

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора физико-математических наук

Кузнецова Михаила Михайловича

на диссертационную работу Сергеевой Натальи Ивановны

"Разработка физико-математических моделей для описания высоконерасовесных течений газовых смесей ", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости газа и плазмы

Диссертационная работа Сергеевой Натальи Ивановны посвящена разработке физико-математических моделей для описания нерасовесных течений газовых смесей.

Актуальность темы исследования

Тема диссертационной работы представляется весьма актуальной. Расчёты параметров течений в газовых смесях являются важными для целого ряда высокотехнологичных областей, таких как аэрокосмическое проектирование, разработка вакуумной и газовой аппаратуры.

Автор использует аппарат модельных кинетических уравнений. Модельные кинетические уравнения позволяют выйти за рамки ограничений гидродинамического уровня описания и корректно исследовать задачи в переходном и свободномолекулярном режимах течений, где модели сплошной среды заведомо неприменимы. Это значительно расширяет диапазон практической ценности работы. В то время, как метод прямого статистического моделирования требует значительных вычислительных затрат для достижения приемлемой статистической ошибки, особенно в задачах с медленными течениями или для расчёта задач релаксации, модельные кинетические уравнения предлагают эффективный детерминистический

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

25 11 20 25

подход. Это позволяет с высокой точностью и при разумных вычислительных ресурсах получить детальную картину поведения сложных газовых смесей.

Содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка из 93 использованных источников и списка сокращений. Объем работы составляет 105 страниц, 47 рисунков.

Во введении автором обоснована актуальность направления исследований, сформулированы цель и основные задачи работы, показаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, и основные положения, выносимых на защиту. Анализируются различные модели, используемые при расчете параметров течений смесей газов. Описаны сложности использования кинетических моделей в сплошных течениях и неточности, которые возникают при использовании моделей сплошной среды в переходной области течения от сплошной среды к свободномолекулярному течению.

В первой главе предложена физико-математическая модель для описания течений смесей газов на основе системы модельных кинетических уравнений. Получена система модельных кинетических уравнений для смесей газов и описан метод ее решения. Проведен сравнительный анализ решений модельных кинетических уравнений на примере задачи о профиле ударной волны.

Во второй главе приведена система моментных уравнений, полученная на основе системы модельных кинетических уравнений Главы 1. Решена задача о профиле ударной волны. Показано, что решения, полученные с помощью системы моментных уравнений, согласуются с решениями, полученными с помощью модельных кинетических уравнений.

В третьей главе приведены серии расчетов профилей плоских ударных волн с различным парциальным составом. Показано, что парциальные концентрации компонентов смеси существенно влияют на форму ударных волн компонентов смеси.

В четвёртой главе разработана физико-математическая модель неравновесного течения в канале с поглощающими стенками. Приведено решение задачи о течении в канале с поглощающими стенками. Разработанная модель позволяет физически адекватно выставлять граничные условия на поглощающей поверхности, не требуя больших объемов памяти и количества вычислительных операций.

В заключении диссертации подводятся итоги исследования, обсуждаются перспективы и направления дальнейших разработок.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных в работе результатов подтверждена сравнением расчетов с экспериментальными данными и расчётами других авторов.

Научная и практическая значимость работы

Разработаны физико-математические модели течений смесей газов на основе модельного кинетического уравнения, а также получена система моментных уравнений на его основе. Данные физико-математические модели могут быть использованы для расчётов поверхностей, активных по отношению к компонентам газа, например, в системах кондиционирования.

Общая оценка диссертационной работы

Область исследования диссертационной работы Сергеевой Натальи Ивановны соответствует следующим направлениям паспорта научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы:

- течения сжимаемых сред и ударные волны;
- динамика разреженных газов и молекулярная газодинамика;
- теплоперенос в газах и жидкостях;
- точные, асимптотические, приближенные аналитические, численные и комбинированные методы исследования уравнений континуальных и кинетических моделей однородных и многофазных сред..

Диссертационная работа выполнена на актуальную в настоящее время тему. Материал диссертации изложен последовательно и аргументировано. Автореферат

диссертационной работы и публикации автора полностью отражают содержание диссертации и соответствуют требованиям ВАК РФ. Результаты работы с достаточной полнотой опубликованы. Результаты, полученные в ходе диссертационной работы, представляют теоретическую практическую ценность.

Замечания по диссертационной работе:

1. В автореферате на стр. 4 и в диссертации на стр. 6 есть следующее утверждение: “Следует отметить, что большинство течений, основанных на МКУ, записаны для одноатомных и многоатомных, но однокомпонентных газов.” Это утверждение некорректно.
2. В работе метод решения моментных уравнений раскрыт недостаточно полно. В частности неясно использовались ли противопоточные разностные схемы и какой у них был порядок аппроксимации.
3. Метод прогонки, применяемый автором для численного решения сеточных уравнений зависит от направления счета. В работе не представлены исследования по этому вопросу, как и исследования по сеточной сходимости результатов.
4. Концентрация компонент и парциальная концентрация обозначены одной буквой n , что вводит в заблуждение.

Тем не менее, указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

На основании вышеизложенного можно заключить, что представленная диссертационная работа является законченным научным исследованием, в котором решена задача по разработке физико-математических моделей для описания разделения компонентов газовых смесей в высоконервновесных течениях, имеющая значение в Динамике разреженных газов и молекулярной газовой динамике. Выводы и рекомендации обоснованы. Работа отвечает требованиям п. 9 Положения ВАК РФ «О порядке присуждения ученых степеней» № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор – Сергеева Наталья Ивановна заслуживает

присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Официальный оппонент,

профессор кафедры фундаментальной физики

и нанотехнологии Государственного университета просвещения

доктор физико-математических наук, доцент

Кузнецов М.М.

Контактные данные:

Тел. +7 (906) 037-30-99, email: kuznets-omn@yandex.ru

Татьяна Урошева
ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
ОТДЕЛА КАДРОВ
СТРОИЛОВА Н.С.



Место работы:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет просвещения»

105005, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Басманный, ул. Радио, д. 10А,
стр. 2

Контактные телефоны: +7 (495) 780-09-40

Факс: +7 (495) 780-09-43

Адрес электронной почты: info@eduprosvet.ru

С ответом ознакомлена 25.11.2025 *Севастьян Н.И.*