

Подготовлено: Отдел технологий и инжиниринга строительства скважин, УТиИСС

Дата: 27.02.2023

Тип документа: Рекомендованная методика

Рекомендации по определению седиментации утяжелителя в буровом растворе. Динамический sag test.

А. Определение оседания барита согласно ГОСТ ISO 10414-2 (используется sag shoe).

Методика определения седиментации утяжелителя в лабораторных условиях поэтапно приведена в ГОСТ 33697-2015 ISO 10414-2:2011 «Растворы буровые на углеводородной основе. Контроль параметров в промысловых условиях», Приложение «О» Раздел 5 Динамическое испытание оседания утяжелителя - метод VSST*.

Подробно с методикой можно ознакомиться в тексте ГОСТ ISO 10414-2. Основная её особенность – это использование накопительной вставки в термостакан - Sag Shoe (на рис. 1 обозначена цифрой 4). В ГОСТ 33697-2015 приводится как «фильтр оседания», в каталоге OFITE - #130-22 Sag Shoe Assembly.

Стандартизированный ГОСТ ISO тест **VSST** является базовой методикой определения **седиментации утяжелителя** в РВО и РУО при строительстве скважин на проектах ПАО «НК «Роснефть».

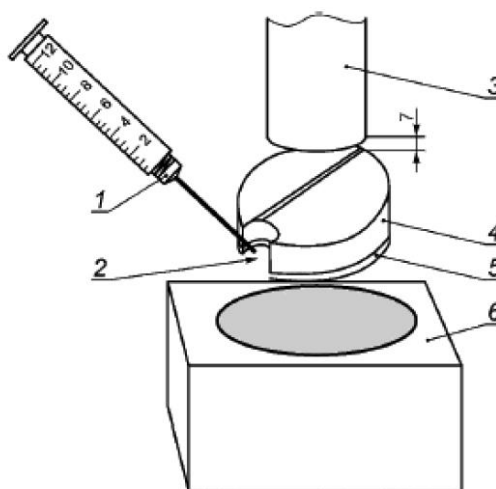


Рис.1. Общий вид и схема термостакана вискозиметра и накопительной вставки sag shoe.

* - VSST, Viscometer Sag Shoe Test, тест на седиментацию с использованием накопительной вставки или «башмака».

Принимая во внимание текущую укомплектованность полевых лабораторий и возможные затруднения с заказом нового оборудования, **допускается применение упрощенной методики** с использованием вискозиметра и термостакана без накопительной вставки, см. раздел Б.

Б. Определение оседания барита по адаптированной методике (динамический sag test).

Для определения седиментации барита требуется следующий **набор оборудования**:

1. Ротационный вискозиметр,
2. Термостакан для вискозиметра,
3. Термометр,
4. Электронные весы (до 0,01 г),
5. Шприц 10 см³,
6. Игла длиной 150 мм согласно ГОСТ ISO 10414-2 или самодельная насадка на шприц, изготовленная из инфузионной системы для инъекций (рис. 2).



Рис. 2. Дополнительное оборудование для проведения динамического sag test.

Подготовительный этап – калибровка* шприца на дистиллированной воде

1. Взвесить пустой шприц без иглы (насадки) на электронных весах с точностью до 0,01 г. Записать массу пустого шприца – $M_{\text{шпр}}$.
 2. Набрать в шприц дистиллированную воду немного больше отметки 10 мл на шкале. Держа шприц вертикально, довести объем воды до отметки 10 мл, выпуская при этом лишний воздух из верхней части шприца. Вытереть шприц насухо.
 3. Взвесить шприц с водой на электронных весах. Записать массу шприца с дистиллированной водой – $M_{\text{шпр+в}}$.
 4. Рассчитать массу воды в шприце $M_{\text{в}} = M_{\text{шпр+в}} - M_{\text{шпр}}$.
- Если масса воды $M_{\text{в}}$ не равна 10,0 г**, довести массу до значения 10,0 г путем добавления или выдавливания лишней воды.
5. Сделать на шприце калибровочную отметку – **10 мл**.

* - шкала на пластиковом шприце имеет погрешность вплоть до 0,5 мл. Калибровочная отметка может оказаться как до, так и после нанесенного на корпусе шприца значения 10 мл. Калибровку следует выполнять при каждой смене шприца.

** - 10,0 граммов дистиллированной воды занимает объем 10,0 мл.

Методика проведения теста

1. Установить термостакан на штатив ротационного вискозиметра.
2. Налить буровой раствор из кружки в термостакан, как при стандартном замере реологических параметров. Включить нагревание термостакана.
3. Установить вискозиметр на 600 об/мин. Не меняя режим, нагреть пробу БР до 49°C (120°F), или другой согласованной с заказчиком температуры исследования.
4. По достижению температуры 49°C убедиться, что показание вискозиметра при 600 об/мин стабилизировалось.
5. Перевести вискозиметр в режим 100 об/мин.
6. При включенном вращении ротора с помощью шприца с надетой иглой (насадкой) отобрать пробу БР необходимого объема со дна термостакана как можно ближе к нижней части ротора. Объем пробы должен быть немного больше «калибровочной метки», см. слайд 12, чтобы в вертикальном положении шприца выпустить из него воздух. В вязком буровом растворе могут сохраняться пузырьки воздуха, их следует удалить постукиванием по корпусу шприца.
7. Довести объем БР до 10,0 мл, установив поршень напротив калибровочной метки. Удалить следы раствора с поверхности шприца. Вытереть шприц насухо.
8. Восстановить объем в термостакане за счет свежей порции бурового раствора из кружки. Продолжать перемешивание при 100 об/мин, поддерживая заданную температуру 49°C.
9. Установить таймер на 30 мин.

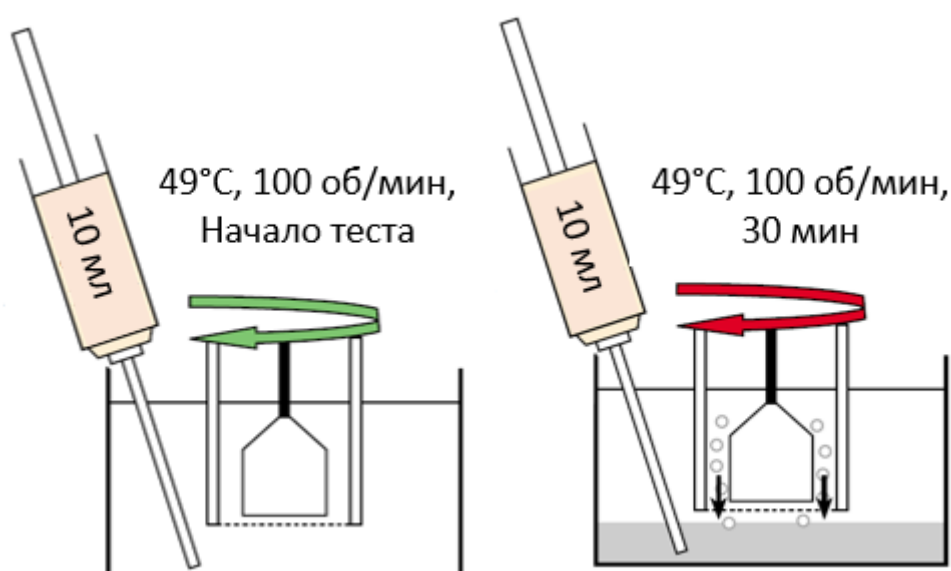


Рис. 3. Отбор образцов БР для определения значений «Плотность начальная» и «Плотность финальная».

10. Взвесить шприц без иглы (насадки) с 10,0 мл БР с точностью до 0,01 г. Записать массу шприца с раствором $M_{нач}$.

11. Выдавить БР из шприца, убедиться, что на его корпусе не осталось капель БР. Взвесить пустой шприц без иглы (насадки) с точностью до 0,01 г. Сравнить со значением $M_{\text{шпр}}$, полученным во время калибровки на дист. воде. В дальнейших расчетах использовать новое полученное значение $M_{\text{шпр}}$.

12. Рассчитать начальную плотность БР по формуле

$$\text{Плотность начальная} = (M_{\text{нач}} - M_{\text{шпр}}) \div 10^*, \text{ г/см}^3.$$

13. По истечению 30 мин перемешивания БР при включенном вращении ротора с помощью шприца с надетой иглой (насадкой) отобрать пробу БР необходимого объема из верхней части термостакана. При отборе пробы погружать конец иглы (насадки) в буровой раствор не глубже ~5...7 мм. Набрать немного больше калибровочной метки, удалить пузырьки воздуха. Выпустить избыток воздуха, держа шприц вертикально.

14. Остановить ротор вискозиметра.

15. Довести объем БР до 10,0 мл, установив поршень напротив калибровочной метки. Удалить следы раствора с поверхности шприца. Вытереть шприц насухо.

16. Взвесить шприц без иглы (насадки) с 10,0 мл БР с точностью до 0,01 г. Записать массу шприца с раствором $M_{\text{фин.верх}}$.

17. Рассчитать конечную плотность БР из верхней части термостакана по формуле

$$\text{Плотность финальная (верх)} = (M_{\text{фин.верх}} - M_{\text{шпр}}) \div 10, \text{ г/см}^3.$$

18. Отобрать пробу БР со дна термостакана, для этого повторить действия п. 6, 7 и 10. Записать массу шприца с раствором $M_{\text{фин}}$. Рассчитать конечную плотность БР со дна термостакана по формуле

$$\text{Плотность финальная} = (M_{\text{фин}} - M_{\text{шпр}}) \div 10, \text{ г/см}^3.$$

** - здесь и в остальных формулах расчета плотности, если используется шприц другого объема, то число в знаменателе дроби следует заменить на объем используемого шприца. Например, для шприца объемом 20 мл формулы примут общий вид: Плотность = $(M_1 - M_0) \div 20$.*

Обработка результатов теста

Рассчитать показатель седиментации (Sag Factor) двумя способами:

$$\text{Sag Factor 1} = \frac{\text{Плотность финальная}}{2 \times \text{Плотность начальная}},$$

$$\text{Sag Factor 2} = \frac{\text{Плотность финальная}}{\text{Плотность финальная (верх)} + \text{Плотность финальная}}.$$

Показатель седиментации **SF1** отражает изменение плотности БР в нижней части термостакана за 30 мин.

Показатель седиментации **SF2** отражает разницу между минимальной (сверху) и максимальной (на дне) плотностями БР по завершению теста.

В суточной отчетности следует фиксировать три значения замеренной плотности БР и два значения Sag Factor. Для принятия решения по обработке БР руководствоваться наибольшим из двух значений SF.

Суточная отчетность инженера по буровым растворам

Тест на оседание барита в динамических условиях (dynamic sag test) проводить не реже 2-х раз в сутки.

Включить в суточный рапорт по БР:

1. **Показатель седиментации**, рассчитанный двумя способами из значений:
 - а. начальной и конечной плотности на дне термостакана (**SF1**),
 - б. плотностей в верхней части термостакана и на его дне, замеренных по завершению теста (**SF2**).
2. Зафиксированные в ходе теста три значения плотности БР:
 - а. **Плотность начальная** – плотность раствора до проведения теста,
 - б. **Плотность финальная (верх)** – после теста из верхней части термостакана,
 - с. **Плотность финальная** – после теста на дне термостакана.

Показатель седиментации SF1 / SF2	0,535 / 0,532
Плотность начальн. / Плотность фин.верх / Плотность финальная	1,70 / 1,60 / 1,82

Рис. 4. Пример включения дополнительных параметров в суточный рапорт ИТСБР.

Дополнительно исходя из оснащенности полевой лаборатории проводить **статический тест на оседание барита** в условиях скважинной температуры.