

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Маркова Сергея Игоревича
“Применение конформных и неконформных
методов конечных элементов
для многомасштабного моделирования в геологических средах”,
представленной на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

Фильтрация в пористых средах является ключевым физическим явлением, определяющим продуктивность залежей углеводородов. В отличие от пористости и флюидонасыщения, определяющих *запасы* нефти и газа, проницаемость характеризует способность подвижных флюидов *перемещаться в пласте* под действием перепада давлений, иными словами – возможность разработки месторождений.

При наличии проницаемости на уровне порового пространства движение углеводородов может быть заблокировано крупномасштабными элементами структуры пласта. Это означает, что задача определения продуктивности месторождения является многомасштабной, с перепадом ключевых пространственных параметров (размеры пор и пласта) до 9-10 порядков. Математическое моделирование таких структур требует развития многомасштабных численных методов.

Другим фактором, осложняющим понимание и численное моделирование процесса фильтрации, является тензорная природа проницаемости, определяемая микроструктурными особенностями порового пространства. Незначительное изменение формы пор, их распределения по размерам, характера микро-напластований могут привести к существенной анизотропии проницаемости и движения флюида по пласту.


Диссертация С.И.Маркова посвящена рассмотрению перечисленных проблем. Автор разработал вариационные формулировки стабилизированного метода конечных элементов и разрывного метода Галёркина для моделирования процесса фильтрации несжимаемой жидкости в многомасштабной гетерогенной среде, а также алгоритм вычисления тензора абсолютной проницаемости. Весьма важным результатом работы является обнаружение порога объёмной пористости гетерогенной среды, при котором возможен переход от анизотропной модели проницаемости к изотропной.

Все алгоритмы и программы тщательно верифицированы. Одним из важнейших приложений работы является возможность идентификации трещин и моделирование процесса гидроразрыва пласта.

Хотелось бы сделать замечание по поводу регуляризации обратной задачи фильтрации. Мне представляется, что добиться устойчивого и *правильного* решения путём минимизации функционала невязки по Тихонову может оказаться невозможным при использовании полевых данных. Вполне вероятно, потребуется привлечение дополнительной априорной информации, например, данных об испытаниях пластов. Второе замечание связано с интенсивным использованием уравнений, затрудняющим чтение автореферата.

Отмеченные недостатки не снижают достоверности и значимости основных результатов диссертации, а её автор, Марков Сергей Игоревич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ,

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.


Леонтий Абрамович Табаровский,
Доктор технических наук,
Главный научный сотрудник компании Baker Hughes,
2001 Rankin Road
Houston, TX, 77073, USA
Tel: +1 713-879-4063
E-mail: leonty.tabarovsky@bakerhughes.com

14 мая 2019 г.