**Приложение № 2 к Техническому заданию**

|  |
| --- |
| **ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ ПО ЦЕМЕНТИРОВАНИЮ СКВАЖИН** |

**СОДЕРЖАНИЕ**

[СОДЕРЖАНИЕ 2](#_Toc178600481)

[1. ВВОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ 3](#_Toc178600482)

[НАЗНАЧЕНИЕ 3](#_Toc178600483)

[2. ГЛОССАРИЙ 4](#_Toc178600484)

[2.1 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ 4](#_Toc178600485)

[2.2 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 6](#_Toc178600486)

[3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 7](#_Toc178600487)

[4. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ ПО ЦЕМЕНТИРОВАНИЮ СКВАЖИН 8](#_Toc178600488)

[5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА 10](#_Toc178600489)

[6. ЦЕНТРИРОВАНИЕ ОБСАДНЫХ КОЛОНН 11](#_Toc178600490)

[7. ОСНАЩЕНИЕ ЛАБОРАТОРИИ И ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ 12](#_Toc178600491)

[7.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТМЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БУФЕРНОЙ ЖИДКОСТИ 14](#_Toc178600492)

[ПРИЛОЖЕНИЯ 19](#_Toc178600493)

[ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ШАБЛОН ПРОТОКОЛА ЛАБОРАТОРНОГО ИСПЫТАНИЯ БУФЕРНОЙ ЖИДКОСТИ НА ОТМЫВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ 20](#_Toc178600494)

1. ВВОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

НАЗНАЧЕНИЕ

Настоящие Требования устанавливают требования к выполнению работ по цементированию скважин на объектах Компании при строительстве скважин и реконструкции скважин методом зарезки боковых стволов.

1. ГЛОССАРИЙ
   1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

|  |  |
| --- | --- |
| ***АТМОСФЕРНЫЙ КОНСИСТОМЕТР*** | Прибор для измерения консистенции тампонажных растворов при атмосферном давлении, низких, нормальных и умеренных температурах. |
| ***БУРЕНИЕ СКВАЖИНЫ*** | Этап строительства скважины, включающий в себя комплекс работ, связанный с проводкой и креплением ствола скважины, а также с испытанием скважины в процессе бурения. |
| ***БУФЕРНАЯ ЖИДКОСТЬ*** | Жидкость, закачиваемая в скважину при выполнении технологических операций для предотвращения смешения разных типов жидкостей и растворов, а также очистки стенок скважины и обсадной колонны. |
| ***ВРЕМЯ ЗАГУСТЕВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА*** | Время от начала проведения анализа на загустевание цементного раствора до момента достижения раствором консистенции 70 Вс. |
| ***ДИНАМИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СДВИГА*** | Величина, характеризующая условное напряжение сдвига в текущей вязкопластичной жидкости, необходимое для преодоления некоторого начального сопротивления жидкости течению. |
| ***ЗАБОЙНОЕ ДАВЛЕНИЕ*** | Максимальное давление на забое скважины, рассчитываемое по значению глубины скважины по вертикали и плотности скважинных флюидов. |
| ***ЗАРЕЗКА БОКОВОГО СТВОЛА*** | Комплекс работ по восстановлению или повышению работоспособности скважин, а также в целях доразведки запасов методом зарезки (бурения) боковых стволов или углубления забоя. Применяется с целью доизвлечения неохваченных ранее разработкой остаточных (неразрабатываемых) запасов углеводородного сырья, вывода из бездействия скважин, а также ликвидации аварий, осложнений.  *Примечание: Комплекс работ подразумевает подготовку скважины к ведению в ней технологических операций, переезд и вышкомонтажные работы, вырезку окна, бурение бокового ствола и его крепление, освоение скважины, объединяет в себе типы работ: восстановление, реконструкцию и углубление скважин методом бурения боковых стволов.* |
| ***ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ*** | Испытания объекта, проводимые в лабораторных условиях [ГОСТ 16504-81]. |
| ***ОБСАДНАЯ КОЛОННА*** | Колонна соединенных между собой обсадных труб, предназначенная для крепления скважины. |
| ***ПЛАСТИЧЕСКАЯ ВЯЗКОСТЬ*** | Реологический параметр, характеризующий темп роста касательных напряжений сдвига при увеличении скорости сдвига. |
| ***ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ЦЕМЕНТИРОВАНИЮ (ПРОГРАММА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ)*** | Документ, в котором описана последовательность технологических операций и их параметры при выполнении работ по цементированию скважины. |
| ***ПОЛЕВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ*** | Специально оборудованное помещение, предназначенное для проведения исследований технологических жидкостей, используемых при выполнении работ по цементированию скважин непосредственно на месте выполнения работ. |
| ***РЕКОНСТРУКЦИЯ СКВАЖИНЫ*** | Комплекс работ по сооружению дополнительных столов скважин (в том числе углубление скважины через башмак) с целью вскрытия дополнительных продуктивных мощностей и извлечения остаточных запасов нефти или оценки продуктивности горизонта и доразведки месторождений. |
| ***РЕМОНТНО-ИЗОЛЯЦИОННЫЕ РАБОТЫ*** | Комплекс мероприятий, направленный на восстановление работы добывающих и нагнетательных скважин при аварийном состоянии эксплуатационной колонны или резком преждевременном обводнении добываемой продукции. Ремонтно-изоляционные работы включают:   * технологии воздействия на пласт путем изоляции водопритоков по пласту (отключение отдельных обводненных интервалов пласта или отдельных пластов, исправление негерметичности цементного кольца, наращивание цементного кольца за эксплуатационной, промежуточной колоннами, кондуктором и др.); * технологии воздействия на скважину путем устранения негерметичности эксплуатационной колонны (тампонирование, установка пластыря, спуск дополнительной обсадной колонны меньшего диаметра и др.). |
| ***СКВАЖИНА*** | Горная выработка круглого сечения, пробуренная с поверхности земли или с подземной выработки под любым углом к горизонту, диаметр которой много меньше ее глубины. |
| ***СТАТИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СДВИГА*** | Величина, определяемая минимальным касательным напряжением сдвига, при котором начинается разрушение структуры в покоящейся вязкопластичной жидкости.  *Примечание: статическое напряжение сдвига характеризует прочность тиксотропной структуры и интенсивность упрочнения во времени.* |
| ***СТРОИТЕЛЬСТВО СКВАЖИН*** | Комплекс работ, включающий вышкомонтажные работы, бурение и крепление ствола скважины, освоение. |
| ***СХЕМА СКВАЖИНЫ*** | Условное графическое изображение конструкции цементируемого интервала скважины, включая высоты подъема жидкостей в затрубном пространстве и глубины установки элементов технологической оснастки (обратный клапан, башмак, МСЦ и т.п.). |
| ***ТЕРМОБАРИЧЕСКИЙ КОНСИСТОМЕТР*** | Прибор, позволяющий производить замеры текучести (или консистенции) при давлении и температуре, которым подвергается цементный раствор в скважине. |
| ***ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ СКВАЖИНЫ*** | Процесс укрепления стенок скважины или создания непроницаемой перемычки в части ствола скважины с помощью тампонажного (цементного) раствора. |

* 1. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

|  |  |
| --- | --- |
| ***ЗАКАЗЧИК*** | Общество Группы, для удовлетворения потребностей которого осуществляется выполнение работ или оказание услуг. |
| ***ЗБС*** | Зарезка боковых стволов. |
| ***КОМПАНИЯ*** | Группа юридических лиц различных организационно-правовых форм, включая ПАО «НК «Роснефть», в отношении которых последнее выступает в качестве основного или преобладающего (участвующего) Общества. |
| ***МСЦ*** | Муфта ступенчатого цементирования. |
| ***ОБЩЕСТВО ГРУППЫ (ОГ)*** | Хозяйственное общество, прямая и (или) косвенная доля владения ПАО «НК «Роснефть» акциями или долями в уставном капитале которого составляет 20 процентов и более. |
| ***РИР*** | Ремонтно-изоляционные работы. |
| ***СНС*** | Статическое напряжение сдвига. |
| ***ISO*** | The International Organization for Standardization = Международная организация по стандартизации. |

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В тех случаях, когда настоящие Требований будут более жесткими по сравнению с аналогичными требованиями нормативных документов органов государственного надзора, преимущественную силу будут иметь настоящие Требования.

В случае необходимости выполнения работ по нестандартным технологиям генподрядчик проводит оценку, изучение конкретных рисков и согласовывает применение нестандартной технологии с Заказчиком.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ ПО ЦЕМЕНТИРОВАНИЮ СКВАЖИН

Необходимо проведение лабораторных испытаний всех материалов и/или сухих цементных смесей, предназначенных для приготовления и затворения цементных растворов до начала мобилизации материалов на объект выполнения работ.

Отбор проб для проведения лабораторных испытаний должен проводиться в соответствии с ISO 10426.2.

При выполнении работы по цементированию необходимо обеспечить плановые параметры закачки жидкостей в скважину: плотность, объём и производительность. Плотность буферных жидкостей и цементных растворов должна быть выдержана с максимальным отклонением ± 0,02 г/см³.

Во время закачки производить дополнительный контроль плотности цементных растворов герметизированными рычажными весами-плотномером.

Отобрать, герметично упаковать и промаркировать пробы сухих цементных смесей в количестве не менее 5 кг для каждого цементного раствора, жидкости затворения не менее 5.л.

Для определения плотности буферных жидкостей и цементных растворов необходимо использовать герметизированные рычажные весы-плотномер. При отсутствии герметизированных весов-плотномера допускается использование рычажных весов-плотномера, используемых для определения плотности бурового раствора, соответствующих требованиям ISO 10414.1 и при соблюдении требований альтернативной процедуры определения плотности цементного раствора в соответствии с требованиями ISO 10426.2.

Прочность цементного камня должна быть достаточной для обеспечения целостности цементного камня при возникающих нагрузках во время проведения дальнейших технологических операций. Значение прочности цементного камня указывается в проектной документации на строительство скважины.

При цементировании обсадных колонн необходимо учитывать температуры в нижней и в верхней части интервала цементирования. Эти температуры могут значительно отличаться. Методика проведения испытаний описана в разделе «Определение прочности при сжатии в верхней части длинной обсадной колонны» стандарта ISO 10426.2.

При цементировании хвостовиков определение прочности цементного камня следует производить при температуре в верхней части интервала цементирования

К отчету о проведении лабораторных испытаний должен прилагаться график набора прочности с данными о режиме испытаний.

Применение буферных жидкостей для исключения взаимодействия бурового раствора с цементным при установке цементных мостов, проведении РИР, цементировании обсадных колонн, за исключением направления, независимо от их назначения, в том числе цементируемых ступенями или секциями, обязательно.

Для обеспечения высокой степени вытеснения бурового раствора следует применять буферные жидкости с пластической вязкостью и динамическим напряжением сдвига выше соответствующих характеристик бурового раствора, а также комплексные буферные системы.

Буферная жидкость и ее фильтрат не должны ухудшать коллекторские свойства пород продуктивных пластов.

Генподрядчик подготавливает сводный отчет с описанием выполненных работ по скважинам, примененным технологиям, анализом качества работ, рекомендациями по повышению качества выполнения работ и оптимизации технологии крепления для каждого вида работ и представляет его на ежеквартальном техническом совещании.

Необходимо свести к минимуму риски и условия, приводящие к разрушению цементного кольца за обсадной колонной.

Для обеспечения целостности цементного кольца необходимо:

* В процессе цементирования обеспечить наличие соответствующих рецептур цементных растворов, обеспечивающих необходимую прочность и долговечность цементного камня.
* Свести к минимуму воздействие на обсадную колонну после образования цементного камня.
* В случае разрушения цементного кольца незамедлительно проводить работы по его восстановлению.

Для определения фактического состояния цементного камня за обсадными колоннами проводятся геофизические исследования. Результаты геофизических и иных исследований о состоянии цементного камня включаются в дело (паспорт) скважины.

Запрещается производить временную или постоянную разгрузку на цементный камень обсадных колонн, зацементированных не до устья скважины.

Опрессовка обсадных колонн (за исключением направления, хвостовика и потайной колонны) осуществляется непосредственно после получения давления в момент «СТОП».

Использование рукавов высокого давления в качестве линии высокого давления при выполнении работ по цементированию запрещено.

Оборудование для цементирования скважин, работающее под давлением, должно подвергаться ультразвуковой и магнитопорошковой дефектоскопии ежегодно и каждый раз после проведения ремонта.

Процедуры выбора технологии крепления, планирования, выполнения работ по креплению скважин и проведение контроля качества выполнения работ должны соответствовать ТИПОВЫМ ТРЕБОВАНИЯМ КОМПАНИИ «КРЕПЛЕНИЕ СКВАЖИН» № П2-05.01 ТТР-1208.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

К элементам технологической оснастки обсадных колонн относятся все устройства, включаемые в состав обсадной колонны или монтируемые на ее внутренней или наружной поверхности, являющиеся неотъемлемой частью, сформированной крепи скважины или выполняющие технологические функции для успешного спуска и цементирования обсадной колонны.

Элементы технологической оснастки, в том числе их резьбовые соединения, стыковочные узлы и др., включаемые в состав обсадной колонны, не должны снижать ее герметичность, расчетную прочность на растяжение, сжатие, изгиб, а также долговечность с учетом конкретных горно-геолого-технических условий их работы (температура статическая и динамическая, наличие или отсутствие агрессивных сред и др.).

Технологическая оснастка проверяется на соответствие диаметру обсадных труб и диаметру скважины, а также на возможность ее установки и фиксации непосредственно на обсадной трубе. Муфты с обратным клапаном, башмаки, устройства ступенчатого цементирования, прорабатывающие башмаки и пакеры проверяются на соответствие способу их разбуривания, их внутреннего диаметра диаметру долота для разбуривания и на соответствие марки стали технологической оснастки марке стали обсадной колонны. Проверка технологической оснастки проводится до ее завоза на объект проведения работ.

Допускается использовать только элементы технологической оснастки обсадных колонн, выпускаемые серийно или по отдельным заказам специализированными заводами-изготовителями по технической документации (паспорт, сертификат качества).

1. ЦЕНТРИРОВАНИЕ ОБСАДНЫХ КОЛОНН

Для получения равномерного заполнения кольцевого пространства цементным раствором и формирования однородной прочной цементной оболочки вокруг обсадной колонны необходимо производить центрирование обсадной колонны в стволе скважины.

Тип и места установки центрирующих элементов в обязательном порядке рассчитываются при составлении плана работ на цементирование и корректируются по данным фактического состояния ствола скважины по материалам ГИС. При отсутствии данных по фактическому состоянию ствола скважины допускается использовать усредненные коэффициенты кавернозности, основанные на опыте работы в соответствующем регионе.

Величина центрирования обсадной колонны равная 70% считается минимально допустимой для обеспечения качественного цементирования в интервалах, содержащих водоносные, газоносные или нефтеносные горизонты.

1. ОСНАЩЕНИЕ ЛАБОРАТОРИИ И ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

Проведение лабораторных испытаний необходимо для обеспечения безаварийности работ, контроля качества используемых материалов, проведения оптимизации компонентного состава, используемых при цементировании жидкостей и выполнения исследовательской работы по поиску новых путей решения возникающих технологических задач.

В регионе проведения работ должен быть обеспечен доступ к лаборатории, способной проводить все виды необходимых испытаний.

**Таблица 1.**

**Минимальный перечень лабораторного оборудования**

| **№** | **НАИМЕНОВАНИЕ** | **РЕГИОНАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ** | **ПОЛЕВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ** |
| --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | Набор для проведения анализа воды (Cl-, pH, мех. примеси) | + | + |
| 2 | Прибор/набор для определения значения pH | + | + |
| 3 | Весы лабораторные | + | + |
| 4 | Миксер постоянной скорости с двумя предустановленными скоростями 4000 и 12000 об/мин с возможностью регулировки скорости вращения | + | + |
| 5 | Рычажные весы-плотномер для определения плотности раствора под давлением | + | + |
| 6 | Атмосферный консистометр | + | + |
| 7 | Ротационный вискозиметр 6-ти скоростной с нагревателем для стакана |  | +1 |
| 8 | Ротационный вискозиметр 12-ти скоростной с нагревателем для стакана | + |  |
| 9 | Прибор для определения водоотдачи цементного раствора | + | + |
| 10 | Ультразвуковой анализатор цемента | + | + |
| 11 | Термобарический консистометр | + | + |
| 12 | Гидравлический пресс и формы для испытания цементных образцов на прочность при сжатии | + | +2 |
| 13 | Автоклав для выдержки образцов при высоком давлении и высокой температуре с автоматическим контролем температуры и давления |  |  |
| 14 | Коническая колба для определения водоотделения цементного раствора | + | + |
| 15 | Мерный цилиндр для определения водоотделения цементного раствора со штативом | + | + |
| 16 | Цилиндр для определения седиментационной устойчивости цементного раствора (осаждения) | + |  |
| 17 | Прибор для определения СНС в скважинных условиях (по ISO 10426-6) | + |  |
| 18 | Прибор для определения водоотдачи цементного раствора при высоком давлении и высокой температуре |  |  |
| 19 | Прибор для определения усадки/расширения цементного камня (по ISO 10426-5) | + |  |
| 20 | Водяная баня атмосферная для выдержки образцов при температуре до 82о C с цифровым управлением температурой. | + | +5 |
| 21 | Охладитель циркуляционный для консистометров и ультразвуковых анализаторов. | + | + |
| 22 | Пикнометр для определения истинной плотности веществ | + |  |
| 23 | Прибор для определения способности к смачиванию водой |  |  |
| 24 | Система сбора данных для термобарических консистометров и ультразвуковых анализаторов цемента. | + | + |

*Примечания*:

1. Допускается замена на вискозиметр 12-ти скоростной с нагревателем для стакана.
2. Допускается замена на ультразвуковой анализатор цемента.
3. При выполнении работ на скважинах с высоким давлением и/или высокой температурой.
4. При выполнении работ на скважинах с высоким давлением и/или высокой температурой.
5. Не требуется при замене гидравлического пресса на ультразвуковой анализатор цемента.
6. При выполнении работ на скважинах, бурящихся с применением буровых растворов на углеводородной основе.

Все лабораторное оборудование должно быть откалибровано по соответствующим методикам с соблюдением сроков проведения калибровок, описанным в ISO-10426.2. Данные калибровки должны регистрироваться и храниться для последующих проверок.

Лабораторные испытания цементов, материалов для цементирования, цементных растворов и буферных жидкостей должны проводиться в соответствии с методиками, изложенными в соответствующих частях стандарта ISO-10426, изменением №1 к ISO-10426.2, если не указано иное.

Каждая партия материалов для цементирования скважин должна подвергаться входному лабораторному испытанию на соответствие заявленным производителем характеристикам.

Результаты подтверждающих лабораторных испытаний должны быть включены в окончательную версию плана цементирования.

Минимальный перечень информации в лабораторном отчете об испытаниях цементного раствора для цементирования обсадной колонны:

* наименование методики испытаний;
* глубина спуска обсадной колонны по стволу и по вертикали (для цементных мостов – интервал установки моста);
* диаметр цементируемой обсадной колонны;
* концентрация добавок в цементном растворе в процентном соотношении по весу сухого цемента или количество литров добавки на тонну сухого цемента;
* выход цементного раствора из одной тонны цемента;
* водоцементное отношение;
* плотность цементного раствора;
* значение давления при проведении испытаний или таблица изменения давления во времени;
* забойная циркуляционная температура или таблица изменения температуры во времени;
* забойная статическая температура или таблица изменения температуры по глубине;
* прочность цементного камня на сжатие и график набора прочности;
* время загустевания и график набора консистенции (при использовании тиксотропных добавок, например, метасиликата натрия или гипса, обязательно дополнительно указывать время начала загустевания);
* величина водоотдачи;
* реологические параметры цементного раствора;
* величина водоотделения.
  1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТМЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БУФЕРНОЙ ЖИДКОСТИ

Отмывающая способность буферных жидкостей определяется в ходе лабораторных испытаний по методике, изложенной в п. 7.1.2 настоящих Требований.

При использовании буровых растворов на углеводородной основе дополнительно определяется способность к смачиванию водой поверхности обсадной колонны после воздействия буферной жидкости. Для определения способности к смачиванию водой проводят лабораторные испытания по стандартной методике, изложенной в ISO 10426.2.

* + 1. ОБОРУДОВАНИЕ

Для проведения лабораторных испытаний требуется следующее оборудование:

1. Весы лабораторные точностью в пределах ±0,1% от показываемой нагрузки.
2. Смеситель, вместимостью 1 л, имеющий привод к донной части и мешалку лопастного типа.
3. Консистометр, работающий при атмосферном давлении.
4. Ротационный вискозиметр (Рис. 1).
5. Подогреватель для стакана вискозиметра (Рис. 2).
6. Термометр или термопара, обеспечивающие измерение температуры с точностью в пределах ±0,5°С.
7. Втулка из металлической сетки с размером ячеек 0,25 мм (60 mesh). Внутренний диаметр втулки должен быть таким, чтобы втулку можно было плотно надеть на внешний цилиндр консистометра.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Рис. 1. Ротационный вискозиметр.** | **Рис. 2. Подогреватель для стакана вискозиметра.** |

|  |
| --- |
|  |
| **Рис. 3. Схема ротационного вискозиметра**  **1 – столик; 2 – чашка вискозиметра; 3 – измерительный цилиндр; 4 – наружный вращающийся цилиндр; 5 – вал подвески измерительного цилиндра; 6 – привод наружного цилиндра** |

* + 1. проведениЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Отмывающая способность буферных жидкостей должна обеспечивать удаление не менее 80% массы бурового раствора с сетки в течение не более 10 минут для обсадных колонн и в течение не более 5 минут для хвостовиков и цементных мостов.

Последовательность действий при проведении лабораторных испытаний:

1. Снять с вала подвески вискозиметра измерительный цилиндр.
2. На наружный вращающийся цилиндр вискозиметра надеть втулку из сетки (Рис. 4).

|  |
| --- |
|  |
| **Рис. 4. Вращающийся цилиндр со втулкой из сетки** |

1. Лопасть мешалки необходимо извлечь из смесителя и взвесить перед использованием, и, если потеря массы составляем более 10%, заменить лопасть на новую. Лопасть необходимо также проверять визуально на повреждения перед каждым применением и, по необходимости, заменять на новую.
2. Объема бурового раствора и буферной жидкости равного примерно 600 мл должно быть достаточно для выполнения большинства лабораторных испытаний, не переполняя контейнер для смешивания.
3. Температура воды затворения, сухих добавок и полученных сухих смесей, устройств для смешивания компонентов бурового раствора, буферной жидкости и их приготовления должна быть представительной для полевых условий смешивания. Если полевые условия неизвестны, температура воды затворения и сухих добавок должна быть 23°С ± 1°С непосредственно перед смешиванием. Во всех случаях температуры воды затворения и сухих добавок должны измеряться и документироваться.
4. Необходимо использовать воду из источника на месте. Если такого источника не имеется, необходимо использовать воду аналогичного состава. Если состав воды из источника на месте неизвестен, можно использовать дистиллированную, деионизованную или водопроводную воду. Воду затворения и любые жидкие добавки необходимо взвесить в чистом сухом контейнере для смешивания. Нельзя добавлять дополнительное количество воды для компенсации испарения или смачивания.
5. Для проведения испытаний используют отобранную на буровой площадке пробу бурового раствора или готовят пробу в лаборатории в соответствии с процедурой приготовления бурового раствора на буровой площадке. Перед проведением лабораторных испытаний пробу бурового раствора, отобранного на буровой площадке, тщательно перемешивают.
6. Для приготовления буферной жидкости взвешивают сухие материалы и тщательно и равномерно перемешивают, прежде чем добавлять в жидкость. Включают привод смесителя и устанавливают скорость на 4000 об/мин ± 200 об/мин (66,7 об/с ± 3,3 об/с). Если добавки присутствуют в воде затворения, перемешивают воду с указанной скоростью до тщательного диспергирования добавок, прежде чем добавлять сухую смесь. В определенных случаях порядок прибавления добавок к воде затворения может быть критическим. Необходимо зафиксировать документально все специальные процедуры смешивания и время смешивания. Сухую смесь вводят с равномерной скоростью, не быстрее чем в течение 15 с, если возможно. Некоторые составы буферной жидкости могут потребовать более продолжительного срока для смачивания сухой смеси полностью, однако время, требуемое на добавление смеси должно сохраняться минимальным. Когда все сухие материалы добавлены в воду затворения, закрывают контейнер крышкой и продолжают перемешивание со скоростью 12000 об/мин ± 500 об/мин (200 об/с ± 8,3 об/с) в течение 35 с.
7. Кондиционирование бурового раствора и буферной жидкости должно начинаться одновременно при температуре 27°С ± 1°С, или при температуре, соответствующей условиям скважиной площадки, а их нагрев согласно соответствующей схеме.
8. В течение 5 мин после приготовления помещают буровой раствор и буферную жидкость в отдельные контейнеры консистометра, работающего при атмосферном давлении.
9. Далее нагревают буровой раствор и буферную жидкость до циркуляционной забойной температуры, но не выше 88°С, согласно схеме изменения температуры, которая наиболее близко имитирует фактические скважинные условия. Ограничение в 88°С обусловлено безопасностью проведения испытаний.
10. С вала подвески снимают измерительный цилиндр ротационного вискозиметра.
11. На наружный вращающийся цилиндр надевают втулку из сетки.
12. Вращающийся цилиндр со втулкой из сетки устанавливают в ротационный вискозиметр, на столик вискозиметра устанавливают стакан с водой, поднимают столик так, чтобы втулка из сетки была полностью погружена в воду и оставляют ее в воде на 5 минут.
13. По истечении 5 минут опускают столик вискозиметра со стаканом с водой так, чтобы вращающийся цилиндр со втулкой из сетки полностью вышел из воды и оставляют на 2 минуты, чтобы лишняя вода стекла в стакан.
14. Аккуратно отсоединяют вращающийся цилиндр со втулкой из сетки от привода и проводят его взвешивание, установив его в вертикальном положении на весы. Полученное значение заносят в протокол лабораторного испытания буферной жидкости на отмывающую способность ([Приложение 1](#ПРИЛОЖЕНИЕ_4)).
15. Увлажненный водой вращающийся цилиндр со втулкой из сетки опять устанавливают в ротационный вискозиметр.
16. Как только буровой раствор достиг заданной температуры, прекращают его перемешивание, извлекают лопасть и энергично перемешивают, чтобы обеспечить его однородность.
17. Продолжительность периода кондиционирования фиксируют в документах.
18. Заполняют предварительно разогретый до циркуляционной забойной температуры стакан вискозиметра буровым раствором.
19. Стакан с буровым раствором устанавливают в нагреватель для поддержания температуры и устанавливают на столик вискозиметра.
20. Поднимают столик вискозиметра так, чтобы втулка из сетки была полностью погружена в буровой раствор и оставляют ее в буровом растворе на 5 минут.
21. По истечении 5 минут опускают столик вискозиметра со стаканом с буровым раствором так, чтобы вращающийся цилиндр со втулкой из сетки полностью вышел из бурового раствора и оставляют на 2 минуты, чтобы лишняя жидкость стекла в стакан.
22. Аккуратно отсоединяют вращающийся цилиндр со втулкой из сетки от привода и проводят его взвешивание, установив его в вертикальном положении на весы. Полученное значение записывают в протокол лабораторного испытания.
23. Покрытый буровым раствором вращающийся цилиндр со втулкой из сетки опять устанавливают в ротационный вискозиметр.
24. Заполняют предварительно разогретый до циркуляционной забойной температуры стакан вискозиметра буферной жидкостью, прошедшей кондиционирование.
25. Стакан с буферной жидкостью устанавливают в нагреватель для поддержания температуры и устанавливают на столик вискозиметра.
26. Поднимают столик вискозиметра так, чтобы втулка из сетки была полностью погружена в буферную жидкость и включают вращение привода вискозиметра со скоростью 100 об/мин.
27. Продолжительность времени воздействия буферной жидкости при проведении испытаний для обсадных колонн – 10 минут, для хвостовиков и цементных мостов – 5 минут.
28. По истечении времени воздействия выключают вращение вискозиметра и опускают столик со стаканом с буферной жидкостью так, чтобы вращающийся цилиндр со втулкой из сетки полностью вышел из буферной жидкости и оставляют на 2 минуты, чтобы лишняя жидкость стекла в стакан.
29. Аккуратно отсоединяют вращающийся цилиндр со втулкой из сетки от привода и проводят его взвешивание, установив его в вертикальном положении на весы. Полученное значение записывают в протокол лабораторного испытания.
30. Показатель отмывающей способности буферной жидкости для полученных результатов рассчитывают по следующей формуле:

(1)

где:

*mцбр –* масса вращающегося цилиндра со втулкой из сетки после погружения в буровой раствор, г; *mцбрб –* масса вращающегося цилиндра со втулкой из сетки после воздействия буферной жидкости, г; *mц* – масса вращающегося цилиндра со втулкой из сетки после погружения в воду.

1. Полученный результат расчета показателя отмывающей способности буферной жидкости заносят в протокол лабораторного испытания буферной жидкости на отмывающую способность ([Приложение 1](#ПРИЛОЖЕНИЕ_4)).

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 2

**Перечень приложений к Требованиям**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| НОМЕР ПРИЛОЖЕНИЯ | НАИМЕНОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ | ПРИМЕЧАНИЯ |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Шаблон протокола лабораторного испытания буферной жидкости на отмывающую способность | Включено в настоящий файл |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ШАБЛОН ПРОТОКОЛА ЛАБОРАТОРНОГО ИСПЫТАНИЯ БУФЕРНОЙ ЖИДКОСТИ НА ОТМЫВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ**

**Протокол лабораторного испытания буферной жидкости на отмывающую способность.**

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­\_\_\_\_ г.

Таблица 1. Параметры бурового раствора.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **ТИП БУРОВОГО РАСТВОРА / НАЗВАНИЕ** | **ПОСТАВЩИК** | **ПЛОТНОСТЬ, Г/СМ3** | **ПВ, сП** | **ДНС, дПа** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 1 |  |  |  |  |  |

Место и дата отбора пробы бурового раствора \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Таблица 2. Состав буферной жидкости.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **НАИМЕНОВАНИЕ МАТЕРИАЛА** | **НАЗНАЧЕНИЕ** | **КОНЦЕНТРАЦИЯ** | **ЕД.ИЗМ.** | **НОМЕР ПАРТИИ** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |

Циркуляционная температура, (°C) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Время воздействия буферной жидкости на втулку из сетки с буровым раствором \_\_\_\_\_ мин.

Масса вращающегося цилиндра со втулкой из сетки после погружения в воду \_\_\_\_\_\_ г (*mц*)

Масса вращающегося цилиндра со втулкой из сетки после погружения в буровой раствор \_\_\_\_\_ г (*mцбр*)

Масса вращающегося цилиндра со втулкой из сетки после воздействия буферной жидкости \_\_\_\_\_\_ г (*mцбрб*)

Показатель отмывающей способности буферной жидкости (Е)\_\_\_\_\_\_\_ %

***Должность, подпись, Ф.И.О. исполнителя испытаний:***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |