

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук**

Канина Евгения Алексеевича

**на тему: «Асимптотические модели процессов массопереноса в задаче
роста трещины гидроразрыва»**

по специальности 1.1.9. – «Механика жидкости, газа и плазмы»

В настоящее время гидроразрыв пласта является одним из основных способов интенсификации добычи и вовлечения в разработку запасов углеводородов, сосредоточенных в низкопроницаемых коллекторах. Математическое моделирование гидроразрыва является неотъемлемой частью технологии и позволяет, в частности, определить необходимый дизайн процедуры, в том числе, геометрию трещины, режимы закачки и реологию жидкости разрыва для конкретных геологических условий. Усложнение структуры запасов углеводородов, создание новых высокотехнологичных жидкостей для проведения гидроразрыва требует развития соответствующего математического аппарата. Поэтому развитие математических моделей роста трещины является актуальным научным направлением.

В диссертационной работе рассматривается влияние ряда важных гидродинамических факторов на рост трещины гидроразрыва в двух постановках: для полубесконечной трещины (модель кончика трещины) и для радиальной трещины. С этой целью в первой главе формулируются необходимые математические модели. Во второй главе исследуется характер массообмена между трещиной и окружающей ее проницаемой породой, скорость которого зависит от давления внутри трещины, и влияние этого процесса на геометрию трещины. Полученные решения сопоставляются с результатами, имеющими место при использовании модели Картера. В третьей главе рассматриваются особенности ламинарно-турбулентного течения «скользящей воды» внутри трещины, дано сравнение с моделью ламинарного течения. В четвертой главе изучается влияние вязкопластической реологии жидкости разрыва.

Важным элементом представления полученных автором для каждой из рассмотренных задач результатов является детальное исследование параметрического пространства, включающее вывод предельных режимов распространения трещины гидроразрыва, нахождение их областей применимости, анализ вариации характеристик трещины. Сравнения с известными ранее моделями позволили оценить диапазоны значений определяющих параметров, при которых изучаемые гидродинамические факторы оказывают значительное влияние на эволюцию трещины гидроразрыва и, наоборот, где рассмотренными эффектами можно пренебречь. Построенные автором карты режимов во много определяют теоретическую значимость работы, а разработанные модели могут найти применение при проектировании гидроразрыва.

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается использованием классических законов механики и теории фильтрации. Реализованные в диссертации численные алгоритмы верифицированы путем сравнения с известными решениями.

Содержание диссертации отражено в пяти публикациях, три из которых статьи в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science.

В качестве замечаний хотелось бы отметить следующее:

1. Модель радиальной трещины в представленной постановке требует пояснений в части области применения. По-видимому, речь идет о начальном этапе формирования вертикальной трещины в горизонтальной скважине, однако явно в автореферате это не указано.
2. С практической точки зрения интересны результаты, приведенные в размерных переменных (например, на стр.13 автореферата). Для оценки эффекта следовало бы также привести характерные значения вязкости жидкости и проницаемости пласта.

В целом, эти замечания во многом носят характер пожеланий и никак не снижают высокой научной ценности выполненного исследования. На основании содержания автореферата и опубликованных работ можно сделать

вывод о том, что диссертационная работа «Асимптотические модели процессов массопереноса в задаче роста трещины гидроразрыва» представляет собой законченное самостоятельное исследование и соответствует специальности 1.1.9. – «Механика жидкости, газа и плазмы». Диссертация отвечает требованиям пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а ее автор Канин Евгений Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Я, Каневская Регина Дмитриевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Заведующая кафедрой
Прикладной математики и компьютерного
моделирования РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина,
д.т.н., профессор

Каневская Регина Дмитриевна

«22» мая 2023 г.

Каневская Регина Дмитриевна – доктор технических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы», профессор, заведующая кафедрой Прикладной математики и компьютерного моделирования.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина» 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 65, к. 1.

Контактные данные: тел.: +7 (499) 507-86-19, e-mail: pmkm@gubkin.ru

Подпись Р.Д. Каневской заверяю

