

ЭКОЛОГИЧНОСТЬ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ

Флик Е.А., Колодяжная Ю.Е.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. В статье проведена оценка экологической безопасности буровых растворов, широко применяемых в настоящее время в нефтегазодобывающей отрасли. Показана активная разработка систем буровых растворов на водной основе с использованием биополимера ксантана.

Ключевые слова. Буровые растворы, экологическая безопасность, ксантан.

ENVIRONMENTAL DRILLING SOLUTIONS ON THE POLYMERIC BASIS

Flik E.A., Kolodyazhnaya Y.E.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Annotation. The article assesses the environmental safety of drilling fluids that are currently widely used in the oil and gas industry. It shows active development of water-based drilling fluid systems using xanthan biopolymer.

Keywords. Drilling fluids, environmental safety, xanthan gum.

В настоящее время экологическая безопасность деятельности объектов нефтегазовой отрасли - наиважнейший вопрос функционирования как в отечественной, так и в мировой энергопромышленности.

Однако, ежегодное усложнение технико-технологических условий бурения эскортируется увеличением рисков возникновения аварийно-опасных ситуаций, которые могут быть связаны с техногенными авариями, в том числе с отрицательным воздействием на экосистему.

По данным [1-3], в последние годы наблюдений, как в российской, так и в мировой нефтегазодобывающей отрасли наметились два основных направления:

- увеличение дебитов скважины за счет технологий повышения нефтеотдачи и нефтеизвлечения как на уже эксплуатируемых, так и на неизведанных месторождениях;
- разработка месторождений, которые не эксплуатировались ранее по причине сложных горно-геологических, технологических, климатических и экологических условий.

Повышения результатов можно достичь, внедряя строительство скважин с большим зенитным углом, скважин с горизонтальным окончанием и многозабойных (многоствольных) скважин, делая особый акцент на технологии первичного вскрытия. Большее значение при этом приобретает тип и качество бурового раствора.

Буровые растворы, используемые при бурении нефтяных и газовых скважин для выноса выбуренной породы, предотвращения проникновения в скважину пластовых вод, нефти и газа, представляют собой структурированные коллоидно-суспензионные системы.

Такие буровые растворы выполняют важные задачи, включая контроль давления в пласте, минимизацию повреждения пласта, поддержание стабильности ствола скважины, приостановку и проведение рубок, а также охлаждение и смазку буровых долот. Успешные операции бурения в значительной степени зависят от выбора жидкостей с желаемыми свойствами, которые в значительной степени определяются их реологическими и фильтрационными свойствами жидкости. Недостаток требуемой производительности жидкостей может привести к серьезным проблемам бурения, таким как дифференциальное залипание, потеря циркуляции, нестабильность ствола скважины и повреждение пласта. Эти проблемы становятся более серьезными при глубоком бурении из-за ухудшения свойств бурового раствора в результате значительного повышения температуры и давления.

Цель данной работы - провести оценку экологической безопасности буровых растворов различного типа, используемых в нефтегазодобывающей отрасли.

Как показывает обзор литературных данных, универсальные стандартные методики буровых растворов практически отсутствуют, так как их применение зависит от сочетания многих факторов. Свойства буровых растворов могут существенно меняться в процессе бурения по мере нарастания глубины скважины и при прохождении разных по структуре горных пород. Это

обстоятельство не позволяет давать точную предварительную оценку возможного воздействия на окружающую среду [4--6].

В настоящее время в бурении нефтегазовых скважин активно используются два основных типа буровых растворов:

1 тип - буровые растворы на водной основе (БРВО);

2 тип - буровые растворы на нефтяной основе (БРНО)/или эмульсионные буровые растворы.

К преимуществам буровых растворов на нефтяной основе можно отнести:

- обеспечение лучшей производительности в сложных температурных условиях;
- способствуют возникновению меньшего количества проблем при бурении сланцевых пластов;
- позволяют бурение соляных зон с незначительным растворением соли;
- обеспечение нужного качества бурения и вскрытия с сохранением проницаемости призабойной зоны пласта;
- исключение затяжки инструмента;
- обеспечение устойчивости ствола скважины и выноса шлама;
- высокая смазывающая способность благодаря наличию в составе углеводородного филътрата.

Благодаря вышеперечисленным качествам, такие растворы оказывают минимальное воздействие на гидратацию терригенных отложений и позволяют бурить скважины со значительными зенитными углами и проложениями. Эффективность биополимеров в качестве добавок к таким растворам значительно снижается, и наиболее часто в них находят применение бентонит, благодаря своим коллоидным свойствам. Однако, высокая концентрация бентонита в жидкостях может снизить эффективность бурения и даже привести к таким проблемам, как дифференциальное прилипание, неэффективная очистка ствола скважины и повреждение пласта. Кроме того, флокуляция бентонита при более высокой температуре и давлении является одним из основных факторов, приводящих к сбоям буровых растворов. Поэтому крайне желательно применять бентонитовые добавки в буровых растворах – в особенности на основе нефти [3-7].

Однако, БРНО имеют следующие недостатки:

- высокая экологическая агрессивность за счет высокого содержания в своем составе ароматических соединений;
- уплотнение при загрязнении пластовыми водами и большим количеством гидрофильной твердой фазы;
- загущение при потере части дисперсионной среды при фильтрации;
- изначально более высокие гидравлические характеристики в сравнении с растворами на водной основе;
- зависимость реологических характеристик БРНО от температуры.

Высокая экологическая агрессивность прекурсоров буровых систем влечет экономические затраты в связи с применением дорогостоящих экологически безопасных способов утилизации. В большинстве стран на предприятиях по производству буровых растворов наложены многочисленные ограничения на сырье, которое они используют в производстве БРНО, а также на методы их утилизации [6-9].

Альтернативой буровым растворам на нефтяной основе являются буровые растворы на полимерной основе. Технологическая эффективность полимерных буровых растворов обусловлена целым рядом своеобразных характеристик, присущих только им и отличающих их от вышерассмотренных типов буровых растворов. Отличительными характеристиками полимеров являются: большая молекулярная масса (молекулярная масса полимеров, используемых при бурении скважин, варьирует от 10^4 до 10^7 у.е.), конформационное и конфигурационное многообразие, определенная и вполне удовлетворительная прочность цепи макромолекулы, а также полиэлектролитные свойства; способность к межмолекулярным взаимодействиям (т.е. поверхностную активность). Многочисленными исследованиями было установлено, что полимерные растворы характеризуются псевдопластическим режимом течения, проявляющемся в том, что вязкостные свойства полимерных растворов в значительной степени зависят от скорости сдвига. В диапазоне скоростей сдвига, характерных для течения в затрубном пространстве, полимерный раствор имеет повышенную вязкость, что способствует более полному выносу выбуренной породы на поверхность и повышает устойчивость стенок скважины, за счет адсорбции полимера на породе. Применение полимерных растворов позволяет создавать малопроницаемые корки, пленки-корки, уменьшающие влагоперенос филътрата бурового раствора в глинистые породы и тем самым, обуславливающие длительную устойчивость стенок скважины. Флокулирующие свойства полимеров обуславливают высокую степень очистки безглинистых растворов от частиц выбуренной породы.

В настоящее время считается, что альтернативой полимерной основой для буровых растворов служат реагенты полисахаридной природы – производные ксантана, целлюлозы, геллана, крахмала и др. Среди полисахаридов, применяющихся при бурении скважин, наиболее распространены полисахариды растительного происхождения (крахмал, целлюлоза, гуаровая камедь и др.), модифицированные полисахариды (карбоксиметилцеллюлоза, полианионная целлюлоза и др.), а также полисахариды микробного происхождения (ксантан, декстран и др.) [6-8]. Отличительные положительные характеристики реагентов на углеводной основе: проявление высоких эксплуатационных свойств, легкая деструкция с сохранением естественной проницаемости, высокая экологичность. Полисахаридам во время строительства скважины свойственно образовывать кольматационный экран, способный не пропускать фильтраты буровых и цементных растворов в продуктивный пласт и со временем деструктировать до простых сахаров, восстанавливая первоначальную проницаемость коллектора. Широкое внедрение реагентов на полисахаридной основе позволяет сократить расход химических прекурсоров и материалов, сократить затраты физического труда, что способствует сокращению сроков строительства скважин и экономии материальных затрат.

В современных методиках полисахариды широко используются практически во всех буровых растворах. Разработано большое количество полимерных композиций для приготовления промывочных жидкостей. По мере совершенствования составов буровых растворов был выявлен факт синергизма реагентов.

К недостаткам полисахаридных растворов можно отнести следующие: низкая стойкость к действию ионов кальция и других поливалентных металлов; высокая стоимость импортных прекурсоров. Для конкретных условий бурения необходимо подбирать оптимальный тип промывочной жидкости. Причиной этому является неспособность определенного вида бурового раствора одинаково эффективно выполнять весь перечень функций и соответствовать всем видам условий [6-8].

Положительная особенность водорастворимых полисахаридов - возможность взаимодействия с неорганическими твердыми частицами, что усиливает образовавшийся осадок на фильтре, а также позволяет получить желаемые реологические свойства в широком диапазоне температур. Одним из наиболее широко используемых в буровых растворах полисахаридом на водной основе является полисахарид микробного происхождения - ксантан (ксантановая камедь). Ксантановая камедь (синтезируемая *Xanthomonas campestris*) - анионный гетерополисахарид с первичной структурой, состоящей из 1,4-связанных остатков β -D-глюкозы и трисахаридных боковых цепей β -D-маннозы β -D-маннозы- β -D-глюкуроновой кислоты, присоединенных к альтернативным звеньям D-глюкозы основной цепи. Анионный характер этого полимера обусловлен присутствием в боковой цепи групп глюкуроновой и пировиноградной кислот. Благодаря своим привлекательным реологическим и химическим свойствам, ксантановая камедь широко используется в широком спектре отраслей промышленности, а благодаря своей способности образовывать высоковязкий водный раствор при низких силах сдвига, стабильности в широком диапазоне pH (2–11) и при высокой солености, этот биополимер был использован для повышения вязкости буровых растворов на водной основе. Псевдопластичность его соединений обеспечивает высокую способность суспендировать шлам в затрубном пространстве из-за высокой вязкости при низких скоростях сдвига и высокой скорости проникновения битов из-за низкой вязкости при высоких скоростях сдвига. Следует отметить, что широкое применение буровых растворов на основе ксантана обусловлено не только высокими показателями эффективности бурения, но и доступностью, безопасностью для окружающей среды, а также способностью к биодegradации в естественных условиях [8-9].

Таким образом, в результате анализа литературных данных, дана оценка буровым растворам, широко применяемым в настоящее время в нефтегазодобывающей отрасли. Отмечен экологический приоритет буровых растворов на биополимерной основе. С целью снижения токсичности буровых растворов, показана активная разработка систем буровых растворов на водной основе с использованием биополимера ксантана.

Список использованных источников

1. Рогоцкий, Г.В. Вопросы оптимизации технологических процессов бурения, повышение промышленной и экологической безопасности строительства скважин на основе сейсмоакустической информации / Г.В. Рогоцкий // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, №1 – 2013. – с. 42.
2. Blinov, P.A. The process of hardening loose rock by Mud filtrate / P.A. Blinov, M.V. Dvoynikov // Intl. J. Appl. Eng. Res., №11 – 2016. p. 6630-6632.
3. Артамонов, Г.Е. Экологические принципы оптимизации воздействия объектов энергетики на экосистемы / Г.Е. Артамонов, В.А. Гутников // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. Вопросы теории биосферной совместимости городов и поселений, №2 (22) – 2018. – с. 16.

4. Ильясов, С.Е. Эмульсионные буровые растворы – тенденции развития технологии / С.Е. Ильясов, С.Г. Попов, Г.В. Окроелидзе, О.В. Гаршина, А.М. Нацепинская, Ф.Н. Гребнева // Территория нефтегаз, №11. – 2011. – с. 14.
5. Kozak, N. Polysaccharide Xanthan: Properties and potential of application / N. Kozak // Polym. Money, №1 – 2006.
6. Ovchinnikov, V.P. Completions / V.P. Ovchinnikov // Tyumen: Tyumen State Oil and Gas University, 2010. – p. 451.
7. Ptichkin, I.I. Food Polysaccharides: Structural Levels and Functionality / I.I. Ptichkin, N.M. Ptichkin // Publishing House FGOU. – Saratov, 2005. – p. 164.
8. Ryazanov, A.Y. Encyclopedia of Drilling Fluids / A.Y. Ryazanov // Orenburg: Chronicle Publishing Company, 2005. – p. 664.
9. Семёнычев, В.Г. Оценка воздействия буровых отходов на морскую экосистему как среду обитания гидробионтов / В.Г. Семёнычев, В.Н. Крючков, Е.А. Мазлова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, №8 – 2015. – с. 18-28.