

Отзыв

председателя диссертационного совета на диссертацию Косаревой Алёны Александровны на тему «Неравновесные течения смесей, содержащих молекулы углекислого газа, за ударными волнами», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 01.02.05 — Механика жидкости, газа и плазмы.

Тема диссертационной работы является актуальной в связи с необходимостью моделирования входа космических аппаратов в атмосферу планет, состоящую из углекислого газа. Вход аппаратов в атмосферу сопровождается образованием ударной волны, за которой газ разогревается до высоких температур. Разогрев сопровождается возбуждением внутренних степеней свободы, неустановившимися процессами обмена энергией между различными степенями свободы. Знание тепловых процессов необходимо для правильного проектирования теплозащиты космического аппарата. Численному моделированию принадлежит особая роль, поскольку экспериментальные исследования очень дороги, а зачастую и вообще не осуществимы.

Работа имеет хорошо продуманную структуру, состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения, текст изложен на русском и английском языках на 270 страницах. Список литературы содержит 89 наименований.

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

В первой главе рассматриваются основные свойства молекул исследуемых смесей, оцениваются характерные времена релаксационных процессов и представлены так называемые многотемпературные модели течений, учитывающие существование равновесия в отдельных группах степеней свободы в целом неравновесных процессах. Исследовано влияние схемы химических реакций, состава смеси и кинетических моделей на параметры пространственно-однородных смесей, содержащих молекулы углекислого газа.

Вторая глава посвящена течениям смесей, содержащих молекулы углекислого газа, за ударными волнами в рамках многотемпературных и однотемпературного приближений.

В третьей главе приводятся примеры использования многотемпературных моделей в коммерческом пакете программ ANSYS Fluent для расчета неравновесных течений вблизи конусов различной конфигурации и цилиндра.

В заключении приведены основные результаты работы.

Достоверность результатов обеспечивается использованием строго обоснованных положений кинетической теории и подтвержденных экспериментально неравновесных моделей столкновительных процессов. Достоверность подтверждается сравнением полученных в диссертации численных результатов с экспериментальными данными.

Результаты, полученные в диссертации, являются новыми.

Диссертация содержит большое количество хорошо выполненных иллюстраций. Изложение ведется понятным языком, но с применением несколько громоздких грамматических конструкций. К недостатку оформления можно отнести то, что в списке использованных источников инициалы авторов ставятся то после фамилий авторов, то до фамилий.

Замечания по работе:

1. Следовало бы подробнее изложить методы численного расчета, используемые при выполнении диссертации. В частности, в диссертации на стр. 48, 64 и 72 написано, что для решения систем уравнений для микропараметров применяется метод Гира, однако формулы, используемые в этом методе, не приводятся, нет ссылок на источники, где метод излагается. Неясно также, как автор реализовал этот метод.

2. В диссертации отмечается, что для ускорения расчетов предложены простые аппроксимационные формулы для вычисления колебательных температур. Неясно, как эти формулы позволили снизить ресурсы, требуемые для проведения расчетов. В диссертации отсутствуют сведения о необходимых для расчетов вычислительных ресурсах (количество ядер процессора, время расчета и пр.).

3. В диссертации присутствуют опечатки и неправильные с точки зрения грамматики русского языка фразы. Некоторые опечатки искажают смысл изложенного. Например, на с. 64 написано, что плотность атмосферы на Марсе $3.141 \cdot 10^5 \text{ кг}/\text{м}^3$.

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

Основные результаты диссертации опубликованы в 11 работах, в числе которых 1 статья из перечня, утвержденного Минобрнауки РФ, 7 публикаций вышли в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science Core Collection или Scopus. Полное число публикаций по теме диссертации составляет 23. У доктора наук много соавторов. Диссертация дополнена приложением, в котором указан вклад в работу каждого соавтора. Результаты диссертации докладывались на 8 всероссийских и международных конференциях.

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

Диссертация Косаревой Алёны Александровны на тему: «Неравновесные течения смесей, содержащих молекулы углекислого газа, за ударными волнами» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Косарева Алёна Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы. Пункт 11 указанного Порядка доктором наук не нарушен.

Председатель диссертационного совета

доктор физ.-мат. наук, с.н.с.,

профессор кафедры гидроаэромеханики СПбГУ



Рябинин А.Н.

24 мая 2021 г.