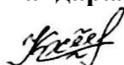


На правах рукописи

Курбанов Хайдарали Нуралиевич



**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА БИОПОЛИМЕРНЫХ
РАСТВОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПЕРВИЧНОГО ВСКРЫТИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ**

*Специальность 25.00.15 - Технология бурения и освоения
скважин*

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ – 2017

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ)»

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор

Соловьев Николай Владимирович

Официальные оппоненты:

Близнюков Владимир Юрьевич – доктор технических наук, профессор, ПАО «НК «Роснефть», департамент научно-технического развития и инноваций, управление технологической экспертизы и прогнозирования, руководитель проекта

Уляшева Надежда Михайловна – кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», кафедра бурения, профессор

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»

Защита диссертации состоится 30 марта 2017г. в 15 ч. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д 212.224.02 при Санкт-Петербургском горном университете по адресу: 199106, г. Санкт-Петербург, В.О., 21-я линия, дом 2, ауд. № 1163

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского горного университета и на сайте www.spmti.ru

Автореферат разослан 30 января 2017г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



Николаев
Николай Иванович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы: Развитие нефтегазовой промышленности, наращивание и стабилизация добычи углеводородного сырья на уровне, обеспечивающем энергетическую безопасность России и необходимые поступления в бюджет, должны сопровождаться ростом объемов добычи углеводородов.

Одним из важных направлений повышения объемов добычи углеводородов является рациональное использование эффективных составов буровых растворов при первичном вскрытии пласта.

Современный уровень развития буровых технологий немалозначим без применения высокоэффективных биополимерных химических реагентов, используемых для получения буровых растворов на водной основе, в состав которых входят другие органические и полимерные реагенты. Такие системы буровых растворов широко применяются для их приготовления на основе глинистых и безглинистых промывочных жидкостей.

Однако, до последнего времени все исследователи недостаточно уделяли внимания всестороннему изучению реологических свойств полимерных буровых растворов, которые оказывают преобладающее влияние на эффективность транспортирования шлама, особенно в наклонно-направленных и горизонтальных скважинах.

Вскрытие продуктивных пластов, особенно терригенных коллекторов с содержанием набухающего глинистого материала, существующими буровыми растворами на водной основе приводит к значительному ухудшению проницаемости коллекторов. От состава и свойств буровых растворов для первичного вскрытия зависит текущая и конечная нефтеотдача пластов.

Поэтому, совершенствование, разработка составов и использование буровых растворов на водной основе, обеспечивающих эффективное удаление шлама из скважины и сохранение естественной проницаемости горных пород при вскрытии терригенных коллекторов, является актуальной, научной и инженерно-технической задачей, требующей безотлагательного решения.

Целью работы является повышение эффективности первичного вскрытия продуктивных коллекторов.

Идея работы заключается в разработке составов буровых растворов и исследовании свойств биополимерных растворов с добавками катионных полимеров, обеспечивающих эффективное удаление шлама из скважины и сохранение естественной проницаемости горных пород продуктивных коллекторов при первичном вскрытии продуктивных коллекторов.

Задачи исследований:

1. Анализ существующих буровых растворов для первичного вскрытия скважин.
2. Исследование реологических параметров биополимерных растворов и их влияния на транспортирующую способность при удалении бурового шлама.
3. Исследование добавок катионных полимеров на реологические параметры биополимерных растворов.
4. Исследование влияния биополимерных растворов на величину коэффициента восстановления проницаемости горных пород коллекторов.
5. Разработка составов биополимерных растворов с добавлением катионного полимера, методов управления их свойствами и технологии приготовления.

Методика исследований включает в себя комплекс аналитических и экспериментальных исследований по изучению физико-химических процессов, происходящих в буровых растворах на водной основе, а также при их взаимодействии с неустойчивыми глинистыми породами.

Научная новизна работы заключается в установлении зависимости реологических параметров раствора и вида биополимера в его составе, определяющих эффективность транспортирования шлама по стволу скважины, сохранение естественной проницаемости пород продуктивного коллектора, а также ингибирующее действие таких растворов по отношению к глинодержащим горным породам.

Защищаемые научные положения:

1. Применение отечественных полимеров Оснопак, Flo-troll и катионного полимера ВПК-402 обеспечивает повышение выносной способности биополимерного раствора при выполнении условия $(bHe) \geq Ag$ за счет увеличения напряжения сдвига бурового раствора.

2. Введение в состав биополимерного раствора катионного полимера ВПК-402 (2,5÷3,5%) обеспечивает сохранение естественной проницаемости углеводородного коллектора за счет улучшения ингибирующих свойств раствора и повышения устойчивости глинистых пород.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций определяется современным уровнем аналитических и достаточным объемом экспериментальных исследований, выполненных на современном сертифицированном оборудовании, высокой степенью сходимости этих результатов и воспроизводимостью полученных данных.

Практическая значимость состоит в разработке новых составов биополимерных растворов с добавками катионных полимеров с учетом их реологических свойств, обеспечивающих выносящую способность при транспортировании шлама, повышающих ингибирующие свойства и сохранение естественной проницаемости горных пород продуктивных коллекторов.

Апробация работы. Основные положения, результаты теоретических и экспериментальных исследований, выводы и рекомендации докладывались на XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 150-летию со дня рождения академика В. А. Обручева и 130-летию академика М. А. Усова (Томск – 2013г.); XI Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле» (Москва - 2013); II международной научно-практической конференции «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» (Санкт-Петербург – 2014г.); VII Международной межвузовской научной конференции «Молодые - наукам о Земле» (Москва – 2014); XII Международной научно-практической конференции «Новые идеи в

науках о Земле» (Москва - 2015); VIII Международной межвузовской научной конференции «Молодые - наукам о Земле» (Москва - 2016).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, из них 7 в журналах, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России, получен 1 патент.

Личный вклад автора. Выполнен анализ литературных источников, по теме диссертационной работы; сформулированы цели и задачи исследований; выполнены лабораторные исследования реологических параметров биополимерных растворов и их влияния на транспортирующую способность при удалении бурового шлама; выполнены лабораторные исследования по влиянию катионного полимера ВПК-402 на ингибирующие свойства бурового раствора и устойчивость глинистых пород; выполнены лабораторные исследования по влиянию биополимерных растворов в сочетании с катионным полимером ВПК-402 на коэффициент восстановления проницаемости горных пород коллекторов; разработан состав биополимерных растворов с добавлением катионного полимера, методы управления их свойствами и технологии приготовления.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных выводов и рекомендаций, библиографического списка, включающего включающего 87 наименований. Материал диссертации изложен на 130 страницах, включает 10 таблиц, 35 рисунков

Автор выражает благодарность научному руководителю доктору технических наук, профессору Соловьеву Н.В. доктору технических наук, профессору Гайдарову М.М.-Р. за ценные советы и помощь при выполнении исследований по подготовке диссертации, сотрудникам кафедры Современных технологий бурения скважин МГРИ-РГГРУ за оказанную поддержку, возможность проведения исследований и рекомендации при выполнении диссертационной работы, а также докторам технических наук профессорам Николаеву Н.И., Васильеву Н.И. за

сделанные замечания при подготовке к защите диссертационной работы.

Содержание работы

Во *введении* обоснована актуальность диссертационной работы, ее цель, задачи, идея работы, представлена научная новизна и основные защищаемые научные положения, показана практическая значимость работы.

В *первой главе* диссертационной работы выполнен анализ существующих буровых растворов на водной и углеводородной основе для первичного вскрытия терригенных продуктивных коллекторов.

В нашей стране полимерные и биополимерные буровые растворы впервые нашли применение лишь в первой половине 70-х годов. Наибольший вклад в разработку рецептур полимерных и биополимерных растворов и исследование их параметров внесли ученые Андерсон Б.А., Ангелопуло О.К, Близиюков В.Ю., Быстров М.М., Гайдаров М.М-Р., Городнов В. Д., Грей Дж.Р., Дедусенко Г.Д., Кистер Э.Г., Крысин Н.Н., Липкес М.И., Нацепинская А.М., Николаев Н.И., Овчинников В.П., Пеньков А.И., Рябокочень С.А., Скальская У.А., Турапов М.К., Уляшева Н.М., Шарафутдинов З.З., Шарипов А.У. и др.

В результате этих работ было установлено, что для первичного вскрытия продуктивных горизонтов, как карбонатных, так и терригенных коллекторов применяются буровые растворы с различной дисперсионной средой, основными из которых являются водные, водно-спиртовые, углеводородные и синтетические. Основные трудности при выборе жидкости для первичного вскрытия продуктивных горизонтов возникают для терригенных коллекторов, в связи со сложным их геологическим строением. В терригенных коллекторах кислотная обработка менее эффективна, а в некоторых случаях, значительно ухудшает проницаемость, когда как после вскрытия карбонатных коллекторов, даже на буровом растворе с высокой степенью загрязнения, имеется возможность восстановления проницаемости путем кислотной обработки.

Несмотря на существующие недостатки буровых растворов на водной основе по загрязнению продуктивных пластов, они более востребованы, чем на углеводородной. Такие недостатки растворов на углеводородной основе, как экологическая и пожароопасность, а также неудобства при работе с ними снижают их преимущества и конкурентоспособность. Поэтому нами основное влияние было уделено буровым растворам на водной основе. Кроме того, при вскрытии и бурении в терригенных коллекторах резко возрастает в разрезах количество глинистых пород. При наличии глинистых пород необходимо предъявлять жесткие требования к буровым растворам по ингибирующим свойствам.

В последние годы для вскрытия продуктивных пластов большое распространение получили системы биополимерных буровых растворов: Flo-Pro, Flo-Pro-NT, ПКР (разработка «M-I-DrillingFluidsCo»), Baradril-N/XP-07 (разработка «BaroidDrilling FluidsInc»), ИКАРБ (фирма IKF), «Бурвис» (НПО «Бурение»), а также малоглинистый раствор «Парофлок» (ООО «КогалымНИПИнефть») и инвертно-эмульсионный раствор «Полисил-ДФ» (ЗАО «Ритек-Полисил»).

Проанализировав существующие буровые растворы, механизмы и методы стабилизации их свойств обоснована необходимость проведения дальнейших исследований в направлении создания новых биополимерных растворов на водной основе. Из опыта применения буровых растворов видно, что получение таких систем – задача более ответственная и сложная, требующая квалифицированного подхода. Компонентный состав бурового раствора должен обеспечивать простоту технологии приготовления, при которой обеспечивается высокое качество буровых растворов при достаточно невысоких энергетических затратах. Обоснование механизма влияния компонентов и управление механизмом взаимодействия между компонентами на основе изучения процессов, происходящих в таких буровых растворах, позволят целенаправленно регулировать их технологические параметры. На основании полученных результатов нами предусматривалась разработка более эффективных составов

буровых биополимерных растворов для первичного вскрытия пласта в неустойчивых глиносодержащих отложениях.

Во *второй главе* изложены методика проведения исследований показателей реологических свойств буровых растворов, а также фильтрационные свойства на натуральных образцах кернового материала с применением разработанных составов буровых растворов. Кроме того обоснована методика проведения исследований взаимодействия биополимерных растворов с образцами глиносодержащих горных пород. Описаны материалы, применяемые для проведения исследований, приведена характеристика и назначения основных приборов, использованных для проведения исследований технологических параметров буровых растворов.

В третьей главе изложены результаты лабораторных исследований реологических параметров биополимерных растворов. Проведены теоретические и лабораторные исследования по влиянию реологических свойств буровых растворов на эффективность удаления шлама из скважин в процессе бурения.

Исследования реологических параметров проводились по методике с использованием для измерений прибора отечественного производства ZM-1001 (Завод «Магнитоник», г. Краснодар), которая соответствует методике измерения с использованием прибора OFITE. Поэтому первичные отсчеты величин углов закручивания φ_{300} и φ_{600} использовали для расчета реологических параметров (методика OFITE) - $\mu_{эф}$ и τ , а также K и n .

Основное преимущество методики с использованием прибора ZM-1001 заключается в прямом методе измерения величины эффективной вязкости ($\mu_{эф}$), что исключает необходимость проведения расчетных работ, предусматриваемых методикой с использованием прибора OFITE.

Проанализированы основные виды используемых химических реагентов для регулирования свойств исследуемых биополимерных буровых растворов, приведено описание назначения и основных характеристик современных приборов для исследования свойств таких растворов. Приведены основные методические вопросы по планированию экспериментальных исследований свойств

полимерных буровых растворов, их влияние на показатели, определяющие эффективность применения таких растворов, а также по оценке достоверности полученных результатов при соблюдении необходимости требований при обработке таких результатов.

Для проведения исследований реологических свойств использовались буровые растворы, полученные на основе современных биополимерных и полимерных реагентов, таких как оснопак, flo-troll, ксантановая смола, ВПК-402 и других реагентов.

Для обработки результатов измерений использовали степенную модель Освальда де-Вааля, в которой показатель нелинейности (n) характеризует степень отклонения реологического поведения бурового раствора от поведения ньютоновских жидкостей. Снижение этого значения вызывает выполаживание эпюры скоростей потока промывочной жидкости в кольцевом пространстве скважины, в результате чего повышается ее транспортирующая способность, так как основная масса шлама оказывается в интервале максимальных скоростей.

На основе полученных результатов по измерению реологических параметров исследуемых полимерных буровых растворов были построены графические зависимости (рис.1-4)

Таблица 1 – Состав исследуемых буровых растворов

раствор №1	Вода + оснопак
раствор №2	Вода + оснопак + 1% NaCl
раствор №3	Вода + оснопак + 3,5% NaCl
раствор №4	Вода + Flo-troll
раствор №5	Вода + Flo-troll + 1% NaCl
раствор №6	Вода + Flo-troll + 3,5% NaCl
раствор №7	вода +ВПК + 10% глицерин + 0,2% оснопак+ 0,2% смола + 2% Flo-troll
раствор №8	3% гл.р-р +ВПК + 10% глицерин +2% KCl +15% мел + 0,2% оснопак+ 0,2% смола + 2% Flo-troll
раствор №9	3% гл.р-р +ВПК + 10% глицерин +2% KCl +15% мел + 0,1% оснопак+ 0,1% смола + 2% Flo-troll

Анализ значений показателя нелинейности позволил сделать вывод о том, что при более высоких значений эффективной вязкости

показатель нелинейности уменьшается и находится в области псевдопластичных значений $n < 1$ (для растворов на основе полимера оснопак (рис.1.)). При уменьшении значений эффективной вязкости в случае применения полимерных растворов на основе Flo-troll происходит увеличение показателя нелинейности, значения которого переходили в область дилатантных жидкостей при $n > 1$ (рис.2.).

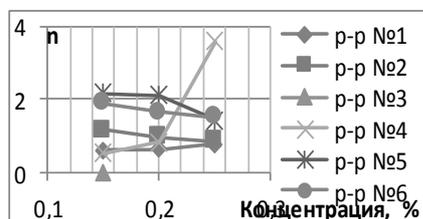


Рис.1. - Зависимость коэффициента нелинейности (n) от концентраций Оснопака и Flo-troll в растворе.

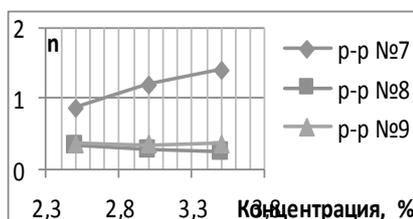


Рис. 2 - Зависимость коэффициента нелинейности (n) от концентрации ВПК-402 в растворе.

Установлено, что низкие значения показателя нелинейности (n) позволяют улучшить свойства жидкости по очистке скважины от шалма за счет увеличения эффективной вязкости в затрубном пространстве при малых скоростях сдвига (рис.3,4).

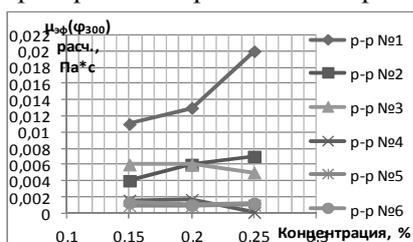


Рис.3 - Зависимость эффективной вязкости при $\phi 300$ от концентраций Оснопака и Flo-troll в растворе

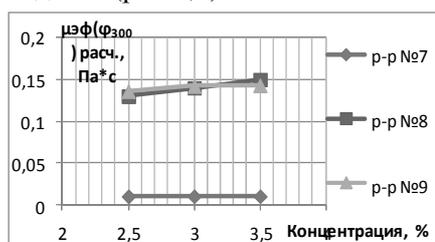


Рис. 4 - Зависимость эффективной вязкости при $\phi 300$ от концентрации ВПК-402 в растворе

Нами для анализа полученных результатов исследований принята методика проф. В.В. Куликова, которая позволяет при проектировании параметров режима промывки скважин использовать соотношения значений критериев подобия, известные как числа Архимеда (Ar), Рейнольдса (Re), Хендстрема (He) и др. Это позволило увязать основные реологические параметры потока бурового раствора с параметрами транспортируемого бурового шлама. Такие числа подобия широко используются для решения задач, возникающих при транспортировании частиц шлама потоком промывочной жидкости.

Такие зависимости позволили нам проанализировать транспортирующую способность буровых полимерных растворов, обладающих определенными значениями величин эффективной вязкости μ и выработать рекомендации по регулированию реологических свойств таких растворов.

При введении в состав бурового раствора комплекса полимерных реагентов и добавлении катионного полимера ВПК-402 происходит существенное увеличение эффективной вязкости этого раствора, что уменьшает величину фильтрационного потока в продуктивный пласт, что обеспечивает улучшение выносящей способности полимерного бурового раствора (рис.5,6).

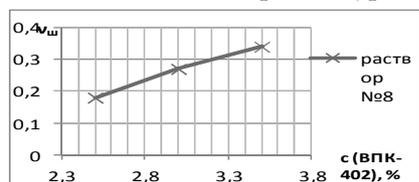


Рис. 5 - Зависимость скорости движения шлама от концентрации ВПК-402 в растворе.

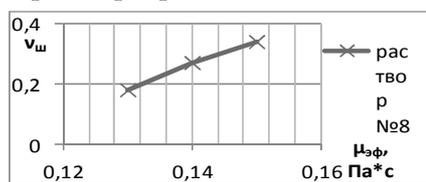


Рис. 6 - Зависимость скорости движения шлама от эффективной вязкости.

На основе результатов исследований реологических свойств биполимерных растворов, установлены зависимости величины коэффициента лобового сопротивления от исследуемых параметров Re , Ar и He , так для растворов на основе полимера оснопак

увеличение его концентрации приводит к повышению значений исследуемых параметров, а значит к снижению величины коэффициента лобового сопротивления, который определяет эффективность удаления шлама из скважины при бурении.

Оценка эффективности транспортирования частиц шлама потоком биополимерных растворов осуществлялась при анализе соотношений выбранных критериев гидравлического подобия:

- если $(6\text{He}) < Ar$ - частицы шлама будут тонуть при расчетных значениях коэффициента лобового сопротивления;
- если $(6\text{He}) \geq Ar$ - частицы шлама будут транспортироваться со скоростью течения бурового раствора. (рис. 7, 8)

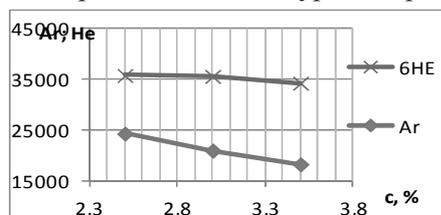


Рис. 7 - Зависимость величины чисел Архимеда (Ar) и Хедстрема (He) от концентрации ВПК-402 в растворе.

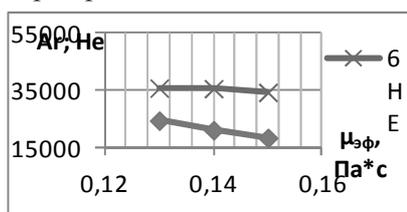


Рис. 8 - Зависимость величины чисел Архимеда (Ar) и Хедстрема (He) от эффективной вязкости раствора.

Таким образом, установлены следующие зависимости:

- реологических параметров эффективной вязкости ($\mu_{эф}$), касательного напряжения сдвига (τ), показателя нелинейности (n) и консистентности (K) от концентрации биополимеров и других реагентов, позволяющие целенаправленно регулировать реологические свойства биополимерных растворов с целью улучшения их выносящей способности и сохранения естественной проницаемости горных пород продуктивного коллектора при его первичном вскрытии;

- значений коэффициента лобового сопротивления от эффективной вязкости и основных параметров числа Рейнольдса, Хендстрема и Архимеда, которые можно использовать для

регулирования скорости выноса шлама в зависимости от его размера и реологических параметров бурового раствора.

В *четвертой главе* представлены результаты лабораторных исследований глин на набухание, обоснование параметров и исследования по выбору ингибирующего катионного раствора для первичного вскрытия терригенных продуктивных пластов.

В частности, автором совместно с сотрудниками лаборатории разработки технологий строительства скважин ООО «Газпром ВНИИГАЗ» А.М. Гайдаровым и А.А.Хуббатовым проводились исследования по определению стабилизирующих свойств катионного полимера из серии ВПК-402 и его влияния на набухание и устойчивость глин. Стабилизирующие свойства раствора оценивались по изменению показателя фильтрации глинистого раствора (в табл.2).

Таблица 2 - Изменение показателя фильтрации катионного бурового раствора

№	Состав раствора	Показатель фильтрации, см ³ за 30 мин.
1	6% гл.р-р.+0,1% ВПК-402	43
2	6% гл.р-р. +0,5% ВПК-402	67
3	6% гл.р-р.+1% ВПК-402	75
4	6% гл.р-р.+2.5% ВПК-402	18
5	6% гл.р-р.+3,5% ВПК-402	10

Для проведения исследований по набуханию готовили образцы глин (увлажненных пластичных и сухих гидратационноактивных) в виде цилиндрических таблеток диаметром в поперечном сечении 22 мм и высотой 12 мм на гидравлическом прессе, которые затем выдерживали в водной среде ВПК-402 (рис.9).

Степень набухания образца оценивалась по увеличению массы образца. Разность масс выдержанного в водной среде ВПК-402 и исходного образцов характеризовала количество пропитанной жидкости или жидкости набухания.

Устойчивость образца определялся визуально.

Из рис.9 и табл.2 видно, что при концентрациях ВПК-402, обеспечивающих стабилизацию глинистой суспензии ингибирующие свойства раствора по отношению к образцам глины резко возрастают, так как

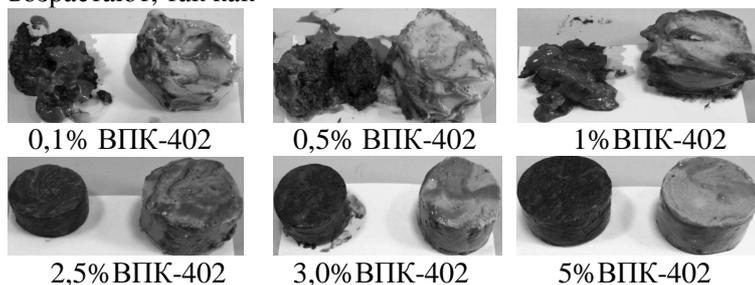


Рис. 9 - Состояние образцов пластичных глин при хранении в теч. 1 сут. в 6%-ном глинистом растворе с добавлением катионного полимера ВПК-402: ненабухающий формовочной марки М₄Т₁К (слева, черный) и набухающий монтмориллонитовый (справа, светлый).

Далее проводились исследования с целью регулирования ингибирующих свойств катионного раствора при добавлении хлористого калия и формиата натрия. Использование хлористого калия и формиата натрия объясняется тем, что по ранее выполненным исследованиям установлено, что эти электролиты являются наиболее эффективными ингибиторами набухания глинодержащих пород.

Изменение степени набухания (ΔV , см³) образца гидратационноактивной натриевой глины на начальной стадии происходит медленнее, чем в водных растворах солей хлорида калия и формиата натрия. При увеличении концентрации хлорида калия и формиата натрия в воде происходит стабилизация показателей пропитки и набухания (рис. 10). Несмотря на увеличение скорости набухания на начальной стадии процесса пропитки и набухания в водном растворе хлорида калия и формиата натрия значительно выше, чем в воде, однако конечные их величины имеют значительно меньшие значения.

Таким образом, для бурения в интервалах залегания натриевых монтмориллонитовых глин, предпочтительнее использовать ингибирующие буровые растворы с содержанием хлорида калия, как установлено нашими исследованиями при концентрации хлорида калия в пределах 1÷3 %.

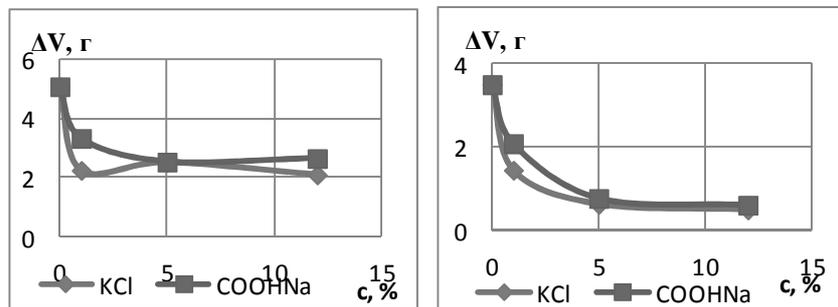


Рис. 10 - Зависимость изменения объема образцов натриевых гидратационно-активных глин (слева) и пластичных глин (справа) от концентрации хлорида калия и формиата натрия по конечным значениям.

На основании полученных результатов разработан состав катионного раствора с ингибирующими свойствами. Концентрация катионного полимера ВПК-402 должна составлять 2,5-3,5%. В качестве дополнительного ингибитора набухания необходимо принимать хлорид калия в количестве 2%. С учетом имеющегося практического опыта в качестве понизителя фильтрации и регуляторов структурно-реологических свойств необходимо использовать полисахариды: крахмал (Flo-troll), водорастворимый эфир целлюлозы (оснопак) и биополимер. Для снижения глубины проникновения фильтрата необходимо создавать условия для образования непроницаемой фильтрационной корки, которая образуется глинистой фазой и карбонатным кольматантом (мел).

Такие исследования выполнены на установке FDES-645, предназначенной для проведения опытов с целью определения изменений проницаемости коллектора, которые могут возникнуть в результате различных работ, связанных с воздействием бурового раствора при бурении и ремонте скважин.

В результате проведенных исследований установлено, что основное отрицательное влияние на коллекторские свойства оказывает фильтрат бурового раствора. Ввод мела в качестве кольматанта и коркообразователя уменьшает проникновение фильтрата в коллектор и позволяет повысить коэффициент восстановления проницаемости образцов керна. В сочетании кольматанта с добавлением полисахаридов и спиртов, в качестве деэмульгаторов эмульсий происходит существенное повышение этот коэффициента коллекторов. Также выполнены исследования по оценке влияния полимерного бурового раствора с добавлением катионного полимера на восстановление проницаемости керна. При исследовании безглинистого раствора с добавлением катионного полимера установлено, что как правило приводило к расслаиванию бурового раствора. В ходе исследований было выявлено, что использование в биополимерном растворе катионного полимера ВПК-402 повышает восстановление коэффициента проницаемости за счет увеличения ингибирующих свойств раствора и повышения устойчивости глинистых пород (рис.11).

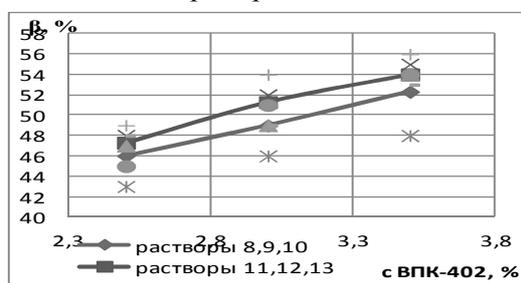


Рис. 11 – Зависимость коэффициента восстановления проницаемости от концентрации ВПК-402.

Таким образом, в результате выполненных исследований нами установлены следующие зависимости:

- величины коэффициента восстановления проницаемости от концентрации ВПК-402 в составе биополимерных растворов, так при увеличении концентрации ВПК-402 от 2,5 до 3,5 %

коэффициент восстановления проницаемости возрастает от 35 до 55 %;

- степени набухания глинодержащих пород от концентрации катионного полимера ВПК-402, что позволяет для сохранения устойчивости стенок скважин в таких породах регулировать параметры биополимерных растворов путем изменения концентрации катионного полимера ВПК-402.

Заключение

Основные научные и практические результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

1. Установлено, что показатель нелинейности меняется в зависимости от концентрации полимерного агента в растворе и величины скорости сдвига;
2. При введении в состав бурового раствора комплекса полимерных реагентов и добавлении катионного полимера ВПК-402 происходит существенное увеличение пластической вязкости этого раствора от 0,0018 Па*с до 0,16 Па*с, что уменьшает величину фильтрационного потока в продуктивный пласт;
3. Установлены зависимости величины коэффициента лобового сопротивления от исследуемых параметров Re , Ag и He , так для растворов на основе полимера оснопак увеличение его концентрации приводит к повышению значений исследуемых параметров, а значит к снижению величины коэффициента лобового сопротивления, который определяет эффективность удаления шлама из скважины при бурении;
4. При содержании ВПК-402 в составе биополимерного бурового раствора в количестве 2,5-3,5% повышается устойчивость пластичных монтмориллонитовых и гидратационно-активных глин за счет усиления ингибирующих свойств раствора;
5. В составах биополимерного раствора сочетание катионного полимера ВПК-402 и хлористого калия значительно усиливает ингибирующие свойства;
6. Использование в биополимерном растворе катионного полимера ВПК-402 повышает восстановление коэффициента проницаемости

от 36% до 55 %, за счет увеличения ингибирующих свойств раствора и устойчивости глинистых пород;

7. Разработанные составы буровых растворов на полимерной основе с добавлением катионного полимера и многоатомных спиртов можно эффективно использовать для первичного и вторичного вскрытия терригенных продуктивных пластов с содержанием набухающих глин, а также при проведении капитального ремонта скважин.

Основные научные результаты опубликованы в следующих работах:

1. Курбанов Х.Н. Методика расчета параметров тампонажных растворов с регулируемой плотностью. / Соловьев Н.В., Курбанов Х.Н.// Научно-технический журнал «Инженер-нефтяник». –2014. – №4. с. 23-27.
2. Курбанов Х.Н. Охрана окружающей среды в нефтегазовой отрасли./ Соловьев Н.В., Ганджумян Р.А., Курбанов Х.Н.//Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).-2015.-№2(специальный выпуск 7).с.725-727.
3. Курбанов Х.Н. Опыт применения катионного бурового раствора. / Гайдаров А.М., Курбанов Х.Н.// Научно-технический журнал «Инженер-нефтяник». –2015. – №2. с. 25-28.
4. Курбанов Х.Н. Теоретический метод обоснования конструктивных параметров долот режуще-скальвающего действия./Соловьев Н.В., Арсентьев Ю.А., Нгуен Т.Х., Курбанов Х.Н.//Научно-технический журнал «Инженер-нефтяник». –2015. –№3. с. 16-25.
5. Курбанов Х.Н. Межчастичные взаимодействия в буровых растворах на водной основе и рекомендации по управлению их свойствами / Гайдаров А.М., Хуббатов А.А., Норов А.Д., Гайдаров М.М-Р., Храбров Д.В., Курбанов Х.Н.//Научно-технический журнал «Наука и техника в газовой промышленности».–2015.– №4(64).с.60-78
6. Курбанов Х.Н. Реологические свойства биополимерных буровых растворов / Соловьев Н.В., Курбанов Х.Н., Нгуен Т. Х./Научно-технический журнал «Инженер-нефтяник».–2016. – №3. с. 8-17.
7. Курбанов Х.Н. Буровые растворы для сохранения фильтрационно-емкостных свойств коллектора при первичном вскрытии пласта /

- Курбанов Х.Н./ Научно-технический журнал «Инженер-нефтяник». – 2016. – №3. с. 18-22.
8. Курбанов Х.Н. Ингибирующий буровой раствор (варианты) / Гайдаров А.М., Хуббатов А.А., Гайдаров М.М-Р., Жирнов П.А., Сутырин А.В., Муртазин Р.Х., Курбанов Х.Н./ патент № 2016123664/03 (036953), 02.09.2016г. - ФГБУ «ФИПС».
 9. Курбанов Х.Н. Нестационарный режим промывки забоя скважины при бурении / Иванников В.И., Курбанов Х.Н.//XVII Международный симпозиум имени академика М.А.Усова студентов и молодых учёных, посвященного 150-летию со дня рождения академика В. А. Обручева и 130-летию академика М. А. Усова Томск.–2013. с. 218-220.
 10. Курбанов Х.Н. Динамика работы бурильной колонны в скважине / Курбанов Х.Н.//XII Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле», Москва: МГРИ-РГГРУ.–2013.с.246-247
 11. Курбанов Х.Н. Расчет технологических параметров полимергелевой системы РИТИН / Курбанов Х.Н.// VII Международной межвузовской научной конференции «Молодые - наукам о Земле». Москва:МГРИ-РГГРУ. – 2014. с. 294-295
 12. Курбанов Х.Н. Исследование реологической модели полимерных буровых растворов/ Соловьев Н.В., Курбанов Х.Н.// XII Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле», Москва: МГРИ-РГГРУ.–2015. с. 132-133.
 13. Курбанов Х.Н. Результаты исследования реологической модели полимерных буровых растворов./ Курбанов Х.Н. // VIII Международной межвузовской научной конференции «Молодые - наукам о Земле», Москва: МГРИ-РГГРУ.. – 2016. с. 280-282.
 14. Курбанов Х.Н. Результаты исследования влияния полимерных буровых растворов на фильтрационно-емкостные свойства./ Курбанов Х.Н.//VIII Международная межвузовская научная конференция «Молодые - наукам о Земле», Москва: МГРИ-РГГРУ.– 2016. с.283-285.