



УДК 622.245.53

## ОТМЫВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ БУФЕРНОЙ ЖИДКОСТИ С ДОБАВКАМИ ПОВЕРХНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

### WASHING ABILITY OF THE BUFFER LIQUID WITH ADDITIVES OF POWERS-ACTIVE SUBSTANCES

**Агзамов Фарит Акрамович**

Профессор,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет  
faritag@yandex.ru

**Садртдинов Рималь Рамильевич**

Магистр,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет  
rrsadrtdinov@yandex.ru

**Аннотация.** Проанализирована одна из методик исследования отмывающей способности буферной жидкости содержащей ПАВ. Экспериментально изучено влияние анионоактивного ПАВ на кинетику удаления пленок буровых растворов различными буферными жидкостями. Проведена оценка изменения отмывающей способности буферных жидкостей при их смешении с буровым раствором.

**Ключевые слова:** отмывающая способности, буферная жидкость, ПАВ, смешение, крепление, цементирование.

**Agzamov Farit Akramovich**

Professor,  
Ufa state petroleum technological university  
faritag@yandex.ru

**Sadrtdinov Rimal Ramilievich**

Master,  
Ufa state petroleum technological university  
rrsadrtdinov@yandex.ru

**Annotation.** One of the methods of studying the laundering capacity of the buffer liquid containing surfactant is analyzed. Experimentally studied the influence anion-active surfactants on the kinetics removal drilling fluids of different buffer liquids. Evaluation changes of washing buffer ability of liquids, when mixing them with mud.

**Keywords:** washing ability, spacer fluid, a surfactant, mixing, well casing, cementing.

При цементировании обсадных колонн в качестве буферной жидкости часто используют водные растворы ПАВ, которые в некоторых случаях являются более предпочтительными, нежели другие растворы [1, 2]. Достаточно широкое распространение получил водный раствор сульфанола – алкилбензолсульфоната натрия, хорошо растворимый в воде и биоразлагаемый.

Добавка ПАВ снижает межфазное натяжение воды на границе с глинистой коркой, а так же уменьшает краевые углы избирательного смачивания, т.е. увеличивает смачиваемость частиц глины водой [3]. Уменьшение краевых углов в совокупности со снижением межфазного натяжения приводит к сильному (6–10 раз) ослаблению энергии связи частиц в корке, что позволяет под действием потока жидкости легче размывать и удалять фильтрационную корку со стенок скважины.

Механизм действия ПАВ достаточно полно передает рисунок 1, позаимствованный из работы [4].

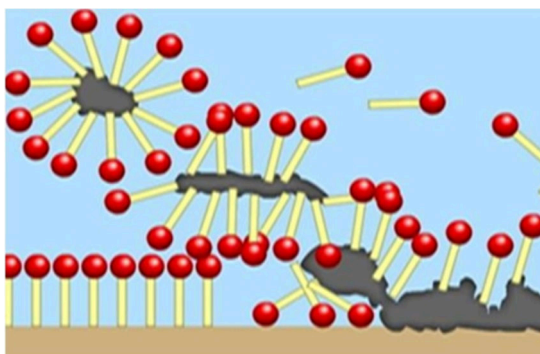


Рисунок 1 – Механизм действия ПАВ на глинистую корку

Методика исследования отмывающей способности основывалась на определении изменения массы фильтрационной корки, после воздействия буферной жидкостью в динамических условиях. Поскольку в процессе цементирования промывочная жидкость практически всегда смешивается с буферной жидкостью, ее отмывающая способность может снижаться. При проведении исследований



изучались буферная жидкость, содержащая ПАВ разбавленная буровым раствором в количестве 0; 25; 50; 75 %. Замер изменения массы фильтрационной корки. Измерения проводились в течение 30 мин через каждые 5 мин [5].

Поскольку объем буферной жидкости часто ограничивается 5–6 м<sup>3</sup>, то при существующих скоростях подъема цементного раствора в затрубном пространстве, время контакта буферной жидкости со стенкой скважины не превышает 5 минут [6, 7]. При этом важно достижение большего процента смыва в короткий промежуток времени, и сохранение данного эффекта при смешении с буровым раствором.

В качестве промывочной жидкости был использован буровой раствор, на основе бентонита непосредственно применяемый при бурении скважин, а в качестве ПАВ был выбран анионоактивный сульфенол с различными концентрациями. В качестве контрольной буферной жидкости использована вода.

На рисунке 2 показано снижение отмывающей способности воды, как буферной жидкости, при смешении с буровым раствором.

Из приведенных графиков, видно, что использование воды в качестве буферной жидкости, практически нецелесообразно, поскольку даже через 30 минут воздействия процент смыва не достигает 70 %, даже при отсутствии смешения.

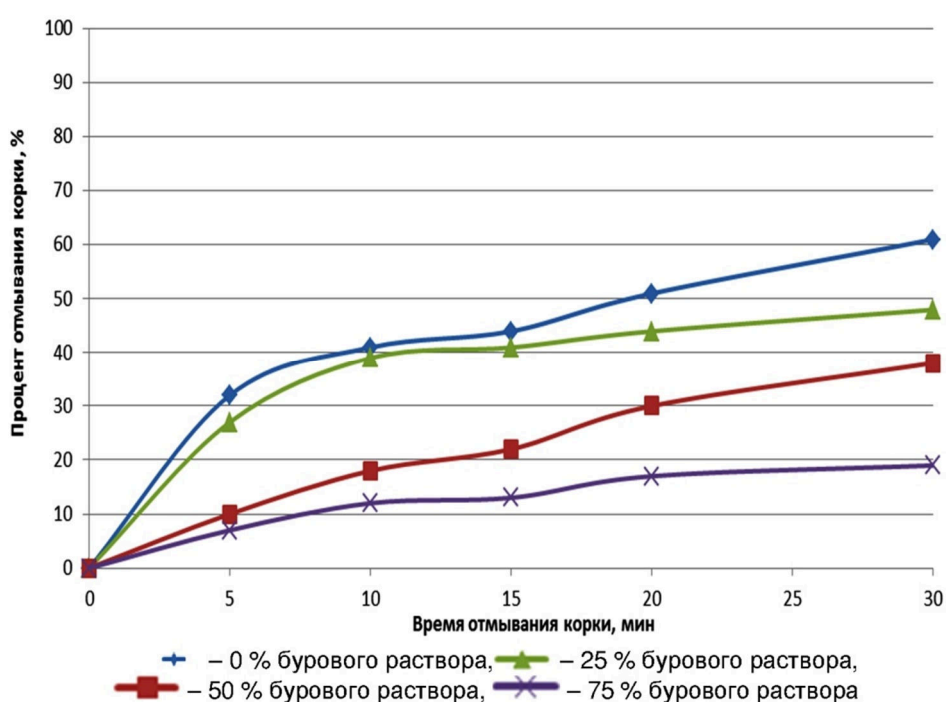


Рисунок 2 – Отмывающая способность буферной жидкости (вода)

Добавление поверхностно-активного вещества, (раствор сульфенола 1 %) существенно улучшает отмывающие свойства воды, что подтверждается рисунком 3. При этом важно, что при разбавлении этой буферной жидкости буровым раствором эффективность отмывающей способности практически не изменилась.

В сравнении с предыдущим экспериментом, отмывающая способность значительно улучшилась, на первых 5-ти минутах, наблюдаем отмывающую способность, которой воде не удалось достичь за все время эксперимента.

Повышение концентрации ПАВ не привело к увеличению отмывающей способности буферной жидкости, а даже наоборот, привело к ее некоторому снижению (рис. 4).

Мы полагаем, что чрезмерная концентрация молекул ПАВ в результате адсорбции на поверхности глинистой корки, может привести к дополнительному увеличению поверхностной энергии, которая удерживает на своей поверхности твердую фазу бурового раствора.

Справедливость данной гипотезы была подтверждена использованием в жидкости «жертвенного» ПАВ, в качестве которого использован анионоактивный ФХЛС в концентрации с основным ПАВ в концентрации 1 : 1.

Выбрана наиболее оптимальная концентрация сульфенола 1 % и 1 % ФХЛС соответственно. В дальнейшем для более точного подбора точной концентрации «жертвенных» ПАВ, необходимо определения размера частиц молекул, и результирующей энергии при снижении поверхностного натяжения. Результат совместного действия раствора двух ПАВ представлен на рисунке 5.

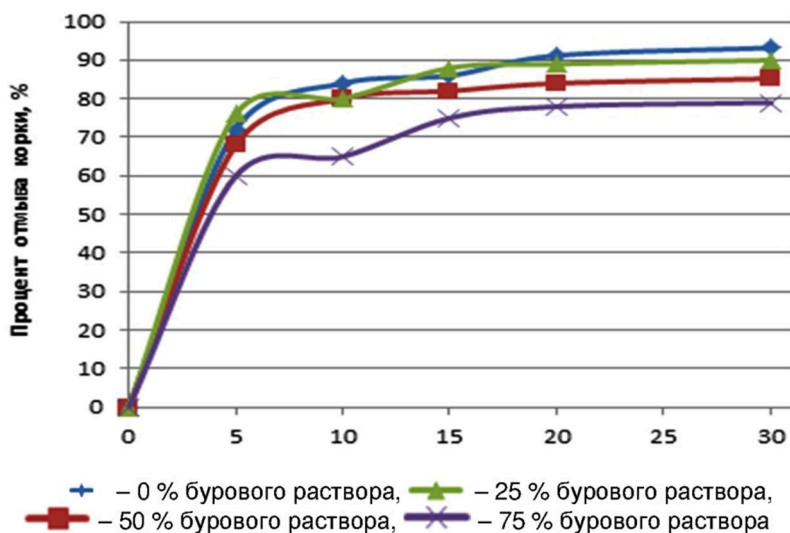


Рисунок 3 – Отмывающей способности водного раствора 1 % сульфанола

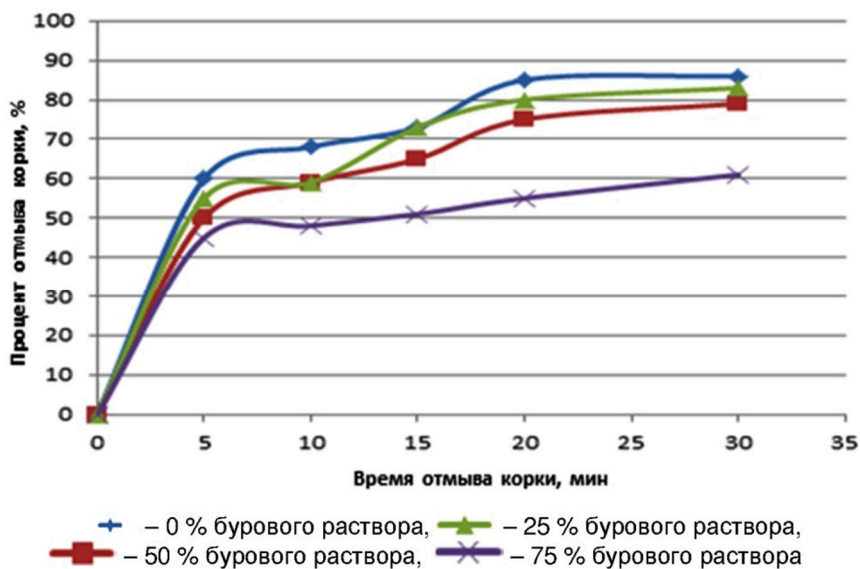


Рисунок 4 – Отмывающая способность водного раствора 2 % сульфанола

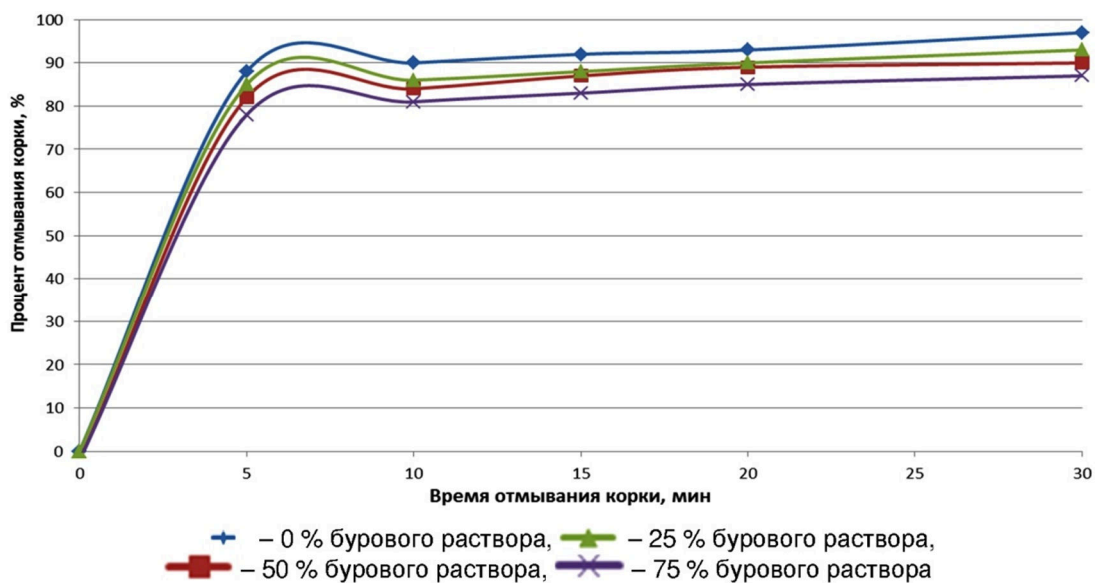


Рисунок 5 – Отмывающая способность водного раствора сульфанола и ФХЛС

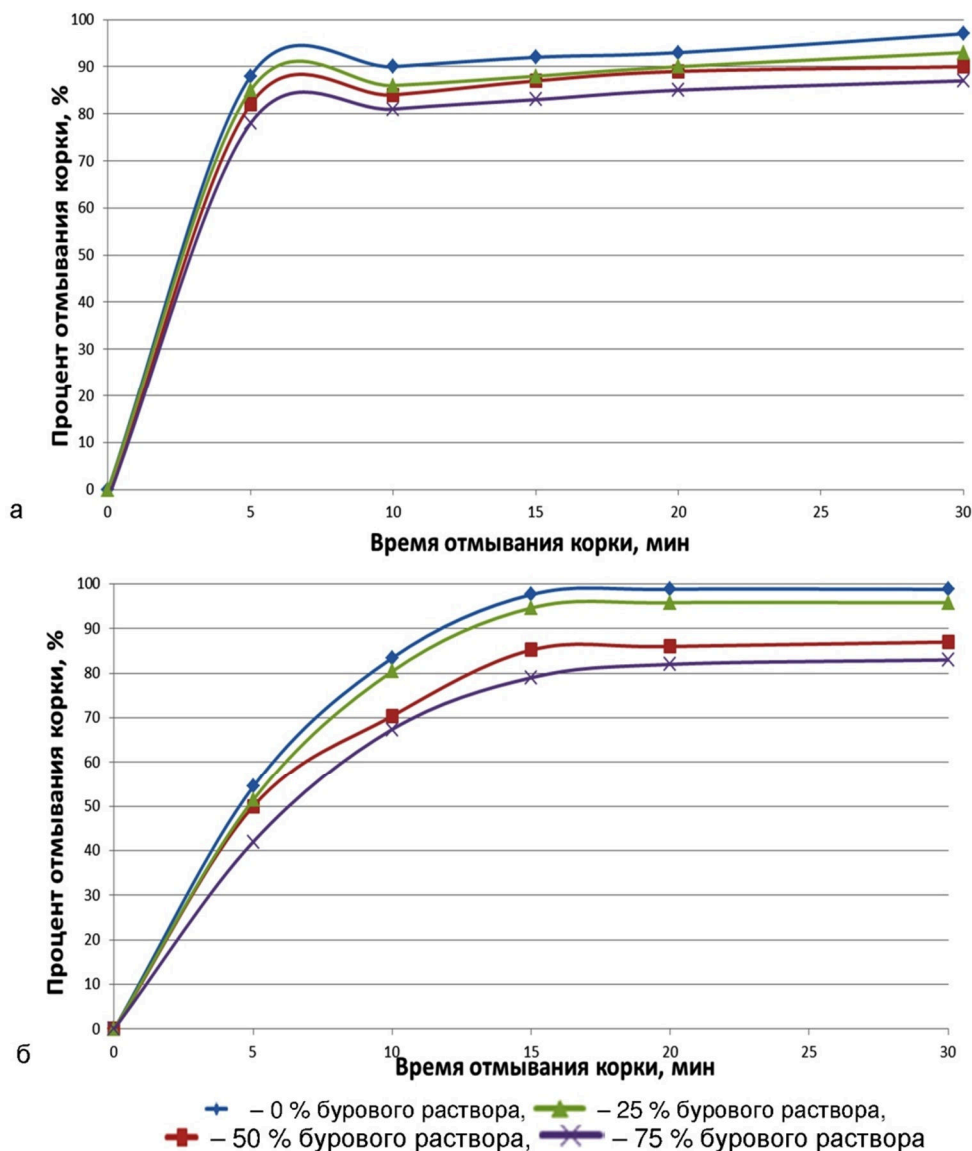


При этом отмывающая способность буферной жидкости, содержащей комбинацию ПАВ, даже при смешении с 75 % бурового раствора, превышает 80 % через 5 мин воздействия, а практически полное удаление глинистой корки достигается к окончанию эксперимента (30 мин).

При использовании единственного ПАВ, его молекулы участвовали в адсорбции на поверхности глинистой корки, так и на поверхности глинистых частиц. При использовании «жертвенного» ПАВа, который блокировал свободные частицы, которые мешали осуществлять свою задачу основному.

На следующем этапе ставилась задача оценки влияния концентрации частиц твердой фазы в буровом растворе на концентрацию ПАВ в буферном растворе для достижения максимальной отмывающей способности.

Для этого были проведены эксперименты с растворами, имеющими различную концентрацию твердой фазы, которая косвенно характеризовалась плотностью бурового раствора. Результаты экспериментов показаны на рисунках 6.

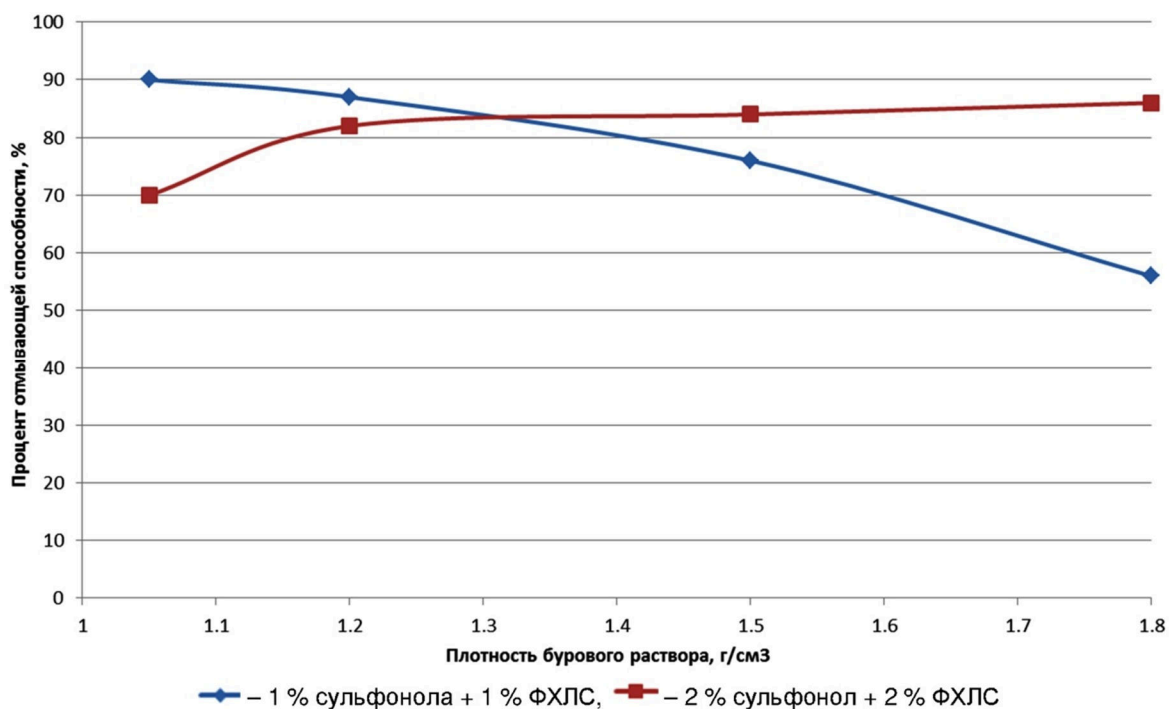


**Рисунок 6** – Влияние концентрации твердой фазы в буровом растворе на отмывающую способность буферной жидкости при ее смешении с буровым раствором

На рисунке 6а и 6б представлена зависимость буферной жидкости представляющая собой раствор сульфанола 1 % и ФХЛС 1 %.

При плотности бурового раствора 1200 кг/м<sup>3</sup> отмывающая способность буферной жидкости остается высокой, даже при смешении с буровым раствором. С увеличением плотности бурового раствора (повышения концентрации твердой фазы) наблюдается значительное снижение отмывающей способности буферной жидкости на ранней стадии, через 5 мин воздействия (рисунок 6б).

Зависимости, отражающие влияние плотности бурового раствора на отмывающую способность буферной жидкости, впервые 5 минут воздействия комбинированной буферной жидкости на глинистую корку при отсутствии смешения рисунок 7.



**Рисунок 7** – Влияние плотности бурового раствора на отмывающую способность буферной жидкости

На приведенном рисунке, при использовании комбинированной жидкости с концентрацией 1 % сульфонола и 1 % ФХЛС, наблюдаем снижение отмывающей способности с увеличением плотности бурового раствора. Данное явление вызвано тем, что при увеличении концентрации растет и количество частиц твердой фазы, на которых происходит активных элементов буферной жидкости. Вследствие чего не может быть в полной мере эффективно выполнена основная функция используемых реагентов.

При увеличении концентрации до 2 % обоих ПАВ, на больших плотностях бурового раствора, нам удалось сохранить отмывающая способность на достаточно высоком уровне. Но при возникновении смешения, гарантировать приемлемую отмывающую способность нельзя.

Подбор определенного состава буферной жидкости позволит повысить отмывание буферной жидкости стенок скважины от глинистой корки, даже при возникновении смешения с буровым раствором, так и при высоком содержании частиц твердой фазы.

### Литература:

1. Технология бурения нефтяных и газовых скважин : Учебник для студентов вузов. – В 5 т. / Ф.А. Агзамов [и др.] ; под общей редакцией В.П. Овчинникова. – Тюмень, 2014. – Том 1.
2. Заканчивание скважин : Учебное пособие для вузов / В.П. Овчинников [и др.]. – Тюмень, 2011. – 452 с.
3. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества: Свойства и применение. 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия, 1981. – 304 с.
4. Разработка нефтяных месторождений с применением поверхностно-активных веществ / Г.А. Бабалян [и др.]. – М. : Недра, 1983. – 216 с.
5. Cementing Engineering : Manual 2.B.5. Surfactant Selection (Dec.2002) Schlumberger.
6. Булатов А.И., Долгов С.В. Спутник буровика. В 2-х книгах. – М. : ООО «Недра-бизнесцентр», 2006. – Книга 1.
7. Булатов А.И., Уханов Р.Ф.М. Совершенствование гидравлических методов цементирования скважин. – М. : Недра, 1978. – 240 с.

### References:

1. Technology of drilling of oil and gas wells : Textbook for students of higher education institutions. – In 5 v. / F.A. Agzamov [etc.] ; under the general edition of V.P. Ovchinnikov. – Tyumen, 2014. – V. 1.
2. Completion of wells : Manual for higher education institutions / V.P. Ovchinnikov [etc.]. – Tyumen, 2011. – 452 p.
3. Abramzon A.A. Surfactants: Properties and application. 2nd prod., reslave. and additional – L. : Chemistry, 1981. – 304 p.
4. Development of oil fields with use of surfactants / G.A. Babalyan [etc.]. – M. : Nedra, 1983. – 216 p.
5. Cementing Engineering : Manual 2.B.5. Surfactant Selection (Dec.2002) Schlumberger.
6. Bulatov A.I., Dolgov S.V. Sputnik of the driller. In 2 books. – M. : LLC Nedra-businesscentre, 2006. – Book 1.
7. Bulatov A.I., Ukhanov R.F.M. Improvement of hydraulic methods of cementation of wells. – M. : Nedra, 1978. – 240 p.