

Вх. N 16./17

от 27.04.2017

## ОТЗЫВ

официального оппонента, д.т.н., проф. Хайруллина Мухамеда Хильмиевича на диссертацию *Ахметовой Оксаны Валентиновны* «ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ ТУРБУЛЕНТНЫХ И ЛАМИНАРНЫХ ТЕЧЕНИЙ В СКВАЖИНАХ», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

**Актуальность выполненной работы.** Многие задачи нефтегазовой теплофизики и гидромеханики, с которыми приходится сталкиваться на практике, не поддаются точному решению. Среди причин, затрудняющих получение точного решения, можно указать различного рода нелинейности, неоднородности или сложные граничные условия. Приближенные решения таких задач, как правило, получают численными методами. Поэтому получение приближенного аналитического решения задачи построения теории температурных полей в скважине на основе асимптотических методов является актуальной научной и практической проблемой.

В диссертации О.В. Ахметовой рассматривается задача о теплообмене восходящего потока с учетом зависимости скорости и теплопроводности от радиальной координаты, приводящей к уравнению с переменными коэффициентами.

**Степень обоснованности и достоверность научных положений.** **Обоснованность** научных положений в работе следует из того, что они основаны на общих законах и уравнениях механики сплошных сред и обеспечиваются строгими математическими выводами. Достоверность полученных в диссертации результатов проиллюстрирована совпадением полученных аналитических решений в частных случаях с известными формулами.

**Новизна исследования и полученных результатов.** К основным достижениям автора следует отнести развитие асимптотического метода для решения задач тепломассопереноса в стволе вертикальной нефтяной скважины и окружающих горных породах.

Асимптотическим методом получены приближенные решения нелинейных задач сопряжения о теплообмене восходящего потока с радиальным профилем скорости в скважине, учитывающие изменение турбулентного коэффициента теплопроводности от радиальной координаты.

Проанализировано влияние температурного сигнала пласта на температурное поле потока жидкости в скважине с учетом турбулентной составляющей теплопроводности и соответствующего профиля скорости.

Из решения задач для первых коэффициентов разложения получены зависимости радиальных перепадов температуры в скважине, позволяющие определять температурные аномалии, возникающие в различные моменты времени при отклонении термометра относительно оси (или стенки) скважины.

Показано, что при описании температурного поля баротермического эффекта в слоисто-неоднородном пласте в нулевом асимптотическом приближении достаточно в качестве скорости конвективного переноса и функции источников использовать средние интегральные по толщине пласта значения. Полученные формулы позволили определить величину температурного сигнала пласта, определяющего граничное условие в задаче о температурном поле в стволе действующей скважины.

**Значимость полученных результатов для науки и практики.** Автором диссертации развит асимптотический метод получения решения нестационарной задачи о теплообмене восходящего потока в вертикальной скважине.

Построены формулы для расчета радиальных профилей температуры при теплообмене турбулентного и ламинарного потоков от теплофизических свойств среды, геометрических параметров и дебита скважины, позволяющие определить температурные отклонения, обусловленные смещением термометра относительно оси (или стенки) скважины. Полученные решения о полях давления и температуры в пласте используются для определения температуры скважинного флюида на забое.

**Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов.**

Результаты исследований и выводы, сформулированные в диссертации, могут быть использованы:

- при параметрическом анализе температурного поля изучаемой системы и исследовать специфические особенности процесса его формирования;
- при интерпретации скважинных термограмм.



## **Оценка содержания диссертационной работы, ее завершенности.**

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации. Текст работы и автореферата написан грамотным научным языком.

Текст диссертации изложен с учетом требований ВАК РФ, предъявляемых к оформлению научных работ. Диссертационная работа содержит все необходимые ссылки на литературные источники. Основные результаты диссертации опубликованы в 65 научных трудах. В изданиях, включенных в «Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации», рекомендованных ВАК РФ, опубликовано 16 научных работ. В журналах, переводные версии которых входят в международные базы цитирования опубликовано 15 научных работ. Количество публикаций соответствует требованиям по апробации докторской диссертации.

Диссертация является завершенной научной работой. В ней содержится детальный анализ темы исследования – обосновывается целесообразность совершенствования математических моделей полей давления и температуры в скважинах и пластах для развития методов диагностики, формулируются задачи исследований и предлагаются способы их решения. В результате исследования развит асимптотический метод для решения задач тепломассопереноса в стволе скважины. Получены новые решения задач теплообмена, описывающие радиальные профили температуры в скважине, нестационарные температурные поля в скважине и пласте.

В то же время к диссертации имеется ряд замечаний, а именно:

1. При выводе уравнения энергии для восходящего потока жидкости в скважине пренебрегается работа массовых сил и этот факт в диссертации не обсуждается.
2. В п. 5.8 (рис.5.19), п.6.11 (рис.6.13) приводится интерпретация реальных кривых изменения температуры и давления. Не проведен анализ влияния ошибок измерения температуры и давления на решение обратной задачи.
3. Относительно результатов расчетов на рис. 3.39. В процессе промывки происходит теплообмен, обусловленный противоточным характером движения жидкости в скважине и теплопередачей в окружающие породы. В расчетах не учитываются теплофизические и геометрические параметры

насосно-компрессорных труб, обсадной колонны, цементного кольца и наличие затрубного пространства.

4. Из условия (1.8.7) следует, что скважина представляется линией равных стоков. Более естественным является предположение о равенстве давления на стенке скважины. В этом случае вместо граничного условия (1.8.7) используется интегральное граничное условие.
5. Непонятны подрисовочные надписи в рис3.1, рис3.2.
6. По изложению диссертации: представляется целесообразным приводить расчеты после каждой главы. Например, нет расчетов после второй главы.
7. Имеются незначительные опечатки. Например, рис. 2 и рис. 3 в автореферате совпадают.

Указанные замечания не снижают ценности диссертационной работы.

**Соответствие диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.** Диссертация Ахметовой Оксаны Валентиновны является научно-квалификационной работой, имеющей новизну, научную ценность и практическую значимость. Работа соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденных постановлением правительства Российской Федерации. В ней изложены научно обоснованные результаты, имеющие существенное значение для повышения качества и эффективности фундаментальных, теоретических и экспериментальных исследований температурных полей жидкости в пласте и скважине.

Автор заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Официальный оппонент,  
профессор, заведующий лабораторией  
подземной гидродинамики  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
«Институт механики и машиностроения»  
Казанского научного центра Российской академии наук  
420111, г.Казань, ул. Лобачевского, 2/31  
тел.: +7 (843) 231-90-57  
e-mail: khairullin@imm.knc.ru  
доктор технических наук

**СОБСТВЕННОРУЧНУЮ ПОДПИСЬ**

*М.Х. Хайруллин* ЗАВЕДУЮЩИЙ

ЗАВ.ОТД.КАДРОВ ИММ КАЗНЦ РАН  
/Г.В. СЕФАЗЕДИНОВА/



М.Х. Хайруллин

