

Отзыв

председателя диссертационного совета на диссертацию Алексева Ильи Владимировича на тему «Ударные волны в вязких неравновесных течениях углекислого газа», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.1.9 — Механика жидкости, газа и плазмы.

Тема диссертационной работы связана с необходимостью прогнозирования входа космических аппаратов в атмосферу планет, в которых углекислый газ имеет большое содержание. Большие сверхзвуковые скорости космических аппаратов сопровождаются образованием ударных волн и разогревом газа до высоких температур, сопровождающиеся ускоренным энергообменом между поступательными, вращательными и колебательными степенями свободы. Разработка математических моделей, описывающих неравновесные процессы в газе, и численный расчет течений с учетом математических моделей, являются актуальными.

Достоверность результатов обеспечивается использованием строго обоснованной и многократно апробированной кинетической теории газов. Достоверность подтверждается качественным совпадением полученных в диссертации численных результатов с доступными по литературным источникам экспериментальными данными. Достоверность обосновывается также применением апробированных численных методов и сеточной сходимостью решений.

Новизна заключается в построении математических моделей углекислого газа, пригодных для описания течения вблизи ударных волн, в оценке влияния на течение переменного показателя адиабаты и переменного числа Прандтля.

Практическое значение диссертации состоит в создании удобного программного комплекса для расчета ударных волн в ряде газов в различных приближениях.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка цитируемой литературы, текст изложен на русском и английском языках на 262 страницах. Список цитируемой литературы содержит 131 наименование.

Во введении формулируются цели диссертации, обосновывается актуальность темы, достоверность результатов, раскрывается научная новизна, практическая значимость, перечисляются основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе излагаются математические модели для описания неравновесных течений углекислого газа на основе кинетической теории в различных приближениях. Математические модели сформулированы в одномерной постановке в форме уравнений для консервативных переменных и пригодны для численного моделирования.

Вторая глава посвящена численным методам моделирования ударных волн в вязком газе. Проведен обзор численных методов. Обоснован выбор метода конечных объемов и схемы Годунова в одномерном случае для моделирования ударной волны. На основе сравнения с доступными экспериментальными данными проведена валидация метода. Описан программный комплекс, созданный автором, его оконный интерфейс и его возможности.

В третьей главе рассматриваются результаты расчетов по изучению структуры ударной волны в углекислом газе.

В заключении перечислены основные результаты работы.

В приложении приведен список статей, опубликованных по теме диссертации и описан личный вклад автора диссертации в эти публикации.

Диссертация содержит большое количество хорошо выполненных графиков. Изложение ведется понятным языком. Структура диссертации очень четкая. Почти нет опечаток.

Замечания по работе:

1. Сильной стороной работы являются приемы по ускорению численного расчета. Сюда относится распараллеливание вычислений, ускорение за счет предварительного создания в памяти компьютера таблиц используемых величин, тщательный выбор наиболее быстрого вычислительного метода. Однако, в диссертации нет указаний на конкретные времена расчета, исключением является упоминание, что в одном конкретном процессоре распараллеливание увеличивает скорость счета в 10 раз. Читателю трудно оценить достигнутую экономию в единицах времени.

2. Есть некоторые недочеты в списке использованных источников. Например, в ссылке 117 не указано название журнала (Математическое моделирование), в котором опубликована статья, вместо названия журнала присутствует название конференции. В ссылке 88 также нет названия издания. В ссылке 74 название книги, написанной и изданной на русском языке, дается в переводе на английский язык.

Однако, замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации, поскольку носят либо характер пожеланий, либо свидетельствуют лишь о некоторой невнимательности автора.

Основные результаты диссертации опубликованы в 9 работах, в числе которых 2 статьи из перечня, утвержденного Минобрнауки РФ, 4 публикаций вышли в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science Core Collection или Scopus, 3 публикации в сборниках материалов международных конференций, индексируемых в РИНЦ. Получено три свидетельства о государственной регистрации программ. Результаты диссертации докладывались на 6 международных и всероссийских конференциях.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой рассмотренные вопросы и задачи связаны и образуют единое целое. В ней получены результаты, представляющие теоретический и прикладной интерес.

Диссертация Алексева Ильи Владимировича на тему: «Ударные волны в вязких неравновесных течениях углекислого газа» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Алексей Илья Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не установлены.

Председатель диссертационного совета

доктор физ.-мат. наук, с.н.с.,

профессор кафедры гидроаэромеханики СПбГУ

03.12.2022

Рябинин А.Н.