

ОТЗЫВ

члена 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.

Одной из актуальных задач современной высокоскоростной и высокотемпературной газодинамики является моделирование входа космических аппаратов в атмосферы планет. Для решения таких задач необходимо создание теоретически обоснованных моделей газовых сред с физико-химическими процессами. Углекислый газ является одной из основных составляющих атмосфер Марса и Венеры. Поэтому исследование кинетических процессов в смесях, содержащих молекулы CO_2 , имеет особое значение для решения ряда задач аэрокосмической отрасли. Эти исследования важны и для решения многих экологических проблем.

В диссертации А. А. Косаревой исследование течений газовых смесей, содержащих молекулы CO_2 , осуществляется различными теоретическими методами.

В первой главе подробно исследованы процессы пространственно-однородной релаксации в смесях $\text{CO}_2/\text{CO}/\text{O}$ и $\text{CO}_2/\text{CO}/\text{O}_2/\text{O}/\text{C}$. Важным аспектом такого исследования является оценка условий применимости моделей различных функций распределения, описывающих возбуждение колебательных степеней свободы молекул в рассматриваемых смесях. Особое внимание уделяется сопоставлению однотемпературных и многотемпературных зависимостей этих функций от колебательной энергии различных колебательных мод в молекулах CO_2 . Уже в процессе исследования пространственно-однородной релаксации исследуется применимость различных моделей колебательной релаксации и химических реакций.

Во второй главе результаты численного моделирования пространственно-однородной релаксации исследуемых смесей применяются при многотемпературном описании неравновесных течений этих смесей.

В процессе этого исследования получены интересные результаты, характеризующие межмодовые колебательные обмены, а также влияние ангармоничности колебаний. Показано, что ее влияние на статистические суммы становится заметным лишь при температурах, превосходящих 10 000 К.

При исследовании в рамках однотемпературного и многотемпературного подходов исследованы течения трехкомпонентной и пятикомпонентной смесей за ударными волнами. Это позволило оценить влияние колебательной энергии различных мод в молекулах CO_2 на параметры потока и скорость диссоциации этих молекул, влияние чисел Маха на релаксационную зону за ударной волной. Показано, что переход от однотемпературного к трехтемпературному описанию сказывается на результатах расчетов больше, чем переход от трехтемпературного к пятитемпературному описанию.

При исследовании влияния степени неравновесности набегающего потока на характер течения за ударными волнами показано, что сильная неравновесность в набегающем потоке может привести к немонотонному поведению температуры за ударной волной.

В третьей главе приводятся примеры использования многотемпературных моделей при расчете ряда неравновесных течений с использованием прикладного программного пакета ANSYS Fluent.

В диссертации А. А. Косаревой получено много интересных результатов, имеющих самостоятельную научную и практическую ценность. Эти результаты отражены в положениях, выносимых на защиту.

Кроме того, можно считать, что в данной работе предложена некоторая единая система исследований неравновесных течений многоатомных газов с физико-химическими процессами.

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 Косаревой 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 диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета

доктор физико-математических наук,

профессор, профессор



М.А. Рыдалевская

26.05.2021