

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Черновой Анны Александровны
на тему: «Исследование многофазной фильтрации при водогазовом
воздействии на анизотропные нефтяные пласты с учетом
гравитационных и капиллярных эффектов»
по специальности 1.1.9. «Механика жидкости, газа и плазмы»**

В диссертации Черновой А.А. рассматриваются задачи многофазной фильтрации через пористую среду с учетом влияния различных эффектов. В работе предложены критерии подобия, характеризующие вытеснение нефти водой и/или газом, предложены методы оптимизации водогазового воздействия на нефтяные пласты, приведены результаты численного моделирования.

Актуальность темы диссертации определяется необходимостью развития новых методов увеличения нефтеотдачи, а также современной экологической политикой, связанной с захоронением CO_2 . Результаты выполненных диссертантом исследований имеют важное **прикладное значение**, так как могут быть использованы при моделировании сложных процессов в нефтенасыщенных пластах.

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, четырех глав, заключения и списка литературы.

Во **введении** автором даётся краткое описание исследуемой проблемы и обосновывается актуальность темы диссертации. Достаточно ясно сформулированы основные цели и задачи работы, представлен авторский взгляд на новизну, практическую ценность и достоверность полученных результатов и перечислены основные результаты работы, выносимые на защиту. В целом, введение производит хорошее впечатление и выполняет задачу информирования читателя о круге рассматриваемых в работе проблем и их актуальности, а также об основных целях диссертации, её структуре и степени апробации.

В первой главе описывается общая постановка задачи фильтрации, продемонстрирована трехмерная модель, сформулирована общая система уравнений, обоснован переход к двумерной постановке задачи.

Во второй главе автор рассматривает течение двух несмешивающихся несжимаемых жидкостей в пористой среде. Предложены критерии подобия, характеризующие течение, и продемонстрированы четыре предельных режима вытеснения из анизотропного пласта одной несжимаемой жидкостью другой также несжимаемой тяжелой жидкостью. Показано, что в некоторых предельных случаях течение зависит от меньшего числа критериев подобия. Проведено сравнение режимов с помощью расчета коэффициента извлечения нефти и коэффициента охвата пласта вытеснением. При исследовании влияния положений нагнетательной и добывающей скважин показано, что в некоторых предельных режимах эффективность вытеснения определяется положением добывающей скважины и слабо зависит от положения нагнетательной скважины, а в другом предельном режиме наибольшая эффективность достигается при наибольшей разности глубин нагнетательной и добывающей скважин. Оптимизация положений скважин позволяет значительно повысить эффективность вытеснения. Построены и проанализированы карты оптимальных положений скважин при различных значениях критериев подобия. Также в данной главе исследовано влияние капиллярного давления и контраста подвижности фаз для всех предельных случаев.

В третьей главе исследуется влияние фазовых переходов на эффективность водогазового воздействия на нефтяные пласты в одномерной постановке задачи. Рассматривается переменная и одновременная закачка воды и углекислого газа. Предложен новый критерий подобия, характеризующий как физические, так и экономические параметры. Показано, что учет продолжительности эксплуатации месторождения как переменной величины может значительно улучшить эффективность вытеснения. Построены карты оптимальных стратегий при различных значениях расхода

закачиваемых жидкостей, продолжительности закачки, количества закачанных поровых объемов и экономических параметров.

В четвертой главе рассматривается постановка задачи фильтрации, в которой учитываются как гравитационное расслоение фаз и сила тяжести, рассмотренные во второй главе, так и фазовые переходы, рассмотренные в третьей главе.

К недостаткам работы можно отнести следующее:

1. Автор злоупотребляет использованием аббревиатур, подчас с ущербом для понимания смысла текста. Так, в оглавлении присутствуют аббревиатуры, которые не объяснены, нет листа аббревиатур и в начале рукописи, и даже в приложении. Читатель может найти их где-то в тексте, поэтому оглавление оказывается бесполезным. Чего стоят названия: «Режим PF, Режим AR, Режим CD», «Стратегии WAG и SWAG», «Общие тенденции на картах NPV» и многие другие. Только прочитав всю работу, читатель может понять смысл отдельных аббревиатур. Применяя такое количество аббревиатур, автор создает некий корпоративный язык, который читатель должен изучить прежде чем приступить к чтению диссертации. Либо читателю надо предоставить словарь – лист применяемых сокращений – которого в работе тоже нет.

2. Подписи к рисункам, выводы и заключение должны быть самодостаточны и понятны читателю. В данном случае, такого не наблюдается. На многих рисунках в подписях и легенде встречаются аббревиатуры и символы, которые не объяснены ни в подписи, ни в тексте в месте обращения к рисунку. Например, на рис. 4.15, стр. 121 имеются сокращения AR, W, G, WG, GW, 2(WG)W, NPV. Чтобы понять смысл сокращений надо пролистать текст назад где-то до 90-й страницы или ранее. Также, решив ознакомиться заранее с заключением, чтобы сразу представить себе основные результаты работы, я тоже испытал затруднение. Фраза «Показано, что применение стратегий WAG и SWAG при исследовании одномерных течений дает незначительное увеличение эффективности»

принесла мало информации. Начав читать с самого начала, я нашел объяснение аббревиатуры WAG на 17-й странице, а объяснение аббревиатуры SWAG аж на 95-й странице. До того в полной мере оценить выводы и заключение не представлялось возможным.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Чернова Анна Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
профессор кафедры газовой и волновой динамики
механико-математического факультета
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова»

СМИРНОВ Николай Николаевич



Дата подписания

11.05.2025

Контактные данные:

тел.: [REDACTED], e-mail: mech.math.msu@inbox.ru
Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:
01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы»

Адрес места работы:

119991, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова», механико-математический факультет
Тел.: +7(495)9393754; e-mail: mech.math.msu@inbox.r

Подпись профессора кафедры газовой и волновой динамики
механико-математического факультета Н.Н. Смирнова удостоверяю:
Декан механико-математического ф-та МГУ,
Член-корр. РАН



[REDACTED]
А.И.Шафаревич