

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»

Технология гидроразрыва пласта является одним из ключевых методов интенсификации добычи нефтяных и газовых скважин. Математическое моделирование представляет собой важный инструмент для проектирования дизайна трещин гидроразрыва и оценки притока углеводородов к скважине. Модели роста трещины гидроразрыва позволяют оценить ее геометрические параметры. Различные сопряженные гидродинамические и механические процессы влияют на эволюцию трещины, поэтому критически важно корректно учитывать их вклад в закономерности роста для правильного предсказания геометрии трещины. Данный факт свидетельствует об актуальности темы диссертационной работы.

Диссертация Е.А. Канина посвящена изучению влияния ряда гидродинамических факторов на рост трещины гидроразрыва.

Во-первых, проведен анализ распространения трещины гидроразрыва с учетом массообмена, скорость которого зависит от давления внутри канала трещины. Для анализа использовались модели концевой элемента и радиальной трещины. Выявлены физические особенности, связанные с гидродинамическим эффектом; получены аналитические решения для предельных режимов распространения полубесконечной трещины и определены их границы применимости; сопоставлены построенные решения с результатами моделей трещин, в которых утечки описываются законом Картера; определены условия, при которых рекомендуется учитывать зависимость скорости массообмена от давления.

Во-вторых, исследовано влияние ламинарно-турбулентного течения «скользящей воды» внутри канала трещины на распространение полубесконечной и радиальной трещин в проницаемой горной породе. Построенные решения сопоставлены с результатами моделей трещин, распространяющихся под влиянием ламинарного течения; получены аналитические и полуаналитические решения для предельных режимов распространения полубесконечной и радиальной трещин и построены карты режимов; исследована зависимость положения точки трансформации режима течения от значений определяющих параметров; найдены диапазоны значений определяющих параметров в модели радиальной трещины, при которых решение можно считать полностью ламинарным или полностью турбулентным.

В-третьих, изучено влияние ненулевого предела текучести жидкости гидроразрыва на эволюцию радиальной трещины. Реология гидроразрывной жидкости описана моделью Гершеля-Балкли. Выведены решения для предельных режимов распространения трещины и построены карты режимов; найдены области параметрического пространства задачи, внутри которых предел текучести оказывает значительное воздействие на динамику роста трещины; помимо численного алгоритма, реализован приближенный полуаналитический алгоритм, позволяющий быстро оценивать геометрические параметры трещины с приемлемой точностью.

Результаты, полученные в диссертационной работе, являются новыми. Их достоверность обеспечена корректностью физико-математических постановок задач,

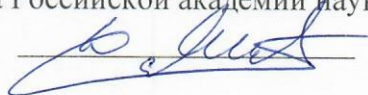
строгостью используемых численных и аналитических методов, а также верификацией реализованных численных алгоритмов. Результаты представляют теоретический и практический интерес. Например, найденные автором диапазоны значений определяющих параметров, при которых анализируемые гидродинамические факторы оказывают значительное воздействие на характеристики радиальной трещины, могут быть использованы на этапе планирования гидроразрывных работ, а разработанные модели радиальной трещины можно применять для верификации симуляторов роста трещины гидроразрыва.

Диссертационная работа прошла апробацию на множестве научных семинаров, на всероссийских и международных конференциях. Результаты диссертации опубликованы в 5 статьях, 3 из которых в рецензируемых научных журналах, индексируемых базами данных Web of Science и Scopus.

Диссертационная работа «Асимптотические модели процессов массопереноса в задаче роста трещины гидроразрыва» соответствует специальности 1.1.9. – «Механика жидкости, газа и плазмы» и отвечает критериям, определенным 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, Савенков Евгений Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник,
Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук».
Савенков Евгений Борисович



« 16 » мая 2023 г.

Контактные данные:
тел.: +7 (499) 220-79-24, e-mail: e.savenkov@gmail.com

Специальность, по которой защищена диссертация:
05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Адрес места работы:
125047, г. Москва, Миусская пл., д. 4

Подпись Е.Б. Савенкова удостоверяю:

Ученый секретарь ИПМ им. М.В. Келдыша РАН,
к.ф.-м.н.

А.А. Давыдов

« 16 » мая 2023 г.

