УДК 622.24

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БУФЕРНАЯ ЖИДКОСТЬ

MULTIFUNCTIONAL BUFFER FLUID

Каменских Сергей Владиславович
кандидат технических наук,
доцент,
доцент кафедры бурения, машин и оборудования
нефтяных и газовых промыслов (БМОН и ГП),
Ухтинский государственный технический университет (УГТУ)
skamenskih@ugtu.net

Аннотация. Одним из путей повышения качества цементирования является применение буферных жидкостей, которые при этом не всегда позволяют в полной мере решить поставленные задачи. Поэтому разработка состава буферной жидкости и ее применение при цементировании, в том числе в сложных горно-геологических условиях, является актуальной задачей. В статье представлены результаты разработки многофункциональной буферной жидкости, которая обеспечивает качественную подготовку ствола скважины к цементированию в условиях сероводородной агрессии и поглощений.

Ключевые слова: многофункциональная буферная жидкость, моюще-эрозионная, вытесняюще-кольматирующая (вязкоупругая), адгезионно-кольматирующая порции, сероводородная агрессия, поглощение.

Kamenskikh Sergey Vladislavovich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Drilling, Machinery and Equipment
of Oil and Gas Fields
Ukhta State Technical University (USTU)
skamenskih@ugtu.net

Annotation. One of the ways to improve the quality of cementing is the use of buffer fluids, which do not always allow to fully solve the tasks. Therefore, the development of the spacer composition and its use in cementing, including in difficult mining and geological conditions, is an urgent task. The article presents the results of the development of a multifunctional buffer fluid that ensures high-quality preparation of the wellbore for cementing in conditions of hydrogen sulfide aggression and absorptiones.

Keywords: multifunctional buffer fluid, washing-erosion, displacement-colmating (viscoelastic), adhesion-colmating portions, hydrogen sulfide aggression, absorption.

Одним из наиболее распространенных методов качественной подготовки ствола скважины к цементированию является применение буферных жидкостей, выполняющих ряд важных функций [1–3 и др.]. Однако использование различных типов буферных жидкостей не всегда позволяет достичь желаемого результата. Поэтому разработка функциональных составов буферных жидкостей и их эффективное применение при цементировании, в том числе в осложненных горно-геологических условиях, является актуальной задачей.

При первичном вскрытии компании применяют специальные промывочные жидкости, формирующие на поверхностях фильтрации тонкие и прочные фильтрационные корки, которые проблематично удалить со стенок скважины и обеспечить качественное цементирование. Поэтому для отмывания фильтрационной корки с поверхности пород требуется применение моющей буферной жидкости, которая при этом может вызвать недоподъем тампонажного раствора в затрубье вследствие фильтрации жидкой фазы и продуктов гидратации на начальных стадиях твердения цементного камня. В результате необходимо сразу после отмывания корки создать кольматирующий непроницаемый экран, обеспечивающий качественное сцепление цемента со стенками скважины и металлом. Присутствие высокопроницаемых пластов, вмещающих сероводород (H_2S), в разрезе скважин предъявляет ряд дополнительных требований к составам буферных жидкостей. В частности, требуется кольматирующая смесь, снижающая проницаемость призабойной зоны пласта (ПЗП) и обеспечивающая предупреждение поглощений тампонажных жидкостей, в том числе в агрессивных средах. Использовать при этом одну буферную жидкость может оказаться малоэффективно. Поэтому предлагается использовать многофункциональную буферную жидкость (МФБЖ), включающую три порции: моюще-эрозионную, вязкоупругую и адгезионно-кольматирующую. В итоге, совместно с применением моюще-эрозионной порции, которая требуется для смывания и удаления фильтрационных корок с поверхности горных пород, возникает необходимость дополнительного применения вязкоупругого состава для вытеснения бурового раствора из ствола скважины, кольматации высокопроницаемых пластов и нейтрализации H_2S. Третья порция обеспечит увеличение прочности сцепления цемента с ограничивающими поверхностями, повышая качество подготовки ствола скважины к цементированию в условиях сероводородной агрессии и поглощений.

На кафедре бурения ФГБОУ ВО «УГТУ» проведены исследования [2, 3 и др.]. В качестве моющих буферных жидкостей использовались растворы электролитов (хлориды кальция, калия и натрия, сульфат алюминия) в концентрациях 5, 10, 15 % с добавкой полианионной целлюлозы 0,5 % как с применением НТФ и Atren SA, так и без них. Дополнительно оценивалось влияние на отмывающую

способность абразивного компонента, в качестве которого использовалось гранулированное пеностекло (ГПС) в концентрациях 2,5; 5,0; 7,5 и 10,0 %. Для оценки отмывающей способности различных буферных жидкостей использовались фильтрационные корки безглинистого высокощелочного и малоглинистых буровых растворов. Моющая способность буферных составов оценивалась по разрушению структуры фильтрационных корок и изменению их масс до и после воздействия буферной жидкости при различных скоростях течения. Разрушение структуры фильтрационных корок оценивалось косвенно по изменению объема отфильтровавшейся буферной жидкости через сформированные корки [2, 3].

Анализ результатов исследований позволил сделать следующие выводы [2, 3].

1. Все буферные жидкости в той или иной степени положительно воздействуют на ПЗП. Эффективность применения буферной жидкости возрастает, если обработать ее электролитом в концентрации 10 %. Увеличение концентрации соли с 10 до 15 % малоэффективно по причине возникновения ряда трудностей, связанных с приготовлением буферных жидкостей в промысловых условиях и ростом материальных и транспортных затрат. Интенсивность фильтрации исследованных электролитов как с использованием НТФ и Atren SA, так и без них, распределяется следующим образом: $CaCl_2$ > KCl > $Al_2(SO_4)_3$ > NaCl. Значительное влияние на интенсивность отмывания фильтрационных корок со стенок скважины оказывает содержание в применяемом буровом растворе бентонита и присутствие биополимера, лигносульфонатов и танинов. Проницаемость корок буровых растворов увеличивается в большей степени при использовании в качестве буферных жидкостей многокомпонентных систем: 0,5 % стабилизатора (PAC-R), 10 % электролита (CaCl2 или KCl) и 0,1 % НТФ.

2. Добавление в состав моющей буферной жидкости ГПС увеличивает отмывающую способность, которая зависит от содержания твердой фазы. При отсутствии твердой фазы (безглинистые растворы) применение ГПС не требуется. При содержании твердой фазы до 1 и 3 % оптимальная концентрация ГПС составляет 5 и 10 % соответственно.

3. Увеличение скорости течения буферной жидкости с 1,0 до 4,7 м/с повышает объем фильтрата на 80 % и уменьшает массу корок на 30 %. Увеличение времени воздействия на корку с 5 до 10 минут повышает объем фильтрата на 10 % и уменьшает массу корок на 12 %.

После смывания и удаления фильтрационной корки с поверхности горных пород необходимо вытеснить буровой раствор из ствола скважины и изолировать высокопроницаемые пласты с агрессивными флюидами, для чего предлагается использовать **вязкоупругую порцию**. Снижение проницаемости ПЗП позволяет замедлить скорость коррозии цемента, находящегося в контакте с H_2S. В работе [4] предлагается после спуска обсадной колонны закачивать в пласт известковую суспензию, которая при взаимодействии с H_2S нейтрализует его еще до проникновения к цементу, повышая его долговечность. По данным [4] использование известково-кремнеземистой смеси позволило создать изолирующий экран и улучшить качество сцепления цемента со стенками скважины.

Предлагается в качестве вязкоупругого состава использовать биополимерную кольматирующую смесь (БПКС), способную эффективно изолировать высокопроницаемые пласты, содержащие H_2S [5].

После вытеснения бурового раствора из ствола скважины и кольматации высокопроницаемых пластов, содержащих H_2S, необходимо повысить прочность сцепления цемента с породами и металлом, для чего предлагается использовать **адгезионно-кольматирующую порцию**. В промысловой практике для повышения качества сцепления цемента со стенками скважины и обсадной колонной используют тампонажные смеси с повышенной величиной водосмесевого отношения.

В качестве тампонажной смеси с повышенным водосмесевым отношением предлагается использовать цемент ПЦТ I-G СС-1 с добавкой газблока в концентрации 0,5 %. Требуемую плотность адгезионно-кольматирующей порции МФБЖ можно подобрать путем регулирования (изменения) водосмесевого отношения.

Проведенные исследования позволили разработать состав многофункциональной буферной жидкости, которая при турбулентном режиме течения в затрубном пространстве обеспечивает смывание и удаление фильтрационных корок с поверхности горных пород (моюще-эрозионная); вытеснение бурового раствора из ствола скважины и кольматацию высокопроницаемых пластов, вмещающих H2S (вязкоупругая); увеличение прочности сцепления камня с ограничивающими поверхностями (адгезионно-кольматирующая), повышая в целом качество подготовки ствола скважины к цементированию в условиях сероводородной агрессии и поглощений.

Список литературы:

1. Ашрафьян М.О. Повышение качества разобщения пластов в глубоких скважинах. – М. : Недра, 1989. – 228 с.

2. Каменских С.В. Исследование отмывающей способности буферных жидкостей / С.В. Каменских, Н.М. Уляшева // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 3. – С. 21–26.

3. Вороник А.М. Разработка решений по повышению качества крепления скважины в условиях поглощений и сероводородной агрессии / А.М. Вороник [и др.] // Инженер-нефтяник. – 2016. – № 1. – С. 5–11.

4. Агзамов Ф.А. Долговечность тампонажного камня в коррозионно-активных средах / Ф.А. Агзамов, Б.С. Измухамбетов. – СПб. : ООО «Недра», 2005. – 318 с.

5. Каменских С.В. Разработка рецептуры биополимерной кольматирующей смеси для ликвидации поглощений в проницаемых горных породах / С.В. Каменских // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2017. – № 7. – С. 15–21.

List of references:

1. Ashrafyan M.O. Improving the quality of formation isolation in deep wells. – M. : Nedra, 1989. – 228 p.

2. Kamenskikh S.V. Study of the washing ability of buffer liquids / S.V. Kamenskikh, N.M. Ulyasheva // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 3. – P. 21–26.

3. Voronik A.M. Development of solutions to improve the quality of well casing in conditions of absorption and hydrogen sulfide aggression / A.M. Voronik [et al.] // Petroleum engineer. – 2016. – № 1. – P. 5–11.

4. Agzamov F.A. Durability of cement stone in corrosive environments / F.A. Agzamov, B.S. Izmukhambetov. – SPb.. : Nedra LLC, 2005. – 318 p.

5. Kamenskikh S.V. Development of a formulation for a biopolymer bridging mixture to eliminate absorption in permeable rocks / S.V. Kamenskikh // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2017. – № 7. – P. 15–21.