

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
Кряжева Ярослава Александровича на тему
«Моделирование устойчивости процесса неизотермического
вытеснения нефти», представленной на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника

Представленная к защите диссертационная работа Я.А. Кряжева посвящена исследованию устойчивости фронта вытеснения нефти в пористых средах. В диссертации приводятся разработка методики и создание физико-математической модели устойчивости изотермического (при постоянной температуре) и неизотермического (с учётом изменения температуры) вытеснения нефти высокоподвижным флюидом в пористых средах.

Актуальность темы.

Актуальность темы не вызывает сомнений. Поскольку в настоящее время традиционные месторождения находятся на стадии истощения, существует необходимость осваивать труднодоступные запасы нефти. Одним из основных методов извлечения ТРИЗ являются термические методы воздействия. В таких условиях учёт температурных эффектов, фазовых переходов и их влияния на гидродинамическую устойчивость процесса является необходимым условием для адекватного описания фильтрационных процессов и повышения эффективности добычи углеводородов.

Научная новизна.

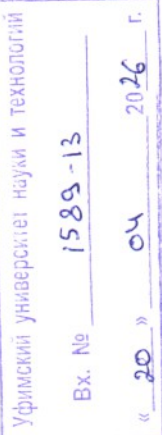
Научная новизна работы состоит в получении ряда результатов, наибольший интерес из которых представляет:

1. Разработка комплекса критериев устойчивости фронта вытеснения нефти высокоподвижным флюидом при изотермическом приближении в пористой среде с учётом капиллярных и гравитационных сил.
2. Модификация классического подхода Баклея-Левретта для учета совместного действия гравитационных и капиллярных сил.
3. Ввод критической безразмерной фильтрационной скорости $U_{ст}$, как интегрального показателя устойчивости фронта вытеснения нефти.
4. Разработка трехфазной двухкомпонентной математической модели фильтрации в пористой среде для неизотермического случая.

Общая характеристика и содержание автореферата.

Структура автореферата логично отражает ход диссертационного исследования. В первой главе представлен обзор литературы, демонстрирующий глубокое понимание соискателем истории вопроса и современных тенденций в области изучения устойчивости многофазной фильтрации.

Во второй главе автором проведен детальный анализ устойчивости фронта вытеснения нефти водой в изотермическом приближении. Ключевым достижением здесь является модификация классического подхода Баклея-Левретта для учета совместного действия гравитационных и капиллярных



сил. На основе анализа системы неравенств, связывающих подвижности фаз и градиенты давления, соискатель убедительно доказывает существование области параметров, при которых даже при неблагоприятном соотношении подвижностей ($M > 1$) возможно сохранение устойчивого режима вытеснения. Предложенная трактовка критической безразмерной фильтрационной скорости как интегрального показателя устойчивости отличается методической строгостью и, что особенно важно, практической удобностью для оценки режимов закачки. Проведенный параметрический анализ (Рисунки 2 и 3) наглядно демонстрирует влияние вязкости нефти и температуры на границы устойчивости, что подтверждает научную новизну разработанной методики.

В неизотермическом случае (третья и четвертая главы) автор разработал трехфазную (нефть, вода, пар) двухкомпонентную математическую модель фильтрации в пористой среде. Модель включает фундаментальные уравнения сохранения массы, импульса и энергии, а также термодинамически обоснованные замыкающие соотношения. Важной особенностью работы является использование современных уравнений состояния (Лихачева-Фогельсона для плотности жидких фаз) и реологически обоснованных корреляций. Существенным научным результатом является выведенный комплекс A , характеризующий отношение интенсивности тепловых потерь в кровлю и подошву пласта к интенсивности подвода тепла с теплоносителем. Выполненное автором численное моделирование (раздел 4.2) убедительно демонстрирует сильное влияние параметра A на динамику температурного поля и, как следствие, на устойчивость фронта вытеснения.

По работе имеется несколько вопросов, ни в коей мере не умаляющих высокой оценки и достоинств диссертации:

1. В физико-математических моделях изотермического и неизотермического процессах вытеснения нефти учитываются процессы коагуляции и суффозии порового пространства?

2. В разделе 3.2, где приводятся вспомогательные соотношения для функций, зависящих от термобарических условий и насыщенных флюидов в качестве уравнения состояния для газовой фазы использовалось уравнение Менделеева-Клапейрона можно ли использовать уравнение состояния реальных газов, например уравнение Пенга-Робинсона?

В заключении отмечу, что представленная работа характеризуется корректностью вывода уравнений и убедительной физической интерпретацией результатов численного моделирования и достоверностью полученных результатов, которые подтверждаются коммерческим симулятором «tNavigator». Выводы, сформулированные в заключении, логично и в полной мере следуют из проведенного анализа и соответствуют поставленным задачам. Автореферат написан хорошим научным языком, грамотно структурирован и полностью отражает основные положения диссертации.

Таким образом, диссертация «Моделирование устойчивости процесса неизотермического вытеснения нефти» соответствует требованиям пунктов 9–

14 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Кряжев Ярослав Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

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

«03» 04 2026 г.  Самсонов Кирилл Юрьевич

Кандидат физико-математических наук (по специальности 1.3.3 – Теоретическая физика), ведущий инженер отдела концептуального инжиниринга и оперативных задач ООО «НОВАТЭК НТЦ»


Адрес: Россия, 625031, г. Тюмень, ул. Пожарных и спасателей 7

Телефон: +7(3452) 680-423

E-mail: Kirill.Samsonov@novatek.ru

Подпись Самсонова Кирилла Юрьевича заверяю:

Руководитель группы кадрового документооборота

 Подшивалова Т.А.

«09» 04 2026 г.

