 Приложение № 10

К договору № \_\_\_\_от\_\_\_

**УТВЕРЖДЕН**

**Приказом от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. № \_\_\_\_**

**Введен в действие «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_г.**

**СТАНДАРТ ОАО «СН-МНГ»**

**по вторичному цементированию (ремонтно-изоляционным работам – РИР)**

**Цементирование под давлением,**

**установка цементных мостов,**

**изоляция водоносных горизонтов**

**Мегион 2013г.**

**Оглавление**

**1. Введение, основные принципы обеспечения и контроля качества** **3**

**2. ОТ ПБ и ОСС**  **3**

**3. Общие положения** **5**

**4. Виды ремонтно-изоляционных работ и основные моменты для достижения успеха** **6**

*• РИР на консервацию / ликвидацию скважин 6*

*• Устранение заколонных перетоков 6*

*• Контроль обводненности в добываемой продукции 6*

*• Ремонт Эксплуатационных Колонн (ликвидация негерметичности эксплуатационных колонн) 6*

*• Повторное цементирование эксплуатационных колонн (восстановление цементного камня) 7*

*• Контроль зон высокого поглощения 7*

*• Отключение пластов 7*

*• Установка цементных мостов 7*

**5. Свойства цементных растворов при проведении исправительного цементирования** **8**

**6. Свойства полимерных составов при проведении исправительного цементирования** **10**

**7. Требования к персоналу** **11**

**8. Требования к полевому оборудованию** **11**

**9. Требования к проведению лабораторного тестирования** **12**

**10. Стратегия планирования и моделирования** **14**

**11. Выполнение работ** **16**

*• Проведение теста на приемистость 17*

*• Контроль качества закачиваемых составов 18*

*• Порядок отбора проб 18*

**12. Принятые определения и сокращения** **20**

**13. Формулы** **22**

**Приложения:** **24**

Приложение №1-a: Технологии проведения РИР 24

Приложение №1-b: Установка цементных мостов 26

Приложение №1-c: Устранение негерметичности спуском дополнительной обсадной колонны 28

Приложение №1-d: Ограничение водопритока 30

Приложение №2: Внештатные ситуации РИР 34

Приложение №3: Критерии успешности РИР 35

Приложение №4: Схема расстановки комплекса РИР 37

Приложение №5: Перечень минимальной оснащённости 38

Приложение №6: Форма акта выполненных работ РИР 43

Приложение №7: Бланк «тест – анализ» рецептуры тампонажного раствора 44

Приложение №8: Требования к калибровке Лабораторного оборудования 46

Приложение №9: Схема установки и обвязки устья 48

**1. Введение, основные принципы обеспечения и контроля качества**

Настоящий документ регулирует вопросы соблюдения контроля качества при выполнении работ по исправительному цементированию.

Нижеуказанные пункты являются универсальными принципами, которые распространяются на все объекты нефтедобычи ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз» (далее Компания).

Компания будет следовать общим указаниям и процедурам, которые изложены в различных стандартах АНИ. Компания настаивает на выполнении стандартов, перечисленных в этом документе.

Настоящая инструкция является дополнением ко всем существующим регламентирующим документам компании по ремонту скважин.

Компания обязуется осуществлять свою производственную деятельность на высоком уровне качества с соблюдением всех требований единых стандартов к производству скважинных работ. В настоящем документе определены минимальные стандарты компании по исправительному цементированию.

Компания обязуется соблюдать все применимые законодательные и нормативные требования. В некоторых случаях с учетом компетентной инженерной оценки и требований надзорных органов работы должны выполняться по стандартам, требования которых могут быть выше стандартов, указанных в данном документе.

В тех случаях, когда требования стандартов представленных в данном документе будут более жесткими по сравнению с аналогичными стандартами других органов, преимущественную силу будут иметь требования данного документа.

В настоящем документе представлены требования по исправительному цементированию при проведении работ по ремонту скважин, которые согласованы с ответственными техническими специалистами Компании, курирующими данное направление. Они распространяются на все ремонтные операции, проводимые на объектах Компании, включая работы, входящие в стоимость бригадо-часа бригад освоения и ТКРС. Данные требования должны быть неотъемлемой частью контрактных соглашений между Компанией и подрядчиками по ТКРС, освоению и РИР.

**2. ОТ ПБ и ОСС**

Весь персонал компании производящей РИР, находящийся на месте проведения работ, должен быть ознакомлен с применяемой системой управления ОТ, ПБ и ООС в действии, политиками и стандартами по ОТ, ПБ и ООС, а также с соответствующими нормативными требованиями Ростехнадзора и других государственных органов.

Весь персонал, находящийся на территории кустовой площадки ремонтируемой скважины, обязан пользоваться средствами индивидуальной защиты, как определено в Стандарте «Общие требования, предъявляемые к подрядным организациям в Открытом акционерном обществе «Славнефть-Мегионнефтегаз» в области охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности» СТО 025-2011.

Исключения не допускаются!

Комплекс по РИР должен быть укомплектован необходимыми первичными средствами пожаротушения.

Курение и использование мобильных телефонов на территории кустовой площадки ремонтируемой скважины запрещается, за исключением специально отведенных для этого мест.

Употребление алкоголя и наркотических веществ на объектах производства работ категорически запрещается.

Все несчастные случаи, происшествия и серьезные предпосылки к ним, связанные с объектом производства работ, подлежат расследованию. Цель - определить системные причины и принять меры по предупреждению повторных инцидентов.

Материалы должны отвечать всем действующим нормативным требованиям и ограничениям по применению. На все материалы, применяемые на скважине, должны быть в наличии сертификаты, паспорта безопасности, перечень опасных факторов, а также соблюдены все необходимые меры предосторожности при их применении.

В целях предупреждения неуправляемых химических процессов необходимо иметь четкие рекомендации по порядку смешивания различных реагентов, концентраций химических добавок, возможного увеличения температуры при реакции, выделения газов и пенообразования.

Необходимо учитывать высокое давление в нагнетательных и обратных линиях во время выполнения работ, оградить опасную зону барьерной лентой, выставить предупреждающий аншлаг для ограничения доступа персонала, не участвующего в проведении РИР на территорию производства работ.

Расположить технику на максимально удаленном расстоянии от устья скважины. Оптимальным расстоянием между устьем скважины и ближайшей единицей техники считается 15 метров (расстановка оборудования и техники осуществляется согласно типовым утвержденным схемам).

Цементирование скважины, как правило, должно производиться в дневное время. Допускается цементирование скважин в темное время суток при достаточной освещенности, не менее 50 люкс для рабочих мест, и линий находящихся под давлением не менее 25 люкс.

Перед началом работ нагнетательные линии должны быть опрессованы давлением в 1,5 раза превышающим ожидаемое максимальное давление. Нагнетательные линии, цементировочная головка, превентор считаются выдержавшими испытание, если в течение 10 минут не наблюдается падение давления более чем на 5%. Перед началом опрессовки нагнетательных линий весь персонал должен быть удален от устья скважины на безопасное расстояние.

Супервайзер по РИР отвечает перед менеджером службы супервайзинга по РИР за производство работ в соответствии с утвержденным планом, а также с вышеуказанными стандартами, политиками и требованиями в области ОТ, ПБ и ООС.

Запрещается применение гибких шлангов на линиях высокого давления при проведении любого вида работ.

При проведении РИР, предусматривающих применение углеводородных жидкостей, на площадке скважины, должны быть приняты меры противопожарной безопасности в соответствии с ПБ в НГП, правилами ведения ремонтных работ и правилами пожарной безопасности.

Для измерения давления насыщенных паров по ГОСТ 1756-2000 (ISO 3007-99) летучей сырой нефти и летучих невязких нефтепродуктов, кроме сжиженных нефтяных газов, следует применять прибор «Бомба Рейда» (либо его сертифицированный аналог).

**3. Общие положения**

В данном документе содержатся основные требования Компании по производству ремонтно-изоляционных работ.

Выполнение рекомендаций, содержащихся в данном документе, является важным условием достижения целей РИР. Однако выполнение рекомендаций само по себе не является гарантией успешного выполнения работы. При подготовке к выполнению каждой отдельной работе по исправительному цементированию требуется проведение тщательного инженерного анализа и опыта предыдущих работ для определения наиболее эффективной методики проведения работы.

Цель данного документа – рассмотрение специфических вопросов, относящихся к РИР и передовых методов, применяемых в нефтегазовой отрасли при проведении ремонтно-изоляционных работ. Успешное моделирование ремонтно-изоляционной работы во многом зависит от правильной интерпретации внутрискважинных параметров, качественного подбора материалов и их эффективного размещения внутри скважины.

Выполнение РИР требует тщательной инженерной подготовки и выбора оптимальной технологии в связи c многочисленными возможными рисками при проведении работ.

Существует риск получения некачественного цементного камня после РИР, если в скважине была проведена кислотная обработка с целью очистки интервала под закачку перед проведением РИР, необходимо выполнить промывку скважины буферной жидкостью или произвести прокачку жидкости глушения в объёме скважины для очистки каналов от остатков кислоты.

Рабочее давление при ремонтном цементировании может приближаться к давлению гидроразрыва пласта, или к максимально допустимому давлению эксплуатации оборудования или обвязки устья скважины.

Большой риск прихвата колонны НКТ или пакера во время проведения РИР по причинам: образования не прокачиваемого геля или загустевания цементного раствора, выход цементного раствора за пакер через заколонный переток, при негерметичности пакера, негерметичность НКТ. Использование пакеров и пакеров-ретейнеров – требует тщательного контроля процесса проведения РИР.

При проведении Опытно-Промышленных Работ (ОПР) следует провести полные лабораторные тесты для определения оптимального состава и возможных рисков (допустимая концентрация, сроки схватывания, вязкость, прочность и т.п.)

**4. Виды ремонтно-изоляционных работ и основные моменты для достижения успеха**

***• РИР на консервацию/ликвидацию скважины***

При выполнении данного вида ремонта необходимо следовать требованиям государственных органов по консервации/ликвидации (РД 08-492-02) при составлении дизайнов цементных составов и при производстве работ.

Рекомендуется перед установкой цементного моста, установить разбуриваемый ретейнер–пробку или цементировочную пробку ПРП-Ц. (Приложение 1в)

***• Устранение заколонных перетоков***

При устранении заколонных перетоков через спецотверстие, требуется произвести очистку каналов от грязи. Необходимо использовать промывочную жидкость или буферный раствор перед закачкой цементного раствора. Для лучшей очистки рекомендуется применение кислот или химических очистителей.

Промывочная жидкость облегчает вынос загрязняющих материалов из каналов и отмыванием улучшает состояние поврежденной зоны, что способствует лучшему сцеплению цемента.

При низких показателях приемистости рассмотреть вопрос о применении составов на основе микроцементов для лучшего более глубокого заполнения каналов тампонирующим материалом.

***• Контроль обводненности в добываемой продукции***

Необходимо четко понимать природу добычи избыточной воды из скважины, ограничение притока по которой предполагается провести. Это напрямую связано с выбором применяемой технологии ограничения водопритока.

Работы проводить с применением вязких составов. Возможны некоторые исключения при применении специальных разработок для ограничения водопритока, но только по согласованию с заказчиком.

При составлении дизайнов обязательно учитывать следующие параметры вязких составов:

 Вязкость системы в момент закачки

 Тип сшивателя/активатора

 Плотность системы

 Время гелеобразования

Концентрация гелеобразуещего агента

***• Ликвидация Негерметичности Эксплуатационных Колонн***

Большая вероятность решения проблемы более чем за один подход.

Принять во внимание возможность образования новых отверстий при производстве ремонтных работ. Учитывать данное обстоятельство при составлении планов на выполнение работ.

Работу проводить при минимальных скоростях закачки и минимально возможных давлениях на эксплуатационную колонну.

***• Восстановление цементного камня***

Обязательно использование большого объема буфера/промывочной жидкости для качественной очистки заколонного пространства подлежащего ремонту.

Работы проводить с применением пакеров или пакеров-ретейнеров. При невозможности спуска пакера, заливка проводится без него (с обязательным согласованием со стороны Компании).

При расчете объемов иметь как минимум 30% запаса цементного состава для выполнения работы.

***• Контроль зон высокого поглощения***

Большая вероятность решения проблемы более чем за один подход.

Каждый подход необходимо выполнять малыми (не более 2-3 м3) объемами цементных составов. В зависимости от геолого-технический характеристик скважины и оценки рисков проводимых работ, в исключительных случаях, объемы могут быть увеличены.

Необходимость второго подхода и технология проведения оговаривается с представителем Компании до выполнения первого подхода.

При первом подходе необходимо использовать цементный состав, обладающий тиксотропными свойствами с введенным в него кольматирующим агентом.

Второй подход выполняется с применением цементного состава с низким показателем водоотдачи и обязательным наличием пластификатора для регулирования реологических свойств.

По согласованию с представителем Компании, исходя из условий скважины, возможно применение вязких/гелевых составов с обязательным докреплением цементным раствором.

Для предотвращения поглощения больших объемов цементного раствора пластом необходимо использовать раствор с добавлением кольматирующих материалов для первой пачки цемента.

***• Отключение пластов***

Как и при любом другом виде исправительных работ запрещается проводить операции по отключению пластов с превышением максимально допустимого давления ГРП.

***• Установка цементных мостов***

При дизайне цементных растворов для установки мостов, применение понизителей водоотдачи и пластификаторов не обязательно, но рекомендуется при необходимости.

Высота цементного моста установленного за одну операцию не должна превышать 150 метров.

После установки цементного моста, скорость подъема НКТ при прохождении через цементный раствор должна быть не более 10 метров в минуту.

При установке цементных мостов без опоры на забой скважины, в качестве опоры моста необходимо закачивать вязкую пачку. Плотность такой пачки должна быть средней составляющей между плотностью цементного состава и плотностью скважинного флюида. Применение данной пачки снизит риски сдвига цементного моста после его установки. В качестве рецептуры для приготовления вязкой пачки можно использовать бентонит, замешанный на технической воде с использованием любого гелеобразующего агента.

Также перед установкой цементного моста можно установить разбуриваемый ретейнер – пробку или цементировочную пробку ПРП-Ц.

**5. Свойства цементных растворов при проведении исправительного цементирования**

Свойства цементного раствора или заменяющих его компонентов, для ремонтно-изоляционных работ, как минимум, должны отвечать ряду контрольных параметров качества, определяемых на основании реальных условий проведения работы.

Неправильный подбор материалов или метода проведения работы может оказать негативное влияние на эффективность РИР и объемы добычи. Необходимо осуществлять подбор материалов с учетом их совместимости с пластовой жидкостью, раствором глушения скважины, цементного раствора, составов закачиваемых перед цементом.

Только сульфатостойкие цементы должны применяться для проведения исправительного цементирования.

Применение cульфатостойких цементов значительно увеличивает межремонтный период и позволяет противостоять воздействию солей, которыми насыщены пластовые воды или жидкости КРС или любые другие скважинные флюиды.

Цементные растворы, применяемые для исправительного цементирования должны полностью удовлетворять следующим параметрам:

*• Водоотделение*

При "нормальных" пластовых условиях и стволе скважины, близком к вертикальному, водоотделение цементного раствора или заменяющих его компонентов обязательно должно быть < 0.5 % . Для скважин с большими углами наклона, а также для скважин с высокой вероятностью возникновения заколонных перетоков, данный параметр должен стремиться к нулю. Скважина относится к "скважинам с большим углом наклона", если угол отклонения от вертикали > 40 градусов.

*• Реология*

Как правило, параметры реологии цементных растворов работающих под давлением должны быть низкими для обеспечения возможности закачки раствора в узкие пространства и каналы. Исключение составляет цементирование зон с высокой трещиноватостью, большими каналами или восстановление герметичности обсадной колонны. В таких случаях для предотвращения поглощения больших объемов цементного раствора пластом необходимо использовать раствор с добавлением кольматирующих материалов для первой пачки цемента.

Реологические параметры, - динамическое напряжение сдвига (ДНС) и пластическая вязкость, замеряются при помощи коаксиального цилиндрического вискозиметра. Если ДНС < 3Па состав цементного раствора или заменяющих его компонентов следует изменить, так как существует угроза его нестабильности.

При работе с цементными растворами, необходимо снимать показания вискозиметра в следующих номинациях: 600, 300, 200, 100, 6, 3. И данные статического напряжения сдвига (СНС) через 10 минут и 10 секунд. Для полного понимания состояния жидкости, данные одного и того же раствора необходимо снимать как при комнатной температуре, так и после нагрева жидкости в атмосферном консистометре до динамической забойной температуры. Так как ручной расчет и обработка данных занимает большое количество времени, то подрядчикам рекомендуется приобрести и пользоваться компьютерными моделями для определения свойств жидкости (цементных растворов) и ее поведения при проведении исправительных работ.

*• Время загустевания* до консистенции не менее 70 Вс (единиц консистенции Бердена)

Время проведения работ не должно превышать 75% времени загустевания с учетом возникновения непредвиденной ситуации. Замер данного параметра производится в консистометре высокого давления при динамической забойной температуре (BHCT) и давлении по таблицам АНИ.

При составлении дизайна (плана работ) необходимо четко определить метод проведения РИР. Время загустевания цементного раствора при импульсном воздействии будет отличаться от времени загустевания при цементировании без остановок.

В стандарте ISO 10426-2 содержатся специализированная процедура выбора давлений и температур для проведения тестирования в условиях импульсного цементирования.

*• Водоотдача*

При "нормальных" пластовых условиях обязательное требование водоотдачи < 100 мл за 30 мин. При выполнении работ по ликвидации заколонных перетоков, желаемый показатель 30 мл за 30 мин. В редких случаях, когда водоотдача в цементном растворе не требуется, этот параметр может не учитывается, но только при согласовании с представителем Компании.

Использование цементных растворов с очень низкой водоотдачей может привести к недостаточной дегидратации раствора, и как следствие не качественная изоляция перфорационных отверстий или нарушения э/к. Использование раствора с высокой водоотдачей по причине его очень быстрой дегидратации приводит к формированию непрочного цементного камня, который не способен выдержать перепад давлений.

*• Плотность цементного раствора*

Плотность зависит от водоцементного отношения, от скважинных условий и от других факторов. При применении цемента марки G без специальных наполнителей плотность должна быть в пределах 1,90 – 1,91 г/см3

*• Прочность цементного камня на сжатие*

Является одним из основных параметров качества цементного камня. Прочность цементного камня после ОЗЦ должна быть достаточно высокой для успешного продолжения операций на скважине. Начальная прочность цемента напрямую зависит от типа цемента, времени загустевания и применяемых добавок, а так же от точно подобранной/рассчитанной забойной температуры скважины при проведении тестов. Прочность цемента в лабораторных условиях измеряется только при статической забойной температуре.

Обычно принимается, что прочность цементного камня на сжатие, должна быть не менее 2,1 МПа после максимального времени схватывания 24 часа.

**6. Свойства полимерных составов при проведении исправительного цементирования**

Полимерно-гелевая обработка (гели, полимеры, вязкие системы и т.д.) является одним из наиболее эффективных методов ограничения водопритока при ремонте скважин. Неправильное применение полимеров или гелей может привести к полному нарушению определенных параметров пористости и, тем самым, отклонить поток флюидов от зон низкого сопротивления к зонам высокого сопротивления.

Если принято решение по применению гелей или полимеров при ремонте скважины, то при составлении дизайнов и тестировании таковых систем необходимыми параметрами являются:

*• Вязкость системы в момент закачки.*

Сопротивления в процессе закачки пропорциональны вязкости системы. Чем больше вязкость, тем выше перепад давления, необходимый для закачки такой системы в пласт, независимо от его характеристик.

*• Тип сшивающего агента.*

Предпочтение отдается металлическим сшивателям.

*• Плотность полимерного состава.*

Если плотность системы закачки больше плотности воды (пластового флюида), а вязкость очень низкая, то ничто не сможет остановить закачиваемый раствор от прямого проникновения в водяную зону и дальнейшего его оседания/растворения до момента достижения гравиметрического равновесия.

Плотность полимера может подбирается для разного вида работ.

*• Время гелеобразования.*

Несколько завышенное время схватывания может обусловить распространение фазы закачки на более значительные расстояния и герметизацию каналов наименьшего сопротивления, в которых находится вода. В подобных случаях система с большим временем схватывания может эффективно повысить общий коэффициент нефтеизвлекаемости контура заводнения. Недостатком более продолжительного времени схватывания является дисперсия. В некоторых случаях она может быть настолько значительной, что рекомендуется использовать системы с менее продолжительным временем схватывания.

*• Концентрация полимера*

Первая порция полимера (80%) должна обладать меньшей концентрацией по сравнению с остатком. Безусловно, более высокая концентрация более эффективна при перекрытии, но она также может обусловить и снижение добычи нефти.

Для контроля инфильтрации в скелет породы необходимо выбирать полимер с очень большой молекулярной массой.

**7. Требования к персоналу**

Весь персонал, участвующий в планировании и производстве РИР, должен быть ознакомлен с требованиями данного документа.

Весь персонал, находящийся на территории ремонтируемой скважины, обязан пользоваться средствами индивидуальной защиты.

Весь технический персонал, работающий на скважине, должен пройти обучение и аттестацию по промышленной безопасности (ИТР курс по промышленной безопасности) и прочим областям ОТ, ТБ и ООС, а так же по контролю управления скважиной.

Весь персонал компании производящей РИР, находящийся на месте проведения работ, должен быть ознакомлен с применяемой системой управления ОТ, ПБ и ООС в действии, политиками и стандартами по ОТ, ПБ и ООС, а также в соответствии нормативным требованиям Ростехнадзора и других государственных органов.

Весь персонал, включая специалистов, задействованных в работах на площадке и в лаборатории, должен обладать уровнем профессиональной компетентности, который соответствует выполняемым задачам. Они должны осознавать риски, связанные с проведением тампонажных работ, например: вредное воздействие цементной пыли и химикатов, наличие оборудования работающего под высоким давлением, а также необходимость применения соответствующих СИЗ, и т.д.

**8. Требования к полевому оборудованию**

Обязательным требованием Компании является наличие детального инвентарного списка всех элементов технологической обвязки и соединений высокого давления, а также результатов испытаний толщины стенок и испытаний на целостность линий (магнитная дефектоскопия). Испытания толщины стенок должны быть проведены и задокументированные в соответствии с рекомендациями и требованиями изготовителей.

Документы с результатами должны быть доступны на всех объектах проведения РИР. Также обязательным требованием наличие результатов испытания давлением всех элементов обвязки, работающих под давлением, согласно ПБ в НГП 08-624-03 п.2.6.9.

Все перечисленные выше испытания проводятся не реже одного раза в год.

Испытания на целостность линий насосов и магнитная дефектоскопия должны быть проведены на все насосы высокого давления, заглушки на входе (высокого давления) также как и на соединительные штоки, присоединяющие насосную установку к установке питания.

Тест должен быть задокументирован и должен выполняться раз в 2 года.

На всех платформах выше 1,3 метра необходимо наличие защитных приспособлений от падения.

Насосные агрегаты должны быть оборудованы действующей системой аварийного отключения/стравливания при превышении давления.

Перед отправкой спецтехники на место проведения работ убедиться, что все оборудование, включая насосные агрегаты, осреднительные емкости, и СКЦ надежны, и способны обеспечить все необходимые для работы параметры.

Для некоторых видов ремонтных работ под давлением, проводимых в Компании, требуется наличие специального манифольда, который должен быть предоставлен сервисной компанией. Типоразмер и качество линий закачки/данного манифольда, должны соответствовать требованиям к прочему оборудованию высокого давления указанному выше.

Управление насосной установкой должно позволять быстро и без особых проблем регулировать давление/скорость закачки (в большую или меньшую сторону) в зависимости от изменения условий работы на скважине при проведении исправительных работ.

Оборудование для приготовления цементного раствора должно развивать достаточную мощность, чтобы равномерно смешивать сухой цемент с жидкостью затворения и химическими добавками, для получения однородной смеси.

При использовании осреднительной емкости замер плотности цементного раствора проводится после смешивания всего необходимого объема сухого цемента с жидкостью затворения и введения всех необходимых добавок, перед началом закачки готового цементного раствора в скважину. Перемешивание приготовленного цементного раствора в осреднительной емкости не должно прерываться до полной откачки его из осреднительной емкости.

При приготовлении цементного раствора в потоке без использования осреднительной емкости, оборудование должно обеспечить бесперебойную и плавную подачу, как сухого цемента, так и жидкости затворения. В этом случае химические добавки вводятся либо в сухой цемент, либо в жидкость затворения до начала замешивания. При таком методе приготовления смеси насосное оборудование должно иметь специальный пробоотборник для быстрого замера плотности цементного раствора. При приготовлении цементного раствора в потоке, плотность цементного раствора (помимо поточного стационарного плотномера) необходимо замерять не реже чем каждые 0,5 м3 откаченного цементного раствора.

**9. Требования к проведению лабораторного тестирования**

Каждая сервисная компании должна иметь в наличии свою собственную физико-химическую лабораторию (с перечнем оборудования согласно приложению 5) или договор с аттестованной лабораторией в пределах 100 км от производственной базы. Лаборатории, находящиеся в других регионах РФ, не учитываются при проведении квалификации.

Наличие лаборатории обязательно для подбора рецептуры цементного раствора и других материалов применяемых при РИР, ЛНЭК, ОВП. Использование цементных или гелевых систем без предварительного тестирования в лаборатории значительно повышает риск возникновения аварии при проведении работ по цементированию.

Сервисная компания не будет допущена к выполнению любого вида работ на скважинах Компании до тех пор, пока лаборатория не выполнила лабораторный анализ и не предоставила представителю Компании оформленный отчет, предпочтительно за 3 дня до начала обработки

Данные лабораторного анализа заносятся в форму лабораторного отчета (смотреть приложение 7) и предоставляются вместе с планом на проведение работ в отдел супервайзинга Компании или представителю Компании ответственному за проведение РИР

Результаты всех испытаний заносятся в электронную базу данных лаборатории на постоянное хранение с указанием всех номеров партий, испытанных реагентов и перечнем проведенных испытаний по всем операциям, выполняемым для Компании.

Однако такая база данных не заменяет собой письменный отчет (лабораторный анализ), составляемый в лаборатории по каждой выполненной операции. Предоставление результатов каждого отдельно взятого лабораторного теста в письменном виде, является обязательным.

Персонал лаборатории должен знать и уметь проводить лабораторные анализы по стандартам API 10A, 10B / ISO 10426-1, 10426-2, испытание с имитацией условий скважины.

Подрядчик, предоставляющий услуги по РИР, должен иметь как минимум полный комплект оборудования, необходимого для проведения тестов, указанных ниже. Возможна передача Подрядчиком работ по лабораторному анализу цементного раствора независимой субподрядной компании, которая должна быть аттестована или аккредитована. В таком случае, требуется проведение аудита производственных мощностей Субподрядчика, представителями Компании, перед заключением договора субподряда и утверждение Субподрядчика со стороны Компании.

Персонал лаборатории должен быть осведомлен о том, что некоторые процедуры тестирования цементных растворов для РИР отличаются от процедур тестирования цементных растворов для первичного цементирования. Полное определение оборудования и методов тестирования растворов содержится в спецификации ISO 10426-2 (спецификации 10B института АНИ).

Тестирование всех цементных растворов должно осуществляться на основе соответствующих проб воды, цемента и хим.реагентов, т.е. образец воды должен быть отобран из того источника, а образцы цемента и хим.реагентов из тех партий, которые будут использоваться при выполнении работы. Необходимо отбирать резервные пробы (как минимум, в количестве, которое позволит произвести повторное тестирование). Резервные образцы материалов следует хранить до момента успешного завершения работ (проведения ГИС или окончательной опрессовки).

При подборе рецептуры цементного раствора необходимо учитывать местный опыт проведения работ, а также результаты теста на приемистость пласта, проводимого перед цементированием.

Для неспециализированного Подрядчика, при установке цементных мостов, следует проводить тестирование цемента для каждой партии.

*• Цемент*

Требования к тестированию цемента основаны на использовании цемента класса G по классификации АНИ или цемент класса I-G по классификации ГОСТ. Использование данной марки цемента, рекомендовано при проведении работ по РИР.

*• Тестирование воды затворения на содержание хлоридов*

Проведение данного теста является обязательным для всех работ. Предпочтительный уровень содержания хлора < 1500 частей на миллион. В случае превышения данного значения, рекомендуется заменить источник получения воды затворения.

Ниже приводятся минимальный список параметров, для которых необходимо проводить тестирование: оптимально для лабораторных условий и которые должны быть отражены в лабораторном отчете:

 Плотность

 Время загустевания (температура, давление)

 Водоотдача (показатель фильтрации, температура, давление)

 Водоотделение

 Реология

 Совместимость

 Толщина фильтрационной корки

 Прочность (8, 24, 48 часа).

 Статическое напряжение сдвига (СНС) для дополнительных колонн

Все тестирования цементных растворов должны проводиться согласно стандарту АНИ.

Полное описание методики тестирования и список требуемого оборудования содержатся в спецификации ISO 10426-2 (спецификации АНИ 10-В).

**10. Стратегия планирования и моделирования**

Планирование и производство всех РИР должно осуществляться согласно действующим нормативным требованиям Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) и других органов государственного надзора, соответствующим политикам и стандартам Компании, а также стандартам поставщиков и подрядных организаций. Применимым является стандарт с наиболее жесткими требованиями.

До начала работ, менеджер Компании, отвечающий за производство работ, должен убедиться в том, что сервисная компания имеет все необходимые разрешения, выдаваемые государственными органами, а также технологические регламенты на производство исправительных работ. Сервисная компания прошла предквалификационный аудит и соответствует минимальным стандартам качества.

Приоритетность в вопросах промышленной безопасности при планировании и производстве РИР должна быть расставлена следующим образом в порядке значимости:

 Персонал

 Окружающая среда

 Оборудование

 Сохранение коллекторских свойств пласта

 Обеспечение планируемого результата по скважине

Планирование является основным фактором успешного выполнения задания и включает в себя разработку Программы выполнения работ, в которой содержится следующая информация:

 Основные цели РИР

 Исходные условия и задачи

 Предшествующий опыт работ

 Определение рисков

 Аспекты работ, требующие особо тщательной подготовки

 Возможные варианты выполнения работ

 Рекомендуемая модель РИР.

Для проведения планирования и моделирования РИР необходимо осуществить инженерный анализ всех имеющихся данных по скважине, включая:

 Характеристики пласта и пластового флюида

 Параметры порового давления и давления гидроразрыва пласта (профиль давлений)

 Пористость, проницаемость, анизотропия, водонасыщенность, температура пласта, газосодержание

 Ряд от ППД (Влияние ППД)

 График температуры в зоне резервуара и в скважине

 Данные по профилю/геометрии скважины

 Результаты АКЦ, ФКД, рекомендуется СГДТ, ППИО, ОТСЭК механическим способом

 Данные по приемистости, поглощениям и производительности продуктивного пласта, градиент гидроразрыва

 Данные по дебиту и темпам добычи по скважине

 Тип и характеристики раствора, который применялся при бурении скважины в заданном интервале (для выбора жидкости промывки перед РИР)

 Тип и характеристики раствора глушения

 Данные по герметичности обсадной колонны/хвостовика, устьевого оборудования (межколонного и межсальникового пространства), а так же данные по деформации и коррозии элементов скважины

 Потенциально возможные и текущие проблемные зоны, например: зоны с пониженным пластовым давлением, зоны поглощения, зоны с минимальной приёмистостью (падением давления) и т.д.

Результатом анализа вышеуказанных данных является определение спектра возможных стратегий проведения РИР и выбор оптимальной, эффективной и надежной стратегии или техники проведения работы (например, достижение плановых целей РИР с наименьшими затратами, с соблюдением правил техники безопасности, без нанесения ущерба ожидаемым дебитам).

Группа сотрудников Компании, ответственная за выбор оптимальной стратегии проведения работ, должна быть в состоянии продемонстрировать каким образом и почему была утверждена в качестве оптимальной конкретная стратегия.

Окончательная стратегия включает: выбор технологии проведения работ, тип оборудования, а также материалов включая: цемент, химические добавки к цементу, буферный раствор, объемы химической обработки или материалы для изоляции водоносных пластов (гели, полимеры), жидкости для глушения и тестирование пласта на приемистость, различное оборудование (мостовые пробки, извлекаемые пакеры, пакеры-ретейнеры, устройства для спуска хвостовиков и т.д.).

В процессе принятия решений всегда необходимо учитывать успешный/неуспешный опыт проведения аналогичных РИР и производственных процедур на текущем/аналогичном месторождении.

В процессе совместной работы с Подрядчиком по определению наиболее эффективной стратегии необходимым аспектом является передача сотрудниками Компании подрядчику полного пакета данных по скважинным условиям и четкое определение задач и критериев успешного выполнения работ со стороны Компании.

Программу работ необходимо подготовить заранее, она должна быть согласована с сотрудниками ответственными за проведение данных работ и супервайзерской службой Компании. В программе работ должно содержаться минимум информации по следующим пунктам:

 Схема обвязки скважины и оборудования, процедура опрессовки оборудования

 Рецептура и свойства цементного раствора

 Расчет выполнения работы – объемов цемента и других материалов и т.д.

 Предельно допустимые значения давления для наземного оборудования, пластов и ствола скважины

 Поэтапный план работ

 Действия, в случае не достижении цели или возникновения внештатных ситуаций (отклонений в работе)

В программе работ должно быть указано максимально допустимое значение конечного давления РИР. Обычно это давление ниже давления гидроразрыва, однако оно должно быть достаточно высоким, чтобы обеспечить высокое качество изоляции.

Приложением к программе работ, по которым разрабатывается программа РИР, должны быть «Результаты лабораторного тестирования»

**11. Выполнение работ**

При выполнении ремонтно-исправительных работ необходимо исключить присутствие персонала не участвующего в производстве работ в опасной зоне.

Перед началом работ представитель сервисной компании проводит инструктаж по ТБ и плану выполнения работ с бригадой РИР и бригадой КРС. Обсуждается план действий на случай возникновения внештатных ситуаций во время проведения РИР.

Инструктаж документируется.

Перед проведением работы необходимо перепроверить следующие условия:

 Технические ограничения и состояние обсадной колонны

 Технические ограничения внутрискважинного оборудования, пакеров, НКТ и т.д.

 Технические ограничения колонной головки (ПВО) и наземного оборудования

 Гидростатическое и динамическое давление

 Критическое давления гидроразрыва пласта

 Разумный коэффициент безопасности.

На основании этих данных на скважине производится перерасчет (если требуется) максимального допустимого давления для каждого этапа работ. В любом случае при выполнении работ необходимо сравнивать показатели максимального прогнозируемого статического и динамического давления с максимально допустимыми значениями давления для обсадной колонны. К примеру, необходимо обращать внимание на давление во время операции по ликвидации негерметичности эксплуатационной колонны с тем, чтобы не порвать обсадную колонну.

Для предотвращения возможного гидравлического разрыва пласта, оператор, проводящий закачку составов в скважину, точно должен знать максимально допустимое давление закачки в любой период времени.

После того, как определено максимально допустимое значение давления можно проводить тест на приемистость. В случае очень низкой приемистости пласта может потребоваться пересмотр параметров максимально допустимого давления. Если при максимально допустимом давлении или давлении близкому к нему не удается поддерживать скорость закачки на минимальном уровне (~100л/мин), представители Компании должны будут принять решение, которое может включать:

 повышение значения максимально допустимого давления

 очистить зону перфорации (кислотная обработка, закачка растворителя и т.д.)

 циркуляцию флюида для очистки в зоне цементирования

 повторная перфорация интервала

осуществление гидровоздействия, дренирование пласта.

*• Проведение теста на приемистость*

Тестирование пласта на приемистость производится с использованием чистой жидкости – воды или жидкости глушения. Перфорационные отверстия должны быть чистыми и открытыми. Тестирование пласта на приемистость производится посредствам закачки жидкости глушения в объеме 3 м3, при установившемся давлении (при необходимости, возможно изменять скорость закачки для определения приемистости в разных режимах давления).

*• Контроль качества закачиваемых составов*

Перед проведением работ необходимо точно знать, что жидкость затворения, используемая для замеса тампонажных смесей и полимеров, взята из того же источника, что и жидкость, которая использовалась при проведении лабораторных тестов.

После затворения и перед закачкой цементных растворов в скважину, необходимо провести замер плотности приготовленной смеси посредством ареометра или рычажных весов (предпочтительно пользоваться рычажными весами).

При проведении работ температура жидкости затворения должна быть не менее 15° C. В зимнее время, при нагреве жидкости, следует убедиться, что температура не превышает 22° C (средняя комнатная температура при проведении тестирования в лаборатории). В противном случае может произойти преждевременное схватывание цементного раствора.

Для получения равномерной плотности всего объема цементного раствора рекомендуется использовать смеситель с осреднительной емкостью, либо смеситель с функцией компьютерного контроля плотности, так как при исправительном цементировании допустимое отклонение по плотности составляет +/- 0,02 г/см3

*• Порядок отбора проб*

При замешивании цементного раствора на месторождении необходимо проводить отбор проб сухого цемента с добавками и проб жидкости затворения с добавками.

Ответственным за процедуру отбора проб является полевой технолог сервисной компании

Пробы цемента отбираются после того, когда первая половина сухого цемента уже подана на замес.

Пробы цемента отбираются в новый, сухой полиэтиленовый пакет в объеме не менее 3 кг.

Жидкость затворения и пробы готовой цементной смеси отбираются в чистые пластиковые бутылки емкостью не менее 1,5 литров.

Отобранные пробы маркируются с отображением следующей информации

 Наименование заказчика

 Месторождение

 Номер скважины

 Дата выполнения работы

 Ф.И.О. технолога

 Название состава (химреагенты входящие в состав)

Отобранные пробы должны быть доставлены в лабораторию подрядчика, и содержаться там не менее 30 дней или до момента определения качества цементирования скважины. После отбора, пробы необходимо хранить в сухом и теплом месте. Нельзя допускать их замерзания при перевозке с месторождения.

*• Регистрация и запись параметров*

Все работы связанные с закачкой жидкостей и тампонажных составов в скважину во время проведения РИР должны сопровождаться контролем и записью как минимум следующих параметров:

 Время проведения работ

 Давление основной линии закачки

 Затрубное давление

 Производительность закачки каждого насосного агрегата (расход)

 Плотность закачиваемой в скважину жидкости (при приготовлении раствора без осреднительной ёмкости)

 Объём закачки по стадиям.

После затворения и перед закачкой в скважину требуемого объема цементного раствора, необходимо замерить его плотность рычажными весами или ареометром и сравнить с требуемой плотностью. Даже если при замесе цементного раствора использовался электронный плотномер, необходимо замерить плотности рычажными весами.

В случае необходимости закачки больших объемов цемента и/или если затворение и закачка производится “в потоке”, произвести замер плотности первой пачки раствора рычажными весами или ареометром и сравнить с показаниями электронного плотномера. В случае разницы показаний, необходимо провести калибровку электронного плотномера.

Для регистрации давления, необходимо использовать электронный датчик или любые другие устройства, способные преобразовывать показания давления в аналоговый или цифровой электрический сигнал.

При замере расхода жидкости приоритет отдается использованию расходомера. Счет ходов поршней насоса может быть использован как альтернативный вариант расходомеру, или как резервное устройство.

После каждой стадии закачки оператору необходимо обнулить счетчик, чтобы четко отделять эту стадию от всех последующих на графике. Суммарный объём закаченной жидкости должен записываться с каждого используемого насоса или общего, встроенного в линию расходомера.

При замере объема прокачиваемой жидкости во время продавки, запрещается пользоваться показаниями основных или альтернативных электронных приборов для контроля. Закаченный объем продавочной жидкости замеряется только по глубинным рейкам, установленным в емкостях с продавочной жидкостью, либо с помощью переносных реек. Такой замер является более точным.

Необходимо проводить запись всех давлений опрессовок в рамках проведения работ по РИР. Все оборудование, используемое для контроля и записи вышеперечисленных параметров, должно быть сертифицировано и откалибровано а все контрольно измерительные приборы опломбированы и иметь штамп госповерителя.

Графики давлений, производительности закачки, плотности и расхода, записанные в реальном времени должны обязательно прилагаться к отчету выполненных работ. Так же по требованию заказчика вышеперечисленная информация должна быть доступна в электронном виде (на цифровых носителях).

Для получения более точных показаний расхода и объема рекомендуется полностью прокачать все выходные линии и манифольды перед началом записи

Счетчики расходомеров должны показывать параметры в пределах 5% погрешности от фактически закачиваемых объемов.

**12. Принятые определения и сокращения**

***АНИ*** – Американский Нефтяной Институт

***Цемент по стандарту АНИ*** – Один из нескольких классов цементов произведенных по спецификации АНИ №10А

***Стандарт ISO-10426-1, 2*** – является документом Международной организации по стандартизированию (ISO) Американского нефтяного института (API) по цементам и материалам по цементированию скважин 1и 2 часть.

***Спецификация АНИ № 10А*** - Приложение к Стандарту ISO-10426-1, 2, в котором указывается химический состав и физические свойства скважинных цементов (включая цемент класса G) и материалов для цементирования.

***Практические рекомендации АНИ № 10В (API RP 10B)*** - Ряд рекомендуемых процедур Американского Нефтяного Института, а также требований к лабораторному оборудованию, используемому для моделирования состояния цементного раствора во время его приготовления, закачки и продавки.

***Стандарт ISO-10427-1*** - является аналогичным документом Международной организации по стандартизированию (ISO), в котором описываются пружинные центраторы для обсадных колонн.

***Атмосферный консистометр*** - прибор, который используется для нагрева раствора до забойной температуры, и последующего определяются реологических параметров, показатель фильтрации и водоотделение.

***Единица консистенции Бардена*** – прокачиваемость раствора, измеряемая единицами консистенции. Величина безразмерная без возможности перевода в другие единицы вязкости.

Динамическая температура на забое (BHCT) – максимальная температура, которую достигает раствор во время прокачки через забой в скважине

***Статическая температура на забое (BHST)*** - максимальная температура на забое скважины, - определяется по ГИС после нахождения скважины в статических условиях не менее 7 часов (согласно АНИ). .

***Забойное давление*** - максимальное давление на забое скважины, рассчитываемое по глубине скважины по вертикали и плотности скважинных флюидов.

***Забойная температура*** - температура на забое скважины в любой момент времени.

***Объемная плотность*** – масса на единицу объема сухого материала включая “увлеченный воздух”

***Цементная смесь*** – смесь сухого цемента вместе с другими сухими добавками

***Класс цемента*** – определение АНИ для различения цементов в зависимости от их целевого использования.

***Время контакта*** - период времени, в течение которого прокачиваемая жидкость находится в скважинных условиях.

***Нефтяные гидравлические цементы классов C, G и Н*** - типы сульфатостойких нефтяных цементов.

***Гидродинамическая составляющая давления в скважине*** - Давление, превышающее гидростатическое давление, возникающее в процессе закачки растворов в скважину. Возникает под действием сил трения.

***Показатель фильтрации*** – потери жидкости затворения (фильтрата) цементного раствора в проницаемый пласт.

***Понизитель фильтрации*** - добавка к цементным растворам способствующая контролю потерь флюида в проницаемую зону пласта.

***Градиент гидроразрыва*** – Обычно определяется как давление на метр глубины необходимое для развития трещины.

***Пластификатор*** – добавка к цементным растворам способствующая улучшению свойств потока.

***Замедлитель*** - добавка к цементным растворам используемая для увеличения времени загустевания.

***Плотность цемента*** – вес на единицу объема цементного раствора.

***Тиксотропичность*** – принадлежность к возможности флюида (цементного раствора или бурового раствора) развивать большое значение СНС в статическом состоянии, и быстро разжижаться в динамике.

***Водоотделение (свободная вода)*** - параметр, указывающий на количество воды затворения, которая остается свободной после осаждения частиц цемента в суспензии.

***Исходная консистенция*** - максимальная консистенция раствора в единицах Вс, зарегистрированная в промежуток времени от 15 до 30 минут после начала анализа на время загустевания.

***Время проведения работ*** - промежуток времени от начала смешивания раствора до момента завершения работ (продавки или срезки).

***Диапазон от пластового до давления гидроразрыва пласта*** - давление в скважине в любой момент, равное разнице пластового давления и давления гидроразрыва пласта.

***Консистометр, высокого давления*** - прибор, позволяющий производить замеры текучести (или консистенции) при давлении и температуре, которым подвергается цементный раствор на забое скважины.

***Качество Центрирования*** - 100% центрирование означает, что обсадная колонна полностью отцентрирована относительно ствола скважины, 0% центрирование означает, что обсадная колонна находится в контакте со стенками скважины. Формула расчета % центрирования приведена ниже.

***Время загустевания*** - время от начала затворения тампонажной композиции до момента достижения раствором консистенции 100 Вс (или 70 Вс). В отчете о проведении анализа должна указываться исходная консистенция и время достижения раствором консистенции 30, 50, 70 Bc.

***Давление ГРП*** - критическое давление при котором происходит необратимый гидравлический разрыв пласта.

***Ускоритель*** - добавка к цементным растворам используемая для ускорения времени загустевания.

Затрубное пространство – в скважине кольцевое пространство между НКТ и эксплуатационной колонной или между эксплуатационной колонной и стволом скважины.

**13. Формулы**

Качество центрирования = ( C/(A-B) ) \* 100%, где

A – диаметр пробуренной скважины

B – наружный диаметр эксплуатационной колонны

C – минимальное расстояние между наружным диаметром эксплуатационной колонны и диаметром скважины.

A

B

C

Скважина

Эксплуатационная колонна

Расчет динамической температуры для лабораторного тестирования (в ºC):



Где:

PG – Псевдо градиент или условный градиент (в ºC/100 м)



TVD – глубина по вертикали (м)

c) TG- Температурный Градиент (ºC/100м)



**Приложения**

**Приложение №1-a: Технологии проведения РИР**

**Введение**

Цементирование под высоким давлением – это процесс продавки цемента под давлением в зону перфорации, трещин обсадной колонны или даже открытый ствол скважины. Твердые частицы отфильтровываются на стенках коллектора, тогда как водная фаза (фильтрат цементного раствора) попадает в пласт, образую цементную фильтрационную корку, которая создает новый барьер непроницаемости.

Цементная фильтрационная корка имеет следующие функции:

- Пластовая проницаемость

- Различное прилагаемое давление

- Фактор времени

- Способность поглощения цементного раствора

Тесты на приемистость производиться во время закачки, забойное давление должно быть ниже давления гидроразрыва пласта, чтобы зоны перфорации были открыты. Затем необходимо рассчитать объем цементного раствора и скорость закачки и давление при которым будут производиться работы.

Цементирование под высоким давлением может производиться с помощью съемного пакера, цементировочного пакера или цементирования без пакера с закачиванием непосредственно в колонну.

**Технологии проведения РИР**

***Импульсное цементирование под давлением***

Это цементирование при котором прокачивание цементного раствора происходит с выдержкой, на низкой скорости (50-100 л/мин) с одновременным повышением давления до установленного значения (ниже давления ГРП), после чего закачку останавливают (при условии что цементный раствор полностью прокачен ниже технологической компоновки- «воронки») и выжидают в течение 5-15 мин до падения давления за счет проникновения фильтрата в поры породы, затем действие повторяется.

*ПРИМЕЧАНИЕ.* Цементный раствор подается в скважину, насосы останавливают на определенный промежуток времени, затем снова подают некоторый объем раствора. Этот процесс повторяется, пока не будет достигнуто предварительно определенное давление или не будет полностью прокачан нужный объем цементного раствора (следует производить остановки продавки, только после полного выхода остатков цементного раствора из воронки находящейся ниже пакера). Затем закачку возобновляют и давление повышают до уровня, превышающего первоначальный (но по прежнему ниже давления ГРП), затем снова отключают насосы и ждут снижения давления, далее повторяют подобный цикл. Этот процесс продолжается до наступления одного из условий, указанных ниже:

• Давление при котором останавливают насосы достигло, напр. 90% от давления ГРП; или максимально допустимое значение для работы наземного оборудования; или максимально допустимое давление для обсадной колонны.

• Произведена закачка планируемого объема цементного раствора или закачан весь объем.

Во время цикла ожидания происходит формирование фильтрационной корки, при каждом последующем цикле происходит снижение объема поглощаемого пластом раствора и разность падения давления. Образующаяся фильтрационная корка обладает очень высокой плотностью и высокой степенью непроницаемости.

***Непрерывное цементирование под давлением***

Другой метод ремонтного цементирования называется непрерывным цементированием и подразумевает закачку под давлением, не превышающим давление ГРП, - при этом формирование фильтрационной корки производится при непрерывной закачке цемента. Обычно скорость закачки снижают по мере образования фильтрационной корки и повышения давления. В случае, когда при выполнении работ не происходит роста давления и оно держится на определенном уровне, возможно применение следующих вариантов импульсного цементирования:

• В случае значительного падения давления после остановки насоса, возможна закачка дополнительного объема цементного раствора для повышения давления до требуемого уровня, при отрицательном результате эту процедуру требуется повторить;

• В случае если после закачки приблизительно 80% планового объема цементного раствора не происходит значительного роста давления, возможна остановка закачки на 5-10 мин с последующим применением метода импульсного цементирования (при условии что цементный раствор полностью прокачен ниже технологической компоновки - «воронки»).

Риск прихвата труб при непрерывном цементировании ниже, чем при импульсном цементировании.

**Приложение №1-b**

**Установка цементных мостов**

Установка цементных мостов подразделяется на опорные (забой, пакер - пробка), и без опорные («висячие»). Успешность цементных мостов без опоры в наклонно-направленных скважинах и в поглощающих скважинах, на практике составляет менее 60%, несмотря на ниже предлагаемые рекомендации. Поэтому чтобы избежать неуспешных операций при установке цементных мостов, необходимо перед установкой цементного моста установить, разбуриваемый ретейнер – пробку или цементировочную пробку ПРП-Ц, либо произвести перекрытие интервала поглощения проппантом если такая возможность существует (перекрытие кварцевым, речным песком не допускается).

***Виды цементных мостов:***

• Установка отсекающих цементных мостов на забой

• Установка отсекающих цементных мостов без опоры на забой

• Установка цементных мостов для ЗБС

• Установка цементных мостов для консервации скважины.

Установка цементного моста в стволе скважины производится, как правило, путем закачки цементного раствора на уравновешивание в плановый интервал через НКТ, с последующим поднятием колонны труб из интервала закаченного цемента, до верхнего планируемого интервала установки цементного моста, затем производится срезка остатков цементного раствора обратной промывкой не менее двух внутренних объёмов НКТ.

Установку цементных мостов проводят только в скважинах без избыточного давления и с одинаковым удельным весом жидкости глушения по всему стволу скважины.

Для установки мостов в поглощающих скважинах, перо-воронка устанавливается выше интервала поглощения (на глубине планируемой подошвы моста), производится расчетная продавка цементного раствора до "башмака" НКТ и последующий подъем НКТ на безопасную глубину без срезки. В случае необходимости установки моста ниже интервала поглощения, перо-воронка устанавливается на глубине планируемой подошвы моста и производится расчетная продавка цементного раствора до "башмака" НКТ с одновременным непрерывным доливом жидкости глушения в затрубное пространство и последующий подъем НКТ на безопасную глубину без срезки. При этом обязательна добавка в цементный раствор понизителя водоотдачи и замедлителя схватывания.

Цементные мосты, устанавливаемые с целью обеспечения разобщения зон или консервации скважины должны обладать высокой изолирующей способностью для отсечения перетоков жидкости или газа. Эта характеристика отличает такие мосты от мостов, устанавливаемых при зарезке боковых стволов, где основной упор на механическую прочность моста (данный мост, требованиям Ростехнадзора должен также обеспечивать отсечение объектов, т.е. – герметичность). Обычно цементные мосты устанавливаются с использованием метода закачки «на равновесие». При этом риск воздействия несбалансированных гидростатических сил, приводящих к смешению жидкостей (цемента, буферной жидкости и бурового раствора) сводится к минимуму.

Рабочую колонну (НКТ) спускают на плановую глубину расположения нижней отметки моста, после чего производят закачку цемента. Расчет объема продавки делают из расчета гидростатического равновесия жидкостей участвующих в процессе продавки (передней и задней пачек буферной жидкости, цементного раствора и жидкости замещения), между внутренним давлением НКТ и затрубным которое должно быть по окончании продавки. Рекомендуем: на заключительном этапе продавки цементного раствора недокачать в НКТ около 50л продавочной жидкости, для лучшего установления равновесия.

**Приложение №1-c**

**Устранение негерметичности спуском дополнительной обсадной колонны меньшего диаметра с последующим цементированием (особенности).**

Спуск безмуфтовой колонны меньшего диаметра для ликвидации негерметичности основной обсадной колонны, с последующим цементированием рассчитан на идеальные условия, так как дополнительная колонна не оборудована центраторами и максимальный межколонный зазор менее 25мм (вертикальная скважина и т.д.)

Такие цементажи требуют более детальной инженерной проработки по следующим причинам:

• Высокие потери давления в затрубе

• Опасность потери циркуляции во время проведения работ

• Высокий риск смешивания цементного раствора с другими жидкостями

• Необходимость жесткого контроля параметров водоотдачи и соблюдение низких значений реологических параметров

• Небольшая толщина цемента в кольцевом пространстве и связанное с этим ухудшение прочности и долговечности

• Повышенный риск миграции газа в краткосрочном плане по причине уменьшения гидростатического давления в процессе затвердевания цементного раствора в малых кольцевых зазорах.

Пружинные центраторы для скважин с малым кольцевым зазором являются или сверхдорогими, или относительно ненадежными и склонными к выходу из строя при спуске в скважину.

*Примечание:* Для более детальной информации см. стандарт ISO 10427-1

***Поглощения***

Планирование работ по цементированию должно включать мероприятия, направленные на снижение приёмистости для предотвращения поглощений раствора при РИР, начиная от спуска обсадной колонны до полного выхода избыточного цементного раствора из скважины.

Для получения качественного цемента в зоне перекрытия обсадных колонн лучше планировать больше цемента, чем меньше.

***Лабораторный анализ и подбор рецептуры цементной смеси***

Необходимо руководствоваться требованиями к лабораторному оборудованию и составу цементного раствора, некоторые аспекты, которые необходимо учитывать при цементировании скважин малых диаметров:

Динамическая забойная температура и динамика увеличения температуры, используемые для проведения теста на загустевание, должны учитывать эффект труб малого диаметра, малого кольцевого зазора и (если применимо) большого угла отклонения от вертикали.

• Водоотделение должно быть равно нулю

• Необходимо провести дополнительный анализ на седиментационную устойчивость (согласно ISO/API).

Требуется тонкий баланс, для которого необходим надлежащий лабораторный анализ.

Kонтроль водоотдачи особенно важен для стволов с малыми кольцевыми зазорами. Высокие давления прокачки, вызванные малыми кольцевыми зазорами, ведут к увеличению водоотдачи, что оборачивается увеличением вязкости и удельного веса, уменьшением кольцевых зазоров (за счет нарастания корки), соответственно приводит к повышению давления. Время загустевания цементного раствора так же уменьшается как результат увеличения флюидоотдачи и плотности. Меняются и другие параметры цементной смеси. Рекомендация по водоотдаче для стволов с малыми кольцевыми зазорами - не более 50 мл./30 мин.

Обычно для цементных растворов при цементировании стволов с малыми зазорами используются незагущающие понизители водоотдачи, с целью улучшения реологии смеси и снижения гидропотерь. Должен быть проведен тест на совместимость жидкостей: – раствора глушения, цементного раствора, буферной жидкости. Любое увеличение вязкости приведет к увеличению значения эквивалентной циркуляционной плотности. При проверке совместимости жидкостей пользуйтесь стандартом ISO 10426-2, Раздел № 16.

Данные по количеству закачанной и вышедшей на поверхность жидкости должны быть известны, для чего необходим надлежащий контроль и регистрация данных. Наличие цемента на выходе не обязательно указывает на отсутствие поглощений, возможно, это следствие каналообразования. Контроль возможных поглощений должен начинаться с момента восстановления циркуляции после спуска обсадной колонны на забой и до окончания вымыва цемента из скважины.

Необходимо обеспечить отбор образцов сухого цемента, сухих или прегидратированных добавок, воды затворения, раствора и буферной жидкости.

При толщине цементного кольцевого пространства меньше чем 0,75" (19 мм.) интерпретация отраженных акустических сигналов усложняется ввиду быстрого возвращения сигнала и интерференции отражений от породы. Соответственно, в такой ситуации легко ошибиться при интерпретации данных акустического каротажа (АКЦ).

При цементировании дополнительных колонн и хвостовиков, должно применяться специальное технологическое оборудование (цементировочные головки, продавочные пробки и обратные клапана разбуриваемые с башмаками, для отсоединения хвостовиков необходимо применять разъединительные устройства гидравлического или механического типа).

При нулевой центрации дополнительных колонн, цементирование этих колонн выполняет следующие функции:

• Поддержания и крепление дополнительной колонны в старой колонне за счет затвердевания тампонажного раствора.

• Создания участков изоляции.

Но данная технология не может полностью решить вопрос о качественном цементировании дополнительной колонны.

**Приложение №1-d: Ограничение Водопритока**

**Основные задачи**

Современные цементные растворы и процедуры ремонтного цементирования под давлением, могут использоваться самостоятельно для изоляции водоносных горизонтов, однако они не всегда обеспечивают качественную изоляцию в случае притока воды через каналы или трещины, или при необходимости остановки перетоков воды в проницаемой породе в радиусе скважины (например, в случае образования водяного или газового конуса или при невозможности полной герметизации канала). В таких случаях часто применяется химическая обработка, самостоятельная или совместно с/перед ремонтным цементированием под давлением или в таких случаях используют цемент класса G или микроцементы.

В некоторых случаях используются пачки с использованием силикатов/мономеров и полимерных материалов подобных тем, что используют для контроля водопритока.

Они закачиваются непосредственно перед цементом для снижения приемистости пласта для создания блок - экрана, поскольку в противном случае во время закачки цемента под давлением имеет место избыточный расход раствора и трудно создать необходимое давление для качественного цементирования по причине очень высокой приемистости пласта.

**Причины обводнения**

Определение причины роста воды и понимание физико-химических процессов в резервуаре являются необходимыми для создания наиболее эффективного химического экрана.

• Образование искусственных трещин с заходом в водяной пласт (очень распространена после выполнения работ по ГРП)

• Высокопроницаемые пропластки

• Подошвенная вода, образование конуса обводнения

• Влияние нагнетательных скважин (действие нагнетательные скважин может вызвать прорыв жидкости)

• Сложности в призабойной зоне (заколонные либо межпластовые перетоки воды)

**Повреждение пласта**

Параметры большинства химреагентов, используемых для изоляции водоносных горизонтов, намеренно смоделированы с целью снижения проницаемости определенных зон пласта. Как правило, повреждение пласта при этом долговременное, причем блокируется как приток воды, так и приток углеводородов. Вышесказанное в особенности касается систем на силикатной основе. При использовании вышеуказанных материалов необходимо принять все меры предосторожности для предотвращения попадания компонентов системы в текущие или планируемые к разработке продуктивные пласты.

**Моделирование химической обработки и тестирование**

Для определения наиболее эффективного способа обработки воспользуйтесь рекомендациями, приведенными ниже и результатами накопленного опыта работы в регионе. Модель проведения работы должна включать тестирование системы в лабораторных условиях с использованием фактических химреагентов и воды для определения чувствительности модели к параметрам температуры, времени и давления. Также необходимо тестирование системы на предмет совместимости с пластом, пластовых флюидов, технической воды, цемента, буферных жидкостей и т.д. и возможного эффекта в случае смешения систем.

**Технология выполнения работы**

Существует несколько методов проведения работы, обеспечивающих подачу химреагентов в зоны нарушения герметичности, с гарантией защиты нефтесодержащих зон от повреждения реагентами системы.

Данные методы включают:

• Использование извлекаемого пакера

• Установка постоянной пакер-пробки (цементировочного ретейнера)

• Размещение временного моста над нижними отверстиями перфорационного интервала с использованием песка или сшитого геля, не повреждающего пласт

• Проведение одновременной закачки 2 систем через рабочую колонну и зазор между обсадной и рабочей колоннами, где первая система – химреагент для изоляции водоносного горизонта, а второй – флюид, не повреждающий пласт, закачиваемый в нефтенасыщенную зону.

• Комбинация вышеуказанных способов

***Системы на основе мономеров***

Примечание: перед закачкой химреагентов для изоляции водоносного пласта и после закачки необходимо прокачать буфер на основе пресной воды (1-2 м3) для предотвращения возникновения химической реакции в колонне во время закачки химреагентов.

*Силикатные системы с внешней активацией*

Системы данного типа используются для изоляции притока минерализованной воды из пласта, а также в качестве блокирующего и изолирующего материала для снижения проницаемости. При смешивании с любой жидкостью, содержащей многовалентные катионы, например, с минерализованной пластовой водой, цементным раствором или раствором на основе хлорида кальция, образуется густой гель.

Иногда используют несколько циклов закачки: минерализованный раствор-буфер-раствор на силикатной основе - буфер.

*Силикатные системы с самостоятельной активацией*

Данные системы используются для долговременной изоляции водоносных горизонтов. В изолируемую зону или проницаемый пласт закачивают раствор силиката натрия и воды с очень низкой вязкостью (<2 сантиПуаза) одновременно с катализатором. Путем правильного подбора катализатора и концентрации химреагентов можно моделировать время гелеобразования в интервале от нескольких минут до нескольких часов при температуре от 20 до 150°С.

Также в силикатные системы добавляют различные материалы, такие, как кварцевая мука, бентонит, кольматанты и т.д. В результате получают вязкие или тиксотропные растворы с контролируемым временем гелеобразования, которые используются для заполнения и разобщения зон.

***Использование полимерных материалов***

*Мономерные материалы со свойствами полимеризации*

Как правило, материалы данного типа применяются только в нагнетательных скважинах для повышения эффективности вытеснения нефти посредством блокирования от нагнетания воды зон с высокой проницаемостью, сообщающихся с эксплуатационными скважинами.

Для этого готовят раствор мономера и закачивают его с давлением ниже гидроразрыва.

После закачки мономера скважину закрывают на несколько дней, в течение которых происходит полимеризация мономерного раствора.

*Комплексные, сшиваемые полимерные материалы с запаздывающим гелеобразованием.*

Этот тип материалов используется для долговременной изоляции зоны пласта, где обнаружен приток воды (например, в результате образования водяного конуса в подошве пласта).

В плановую зону закачивают водяной раствор низкой плотности. Полимеризация и «сшивание» происходят в таком растворе под действием температуры и/или времени. Для создания эффективного барьера на пути проникновения воды, объемы материалов и выполнение работ часто рассчитываются с учетом блокирования проницаемости окружающей породы в радиусе 10 м от скважины.

*Модификаторы фазовой проницаемости.*

МФП адсорбируется поверхностью пород, снижая водопроницаемость эффективнее, чем он делает это по отношению к углеводородам. Фактически, МФП создает сопротивление, удерживающее воду, не ограничивая при этом свободное течение нефти и газа.

***Системы на углеводородной основе***

Важным условием успешного использования любых систем данного типа является отсутствие воды в наземном оборудовании для приготовления и закачки раствора, в противном случае существует вероятность очень сильного гелеобразования и вывода оборудования из строя. Перед использованием системы все оборудование необходимо промыть дизельным топливом; перед и после. При закачке системы в скважину необходимо использовать буферные жидкости на основе дизельного топлива.

*Цементные растворы на углеводородной основе (дизельное топливо)*

В случаях, когда использование стандартного цементного раствора не в состоянии изолировать приток воды или блокировать каналы притока, когда закачка больших объемов цемента в пласт не дает результата, необходимо рассмотреть возможность использования цементного раствора на углеводородной основе.

При контакте с пластовой водой цементный раствор на углеводородной основе становится очень густым и начинается реакция гидратации цемента.

Пропорции цемента и дизельного топлива в растворе определяются на основе лабораторного анализа с использованием образцов всех требуемых материалов которые реально будут использоваться на скважине. Необходимо использовать максимально возможный объем цемента в пределах возможностей оборудования для приготовления и закачки раствора.

Примечание: Если в дизельном топливе содержатся примеси воды, объем цемента, который возможно смешать с топливом в данном случае, значительно снижается. Перед проведением работы необходимо проверить дизельное топливо, доставленное на месторождение, на содержание воды.

Подрядчики по цементированию в некоторых случаях имеют в наличии поверхностно-активные вещества, которые добавляются в цементный раствор на основе дизельного топлива для повышения способности к поглощению воды, оптимизации пропорции смешивания дизельного топлива и цемента, понижения реологических параметров раствора и оптимизации характеристик цементного камня.

Нефть с месторождения также может быть использована в качестве заменителя дизельного топлива, однако, как правило, ее использование невозможно по причине особенностей состава, вязкости или примеси воды.

Цементы, используемые для растворов на основе дизельного топлива – ПЦТ, G или микроцементы, имеющиеся на рынке. Пропорция смешивания с дизельным топливом у цементов с большим размером частиц более высокая, что обеспечивает более высокую прочность цементного камня.

*Смесь бентонита с дизельным топливом*

Данная смесь часто используется при бурении для контроля поглощений, этот раствор можно использовать для предотвращения очень больших поглощений при закачке цемента под давлением. При смешивании данной смеси с водой образуется очень густая паста, которая используется для контроля потери циркуляции. При использовании данного типа раствора может потребоваться поочередная закачка пачек воды и смеси бентонит/дизельное топливо (с разделением через буфер дизельного топлива). Стандартный состав пачки - 850 кг бентонита из расчета на 1000 л дизельного топлива.

**Лабораторный анализ и подбор рецептуры тампонажной смеси**

К перечисленным в этой главе химическим элементам, предъявляются те же самые требования по лабораторному тестированию, что и к цементным растворам, с поправкой на особенности того или иного химического реагента. Так же важным элементом является адгезия (прилипание) химического реагента к стенкам эксплуатационной колонны, к породе и к остаткам цементного камня после его затвердевания.

**Приложение №2**

**Внештатные ситуации РИР**

Программа ремонтного цементирования должна содержать план мероприятий на случай внештатной ситуации, в котором должны быть рассмотрены наиболее часто встречающиеся внештатные ситуации и проблемы. Например: что необходимо предпринять в случае не достижения планового давления – закачать цементный раствор в пласт с избыточным объемом продавки и с последующим проведением повторного цементирования или оставить цемент частично в зоне перфорации частично в стволе скважине в надежде, что перфорационные отверстия будут изолированы?

Не достижение цели работ может быть вызвано такими обстоятельствами, как:

• Смешение цемента с другими жидкостями во время закачки

• Закупоривание/загрязнение перфорационных отверстий, твердыми частицами (по сравнению с моментом начала эксплуатации скважины в ходе последующего глушения скважины, КРС или подготовительных работ)

• Низкое качество подбора рецептуры цем. раствора и лабораторного анализа

• Низкое качество анализа возможных проблем во время проведения теста на приемистость пласта

• Отсутствие контроля над процессом формирования фильтрационной корки

• Незапланированный гидроразрыв пласта

• Проведение тестирования при отрицательном давлении (или вывод скважины на добычу) ранее установленного срока, до полного схватывания цемента

• Прихват пакера или воронки по причине попадания цементного раствора за пакерное пространство: через вышележащие перфорационные отверстия, через заколонное пространство, пропуск пакера, негерметичность НКТ.

**Приложение №3**

**Критерии успешного цементирования**

Критерии успешной работы и методы оценки должны рассматриваться на этапе планирования и должны быть включены в Программу работ. После выполнения ремонтно–изоляционных работ необходима оценка качества и успешности выполнения, которое можно оценить по геофизическим или гидравлическим тестам перечисленным ниже:

• Цементограмма

В тех случаях, когда АКЦ, ФКД , USIT, (Ультразвуковой отражающий прибор), выполняется перед проведением ремонтного цементирования под давлением (для оценки качества первичного цементирования), после проведения цементирования под давлением целесообразно выполнение повторного АКЦ, ФКД, USIT (при тех же самых условиях в скважине: давление, раствор, и т.д.) для проведения сравнительной оценки качества работ.

• Опрессовка избыточным давлением

Данный тест проводят (после разбуривания интервала РИР) путем повышения давления в обсадной колонне в интервале зацементированных перфорационных отверстий или герметизированной трещины, при этом скважина опрессовывается на максимальное давление, указанное в плане работ.

Неудачная опрессовка (падение давления) служит подтверждением того, что цементирование не достигло своей цели, однако следует подчеркнуть, что удачное проведение опрессовки само по себе не означает, что проведенные РИР будут обеспечивать герметичность при разности давлений – от пласта к стволу скважины – например, во время добычи.

• Опрессовка обратным давлением (снижением уровня)

При опрессовке обратным давлением в обсадной колонне снижают давление до уровня ниже порового давления в прилегающем пласте. Проведение такого рода опрессовки помогает более качественно определить способность зацементированного интервала выдерживать давления возникающие при добыче, падение давления при свабировании или при вызове притока.

Опрессовку обратным давлением можно осуществить путем циркуляции в скважине жидкости с низкой плотностью с контролем увеличения объема. Однако, в случаях, когда величина пластового давления не может быть выше гидростатического давления жидкости в скважине, или требуется получение более точного значения, возможно проведение “опрессовки снижением уровня”. Для этого необходимо спустить пакер на НКТ с установленным обратным клапаном. Так же необходимо иметь в компановке измерительное оборудование. Для замера спускают частично заполненное НКТ или после спуска делают циркуляцию жидкостью с низкой плотностью либо газом.

• Тест на наличие гидродинамических перетоков

Где это необходимо и технически возможно проводят тест на наличие гидродинамических перетоков. Для этого спускается пакер и производят процесс закачки.

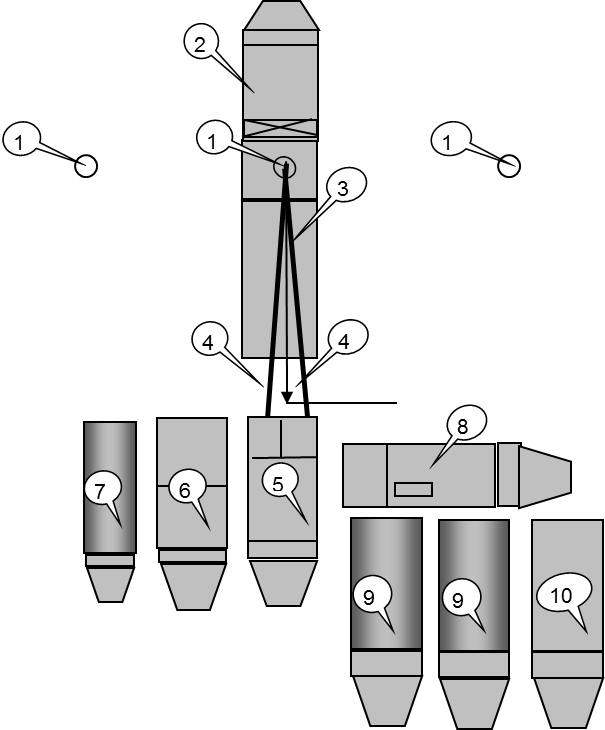
• Профиль приёмистости и притока пластовой жидкости

Приток пластовой жидкости до и после выполнения цементирования может быть сопоставлен с использованием различных методов к примеру по фактическому замеру, геофизическими методами (термометр, радиоактивный метод и пр.).

**Приложение №4**

**СХЕМА**

Расстановки комплекса РИР в бригадах КРС.



|  |
| --- |
| ***У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я*** |
| 1. Устье скважины |
| 2. Подъемный агрегат |
| 3. Приемные мостки |
| 4. Выкидная линия |
| 5. Насосная установка |
| 6. Смеситель- миксер |
| 7. Цементовоз |
| 8. ЦА-320 |
| 9. АЦН |
| 10. ППУ (в зимнее время) |

|  |
| --- |
| *ПРИМЕЧАНИЕ* |
| 1. Расстояние спецтехники от устья скважины не менее 15 м. |

**Приложение 5**

**Перечень минимальной оснащённости /**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование оборудования и материалов** | **Тип/Модель** | **Кол-во** | **Примечание** |
| **ПОЛЕВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:** |  |  |  |
| Блендер-смеситель для приготовления однородного тампонажного раствора – полностью автономный, снабженный мерной емкостью и смесительной системой (возможно снабженные сдвоенными или одинарными насосными установками). | Согласно паспорта изготовителя, на шасси | 1 | с возможностью приготовления в ёмкости не менее 4 м3 раствора |
| Передвижной цементировочный насос на самоходном шасси | Согласно паспорта изготовителя, на шасси | 2 ед. (для страховки на случай выхода из строя основного насоса, а также для поддержания давления в затрубном пространстве) | скорости закачки от 0.1 - 0.5 м3/мин при изменении давления от 0 до 300 атм) |
| Цементовозы (шнековая система перемешивания и подачи цемента) или цементовозы с пневморастаркой | Согласно паспорта изготовителя, на шасси | 1 | Обьём перевозимого цемента не мене 10 тонн |
| Передвижная осреднительная емкость, с механическим миксером | Согласно паспорта изготовителя | 1 | Если нет блендера смесителя - ёмкости |
| Автомобильная цистерна для воды затворения. | АЦН на шасси | 1 | Объём не менее 8 м3 |
| Система сбора данных: давление в основной линии и в затрубе (электронная) | Электронный самописец давления | 1 | Параметры записи 0-300 атм |
| Поточный плотномер – установленный в линии и позволяющий осуществлять постоянный контроль плотности (электронный). | Электронный, позволяющий, вести запись, текущей плотности | 1 | Для растворов на основе воды и нефти |
| Расходомер - установленный в линии и позволяющий осуществлять постоянный контроль расхода + нарастающий (электронный). | Электронный, позволяющий, вести запись, текущего расхода и по нарастающей | 1 | Параметры измерений 0 – 1000 литров/ мин |
| Балансирный плотнометр (ареометр) для определения удельного веса раствора | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| рН метр | Согласно паспорта изготовителя | 1 | Параметры измерений 0 – 14 рН |
| Цементировочная головка | Согласно паспорта изготовителя |  | При РИР дополнительных колонн (предоставление зависит от условий ЦДО и договора) |
| Манифольд высокого давления, смонтированный на отдельной раме с клапанами высокого давления | Диаметром не менее 3” |  | опрессовке на давление 300 атм |
| Нагнетательная линия с БРС | Диаметром не менее 2 ” длиной не менее 50 м. | 1 комплект | Линия должна иметь отметку в паспорте об опрессовке на давление 300 атм.и дефектоскопию. |
| Пакер – извлекаемый с г/якорем | ПРО –ЯМО или аналог с гидро/ якорем | Каждого типо-размера | Предоставление и кол-во пакеров зависит от условий месторождений и договора |
| Пакер – ретейнер | Согласно договора с СН-МНГ | Каждого типо-размера | Предоставление и кол-во пакеров зависит от условий месторождений и договора |
| НКТ технологические 73мм (не менее- 3000м) | Марка К или Е |  | Предоставление и кол-во пакеров зависит от условий месторождений и договора |
| **ОБОРУДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРИИ:** |  |  |  |
| Консистометры высокой температуры и высокого давления – соответствуют стандарту ISO. С контуром охлаждения | Согласно паспорта изготовителя | 1 | Возможно применение консистометра без контура охлаждения |
| Регулятор/устройство программирования для каждого консистометра высокого давления и высокой температуры | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Консистометр атмосферного давления | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Ультразвуковые анализаторы цемента или машина для испытания на сжатие – автоматизированная или ручная. С устройством для установки прилагаемой силы. | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Автоклавы высокой температуры и высокого давления, с регулятором/устройством программирования | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Ротационный вискозиметр Фанна на 6 или 12 скоростей | Фанна 35, 50 | 1 |  |
| Ареометр | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Прибор для определения фильтрации и сетки | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Прибор для определения показателей фильтрации высокой температуры и высокого давления | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Миксер с контролем скорости /таймером | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Водяные бани – с подогревом/с охлаждением | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Механическая или магнитная мешалка | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Балансирный плотномер | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Термошкаф | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Специализированный балансир с избыточным давлением для определения плотности цементного раствора | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Цилиндры для тестирования содержания свободной воды – стеклянные цилиндры объемом 250 мл | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Устройство для калибровки термопар | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Калибратор потенциометра | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Набор инструментов для калибровки ротационного вискозиметра Фанна 35 | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Тахометр (прибор для измерения скорости вращения оборудования). | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Калибрационные гирьки – с набором весов до 1 г. | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Точный таймер | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Пробирка для проведения теста на динамическое осаждение (по Бойкотту)? | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| Оборудование для тестирования воды на содержание хлора | Согласно паспорта изготовителя | 1 |  |
| **ПЛОЩАДКА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЦЕМЕНТА МАТЕРИАЛОВ:** |  |  |  |
| Пневматические емкости | В соответствии с паспортом |  | Если применяется сухое смешивание с добавками |
| Гравитационная шнековая или другая система танков | В соответствии с паспортом |  | Если применяется сухое смешивание с добавками |
| Смесительные емкости | В соответствии с паспортом |  | Если применяется сухое смешивание с добавками |
| Емкости для взвешивания или емкости с индикатором веса. | В соответствии с паспортом |  | Если применяется сухое смешивание с добавками |
| Компрессор и фильтра | В соответствии с паспортом |  | Если применяется сухое смешивание с добавками |
| Склад – крытая или открытая территория для хранения цемента (в большой таре) в м2 | В соответствии с паспортом | 100 м2 / 100 m2 | Возможность хранения цемента на месяц (См. кол-во опер по договору) |
| Склад – крытая территория для хранения хим реагентов (в большой таре) в м2 | В соответствии с паспортом | 10—20м3 | Возможность хранения хим. добавок на месяц (См. кол-во опер по договору). |
| Цемент (в большой таре) хранится на открытом воздухе – зимой / летом | В соответствии с паспортом | 100 м2 | Возможность хранения цемента на месяц (См. кол-во опер по договору). |
| **ПРИМЕНЯЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ:** | **Наименование, Марка** | **Запас, Кол-во** | **Примечание** |
| Цемент | G, H | Согласно месячных объёмов по договору | Санитарно-Эпидемиологическое заключение. Разрешение на применение на территории РФ |
| Замедлитель схватывания | Наименование согласно сертификата | Согласно месячных объёмов по договору | Санитарно-Эпидемиологическое заключение. Разрешение на применение на территории РФ |
| Понизитель водоотдачи | Наименование согласно сертификата | Согласно месячных объёмов по договору | Санитарно-Эпидемиологическое заключение. Разрешение на применение на территории РФ |
| Пеногаситель | Наименование согласно сертификата | Согласно месячных объёмов по договору | Санитарно-Эпидемиологическое заключение. Разрешение на применение на территории РФ |
| Пластификатор | Наименование согласно сертификата | Согласно месячных объёмов по договору | Санитарно-Эпидемиологическое заключение. Разрешение на применение на территории РФ |
| Химические реагенты для создания блок экранов и снижения приёмистости пласта (тампонажные материалы, материалы повыщающие циркуляцию) | Наименование согласно сертификата | Согласно месячных объёмов по договору | Санитарно-Эпидемиологическое заключение. Разрешение на применение на территории РФ |

**Приложение №6: Форма акта выполненных работ РИР**



**Приложение №7: Бланк «тест – анализ» рецептуры тампонажного раствора**





**Приложение №8:**

**Требования к калибровке лабораторного оборудования**

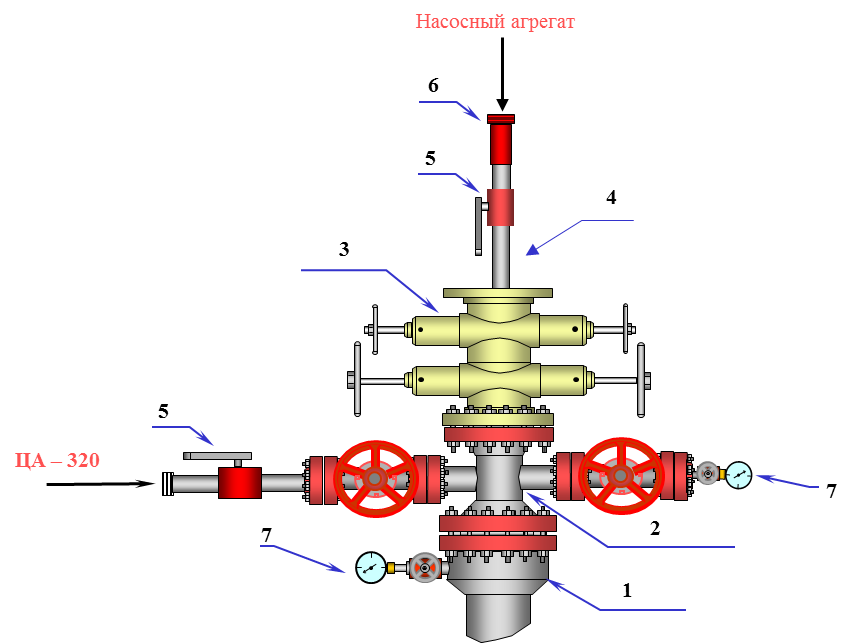
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **1** | **Весы** | **Требования к калибровке** | **Регулярность калибровки** |
|  | Электронные весы | Допустима погрешность в пределах +/- 0.1% от обозначенного веса | Как минимум один раз в год |
|  | Механические весы | Допустима погрешность в пределах +/- 0.1% от обозначенного веса | Регулярность проведения не указывается |
|  | Калибровочные весы | 1000 г +/- 0.5 г, 50 г +/- 0.1 г | Регулярность проведения не указывается |
|  |  |  |  |
| **2** | **Блендер** |  |  |
|  | Вес лопасти | Вес лопасти должен регистрироваться перед использованием | По достижении 10% потери веса необходимо производить замену лопасти |
|  | Низкая скорость – Мix 1 | 4000 +/- 200 об/мин в нагруженном состоянии | Регулярность проведения не указывается |
|  | Высокая скорость – Mix 2 | 1200 +/- 500 об/мин в нагруженном состоянии | Регулярность проведения не указывается |
|  |  |  |  |
| **3** | **Атмосферный консистометр** |  |  |
|  | Температурный сенсор | Допустима погрешность в пределах +/- 3 °F | Как минимум один раз в месяц |
|  | Температурный контроллер | Допустима погрешность в пределах +/- 3 °F | Как минимум один раз в месяц |
|  | Скорость работы мотора | 150 +/- 15 об/мин | Как минимум один раз в квартал |
|  |  |  |  |
| **4** | **Таймер** |  |  |
|  | Все таймеры, имеющиеся в лаборатории | Допустима погрешность +/- 30 сек/час | Два раза в год |
|  |  |  |  |
| **5** | **Консистометр высокого давления** |  |  |
|  | Температурный сенсор | Допустима погрешность в пределах +/- 3 °F | Как минимум один раз в месяц |
|  | Температурный контроллер | Допустима погрешность в пределах +/- 3 °F | Как минимум один раз в месяц |
|  | Скорость мотора | 150 +/- 15 об/мин | Как минимум три раза в месяц |
|  | Таймер | Допустимая погрешность +/- 30 миллисек/час | Два раза в год |
|  | Потенциометр | Наличие прибора для калибровки | Как минимум за 1 мес до использования и при каждой настройке |
|  | Манометр | Допустима погрешность 0,25% при измерении на отметках 25%, 50% и 75% диапазона. | Каждый год |
|  |  |  |  |
| **6** | **Тест на сжатие** |  |  |
|  | Водяная баня | Допустима погрешность в пределах +/- 3 °F | Как минимум один раз в месяц |
|  | Температурный сенсор | Допустима погрешность в пределах +/- 3 °F | Как минимум один раз в месяц |
|  | Температурный контроллер | Допустима погрешность в пределах +/- 3 °F | Как минимум один раз в месяц |
|  | Гидравлический пресс | Допустимая погрешность манометра составляет +/- 1% от общего веса (груза). | Как минимум один раз в два года |
|  | Стандартные формы | Проверьте погрешность – спецификации отсутствуют | Как минимум один раз в два года |
|  | Ванна для охлаждения | Требуемая температура 80°F +/- 5°F | Как минимум один раз в месяц |
|  |  |  |  |
| **7** | **УАЦ** |  |  |
|  | Температурный сенсор | Допустима погрешность в пределах +/- 3 °F | Как минимум один раз в месяц |
|  | Температурный контроллер | Допустима погрешность в пределах +/- 3 °F | Как минимум один раз в месяц |
|  | Ультразвуковая измерительная система | Производить калибровку в соответствии с указаниями производителя | Регулярность проведения не указывается |
|  |  |  |  |
| **8** | **Тест на водоотдачу** |  |  |
|  | Термопара типа J (использование стрелочного термометра недопустимо) | Допустима погрешность в пределах +/- 3 °F | Как минимум один раз в месяц |
|  | Манометры (включая устройство противодавления) | Допустима погрешность в пределах +/- 3 °F | Один раз в год |
|  |  |  |  |
| **9** | **Вискозиметр** |  |  |
|  | Пружина (откалибровать «шаг», убедиться, что показания при вращении на любой скорости без нагрузки равны «0») | Проводить калибровку в соответствии с указаниями производителя (с использованием гирек или калибровочной жидкости) | Регулярность проведения не указывается |
|  |
|  | Централизация внутреннего цилиндра | Разместить зеркало под узлом внутреннего цилиндра | Регулярность проведения не указывается |
|  | Скорость вращения ротора | Спецификации отсутствуют | Регулярность проведения не указывается |
|  | Термометр с чашей подогрева/термопара | Допустима погрешность +/- 1 °F | Регулярность проведения не указывается |

**Приложение №9:**

**С Х Е М А**

**установки и обвязки устья скважины противовыбросовым**

**оборудованием при проведении РИР.**



**Условные обозначения:**

1. Колонная головка.

2. Крестовина фонтанной арматуры с рабочим давлением не менее 21 МПа;

3. Превентор сдвоенный 156х21МПа;

4. НКТ 73мм;

5. Шаровый кран КШЗ-73х35 МПа;

6. Переводник 2,5” с БРС под тип и размер НКТ 73мм;

7. Манометр с краном высокого давления;

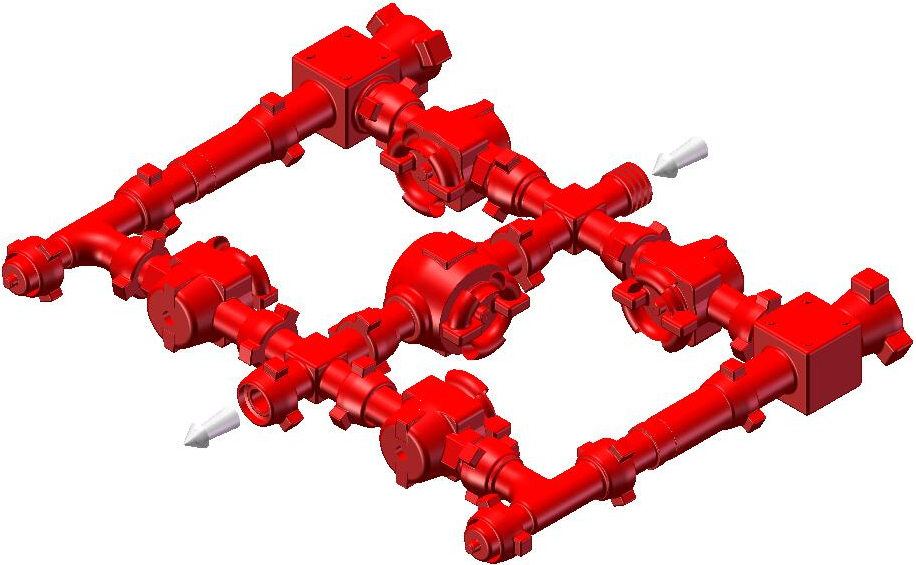
**Технические условия:**

Превентор применяется при производстве работ по спуско – подъёмным операциям. Вверху установлены трубные плашки под диаметр рабочей трубы запорной компоновки и НКТ, а в низу глухие плашки.

**С Х Е М А**

**Установка задвижки манифольда для РИР**

**1**



**1**

**6**

**6**

**6**

**6**

**6**

**5**

**5**

**4**

**4**

**3**

**3**

**2**

**2**

1- Установка фонтанного штуцера высокого давления

2- Переходник фонтанного штуцера высокого давления

3- Фонтанный тройник

4- Крестовина устьевого оборудования

5- БРС

6- Кран высокого давления