

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Институт заочно-вечернего обучения

Институт недропользования

Кафедра нефтегазового дела

**РЕФЕРАТ НА ТЕМУ:  
ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ ОБСАДНЫХ КОЛОНН**  
по курсу «Нефтегазовое дело»

Выполнил:

Студент группы НГДДСз-22-1  
зачетная книжка номер 22150681  
Макарчук Анастасия Романовна.

Иркутск – 2023 г.

## **Цементирование обсадных колонн, способы цементирования.**

Цементированием называют процесс заполнения заданного интервала раствором вяжущих материалов (например цемента), который в состоянии покоя превращается в прочный непроницаемый камень.

Цементирование применяют для изоляции друг от друга проницаемых пластов, вскрытых скважиной; установки цементных мостов, изолирующих нижнюю часть ствола скважины (например при забурировании нового ствола); удерживания в подвешенном состоянии обсадной колонны и герметизации заколонного пространства; изоляции поглощающих пластов, вскрытых скважиной в процессе бурения; защиты обсадных труб от коррозии агрессивными пластовыми жидкостями и газами и др.

Цементирование включает пять основных видов работ: приготовление тампонажного раствора, закачку его в скважину, подачу тампонажного раствора в затрубное пространство, ожидание затвердения закачанного материала и проверку качества цементировочных работ. Оно проводится по заранее составленной программе, обоснованной техническим расчетом.

Существует несколько способов цементирования. Они различаются схемой подачи тампонажного раствора в затрубное пространство и особенностями используемых приспособлений. Возможны два варианта подачи тампонажного раствора в затрубное пространство: раствор, закачанный внутрь цементируемой обсадной колонны, проходит по ней до башмака и затем поступает в затрубное пространство, распространяясь снизу вверх (по аналогии с промывкой называется цементированием по прямой схеме); тампонажный раствор с поверхности подают в затрубное пространство, по которому он перемещается вниз (цементирование по обратной схеме).

В промышленных масштабах применяют способы цементирования по прямой схеме. Если через башмак обсадной колонны в затрубное пространство продавливают весь тампонажный раствор, способ называется одноступенчатым (одноцикловым) цементированием. Если обсадная колонна на разных уровнях оснащена дополнительными приспособлениями (заливочными муфтами), позволяющими подавать тампонажный раствор в затрубное пространство поинтервально на разной глубине, способ цементирования называется многоступенчатым (многоцикловым). Простейший и наиболее распространенный способ - цементирование в две ступени (двухступенчатое). Иногда возникает необходимость не допустить проникновения тампонажного раствора в нижнюю часть обсадной колонны, расположенную в интервале продуктивного пласта, тогда этот интервал в затрубном пространстве изолируется манжетой, установленной на обсадной колонне, и сам способ цементирования называется манжетным. Выделяются также способы цементирования потайных колонн и секций, поскольку

тампонажный раствор в этом случае закачивают по бурильной колонне, на которой спускают секцию или потайную колонну.

Цементирование скважин является сложной инженерной задачей, требующей пристального внимания на всех этапах строительства скважин. Обеспечение качественного цементирования скважин позволяет резко увеличить долговечность скважин и срок добычи безводной продукции.

Технология цементирования складывалась на основе многолетнего практического опыта и совершенствовалась с использованием достижений науки и техники. На современном уровне она включает систему отработанных норм и правил выполнения цементировочных работ, а также типовые схемы организации процесса цементирования. В каждом конкретном случае технологию цементирования уточняют в зависимости от конструкции и состояния ствола скважины, протяженности цементируемого интервала, горно-геологических условий, уровня оснащённости техническими средствами и опыта проведения цементировочных работ в данном районе.

Применяемая технология должна обеспечить: цементирование предусмотренного интервала по всей его протяженности; полное замещение промывочной жидкости тампонажным раствором в пределах цементируемого интервала; предохранение тампонажного раствора от попадания в него промывочной жидкости; получение цементного камня с необходимыми механическими свойствами, с высокой стойкостью и низкой проницаемостью; обеспечение хорошего сцепления цементного камня с обсадной колонной и стенками скважины.

При разработке технологии цементирования для конкретных условий прежде всего подбирают способ. Он должен обеспечить подъем тампонажного раствора на заданную высоту, заполнение им всего предусмотренного интервала (а если есть необходимость, то и защиту некоторого интервала от проникновения тампонажного раствора), предохранение тампонажного раствора от попадания в него промывочной жидкости при движении по обсадной колонне.

Исследованиями установлено, что наиболее полное замещение промывочной жидкости происходит при турбулентном режиме (98%), худшие показатели (42%) дает структурный режим. Для наиболее полного замещения промывочной жидкости рекомендуется ряд мероприятий:

- тщательное регулирование реологических свойств промывочной жидкости, заполняющей скважину перед цементированием, с целью снижения вязкости и статического напряжения сдвига до минимально допустимых значений;

- нагнетание тампонажного раствора в затрубное пространство со скоростями течения, обеспечивающими турбулентный режим;
- применение соответствующих буферных жидкостей на разделе промывочной жидкости и тампонажного раствора;
- расхаживание или вращение обсадной колонны при подаче тампонажного раствора в затрубное пространство;
- применение полного комплекса технологической оснастки обсадной колонны.

При разработке технологии подбирают тампонажный материал, рецептуру и свойства тампонажного раствора, определяют режим закачки и продавки тампонажного раствора, суммарную продолжительность цементировочных работ и промежутков времени, необходимый для формирования в затрубном пространстве цементного камня с достаточной прочностью, позволяющей возобновить работы в скважине.

Цементирование обсадной колонны можно представить как цепочку ряда процессов и операций, таких, как: подготовка ствола скважины к цементированию; цементирование затрубного пространства (приготовление и закачка тампонажного раствора в скважину, продавливание цементного раствора в затрубное пространство); ожидание затвердения цемента (ОЗЦ): при цементировании кондуктора ОЗЦ обычно длится 5 - 8 ч, при цементировании промежуточных колонн - 12 - 24 ч; проведение контрольных замеров для определения качества цементирования, испытание обсадной колонны на герметичность, разбуривание цементного стакана в колонне, проверка герметичности изоляции затрубного пространства.

Рассмотрим наиболее распространенные способы цементирования.

- Одноцикловое цементирование с двумя пробками

Способ одноциклового цементирования с двумя пробками (рис. 9.1) был предложен в 1905 г. бакинским инженером А. А. Богушевским.

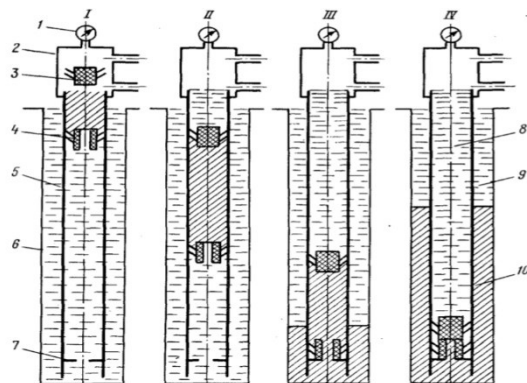


Рис. 9.1. Схема этапов выполнения одноциклового цементирования обсадной колонны:

I - начало подачи цементного раствора в скважину; II - подача закачанной порции цементного раствора по обсадной колонне; III - начало продавки в затрубное пространство; IV - окончание продавки.

1 - манометр; 2 - цементировочная головка; 3 - верхняя пробка; 4 - нижняя пробка; 5 - цементруемая обсадная колонна; 6 - стенки скважины; 7 - стоп-кольцо; 8 - продавочная жидкость; 9 - буровой раствор; 10 - цементный раствор

По этому способу после завершения подготовительных работ в колонну вводят нижнюю пробку с проходным каналом, временно перекрытым диафрагмой.

На верхний конец колонны навинчивают цементирующую головку и приступают к закачке тампонажного раствора, который тут же приготавливают в смесительной установке. Когда весь расчетный объем цементного раствора закачан в скважину, освобождают верхнюю пробку, которая до этого удерживалась в цементирующей головке шпильками. Начиная с этого момента в обсадную колонну подают продажную жидкость, под давлением которой верхняя пробка гонит вниз столб цементного раствора. Вследствие своей более высокой плотности цементный раствор под собственным весом вытесняет промывочную жидкость, что отмечается по падению давления на цементирующей головке.

Рисунок 9.1 - Схема этапов выполнения одноциклового цементирования обсадной колонны:

I - начало подачи цементного раствора в скважину; II - подача закачанной порции цементного раствора по обсадной колонне; III - начало продавки в затрубное пространство; IV - окончание продавки;

1 - манометр; 2 - цементирующая головка; 3 - верхняя пробка; 4 - нижняя пробка; 5 - цементируемая обсадная колонна; 6 - стенки скважины; 7 - стоп-кольцо; 8 - продажная жидкость; 9 - буровой раствор; 10 - цементный раствор

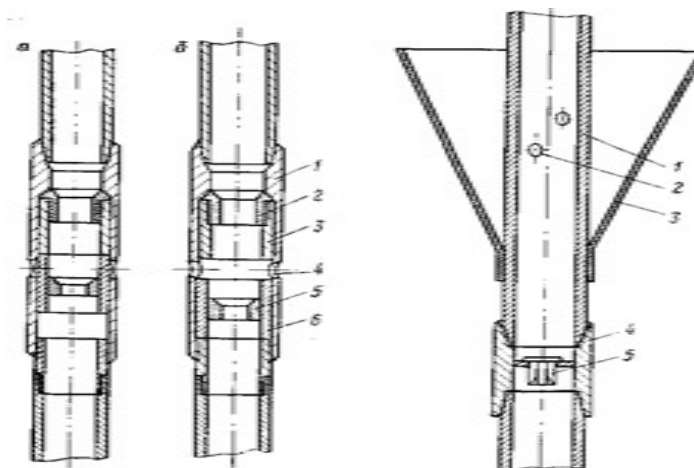
Как только нижняя пробка достигнет упорного кольца, давление над ней повысится и под его воздействием диафрагма, перекрывающая канал в нижней пробке, разрушится; при этом наблюдается повышение давления на 4 - 5 МПа. После разрушения диафрагмы раствору открывается путь в затрубное пространство.

Объем продажной жидкости, закачанной в скважину, непрерывно контролируют. Когда до окончания продавки остается 1 - 2 м<sup>3</sup> продажной жидкости, интенсивность подачи резко снижают. Закачку прекращают, как только обе пробки (верхняя и нижняя) войдут в контакт; этот момент отмечается по резкому повышению давления на цементирующей головке. В обсадной колонне под упорным кольцом остается некоторое количество раствора, образующего стакан высотой 15 - 20 м. Если колонна оснащена обратным клапаном, можно приоткрыть краны на цементирующей головке и снизить давление.

· Двухступенчатое (двухцикловое) цементирование

Двухступенчатым цементированием называется раздельное последовательное цементирование двух интервалов в стволе скважины (нижнего и верхнего).

Этот способ по сравнению с предыдущим имеет ряд преимуществ. В частности он позволяет: снизить гидростатическое давление на пласт при высоких уровнях подъема цемента, существенно увеличить высоту подъема цементного раствора в затрубном пространстве без значительного роста давления нагнетания; уменьшить загрязнение цементного раствора от смешения его с промывочной жидкостью в затрубном пространстве; избежать воздействия высоких температур на свойства цементного раствора, используемого в верхнем интервале, что, в свою очередь, позволяет более правильно подбирать цементный раствор по условиям цементируемого интервала. Для осуществления двухступенчатого цементирования в обсадной колонне на уровне, соответствующем низу верхнего интервала, устанавливают специальную заливочную муфту (рис. 7.2).



(рис.7.2) - Заливочная муфта для ступенчатого цементирования: а - при цементировании первой ступени; б - при цементировании второй ступени; 1 - корпус; 2 - верхнее седло; 3 - верхняя втулка; 4 - заливочные отверстия; 5 - нижнее седло; 6 - нижняя втулка

Подготовку скважины к цементированию ведут тем же путем, что был описан выше. После промывки скважины и установки на колонну цементировочной головки приступают к закачке первой порции цементного раствора, соответствующей цементируемому объему первой ступени. Закачав нужный объем цементного раствора, в колонну вводят верхнюю пробку первой ступени, которая беспрепятственно проходит через заливочную муфту (рис. 7.2, а). Продавочной жидкостью вытесняют раствор в затрубное пространство.

После того как закачали объем продавочной жидкости, равный внутреннему объему обсадной колонны в интервале между заливочной муфтой и упорным кольцом, освобождают находящуюся в цементировочной головке нижнюю

пробку второй ступени. Достигнув заливочной муфты, пробка садится во втулку и под давлением смещает ее вниз, открывая сквозные отверстия в муфте (рис. 7.2, б). Сигналом открытия отверстий является резкое падение давления нагнетания.

Существуют две разновидности способа двухступенчатого цементирования. По одной из них тампонажный раствор для цементирования второй ступени закачивают тотчас за нижней пробкой второй ступени - это так называемый способ непрерывного цементирования. В другом случае после открытия отверстий в заливочной муфте возобновляют циркуляцию бурового раствора, а тампонажный раствор второй ступени подают в скважину спустя некоторое время, например требуемое для схватывания раствора первой порции, - такое цементирование называется двухступенчатым с разрывом.

Рисунок 7.2 - Заливочная муфта для ступенчатого цементирования: а - при цементировании первой ступени; б - при цементировании второй ступени; 1 - корпус; 2 - верхнее седло; 3 - верхняя втулка; 4 - заливочные отверстия; 5 - нижнее седло; 6 - нижняя втулка

Этот способ позволяет повысить качество цементирования нижнего интервала за счет регулирования гидродинамического давления в затрубном пространстве.

Третью пробку (верхняя пробка второй ступени) вводят в колонну после подачи всего расчетного объема раствора для цементирования второй ступени. За третьей пробкой в скважину нагнетают продавочную жидкость. Эта пробка задерживается в заливочной муфте и под давлением смещает вниз втулку, которая перекрывает отверстия. Резкое повышение давления сигнализирует о завершении цементирования. После этого скважину оставляют в покое для формирования цементного камня.

#### · Манжетный способ цементирования

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. Против нижней отметки интервала цементирования в обсадной колонне устанавливают муфту с проходными отверстиями для пропуска раствора в затрубное пространство и металлической или брезентовой манжетой снаружи (рис. 7.3).

При закачке цементного раствора манжета раскрывается и перекрывает затрубное пространство таким образом, что раствор может проходить только в одном направлении - вверх. Внутри колонны ниже муфты помещают клапан, который перекрывает доступ в нижнюю часть колонны.

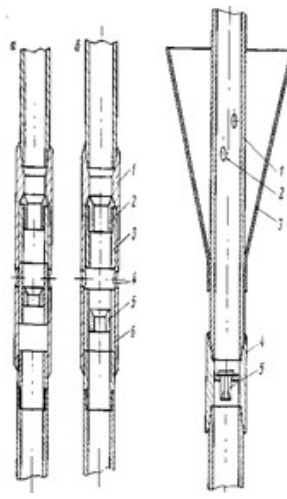


Рисунок 7.3 - Манжета для манжетного цементирования; 1- обсадная труба; 2 - заливочные отверстия; 3 - манжета; 4 - муфта; 5 - клапан

· Цементирование потайных колонн и секций

Спуск обсадной колонны секциями, а также потайной колонны осуществляют на колонне бурильных труб, с которой они соединены переводником с левой резьбой. Для цементирования секций и потайных колонн используют способ одноциклового цементирования с одной разделительной пробкой. Она состоит из двух частей: проходной пробки, имеющей наружный диаметр, соответствующий внутреннему диаметру цементируемых труб (она закрепляется шпильками на разъединителе нижнего конца бурильной колонны), и упругой пробки малого диаметра, которая свободно может проходить по колонне бурильных труб.

Упругую пробку вводят в бурильную колонну вслед за тампонажным раствором, под давлением продавочной жидкости она опускается до проходной пробки и задерживается в ней. Под воздействием возрастающего давления шпильки, удерживающие проходную пробку на бурильной колонне, срезаются, и обе пробки как одно целое перемещаются вниз до упорного кольца. Сигналом полного продавливания раствора в затрубное пространство служит повышение давления нагнетания. Для промывки колонны бурильных труб от оставшегося в них цементного раствора в нижнем переводнике с помощью шара, сбрасываемого в колонну, открывают проточные отверстия. Поток промывочной жидкости остатки цементного раствора вымываются из колонны.

· Способ обратного цементирования

Под обратным цементованием понимается такой способ, когда цементный раствор с поверхности закачивают прямо в затрубное пространство, а находящийся там буровой раствор через башмак, поступает в обсадную колонну и по ней выходит на поверхность.

Способ обратного цементирования уже давно привлекает внимание специалистов, однако широкого промышленного применения пока не



получил в силу ряда технических трудностей, и в первую очередь сложности контроля момента достижения цементным раствором низа обсадной колонны и надежного обеспечения высокого качества цементирования в этой наиболее ответственной части.

## **2. Тампонажные материалы**

Тампонажные материалы - это такие материалы, которые при затворении водой образуют суспензии, способные затем превратиться в твердый непроницаемый камень.

В зависимости от вида вяжущего материала тампонажные материалы делятся на: 1) тампонажный цемент на основе портландцемента; 2) тампонажный цемент на основе доменных шлаков; 3) тампонажный цемент на основе известково-песчаных смесей; 4) прочие тампонажные цементы (белиловые и др.).

При цементировании скважин применяют только два первых вида - тампонажные цементы на основе портландцемента и доменных шлаков.

К цементным растворам предъявляют следующие основные требования:

- подвижность раствора должна быть такой, чтобы его можно было закачивать в скважину насосами, и она должна сохраняться от момента приготовления раствора (затворения) до окончания процесса продавливания;
- структурообразование раствора, т. е. загустевание и схватывание после продавливания его за обсадную колонну, должно проходить быстро;
- цементный раствор на стадиях загустевания и схватывания и сформировавшийся камень должны быть непроницаемы для воды, нефти и газа;
- цементный камень, образующийся из цементного раствора, должен быть коррозионно- и температуроустойчивым, а его контакты с колонной и стенками скважины не должны нарушаться под действием нагрузок и перепадов давления, возникающих в обсадной колонне при различных технологических операциях.

В зависимости от добавок тампонажные цементы и их растворы подразделяют на песчаные, волокнистые, гелцементные, пуццолановые, сульфатостойкие, расширяющиеся, облегченные с низким показателем фильтрации, водоземulsionные, нефте-цементные и др.

Регулируют свойства цементных растворов изменением водоцементного отношения (В:Ц), а также добавлением различных химических реагентов,

ускоряющих или замедляющих сроки схватывания и твердения, снижающих вязкость и показатель фильтрации.

В практике бурения в большинстве случаев применяют цементный раствор с В:Ц=0,4 - 0,5. Нижний предел В:Ц ограничивается текучестью цементного раствора, верхний предел - снижением прочности цементного камня и удлинением срока схватывания.

### **3. Оборудование для цементирования скважин**

К оборудованию, необходимому для цементирования скважин, относятся: цементировочные агрегаты, цементно-смесительные машины, цементировочная головка, заливочные пробки и другое мелкое оборудование (краны высокого давления, устройства для распределения раствора, гибкие металлические шланги и т. п.).

#### *Цементировочные агрегаты.*

При помощи цементировочного агрегата производят затворение цемента (если не используется цементно-смесительная машина), закачивают цементный раствор в скважину, продавливают цементный раствор в затрубное пространство. Кроме того, цементировочные агрегаты используются и для других работ (установка цементных мостов, нефтяных ванн, испытание колонн на герметичность и др.).

С учетом характера работ цементировочные агрегаты изготавливают передвижными с монтажом всего необходимого оборудования на грузовой автомашине. На открытой платформе автомашины смонтированы: поршневой насос высокого давления для прокачки цементного раствора; измерительные баки, при помощи которых определяют количество жидкости, закачиваемой в колонну для продавки цементного раствора; двигатель для привода насоса.

Для цементирования обсадных колонн в основном применяют цементировочные агрегаты следующих типов: ЦА-320М, 3ЦА-400, 3ЦА-400А и др. (ЦА - цементировочный агрегат, цифры 320 и 400 соответственно 32 и 40 МПа - максимальное давление, развиваемое насосами этих цементировочных агрегатов).

Для централизованной обвязки цементировочных агрегатов с устьем скважины применяют блок манифольдов. Он состоит из коллектора высокого давления для соединения ЦА с устьем скважины и коллектора низкого давления для распределения воды и продавочной жидкости, подаваемой к ЦА. Блок манифольдов, как правило, оборудован грузоподъемным устройством.

#### *Цементно-смесительные машины.*

Цементирование осуществляется при помощи цементно-смесительных машин. Применяются различные типы цементно-смесительных машин: СМ-10, 2СМН-20, СПМ-20 др. В данном случае цифры 10, 20 и т. п. обозначают количество цемента (в т), которое возможно поместить, в бункер смесительной машины.

Цементировочные головки предназначены для промывки скважины и проведения цементирования. Спущенная обсадная колонна оборудуется специальной цементировочной головкой, к которой присоединяются нагнетательные трубопроводы (манифольды) от цементировочных агрегатов.

### **Компоновка обсадной колонны**

Обсадную колонну собирают из обсадных труб либо одного номинального размера (одноразмерная колонна), либо двух номинальных размеров (комбинированная колонна). Трубы подбирают в секции в соответствии с запроектированной конструкцией обсадной колонны.

Для облегчения спуска обсадной колонны и качественного ее цементирования по выбранной технологии в состав колонны вводят дополнительные элементы: башмак, обратный клапан, заливочный патрубков, упорное кольцо, заливочную муфту, трубные пакеры, центраторы (фонари), скребки.

Башмак обсадной колонны навинчивают на нижний конец первой (снизу) обсадной трубы и закрепляют сваркой. Он служит для предохранения нижнего торца обсадной колонны от смятия и для ее направления по стволу скважины в процессе спуска. Используются башмаки различной конструкции: простейшая представляет собой короткий отрезок стальной толстостенной трубы с фасками (наружной и внутренней) на нижнем торце. Такие башмаки устанавливают на обсадных колоннах большого диаметра, начиная с 351 мм.

Обычно в башмачное кольцо снизу вводят направляющую пробку. Она имеет конусообразную или сферическую форму и изготавливается из легко разрушаемого материала: бетона, алюминия, дерева. Имеются пробки чугунные и стальные. Благодаря своей форме, пробка облегчает прохождение обсадной колонны на участках искривления ствола. В самом кольце башмака или в направляющей пробке делают боковые отверстия, через которые цементный раствор закачивается в затрубное пространство.

Обратный клапан устанавливают в нижней части обсадной колонны на одну-две трубы выше башмака. Имеются конструкции колонных башмаков, включающие обратный клапан. Обратный клапан служит для перекрытия пути поступления жидкости внутрь обсадной колонны.

В зависимости от конструктивных особенностей обратные клапаны могут выполнять дополнительные функции: дифференциальный клапан при спуске колонны допускает регулируемое частичное заполнение обсадной колонны жидкостью, обратные клапаны типа ЦКОД или клапаны "Скотта" допускают

постоянное заполнение колонны и срабатывают после введения дополнительного запорного элемента (шарика) и т. п.

Выбор конструкции клапана зависит от конкретных условий в скважине, и прежде всего от опасности проявлений и наличия зон поглощения.

Заливочный патрубок устанавливают непосредственно над башмаком (ниже обратного клапана). Он представляет собой отрезок трубы длиной около 1,5 м с отверстиями, расположенными по винтовой линии. Они соединяют затрубное пространство с внутренним объемом обсадной колонны.

Заливочный патрубок применяют для подачи цементного раствора в затрубное пространство при цементировании обсадной колонны.

Упорное кольцо (кольцо "стоп") устанавливают в обсадной колонне на 20 – 30 м выше башмака. Оно имеет суженный внутренний диаметр и служит для задерживания цементируемых пробок. Кольцо изготавливают из серого чугуна, иногда применяют упорные кольца, изготовленные из цемента.

Заливочной муфтой обсадная колонна оснащается в том случае, если предусматривается ступенчатое цементирование. Она позволяет открыть в нужный момент каналы для подачи цементного раствора в затрубное пространство, а затем вновь их перекрыть. Место установки муфты определяется заранее по протяженности интервалов цементирования.

Трубный пакер вводят в оснащение обсадной колонны для создания надежной изоляции отдельных интервалов в затрубном пространстве. Пакер устанавливают в местах залегания устойчивых непроницаемых горных пород. В большинстве конструкций пакеров надежная изоляция достигается деформированием эластичного элемента, надетого на корпус, и плотным его смыканием со стенками ствола скважины. По способу перевода в рабочее состояние трубные пакеры подразделяются на гидравлические (пакеры ППГ, ПДМ и ПГБ-250 конструкции ВНИИБТ) и механические (конструкции, разработанные в объединениях "Краснодар-нефтегаз", "Куйбышевнефтегаз" и др.). В гидравлическом пакере под уплотнительный элемент поступает жидкость, вызывая его деформацию в поперечном размере. В механическом пакере эластичный элемент деформируется за счет разгрузки на него части веса самой обсадной колонны.

Центраторы ("фонари") устанавливают на обсадной колонне для поддержания соосности ствола скважины и спущенной обсадной колонны и создания благоприятных условий для равномерного распределения цементного раствора по кольцевому зазору. Как считают некоторые исследователи, центраторы также способствуют снижению сил трения при спуске колонны и более полному замещению цементным раствором жидкости, находившейся в затрубном пространстве. Как правило, применяют пружинные центраторы, при использовании которых центрирование колонны в стволе скважины осуществляют с помощью пружинных арочных планок, концы которых закреплены на кольцах-обоймах. По конструкции колец центраторы подразделяют на разъемные (ЦПР конструкции ВНИИБТ, ЦЦ конструкции ВНИИКРнефти) и неразъемные (ФП конструкции ГрозНИИ).

Кольцо-обойма состоит из двух шарнирно соединенных половинок. Такой центратор легко надевается на обсадную трубу над устьем скважины при спуске колонны. У неразъемных центраторов кольца-обоймы целые, они должны быть предварительно надеты на трубу. Продольное перемещение центраторов по трубе ограничивается стопорным кольцом, которое располагается между кольцами-обоймами.

Эффект центрирования зависит от правильности выбора интервала установки центраторов по стволу и расстояния между центраторами на колонне.

Центраторы размещают на наиболее ответственных участках колонны, где надежность изоляции имеет очень большое значение (интервал продуктивного горизонта и его кровли, низ обсадной колонны и т. п.).

Расстояние между центраторами может быть вычислено по методике ВНИИБТ или ВНИИКРнефти

Скребки устанавливаются на обсадной колонне для удаления глинистой корки со стенок скважины и повышения надежности сцепления цементного камня со стенками ствола скважины. Известны две разновидности конструкции скребков – круговые и прямолинейные.

#### **Подготовительные мероприятия к спуску обсадной колонны. Спуск обсадной колонны.**

Крепление некоторого интервала ствола скважины обсадной колонной с последующим ее цементированием – весьма важный и ответственный этап в строительстве скважины. От качества проведения этих работ в значительной степени зависит успешное выполнение последующих работ в скважине, ее надежность и долговечность.

Весь комплекс подготовительных мероприятий нацелен на то, чтобы спуск обсадной колонны проходил без вынужденных остановок и перерывов, во время спуска обсадная колонна не подвергалась непредвиденным перегрузкам, опасным с точки зрения ее целостности и нарушения профиля труб, и чтобы в скважину не попали трубы с дефектами, которые могут повлечь нарушение целостности обсадной колонны или потерю герметичности.

Комплекс подготовительных мероприятий включает подготовку обсадных труб, бурового оборудования и самой скважины.

В подготовку обсадных труб входит проверка качества их изготовления и обеспечение сохранности при транспортировании к месту проведения работ и погрузо-разгрузочных операциях, а также при их перемещении на буровой.

- гидравлические испытания на заводах-изготовителях;
- обследование наружного вида обсадных труб, проверку резьб и шаблонирование внутреннего диаметра труб на трубно-инструментальной базе бурового предприятия (УБР);
- гидравлические испытания обсадных труб на трубно-инструментальной базе бурового предприятия (УБР), в отдельных

случаях испытания труб можно проводить непосредственно на буровой;

- визуальное обследование доставленных на буровую труб, промер длины каждой грубы;
- шаблонирование, проверку состояния резьбы трубы над устьем скважины во время спуска обсадной колонны.

Под давлением труба должна находиться не менее 15 мин. Обсадная труба признается годной, если на ее внешней поверхности не обнаруживается никаких следов проникновения влаги изнутри.

На трубно-инструментальной базе бурового предприятия все трубы, прошедшие осмотр и инструментальный контроль, подвергают гидравлическим испытаниям на специальных стендах. Предельное давление при испытании определяют в зависимости от ожидаемых максимальных давлений. Для эксплуатационных и промежуточных колонн оно должно превышать ожидаемое внутреннее избыточное давление на 5 – 20 %. Но при этом давление испытания не должно превышать допустимых значений.

Трубу выдерживают под максимальным давлением не менее 15 мин и слегка обстукивают ее поверхность вблизи муфты. Труба признается годной, если не обнаруживается никаких следов проникания влаги изнутри. У прошедшей испытания трубы на прочищенные и смазанные резьбы навинчивают специальные предохранительные колпаки для их защиты от повреждения при транспортировке на буровую.

Обеспечить безотказную работу бурового оборудования и создать наиболее благоприятные условия для буровой бригады на период спуска обсадной колонны – таковы основные задачи подготовки оборудования. Одновременно на буровую должны быть доставлены весь необходимый инструмент и материалы. скважина колонна обсадной

Буровая бригада совместно с представителями механической службы проверяет буровое и силовое оборудование. Особое внимание обращают на надежность крепления и исправность буровой лебедки и ее тормозной системы, проверяют исправность буровых насосов и заменяют изношенные детали, проверяют состояние вышки и талевого системы, в случае необходимости осуществляют переоснастку талевого системы для повышения ее грузоподъемности. На высоте 8 – 10 м от пола на вышке устанавливают передвижную люльку для рабочего, который будет занят центрированием верхнего конца наращиваемой обсадной трубы. Проверяют состояние контрольно-измерительных приборов на буровой.

Подготавливают рабочее место у устья скважины: убирают инструмент, который не понадобится при спуске колонны, и очищают пол буровой, вровень со столом ротора устанавливают временный деревянный настил. Обращают внимание на усиление освещенности рабочих мест, навешивают дополнительные светильники.

В подготовительный период на буровую доставляют достаточное количество (с резервом) дополнительного инструмента, который понадобится при спуске обсадной колонны. Обсадные трубы подвозят специальными транспортными средствами и размещают на стеллажи по секциям в порядке их спуска. На каждый комплект предусматривается резерв в количестве 5 %, от метража труб.

Чтобы избежать осложнений при спуске обсадной колонны, предусматривается комплекс работ по подготовке ствола скважины. Виды работ и их объем зависят от состояния ствола скважины, сложности геологического разреза и протяженности открытой части ствола. О состоянии ствола судят по наблюдениям при спуске и подъеме буровой колонны (посадки, прихваты, затяжки и т. д.), по прохождению геофизических зондов, по данным кавернометрии и инклинометрии.

Заранее выделяют интервалы, где отмечены затруднения при спуске бурового инструмента, зоны сужения ствола, образования уступов, участки резкого перегиба оси скважины и т. д. В этих интервалах в подготовительный период проводят выборочную проработку ствола. В скважину спускают новое долото (с центральной промывкой) в сочетании с жесткой компоновкой и, удерживая инструмент на весу, прорабатывают выделенные интервалы с промывкой при скорости подачи 40 м/ч.

Выдерживание вращающегося инструмента на одном месте не допускается во избежание зарезки нового ствола. Если отмечаются трудности в прохождении инструмента, его приподнимают и спускают несколько раз. В сложных условиях скорость подачи инструмента может быть снижена до 20 – 25 м/ч.

После выборочной проработки ствол скважины шаблонируют. Для этого из обсадных труб собирают секцию длиной около 25 м и на колонне буровых труб спускают ее в ствол скважины на всю глубину закрепляемого участка. Таким способом проверяют проходимость обсадных труб.

Через спущенный инструмент скважину тщательно промывают до полного выравнивания свойств промывочной жидкости. Общая продолжительность непрерывной промывки не менее двух циклов. В конце промывки в закачиваемую промывочную жидкость добавляют нефть, графит и другие аналогичные добавки для облегчения спуска обсадной колонны. При извлечении из скважины длину инструмента измеряют и по суммарной его длине контролируют протяженность ствола скважины.

Завершив подготовительные работы, приступают к спуску обсадной колонны в скважину.

Последовательность спуска секций в скважину и использование вспомогательных элементов (центраторы, скребки, турбулизаторы и др.) определяются конструкцией обсадной колонны, предусмотренной в индивидуальном плане работ по ее подготовке, спуску и цементированию, который разрабатывается технологическим или производственно-технологическим отделом УБР. Во время спуска осуществляют строгий

контроль за соблюдением порядка комплектования колонны в соответствии с планом по группам прочности стали и толщине стенок труб.

Сначала в скважину спускают низ обсадной колонны, включающий башмак, заливочный патрубок, обратный клапан "Скотта" и упорное кольцо. Все элементы низа колонны рекомендуется свинчивать с использованием твердеющей смазки на основе эпоксидных смол. Использование обратного клапана обязательно, если в скважине имелись газопроявления. Надежность работы клапана на пропуск жидкости проверяют на поверхности посредством пробной циркуляции с помощью цементировочного агрегата, который подключают к компоновке. Затем в порядке очередности спуска к устью скважины подают обсадные трубы и перед наращиванием их шаблонируют. Со стороны муфты в трубу вводят жесткий цилиндрический шаблон.

Условный диаметр обсадной трубы, мм ..... 114 – 219, 245 – 340, 407 – 508

Длина шаблона, мм ..... 150, 300

Разница между внутренним номинальным диаметром трубы и наружным диаметром шаблона, мм. 3, 4, 5.

При подъеме трубы шаблон должен свободно пройти через нее и выпасть. Если шаблон задерживается, то трубу отбраковывают. Над устьем скважины с нижнего конца приподнятой трубы свинчивают предохранительное кольцо, промывают и смазывают резьбу.

У кондуктора и промежуточных колонн резьбовые соединения нижних труб обычно проваривают прерывистым сварным швом для предупреждения их отвинчивания при последующих работах в скважине.

Во время спуска обсадной колонны ведут документальный учет каждой наращиваемой трубы, в нем указывают номер трубы, группу прочности стали, толщину стенки, длину трубы, отмечают суммарную длину колонны и общую ее массу. На заметку берут все особые условия и осложнения, возникшие при спуске, записывают сведения об отбраковке отдельных труб и их замене.

Скорость спуска колонны поддерживают в пределах 0,3 – 0,8 м/с.

Если колонна оснащена обратным клапаном, после спуска 10 – 20 труб доливают промывочную жидкость внутрь колонны, чтобы не допустить смятия труб избыточным наружным давлением.

По мере необходимости проводят промежуточные промывки с помощью цементировочного агрегата или бурового насоса. Во время промывки необходимо непрерывно расхаживать колонну.

В нашей стране разработан метод секционного спуска обсадных колонн. Длину секций определяют с учетом грузоподъемности буровой установки, состояния скважины и прочности труб. Для спуска обсадных колонн секциями применяют специальные разъединители и стыковочные узлы, обеспечивающие соединение секций в скважине. Все секции, кроме верхней, спускают на колонне бурильных труб, которую после закачки цементного раствора отсоединяют и извлекают на поверхность. Спуск обсадных колонн



секциями позволяет значительно снизить нагрузки, возникающие в буровом оборудовании при этих работах, и повысить надежность цементирования. Недостаток этого метода состоит в том, что создается некоторая опасность нарушения герметичности колонны на стыках секций и повышается суммарная продолжительность работ по креплению скважины.

### **Список используемой литературы**

1. Рязанов В.И., Борисов К.И. Практическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология бурения нефтяных и газовых скважин». - Томск: Изд. ТПУ, 2008 г.
2. Приказ Ростехнадзора от 12.03.2013 N 101 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности.
3. Калинин А.Г., Ганджумян Р.А., Мессер А.Г. Справочник инженератехнолога по бурению глубоких скважин, 2005г.
4. Булатов А.И., Макаренко П.П., Шаманов С.А. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003г.
5. Вадецкий, Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин: учебник / Ю.В. Вадецкий.
6. Коршак А.А., Шаммазов А.М. - Основы нефтегазового дела. Уфа «ДизайнПолиграфСервис», 2001.
7. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. Учебное пособие. //Под редакцией Мавмотова Р.Х. - М.: Недра, 1982.
8. <https://obrazovanie-gid.ru/>