

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Никитина Василия Игоревича на тему: «Повышение качества вскрытия продуктивных пластов путём применения расчётного критерия к выбору промывочной жидкости», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин.

Представленная на отзыв диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка используемой литературы из 113 наименований, содержит 117 страниц машинописного текста, 44 рисунка и 17 таблиц.

1 Актуальность темы диссертационной работы

Успешное развитие топливно-энергетического комплекса России во многом определяется приростом извлекаемых запасов углеводородного сырья промышленных категорий, расположенных, как правило, в сложных горно-геологических, природно-климатических и термодинамических условиях. Это предполагает внедрение современных эффективных технологий разработки месторождений и добычи. Бурение уплотняющей сетки скважин (пологих, горизонтальных, многозабойных) – важный и очень энергозатратный элемент этих технологий.

Себестоимость строительства скважин постоянно растет, требования к их качеству повышаются. Ключевой проблемой повышения качества и эффективности буровых работ является защита природных коллекторских свойств нефтегазовых пластов при их первичном вскрытии.

При вскрытии продуктивного пласта на репрессии с использованием промывочных жидкостей на водной основе проникновение фильтрата в пласт приводит к изменению структуры порового пространства прискважинной зоны и, как следствие, изменению модели течения жидкостей в пористой среде. Моделирование фильтрационных процессов позволяет оценивать возможные изменения параметров пород призабойной зоны пласта после проникновения фильтрата промывочной жидкости, проектировать состав жидкости вскрытия с заданными свойствами с учетом минимизации воздействия в целях предупреждения возможных осложнений в процессах дальнейшей эксплуатации скважин.

Следовательно, проблема создания достоверных моделей, позволяющих оценить степень снижения фильтрационно-ёмкостных свойств пласта с учётом свойств промывочной жидкости, пластового флюида и характеристик порового пространства и разработка критериев для выбора оптимальной рецептуры промывочной жидкости с учётом фильтрационных характеристик породы и физико-химических свойств пластового флюида, сформулированная в диссертации, является актуальной. Решение указанной проблемы позволит повысить качество вскрытия продуктивных пластов при

*N 296-10
от 18.10.2018*

бурении нефтяных скважин, облегчит решение задач в области проектирования рецептур буровых растворов для конкретных геологических условий.

2 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

2.1. Защищаемые положения.

2.1.1. Разработанная математическая модель позволяет определить объём проникновения фильтрата с учетом его вязкости при пластовой температуре, избыточного давления, площади фильтрации и времени фильтрационного процесса.

Положение обосновано материалами третьей главы диссертационной работы, имеет научную значимость для развития теории фильтрации многофазных систем.

Положение имеет практическую значимость для уточнения радиуса проникновения фильтрата при изучении фильтрационных процессов в прискважинной зоне пласта при первичном вскрытии в процессе бурения.

2.1.2. Предложенный критерий, включающий в себя насыщенность порового пространства фильтратом и радиус его проникновения, позволяет выбрать промывочную жидкость с учетом минимального снижения проницаемости призабойной зоны пласта при первичном вскрытии.

Положение обосновано материалами третьей главы диссертационной работы, имеет научную значимость для уточнения распределения потоков фаз с учётом капиллярного давления, свойств жидкостей, участвующих в совместной фильтрации и фильтрационных показателей породы-коллектора.

Положение имеет практическую значимость, так как позволяет оценивать промывочные жидкости с точки зрения их влияния на коллекторские свойства продуктивных пластов расчётным путём используя предложенный автором показатель снижения фильтрационных свойств призабойной зоны пласта вследствие проникновения фильтрата.

Предложенная методика может быть рекомендована для использования в научно-исследовательских центрах, учебных и проектных институтах отрасли при разработке регламентов и проектов на строительство скважин.

2.2. Выводы.

2.2.1. Анализ методов исследования изменения фильтрационно-ёмкостных свойств призабойной зоны продуктивного пласта вследствие воздействия буровых промывочных жидкостей показал несовершенство модели для радиуса проникновения фильтрата буровых промывочных систем в пласт, а также неоднозначность в способах определения мгновенной фильтрации.

Вывод обоснован материалами первой главы диссертационной работы.

На основании анализа теоретических и методических материалов установлено, что расчёт радиуса проникновения фильтрата буровых промывочных жидкостей на водной основе по существующим методикам приводит к получению завышенных результатов.

Автором так же изучены и критически проанализированы известные методики определения мгновенной фильтрации. Обработка результатов лабораторных исследований по определению фильтрации буровых промывочных жидкостей на водной основе различного состава (глинистых, полимерных) по известным методикам показала, что мгновенная фильтрация зависит от состава промывочной жидкости и функционально различается на различных стадиях процесса.

Вывод имеет значимость для выбора направления исследований.

2.2.2. Определён минимальный набор параметров, позволяющий построить гидродинамическую модель проникновения фильтрата буровой промывочной жидкости в призабойную зону пласта. К этим параметрам относят: m — пористость породы, k_o — проницаемость породы для нефти, μ_o, μ_f — динамические вязкости нефти и фильтрата, h_{mc} — толщину фильтрационной плёнки для полимерных промывочных систем, $Q(t)$ — показатель фильтрации при различном времени фильтрационного процесса (2; 5; 7,5; 10; 15; 20; 25; 30 мин.), r_w — радиус скважины.

Вывод обоснован материалами второй главы диссертационной работы. Автором подробно изучены современные методы исследования свойств горных пород и буровых промывочных жидкостей. Установлена взаимосвязь фильтрационных процессов, происходящих в скважине в процессе бурения, с параметрами и составом промывочных жидкостей и физико-химическими характеристиками пород коллекторов.

Вывод имеет значимость для построения адекватных моделей, выведенных из фундаментальных законов механики сплошных сред и теории фильтрации.

2.2.3. Разработана модель для определения объема фильтрата промывочной жидкости на водной основе, проникающего в пласт при первичном вскрытии. При помощи корреляционного анализа сделан вывод о том, что среднее время образования плёнки постоянной толщины для полимерных систем составляет 10 мин. Мгновенная фильтрация описывается законом фильтрации, действующим при образовании плёнки постоянной толщины, и не нуждается в дополнительном определении. Предложена кусочная аппроксимация фильтрационного процесса для вычисления объема фильтрата, проникающего в пласт при первичном вскрытии.

На основании лабораторных исследований процесса фильтрации определена зависимость объема фильтрата от времени фильтрационного процесса для различных систем буровых промывочных жидкостей на водной основе. Доказано, что процесс фильтрации на различных этапах описывается различными зависимостями: в начальный момент времени зависимость

носит нелинейный характер, а после формирования фильтрационной плёнки и стабилизации её толщины зависимость объёма фильтрата от времени становится линейной. Предложенный автором метод «кусочной» аппроксимации фильтрационного процесса упрощает расчёт объёма фильтрата, проникающего в пласт при первичном вскрытии, не требуя дополнительных экспериментов по определению всех параметров фильтрационного процесса.

Вывод обоснован материалами третьей и четвёртой глав диссертации, имеет научную и практическую значимость, служит основой для расчётов объёма фильтрата, проникающего в пласт при первичном вскрытии, являющегося необходимым входным параметром для вычисления радиуса проникновения фильтрата с учётом физико-химического взаимодействия флюидов, свойств горной породы и технологических параметров вскрытия пласта.

2.2.4. Разработана методика, позволяющая оценить степень снижения фильтрационно-ёмкостных свойств пласта с учётом свойств промывочной жидкости, пластового флюида и характеристик порового пространства продуктивного пласта. Расчётными параметрами, характеризующими степень снижения фильтрационно-ёмкостных свойств призабойной зоны пласта, является средняя насыщенность фильтратом \bar{S}_f и радиус проникновения фильтрата r_f . Выведены формулы, позволяющие вычислить радиус проникновения фильтрата в пласт. Выведена формула для функции распределения потоков фаз f_f с учётом капиллярного давления.

Вывод обоснован материалами третьей и четвёртой глав диссертации. Предложенная автором методика базируется на основных законах теории фильтрации, адекватность моделей проверена на примере Новофедоровского месторождения, расположенного в Оренбургской области.

Вывод имеет практическую значимость, так как позволяет оценить воздействие буровых промывочных жидкостей на коллекторские свойства пласта на стадии проектирования технологии первичного вскрытия.

2.2.5. Разработан критерий по выбору оптимальной рецептуры промывочной жидкости с учётом фильтрационных характеристик породы и пластового флюида. Предложен расчётный параметр ξ , характеризующий снижение фильтрационных свойств призабойной зоны пласта, коррелирующий с коэффициентом восстановления проницаемости $K_{в.п.}$. Таким образом, критерий минимальности параметра ξ может быть использован в качестве альтернативы коэффициенту восстановления проницаемости при выборе оптимальной промывочной жидкости. Из преимуществ предложенного критерия можно выделить то, что параметры, участвующие в расчёте, не требуют проведения длительного эксперимента на фильтрацию, как в случае определения коэффициента восстановления проницаемости. Установлена корреляционная связь между коэффициентом

восстановления проницаемости для коллекторов с капиллярной структурой порового пространства и межфазным натяжением на границе фильтрата и нефти. Снижение межфазного натяжения благоприятно влияет на восстановление проницаемости для нефти и дальнейшей её добычи.

Вывод, обоснован материалами главы 4 диссертационного исследования, имеет практическое значение при выборе промывочных жидкостей с целью повышения качества первичного вскрытия продуктивных пластов.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработанном критерии по подбору оптимальной рецептуры промывочной жидкости с учётом фильтрационных характеристик породы и пластового флюида. Входными параметрами критерия являются средняя насыщенность фильтратом призабойной зоны и радиус проникновения, которые определяются расчётным путём. Для определения этих параметров разработана методика для расчёта объёма фильтрата промывочной жидкости на водной основе, проникающего в призабойную зону пласта при первичном вскрытии, с учётом законов фильтрации при формировании фильтрационной корки или плёнки и дальнейшей фильтрации через неё. Построены модели для расчета радиуса средней насыщенности фильтратом призабойной зоны пласта и положения фронтальной насыщенности для пластов с капиллярной структурой поровых каналов. Выведена функция распределения потоков фаз с учётом капиллярного давления.

3 Значимость для науки и практики полученных результатов

Изложенные в диссертации положения направлены на повышение качества первичного вскрытия нефтегазовых коллекторов.

В научном плане результаты работы имеют значимость для уточнения модели фильтрации двухфазных жидкостей (нефть – фильтрат бурового раствора) в прискважинной зоне пласта в процессе бурения, решения задач по определению объёма фильтрата, поступившего в пласт, выбору оптимальной рецептуры промывочной жидкости с учётом физико-химических свойств горных пород нефтегазовых коллекторов и пластовых флюидов.

Результаты, полученные в диссертационной работе, имеют практическую значимость, поскольку используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» в курсе «Гидроаэромеханика в бурении».

4 Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования

Результаты работы Никитина Василия Игоревича рекомендуются к применению при строительстве скважин на месторождениях нефти и газа.

Применение разработанных методик позволит с большей степенью вероятности определять объём поступившего в пласт фильтрата буровой

промывочной жидкости в процессе первичного вскрытия. Использование предложенного автором обобщённого показателя снижения фильтрационных свойств призабойной зоны пласта вследствие проникновения фильтрата для выбора рецептуры буровой промывочной жидкости позволит минимизировать количество трудоёмких стендовых исследований, выбрать оптимальные растворы с учётом свойств горных пород и пластовых флюидов и, в конечном счёте, повысить продуктивность скважин.

5 Замечания по работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

5.1. В главе 1 автором подробно изложены стандартные методы определения параметров буровых промывочных жидкостей, многие из которых (например, условная вязкость, водородный показатель, содержание твёрдой фазы и др.) в дальнейшем при моделировании не используются.

5.2. В работе говорится о необходимости измерения плотности фильтратов буровых растворов при скважинных температурах, и приводятся результаты замеров (табл.4.2, график 4.2), однако не описана методика измерений.

5.3. Возникает вопрос, как с помощью фильтрпресса можно определить фильтрацию с точностью до 4 знака.

5.4. Отмечено (стр.58), что опыты показывают, что у полимерных жидкостей спустя некоторое время толщина фильтрационной плёнки становится постоянной, но нет ссылки на результаты эксперимента или источники, из которых информация получена.

5.5. Выражение «построение законов фильтрации», не однократно встречающееся в тексте, на мой взгляд, некорректно.

5.6. Ряд рисунков и графиков (например, 1.7; 2.7; 3.1 и др.) плохо читаются, что затрудняет знакомство с работой.

5.7. В перечне литературы ссылка №69 на «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. ПБ 08- 624-03 не корректна. В настоящее время действует документ, утверждённый 12.03.2013 г.

Сделанные замечания не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

6 Заключение

Диссертация Никитина Василия Игоревича выполнена на актуальную тему, является законченным исследовательским научным трудом, имеющим научную и практическую ценность.

В работе приведены результаты исследований, позволяющие квалифицировать их как научно обоснованные теоретические и технологические разработки, внедрение которых призвано повысить качество первичного вскрытия продуктивных пластов при бурении нефтяных

скважин. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Работа базируется на результатах математического моделирования процессов фильтрации, достоверность результатов проверена экспериментальным путём.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и отражает все наиболее значимые результаты.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на конференциях различного уровня и опубликованы в научных изданиях, в том числе рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

В целом диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Никитин Василий Игоревич заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности: 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин.

Официальный оппонент:

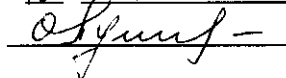
доктор технических наук по специальности

25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин,

научный консультант ООО «НПП «Уфанефтепроект»

Лушпеева Ольга Александровна

«16» 10 2018 г.



Подпись Лушпеевой Ольги Александровны заверяю:

специалист по кадрам ООО «НПП «Уфанефтепроект»

Сергеева Людмила Павловна



Адрес: 450005, Республика Башкортостан г.Уфа, ул.Революционная, д.111/1,
Тел/факс 8(3472) 46 00 52 Email: <ufanefteproekt@mail.ru>



Автор отзыва дает свое согласие на включение персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.