

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной работе
ФГБОУ ВО «УГНТУ»

д.т.н., профессор

Ибрагимов И. Г.

«19» _____ 2023 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» на диссертационную работу Мамаевой Зилии Заитовны «Теоретическое исследование собственных колебаний столба жидкости в скважине для определения коллекторских характеристик пласта», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Актуальность работы.

Добыча нефти - сложный и наукоемкий процесс, который непрерывно модернизируется и совершенствуется, как в практической (оборудование, технологии), так и в теоретической (методики, модели) областях. Сегодня одной из актуальных проблем нефтегазодобывающей отрасли является поддержание уровня добычи нефти на фоне истощения залежей с традиционными запасами и вовлечения в разработку трудноизвлекаемых запасов. В этих условиях широкое применение получили геолого-технологические мероприятия по интенсификации добычи нефти, наиболее эффективным из которых является гидравлический разрыв пласта (ГРП). Важным направлением оптимизации и прогнозирования процесса ГРП с целью повышения его технологической эффективности является развитие методов исследования геолого-физических характеристик продуктивных пластов и геометрии самих трещин, при этом гидродинамические методы исследований выглядят наиболее перспективными с точки зрения совершенствования теоретических методов их интерпретации.

В диссертационной работе Мамаевой З.З. рассмотрена актуальная проблема теоретического изучения способа диагностики скважин и пластов, основанного на анализе собственных колебаний столба жидкости в скважине, возникших вследствие резкого

изменения давления и скорости жидкости, позволяющие получить данные о коллекторских свойствах призабойной зоны пласта и характеристиках трещины ГРП.

В диссертации Мамаевой 3.3. **получены новые научные результаты.** В частности, построены математические модели, описывающие собственные затухающие колебания столба жидкости в скважине для случаев: открытого участка призабойной зоны при наличии и отсутствии вертикальной трещины ГРП; закрытого участка пласта с зоной перфорации. Рассмотрены предельные случаи частотных характеристик: при пренебрежении вязкостью жидкости в скважине и при наличии вязкого трения вблизи стенок скважины. Представлены приближенные решения в случае слабых затуханий. Исследовано влияние основных параметров скважины, пласта и трещины ГРП (проницаемости, проводимости, протяженности открытого и закрытого участка скважины) на интенсивность и характер затухания колебаний. Изучена динамика полей давления в пласте и в ГРП трещине при собственных колебаниях столба жидкости в скважине. Исследованы глубины проникновения возмущений давления в пласт и в трещину.

Обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов работы обеспечиваются корректностью математической постановки задач и обоснованностью применяемых методов решения. Полученные математические модели основаны на фундаментальных законах механики сплошных сред, гидродинамики и универсальных законах сохранения.

Научная и практическая значимость. Результаты данной работы являются вкладом в развитие теории акустических методов диагностики скважин и призабойной зоны пласта и могут служить теоретической основой способов оценки основных параметров трещин ГРП..

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, перечня основных обозначений и списка литературы. Общий объем диссертации 123 страницы, включая 58 рисунков и список литературы, состоящий из 127 наименований.

Во введении обоснованы актуальность темы и новизна работы, сформулированы цель, задачи, указана практическая значимость, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен обзор теоретических и экспериментальных научных работ, посвященных геофизическим и гидродинамическим методам исследования скважин. Представлен краткий обзор работ по моделированию гидравлического удара в нефтедобывающих скважинах.

Во второй главе построена математическая модель собственных колебаний столба жидкости в вертикальной скважине. Получены аналитические решения для возмущения

давления и скорости в скважине, возмущения давления в пласте. Для определения комплексной частоты собственных колебаний выведено трансцендентное уравнение. Изучена зависимость частоты, коэффициента и декремента затухания от проницаемости пласта, показана динамика возмущений давления в различных точках скважины.

В третьей главе решена задача о собственных колебаниях столба жидкости в скважине с усложненной геометрией. В первом пункте рассмотрена скважина при наличии зоны перфорации, где изучено влияние протяженности закрытого участка скважины и зоны перфорации на характер распространения собственных колебаний, описана динамика давления в различных точках скважины. Во втором пункте изучена скважина при наличии вертикальной трещины ГРП. Проанализирована динамика возмущений давления в скважине, призабойной зоне и трещине. Проведен сравнительный анализ с промысловыми данными.

В заключении кратко сформулированы основные результаты работы.

Замечания носят уточняющий характер и вызваны лишь повышенным интересом к нюансам выполненной работы, не влияют на общую положительную оценку работы.

По диссертации имеются следующие замечания.

1. В диссертационной работе представлены результаты исследования, по которым возможно провести оценку наличия или отсутствия трещины ГРП. Однако, в промысловой практике данный факт фиксируется прямым методом на манометрах обвязки оборудования для ГРП и нет необходимости подтверждать это математически.

2. Для подтверждения полученных результатов недостаточно средств расчета геометрии трещины ГРП (высоты, ширины трещины).

3. Пункт первый новизны. Математическая модель, построенная без учета колонны НКТ, и без учета пакера, не имеет особой промысловой ценности, так как без погружного оборудования условия инициации трещины ГРП в обсадной колонне создавать опасно и не экологично.

4. Второй пункт новизны. Пренебрежение вязкостью в расчетах делает результаты, на этой стадии исследования автора, условными, предварительными и представляющими лишь теоретическую ценность.

5. Создание физической модели трещины ГРП (стенда) с целью проверки математической модели позволило бы выявить недостатки полученной модели и оценить критически важные факторы, влияющие на результаты расчета.

6. Представленное название работы «Теоретическое исследование собственных колебаний столба жидкости в скважине для определения коллекторских характеристик пласта» предполагает решение обратных задач, которые позволяют определить

коллекторские свойства пласта (например, проницаемость) на основе анализа собственных колебаний столба жидкости в скважине. В работе же представлены решения только прямой задачи, где по заданному значению проницаемости пласта вычисляются характеристики колебаний столба жидкости.

7. В диссертационной работе (стр. 49) граничные условия на границе «скважина-пласт» задаются выражениями:

$$P_{r=a} = P_l, P_{r=\infty} = 0$$

Что обозначает условие равенства нулю давления на большом расстоянии от скважины? В классической постановке граничных условий для уравнения упругого режима: $P_{r=\infty} = P_{пл}$, где $P_{пл}$ –пластовое давление.

8. В работе говорится о проведении численных расчетов, однако автором не раскрывается информация о том, как эти расчеты проводились (использовалось специальное ПО, написанный самостоятельно алгоритм численного решения и т.д.)

9. На рис 2.11 (стр. 64) приведены осциллограммы давления с датчиков D1, D2, D3. В соответствии с содержанием данного раздела полученные результаты, по мнению рецензента, являются расчетными. Хотя по формулировке «давление с датчиков D1, D2, D3» создается ощущение, что был проведен эксперимент в скважине с определением собственных колебаний. Нужно пояснение, как данные результаты в итоге были получены.

10. На рис. 3.2.1 (стр. 86) представлена схема скважины. В соответствии с предыдущими обозначениями (рис. 2.1, стр. 47) a – радиус скважины. Тогда не ясно, что обозначено за a_c – радиус насосно-компрессорных труб? Если речь идет о трещине ГРП, то где параметр полудлины трещины? Учитывается ли он? В постановке задачи этого не видно.

11. В заключении вывод 5 (стр. 108 диссертации) практически идентичен результатам работы, которые опубликованы в статье Байков В.А., Булгакова Г.Т., Ильясов А.М., Кашапов Д.В. К оценке геометрических параметров трещины гидроразрыва пласта // Известия РАН. Механика жидкости и газа. –2018. – №5, С.64-75. В чем заключается вклад автора в представленные результаты по этому пункту?

12. Практическая значимость работы (стр. 8) предполагает определение параметров трещины ГРП и технологии определения коллекторских характеристик пласта и диагностики технического состояния скважин. В работе практическая значимость раскрыта очень слабо.

Заключение.


Диссертационная работа Мамаевой Зилии Заитовны является законченным диссертационным исследованием, ее результаты имеют научно-практическую значимость.

Основные результаты диссертации доложены на ряде международных и всероссийских конференций и опубликованы в научной печати, в том числе в двух журналах, включенных в перечень Web of Science, Scopus, zbMath и в одном журнале, входящих в базу цитирования RSCI. Автореферат верно отражает основное содержание диссертации.

Таким образом, диссертационная работа Мамаевой Зилии Заитовны по актуальности, научной новизне, основным положениям, научной, практической значимости и достоверности, по содержанию и оформлению полученных результатов соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, **Мамаева Зилия Заитовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.**

Работа доложена автором и обсуждена 19 сентября 2023 на совместном заседании кафедр «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений» (РНГМ) и «Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений» (РГКМ) ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (протокол № 1).

Заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений», профессор, д.т.н. по специальности 25.00.17 – разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений


Зейгман
Юрий
Вениаминович

Отзыв подготовили:

Профессор кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений», доцент, д.т.н. по специальности 25.00.17 – разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений


Сагитов
Дамир
Камбарович

Доцент кафедры «Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений», доцент, к.ф.-м.н. по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы


Малышев
Виктор
Леонидович


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ)
Адрес организации: 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов 1
Тел.: +7 (347) 242-03-70
E-mail: info@rusoil.net

