

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Белозерова Александра Александровича

«Консервативная модель и численные методы для течений многофазных сжимаемых сред»,

представленной на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности

05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

В диссертации Белозеровым А.А. построена новая термодинамически согласованная модель течения многофазной сжимаемой среды, разработан и реализован численный метод высокого порядка точности для разрешения модели, проведены вычислительные эксперименты по расчету пробковых трубных течений, подтверждающие адекватность построенной модели. В основе математической модели – запись законов сохранения в виде переопределенной, симметричной гиперболической по Фридрихсу системы уравнений. Использование такой системы позволяет гарантировать неубывание энтропии, а также использовать ряд хорошо апробированных вычислительных схем типа Годунова.

Во введении приведен обзор литературы по математическим моделям многофазных сжимаемых сред и численным методам решения гиперболических уравнений. Первая глава посвящена построению математической модели сжимаемых многофазных течений. Для описания динамики течений используются законы сохранения массы, момента импульса, как для отдельной фазы, так и для их смеси, уравнения для относительной скорости фаз, уравнения для общей энтропии смеси и дополнительный закон сохранения полной энергии. Сделано приведение уравнений к форме Байера-Нунциато, а также выписаны формулировки для четырех- и двухфазных течений. Во второй главе описано построение численного метода высокого порядка точности для разрешения построенных уравнений. Метод основан на комбинации метода Годунова, схемы GFORCE расчета потоков и TVD- и WENO-реконструкций для повышения порядка точности схемы. Для интегрирования по времени используется схема Рунге-Кутта. Третья глава посвящена описанию программной реализации и результатам вычислительных экспериментов. Вычислительная модель была верифицирована на задачах «о распаде разрыва» четырехфазной сжимаемой среды, допускающих аналитическое решение, показана корректность воспроизведения ударных волн и волн разрежения. Проведены вычислительные эксперименты по решению задач «Водопроводного крана», V-трубы, пробкового режима в горизонтальной трубе. В заключении приведены основные выводы и планы по дальнейшей разработке темы. В приложении А приведен вывод уравнений для описания трубных течений газожидкостной смеси. В приложении Б приведена процедура приведения системы уравнений к характеристическому виду. Как следует из автореферата, результаты диссертации опубликованы в достаточном количестве статей в журналах из списка рекомендованных ВАК.

Автореферат имеет некоторые несущественные недостатки:

1. Так в описании раздела 1.1 на странице 8 не описан член e_j , который по всей видимости описывает внутреннюю энергию j -й фазы.
2. В разделе 2.1 на странице 10 используется фраза «закон сохранения энтропии», которую более правильно с учетом уравнений (1) использовать в виде «закон неубывания энтропии».
3. Англоязычное название первой задачи «Задача Water Faucet» раздела 3.3 на странице 12 может быть записано на русском языке как «Задача о водопроводном кране».

Судя по содержанию автореферата, работа «Консервативная модель и численные методы для течений многофазных сжимаемых сред» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Белозеров Александр Александрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Куликов Игорь Михайлович

Научный сотрудник лаборатории параллельных алгоритмов решения больших задач
Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Института вычислительной математики и математической геофизики

Сибирского отделения Российской академии наук

Кандидат физико-математических наук

05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт вычислительной математики и математической геофизики
Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМиМГ СО РАН)
Тел.: +7 (383) 330-83-53
e-mail: kulikov@ssd.sccc.ru

Подпись Куликова Игоря Михайловича удостоверяю

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института вычислительной математики и математической геофизики
Сибирского отделения Российской академии наук,

кандидат физико-математических наук

Марченко Михаил Александрович

«9» января 2017 г.

