

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Харченко Николая Анатольевича
«Численное моделирование аэротермодинамики высокоскоростных
летательных аппаратов», представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 –
«Механика жидкости, газа и плазмы».

Диссертационная работа Харченко Н.А. посвящена построению численной модели, описывающей трёхмерные нестационарные высокоскоростные течения газа с химическими реакциями и исследованию обтекания гиперзвуковых летательных аппаратов.

Экспериментальное исследование высокоскоростных течений осложнено как сложностью воспроизведения высокоскоростных высокотемпературных потоков в наземных экспериментальных установках, так и неизбежным влиянием измерительных датчиков на поток при контактных методах исследования, что не позволяет с достаточной точностью измерить распределение параметров по всему течению. Использование численного моделирования в этих случаях позволяет восстановить картину течения и получить аэротермодинамические характеристики летательных аппаратов. Таким образом, **актуальность** работы не вызывает сомнений.

В качестве **научной новизны** диссертации могут быть выделены следующие наиболее существенные результаты:

- Создан численный метод повышенного порядка точности для решения систем уравнений газовой динамики и химической кинетики на неструктурированных сетках;
- Предложен метод моделирования сильных ударных волн без образования численной неустойчивости сильных ударных волн («карбункулов»);

Ученый секретарь
Института математики
и механики
01 12 2011 г.

- Проведена адаптация модели аналитического представления термодинамических функций равновесного воздуха для учёта физико-химических процессов в высокотемпературном воздухе;
- Получены результаты численного моделирования обтекания высокоскоростных летательных аппаратов с учётом протекающих физико-химических процессов.

Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается как физическим анализом, так и сравнением с результатами экспериментальных исследований. **Практическая значимость** состоит в возможности использования разработанной численной методики для расчета движения в плотных слоях атмосферы гиперзвуковых летательных аппаратов.

В качестве замечаний можно выделить следующее:

- В автореферате не содержится информации о выбранной модели химической кинетики и выбранного способа борьбы с неустойчивостью сильных ударных волн;
- В автореферате при описании результатов численного моделирования различных задач не приводится информация об используемых вычислительных ресурсах и вычислительной сложности задач;
- По приведённым полям распределения физических величин невозможно однозначно определить их значения, так как одному и тому же оттенку соответствуют различные значения.

Указанные недостатки не снижают научной ценности проведенных исследований и не вызывают сомнений в значимости полученных результатов.

В целом диссертационная работа Харченко Николая Анатольевича «Численное моделирование аэротермодинамики высокоскоростных летательных аппаратов» выполнена на высоком научном уровне, представляет из себя законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Харченко Николай Анатольевич, заслуживает

присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Доктор технических наук, заместитель генерального директора – начальник отделения Акционерного общества «Государственный научный центр Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша»

15 ноября 2021 г.

В.В. Миронов

Почтовый адрес: ул. Онежская, д. 8, г. Москва, Россия, 125438

Контактный телефон: +7 (495) 456-87-54

Адрес электронной почты: kerc@elnet.msk.ru

Кандидат физико-математических наук, начальник сектора Акционерного общества «Государственный научный центр Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша»

15 ноября 2021 г.

А.С. Рошин

Почтовый адрес: ул. Онежская, д. 8, г. Москва, Россия, 125438

Контактный телефон: +7 (495) 453-92-44

Адрес электронной почты: kerc@elnet.msk.ru

Подписи д.т.н. Миронова В.В. и к.ф.-м.н. Рошина А.С. удостоверяю:
Ученый секретарь Акционерного общества «Государственный научный центр Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша», кандидат военных наук

15 ноября 2021 г.

Ю.Л. Смирнов

Почтовый адрес: ул. Онежская, д. 8, г. Москва, Россия, 125438

Контактный телефон: +7 (495) 456-93-12

Адрес электронной почты: kerc@elnet.msk.ru