

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Гаязова Марата Сальмановича на тему «**Исследование динамики тепловой метки на модели горизонтальной скважины применительно к технологии активной термометрии**» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научным специальностям: 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника, 1.6.9. Геофизика.

Актуальность темы диссертационной работы.

Актуальность темы диссертации Гаязова М.С. обусловлена тем, что в настоящее время не существует тривиальных методов измерения малых расходов многофазной продукции в стволе горизонтальной скважины. Для определения расхода низкодебитных горизонтальных скважин с многостадийным гидроразрывом пласта применяют механические расходомеры (пакерные и беспакерные, с распределенными механическими турбинками), радиоактивные методы и т.д. Однако при проведение промыслово-геофизических работ и интерпретации зарегистрированных данных особенная неопределенность возникает в случае потока нефти, воды и газа в разном соотношении и разных наклонах ствола скважины.

Метод активной термометрии, где в качестве источника тепла выступает скважинный индуктор, хорошо зарекомендовал себя при оценке технического состояния вертикальных и слабонаклонных скважин. Однако исследования по использованию этого метода для измерений расхода жидкости в условиях горизонтальных скважин не проводились.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

1. Спроектирована и собрана уникальная экспериментальная установка по изучению неизотермических многофазных потоков, позволяющая моделировать гидродинамические нестационарные процессы, характерные для скважин с горизонтальным окончанием.

2. Разработана методика генерирования и отслеживания движения тепловой метки в горизонтальной скважине в условиях однофазного и двухфазного потока жидкости.

3. Разработан и опробован в лабораторных условиях метод «Регулярных температурных меток» для расчета локальных скоростей многофазного неизотермического потока в трубах разного диаметра.

4. Показано, что скорость движения тепловой метки более точно определяется по скорости распространения фронта температурного возмущения (термоаномалии), чем по скорости движения его максимума, что связано с эффектом «размазывания» тепловой метки в пространстве, наиболее ярко проявляющемся при нисходящем потоке жидкости.

Практическая значимость научных результатов заключается в том, что соискатель предлагает новые алгоритмы определения расходных параметров однофазного и многофазного потоков жидкости, путем регистрации эволюции

тепловой метки по длине трубы и интерпретации зарегистрированных данных. Разработанная экспериментальная установка может быть использована для учебных и научных целей и дальнейшего исследования неизотермических многофазных потоков и имеет сертификат калибровки средств измерения № 065-10/23 от 13 октября 2023 года выданный ООО центр метрологических исследований «Урал-Гео».

Практическая значимость диссертационной работы подтверждается получением соискателем патента РФ на изобретение «Прибор для измерения скорости и расхода флюида в горизонтальной скважине» №169085, а также оригинальным способом определения скорости потока жидкости в скважине, на который также имеется патент РФ на полезную модель № 2751528. При этом результаты и рекомендации, полученные соискателем в работе, внедрены в деятельности НТУ ООО «ТНГ-Групп» г. Бугульмы.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов подтверждается использованием фундаментальных законов физики; сравнением полученных данных расчета с данными математического симулятора; использованием стандартных и современных методов экспериментальных исследований; достаточным объемом экспериментальных исследований, сопоставлением их с теоретическими данными, объемом накопленных сведений и повторяемостью результатов полученной в ходе большого объема экспериментальных исследований. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных семинарах и конференциях.

Краткая характеристика основного содержания диссертации
Диссертация Гаязова М.С. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения.

Во введении обоснована актуальность диссертационного исследования, формулируется ее цель и основные задачи работы, приведены научная новизна и практическая значимость исследования, положения и результаты, выносимые на защиту.

В первой главе диссертационной работы выполнен обзор существующих термогидродинамических, гидродинамических стендов и установок, описаны их преимущества и недостатки. Подробно представлены технические характеристики, особенности и спектры решаемых задач, разработанных и модернизированных экспериментальных установок, и стендов, на которых были проведены работы.

Вторая глава диссертационной работы посвящена изучению особенностей создания и регистрации тепловой метки, созданной различными источниками тепла. Приведены результаты экспериментальных работ, показывающие принципиальную возможность генерации тепловой аномалии достаточной величины, для последующей её регистрации стандартными датчиками температуры комплексного геофизического прибора. По результатам физического моделирования были определены мешающие природные явления на формирование тепловой метки, при ограниченной мощности тепловыделения такие как: увеличение угла наклона трубы относительно горизонтали, нелинейное

распределение локальных скоростей внутри потока жидкости за счет эффекта термогравитационного расслоения.

В третьей главе подробно описана разработанный метод оценки расходных параметров с использованием тепловой метки. На основе этого метода экспериментально подобраны оптимальные интервалы времени работы/простоя нагревателя, показано незначительное влияние времени работы нагревательного элемента на скорость движения нагретой жидкости. Описана эволюция тепловой метки, её затухание и эпюра скоростей её вступления в точки контрольных сечений. Представлены результаты выбора точки считывания тепловой метки “по фронту” или “по максимуму” сигнала. Более точным оказался способ “по фронту”. Приведены результаты экспериментальных исследований метода тепловых меток в условиях двухфазного потока (масло + вода).

В четвертой главе показаны пути практического применения разработанного метода тепловых меток. Приведено сравнение результатов стендовых испытания при индукционном нагреве трубы с аналитической моделью динамики температуры потока во времени. Визуализировано движение температурной метки вдоль стальной трубы в зависимости от расхода жидкости. Исследована динамика температуры в жидкости после начала индукционного нагрева с учетом влияния конвекции на разных расстояниях от оси трубы. Приведены 2 примера использования метода тепловых меток при измерениях расхода в добывающей и нагнетательной скважине.

В заключении сформулированы основные выводы и рекомендации, которые позволят использовать результаты работы для измерений расхода жидкости однофазного и двухфазного потока в скважинах с горизонтальным окончанием применительно к технологии активной термометрии.

Диссертация Гаязова М.С. является законченным научным исследованием и представляет решение актуальных задач.

Соответствие диссертации паспорту специальности

Диссертационная работа Гаязова М.С. соответствует:

Паспорту специальности паспорту научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника (отрасль науки – технические) по следующим направлениям исследования:

5. Экспериментальные и теоретические исследования однофазной, свободной и вынужденной конвекции в широком диапазоне свойств теплоносителей, режимных и геометрических параметров теплопередающих поверхностей;

6. Экспериментальные исследования, физическое и численное моделирование процессов переноса массы, импульса и энергии в многофазных системах и при фазовых превращениях.

Паспорту научной специальности 1.6.9. Геофизика (отрасль науки – технические) по следующим направлениям исследования:

19. Геофизический мониторинг геологического строения и разработки месторождений.

25. Теория, технические средства, технологии, методы сбора и интерпретации каротажной информации, межскважинного просвечивания,

геологотехнологических исследований скважин, геофизических методов исследования технического состояния скважин и вскрытия пластов в скважинах.

26. Контроль разработки месторождений полезных ископаемых по данным наземных и скважинных геофизических исследований, включая мониторинг процессов гидроразрыва пластов-коллекторов.

Замечания к диссертационной работе

1. Разработана методика скважинных измерений расхода жидкостей по скорости перемещения созданной тепловой метки внутри колонны труб. Однако не оценена погрешность таких скважинных измерений и не установлены требования к допустимой погрешности измерений расхода жидкости данным способом.

2. Не исследовано влияние инерционности датчиков температуры скважинного прибора на оценку времени прохода температурной метки при наличии смолистых компонент в многофазном потоке. Ничего не сказано о динамических характеристиках использованных термометров и их влиянии на погрешность измерений расхода жидкости.

3. Не оценена погрешность измерений расхода жидкости от влияния естественных конвекционных потоков на скорость движения тепловой метки при разных углах наклона труб. Не определена нижняя граница диапазона измерений расхода, при котором способ тепловой метки применим в трубах разного внутреннего диаметра.

4. Использована устаревшая терминология, например, *«эталонирование средств измерений»*. В федеральном законе «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ от 26.06.2008 рекомендованы только термины *«калибровка»* и *«поверка»*.

Отмеченные замечания и недостатки не снижают научной и практической ценности полученных результатов. Представленная Гаязовым М.С. работа свидетельствует о том, что ее автор способен ставить и умело решать актуальные конкретные задачи, позволяющие обеспечить более эффективную разработку нефтяных месторождений, а, следовательно, обеспечить значительный вклад в развитие экономики страны

Заключение по диссертационной работе.

Диссертационная работа Гаязова Марата Сальмановича является оригинальным завершенным научно-квалификационным исследованием. Работа хорошо структурирована, материал изложен последовательно и логично, структура диссертации соответствует сформулированным целям и задачам проведенного исследования.

Основное содержание работы опубликовано в 14 научных работах, в том числе: 4 статей в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, утвержденный ВАК Минобрнауки РФ; 1 патент РФ на изобретение, 1 патент на полезную модель и 2 статьи в научных изданиях, индексируемых базами Scopus.

Диссертационная работа на тему «Исследование динамики тепловой метки на модели горизонтальной скважины применительно к технологии активной термометрии» соответствует критериям и требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Гаязов Марат Сальманович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника и 1.6.9. Геофизика.

Согласен на обработку моих персональных данных, размещение персональных данных и моего отзыва на диссертацию на сайте ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» и в федеральной информационной системе государственной научной аттестации (ФИС ГНА).

Официальный оппонент:

доктор технических наук (25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.), профессор, профессор кафедры «Геофизические методы исследования» федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Лобанков Валерий Михайлович

19 сентября 2024 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет».
450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.
lobankov-vm@mail.ru
тел. 8(347) 228-25-77

Подпись Лобанкова Валерия Михайловича удостоверяю:

Начальник отдела по работе с персоналом

Врио начальника отдела



О.А. Дадаян

О.А. Дадаян