

*Тампонажные материалы.
Свойства тампонажных материалов*

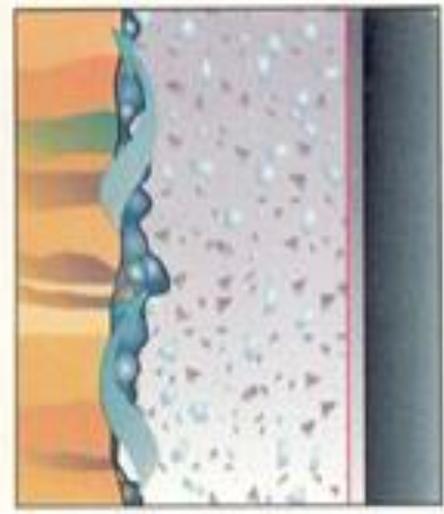


Последствия некачественного цементирования

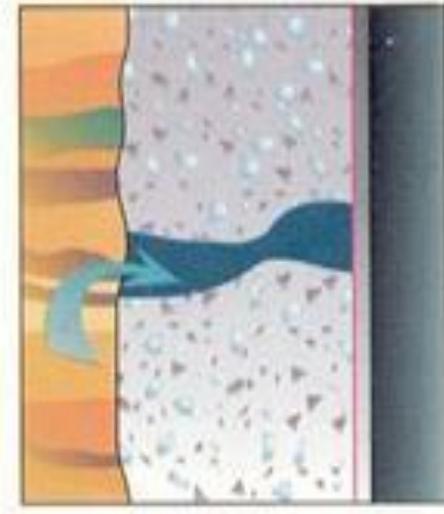
Неправильно подобранная плотность



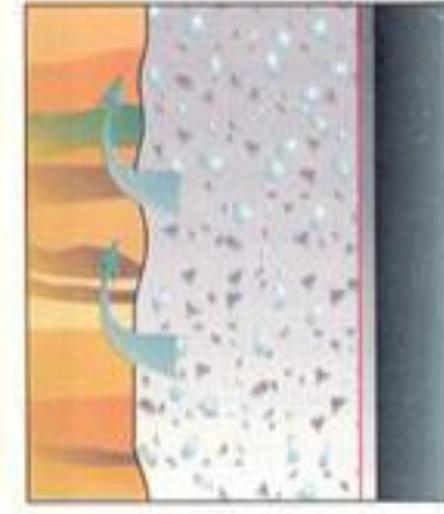
Некачественное удаление бур. р-ра / фильтрац. корки



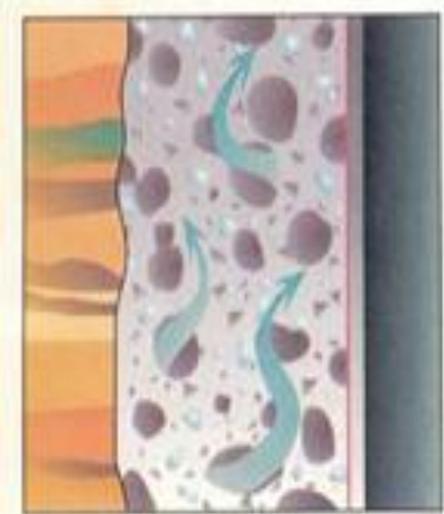
Преждевременное загустевание



Чрезмерная водоотдача



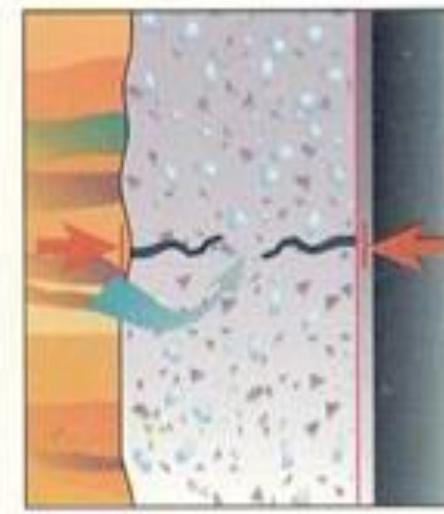
Высокая проницаемость цементного раствора



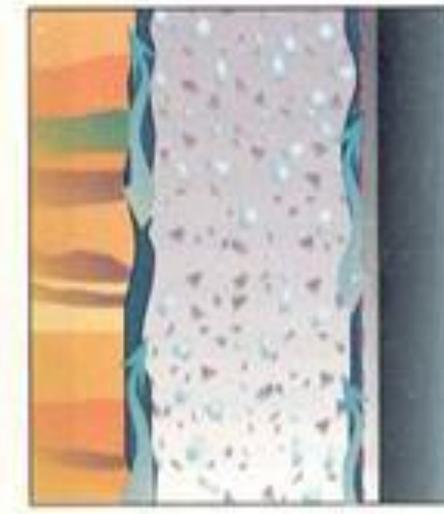
Сильная усадка



Усталостное разрушение цемента



Некачественное сцепление на границах разделов



Тампонажные материалы



Возможные последствия от некачественного разобщения пластов:

- перетоки минерализованных пластовых вод в пласты с пресной водой;
- миграция газа в водоносный пласт с образованием вторичной залежи газа;
- миграция газа по затрубному пространству до поверхности, вследствие чего возникают опасности взрывов, пожаров, отравлений.

Мероприятия по повышению качества цементирования ОК :

- применяемый тампонажный цемент должен соответствовать горно-геологическим условиям цементируемого участка ствола скважины;
- ОК необходимо концентрично располагать в стволе скважины во избежание одностороннего цементирования;
- для более полного вытеснения из затрубного пространства БПЖ цементным необходимо обеспечить заданную скорость течения цементного раствора – турбулентный или пробковый режимы течения;
- для предотвращения перемешивания двух растворов перед цементным используют буферную жидкость;
- вращение (расхаживание) ОК при цементировании способствует повышению степени вытеснения бурового раствора из затрубного пространства;
- использование скребков и др. средств для зачистки поверхности ствола скважины и ОК.

Тампонажные материалы



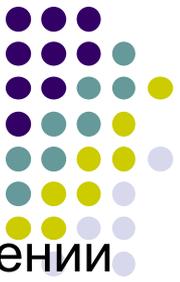
Возможные последствия от некачественного разобщения пластов:

- перетоки минерализованных пластовых вод в пласты с пресной водой;
- миграция газа в водоносный пласт с образованием вторичной залежи газа;
- миграция газа по затрубному пространству до поверхности, вследствие чего возникают опасности взрывов, пожаров, отравлений.

Мероприятия по повышению качества цементирования ОК :

- применяемый тампонажный цемент должен соответствовать горно-геологическим условиям цементируемого участка ствола скважины;
- ОК необходимо концентрично располагать в стволе скважины во избежание одностороннего цементирования (центрирующие фонари);
- для более полного вытеснения из затрубного пространства БПЖ цементным необходимо обеспечить заданную скорость течения цементного раствора – турбулентный или пробковый режимы течения;
- для предотвращения перемешивания двух растворов перед цементным используют буферную жидкость;
- вращение (расхаживание) ОК при цементировании способствует повышению степени вытеснения бурового раствора из затрубного пространства;
- использование скребков и др. средств для зачистки поверхности ствола скважины и ОК.

Тампонажные материалы



Тампонажные материалы – материалы, которые при затворении с водой образуют суспензии (растворы), способные в условиях скважины со временем превращаться в непроницаемое твёрдое тело. Основное назначение цементного камня – предотвратить возможность перетока жидкости (газа) из одного пласта в другой или в атмосферу.

В качестве тампонажных материалов используют разные марки цементов, пластмассы и смолы.

Требования к цементному раствору:

- раствор должен быть легко прокачиваемым, маловязким;
- иметь минимальную водоотдачу;
- седиментационно стабильным;
- по окончании прокачки в затрубном пространстве цементный раствор должен быстро превратиться в непроницаемое тело в конкретных условиях скважины.

Классификация тампонажных материалов



- в зависимости от состава клинкера. **Клинкер** – искусственный камень, образующийся в результате спекания при высокой температуре (может достигать 1400°C) специально подобранной смеси из природных материалов.

Цементы на основе портландцементного клинкера (смесь 60-75% CaO, 16-25% SiO₂, 3-10% Al₂O₃, 2-6% Fe₂O₃) (самый дешёвый и доступный, т.к. основа – природная известь и глина). Термостойкость до 150°C.

На основе глинозёмистого клинкера (молотые, гранулированные металлургические шлаки). Термостойкость 160-250°C и цементный камень очень прочный и малопроницаемый даже при высокой температуре.

Бесклинкерный (беллито-кремнезёмистые) цементы – помол смеси материалов, содержащих SiO₂, кварцевый песок + 1-2% бентонита. Достоинство – замедленное твердение. Термостойкость 150 – 300 °C, и очень прочный цементный камень.

Шлакопесчаный цемент. – термостойкость до 150 С. Основа – доменные шлаки и кварцевый песок. Очень прочный камень.

Классификация тампонажных материалов



- по температуре применения:

- Для низких температур ($t < 15^{\circ}\text{C}$).
- Для нормальных температур ($15 < t < 50^{\circ}\text{C}$).
- Для умеренных температур ($50 < t < 100^{\circ}\text{C}$).
- Для высоких температур ($100 < t < 250^{\circ}\text{C}$).
- Для сверхвысоких температур ($t > 250^{\circ}\text{C}$).
- Циклически меняющихся температур.

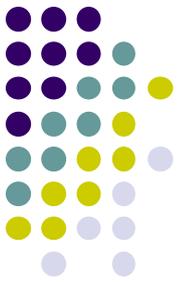
- по плотности приготавливаемых из них растворов:

- Лёгкие (до 1300 кг/м^3).
- Облегчённые ($1300\text{-}1650 \text{ кг/м}^3$).
- Нормальные ($1650\text{-}1950 \text{ кг/м}^3$).
- Утяжелённые ($19650\text{-}2300 \text{ кг/м}^3$).
- Тяжёлые (более 2300 кг/м^3).

- по устойчивости к агрессивному воздействию пластовых

- вод**: 1. Сульфатостойкие ; 2. Стойкие по отношению к кислым водам;
- 3. Щелочные, для применения в условиях отсутствия агрессивного воздействия пластовых жидкостей.

Свойства тампонажных растворов и цементного камня



Технологические свойства тампонажного раствора – это комплекс свойств, влияющих на наиболее полное замещение жидкости другой без нарушения процесса цементирования.

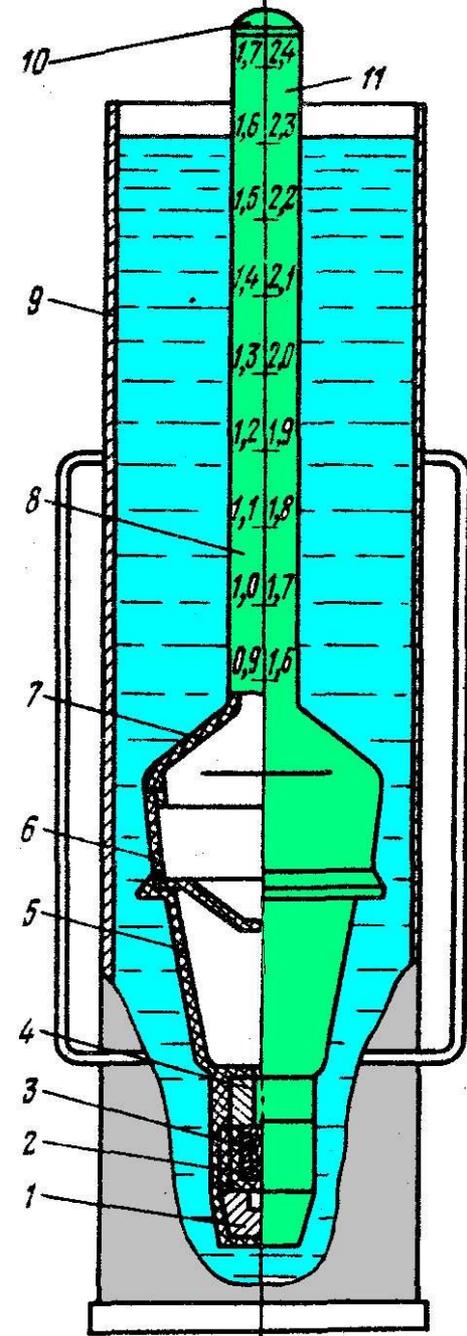
1. Плотность

- Определяют с помощью ареометра АБР1
- Соблюдение условия вытеснения промывочной жидкости тампонажной смесью из скважины:

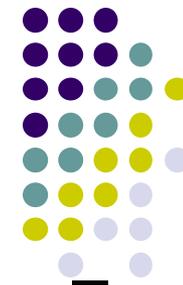
$$\rho_{\text{ТС}} - \rho_{\text{ПЖ}} > 200 \text{ кг/м}^3$$

- Плотность стандартной ТС на основе портландцемента составляет

$$1810 - 1850 \text{ кг/м}^3$$



Свойства тампонажных растворов и цементного камня

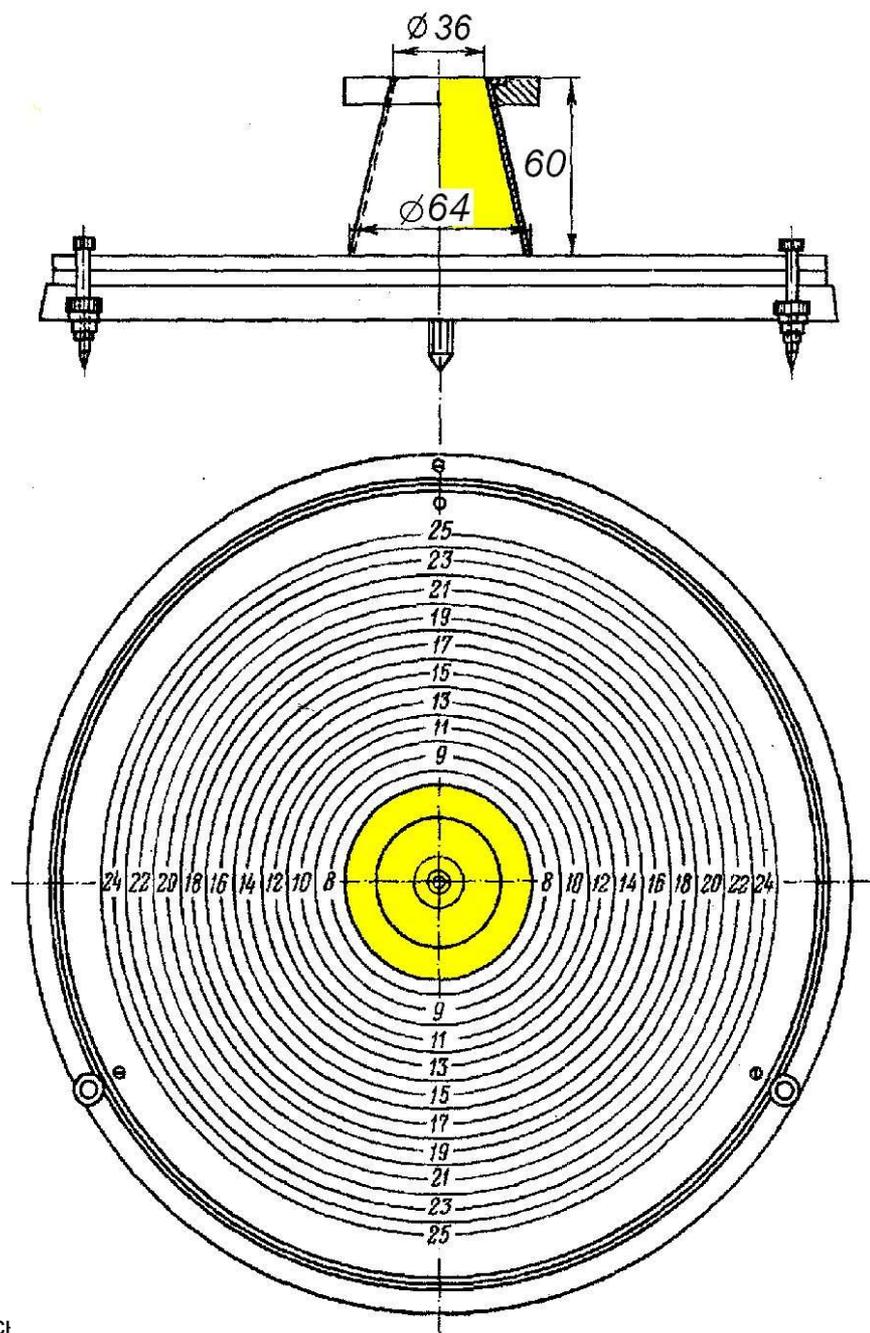


2. *Растекаемость* (прокачиваемость)

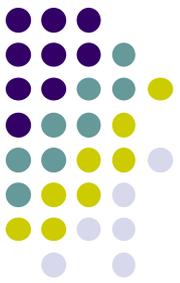
способность прокачиваться насосами. Прибор для измерения: конус АзНИИ, объемом 120 куб.см с верхним диаметром 36 мм, нижним – 64 мм, высотой – 60 мм. Вес конуса 300 г. При определении растекаемости ц.р. конус помещают на горизонтально расположенное стекло, под которым нарисованы круги через 5 мм каждый, наименьший диаметр круга 100, максимальный – 200 мм. В конус наливают ц.р., а затем конус плавно поднимают. Величина растекаемости определяется отсчетом диаметров расплывшегося раствора в 2-х направлениях (наиб. И наим.), берется среднее. Растекаемость считается удовлетворительной, если средний диаметр расплыва не менее 180 мм.

Конус АзНИИ

- Время предварительного перемешивания - 3 мин.
- Время от окончания перемешивания до заполнения конуса - не более 5с



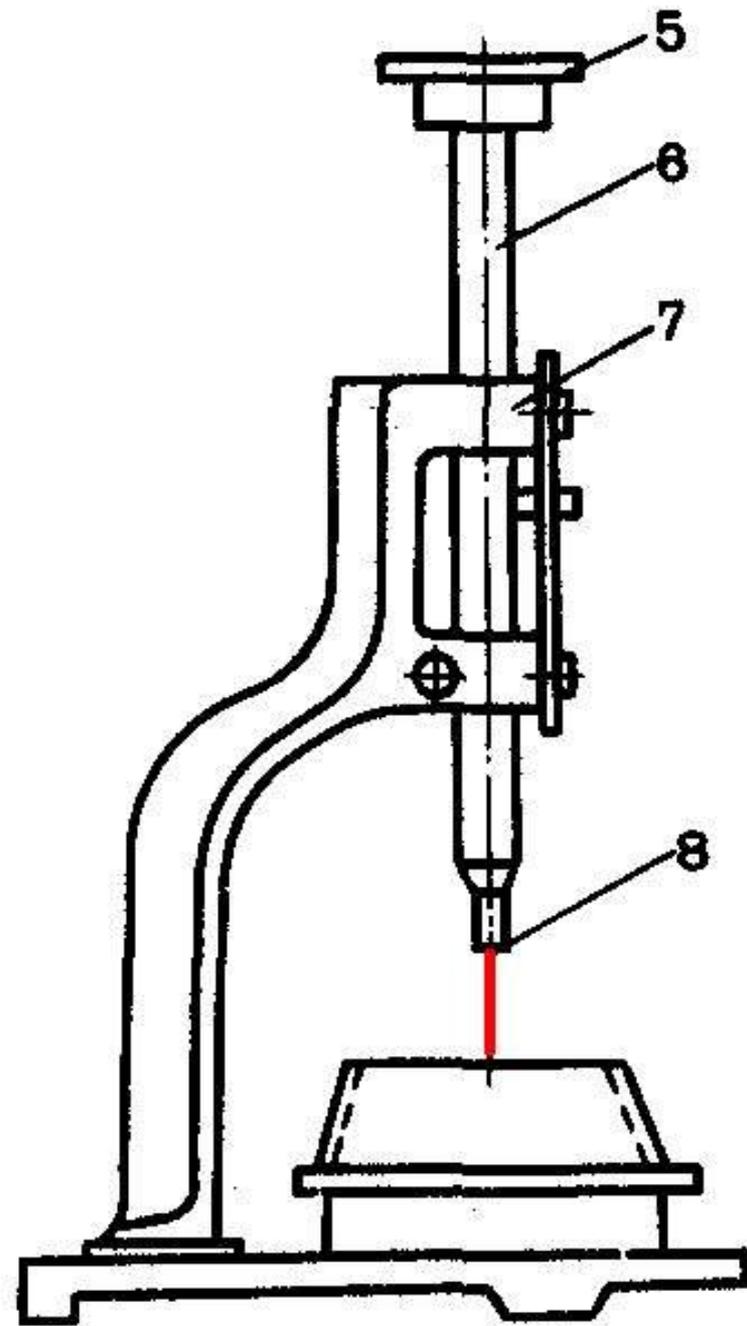
3. Скорость схватывания



Срок схватывания (прибор Вика) – время от начала затворения раствора до момента, когда игла не доходит до дна кольца 0,5-1мм. За конец схватывания принимаем время от начала затворения до того момента, когда игла погружается в цементное «тесто» на 1мм при температуре 22°C.

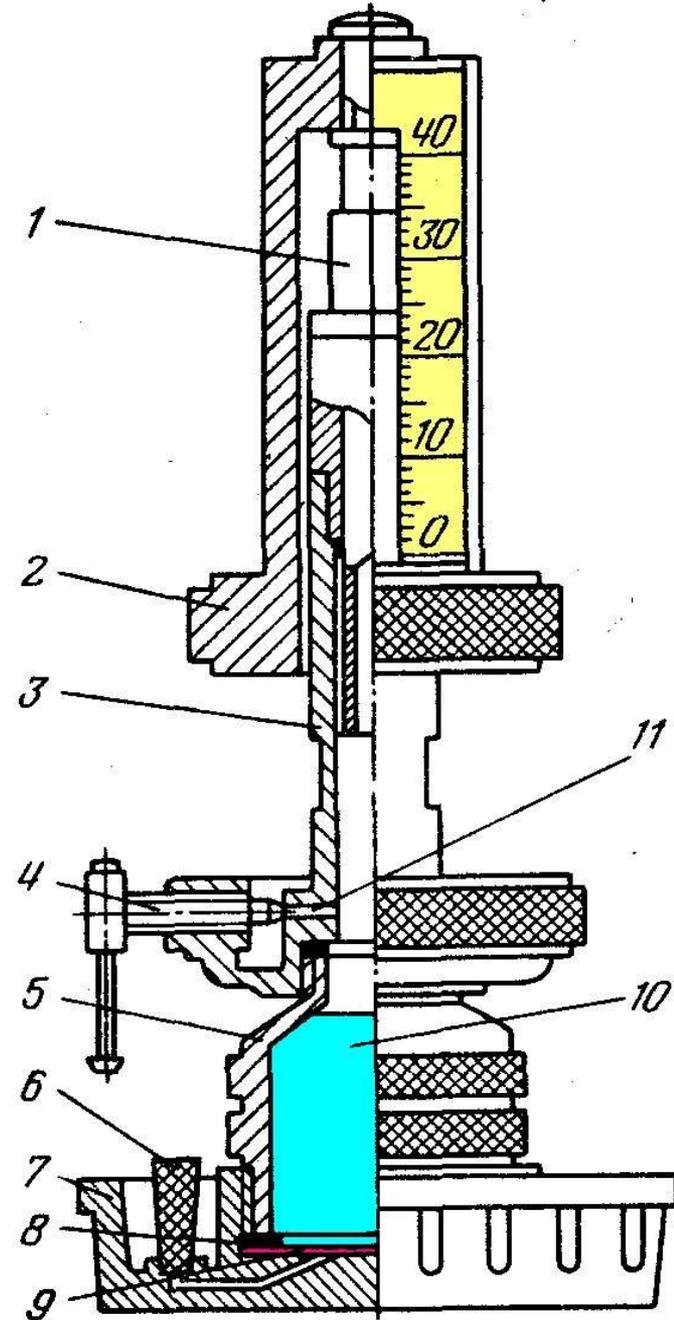
Игла Вика

- Диаметр иглы 1,1 мм, длина-50 мм. Масса груза-300г.
- Срок начала схватывания (L=1-2мм до дна сосуда)
- **Срок конца схватывания** (погружение на 1мм в затвердевающий раствор)



4. Показатель фильтрации (прибор ВМ-6)

- Обычные тампонажные смеси на основе портландцемента имеют $\Phi=300-500 \text{ см}^3$ за 30 мин.



Тампонирувание скважин

Свойства тампонажных растворов и цементного камня



Срок загустевания – промежуток времени от начала затворения до момента, когда консистенция (1/растекаемость) достигнет предельной величины, т.е. её трудно прокачать (это 30 условных единиц консистенции). 1у.е.к. это угол, на который повернётся рамка прибора, если стакан будет заполнен ньютоновской жидкостью с динамической вязкостью 1 мПа·с.

Седиментационная устойчивость. О ней судят по двум показателям:

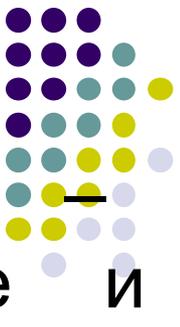
- Водоотделение за 3 часа покоя. Прибор для измерения: два цилиндра по 250 см³. Удовлетворительно стабильными являются растворы, в которых выделилось не более 3,5% воды при атмосферных условиях.
- Образование восходящих каналов. Растворы, в которых наблюдаются восходящие каналы считаются седиментационно неустойчивыми и малопригодными для цементирования скважин.



Некоторые параметры цементных растворов

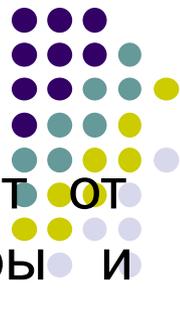
В:Ц	Тнач.схв. час	Ткон. схв. час	σсж, МПа через 48 час	
			обычные	С добавками
1:2 по весу В:Ц	1,5-2	4-10	3-6	До 35

Свойства тампонажных растворов и цементного камня



- **Прочность цементного камня** – сопротивление разрушению при изгибе и сжатии.
- **Термостойкость.**
- **Морозостойкость** – способность камня сохранять прочность при многократных замораживаниих и размораживаниих.
- **Коррозионная устойчивость.** Если в течение многих лет в пластовой жидкости плотность и проницаемость цементного камня не ухудшилась, то он устойчив. На это влияет водоцементное отношение.

Регулирование свойств тампонажных растворов



Свойства тампонажных растворов и камня зависят от состава цемента, воды, водосодержания, температуры и давления.

Так, с увеличением водосодержания улучшается растекаемость, снижается плотность, увеличиваются сроки загустевания и схватывания раствора, но увеличивается водоотдача, ухудшается седиментационная устойчивость, коррозионная стойкость.

С уменьшением водосодержания, увеличивается плотность и седиментационная устойчивость, ухудшается растекаемость и уменьшаются сроки загустевания и схватывания. Поэтому способ регулирования свойств тампонажного раствора простым изменением водосодержания ограничен. Во всех других случаях необходим ввод химических реагентов, которые также регулируют все свойства тампонажного раствора.

Цементный камень



Назначение цементного камня (ЦК) – предотвратить возможность перетока жидкости (газа) из одного пласта в другой или в атмосферу.

Цементный камень должен быть:

-  малопроницаемым (в идеальном случае – непроницаемым);
-  трещиностойким, эластичным;
 - безусадочным, желательно некоторое увеличение объема при твердении;
 - термостойким и коррозионностойким;
 - долговечным.

Регуляторы свойств цементного раствора



Все реагенты условно делятся на группы по назначению:

Ускорители схватывания (уменьшают срок загустевания):
NaOH (каустическая сода, едкий натр, гидроксид натрия);
CaCl₂, KCl и другие хлориды; карбонаты (Na₂CO₃).

Замедлители схватывания. Применяются в больших интервалах цементирования. Лигносulfонаты и полимеры, КМЦ, жидкое стекло (Na₂O·nSiO₂).

Понизители водоотдачи. Полимеры, КМЦ, полиакрилаты, крахмал (редко).

Пластификаторы (для улучшения прокачиваемости тампонажных растворов). Лигносulfанат и сulfанол. Увеличивают смазочные свойства.

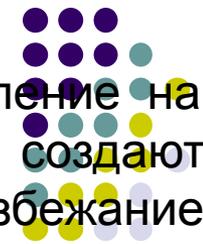
Иногда для повышения изоляционных свойств цементного камня используют смолы (это дорого).

Мероприятия по повышению качества цементирования обсадных колонн



1. Применяемый тампонажный цемент должен соответствовать горно-геологическим условиям цементируемого участка ствола скважины.
2. Обсадную колонну необходимо концентрично располагать в стволе скважины во избежание одностороннего цементирования, для чего применяют центрирующие фонари.
3. Для более полного вытеснения из затрубного пространства бурового раствора цементным необходимо обеспечить заданную скорость течения цементного раствора – турбулентный или пробковый режимы течения.
4. Для предотвращения перемешивания двух растворов перед цементным используют буферную жидкость со специальными свойствами.
5. Вращение или расхаживание обсадной колонны при цементировании способствует повышению степени вытеснения бурового раствора из затрубного пространства.
6. Использование скребков и других средств для зачистки поверхности ствола скважины и обсадной колонны может улучшить сцепление цементного камня с этими поверхностями

ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ЦЕМЕНТИРОВАНИИ



поглощение тампонажного раствора. В период закачки ЦР давление на стенки становится наибольшим, когда в заколонном пространстве у устья создают противодавление, для того чтобы в ОК не появился вакуум. Во избежание поглощения необходимо соблюдать условие: $P_{ук} + \rho_{п} gh + P_{гд} < P_{п}$, где: $P_{ук}$ – избыточное давление в кольц.пространстве у устья, Па; h – глубина подошвы наиболее слабой породы м; $P_{гд}$ – гидродинамические потери в кольц.пространстве на участке от глубины h до устья, Па; $P_{п}$ – давление разрыва пород на той же глубине, Па.

ГНВП. Предотвратить ГНВП и перетоки можно в период цем-ния, если соблюдать такое соотношение между объемами и плотностями закачиваемых в скважину жидкостей, чтобы давление на стенки ее всегда было несколько выше $P_{пл}$. В период схватывания и твердения ЦР предотвратить газопроявления можно: с помощью заколонных пакеров на ОК; ступ. цем-нием с разрывом во времени и др.

разрыв обсадной колонны – необходимо следить за плотностью закачиваемых жидкостей и давлением цементирования;

оставление в колонне значительного объема невытесненного тампонажного раствора – аналогично предыдущему;

неполное заполнение заданного интервала кольцевого пространства этим раствором;

в период схватывания и твердения ц.р. - возникновение заколонных перетоков, замерзание прежде, чем сформируется камень.