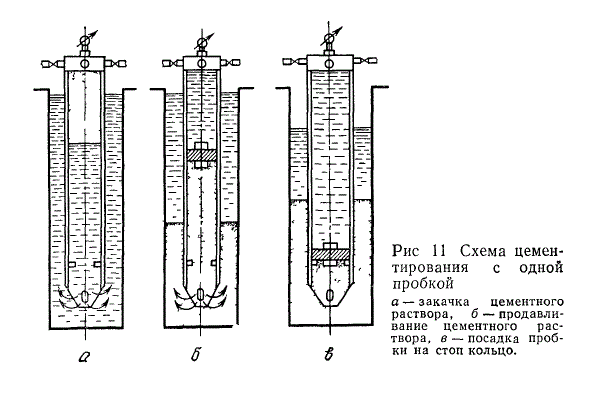
Цементирование скважины – процесс, который следует сразу после окончания [буровых работ](https://sovet-ingenera.com/vodosnab/kolod-skvazh/sposoby-bureniya-skvazhin.html). Процедура цементирования заключается в том, что в затрубное или межтрубное (в случае если обсадная труба помещена в свою очередь в полиэтиленовую более широкую трубу) вводится цементный раствор, который со временем затвердевает, образуя монолитный ствол скважины.

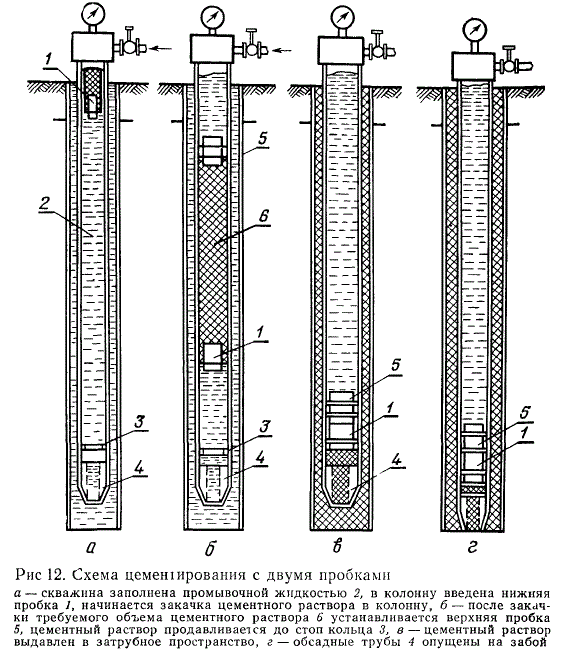
Цементный раствор в этом случае называется “тампонажный”, а сам процесс “тампонированием”. Сложный инженерный процесс, именуемый технологией цементирования скважин, требует определённых знаний и специального оборудования

Цементирование нефтяных и газовых скважин – это финишный этап подготовки буровой к эксплуатации. Комплекс работ направлен на обеспечение максимального срока службы сооружения. Это продиктовано следующими причинами:

1. Необходимость изолировать каждую нефтегазоносную область. Это делается для того, чтобы исключить возможность смешивания сырья и воды из разных пластов.
2. Требования, которые регламентируют защиту металлической трубной поверхности. Эти работы следует выполнить, чтобы обеспечить высокую стойкость от коррозии, которая возникает в результате воздействия почвенной влаги на металл.
3. Важность повышения прочности всего сооружения. Цементирование позволяет снизить влияние движения грунтов на скважину.



Технология цементирования скважины

****

Современные методики цементирования несколько отличаются от технологий, применяющихся в прошлом веке. Основные отличия заключаются в автоматизации процесса, использовании компьютерной техники при расчете требуемого количества раствора. При этом учитываются всевозможные геологические особенности нефтегазоносной области, климат, погодные условия в конкретный период, технические параметры и прочее.

Цементирование нефтяных и газовых скважин может проводиться одним из следующих способов:

* одноступенчатая технология (сплошная заливка) – предусматривает подачу промывочного раствора под высоким давлением на пробку в обсадочной колонне; (фильм)
* двухступенчатая технология – то же, что и одноступенчатое цементирование, но с последовательным проведением процесса для нижней и верхней части (области разделены специальным кольцом); (фильм)
* методика манжета – предусматривает применение кольца-манжета для цементирования нефтяных и газовых скважин исключительно в верхней области; (фильм)
* обратная технология – единственная методика, во время которой цементная смесь заливается не в саму колонну, а в область за трубами.

Сам процесс проводится в несколько этапов. Изначально готовится смесь для тампонажа. Делается это согласно инструкции и расчетам. Смесь подается в скважину непосредственно после ее приготовления. После этого приводится в действие механизм, которые вытесняет раствор в межтрубное пространство нефтяной шахты.

Далее следует подождать, пока смесь полностью не застынет, образовав собой пробку. На конечном этапе проводится проверка качества выполненных работ по любой из технологии, описанной выше.

**Одноцикловое цементирование с двумя пробками**

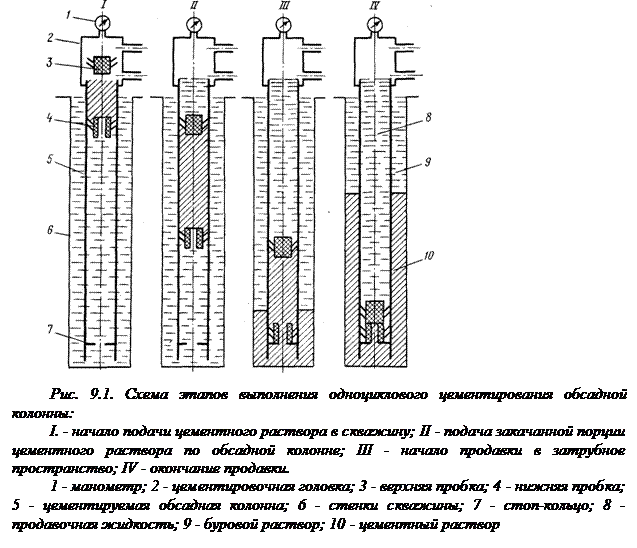
Способ одноциклового цементирования с двумя пробками (рис. 9.1.) был предложен в 1905 г. бакинским инженером А. А. Богушевским.

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

На верхний конец колонны навинчивают цементировочную 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 цементировочной головке шпильками. Начиная с этого момента в обсадную колонну подают продавочную 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 цементировочной головке.

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 продавочной жидкости, закачанной в скважину, непрерывно контролируют. Когда до окончания продавки остается 1 - 2 м3 продавочной 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 цементировочной 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 цементировочной головке и снизить давление.



Процесс цементирования скважин

**Сам процесс цементирования скважин происходит в 5 последовательных этапов:**

* в бетономешалках готовится тампонажная цементная смесь с необходимым водоцементным соотношением и количеством добавок
* готовый к заливке раствор подается в скважину
* запускается та или иная процедура его вытеснения в пространство между трубами и стенами шахты
* ожидается окончание периода полного застывания
* производится контроль качества

**Качество цементирования скважин оценивается с помощью следующих процедур:**

* термической (необходимой для определения уровня поднятия цемента)
* акустической (позволяющей в 100% случаев обнаружить внутренние пустоты в цементе за счет разной скорости прохождения звуковой волны)
* радиологической (своеобразного «рентгена» при цементировании скважин)

**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИН**

При цементировании скважин используется следующее оборудование: цементировочные агрегаты, цементосмесительные машины, цементировочная головка, заливочная пробка, станция контроля цементирования.

Для удобства работы оборудование для цементирования скважин устанавливается на шасси одного из видов грузовиков (КАМАЗ, УРАЛ и пр.). Это удобно сразу по двум причинам – отсутствия необходимости каждый раз привлекать сторонние транспортные средства для перевозки комплексов конвейерного, смесительного, нагнетающего и прочего цементирующего оборудования, и возможности стационарно запитать данные системы от автомобильных двигателей.

В результате процесс подготовки раствора принимает следующий вид – все составляющие части дозируются и соединяются в бетономешалке, посредством добавления воды замешиваются до получения полностью однородной массы и закачиваются насосами в скважину (давление при этом достигает 30-35 МПа).

**Цементировочный агрегат (ЦА)** служит для затворения цемента (если не используются цементосмесительные машины), закачки цементного раствора в скважину и продавки его в затрубное пространство. Кроме того цементировочные агрегаты используют и для других работ: установка цементных мостов, нефтяных ванн, испытание колонн на герметичность.

На открытой платформе ЦА смонтированы:

· поршневой насос высокого давления - для прокачки цементного раствора;

· ротационный насос - для подачи воды в цементную мешалку при приготовлении цементного раствора;

· замерные баки - для определения количества жидкости, закачиваемое в скважину для продавки цементного раствора;

· двигатель для привода насоса.

Цементировочные агрегаты различных типов отличаются друг от друга мощность насосов (ЦА-320, ЦА-400).

**Классификация цементировочных агрегатов**

***По типу исполнения:***

– с возможностью установки на автомобильное шасси, на санях, а также на прицепе с болотными гусеницами (с отбором мощности от автомобиля);

– стационарные установки (в комплекте дизель-генераторные установки).

***По степени автоматизированности:***

– не автоматизированные;

– автоматизированные.

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.

**Цементосмесительная машина** - служит для затворения цементного раствора и снабжена смесительными устройствами гидровакуумного типа.

Смесительная машина состоит из бункера, смонтированного на шасси автомобиля. Вода в гидровакуумный смеситель подается в сопло через сменную насадку под давлением до 1,5 МПа с помощью насоса цементировочного агрегата. Цемент в камеру смесителя поступает через верхнее окно.

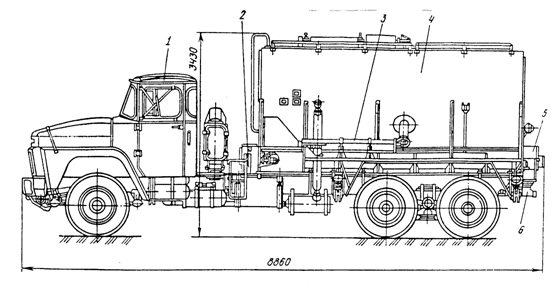


Рис. 34. Смесительная установка УС6-30: 1 – шасси автомобиля КрАЗ-250; 2 – коробка отбора мощности; 3 – загрузочный и дозировочный винтовые конвейеры; 4 – бункер; 5 – система управления; 6 – смесительная устройство Загрузка и выгрузка сыпучего материала механическая, с помощью дозирующих винтовых конвейеров. Привод винтовых конвейеров - от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности и карданные валы.

Установка смесительная УС5-30 состоит из двух вертикальных цилиндроконических бункеров с аэроднищем, смесительного устройства, ротационного компрессора, трубопроводной обвязки, массомера, пневматической системы загрузки и выгрузки тампонажного материала, продуктопровода, системы управления, сепаратора, приемной воронки и вспомогательных рукавов. Загрузка установки осуществляется вакуумным способом с применением того же компрессора или гравитационным способом - через верхние люки бункеров. Система выгрузки сыпучего материала пневматическая.

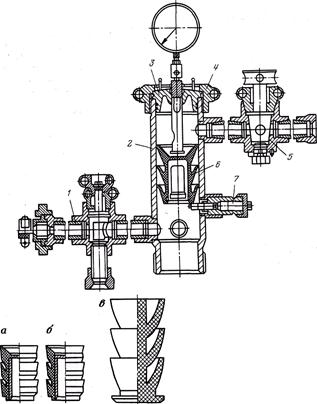


Рисунок 71.

устьевая:

*1- элементы обвязки*

*2- корпус*

*3- крышка*

*4- накидная гайка*

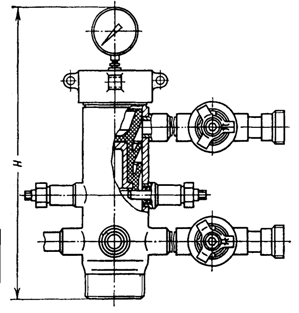
*5- пробковый кран*

*6- цементировочная пробка*

*7- стопорный винт*

***Цементировочная головка***предназначена для промывки скважины и проведения цементирования (рисунок 71). К цементировочной головке подсоединяются манифольды от цементировочных агрегатов. К нижнему отводу подсоединяется коллектор высокого давления для закачки цементного раствора. К верхнему отводу подсоединяется коллектор низкого давления для закачки продавочной жидкости.

 Головки ГУЦ (рис. 35) поставляют с кранами высокого давления (цементировочную пробку вставляют в нее заблаговременно, что исключает необходимость ее разборки в процессе цементирования), а головки ГЦК (рис. 36) - без кранов (цементировочную пробку в нее вставляют после закачки цементного раствора). Цементировочная арматура, устанавливаемая на устье скважины, предназначена для герметичного соединения НКТ с обсадной колонной, продавки в пласт цементного раствора, нагнетания жидкости при прямой и обратной промывках скважин.



При цементировании применяются цементировочные головки типа ГЦУ-140. Диаметр обвязываемых колонн этими головками 140-340 мм. Цементировочная головка типа ГЦУ рассчитана на максимальное давление 40МПа.

**Заливочные (разделительные) пробки** - предназначены для отделения бурового раствора и продавочной жидкости от цементного раствора при цементировании и получения сигнала об окончании продавки цементного раствора (рисунок 72). При двухступенчатом цементировании используются специальные цементировочные пробки.



Рисунок 72. Цементировочные пробки:

*а- нижняя самоуплотняющаяся с*

*металлическим остовом*

*б- верхняя*

*в- самоуплотняющаяся резиновая*



**Станция СКЦ функционально обеспечивает:**

* автоматический сбор и обработку контролируемой информации с расчетом производных параметров;
* отображение текущей информации в наглядной форме на выносном табло индикации, мониторе компьютера и цветном принтере;
* документирование и архивацию результатов процесса цементирования в цифровом и графическом виде, включая отчетную документацию;
* контроль выхода технологических параметров за установленные пределы с индикацией этих событий.

С учетом характера работ цементировочные агрегаты изготовляют передвижными с монтажом всего необходимого **оборудования** на грузовой автомашине. На открытой платформе автомашины смонтированы: поршневой насос высокого давления для прокачки цементного раствора; замерные 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, ЗЦА-.400, ЗЦА-400А и др. (ЦА - цементировочный агрегат, цифры 320 и 400 соответственно 32 и 40 МПа - максимальное давление, развиваемое насосами этих цементировочных агрегатов).

В результате процесс подготовки раствора принимает следующий вид – все составляющие части дозируются и соединяются в бетономешалке, посредством добавления воды замешиваются до получения полностью однородной массы и закачиваются насосами в скважину (давление при этом достигает 30-35 МПа).