

Отзыв

на автореферат диссертации Давлетбаева Альфреда Ядгаровича «Неизотермическая фильтрация углеводородов в низкопроницаемых коллекторах с трещиной гидроразрыва пласта при электромагнитном воздействии» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

В диссертации представлена обобщенная численная математическая модель процессов тепло- и массопереноса при высокочастотном (ВЧ) электромагнитном (ЭМ) воздействии на низкопроницаемые горные породы с трещинами гидроразрыва, насыщенные высоковязкой нефтью. Численное моделирование позволило установить вклад различных процессов в формирование физических полей, которые могут быть использованы при разработке объектов с трудноизвлекаемыми запасами углеводородов. Например, установлено, что при отборе высоковязкой нефти с одновременным ВЧ ЭМ воздействием в скважине с трещиной гидроразрыва происходит повышение текущей величины притока жидкости по сравнению с «холодным» отбором до 87%. При этом наибольший эффект наблюдается для условий с «короткими» трещинами и ухудшенными фильтрационными свойствами трещины.

Проведены численные исследования для случаев фильтрации жидкости с предельным градиентом давления при ВЧ ЭМ воздействии и с учетом физических процессов, создающих необходимость учета нелинейности уравнений фильтрации. Выполнен сравнительный анализ методов высокочастотного электромагнитного воздействия с оценкой энергетической и экономической эффективности, включая комбинированные технологии с закачкой маловязкого растворителя.

Показано, что максимальную эффективность демонстрирует технология поэтапного ВЧ ЭМ воздействия в скважинах с трещинами гидроразрыва пласта. Диссертантом выполнены многочисленные эксперименты с вариациями проводимости трещины и параметров перемычки низкопроницаемого пласта между трещинами, показано, что созданные программные средства позволяют воспроизвести промысловые данные, подтверждающие наличие протяженной трещины между скважинами до 1000 метров и позволяющие оценить ее фильтрационные свойства.

Выявлены условия, при которых ВЧ ЭМ воздействие приводит к значительному увеличению скорости фильтрации высоковязкой нефти в

ВХОД. № 3892-13
«14» 10. 2025г.

околоскважинной области и величины притока в скважине до 11 раз при максимальной мощности генератора ВЧ ЭМ волн. Судя по автореферату, автором установлены и многие другие новые закономерности фильтрации в таких условиях.

Содержание автореферата позволяет утверждать, что в диссертационной работе решена важная научная проблема, посвященная развитию физико-математической моделей, описывающих процессы тепло- и массопереноса при нелинейной фильтрации высоковязких углеводородов в низкопроницаемых коллекторах с применением высокочастотного электромагнитного воздействия, комбинированного с закачкой растворителя и гидравлическим разрывом пласта. Использование высокочастотного электромагнитного воздействия открывает новые перспективы развития технологии добычи трудноизвлекаемых запасов, поэтому *актуальность* выбранной соискателем темы исследований сомнений не вызывает. Наличие в работе результатов по нелинейным задачам, посвященным новым аспектам проблемы массо- и теплопереноса в низкопроницаемых нефтегазовых пластах с трещинами гидроразрыва с учетом электромагнитного воздействия доказывает ее *научную новизну*.

По автореферату имеются следующие замечания и пожелания:

1. В постановке задачи, представленной в главе 2, отсутствует учет зависимости предельного градиента давления от температуры, что может являться существенным эффектом при моделировании неизоэнтальпической нелинейной фильтрации.
2. В автореферате не отражен учет влияния теплофизических и диэлектрических характеристик закачиваемого растворителя на коэффициенты затухания электромагнитных волн в продуктивном пласте и в трещине, а также на другие фильтрационно-емкостные и теплофизические свойства системы.

Несмотря на отдельные замечания, автореферат адекватно отражает существо диссертационной работы и демонстрирует её высокий научный уровень и практическую значимость. Автором развито новое перспективное научное направление в области механики жидкости и газа, имеющее важное теоретическое и прикладное значение. Результаты работы получили широкое освещение в публикациях в признанных научных изданиях, материалах международных конференций и патентной документации, что подтверждает востребованность и актуальность проведённых исследований.

В соответствии с вышеизложенным считаю, что диссертация «Неизоэнтальпическая фильтрация углеводородов в низкопроницаемых

коллекторах с трещиной гидроразрыва пласта при электромагнитном воздействии» удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» № 842 от 24.09.2013, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Давлетбаев Альфред Ядгарович, достоин присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.



Савенков Евгений Борисович

09.10.2025

Доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, заместитель директора по научной работе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук».

Контактные данные:

Тел.: +7 499 220-79-69

Email: savenkov@keldysh.ru

Я, Савенков Евгений Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и на их дальнейшую обработку.



Савенков Евгений Борисович

Подпись Савенкова Евгения Борисовича удостоверяю.

Ученый секретарь

ИПМ им. М. В. Келдыша РАН

к.ф.-м.н.



/ А. А. Давыдов

Адрес места работы:

125047, г. Москва, Миусская пл., д.4, Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», телефон: +7 (499) 298-13-14, факс: +7 (499) 972-07-37, эл. почта: office@keldysh.ru, веб-сайт: <http://www.keldysh.ru>