

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертации АЛЕКСЕЕВА Ильи Владимировича

«Ударные волны в вязких неравновесных течениях углекислого газа»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы

Работа посвящена построению математических моделей и численному моделированию неравновесного течения вязкого углекислого газа за фронтом ударной волны. Задача об ударной волне является одной из классических проблем современной газовой динамики. В условиях сильных отклонений от равновесия параметры газа за ударной волной не описываются традиционными соотношениями Ранкина-Гюгонно, и требуется численное моделирование течения с учетом релаксационных процессов. Задача существенно усложняется для многоатомных газов, в которых механизмы колебательной релаксации включают внутримодовые и межмодовые обмены энергией. При этом исследования течений углекислого газа важны для многих современных приложений: моделирование входа космического аппарата в атмосферу Марса, ликвидация последствий техногенной деятельности человека и влияния CO_2 на процессы в атмосфере Земли, задачи низкотемпературной плазмы, лазерная техника. Поэтому тема работы является актуальной. Востребованность тематики подтверждается и тем, что исследование поддержано грантами РФФИ (19-31-90036) и СПбГУ (М1 121082600050-5).

И.В. Алексееву было предложено провести моделирование ударных волн в вязком неравновесном газе на основе нескольких моделей различной сложности: многотемпературных и однотемпературной. На основе обобщенного метода Чепмена-Энскога построены строгие замкнутые модели течения с учетом колебательной кинетики симметрично-деформационной и антисимметричной мод и их взаимодействия, эффектов сдвиговой и объемной вязкости, теплопроводности поступательно-вращательных и различных колебательных мод. Представлены алгоритмы расчета удельных теплоемкостей, термодинамических функций, коэффициентов переноса. Построенные алгоритмы реализованы в собственном программном комплексе для моделирования ударных волн методом конечных объемов. Проведено подробное исследование структуры ударной волны при различных начальных условиях, оценены эффекты объемной вязкости, числа Маха и степени разреженности набегающего потока на распределения газодинамических параметров, вязкие напряжения и тепловые потоки в релаксационной зоне.

И.В. Алексеев полностью справился с поставленными задачами, показал высокую квалификацию при разработке теоретических и численных методов и создании собственного кода, численном моделировании, анализе результатов, проявил интерес к научной работе, зарекомендовал себя как инициативный, зрелый и квалифицированный исследователь. Диссертационная работа выполнена самостоятельно, полученные результаты обладают новизной и имеют большое фундаментальное и прикладное значение.

Считаю, что диссертация И. В. Алексеева отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы.

08 июня 2022 г.

Научный руководитель
профессор кафедры
гидроаэромеханики СПбГУ
доктор физ.-мат. наук, профессор:

Подпись руки	<i>Е.В. Кустова</i>
Специалист по кадровой работе	« 9 » 06 2022 г.



Е.В. Кустова

Е.В. Кустова

Нестерова Л.И.