сосуд, имеющий отверстия в дне и в средней части. Глинистый раствор наливают в сосуд, отстаивают течение 24 ч и затем измеряют удельный вес (плотность) верхней и нижней частей раствора. Разница в значениях удельного веса раствора является мерой стабильности.

Для неосложненных условий бурения стабильность должна быть не более 0,02, для утяжеленных глинистых растворов - не более 0,06.

## Приборы для определения стабильности



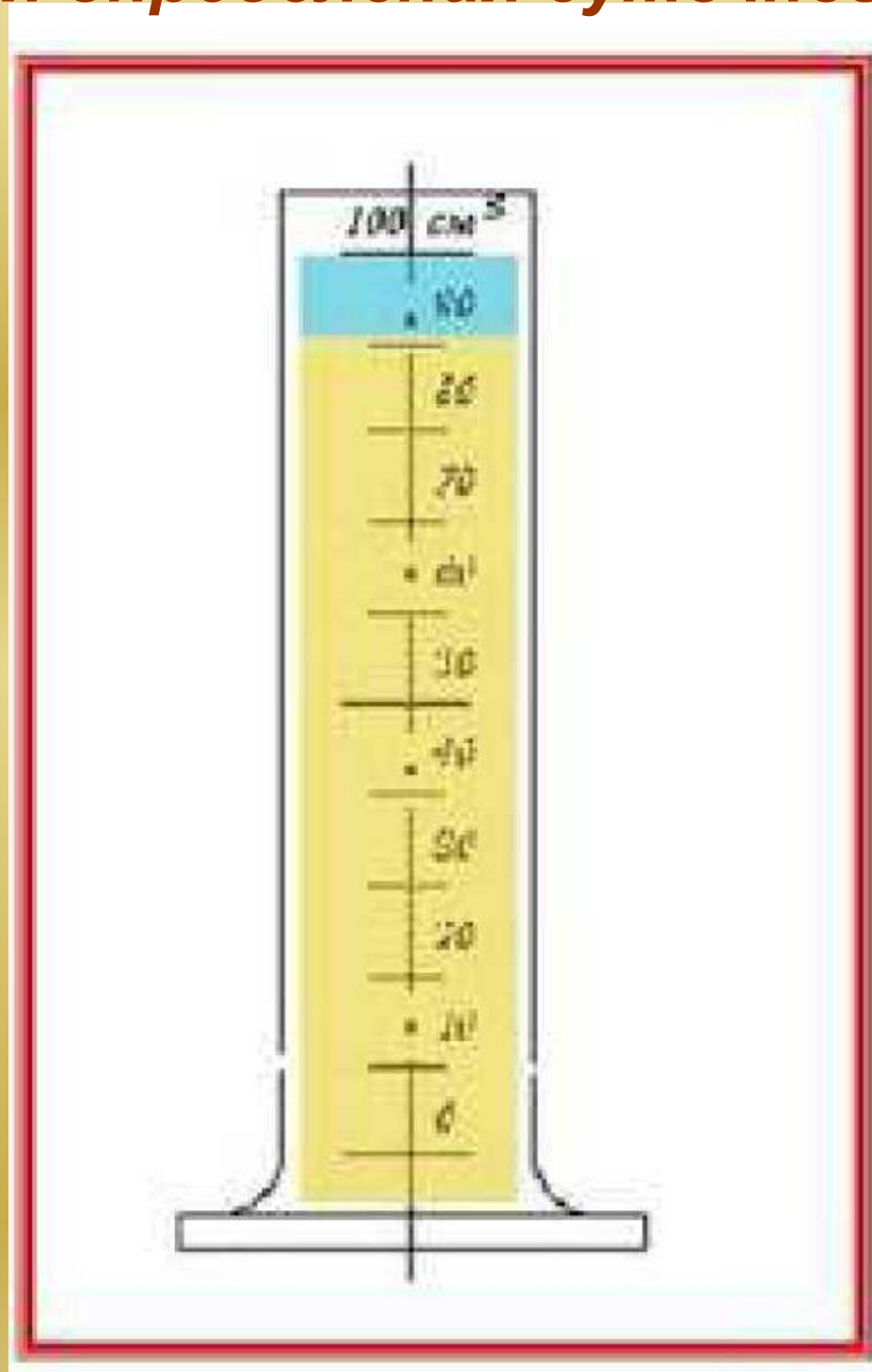
ЦС-2

## **Суточный отстой, %**

**Суточный отстой** это количество воды, выделившейся из глинистого раствора за сутки (в % от общего объема).

Для измерения суточного отстоя хорошо перемешанный глинистый раствор наливают в градуированный цилиндр емкостью 100 см. куб. и оставляют в покое на сутки. Высококачественный глинистый раствор суточного отстоя не имеет.

# Приборы для определения суточного отстоя



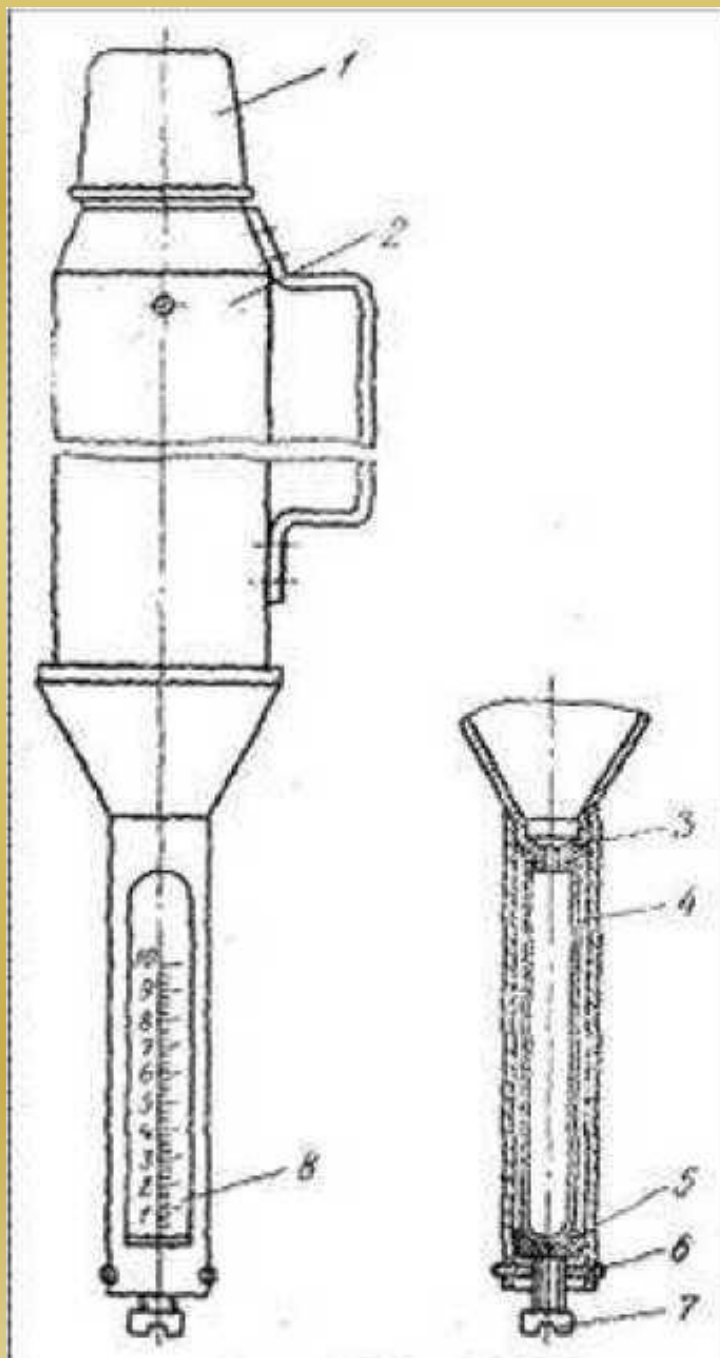
## **Содержание песка, %**

**Характеризует содержание в растворе собственно песка, кусочков выбуренной породы, увеличивающих износ деталей насосов, турбобуров, бурильных труб и т. д.**

**Для определения количества песка в глинистом растворе (в %) применяют мензурку Лысенко, представляющую собой стеклянный сосуд, градуированный до 500 см<sup>3</sup> и имеющий в верхней части пробку.**

**В мензурку наливают 50 см<sup>3</sup> испытуемого глинистого раствора и доливают водой до общего объема 500 см<sup>3</sup>. Смесь взбалтывают и мензурку устанавливают в штативе в вертикальном положении. По истечении 1 мин. по шкале в нижней части мензурки отсчитывают количество осевшего песка. Полученное на шкале число умножают на 2. Таким образом, получается объем песка, содержащийся не в 50 см<sup>3</sup>, а в 100 см<sup>3</sup> глинистого раствора.**

## Приборы для определения содержания песка



# **Приготовление глинистых растворов**

**Буровые промывочные жидкости могут готовиться:**

- **непосредственно на буровой с помощью специальных технических средств;**
- **в скважине при бурении на технической воде в отложениях глины или иных подходящих по составу породах;**
- **централизованно на глинозаводе.**



**Приготовление глинистого раствора непосредственно в скважине возможно в том случае если в разрезе имеются толщи коллоидальных глин.**

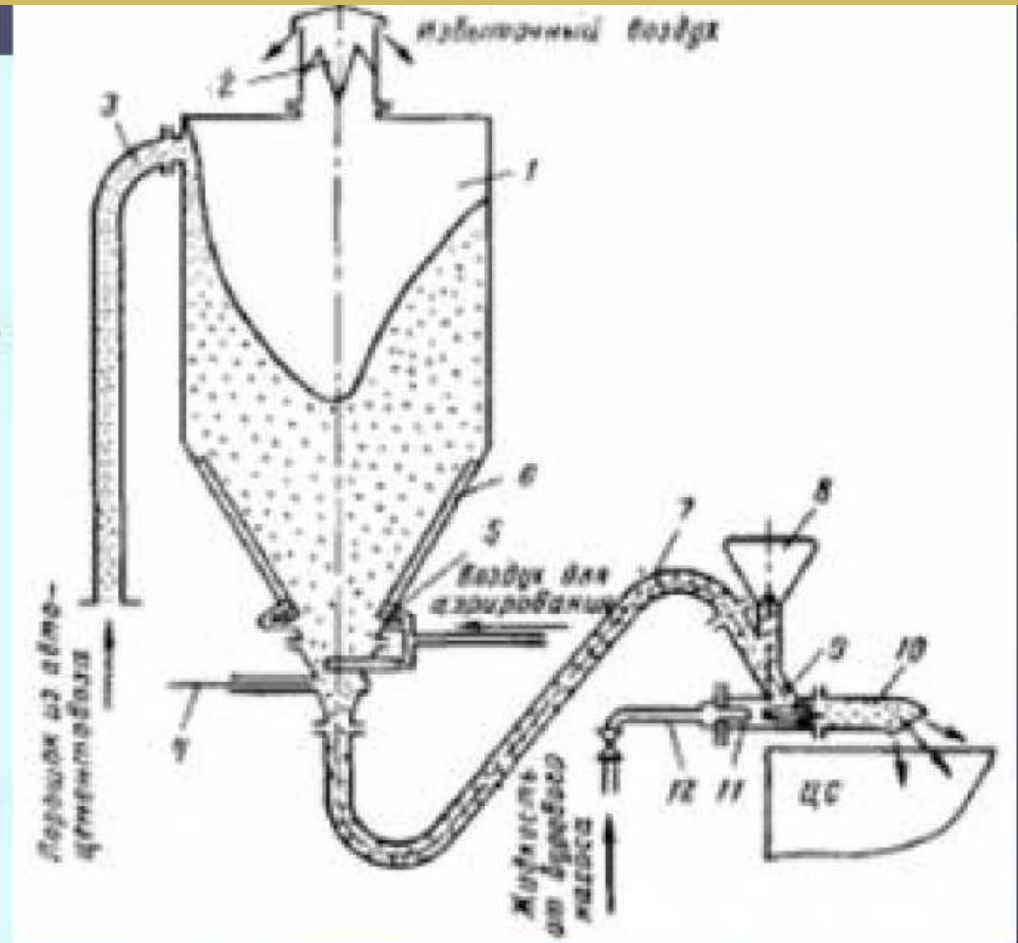
**Глинистый раствор образуется в скважине самопроизвольно. Во время бурения закачиваемая в скважину вода диспергирует глину, выбуриваемую долотом, и переводит ее в глинистый раствор.**

**Свойства раствора, образующегося в скважине, регулируются изменением количества воды в растворе и добавлением химических реагентов.**

**Приготовление глинистого раствора непосредственно на буровой осуществляется с помощью глиномешалок которые бывают:**

**механические**

**гидравлические**



# **Химические реагенты для глинистых растворов**

**Химические реагенты применяют для приготовления глинистых растворов с необходимыми параметрами.**

**В зависимости от характера действия химреагентов на растворы они делятся на две группы:**

- реагенты, понижающие водоотдачу растворов;**
- реагенты, при добавлении которых повышаются структурно-механические свойства растворов (вязкость, статическое напряжение сдвига).**

# Реагенты, понижающие водоотдачу растворов

**Углекислотной реагент** (каустическая сода). Его избыток приводит к расщеплению (пептизации) глинистых частиц.

**Сульфит-спиртовая барда** снижают водоотдачу глинистых растворов, подвергшихся воздействию минерализованных пластовых вод.

**Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ)** предназначена для обработки сильно минерализованных глинистых растворов

# **Реагенты, повышающие структурно-механические свойства растворов**

**Жидкое стекло  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$**  позволяет изменять вязкость и статическое напряжение сдвига в довольно широких пределах.

**Поваренная соль  $\text{NaCl}$**  обеспечивает значительное повышение статического напряжения сдвига растворов, пересыщенных углекислым реагентом.

**Известь гашеная** даже при небольших добавках (до 5 %) вызывает резкое повышение вязкости и водоотдачи.

# ***Очистка глинистого раствора***

**Для очистки глинистого раствора от  
выбуренной породы (шлама)  
применяются два способа:**

- ❖ Гидравлический**
- ❖ Принудительный**

При *гидравлическом способе очистки* раствор самостоятельно освобождается от загрязнений, протекая по очистной системе состоящей из зигзагообразно расположенных желобов с перегородками в которых накапливается выбуренная порода.

Иногда используется наиболее примитивный — *амбарный способ*: глинистый раствор, вытекающий из скважины, пропускается через 3—6 последовательно расположенных земляных амбаров емкостью 3-40 м<sup>3</sup> каждый.

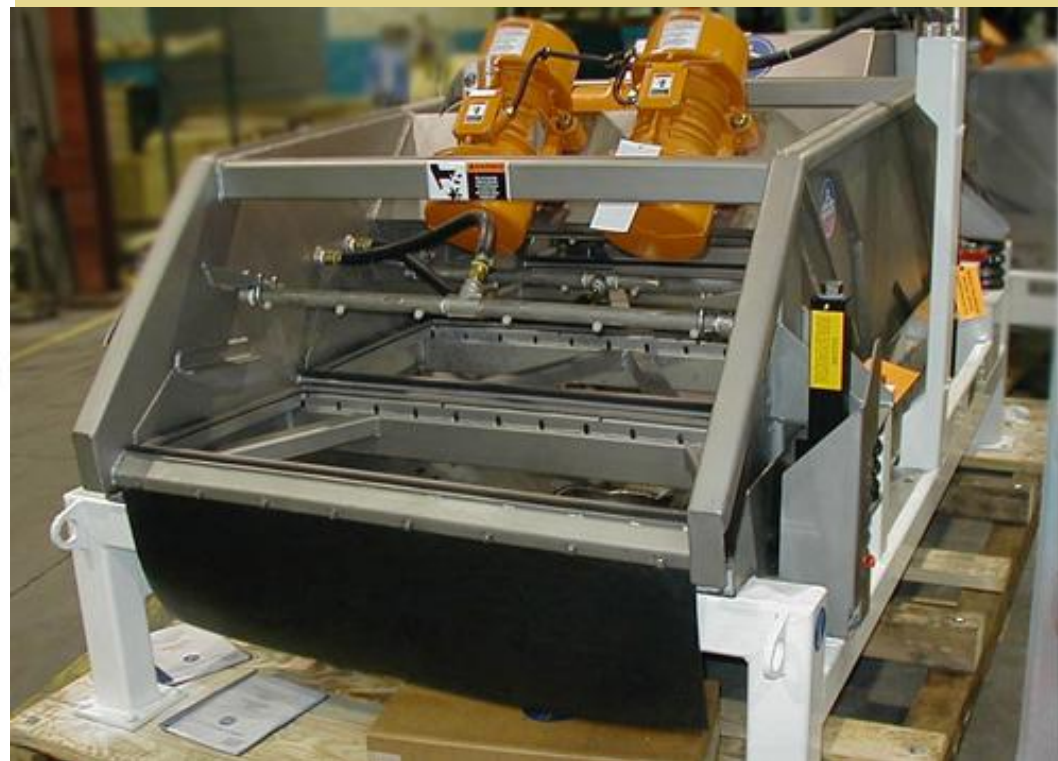
# ***Принудительная очистка***

**осуществляется путем установки на пути движения бурового раствора механизмов, принудительно отделяющих из раствора выбуренную породу.**

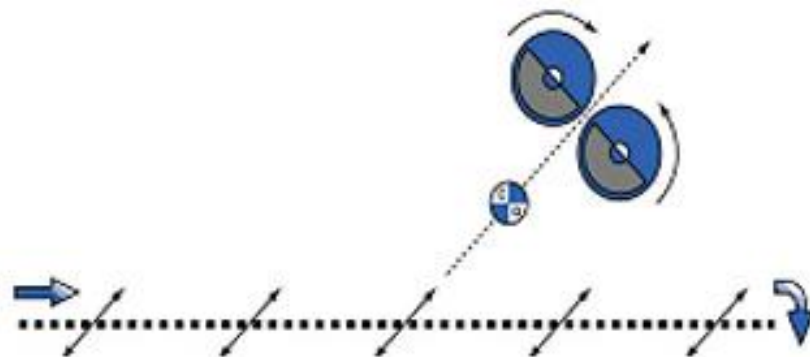
**Наиболее широкое распространение получили *вибрационные сита*, *гидроциклонные установки* и их комбенации (ситогодроциклонные установки).**



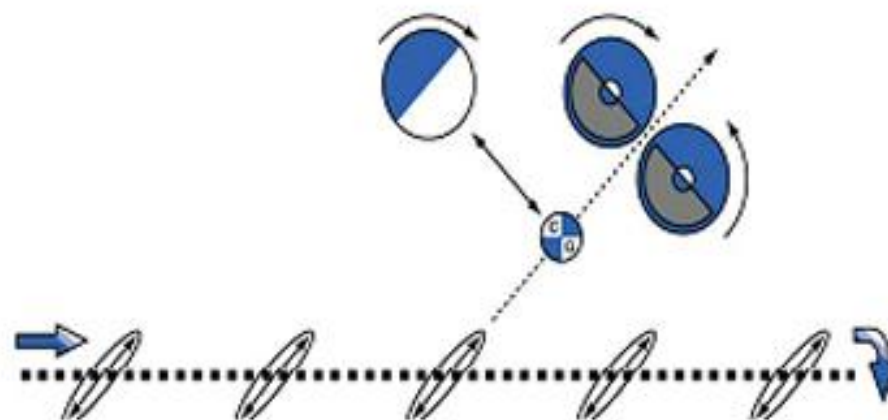
# Вибросита



Линейные колебания

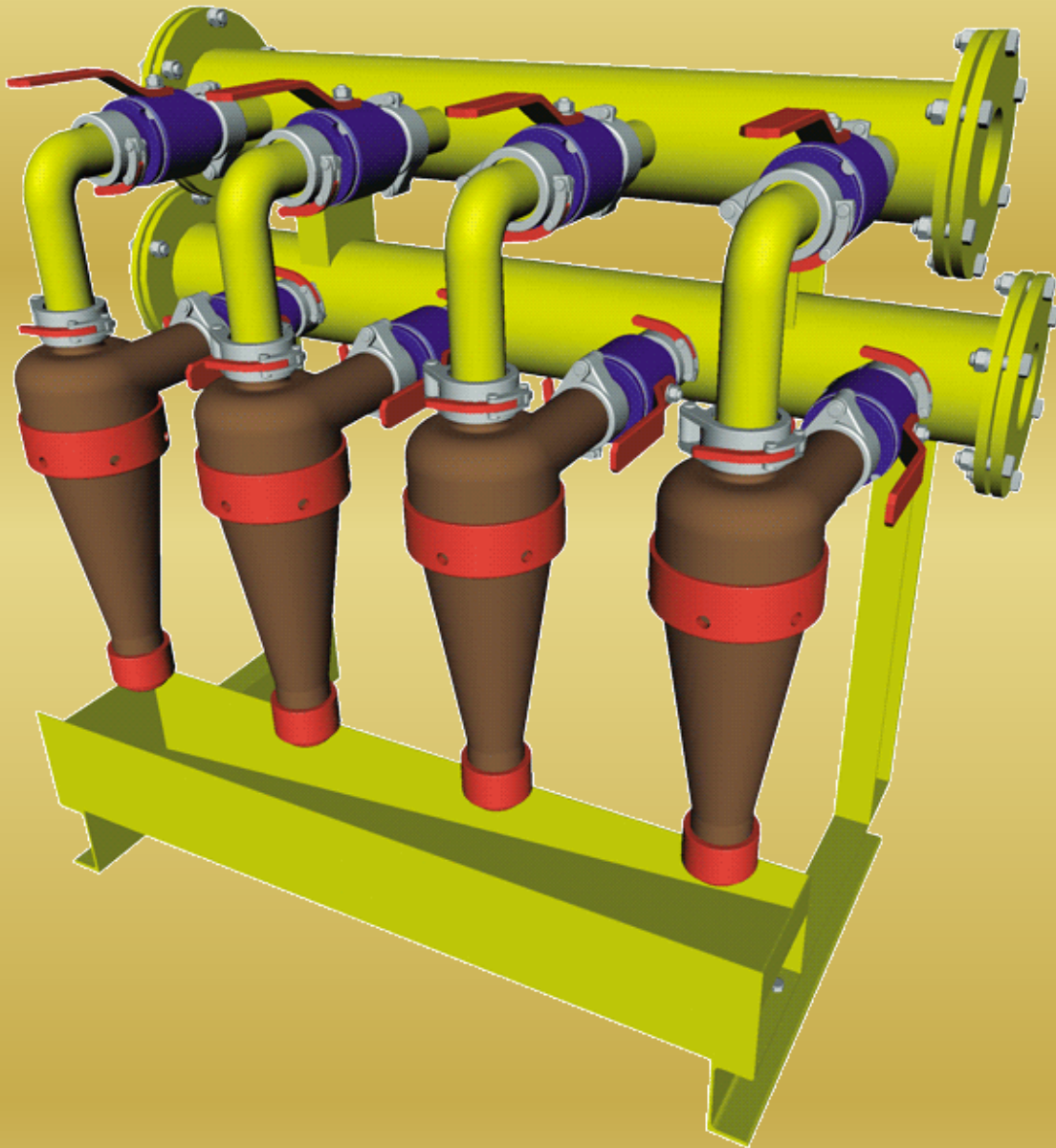


Линейные + Эллиптические

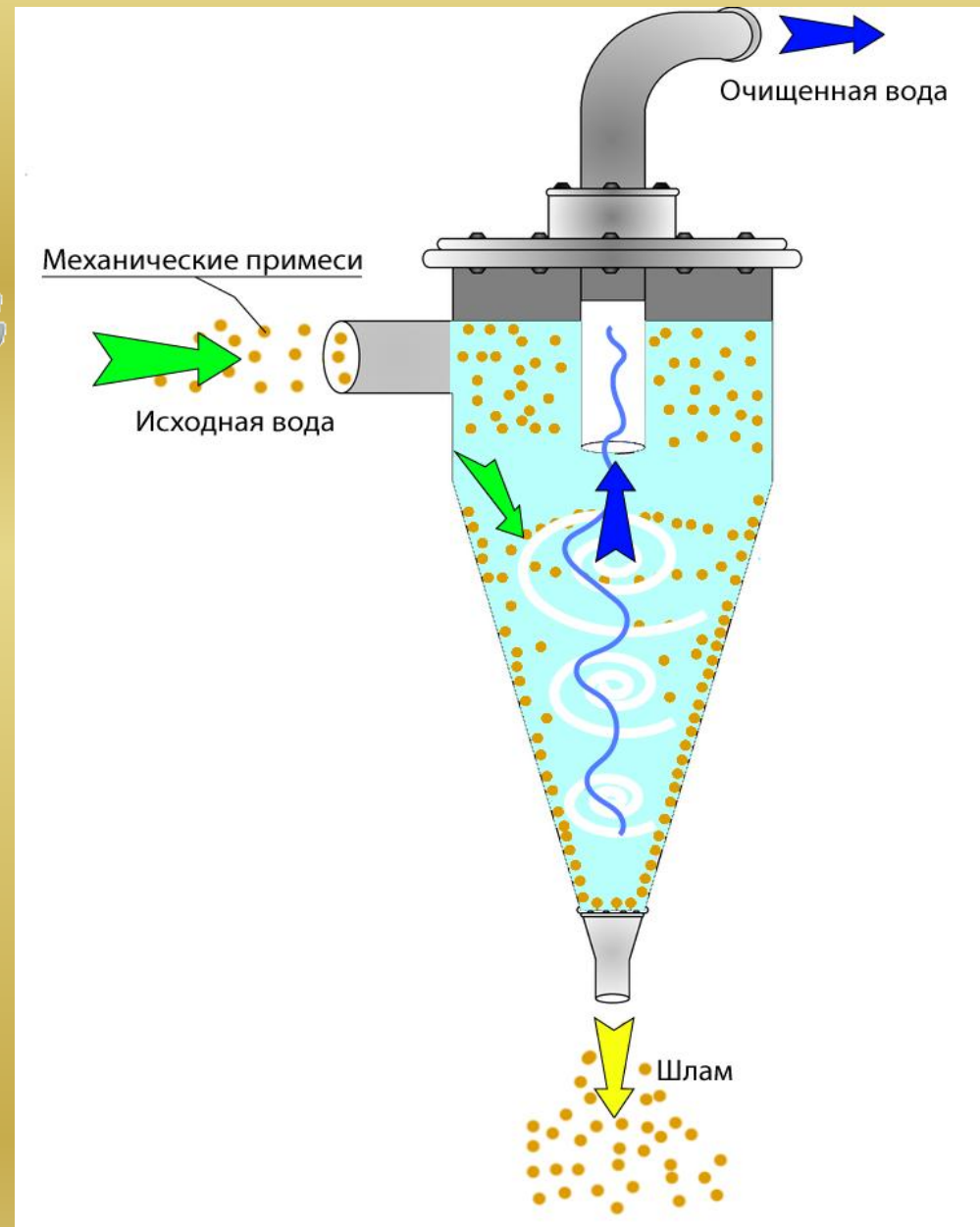


## Виды колебаний сит

# Гидроциклонная установка



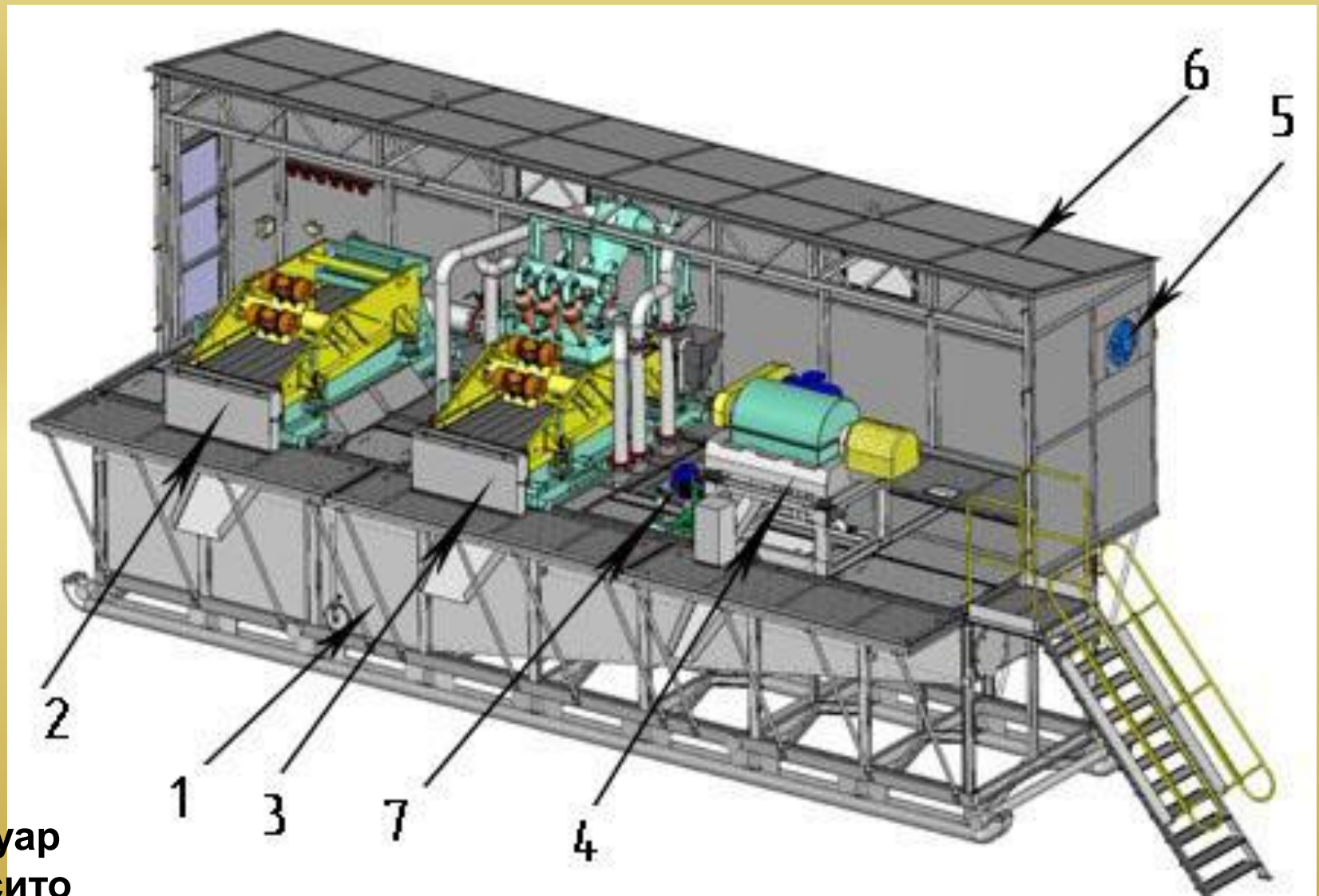
# Принцип очистки



**Ситогидроциклонная установка включает в себя: вибросито, гидроциклон и илоотделитель**



# Блок четырех ступеньчатой очистки применяемый на буровой



1. Резервуар
2. Вибросито
3. Ситогидроциклонная установка
4. Центрифуга
5. Вентилятор
6. Укрытие жесткое
7. Насос погружной

## 5. ЭМУЛЬСИОННЫЕ ГЛИНИСТЫЕ РАСТВОРЫ И РАСТВОРЫ НА НЕФТЯНОЙ ОСНОВЕ

**Эмульсия** - двухфазная система, состоящая из мельчайших капелек «масла», распределенных в воде, или мельчайших капель воды, распределенных в «масле».

Под «маслом» подразумевается любое органическое вещество, в частности нефть и ее продукты.

**Эмульсионные глинистые растворы** это растворы в системе которых присутствует дополнительная компонента в виде мельчайших капелек нефти или некоторых продуктов ее переработки.

Если смешиваются только вода и «масло», то образующиеся при перемешивании капельки будут сливаться после прекращения размешивания и образовывать отдельные слои. Но если к смеси «масла» и воды добавить в небольшом количестве третье вещество, называемое эмульгатором, то уменьшится поверхностное натяжение и произойдет отталкивание капелек друг от друга.

# **В качестве эмульгаторов используют:**

- **Бентонит,**
- **Крахмал,**
- **Натровую**  
**арбоксиметилцеллюлозу (Na КМЦ),**
- **Натровые, калиевые и**  
**алюминиевые соли высших**  
**жирных кислот**

# *Растворы на нефтяной основе (РНО)*

**Для бурения в осложненных условиях, а главным образом для вскрытия продуктивных пластов, применяют неводные промывочные растворы, в которых дисперсионной средой является не вода, а нефть и нефтепродукты.**



## ***6. Бурение скважин с продувкой***

**Бурение скважин с продувкой применяют:**

- a. при бурении по необводненным трещиноватым и закарстованным породам в условиях потерь циркуляции промывочной жидкости;**
- b. в безводных, пустынных и высокогорных районах, где затруднена доставка воды;**
- c. в районах распространения многолетнемерзлых пород;**
- d. при бурении в пучащихся породах, а также в породах, склонных к оползням под влиянием промывочной жидкости;**
- e. во всех случаях, когда породы разреза безводны, для повышения механической скорости и рейсовой проходки.**

**Сущность способа продувки заключается в том, что для очистки забоя от разбуренной породы применяется газообразный агент, в частности сжатый воздух.**

**Из компрессора воздух поступает через нагнетательный шланг в бурильные трубы. При выходе из под торца режущего инструмента воздух, расширяясь, поднимается по затрубному пространству, увлекая за собой разбуренную породу в выкидную линию и затем в шламособорник, где шлам улавливается специальными приспособлениями, а воздух, свободный от породы, уходит в атмосферу.**

**Отличием воздуха (газа) от промывочных жидкостей являются очень малая вязкость, плотность и сжимаемость.**

## Преимущества:

- ❑ • **высокие скорости восходящего потока при сильной его турбулентности; практически мгновенная и полная очистка забоя;**
- ❑ • **отсутствие вторичного измельчения шлама;**
- ❑ • **отсутствие гидростатического давления столба жидкости на забой, что улучшает условия разрушения породы;**
- ❑ • **увеличение механической скорости бурения;**
- ❑ • **отсутствует загрязнение продуктивных пластов при их вскрытии.**

## **Недостатки:**

- **эффективность применения продувки в сильной мере зависит от степени обводненности проходимых пород;**
- **применение продувки затруднено в несвязных, сыпучих, а также в пластичных, липких породах.**
- **при продувке требуются герметизация устья;**
- **высокий расход мощности на привод компрессоров чем на привод насосов; выход керна в трещиноватых породах ниже, чем при промывке.**