

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

Моксифлоксацин – бактерицид для глинистого бурового раствора

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Ястребовой Анастасии Олеговны

Научный руководитель

доцент, к.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

О. В. Бурухина

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р. И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2025 год

ВВЕДЕНИЕ

Промышленная инфраструктура нефтегазового комплекса подвергается существенному биологическому воздействию. Это касается не только оборудования и конструкций, но и бурового раствора, который подвержен микробной деструкции. При бурении скважины жизнедеятельность целлюлозоразлагающих, сульфатовосстанавливающих и других бактерий приводит к ухудшению характеристик бурового раствора. Эффективным методом борьбы с микроорганизмами в промывочной жидкости является добавление бактерицидов, однако они не только подавляют жизненный процесс бактерий, но и оказывают положительное влияние на свойства бурового раствора. В этом заключается актуальность данной работы.

Целью работы является исследование воздействия моксифлоксацина на функциональные показатели промывочных жидкостей и определение возможности его использования в качестве бактерицида для глинистых буровых растворов.

В связи с этим, при выполнении бакалаврской работы основными задачами были:

- Изучить антибактериальные свойства бактерицида «Моксифлоксацин».
- Определить оптимальную концентрацию бактерицида в промывочной жидкости.

Бакалаврская работа изложена на 51 странице, состоит из введения, пяти глав и заключения. Список используемых источников включает 32 наименования. Текст сопровождается 9 таблицами и 3 рисунками.

Бакалаврская работа состоит из пяти глав: «Бурение: исторический путь и технологические решения», «Фундаментальные сведения буровых промывочных жидкостей», «Компоненты для модификации буровых растворов», «Микрофлора буровой промывочной жидкости» и «Практическая часть».

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 Бурение: исторический путь и технологические решения. Бурение представляет собой комплекс технологических процессов создания цилиндрических горных выработок различной глубины и назначения путём разрушения горных пород с удалением продуктов загрязнения. Этот процесс является одним из ключевых методов исследования и освоения недр Земли.

Глобальное становление бурового дела на планете начало свой отсчёт ещё до нашей эры. Первые скважины, созданные человеком, сооружены более двух тысяч лет назад. Цель заключалась в получении солевых растворов из глубоких слоёв почвы.

Знаковым годом для истории бурового дела стал 1126 год, когда впервые во Франции пробурена скважина на воду. Именно это событие определило последующее наименование всех скважин с напорной водой – артезианские.

Одна из важнейших тенденций, которая сказалась на всей последующей истории бурения и развития технологий, представляла собой активное развитие нефтедобывающей промышленности. Первый проект нефтяной скважины предложен американцем Дрейком в 1859 году, а уже в 1864 году первая нефтяная скважина сооружена и на юге России.

В 80-е годы прошлого века в США применено вращательное бурение на нефть с промывкой скважин глинистым раствором. В России вращательное бурение с промывкой впервые применили около города Грозного в 1902 году, а нашли нефть на глубине 345 м.

В 1897 году в Тихом океане было осуществлено бурение на море, а в нашей стране первая морская скважина пробурена в 1925 году.

В 1934 году Н. С. Тимофеевым в Каспийском море реализовано кустовое бурение, при котором несколько скважин бурятся с общей площадки. Впоследствии этот метод стал широко применяться при бурении в условиях ограниченного пространства.

С начала 60-х годов с целью изучения строения Земли в мире стали применять сверхглубокое бурение.

2 Фундаментальные сведения буровых промывочных жидкостей. В

соответствии с тем, что главная цель бурения – создание и подготовка эффективной скважины для добычи нефти или газа, то принимаем во внимание специальные промывочные жидкости, которые обеспечивают решение данной цели. Буровые растворы – это сложные многокомпонентные дисперсные системы суспензионных, эмульсионных и аэрированных жидкостей, которые используются в бурении скважин.

Буровой раствор выполняет целый комплекс важнейших функций, от которых напрямую зависит успешность и безопасность буровых работ. Правильная организация промывки скважины с помощью бурового раствора позволяет не только обеспечить эффективное удаление выбуренной породы, но и создать оптимальные условия для работы всего бурового оборудования.

Одной из самых важных функций бурового раствора является поддержание пластового давления для эффективного и безопасного бурения скважины. Как правило, с увеличением давления в пласте плотность раствора повышают, для того чтобы стабилизировать давление и поддерживать устойчивость скважины. Созданные условия мешают проникновению флюида в ствол.

Промывочная жидкость удерживает шлам, который осаждается, когда раствор находится в неподвижном состоянии. Шлам образует отложения, из-за которых возникает прихват бурильного инструмента или поглощение промывочной жидкости, когда раствор циркулирует в скважине. Для поддержания частиц во взвешенном состоянии нужна высокая вязкость бурового раствора.

Смазку трущихся деталей бурового инструмента обеспечивает буровой раствор. Его смазывающая способность зависит от твёрдой фазы в буровом растворе и от химического состава (рН, жёсткость и минерализация).

Плохая смазывающая способность бурового раствора может привести к высокому крутящему моменту, появлению затяжек в скважине, повышенному

износу оборудования и термическому разрушению компонентов буровой колонны.

Отличительной чертой бурения первых нефтяных скважин являлось отсутствие промывочной жидкости. Только в 1846 году французским инженером М. Фовеллем предложен способ непрерывной очистки скважин, где раствором служила жидкая грязь, образующаяся при бурении. Технология промывки была предельно простой: загущенную грязь разжижали водой, а в случае избыточного разжижения использовали грязь из земляного амбара.

Несмотря на развитие технологий и появление новых составов, вода по-прежнему является не только исторически первым, но и главным элементом, входящим в состав большинства применяемых буровых растворов.

- Глинистые растворы

В 1914 году предложены рекомендации по заливке ствола скважины глинистым раствором до устья. Твёрдой фазой в растворе служат частицы монтмориллонитовой глины, которые представляют собой мицеллы, гидратная оболочка которых не позволяет слипаться частичкам глины.

Глинистые растворы обладают стабильностью и благодаря своим реологическим свойствам растворы способны удерживать выбуриваемую породу во взвешенном состоянии. Такие растворы универсальны, их реологические и химические свойства можно легко варьировать в широких пределах для прохождения опасных зон.

- Полимерные растворы

Наиболее активное применение полимерсодержащих буровых растворов в нашей стране началось в первой половине 1970-х годов. Полимерные растворы представляют собой смеси на водной основе с добавками полимерных реагентов различной природы. Основная задача этих растворов включает два ключевых направления: обеспечение стабильности функциональных свойств бурового раствора; максимально возможное сохранение коллекторских свойств продуктивного пласта при его вскрытии.

- Углеводородные растворы

Впервые растворы на углеводородной основе начали применять в 1945 году на побережье Мексиканского залива, с этого времени они распространились по всем нефтеносным районам. В растворе на углеводородной основе дисперсионной средой является углеводородная жидкость, представленная в основном нефтью, продуктами её переработки и их смесями.

Буровые растворы на углеводородной основе обладают способностью смачивать породы нефтяной плёнкой и тем самым предотвращают взаимодействие эмульгированной воды с реактивными глинами и шламом, обеспечивая устойчивость стенок скважины.

- Инвертно–эмульсионные растворы

Относительно новым типом промывочной жидкости является так называемый инвертный (обратимый) эмульсионный раствор на нефтяной основе. Нефте-эмульсионные растворы обладают малой вязкостью, толстой фильтрационной коркой, высокой плотностью и устойчивостью при высоких температурах.

3 Компоненты для модификации буровых растворов. Добавки к буровым растворам позволяют целенаправленно изменять их свойства для достижения оптимальных параметров бурения. Такие компоненты представляют собой материалы минерального и органического происхождения, которые вводят в состав буровых промывочных жидкостей. Это позволяет решать широкий спектр технологических задач: от регулирования вязкости до предотвращения осложнений при бурении.

- Утяжелители

В качестве утяжелителей используются мелкоразмолотые порошки тяжёлых минералов. Наиболее распространенный утяжелитель – известняк (CaCO_3), плотность которого равна $3,6 \text{ г/см}^3$. Известняк не вызывает износ и истирание инструмента, но сильно увеличивает вязкость бурового раствора.

Наилучшим утяжелителем является барит, его плотность равна $4,2 \text{ г/см}^3$. Барит хорошо смачивается водой и является химически инертным, однако дорогостоящим материалом.

При бурении частицы утяжелителя отсеиваются гидроциклонами, центрифугами и удаляются вместе со шламом из бурового раствора. Для того чтобы отделить шлам от утяжелителя, проводят его регенерацию.

- Пептизаторы

При использовании буровых растворов часто наблюдается рост вязкости и предельного статического напряжения сдвига (ПСНС), который вызван наличием высокого содержания глинистой фазы, электролитов и повышенной температуры. К наиболее распространённым пептизаторам относятся:

1. Лигносульфонат – регулятор щелочности, а также средство предотвращения солевой и температурной флокуляции бентонита.
2. Феррохромлигносульфонат – реактив для снижения вязкости пресных и среднеминерализованных растворов.

- Агенты для контроля фильтрации

Показатели коркообразующих свойств и фильтрации характеризуют способность промывочной жидкости проникать в горные породы с образованием фильтрационной корки. Фильтрационная корка должна быть малопроницаемой, тонкой и обладать низким сопротивлением сдвигу. Поступление фильтрата в пласт вызывает их дополнительное увлажнение и разупрочнение, что приводит к обвалам и осыпям. В бурении используют следующие регуляторы водоотдачи:

1. Сверхнизковязкая полианионная целлюлоза – загуститель и регулятор водоотдачи с минимальным увеличением вязкости раствора.
2. Стабилизированный полисахарид – неферментированный крахмал для регулирования водоотдачи для растворов на основе пресной или солёной воды.

4 Микрофлора буровой промывочной жидкости. Биологическая активность бурового раствора представляет собой сложную экосистему

микроорганизмов, формирующуюся в процессе бурения скважин. Эта система включает разнообразные виды бактерий, которые активно размножаются в буровом растворе.

При бурении скважин в промывочную жидкость неизбежно попадают различные микроорганизмы вместе с водой, глиной, химреагентами и выбуренной породой. Факторы развития микроорганизмов в буровом растворе определяются несколькими ключевыми параметрами:

- Газообмен – наличие растворённого кислорода и углекислого газа, которые участвуют в метаболических процессах микроорганизмов;
- Питательная база – присутствие различных органических соединений (углеводороды, полисахариды, белки), служащих источником энергии;
- Водная среда – наличие жидкой фазы, обеспечивающей передвижение и обмен веществ между микроорганизмами;
- Реакция среды – щелочная среда бурового раствора (рН 8–9), оптимальная для развития большинства микроорганизмов;
- Температурный режим – повышенная температура (20–80°C) способствует активизации биохимических процессов;
- Гидродинамические условия – постоянное перемешивание раствора обеспечивает равномерное распределение питательных веществ.

Буровой раствор представляет экологическую нишу, содержащую аммонифицирующие, нитрифицирующие, денитрифицирующие, целлюлозоразлагающие, углеводородокисляющие и сульфатредуцирующие микроорганизмы. Микробное сообщество бурового раствора составлено представителями родов бактерий: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Arthrobacter*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Rhodococcus*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Staphylococcus*, *Gordona*, *Feinetobacter*, *Enterobacter*, *Cellulomonas*, *Micrococcus*, *Desulfoto-maculum*.

Размножение микроорганизмов в буровых промывочных жидкостях приводит к серьёзным последствиям:

1) Изменение физико-химических и эксплуатационных свойств растворов.

2) Разрушение входящих в состав реагентов.

3) Накопление микробных слизей и осадков.

4) Образование вредных продуктов метаболизма.

5) Увеличение расхода химических реагентов.

6) Коррозия бурового оборудования.

К методам регулирования микрофлоры бурового раствора относят:

- Повышение биостойкости самого реагента. Данный метод является более целесообразным, поскольку исключает необходимость в дополнительных производственных процессах и способствует снижению уровня загрязнения окружающей среды биоцидными веществами.

- Использование экологически чистых реагентов. Данные химические вещества, например лигнин, характеризуются либо полным отсутствием токсического влияния на живые организмы, либо обладают крайне низкой токсичностью, при этом они быстро разлагаются в результате деятельности микроорганизмов в течение короткого промежутка времени.

- Бактерициды в буровых растворах. Более оптимальным, а также многообещающим методом подавления микрофлоры считается использование специализированных противомикробных веществ – бактерицидов.

Бактерициды обязаны удовлетворять следующим условиям:

- не проявлять негативного воздействия на технологические свойства бурового раствора,

- обладать легкодоступную сырьевую основу также невысокую стоимость,

- являться безопасными для человека и окружающей среды

Моксифлоксацин – представитель фторхинолонов широкого спектра действия с высокой активностью в отношении грам (+) и грам (-) микроорганизмов, включая микроорганизмы, устойчивые к другим классам антибиотиков, анаэробов и атипичных возбудителей.

Применение бактерицидов позволяет существенно повысить эффективность буровых работ, продлить срок службы оборудования и обеспечить безопасность технологического процесса. Таким образом, использование бактерицидов становится не просто предпочтительным, а обязательным компонентом современного процесса бурения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ научной литературы показал, что буровые растворы выполняют важные функции в процессе бурения, обеспечивая охлаждение и очистку бурового инструмента, а также стабилизацию скважины. Изучение их состава и микрофлоры позволило выявить основные микроорганизмы, влияющие на стабильность и безопасность растворов.

Кроме того, были рассмотрены антибактериальные свойства моксифлоксацина, который может значительно улучшить характеристики буровых растворов, предотвращая развитие бактериальных колоний.