

Лекция 9. СПОСОБЫ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИНЫ

Автор: доцент кафедры бурения
скважин Ковалев Артем Владимирович

ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ СКВАЖИН

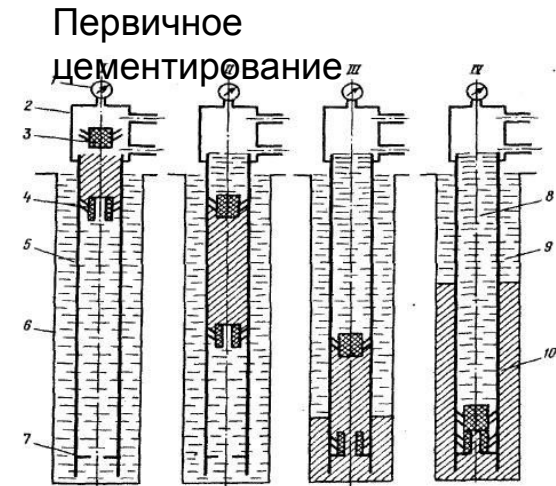
Цементирование – способ крепления скважин путём заполнения затрубного пространства тампонажным (цементным) раствором.

Основные задачи цементирования:

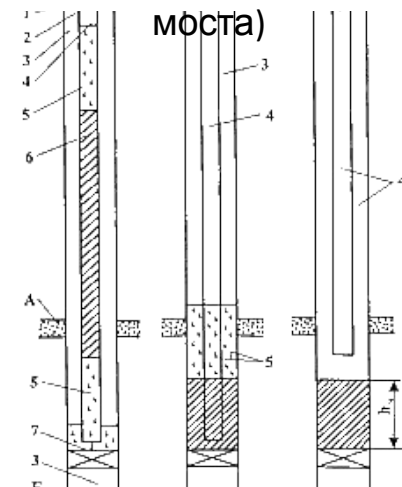
- **Разобщение** горизонтов друг от друга и от поверхности.
- **Закрепление** стенок скважин.
- **Защита** обсадных колонн от коррозионного воздействия пластовых флюидов.
- **Удержание** в подвешенном состоянии обсадной колонны.

Группы способов:

- **Первичное цементирование**
(при строительстве скважины)
- **Вторичное цементирование**
(при проведении ремонта)



Вторичное цементирование (установка цементного моста)



ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ СКВАЖИН

Первичное цементирование осуществляется сразу же после спуска в скважину обсадной колонны и имеет целью разобщение проницаемых пластов друг от друга и защиту наружной поверхности обсадной колонны от коррозии пластовыми жидкостями, а также повышение устойчивости стенок скважины и обсадной колонны.

Способы первичного цементирования:

- Прямое одноступенчатое (с 1 или 2 разделительными пробками);
- Прямое двухступенчатое;
- Прямое манжетное (манжетно-селективное);
- Обратное;
- Встречными потоками;
- Комбинированное;
- Цементирование хвостовиков / секций

ОК.

Основные виды работ:

1. приготовление тампонажного раствора,
2. закачка его в скважину,
3. подача тампонажного раствора в затрубное пространство,
4. ожидание затвердения закачанного материала,
5. проверка качества цементировочных работ.

Разновидности цементирования:

- ☐ с буферной жидкостью – **более используемый**;
- ☐ без буферной жидкости.

ПРЯМОЕ ОДНОСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Цементирование производится закачкой тампонажного раствора в ОК с последующей его продавкой через башмак в затрубное пространство. Реализуется в один приём.

Схема проста в реализации, даёт высокое качество цементирования и применяется в 90 – 95% случаев (всех заливок).

Технологическая оснастка колонны:

- **Низ** – башмак, обсадная труба, обратный клапан со «стоп-кольцом»;
- **Наружная поверхность** - центраторы (фонари), скребки, турбулизаторы;
- **Верх** – цементирующая головка, пробка.

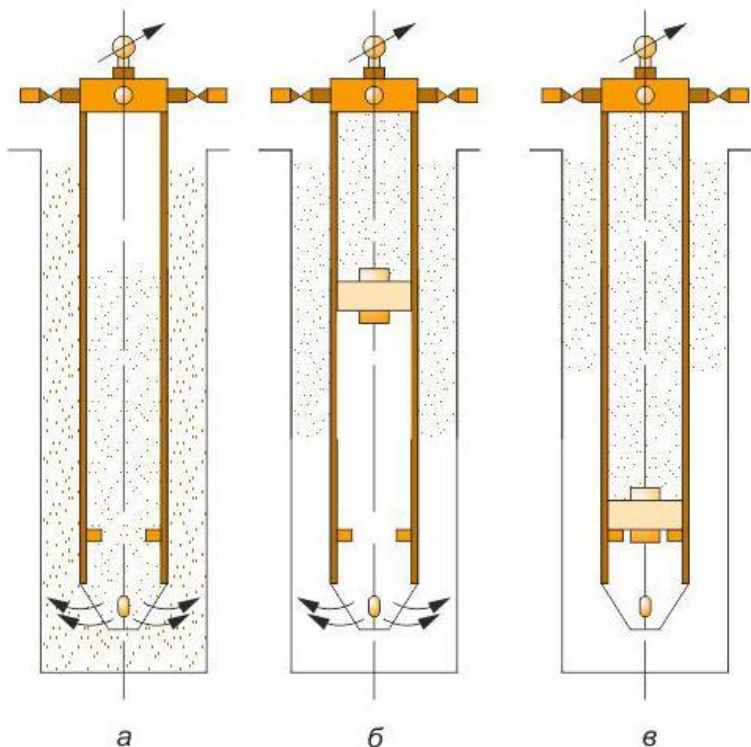


Схема прямого одноступенчатого цементирования **с одной пробкой**:

- а) закачка облегченного тампонажного раствора, раствора нормальной плотности после буферной жидкости;
- б) сброс разделительной пробки, продавка тампонажного раствора в затрубное пространство с помощью продавочной жидкости;
- в) посадка разделительной пробки в «стоп-кольцо», сопровождающееся скачком давления на цементирующей головке, конец цементирования.

ПРЯМОЕ ОДНОСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Преимущество: лучшее качество тампонажного камня на границе раздела «буферная жидкость-тампонажный раствор»

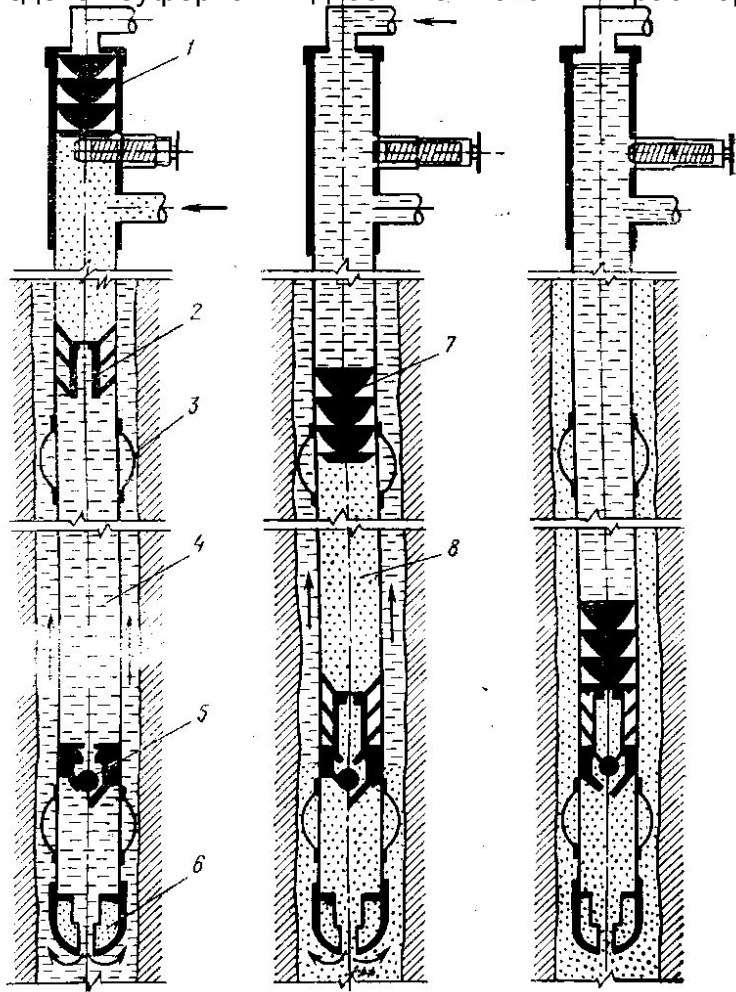
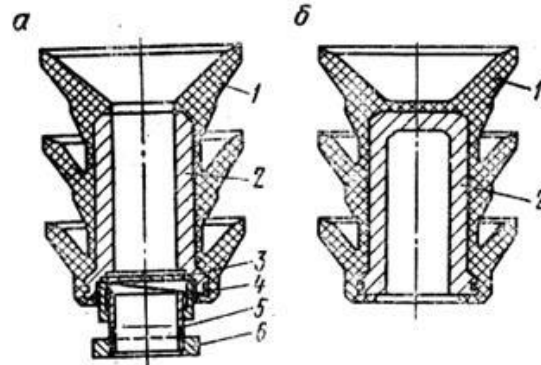


Схема прямого одноступенчатого цементирования с двумя пробками:

- сброс нижней пробки 2, начало закачки тампонажного раствора 8 после буферной жидкости;
- сброс верхней пробки 7, начало закачки продавочной жидкости после тампонажного раствора 8;
- посадка верхней продавочной пробки 7 в нижнюю 2, сопровождающееся скачком давления на цементировочной головке 1, конец цементирования скважины.



Пробки продавочные:

а – нижняя, б – верхняя

1 – резиновые манжеты; 2 – металлический сердечник; 3 – мембрана; 4 – гайка, 5 – нож, 6 – стопорное кольцо

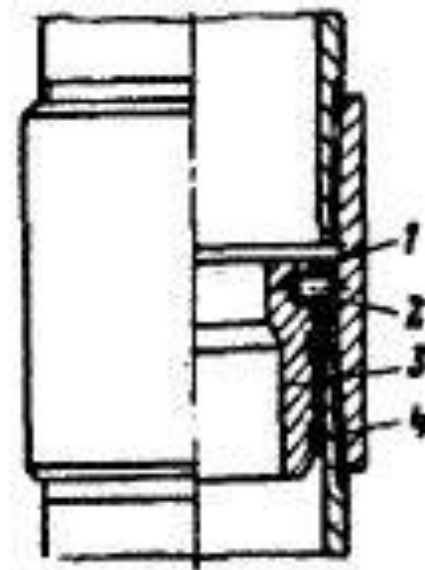
1 – цементировочная головка; 2 – нижняя пробка; 3 – центратор; 4 – обсадная колонна; 5 – обратный клапан; 6 – башмак колонны; 7 – верхняя пробка; 8 – цементный

ПРЯМОЕ ОДНОСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

При цементировании длинных колонн сигнал об остановке верхней пробки приходит на поверхность и фиксируется манометром на устье с запозданием на несколько секунд. Это опасно, т.к. закачка жидкости продолжается и под влиянием быстро возрастающего давления могут быть разрушены пробка и «стоп-кольцо», а также произойти разрушение резьбовых соединений обсадной колонны. Во избежание этого в колонне на некотором расстоянии от «стоп-кольца» устанавливается **сигнальное кольцо 3**, укреплённое при помощи срезных шпилек 2.

Как только верхняя пробка сядет на сигнальное кольцо, давление в колонне, в которую продолжается нагнетание жидкости, резко возрастет. После срезания шпилек (3-4 МПа) верхняя пробка вместе с сигнальным кольцом продолжает движение до схождения с нижней пробкой.

Этот скачок давления будет зафиксирован на поверхности, и операторы своевременно смогут прекратить закачку продавочной жидкости.



Сигнальное кольцо:
1 – втулка,
2 – калиброванная шпилька,
3 – кольцо, 4 – резиновые
кольца

ПРЯМОЕ ОДНОСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Выполнение прямого одноступенчатого цементирования с одной пробкой

С отдельным агрегатом для продавки разделительной пробки



**1. Расстановка техники,
монтаж нагнетательных линий**



**2. Подъем
цементировочной головки
(ЦГ) на роторный стол**

ПРЯМОЕ ОДНОСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ



3. Проверка стопоров на
открытие/закрытие,
установка разделительной
пробки



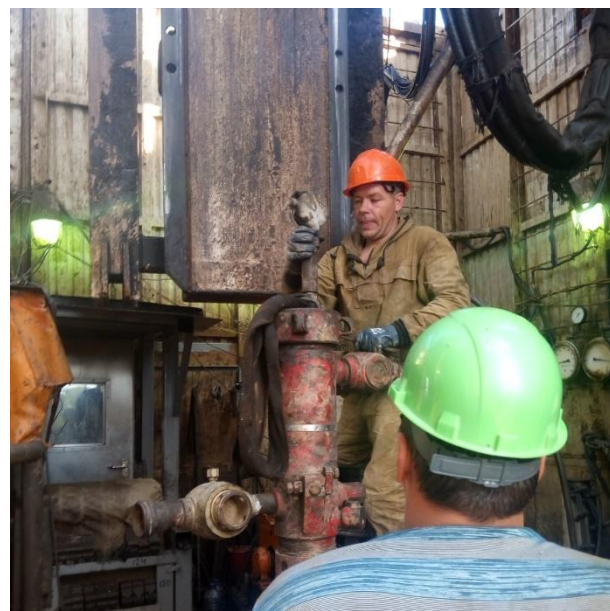
4. Проверка кранов на
открытие/закрытие,
монтаж крышки ЦГ



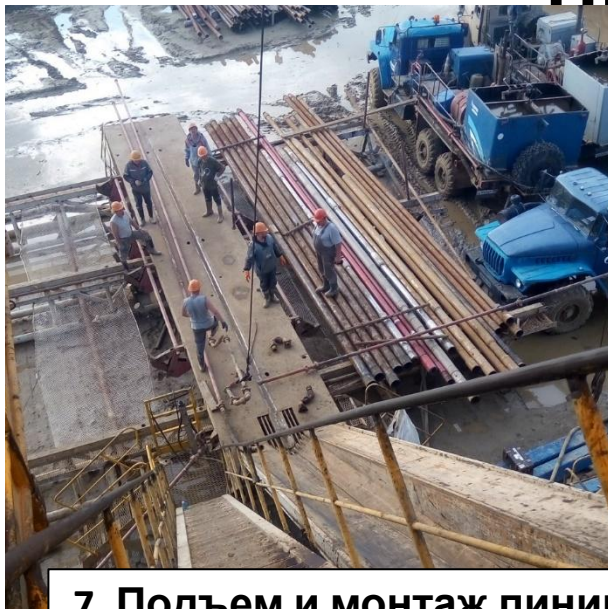
5. Монтаж ЦГ на
допускную трубу



6. Монтаж манометра на
крышку ЦГ



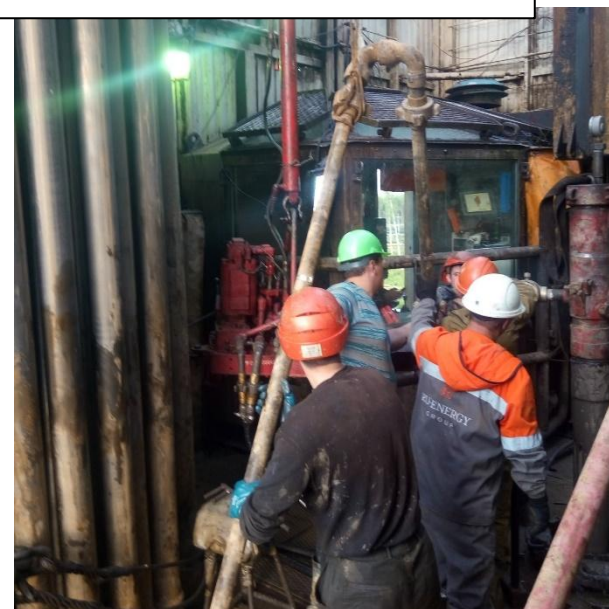
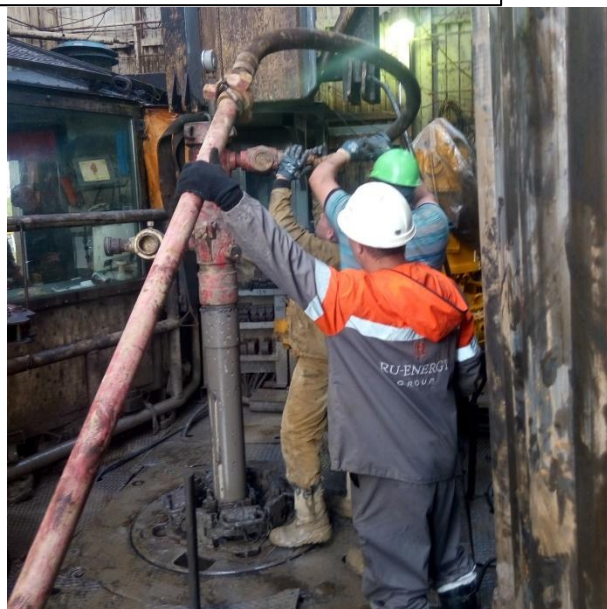
ПРЯМОЕ ОДНОСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ



**7. Подъем и монтаж линии
для продавки пробки**



**8. Подъем и монтаж
нагнетательной линии**



ПРЯМОЕ ОДНОСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Из Правил безопасности 2013 года:

Цементирующая головка и нагнетательные линии до ввода их в эксплуатацию и далее с периодичностью, установленной документацией изготовителя, должна быть опрессована давлением, в 1,5 раза превышающим максимальное расчетное рабочее давление при цементировании скважины.



9. Закачка буферной жидкости

10. Опрессовка нагнетательной линии

Нагнетательные трубопроводы для цементирования до начала процесса должны быть опрессованы на полуторакратное ожидаемое рабочее давление.



ПРЯМОЕ ОДНОСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ



**11. Приготовление и закачка
облегченного тампонажного
раствора**

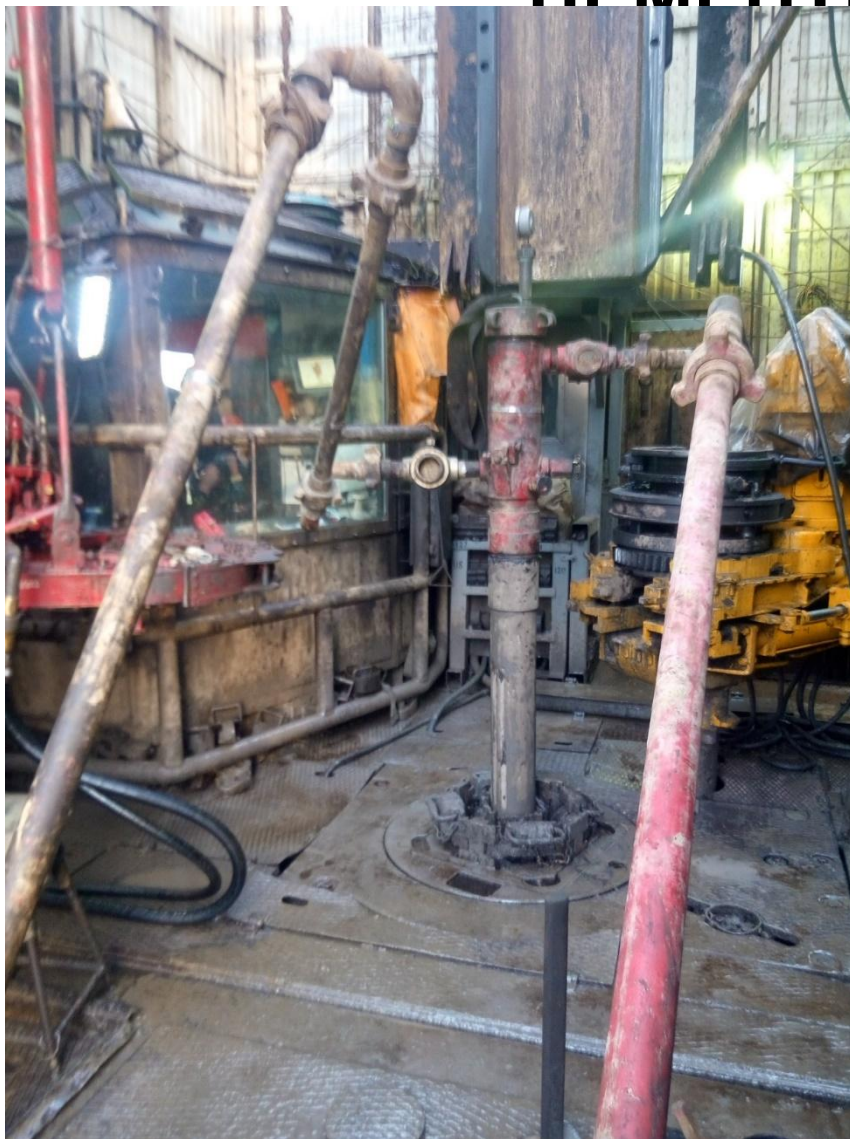
ПРЯМОЕ ОДНОСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ



12. Замена смесительной установки (переход на цемент нормальной плотности)

13. Приготовление и закачка тампонажного раствора нормальной плотности

ПРЯМОЕ ОДНОСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ



14. Открытие стопора, пуск
разделительной пробки, промывка
нагнетательной линии (через линию



15. Закачка продавочной жидкости
(через нагнетательную линию) до

момента «Стоп», когда ПРОБКА ОСВОБОЖДЕНА.
НИКОГДА НЕ ОСТАНАВЛИВАТЬ ДВИЖЕНИЕ ЦЕМЕНТА ЭКСТРУДЕР, КОГДА ПРОБКА ОСВОБОЖДЕНА.

ПРЯМОЕ ОДНОСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ



16. Проверка ЦКОД на герметичность:

- Если держит – демонтаж ЦГ;
- Не держит – закрытие кранов



**17. Оставление скважины на ОЗЦ (ожидание затвердевания цемента).
Свертывание линий и техники**

ПРЯМОЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Прямое двухступенчатое цементирование предпочтительно применять при:

- высокой вероятности гидроразрыва горных пород за счет большого расчетного забойного давления в конце цементирования ($P_3 > P_{гр}$);
- расчётном давлении на цементировочной головке, большем, чем максимальное давление, развиваемое цементировочным агрегатом ($P_{цг} > P_{ца}$);
- необходимости одновременного участия чрезмерно большого числа цементировочных агрегатов и смесительных машин;
- большом времени цементирования ($T_{ц} > T_{загуст.}$);
- различных температурных условиях.

Сущность двухступенчатого цементирования: весь интервал цементирования делится на две части (ступени). При этом колонна снабжается **муфтой ступенчатого цементирования** (МСЦ). I ступень цементируется через башмак обсадной колонны (как при прямом одноступенчатом способе цементирования), а II ступень цементируется через МСЦ. При этом способе используются цементировочные головки 2ГЦУ или 2 ГЦК.

ПРЯМОЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Существует несколько технологических схем:

по количеству пробок:

- с четырьмя пробками (по две на каждую ступень);
- с тремя пробками (одна - для первой ступени, одна - управляющая, одна - для второй ступени (верхняя));
- с двумя пробками и одним управляющим шаром.

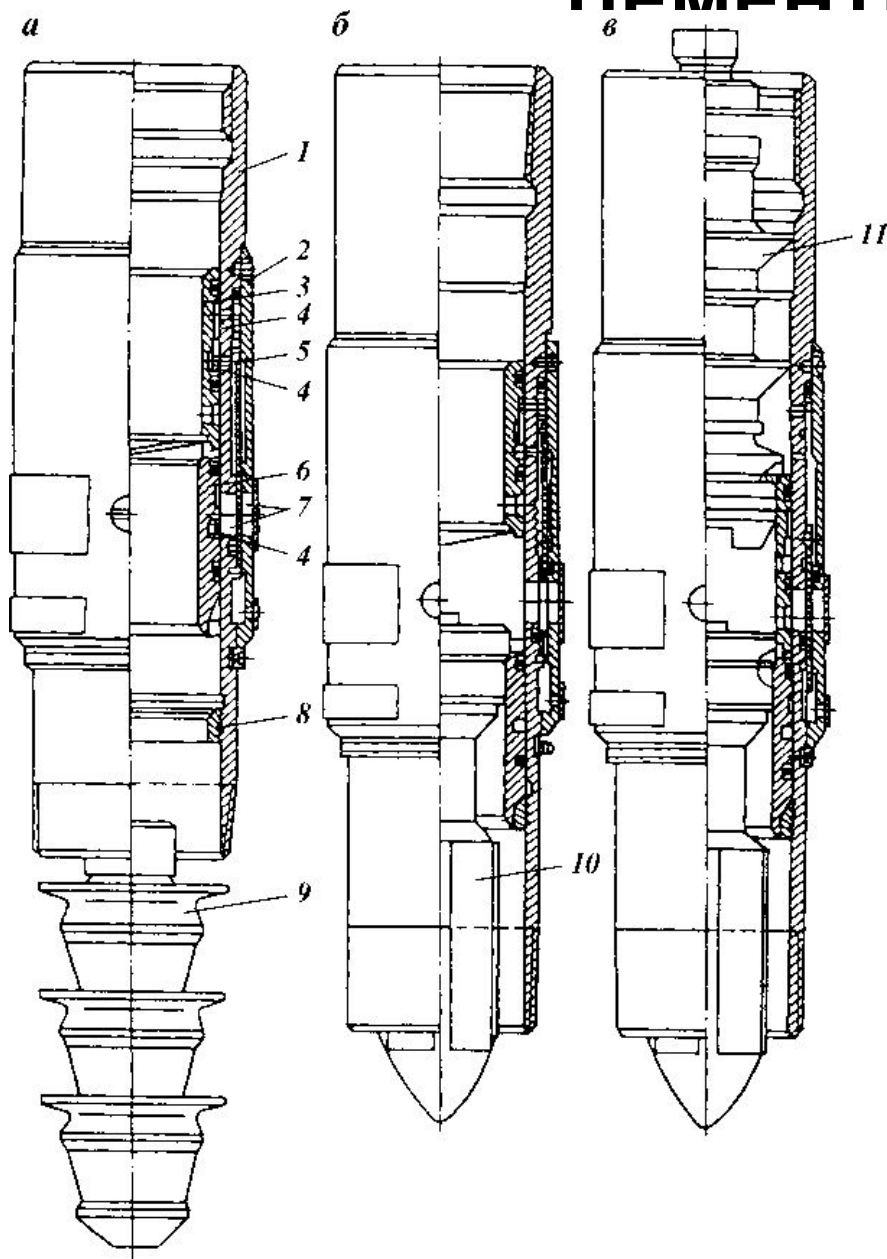
по времени закачивания:

- без разрыва во времени (тампонажный раствор второй ступени заканчивается непосредственно после закачки первой);
- с разрывом во времени (тампонажный раствор второй ступени закачивается после ОЗЦ первой ступени).

по интервалам цементирования:

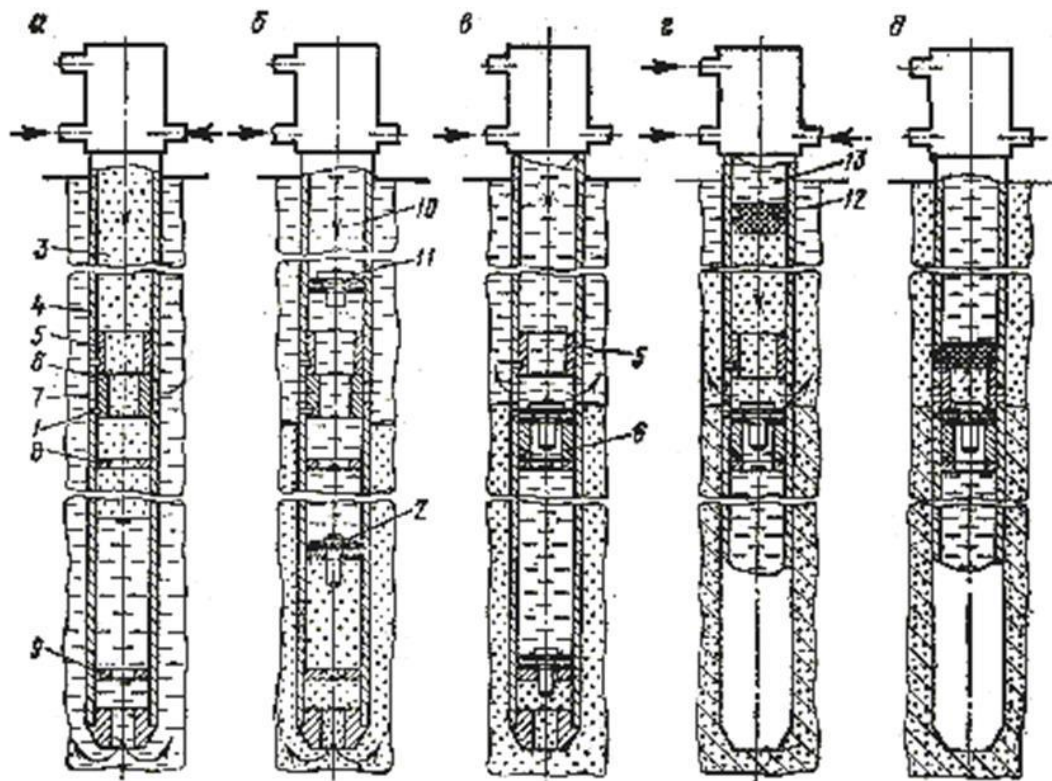
- без разрыва в пространстве;
- с разрывом в пространстве ← сейчас не допускается.

ПРЯМОЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ



Му **я:**
а – положение при цементировании первой
ступени, б – положение при цементировании
второй ступени, в – положение после окончания
цементирования;
1 – корпус, 2 – обойма, 3 – верхняя втулка,
4, 5 – штифты срезные, 6 – нижняя втулка,
7 – технологические отверстия, 8 – ограничитель
перемещения нижней втулки, 9 – продавочная
пробка, 10 – падающая пробка, 11 – запорная
пробка

ПРЯМОЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ



- 1 – шпильки, 2 – первая пробка,
3 – тампонажный раствор для
цементирования 1 ступени,
4 – обсадная колонна, 5 – втулка,
6 – удерживающая втулка,
7 – отверстия, 8 – упор, 9 – «стоп-
кольцо»,
10, 13 – продавочная жидкость,
11 – вторая пробка, 12 – третья пробка

Схема двухступенчатого цементирования:

а – закачка тампонажного раствора 3 для нижней ступени;

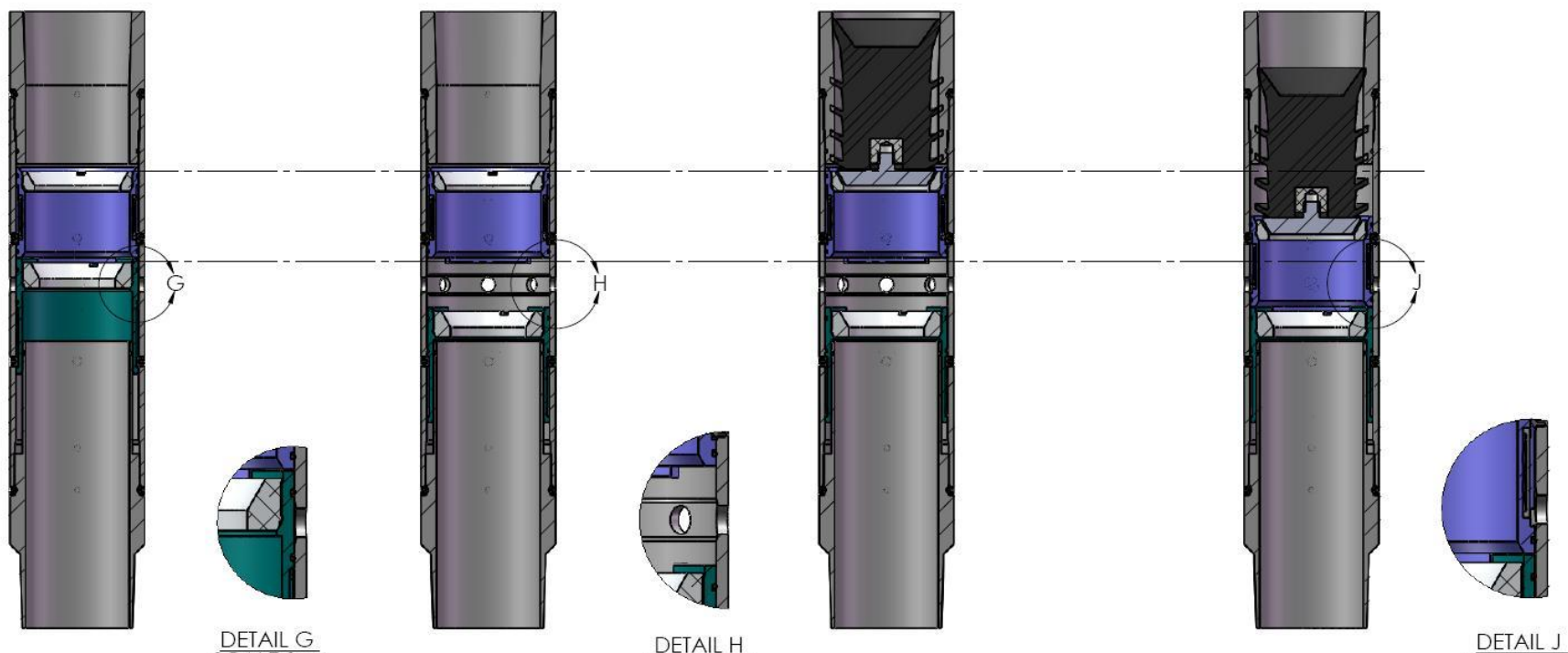
б – перед посадкой 1-ой пробки 2 на «стоп-кольцо» 9, сброс 2-ой пробки 11;

в – посадка 2-ой пробки 11 на удерживающую втулку 6, срез шпилек 1, ее опускание до упора, открытие отверстий 7 в МСЦ, промывка верхнего интервала во время ОЗЦ 1-ой ступени;

г – цементирование второй ступени, сброс 3-ей пробки 12, ее продавка;

д – посадка 3-ей пробки 12 в верхнюю втулку 5, срез шпилек, ее опускание до нижней втулки, закрытие отверстий 7 в МСЦ, момент «Стоп» - окончание цементирования второй ступени

ПРЯМОЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

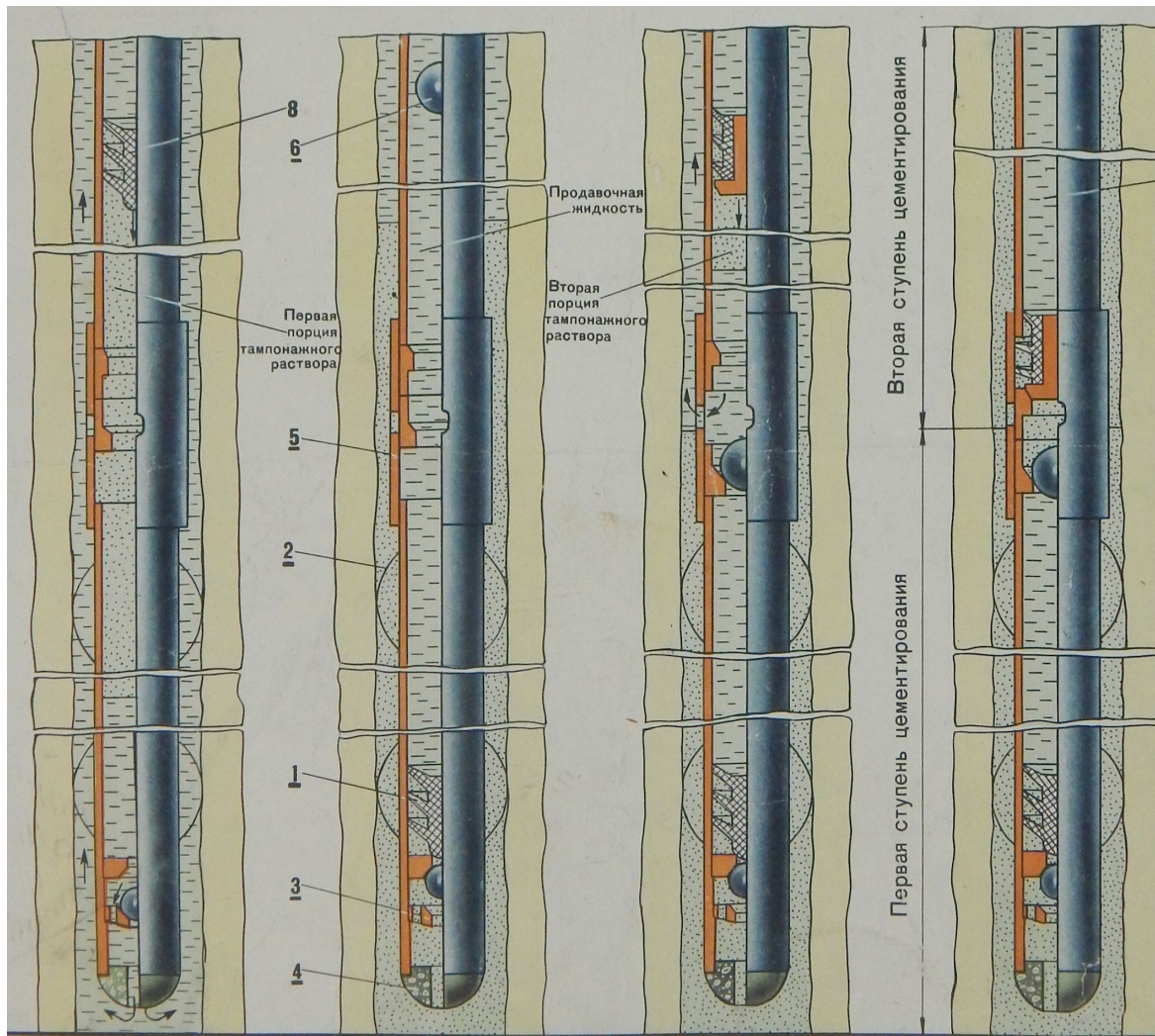


Муфта ступенчатого цементирования гидравлического типа 650 компании «ТОР-СО»:

а – положение при цементировании первой ступени, б – опускание втулки за счет роста давления раствора, открытие в МСЦ отверстий, в – посадка запорной пробки на седло верхней втулки, г – опускание втулки вниз, закрытие отверстий

Преимущество: меньшее количество используемых пробок

ПРЯМОЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ



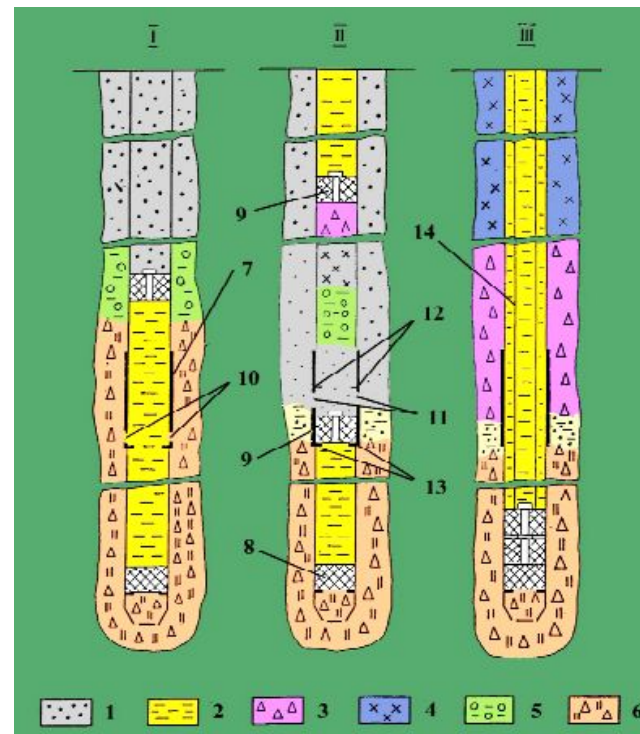
Двухступенчатое цементирование с двумя пробками и шаром:

1 – пробка для цементирования 1-ой ступени, 2 – центратор, 3 – обратный клапан, 4 – башмак, 5 – МСЦ, 6 – шар для открытия отверстий в МСЦ, 8 – запорная пробка

ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Схема ступенчатого цементирования скважины совместным применением цементировочной муфты типа МЦП и специальной тампонажной смеси ОАО "

1 - буровой раствор; 2 - продавочная смесь; 3 - цементный раствор; 4 - глиноцементный облегченный раствор; 5 - буферная жидкость; 6 - специальная тампонажная смесь; 7 - проходная цементировочная муфта типа МЦП; 8 - стандартная цельнорезиновая цементировочная пробка; 9 - специальные цементировочные пробки с открывающимся к устью скважины обратным клапаном и жестким посадочным конусом из алюминия (обеспечивают гидромеханическое перемещение втулок муфты); 10 - отверстия технологического клапана муфты (клапан является гидравлически управляемым; открывается после первой ступени цементирования за счет заданного повышения давления в колонне, а закрывается на второй ступени



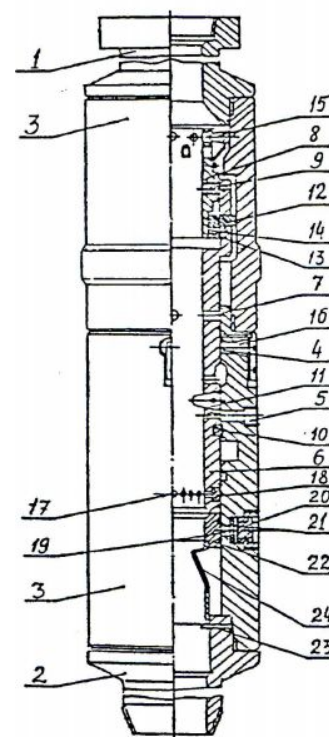
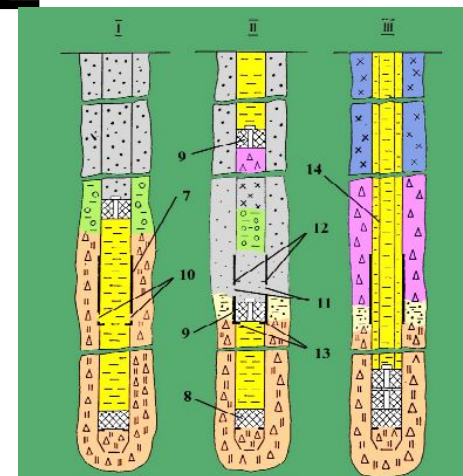
цементирования цементировочной муфты (открываются при взаимодействии нижней спецпробки 9 с втулками муфты, а закрываются при взаимодействии с этими втулками верхней спецпробки 9); 12 и 13 - радиально подвижные конические упоры, установленные в боковых отверстиях втулок муфты и центробежно подпружиненные (являются временными седлами для спецпробок 9, обеспечивая взаимодействие этих пробок с втулками муфты; перемещаясь в процессе сдвига втулок по профильной внутренней поверхности корпуса муфты, могут входить в центральный канал муфты или выходить из него, освобождая спецпробки 9 для перемещения в эксплуатационной колонне); 14 - колонна НКТ (обеспечивает при ее спуске смещение спецпробок 9 к башмаку эксплуатационной колонны без специальных нагрузок).

ПРЯМОЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

I - завершение первой ступени цементирования открытие отверстий технологического клапана муфты (для посадки в нее нижней спецпробки 9, обеспечивающей открытие основных цементировочных окон муфты и создающей временное дно в колонне под этими окнами для второй ступени цементирования);

II - вторая ступень цементирования (обычно осуществляется после схватывания тампонажного раствора первой ступени! посадкой верхней спецпробки 9 на верхние радиально подвижные упоры 12 будет обеспечено закрытие основных цементировочных окон муфты 11 втулкой и выход упоров 12 и 13 из центрального канала муфты);

III - завершение смещения спецпробок 9 к башмаку эксплуатационной колонны при спуске колонны насосно-компрессорных труб.



- 1- верхний переводник
- 2- нижний переводник
- 3- корпус
- 4- цементировочные окна
- 5- срезные винты
- 6- ступенчатая втулка
- 7- цементировочные окна
- 8- кольцо
- 9- срезные штифты
- 10- фиксатор
- 11- раздвижные упоры
- 12- выдвигаемые опорные вкладыши
- 13- кольцо
- 14- срезные штифты
- 15- выдвигаемые упоры
- 16- обратные клапаны
- 17- боковые отверстия
- 18- перепускной обратный клапан
- 19- технологические отверстия
- 20- пробки
- 21- штифты
- 22- втулка
- 23- срезные штифты
- 24- седло

ПРЯМОЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

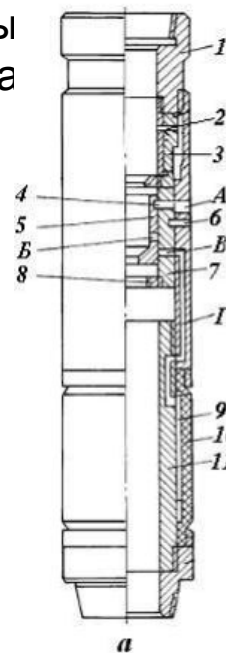
Недостатки метода двухступенчатого цементирования без разрыва во времени:

- Вероятность отказа муфты МСЦ (неоткрытие / незакрытие циркуляционных отверстий, падение давления после момента «Стоп», негерметичность колонны и др.).
- Во время второй ступени цементирования на твердеющее цементное кольцо первой ступени создаются дополнительные механические нагрузки, приводящие к нарушению контактов цементного камня с обсадной колонной и стенками скважины.
- Простой буровой установки и цементировочной техники во время ОЗЦ первой ступени.

Техническое решение
Увеличение скорости цементирования
Приобретение муфты с затрубным пространством и введением в него специального

пакером
двухступенчатого манжетного цементирования (ПДМ = МСЦ + пакер).
При наличии ПДМ после цементирования первой ступени уплотняющий элемент устройства перекрывает затрубное пространство. Это позволяет производить заливку второй ступени с минимальным разрывом во времени.

Может применяться также заколонный изолирующий пакер, который устанавливается под МСЦ.



Комплект пакера ПДМ:
(затраты средств на
проталкивание пробки к
в – верхняя пробка;
1 – верхний переводник;
2, 4, 6 – срезные штифты;
3 – верхняя подвижная втулка;
5 – нижняя подвижная втулка;
7 – средняя подвижная втулка;
8 – упорное кольцо; 9 –
кольцевая полость; 10 –
резиноканевый
уплотнитель; 11 – корпус
пакера.

ПРЯМОЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

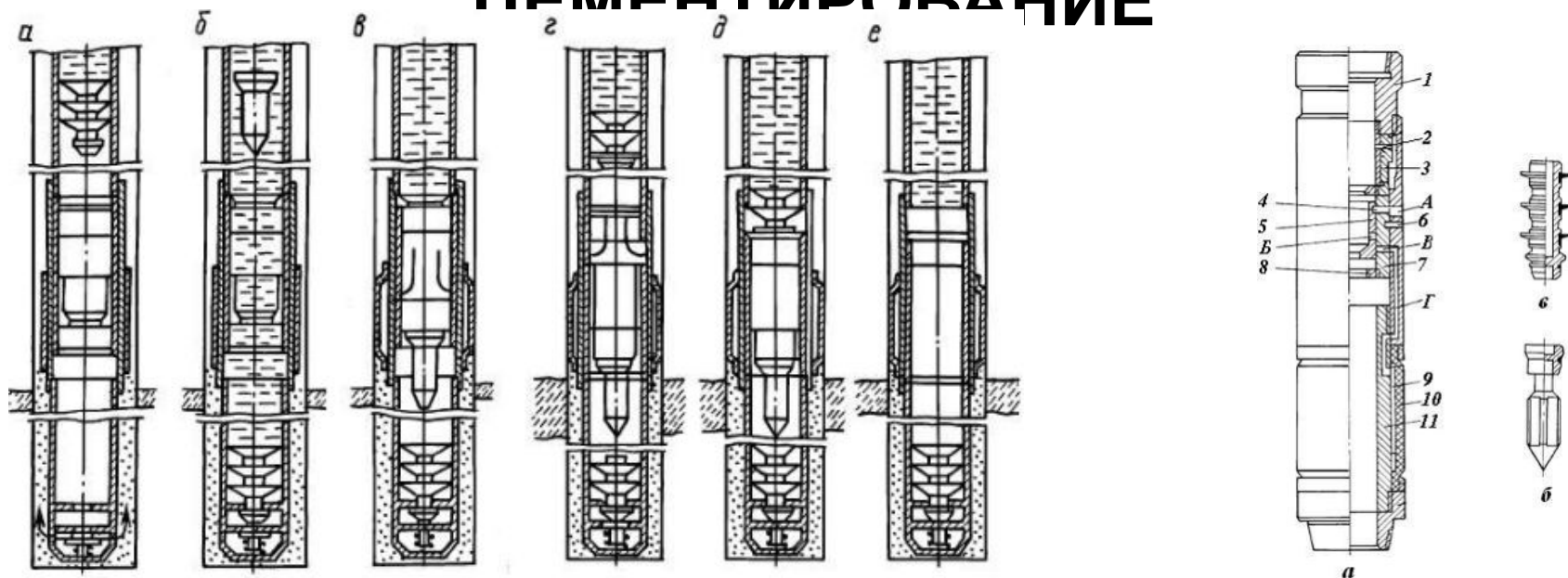


Схема двухступенчатого цементирования с пакером ПДМ:

а – цементирование первой ступени; б - спуск падающей пробки; в – пакеровка; г – цементирование второй ступени; д – закрытие цементировочных отверстий; е - скважина после разбуривания внутр.

элементов пакера

После цементирования первой ступени сбрасывается нижняя пробка пакера ПДМ, которая под собственным весом садится на нижнюю подвижную втулку 5 и при создании избыточного давления в 2,5-3,0 МПа срезает штифты 4 и сдвигает ее вниз до упорного кольца 8. Происходит сообщение отверстий Б и В, через которые происходит промывка кольцевой полости 9. Уплотнительный элемент 10 раздувается и герметизирует затрубное пространство. При повышении давления до 8 – 10 МПа происходит срез штифта 6 и средняя втулка 7 вместе с нижней пробкой и нижней втулкой сдвигаются вниз. При этом герметично закрываются отверстия В и открываются отверстия А, через которые в последующем происходит промывка затрубного пространства и закачивание цементного раствора второй ступени. Верхняя разделительная пробка садится на седло верхней подвижной втулки 3 и после срезания штифта 2 сдвигает ее вниз, закрывая циркуляционные отверстия А.

ПРЯМОЕ МАНЖЕТНОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Манжетный способ цементирования применяют в тех случаях, когда необходимо предупредить загрязнение цементным раствором продуктивных горизонтов с низким пластовым давлением или избежать попадания цементного раствора в зону расположения фильтра.

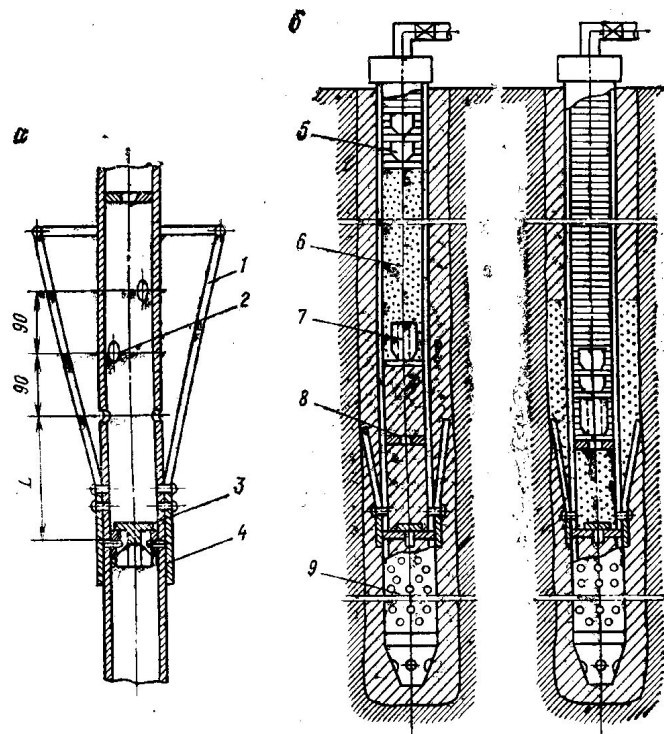


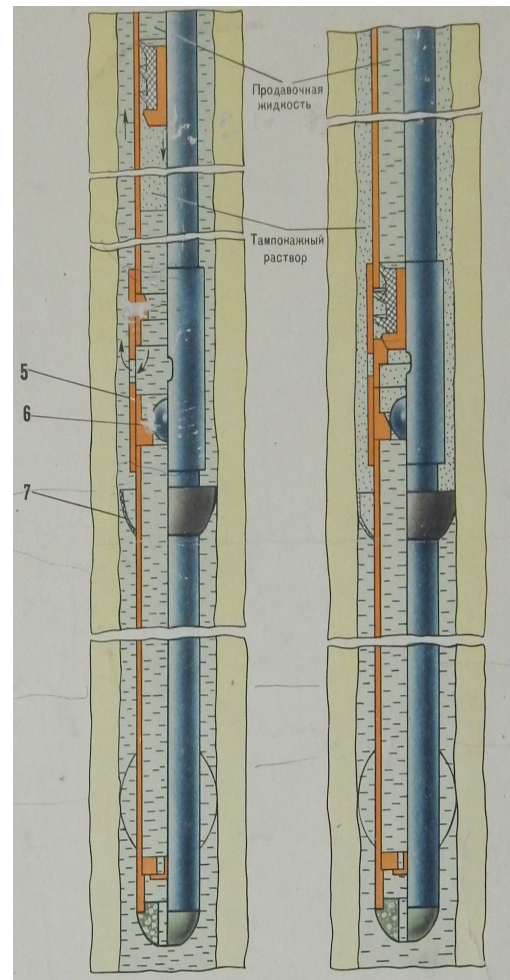
Схема манжетного цементирования:

- 1 – манжета; 2 – отверстие для цементирования; 3 – прямой клапан;
4 – патрубок с манжетой;
5 – верхняя разделительная пробка;
6 – цементный раствор; 7 – нижняя разделительная пробка; 8 – стоп-кольцо;
9 – фильтр

Манжетный переводник или ПДМ устанавливается выше продуктивного горизонта. Нижняя пробка 7 садится на «стоп-кольцо» 8, соединенное с нижней втулкой цементировочной муфты, за счет роста давления сдвигает ее вниз и открывает боковые отверстия 2, через которые вытесняется тампонажный раствор 6.

Клапан 3 перекрывает доступ в нижнюю часть колонны. При закачке цементного раствора манжета 1 раскрывается и перекрывает затрубное пространство таким образом, что раствор может проходить только вверх. Манжета представляет собой воронку, изготовленную из брезентовой ткани высотой 60-70 см, диаметром на 30% больше скважины.

Верхняя пробка 5 садится на верхнюю втулку, сдвигает ее вниз до упора в торец первой пробки и закрывает отверстия 2 в муфте. Продавка прекращается и процесс цементирования на этом завершается.



ПРЯМОЕ МАНЖЕТНО-СЕЛЕКТИВНОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Селективное цементирование применяют на месторождениях с низким пластовым давлением, с сильно дренированными, подверженными гидроразрыву пластами и в случае использования технологии, предупреждающей контакт продуктивной толщи с тампонажными растворами.

При данном способе прямого цементирования интервал в зоне продуктивного пласта остается открытым за счет применения заколонных пакетирующих устройств, устанавливаемых над кровлей и под подошвой продуктивного пласта.

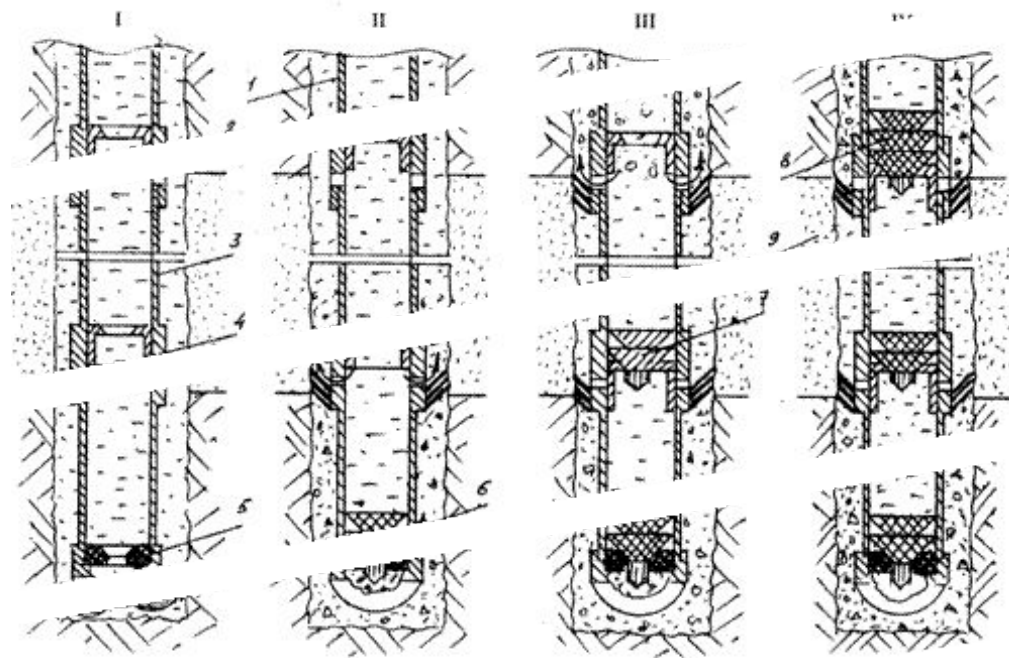


Схема компоновки низа эксплуатационной колонны и технология селективного цементирования скважины:

1 - эксплуатационная колонна; 2 - верхнее пакерирующее устройство; 3 - фильтр; 4 - нижнее пакерирующее устройство; 5 - резиновое «стоп-кольцо»;

I - промывка скважины перед цементированием;

II - закачка буферной жидкости и тампонажной смеси **первой** ступени цементирования, пуск в колонну и посадка нижней цементировочной пробки на нижнее пакерирующее устройство;

III - открытие технологического клапана и цементировочных окон муфты, промывка скважины. После ОЗЦ закачка буферной жидкости и тампонажной смеси **второй** ступени цементирования, пуск в колонну и посадка верхней цементировочной пробки в муфту, закрытие цементировочных окон;

IV - завершение операции

ПРЯМОЕ СЕЛЕКТИВНОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

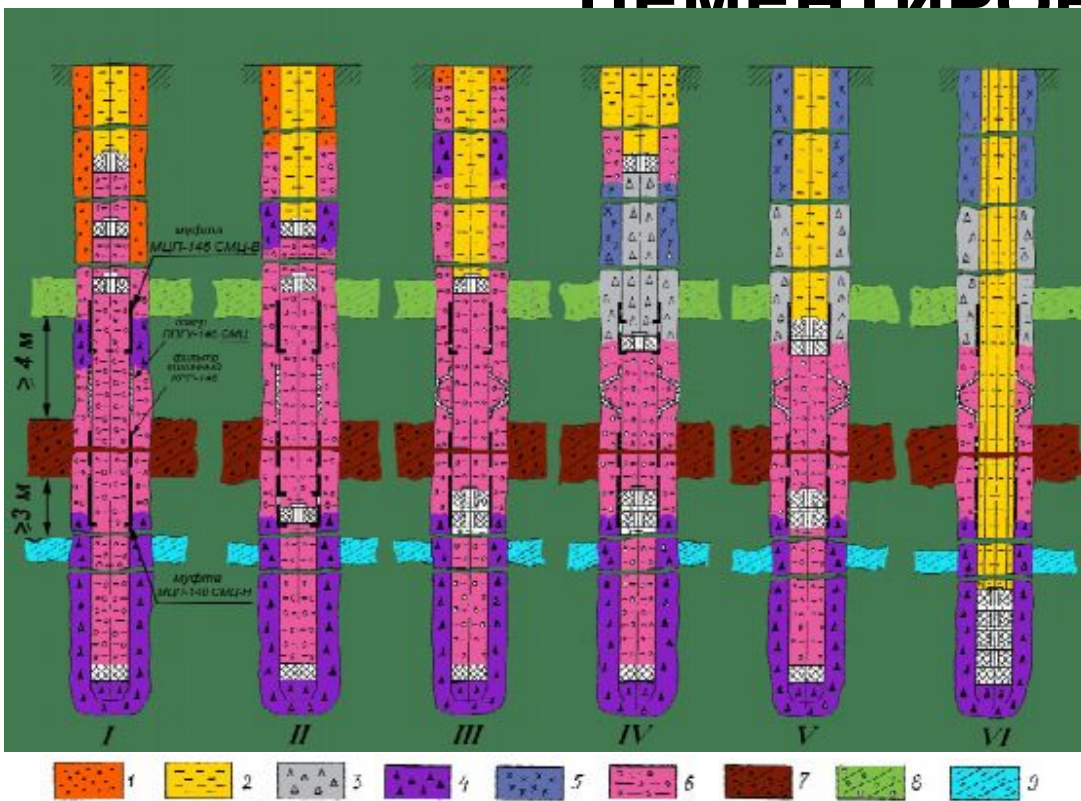


Схема селективно-манжетного цементирования скважины с применением специальных цементировочных муфт типа МЦП и заколонного пакера типа ППГУ ОАО "Тяжпрессмаш":

- 1 - буровой раствор; 2 - продавочная жидкость;
3 - цементный раствор; 4 - специальная тампонажная смесь; 5 - глиноцементный раствор; 6 - буферные жидкости; 7 - продуктивный пласт; 8 - газоносный пласт;
9 - водоносный пласт

I - Конец цементирования скважины специальной тампонажной смесью (СТС) ниже продуктивного пласта (ниже МЦП-146 СМЦ-Н); открытие технологических отверстий МЦП-146 СМЦ-Н; срезка пачки СТС, поднятой над МЦП-146 СМЦ-Н.

II - Открытие первой спецпробкой цементировочных окон МЦП-146 СМЦ-Н; продавливание вверх срезанной пачки СТС при перемешивании ее с буферной жидкостью.

III - Закрытие второй спецпробкой цементировочных окон МЦП-146 СМЦ-Н; приведение в действие ППГУ-146 СМЦ; открытие технологических отверстий МЦП-146 СМЦ-В.

IV - Открытие третьей спецпробкой цементировочных окон МЦП-146 СМЦ-В; закачка через эти окна тампонажных растворов.

V - Закрытие четвертой спецпробкой цементировочных окон МЦП-146 СМЦ-В.
VI- Проталкивание спецпробок и открытие фильтра колонного КРР-146 технологическим инструментом, установленным на колонне НКТ.

ПРЯМОЕ СЕЛЕКТИВНОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Инструмент селективного заканчивания скважин (ИСЗС) производства «РИТЭККубаньнефтемаш» способен надежно изолировать:

- каждый из пластов, пройденных скважиной, от контакта с цементным раствором во время цементирования скважины;
- продуктивные пласты от взаимных перетоков флюидов;
- продуктивные пласты от водяных.

Изоляция продуктивных пластов от водяных достигается установкой сверху и снизу каждого продуктивного пласта **наливных пакеров** с байпасными проходами, благодаря которым цементный раствор при цементировании ствола скважины движется, минуя пласт.

ИСЗС комплектуется **золотниковыми клапанами**, обеспечивающими разобщение эксплуатационной колонны с пластом. При этом установка золотниковых клапанов рядом с верхним или нижним наливными пакерами дает возможность выполнять очистку примыкающей к скважине поверхности пласта от бурового раствора, а также обработку химреагентами не только поверхности, но



Схема установка инструмента селективного заканчивания скважин

ОБРАТНОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Область применения:

- высокая вероятность поглощения тампонажного раствора;
- на буровой площадке нельзя сосредоточить достаточное число мощных насосов для цементирования прямыми способами.

Технологические и технические особенности:

- ОК спускают без обратного клапана и «стоп-кольца», а в наружной части - также, как и прямым способом, устанавливают центраторы, турбулизаторы и скребки.
- Предыдущая колонна должна быть оборудована специальным герметизирующим устройством.
- На колонну наворачивается цементировочная головка, а тампонажный раствор доставляется за колонну непосредственно через затрубное пространство.
- При подаче ТС необходимо следить за давлением на нагнетании $P_{\text{НАГН}} > 0$, что достигается регулированием выхода бурового раствора из цементировочной головки.

ОБРАТНОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

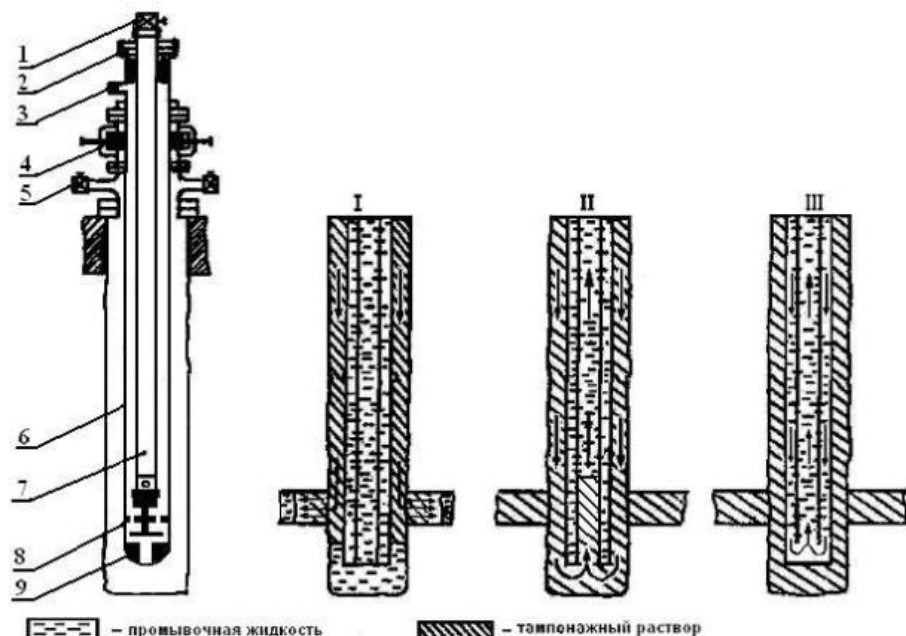


Схема обратного способа цементирования с управляемым обратным клапаном:

- I – Закачка тампонажного раствора в затрубное пространство;
 - II – продавливание первой порции тампонажного раствора в технологическую колонну;
 - III – промывка технологической колонны;
- 1 - цементирующая головка; 2 – ротор; 3 – ввод в межтрубное пространство; 4 – превентор;
- 5 – подпревенторные линии; 6 – обсадная колонна;
- 7 – технологическая колонна; 8 – управляемый обратный клапан; 9 – башмак

Способ характеризуется включением управляемого обратного клапана, который открывается и закрывается путем нагрузки или разгрузки на него технологической колонны (НКТ). Сущность метода заключается в том, что тампонажный раствор закачивается в межтрубное пространство обсадных колонн через подпревенторные выкидные линии. При движении тампонажного раствора по затрубному пространству происходит довольно значительное перемешивание его фронтальной части с вытесняемым буровым раствором. Эта перемешанная некачественная часть бурового и тампонажного раствора выдавливается через открытый обратный клапан в обсадную колонну.

После закачки расчетного объема тампонажного раствора приподнимают технологическую колонну НКТ, обратный клапан закрывается и тампонажный раствор, зашедший в обсадную или технологическую колонну, вымывается прямым или обратным способом через

ОБРАТНОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Достоинства:

- минимальное давление на горные породы;
- можно применять менее мощное цементирующее оборудование;
- наиболее полное замещение бурового раствора тампонажным;
- сокращается время на заливку (можно применять растворы с низким временем схватывания);
- облегчается подбор состава тампонажного раствора.

Недостатки:

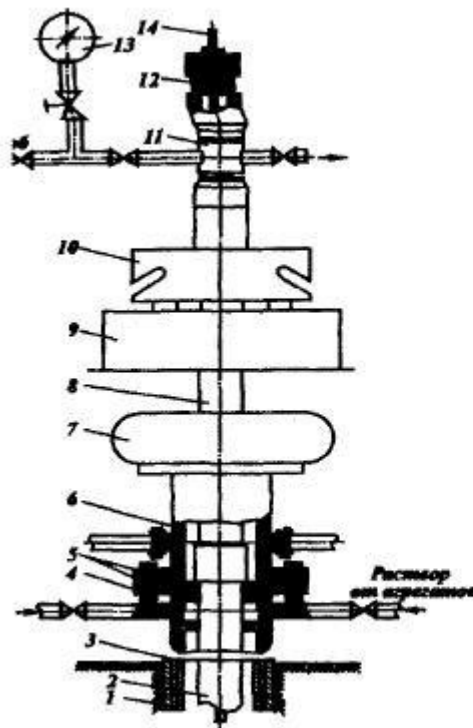
- трудно определить время окончания цементирования;
- необходимо использование герметизирующего устройства;
- худшее качество цементного камня в нижней части ствола скважины (зона смешения тампонажного раствора с вытесняемым буровым раствором).

Способы определения времени конца цементирования:

1. По объёму вытекающей жидкости (по объёму ЗП). При закачке цементного раствора необходимо учитывать кавернозность, возможность частичного поглощения цементного раствора при цементировании, сжимаемость раствора и другие факторы.
2. Геофизический способ.
3. Метод меченой жидкости.

ОБРАТНОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Схема контроля обратного цементирования геофизическим методом



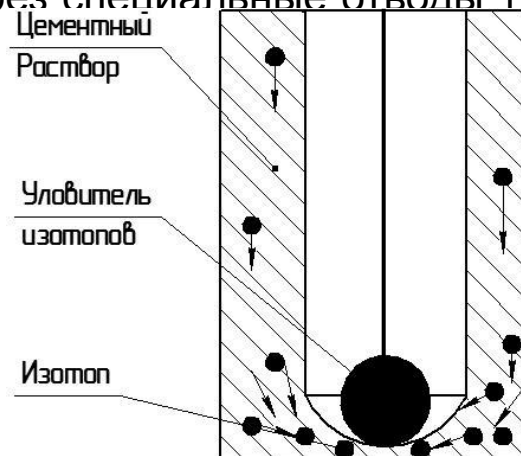
Оборудование устья скважины при обратном цементировании:

- 1 – направление; 2 – эксплуатационная колонна;
3 – промежуточная колонна; 4 – нижняя колонная головка; 5 – уплотнительные кольца фланцевого соединения; 6 – крестовина превенторной сборки;
7 - превентор; 8 – бурильная колонна;
9 – ротор, 10 – элеватор, 11 – верхний переводник с отводами, 12 – лубрикатор, 13 –

С целью определения момента входа цементного раствора в колонну используют радиоактивные изотопы, наличие которых в цементном растворе дает возможность четко фиксировать границу между буровым и тампонажным растворами.

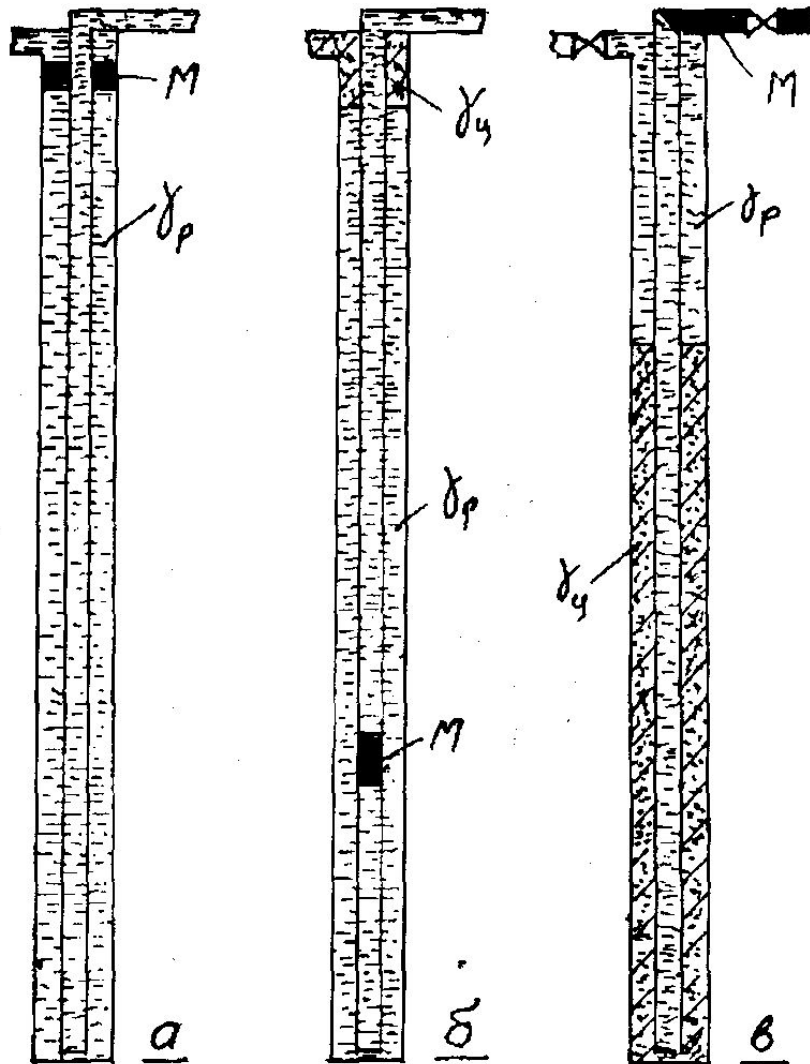
Количество закачиваемого в затрубное пространство скважины цементного раствора контролируется прибором гамма-каротажа. Прибор спускают на каротажном кабеле 14 в колонну через лубрикатор 12 и за первой порцией цементного раствора вводят ампулу с радиоактивным изотопом через лубрикатор 12.

Затрубное пространство герметизируется превентором 7. Выходящий из обсадных труб буровой раствор через специальные отводы 11 направляется в



ОБРАТНОЕ ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ

Схема контроля обратного цементирования методом меченой жидкости



- а – начало подачи меченой жидкостью М вслед за буферной жидкости в объёме, равном внутреннему нецементируемому пространству обсадной колонны;
- б - начало подачи тампонажного раствора;
- в – конец цементирования.

ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ ВСТРЕЧНЫМИ ПОТОКАМИ

Используется при наличии в разрезе скважины проницаемых отложений с низкими градиентами пластового давления. Способ незаменим, когда имеются неизолированные зоны поглощения высокой интенсивности – более 6 м³/ч, ожидаются поглощения тампонажного раствора при перепаде, равном разности значений гидростатического давления столбов тампонажного и бурового раствора, в разрезе встречаются пласты, склонные к гидравлическому разрыву при давлениях, возникающих в процессе цементирования.

Технологические и технические особенности:

Он может осуществляться как с разрывом во времени, так и без него. При этом способе цементирования нижняя часть затрубного пространства обсадной колонны (от башмака до подошвы поглощающего пласта) заполняется тампонажным раствором через башмак колонны в том же порядке, как и при прямом одноступенчатом методе цементирования. Вторая часть тампонажного раствора для цементирования участка колонны от поглощающего пласта до устья скважины закачивается в затрубное пространство с устья. При этом буровой раствор вытесняется в поглощающий пласт. В первую порцию этой части тампонажного раствора могут вводить инертные наполнители снижающие поглощающую возможность пласта.

При осуществлении данного способа цементирования с разрывом во времени после закачки нижней порции тампонажного раствора прямым методом дают возможность ему загустеть и лишь после этого ведут закачку второй порции тампонажного раствора обратным методом. В случае, если планируется вести процесс без разрыва во времени, порядок закачки растворов рассчитывают так, чтобы тампонажные растворы порцией и

ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ ВСТРЕЧНЫМИ ПОТОКАМИ

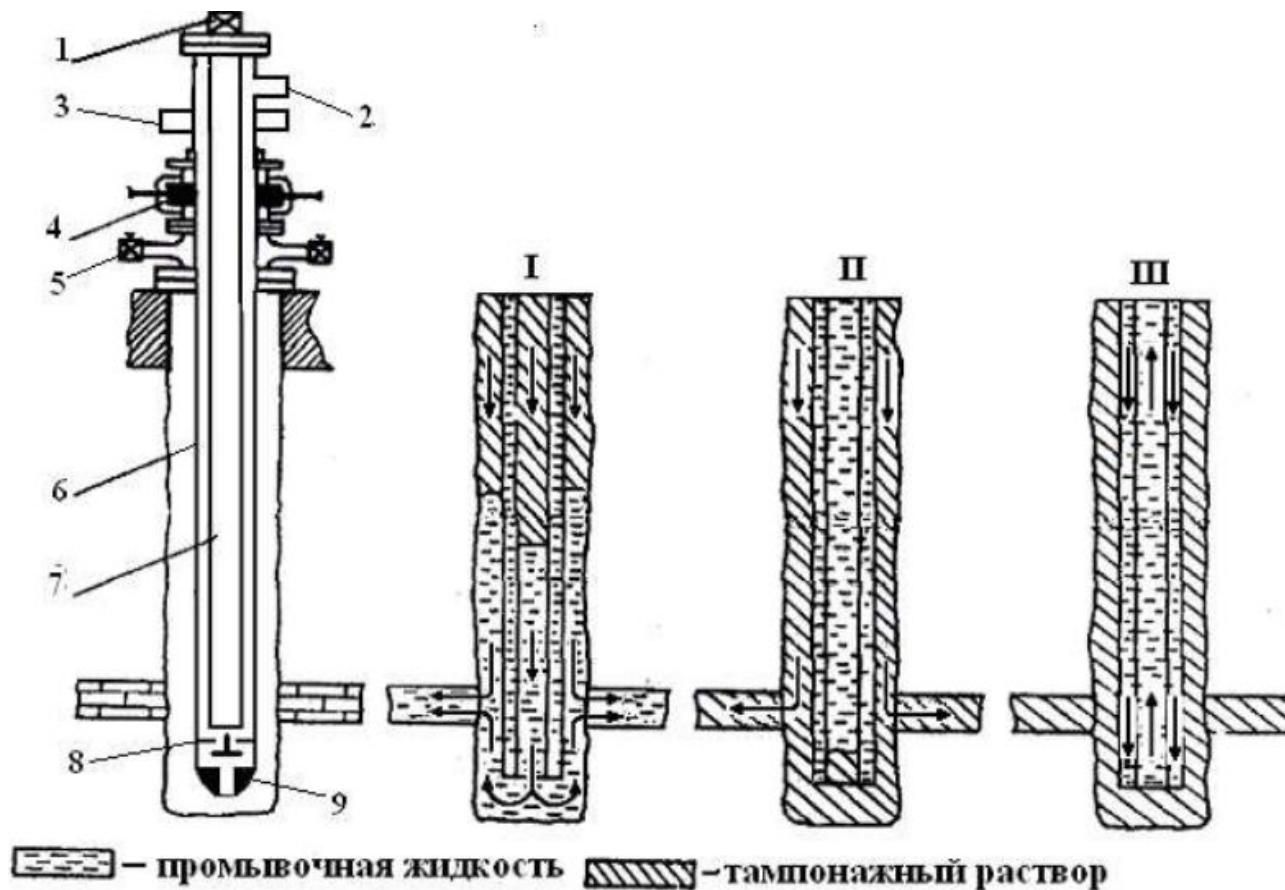


Схема способа цементирования встречными потоками:

- I – закачка тампонажного раствора в технологическую колонну и в затрубное пространство;
II – продавка цементного раствора в поглощающий пласт; III – промывка технологической колонны;
1 – цементирующая головка; 2 – ввод в межтрубное пространство; 3 – ротор; 4 – превентор;
5- подпревенторные линии; 6 – обсадная колонна; 7 – технологическая колонна; 8 – обратный клапан;
9 – башмак.

ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ ХВОСТОВИКОВ

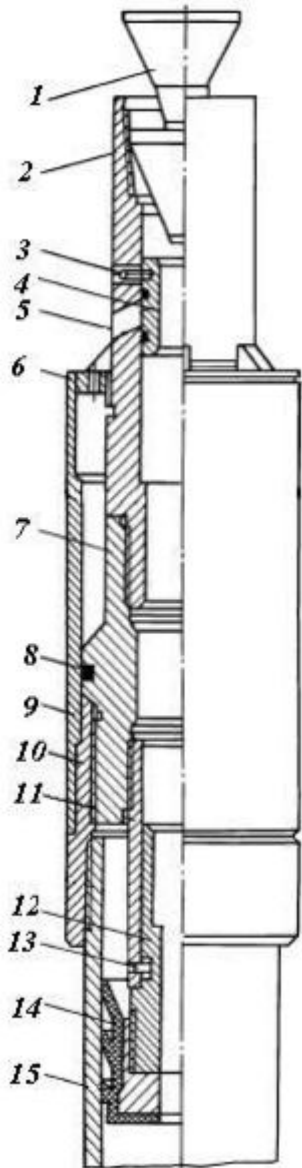
Закачка и продавка тампонажного раствора осуществляется прямым методом через бурильную и обсадную колонну. Для разделения растворов используется составная разделительная пробка. Нижняя часть пробки 14 крепится вверху хвостовика, а верхняя часть пробки движется по бурильной колонне. После столкновения частей пробка движется по хвостовику уже как одно целое. После посадки пробки на упорное кольцо или обратный клапан открывают циркуляционные отверстия 5 в разъединителе. Для этого внутри бурильной колонны сбрасывают шар, который садится на втулку 4 и после срезания штифта 3 сдвигает ее вниз. Открытие циркуляционных отверстий позволяет вымыть из затрубного пространства излишки тампонажного раствора, поднявшегося выше разъединителя.

Хвостовик на ОЗЦ оставляют в подвешенном к бурильной колонне состоянии или на специальном подвесном устройстве, заранее установленном в нижней части предыдущей обсадной колонны. После ОЗЦ бурильную колонну отсоединяют от подвески и извлекают из скважины.

Резьбовой разъединитель для подвески хвостовиков и

нижних секций обсадных колонн:

1 – верхняя эластичная пробка; 2- удлинитель; 3, 13 - срезные штифты; 4 – запорная втулка; 5 – циркуляционные отверстия; 6 - крышка; 7 – ниппель разъединителя; 8 – манжета; 9 – раструб разъединителя; 10 – муфта разъединителя; 11 – левая резьба; 12 – седло; 14 – нижняя разделительная пробка; 15 – обсадная труба.



УСТАНОВКА ЦЕМЕНТНЫХ МОСТОВ

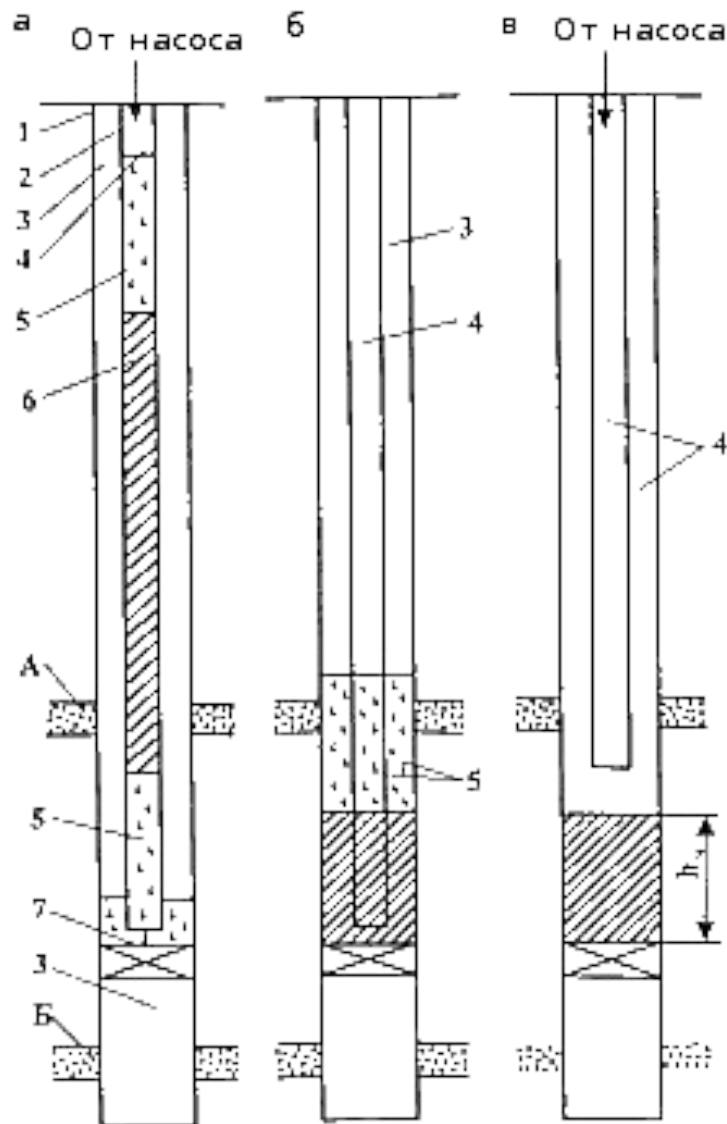


Схема установки цементного моста:

а - начало закачки продавочной жидкости в колонну НКТ после буферной жидкости и тампонажного раствора при установленном пакере;

б - конец закачки продавочной жидкости;

в - промывка скважины после приподнятия колонны НКТ выше кровли цементного моста;

1 - ствол скважины; 2 - бурильная колонна;

3 - буровой раствор; 4 - продавочная жидкость;

5 - буферная жидкость; 6 - цементный раствор;

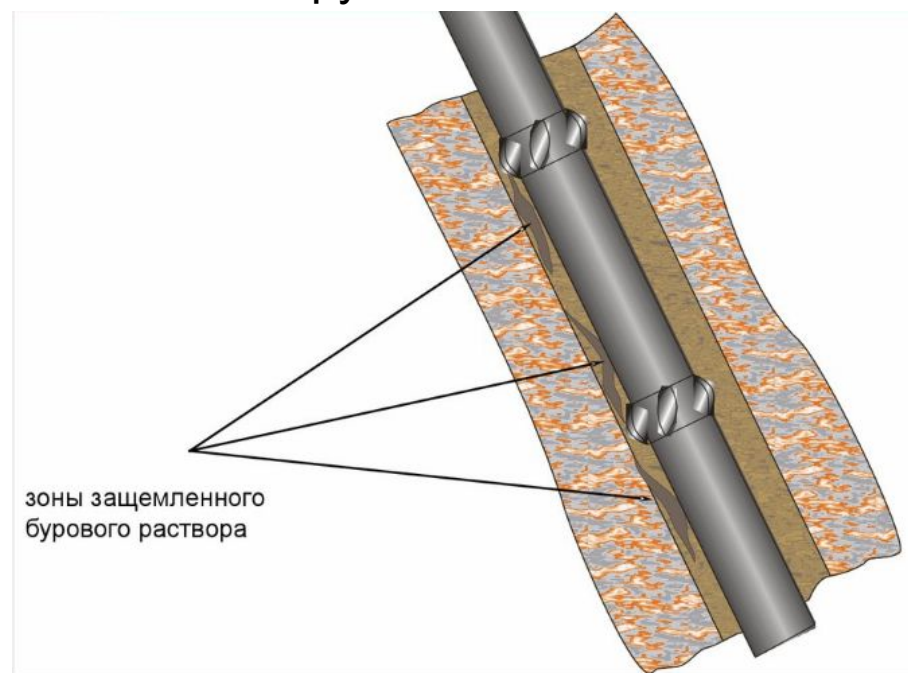
7 - пакер; А и Б - продуктивные горизонты.

ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ КОЛОННЫ С РАСХАЖИВАНИЕМ

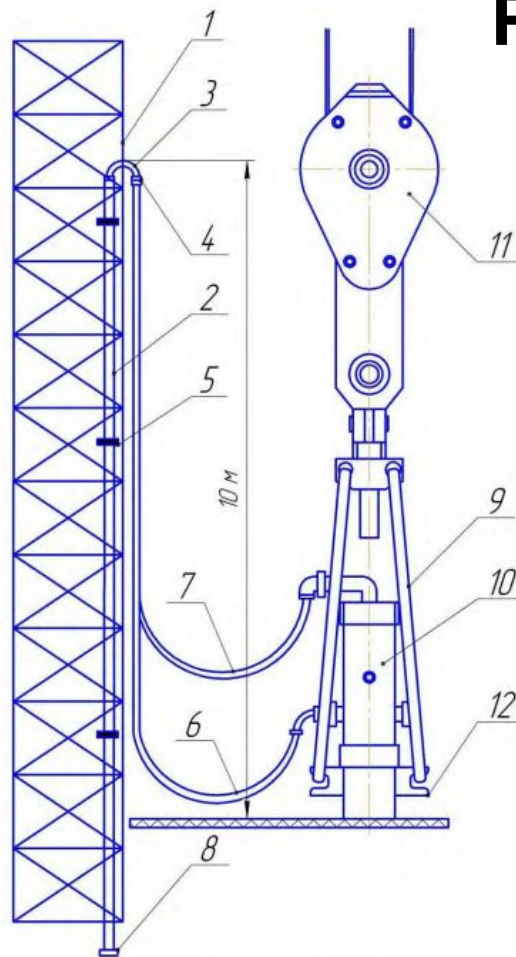
В местах прилегания колонны к стенке образуются зоны защемленного бурового раствора. Поток жидкости даже при турбулентном режиме течения не в состоянии разрушить эти зоны и удалить находящийся в них буровой раствор.

Основной причиной положительного влияния эффекта расхаживания обсадных колонн на полноту вытеснения бурового раствора является разрушение структуры бурового раствора, находящегося в защемленных зонах за счет возвратно-поступательного движения колонны труб.

Это открывает доступ потоку буферной жидкости и тампонажного раствора в желобные выработки и застойные зоны. Буровой раствор, оставшийся в зоне движения тампонажного раствора, с ним перемешивается, и вероятность оставления бурового раствора в защемленных зонах заметно снижается. При этом при движении колонны вверх цементный раствор затягивается в изменяющиеся по размерам желобные выработки, вытесняя буровой раствор.



ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ КОЛОННЫ С РАСХАЖИВАНИЕМ



Вид нижней части
двух
тампонажных
стояков высокого
давления



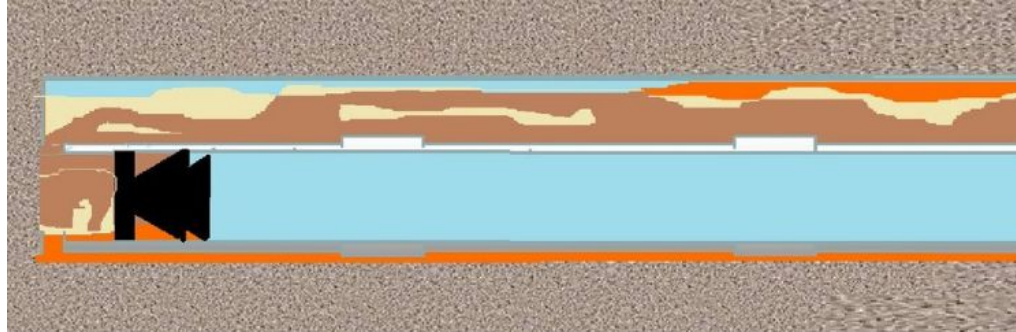
Вид удлиненных
штропов и гибких
тампонажных рукавов,
присоединенных к
цементирующей
головке

Схема монтажа двух манифольдных линий на правой ноге буровой установки БУ-75:

1 – «нога» вышки БУ-75; 2- две манифольдных линии; 3 – отвод манифольдной линии; 4 – конус уплотнения с накидной гайкой под тампонажное соединение; 5 – хомуты крепления манифольдных линий; 6 – гибкий тампонажный шланг для закачивания буферной жидкости и тампонажного раствора; 7 – гибкий тампонажный шланг для продавливания тампонажного раствора; 8 – гнездо конуса уплотнения с накидной гайкой под тампонажное соединение; 9 – удлиненные бурильные штропы; 10 – цементирующая головка; 11 – талевый блок; 12 – элеватор.

ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ КОЛОННЫ С ВРАЩЕНИЕМ

При цементировании горизонтального ствола скважины поток буферной жидкости и тампонажного раствора протекает по верхней части, т.е. образуется «мертвая зона». Вращение обсадной колонны в процессе цементирования дает возможность поднимать буровой раствор в зону потока, что обеспечивает более качественную замену бурового раствора



Цем. компоновка ГЦУ-РЗ для цементирования с применением верхнего привода может быть сконфигурирована для одной пробки со сбросом шара или для двух пробок со сбросом шара и подходит для спуска и цементирования всех систем хвостовиков, включая вращающиеся хвостовики.

Преимущества таких компоновок:

- свободный канал, после того как сбрасываются шар или пробка;
- продавочные пробки и сбросной шар полностью изолированы от обводной линии;
- невращающийся цементирующий канал в корпусе вертлюга позволяет производить цементирование, расхаживание с одновременным вращением колонны.

