

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТВОРОВ НА УГЛЕВОДОРОДНОЙ ОСНОВЕ НА ШЕЛЬФОВЫХ ОБЪЕКТАХ АРАБСКОГО ЗАЛИВА

К.Е. Паламодов, главный специалист управление супервайзинга бурения
Р.Н. Прокопцев, заместитель начальника управления супервайзинга бурения
ООО «РН-Пурнефтегаз»
(Россия, г. Губкинский)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-3-1-77-80

Аннотация. Данная работа обусловлена исследованиями по токсичности применяемых систем буровых растворов в Арабском заливе, определению категории опасности и токсичности выбуренной породы и бурового раствора. С последующим определением возможных наиболее эффективной системы промывочных жидкостей исходя из локальных нормативных документов, действующих в данном регионе.

Ключевые слова: низкотоксичная основа масла, влияние на окружающую среду, оффшорное бурение, горизонтальные скважины, образцы бурового раствора, приемлемая токсичность, растворы на водной основе, летальная концентрация, растворы на углеводородной основе.

В настоящее время на морских и шельфовых объектах широко применяются два вида систем буровых растворов:

- буровые растворы на углеводородной основе (далее – РУО);

- ингибирующие буровые растворы на водной основе (далее – РВО).

Следует отметить, что применение данных систем должно обеспечивать и следовать критериям, определяющим минимальную токсичность (LC₅₀).

Более детально рассмотрим такой не маловажный критерий при оценке экологической безопасности систем буровых растворов, как - LC₅₀.

LC₅₀ иногда встречается аббревиатура LC50 (от английского lethal concentration, летальная концентрация) или LCt50 (от английского lethal concentration and time, летальная концентрация и время воздействия), которая может вызвать 50% смертей при воздействии на живых существ. Значения LC обычно относятся к концентрации химического вещества в воздухе, но в экологических исследованиях это также может означать концентрацию химического вещества в воде.

Согласно Руководству по испытаниям химических веществ (Организации экономического сотрудничества и развития) (далее – ОЭСР), традиционный эксперимент включает группы животных, подвер-

гающихся воздействию концентрации (или серии концентраций) в течение определенного периода времени (обычно 4 часа). Животные клинически наблюдаются до 14 дней.

Концентрация химического вещества в воздухе, которая убивает 50% подопытных животных в течение периода наблюдения, является величиной LC50. Другие продолжительности воздействия (по сравнению с традиционными 4 часами) могут применяться в зависимости от конкретных законов.

Единица измерения концентрации для определения LC50 обычно составляет миллиграмм на кубический метр или количество частей на миллион.

Опираясь на опыт проводки скважин на морских и шельфовых объектах Саудовской Аравии следует отметить, что после ряда испытаний, в которых были учтены не только особенности геологических структур, но и минимизация токсичности загрязняющих веществ – было предложено применение низко-ароматического масла, в качестве основы РУО.

Следует отметить, что традиционные системы буровых растворов на водной основе, могут послужить причиной возникновения таких проблем как: образование каверн и прихватов в ходе проводки ствола скважины.

В соответствии с требованиями по экологической безопасности, которые акцентируют внимание на исключении применений токсичных буровых растворов и выбуренной породы в Арабском заливе, было инициировано исследование по оптимизации систем буровых растворов, которые будут являться экологической альтернативой, позволяющей поддерживать и наращивать технико-экономические показатели.

Как следствие был отобран образец низко-ароматического синтетического масла для создания основы РУО. В ходе лабораторных тестов, образец показал приемлемую токсичность для данного региона, равную $LC50=180,726$ ppm. Все компоненты, входящие в состав РУО, на основе данного низко-ароматического минерального масла были совместимы с основой, что позволило обеспечить запланированный дизайн данной системы.

Методы

Растворы на углеводородной основе и обратные эмульсии – используются для обеспечения тех характеристик, которые не могут быть достигнуты в ходе применения растворов на водной основе.

Традиционные растворы на водной основе – являются активной системой, которая в свою очередь может растворять соленасыщенные породы, приводить к расслоению и диспергированию глин и глинистых сланцев. В сравнении с РУО, где внутренняя водная фаза представляет собой соленасыщенный раствор, препятствующий набуханию активных глин и сланцевых пород. Так же стоит отметить, что РУО является отличным лубрикантом, что помогает поддерживать и проводить ствол скважины при высоких значениях угла при этом снижая вероятность прихвата или заклинивания компоновки низа буровой колонны (далее – КНБК). Так же в случае применения РУО снижается вероятность наработки желобов в таких породах как: аргиллит, гипс, соль и ангидрид. РУО является термически стабильным при бурении глубоких скважин и позволяет снизить коррозионную агрессию при наличии кислых газов и сероводорода (CO_2 и H_2S).

Первоначальная стоимость РУО в два-четыре раза выше, чем стоимость РВО. Однако, высокая стоимость может быть оправдана, тем что РУО снижает риски многочисленных осложнений присущих водным системам буровых растворов, так же растворы на углеводородной основе могут быть использованы повторно на последующих скважинах.

На сегодняшний день большая озабоченность по применению РУО, обусловлена экологическими аспектами, а именно, влияние на биосферу и чувствительные микроорганизмы, обитающие в зоне ведения буровых работ.

Результаты и обсуждения

В Феврале 1990 года Региональная Организация по защите Морской окружающей среды в акватории Арабского залива (ROPME) инициировала и подписала протокол, который обуславливает ряд ограничений по использованию буровых растворов в Арабском заливе, а именно, буровые растворы не должны содержать устойчивых токсичных веществ и компонентов.

В связи с этим было инициировано исследование, нацеленное на поиск альтернативных экономически допустимых промывочных жидкостей.

Выбрана низкотоксичная основа РУО, представленная образцом низко-ароматического синтетического масла, производимого в данном регионе (Саудовская Аравия). Данная основа не содержит серу и имеет высокую температуру вспышки. Что является одним из критериев, обуславливающих меньшую токсичность для морской окружающей среды и персонала буровой платформы.

Индустриальный Институт Гигиены Сауди Арамко (Saudi Aramco's Industrial Hygiene) определил, что данное РУО, на основе низко-ароматического синтетического масла, будет относиться к низкой категории опасности (H-1 slight health hazard). Рекомендованный допустимый лимит содержания данного РУО и продуктов обработки, использования – не должен превышать 100 мг/м³. При наличии данной концентрации в окружающей среде, локальная низкая токсичность РУО может

причинить ущерб, который восстановим естественным путем.

Заключение

Полевые испытания данной системы РУО, на основе низко-ароматического синтетического масла были выполнены после тщательного лабораторного анализа компонентного состава и уровня токсичности промывочной жидкости. Тестирование бурового раствора осуществлялось на скважине Z-221 в Арабском заливе, декабрь 1993 года. Ствол скважины был пробурен на следующих системах бурового раствора: РВО с низким содержанием твердой фазы применялось при проводке секций диаметром 17 дюймов и 13 ³/₈ дюйма с последующей обсадкой колонной до глубины 4,630 футов, на этой глубине зенитный угол составил 46,2°; РУО на основе низко-ароматического синтетического масла было применено под секцию 12 ¹/₂, при бурении данного интервала набор зенитного угла осуществлялся в диапазоне от 46,2° до 80,2° протяженность ствола до 7,333 футов, последующий спуск обсадной колонны был осуществлен без осложнений. После обработки, данное РУО было переведено и использовано для бурения горизонтальной секции ствола скважины диаметром 7 дюймов до глубины 8,875 футов, бурение осуществлялось без каких-либо осложнений.

Следует отметить, что стоимость РУО на основе низко-ароматического синтети-

ческого масла, в сравнении с РУО на основе минерального масла – составила значительно меньший эквивалент. Данная скважина (Z-221) предоставила отличную возможность для сравнения РУО на основе дизельного топлива с РУО на основе низко-ароматического синтетического масла. Это сравнение показало высокие результаты, указывающие на низкую токсичность РУО на основе низко-ароматического синтетического масла.

Так же был выполнен анализ образцов бурового раствора на определение типа масла, посредством хроматографа. Образцы РУО на основе низко-ароматического синтетического масла сопоставлялись с образцами РУО на основе дизельного топлива и показали меньшую токсичность. Образцы выбуренной породы, были сопоставлены в аналогичном ключе, результат анализа: в среднем 5,3% в шламе низко-ароматического синтетического масла и 13-16% в шламе на основе дизельного топлива.

Следует заключить, что РУО на основе низко-ароматического синтетического масла позволяет поддерживать низкую токсичность окружающей среды, в сравнении с дизельной основой. Так же выбуренная порода не является опасной и токсичной и может быть сброшена в Арабский залив, при условии согласованности с локальными нормативными документами.

Библиографический список

1. Regional Organization of the Protection of Marine Environment (ROPME) Protocol / 1990.
2. USA Federal Registration, part II, EPA Final NDPEs General Permit / Western Gulf of Mexico / Nov. 19.
3. Ayers R.C., Sauer T.C., Anderson P.W. The Generic Mud Concept for NPDES Permitting of Offshore Drilling Discharges / JPT / March 1985.
4. Chaney P., Sargent T.L. Protective Colloid Muds Provide Cost-Effective Prevention of Wellbore Enlargement in the Gulf of Mexico / Dec. 1986.
5. Гиматудинов Ш.К., Андриасов Р.С., Мищенко И.Т. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. – М.: Изд-во «Недра», 1983. – 455 с.
6. Formate Technical Manual. Section B11 Compatibility with Shale / Cabot Specialty Fluids / Version 1 -02/10 / Cabot Corporation / M.A. – USA, 2010.
7. Drilling Design and Implementation for Extended Reach and Complex Wells / K&M Technology Group / LLC Second edition Houston. – Texas, 1999.
8. Carlsen L.A., Rolland N. L., Nygaard G., Time R. Simultaneous Continuous Monitoring of the Drilling-Fluid Friction Factor and Density // Journal SPE Drilling & Completion. – 2013. – Vol. 28, № 1. – Pp. 34-44.

9. E. Hansen Automatic evaluation of drilling fluid properties // MSc thesis University of Stavanger / June 2012.
10. Усачев П.М. Гидравлический разрыв пласта. – М.: Недра, 1986.
11. Abrams A. Mud design to minimize rock impairment due to particle // JPT. – 1977. – May. – P. 586-592.
12. Eaton B.A., Pet. J. Tech / Fracture Gradient Projection and Its Application in Oilfield Operation» / Oct, 1969.

APPLICATION OF OIL-BASED FLUIDS IN OFFSHORE SAUDI ARABIAN GULF

K.E. Palamodov, *Chief Specialist of Drilling Supervision Department*

R.N. Prokoptsev, *Deputy Head of Drilling Supervision Department*

LLC "RN-Purneftegaz"

(Russia, Gubkinsky)

***Abstract.** This article exposes the research about toxicity of used mud fluids in Arabian Gulf and evaluates the hazardous degree and toxicity of mud cuttings, mud fluids. The next analysis determines the most acceptable and cost-effective mud fluids according to local regulations and normative.*

***Keywords:** low-toxicity base oil, environmental impact, offshore drilling, horizontal wells, mud samples, acceptable toxicity, water-based mud, lethal concentration, oil-based mud.*