

# Бурение

---

нефтяных и газовых скважин

**Цементирование скважин**



# 1 Способы цементирования скважин

По пути *подачи* тампонажного раствора (ТР) в заколонное пространство:

- *прямой* - в ОК;
- *обратный* - в заколонное пространство.

По пути *продавки* ТР в заколонное пространство:

- *одноступенчатый (одноцикловогой)* - весь ТР продавливают через башмак ОК;
- *многоступенчатый (многоцикловогой)* - ТР продавливают поинтервально на разной глубине через заливочную муфту в ОК.

## Способы цементирования скважин

**Манжетное цементирование** - продавка ТР в интервал заколонного пространства над манжетой (пакером).

**Секционное цементирование** - закачка ТР по бурильной колонне, на которой спускают секцию ОК или потайную ОК.

## 1.2 Цементирующее оборудование

- *цементирующий агрегат (ЦА);*
- *цементно-смесительная машина (СМ);*
- *самоходный блок манифольдов (БМ);*
- *станция контроля процесса цементирования (СКЦ);*
- *осреднительная емкость;*
- *цементирующая головка;*
- *трубопроводы и арматура для обвязки оборудования.*

## 1.3 Цементируочный агрегат

Назначение:

- подача тампонажного раствора (ТР) в скважину и нагнетание (продавка) его в затрубное пространство за цементируемой ОК
- измерение объема жидкости, расходуемой на приготовление ТР
- подача жидкости затворения в цементно-смесительную машину при приготовлении ТР.

## 1.4 Цементно-смесительная машина

Назначение:

- транспортирования цемента в бункере;
- приготовление ТР на буровой (в задней нижней части бункера на консоли рамы размещены приемная камера и вакуумно-гидравлическое смесительное устройство).

## 1.5 Установка осреднительная

Назначение:

- выравнивание плотности **ТР** при его непрерывном приготовлении или накоплении отдельных порций с последующей откачкой;
- приготовление буферных и др. технологических жидкостей.

Установка **УО** представляет собой резервуар с перемешивающим устройством внутри, смонтированным на шасси автомобиля.

**УО** работает только в комплексе с насосными и смесительными установками для цементирования нефтяных и газовых скважин.

## 1.6 Блок манифольдов

Назначение:

- сбор **ТР** от нескольких ЦА в два нагнетательных трубопровода, ведущих к устью скважины;
- распределение продавочной жидкости по ЦА.

**1БМ-700** позволяет подключать к устью цементируемой скважины шесть линий от ЦА (можно довести до 12 линий).

**Давление:**

в напорном коллекторе до **70 МПа**;  
в раздающем – до **2,5 МПа**.

## 1.7 Цементи́ровочная головка

Назначение:

- закачка технологических жидкостей в **ОК**;
- удержание цементи́ровочной пробки;
- контроль давления закачки.

Отдельные цементи́ровочные головки допускают проворачивание **ОК** в процессе продавливания **ТР**. Это способствует более полному замещению **ПЖ** тампонажным раствором и повышению качества цементирования.

## 1.8 Станция контроля процесса цементирования

Предназначена для одновременного автоматического измерения и регистрации основных технологических параметров процесса цементирования:

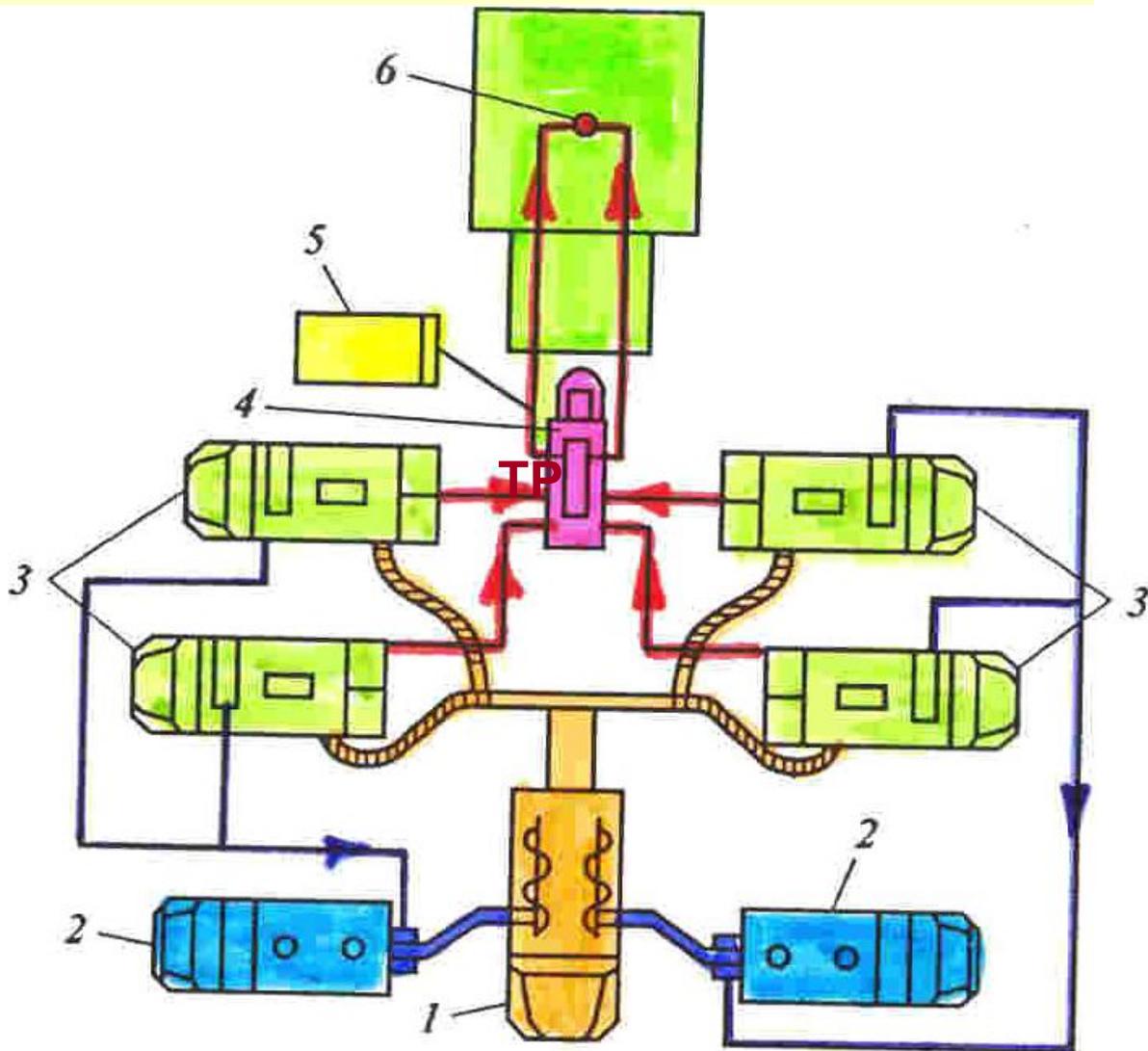
- *давления нагнетания;*
- *плотности жидкости, подаваемой в скважину;*
- *суммарной подачи ЦА;*
- *объема закачанной жидкости.*

*Датчики* станции установлены на блоке манифольдов.

## 2 Обвязка цементирующего оборудования

С одной СМ работают два ЦА. Один из них подает жидкость затворения в гидросмеситель СМ.

- 1** - Установка осреднительная
- 2** - Смесительная машина
- 3** - Цементируочный агрегат
- 4** - Блок манифольда
- 5** - Станция контроля цементирования
- 6** - Цементируочная головка



## 3 Технология цементирования

### ***Должна обеспечить:***

- цементирование требуемого интервала на всем его протяжении;
- полное замещение ПЖ тампонажным раствором в пределах цементируемого интервала;
- предохранение ТР от смешения с промывочной жидкостью;
- получение цементного камня с необходимыми механическими свойствами, с высокой стойкостью и низкой проницаемостью;
- хорошее сцепление цементного камня с ОК и стенками скважины.

## Технология цементирования

**Цементирование ОК включает следующие технологические операции:**

- обвязка цементировочного оборудования;
- приготовление **ТР** и технологических жидкостей;
- цементирование заколонного пространства (закачка **ТР** в скважину и продавливание его в заколонное пространство);
- ожидание затвердевания цемента (**ОЗЦ**) - для кондуктора 5-8 ч, остальных колонн – от 12 до 24 ч;
- проверка качества цементирования, испытание ОК на герметичность,
- разбуривание цементного стакана в ОК, проверка герметичности изоляции заколонного пространства.

## 4 Двухступенчатое цементирование

**Двухступенчатое** - это раздельное последовательное цементирование двух интервалов в скважине (**сначала нижнего, затем верхнего**).

**Способ позволяет:**

- снизить давление на пласт при высоких уровнях подъема ЦР;
- увеличить высоту подъема ЦР в заколонном пространстве без значительного роста давления нагнетания;
- уменьшить смешение ЦР с ПЖ в заколонном пространстве;
- избежать воздействия высоких температур на ЦР, используемый в верхнем интервале (можно оптимизировать выбор ЦР).

## 5 Манжетное цементирование

**Применяют для предотвращения:**

- **загрязнения ЦР продуктивных горизонтов**
- **с низким пластовым давлением;**
- **попадания ЦР в зону расположения фильтра.**

## 6 Цементирование потайной колонны и нижней секции обсадной колонны

Спуск **ОК** секциями, а также потайной колонны осуществляют на колонне бурильных труб, с которой они соединены **разъединителем с левой резьбой**. Используют способ одноциклового цементирования с одной разделительной пробкой, состоящей из двух частей:

- **проходной (нижней) пробки**, имеющей наружный диаметр, соответствующий внутреннему диаметру цементируемых ОТ. Она закрепляется шпильками в разъединителе;
- **упругой пробки** малого диаметра (верхняя), которая может свободно проходить по колонне бурильных труб.

## 7 Установка цементных мостов

### ***Цементный мост*** -

прочная газонефтеводонепроницаемая перемычка, устанавливаемая в скважине с целью перехода на вышележащий объект, забуривания нового ствола, ликвидации проявления и поглощения, укрепления неустойчивой кавернозной части ствола, консервации или ликвидации скважины.

## 8 Обратное цементирование

Заключается в закачивании **ЦР** с поверхности непосредственно в затрубное (межтрубное) пространство и вытеснении находящейся там **ПЖ** через башмак в **ОК** и по ней на поверхность.

Способ применяют при цементировании **ОК**, перекрывающих пласты большой мощности, которые подвержены гидроразрыву при небольших перепадах давления, а также при **комбинированном способе цементирования**, когда *нижняя* часть ствола цементируется по технологии прямой циркуляции, а *верхняя* - по технологии обратной циркуляции.

## 9 Расчет цементирования скважины

**Сводится к определению:**

- *расхода материалов;*
- *режима работы ЦА и СМ;*
- *продолжительности работ по цементированию ОК.*

## 10 Обязка обсадных колонн

По истечении регламентированного срока твердения **ТР** обсадную колонну на устье соединяют с предыдущей и герметизируют межколонное пространство таким образом, чтобы в любой последующий момент можно было контролировать давление в нем.

Обвязывают ОК друг с другом при помощи **КОЛОННЫХ ГОЛОВОК** разных конструкций. Наиболее универсальными являются **КЛИНОВЫЕ КОЛОННЫЕ ГОЛОВКИ КГ**.

## *Клиновая колонная головка*

После окончания цементирования **ОК** висит на крюке **БУ**.

Ее натягивают с расчетным усилием, затем при помощи клиньев подвешивают в **КТ**.

На верхний конец **ОК** навинчивают пьедестал и соединяют его последний с фланцем корпуса головки.

# 11 Контроль качества крепи скважин

Осуществляется путем контроля:

- *процесса цементирования;*
- *качества цементирования;*
- *текущего состояния качества крепи в процессе строительства и эксплуатации, а также после ликвидации скважин.*

## Контроль качества цементирования

- высота подъема **ТР** в затрубном пространстве;
- полнота замещения ПЖ тампонажным раствором в зацементированном интервале;
- равномерность распределения цементного камня в затрубном пространстве (позволяет судить о соосности ствола скважины и **ОК**);
- сцепление цементного камня с **ОК** и стенками скважины;
- герметичность зацементированной **ОК** и затрубного пространства.

## 12 Проверка герметичности ОК на внутреннее избыточное давление

**Внутреннее избыточное давление** создают **ЦА**, подсоединяемым посредством цементирующей головки к исследуемой колонне. Создаваемое давление должно превышать ожидаемое максимальное давление в процессе проведения работ в скважине на регламентированную величину.

Через **5 мин** после создания внутреннего давления начинают наблюдение за характером его изменения.

**ОК** считается герметичной, если по истечении **30 мин** снижение не превышает **0,5 МПа** при давлении испытания выше **7 МПа** и **0,3 МПа** при давлении испытания до **7 МПа**.

## 13 Испытание затрубного пространства на герметичность

В **ОК** разбуривают цементный стакан и забой углубляют на 1–2 м ниже башмака колонны.

В **ОК** создают внутреннее избыточное давление.

Нормы и критерии герметичности затрубного пространства аналогичны испытанию **ОК** на внутреннее избыточное давление.

## 14 Испытание ОК на наружное избыточное давление

Проводят в качестве дополнительного способа контроля герметичности **ОК** во всех разведочных скважинах и в эксплуатационных если на устье не ожидается избыточного внутреннего давления.

Наружное избыточное давление **создают, уменьшая противодействие внутри ОК** путем снижения уровня жидкости внутри **ОК** или путем замещения ее жидкостью с меньшей плотностью.

# Испытание ОК на наружное избыточное давление

Контрольные замеры положения уровня жидкости в скважине начинают через **3 ч** после ее откачки и проводят в течение **8 ч** с интервалом **2 ч**.

Если повышение уровня за **8 ч**

- не превышает предельно допустимой величины, **ОК** считается герметичной;
- превышает предельно допустимую величину, испытание повторяют. При получении аналогичного результата **ОК** признают негерметичной.