

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ченцова Евгения Петровича
«Математическое моделирование колебательных процессов в структурно
неоднородных средах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

Моделирование процессов в геологических средах – особенно если те насыщены жидкостью (вода, нефть) – одна из приоритетных задач, стоящих перед исследователями. На сегодняшний день в России не существует программных комплексов, которые бы позволяли моделировать процесс гидроразрыва пласта – технологии, которая позволяет увеличить интенсивность работы нефтяных и газовых скважин. Работа Ченцова Е.П. представляет собой оригинальный подход к моделированию горных пород, в частности, насыщенных жидкостью. Для моделирования волновых процессов автор использует дискретный и непрерывный методы моделирования.

Результат, полученный при дискретном моделировании одномерной блочной среды, касается уникальной резонансной частоты, которая связана с вращением материальных точек (выступающих в качестве блоков), связанных друг с другом пружинами (выступающими в качестве прослоек). Показано, что такая частота не зависит от размеров среды. Такой неожиданный результат уже был показан ранее применительно к модели Коссера, однако до сегодняшнего дня не было работ, содержащих оценку возможности достижения данной частоты в прикладных задачах. С помощью применения псевдоспектров (спектральных портретов матрицы) автор проводит визуальный анализ, подтверждающий, что достижимость такой особенной частоты эквивалентна достижимости других, «обычных» резонансных частот системы.

При разработке непрерывных моделей основной идеей, заложенной в работе, является разделение структурно неоднородной среды на однородные элементы – блоки и прослойки. Сами блоки в разных моделях всегда остаются упругими, в то время как свойства прослоек значительно разнятся. Автор достаточно быстро переходит от простых линейных моделей к значительно более сложным. Наибольший интерес представляет модель, в которой сплошные упругие блоки разделяются насыщенными жидкостью пористыми прослойками, причем сам пористый скелет является вязкоупругим. Уникальность такого подхода к описанию флюидонасыщенных сред заключается в том, что среда становится не полностью пористой, а лишь частично: движение жидкости происходит только в пористых прослойках, не испытывающих значительное внешнее воздействие. Блоки при этом остаются сплошными, у них отсутствует пористость. Численная реализация моделей основана на двуциклическом расщеплении по пространственным координатам, причем в блоках и прослойках применяются разные схемы. Для модели насыщенных жидкостью прослоек представлена оригинальная гибридная схема, основанная на методах С.К. Годунова и Г.В. Иванова. Такая схема не обладает схемной диссипацией энергии и имеет второй порядок аппроксимации.

Разработанный программный комплекс позволяет моделировать распространение волн в двумерной блочной среде, причем реализован не только относительно простой случай упругих прослойек, но и самый сложный. Автор приводит набор результатов вычислений, подтверждающих корректность разработанных моделей, численных методов и комплекса программ. Особый интерес представляют результаты моделирования, демонстрирующие распространение жидкости в блочной среде с флюидонасыщенными пористыми прослойками. Показано сильное влияние эффекта склонивания пор на поведение жидкости в среде.

Замечание. Как отмечалось выше, для моделирования распространения волн в гетерогенной среде, состоящей из упругих блоков, разделенных неупругими прослойками диссертантом была разработана оригинальная гибридная схема, построенная на методах

Годунова и Иванова. Диссертант замечает, что построенная им схема не имеет схемной диссипации энергии и имеет второй порядок точности. Однако известно, что схема Годунова дает рост энтропии на ударных волнах и обладает первым порядком точности, что противоречит указанным выше свойствам схемы диссертанта. К сожалению, из текста автореферата не ясно, в чем состояла модификация схемы Годунова.

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертация Е.П. Ченцова «Математическое моделирование колебательных процессов в структурно неоднородных средах» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук и полностью соответствует пункту 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а Евгений Петрович Ченцов по заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Ведущий научный сотрудник лаб. 6 «Физика многофазных сред»

ФГБУН Институт теоретической и прикладной механики

им. С.А. Христиановича СО РАН

профессор, доктор физико-математических наук

по специальности:

01.02.04 – механика деформированного твердого тела;

01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы (383)-330-73-46

630090, г. Новосибирск (383)-330-42-68

ул. Институтская,

г. 4/1



Киселев С.П.
Киселёв Серге́й Петрович

Подпись д.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории физики многофазных сред ИТПМ СО РАН С.П. Киселева заверяю

Ученый секретарь

ИТПМ СО РАН,

к.ф.-м.н.

Ю.В. Кратова

«03» 92

2018 г.

email admin@itam.nsc.ru