УДК 622.24.06

ИССЛЕДОВАНИЕ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ ФОРМИАТА КАЛИЯ

INVESTIGATION OF DRILLING FLUIDS BASED ON POTASSIUM FORMATE

Нгуен Фам Суан Май
аспирант кафедры бурения нефтяных и газовых скважин,
Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет)
имени И.М. Губкина
nguyen.2024@internet.ru

Казон Бехарано Херардо Луис
магистрант кафедры бурения нефтяных и газовых скважин,
Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет)
имени И.М. Губкина
kazon2003@mail.ru

Аннотация. Показано, что в большинстве случаев предупреждение осложнений в бурении достигается путем применения буровых растворов, ингибирующих разупрочнение глинистых пород. Объектом исследования являлись буровые растворы на основе формиата калия. Приведены результаты экспериментов по определению влияния формиата калия на набухание бентонита и коррозионную активность буровых растворов.

Ключевые слова: буровой раствор, разупрочнение глинистых пород, буровые растворы на основе формиата калия.

Nguyen Pham Suan Mai
Postgraduate Student of the Department
of Oil and Gas Well Drilling,
Russian State University of Oil and Gas
(National Research University)
named after I.M. Gubkin
nguyen.2024@internet.ru

Cazon Bejarano Gerardo Luis
Master's Student of the Department of Oil
and Gas Well Drilling,
Russian State University of Oil and Gas
(National Research University)
named after I.M. Gubkin
kazon2003@mail.ru

Annotation. It is shown that in most cases, the prevention of complications in drilling is achieved by using drilling fluids that inhibit softening of clay rocks. The object of the study was drilling fluids based on potassium formate. The results of experiments to determine the effect of potassium formate on bentonite swelling and corrosion activity of drilling fluids are presented.

Keywords: drilling mud, softening of clay rocks, drilling fluids based on potassium formate.

Глинистые породы в широком диапазоне – от глин до глинистых сланцев – имеются практически во всех скважинах. Поэтому связанные с ними проблемы деформационной неустойчивости ствола скважины являются актуальными. Эта технологическая проблема имеет и экологический аспект, так как диспергирование глинистых частиц в буровом растворе увеличивает объем технологических отходов бурения и повышает риски техногенного загрязнения морской среды при бурении на шельфе [1–4].

Способы борьбы с такими осложнениями в процессе бурения зависят от характера деформационного поведения породы. Если это склонные к пластическому течению глины, то единственным способом предотвратить сужение ствола скважины является повышение плотности бурового раствора. Если это глинистые породы, обладающие потенциалом увлажнения, то наиболее действенным способом является применение буровых растворов на неводной основе. Однако в этом случае есть строгие санитарно-гигиенические и экологические ограничения. В буровой практике в большинстве случаев предупреждение осложнений достигается путем применения буровых растворов, ингибирующих разупрочнение глинистых пород. Механизм их действия при прочих равных условиях определяется совместным действием двух факторов – скорости пропитки и скорости набухания [5–7]. Снижением скорости набухания достигается снижение прочности единичных контактов между частицами породы, а снижение скорости пропитки уменьшает количество единичных контактов, подвергшихся набуханию. Наилучшие результаты достигаются, когда буровой раствор содержит компоненты, которые ингибируют как набухание (например, путем калиевого, кальциевого или магниевого ионного обмена), так и пропитку (например, путем загущения фильтрата или создания водонепроницаемой пленки на поверхности глинистых частиц). Этот принцип реализуется, в частности, в формиатных буровых растворах [8, 9]. Как правило, используют формиат калия. Его достоинствами помимо ингибирующего эффекта является снижение термоокисления и ферментативного разрушения полимеров, хорошая антифрикционная и утяжеляющая способность. В современных буровых растворах ингибирующее действие формиатов усиливают путем введения полигликолей [10]. В нашем случае (рис. 1) растворы формиата калия и натрия показали существенно лучший результат по сравнению раствором хлорида калия. При этом введение гликоля в раствор формиата калия существенно улучшило этот результат. На основании литературных источников можно предположить, что полигликоль при-

дал этому раствору гидрофобизирующие свойства и снизил скорость пропитки исследуемого образца бентонита. Исследования в этой серии опытов были проведены на тестере линейного набухания Swellmetter OFITE с использованием искусственных образцов, сформированных в компакторе OFITE.

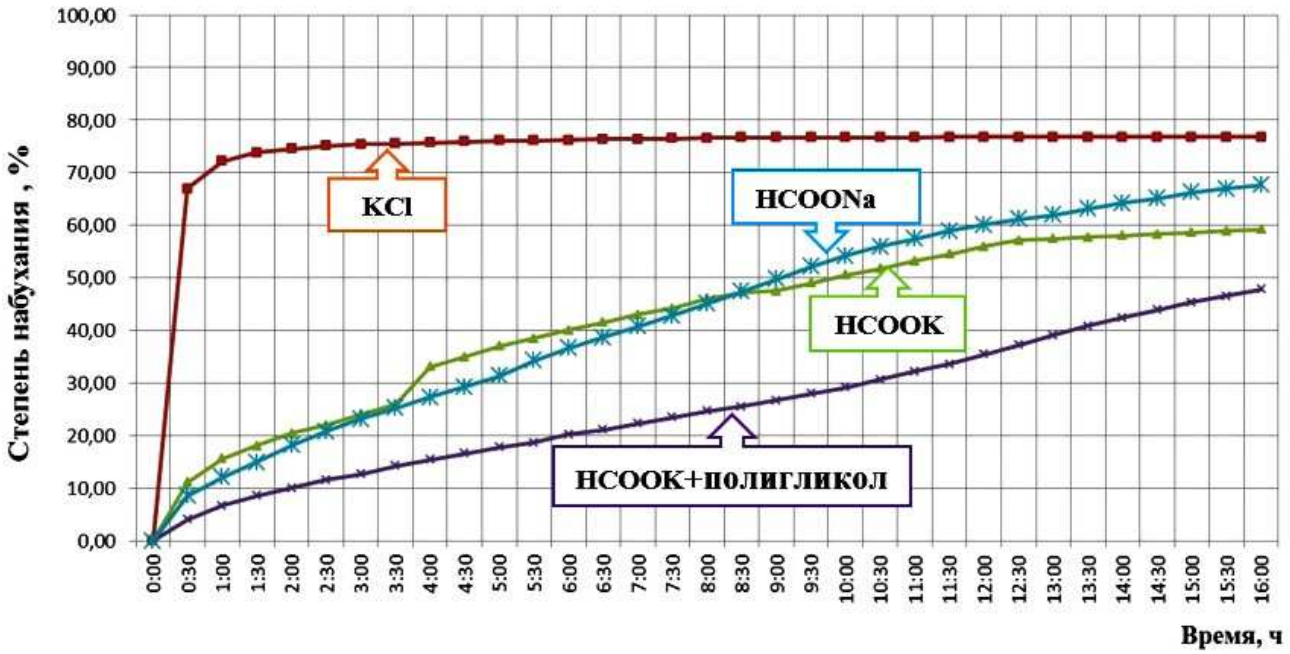

Рисунок 1 – Влияние формиатных жидкостей на набухание бентонита

Во второй серии опытов была исследована коррозионная активность формиатов по сравнению с водой (рис. 2).

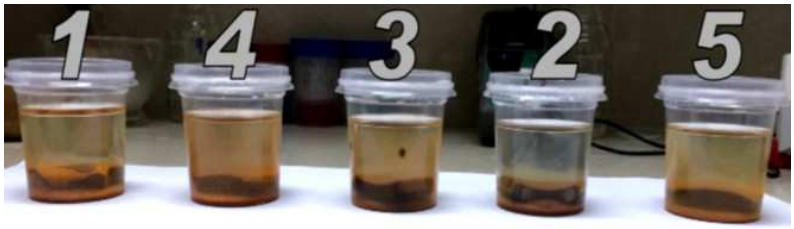

Рисунок 2 – Общий вид металлических образцов, находившихся в течение 28 дней в контейнере с жидкостью

Через 28 дней после начала испытания результаты следующие.

Вода (1). Этот образец демонстрирует наибольшую коррозию и самый большой оксидный слой, цвет слегка оранжевый, большинство частиц железа оседает на дно контейнера. HCOONa (2). Видно, что оксидный слой на образце тонкий, с минимальной коррозией. Жидкость почти сохраняет свой первоначальный цвет. HCOOK (3). Наблюдается меньшая коррозия, чем в KCl, цвет жидкости прозрачный (оксидный), видны частицы железа во взвешенном состоянии. KCl (4). Вторая по величине коррозия после воды. Оксидный слой значительный, жидкость имеет цвет оксида, большая часть частиц железа декантирована. Смесь HCOOK + HCOONa (5). Наблюдается минимальная коррозия образца с тонким слоем оксида. Цвет жидкости характерен для оксида, а частицы железа находятся во взвешенном состоянии.

Исходя из результатов проведенных исследований можно сделать вывод, что для повышения ингибирующей способности формиатных буровых растворов целесообразно добавлять в них гидрофобизирующий реагент, например, полигликоль. Комбинирование формиата калия и натрия снижает корозионную активность буровых растворов.

Список литературы:

1. Светличная Т.В. Оценка экологической опасности тонкодисперсных фракций бурового шлама и разработка методов обращения с отходами бурения при освоении месторождений нефти и

газа Дагестанского участка Каспийского моря : дис. ... канд. геол.-минерал. наук: 25.00.36 / РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. – М., 2004. – 183 с.

2. Балаба В.И. Безопасность технологических процессов бурения скважин : учеб. пособие : в 2 ч. – М. : РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2007. – Ч. 1. – 296 с.

3. Нгуен Ф.С.М. Практика применения буровых растворов на шельфе Вьетнама // Нефтепромысловая химия. XI Международная (XIX Всероссийская) научно-практическая конференция: тезисы докладов. – М., 2024. – С. 260–263.

4. Нгуен Ф.С.М. Исследования по выбору бурового раствора для нефтяных и газовых скважин на месторождении Хай Тхач бассейна Нам Кон Сон на шельфе Вьетнама // Новые технологии – нефтегазовому региону. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Тюмень, 2024. – С. 96–97.

5. Балаба В.И. Механизм разупрочнения глинистых пород буровыми технологическими жидкостями // Инженер-нефтяник. – 2008. – № 2. – С. 19–22.

6. Совершенствование ингибирующих буровых растворов для условий Западной Сибири / В.И. Ноздря [и др.] // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2018. – № 4. – С. 44–48.

7. Шалыгин Р.К. Ингибирование разупрочнения глинистых пород // Техносфера. материалы I Всероссийской научной конференции с международным участие. – Краснодар, 2024. – С. 158–160.

8. Применение безбаритовой системы бурового раствора UNIFORM K на основе формиата калия при строительстве горизонтальной скважины на продуктивный пласт «АС» Южно-Приобского месторождения / С.А. Черевко [и др.] // Бурение и нефть. – 2017. – № 7–8. – С. 48–53.

9. Буровой раствор для строительства глубоких поисково-разведочных скважин на севере Западной Сибири / Д.Л. Бакиров, В.А. Бурдыга, Э.В. Бабушкин // Нефтепромысловое дело. – 2019. – № 9. – С. 18–22.

10. Основные тенденции развития полигликолевой технологии совершенствования буровых растворов / В.Н. Кошелев [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2001. – № 12. – С. 29–32.

List of references:

1. Svetlichnaya T.V. Assessment of environmental hazard of finely dispersed fractions of drill cuttings and development of methods for handling drilling waste during development of oil and gas fields in the Dagestan section of the Caspian Sea : dis. ... Cand. Geol.-Mineral. Sciences: 25.00.36 / Gubkin Russian State University of Oil and Gas. – M., 2004. – 183 p.

2. Balaba V.I. Safety of technological processes of well drilling : textbook : in 2 parts. – M. : Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2007. – Part 1. – 296 p.

3. Nguyen F.S.M. Practice of using drilling fluids on the shelf of Vietnam // Oilfield Chemistry. XI International (XIX All-Russian) scientific and practical conference: abstracts of reports. – M., 2024. – P. 260–263.

4. Nguyen F.S.M. Research on the selection of drilling fluid for oil and gas wells at the Hai Thach field in the Nam Con Son basin on the shelf of Vietnam // New technologies for the oil and gas region. Proceedings of the International scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists. – Tyumen, 2024. – P. 96–97.

5. Balaba V.I. Mechanism of softening of clay rocks by drilling process fluids // Petroleum engineer. – 2008. – № 2. – P. 19–22.

6. Improvement of inhibiting drilling fluids for the conditions of Western Siberia / V.I. Nozdrya [et al.] // Equipment and technologies for the oil and gas complex. – 2018. – № 4. – P. 44–48.

7. Shalygin R.K. Inhibition of softening of clay rocks // Technosphere. Proceedings of the I All-Russian scientific conference with international participation. – Krasnodar, 2024. – P. 158–160.

8. Application of the UNIFORM K barite-free drilling mud system based on potassium formate in the construction of a horizontal well in the productive formation «AS» of the South-Priobskoye field / S.A. Cherevko [et al.] // Drilling and Oil. – 2017. – № 7–8. – P. 48–53.

9. Drilling fluid for the construction of deep exploratory wells in the north of Western Siberia / D.L. Bakirov, V.A. Burdyga, E.V. Babushkin // Oil field business. – 2019. – № 9. – P. 18–22.

10. Main trends in the development of polyglycol technology for improving drilling fluids / V.N. Koshelev [et al.] // Oil industry. – 2001. – № 12. – P. 29–32.