

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕН-
НЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Полимеры галактуроновой кислоты как технологическая добавка для
хлоркалиевого бурового раствора**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»

Института химии

Сабиржановой Наргизой Шералиевны

Научный руководитель

доцент, к.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

О.В. Бурухина

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

профессор, д.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2023

ВВЕДЕНИЕ

Целью бакалаврской квалификационной работы является изучение полимеров галактуроновой кислоты в качестве добавки, влияющей на структурно-механические свойства бурового раствора и его реологические параметры после добавления полимера.

Структура и объем работы. Бакалаврская работа изложена на 44 страницах, состоит из введения, пяти разделов и заключения. Список использованных источников включает 34 наименования. Текст сопровождается 2 таблицами и 5 рисунками.

Основное содержание работы

Буровой раствор представляет собой дисперсную систему, которая состоит из некоторых внутренне гомогенных частей (2-х либо 3-х) с различными по отношению друг к другу физическими свойствами, разделенных поверхностными слоями.

От состава и свойств промывочных жидкостей и оценки их параметров зависят важнейшие функции процесса бурения, такие как: эффективное, экономичное, безопасное осуществление и окончание бурения и удаление шлама, что считается главным назначением бурового раствора.

Благодаря классификации буровых растворов возможно систематизировать и сгруппировать растворы в соответствии с рядом определенных признаков, что не только позволяет оценить область использования, но также позволяет правильно выбрать тип жидкости для каждого интервала бурения в разработке плана строительства скважины.

Буровые промывочные жидкости подразделяют:

1. Растворы на углеводородной основе;
2. Нефте-эмульсионные растворы;
3. Глинистые растворы;
4. Естественные растворы;

5. Техническая вода;
6. Аэрированные растворы, пены;
7. Сжатый газ.

Растворы на углеводородной основе (РУО) используются с целью вскрытия продуктивных пластов. Жидкая фаза – это отбензиненные нефтепродукты либо нефть, дисперсная фаза является твердым окисленным битумом, который формирует на стенках скважины битумную фильтрационную корку. Растворы на углеводородной основе устойчивы при высоких температурах, используются с целью бурения сверхглубоких скважин. Реологические качества бурового раствора изменяются в широких пределах. К недостаткам таких буровых растворов можно отнести высокую стоимость и загрязнение керна и шлама, а также затруднение каротажа.

Нефте-эмульсионные растворы – растворы с добавлением нефтепродуктов, состоящие на 12-40% из нефти. Они имеют малую вязкость, образующую толстую фильтрационную корку, большую плотность раствора. Применяются с целью вскрытия продуктивных пластов, стабильных при высоких температурах. К минусам относится большая стоимость реагентов для приготовления, буровой раствор загрязняет керн и шлам нефтепродуктами.

Глинистые растворы – растворы на основе воды, в которых твердой фазой служат глинистые частички монтмориллонитовой глины (бентонита). Глинистый раствор имеет высокую устойчивость и тиксотропные качества. Однако благодаря своим уникальным реологическим свойствам, они могут удерживать выбуриваемую породу во взвешенном состоянии, что ускоряет процесс бурения. Особенно эффективны глинистые буровые растворы, которые формируют фильтрационную корку на стенках скважины, ограничивая фильтрацию бурового раствора в проницаемые пласты. Глинистые растворы многофункциональны, их реологические и химические качества можно легко изменять в широких пределах с целью прохождения опасных зон.

Естественные растворы, получаемые в результате бурения на технической воде, также применяются в бурении. Начинают бурить на технической воде, а карбонаты, известняки, которые в ходе бурения оказываются в растворе, а далее растворяются, и плотность становится 1,04-1,2 г/см³. Растворы на основе выбуренной породы используются в том случае, когда геологический разрез содержит горные породы, способные при бурении после их разрушения на забое формировать огромное количество мелких фракций, образующих с водой дисперсную систему. К подобным породам относятся глины, мергель, аргиллиты, карбонатные породы, которые с водой формируют естественные водные суспензии.

Техническая вода – это бурение на воде, которое считается одним из наиболее дешевых способов проходки, используется в большей степени при бурении монолитных, плотных, устойчивых, неразмываемых, слабогидратирующих, малорастворимых, слаботрещиноватых горных пород в скважинах глубиной не более 3000 м. Применение воды в качестве бурового раствора повышает скорость бурения в 1,5 раза. Она не формирует фильтрационную корку, но обладает низкой плотностью, высокой мгновенной и интегральной фильтрацией, а также достаточными охлаждающими и смазочными свойствами.

Аэрированные растворы используют с целью прохождения зон с аномально низким пластовым давлением. Нельзя проходить зоны аномально высокого пластового давления с выбросом, так как плотность бурового раствора менее 1 г/см³. В выкидную линию одного из насосов нагнетается компрессором сжатый воздух, и данная смесь вторым насосом подается в систему циркуляции. Аэрировать допускается любые разновидности буровых растворов. Недостатками аэрированных растворов считается малая вязкость раствора, крупные куски шлама не могут выноситься на поверхность.

Пены, схожие с аэрированными растворами, обладают способностью уменьшать трение и увеличивать эффективность бурения. Для их приготовления применяют пенообразователи.

Сжатый воздух или **газ** применяются для прохождения зон катастрофического поглощения, в высокогорных районах и в районах с многолетнемерзлыми породами. Воздух и другие газы, применяемые в бурении, отличаются низкой плотностью, малой вязкостью и способностью легко сжиматься. Это создает оптимальные условия для формирования мощных восходящих потоков, которые эффективно очищают забой от шлама.

Хорошее охлаждение породоразрушающего прибора, отсутствие гидростатического давления увеличивают эффективность разрушения горной породы. Воздух не загрязняет продуктивные горизонты, улучшается качество опробования. Вынос шлама в виде пыли совершается через специальный патрубок, после чего выбуренные частички направляются в шламоулавливатель, чтобы не загрязнять окружающую среду, либо в резервуар с водой.

Хлоркалиевые полимерные системы растворов были разработаны для стабилизации водочувствительных глин путем ингибирования, создаваемого ионами калия. Благодаря ингибирующей природе данной системы раствора гидратация глин снижается до минимума, что ведет к снижению степени кавернозности, уменьшению сальникообразования на долоте и стабилизаторе, снижению осыпания глин, а также к сокращению снижения проницаемости в продуктивной зоне. В качестве основного источника ионов калия системы используется соль хлорида калия.

Основными функциями бурового раствора являются:

1. Вынос выбуренной породы из скважины;
2. Контроль давления;
3. Охлаждение и смазка долот и бурильных труб;
4. Удерживание выбуренных частиц во взвешенном состоянии;
5. Формирование на стенках скважины фильтрационной корки;
6. Предупреждение возникновения осыпей и обвалов стенок скважины;
7. Предохранение бурового инструмента и оборудования от коррозии и абразивного износа;

8. Обеспечение качества вскрытия продуктивных пластов;
9. Передача гидравлической энергии на инструмент и долото;
10. Повышение эффективности процесса цементирования и заканчивания;
11. Правильная оценка параметров продуктивного пласта;
12. Обеспечение экологической безопасности строительства скважины.

Для регулирования свойств промывочных жидкостей были разработаны специальные добавки:

1. Утяжелители;
2. Материалы для повышения вязкости;
3. Диспергаторы/дефлокулянты;
4. Агенты для контроля фильтрации;
5. Стабилизаторы глин;
6. Лубриканты, эмульгаторы и ПАВ;
7. Ингибиторы коррозии;
8. Материалы для борьбы с поглощением растворов.

Утяжелители отвечают за утяжеление промывочных жидкостей, которое обусловлено потребностью формирования противодействия на стенки ствола при угрозе течения солей, осыпей и обвалов горных пород и, главное, при вскрытии пластов с аномально высоким пластовым давлением, предупреждением флюидопроявления и улучшением устойчивости ствола скважины. Более распространенным утяжелителем буровых растворов считается баритовый утяжелитель, состоящий из 75,7% BaO и 34,3% SO₃. При утяжелении баритом растворов на углеводородной основе его гидрофобизируют, что упрощает очистку пор от частиц утяжелителя при перемещении нефти из пласта.

Материалы для увеличения вязкости. Загустители применяются с целью повышения вязкости и регулирования тиксотропных свойств буровых растворов. Вязкость раствора оказывает огромное влияние на качество отчистки ствола и забоя от выбуренной породы. Вязкость раствора оказывает огромное

влияние на качество отчистки ствола и забоя от выбуренной породы. Наиболее распространенными загустителями считаются следующие:

- вайомингский бентонит – регулятор вязкости и водоотдачи,
- аттапульгит – загуститель для растворов на основе соленой воды,
- гуаровая смола – загуститель и регулятор водоотдачи для растворов с низким содержанием твердой фазы,
- гидроксипропилцеллюлоза – загуститель для солевых растворов либо буровых растворов на водной основе, или загуститель на основе синтетической ксантановой смолы.

Диспергаторы/деффлокулянты применяются при загустевании бурового раствора от коагулирующего действия электролитов, от воздействия температур, при применении утяжелителей или при попадании цемента в промывочную жидкость. В наиболее популярные диспергаторы/деффлокулянты входят:

1. Лигнин – разжижитель, эмульгатор и регулятор водоотдачи.
2. Каустицированный лигнин – высокотемпературный разжижитель, эмульгатор и стабилизатор водоотдачи.
3. Безхромный лигносульфат – экологический разжижитель, ингибитор и регулятор водоотдачи.
4. Каустицированный калиевый лигнин – разжижитель, эмульгатор и регулятор водоотдачи для калиевых бурительных растворов.

Регуляторы водоотдачи. Коркообразующие свойства и фильтрация характеризуют способность промывочной жидкости и ее элементов просачиваться в горные породы (пласты). Фильтрационная корка должна быть слабопроницаемой, тонкой и располагать невысоким сопротивлением сдвигу. В бурении используют соответствующие регуляторы водоотдачи:

- полианионная целлюлоза – загуститель, стабилизатор водоотдачи,
- сверхнизковязкая полианионозная целлюлоза – загуститель и стабилизатор водоотдачи с минимальным увеличением вязкости раствора,

– высококачественная полианионная целлюлоза – загуститель и стабилизатор водоотдачи,

– стабилизированный полисахарид – неферментирующий крахмал для регулирования водоотдачи, вязкости, стабилизации глин для растворов в основе пресной или соленой воды.

Стабилизаторы глин нужны для предотвращения их набухания, что может послужить причиной нарушения проницаемости пласта, с целью минимизации разрушения глинистых минералов, в результате чего происходит закупорка пор в пласте. Наиболее распространенными стабилизаторами считаются:

– хлорид калия – сводит к минимуму диспергацию глин, сдерживает отдельные слои упаковок глинистых частиц,

– полиакриламид – обволакивающий полимер для растворов на основе пресной либо соленой воды,

– хлорид аммония – не допускает разбухание глин,

– гильсонит – диспергируемый в воде ингибитор глин и закупоривающий агент,

– водный полигликоль – стабилизатор глин, регулятор водоотдачи и ингибитор гидратации.

Лубриканты применяются с целью уменьшения коэффициента трения между стенками скважины и бурильным инструментом. Смазка способствует уменьшению крутящего момента, износа оборудования, термического разрушения оборудования и затяжек. В бурении применяют добавки:

1. Лубрикант высокого давления – высокотемпературный лубрикант для уменьшения крутящего момента и ликвидации затяжек.

2. Низкотоксичный лубрикант, проявляет минимальное воздействие на окружающую среду, применяется для водных растворов.

3. Неионные ПАВ – добавки для предотвращения сальникообразования.

4. Противприхватная добавка – добавка для освобождения прихваченного инструмента.

Ингибиторы коррозии применяются с целью предотвращения коррозионного разрушения бурильного инструмента. Возникновение ржавчины связано с воздействием различных газов (O_2 , H_2S , CO_2), которые поступают в буровой раствор. С целью защитить железные поверхности от коррозии, используют присадки:

- поглотители сульфидов (оксид цинка) – абсорбер сероводорода,
- поглотитель кислорода – для удаления кислорода из бурового раствора,
- диспергируемый в воде пленкообразующий амин – ингибитор коррозии для пресноводных буровых растворов, а также пакерных жидкостей,

Наполнители для борьбы с поглощением вводятся в буровой раствор с целью предотвращения его дальнейших потерь, при этом сами наполнители – инертные материалы с соответствующей формой и размером частиц. Более популярными наполнителями считаются:

- измельченное волокно целлюлозы – закупоривает и отделяет проницаемые пласты.
- скорлупа орехов – гранулированный кольматирующий материал,
- слюда – хлопьеобразный материал для профилактики и борьбы с поглощением и фильтрацией,
- измельченная бумага – для профилактики фильтрации,
- измельченная древесина кедра – многофункциональный волокнистый материал для борьбы с поглощением.

Органические коллоидные материалы применяются в бурильных растворах для уменьшения фильтрации, стабилизации глин, флокулирования выбуренной породы, увеличения несущей способности, а в ряде случаев в качестве эмульгаторов и смазывающих присадок.

Коллоидные свойства органических полимеров во многом устанавливают их роль в бурильных растворах. Органические полимеры, подходящие для буровых растворов, обладают большим сходством с водой. При невысоких концен-

трациях они образуют сильно набухающие гели. Некоторые полимеры стремительно адсорбируются частицами глины, что обеспечивает защиту последних от флокуляции под воздействием солей.

Природные полимеры — это полимеры естественного происхождения, производимые без участия человека. Естественные полимеры получают из природных источников, таких как растения, животные или продукты биологического разложения. Структура природных полимеров сложнее структуры синтетических, обычно у них более высокий молекулярный вес. Кроме того, естественные полимеры менее устойчивы к воздействию температуры и легче поддаются бактериальному разложению. Природные полимеры, используемые в буровых растворах, состоят из полимеризованных молекул сахара.

Перспективной полимерной добавкой к буровому раствору может служить полимер галактуроновой кислоты, вынесенный в самостоятельную группу веществ М. Браконо в 1825 году. Он же в первый раз ввел термин, имея в виду способность описываемых гликанов набухать в водных растворах и формировать вязкие полужидкие гели.

Такие полимеры выполняют функции связывающих и упрочняющих компонентов клеточной стенки, а также регулируют водный обмен плодов. Согласно химической структуре, они считаются полисахаридами гетерогенной природы, состоящими из остатков галактуроновой кислоты.

Полимер галактуроновой кислоты чистом виде представляет собой порошок от желтовато-белого до коричневого либо сероватого цвета, не обладающий практически никаким запахом и слизистый при пробе на вкус, трудно растворимый в холодной воде, но легче растворимый в горячей воде с образованием коллоидного раствора — золя. Одной из основных отличительных черт такого лиофильного золя считается непропорционально огромное возрастание вязкости при увеличении его концентрации.