

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Корюкова Ивана Александровича «Численное моделирование ударно-волновых взаимодействий в высокоскоростных потоках газа», на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертационная работа посвящена разработке комплекса программ для решения сопряженных задач аэродинамики летательных аппаратов и численному решению ряда задач механики жидкости и газа. Для расчета поля течения разработан компьютерный код на основе метода расщепления по физическим процессам уравнений Навье-Стокса на трехмерных неструктурированных сетках путем использования приближенного метода расчета распада произвольного разрыва на границах расчетных ячеек AUSM \pm up2. Программный комплекс включает в себя также компьютерный код для моделирования процесса распределения температурного поля внутри высокоскоростных летательных аппаратов (ВЛА) и их элементов. Наземные и летные испытания на высоких скоростях, значительно превышающими скорость звука, сопряжены со значительными материальными затратами, что приводит к потребности создания и применения специализированных математического аппарата и программных вычислительных средств.

В рамках диссертационной работы получен ряд значимых результатов, представляющих интерес при разработке новых летательных аппаратов.

Создана методика сопряженного численного моделирования внешней аэродинамики и задач прогрева конструкции ВЛА. Разработаны авторские программные коды, реализующие метод сопряженного численного моделирования внешней аэродинамики и задач прогрева на трехмерных неструктурированных сетках для конструкций летательных аппаратов достаточно сложной формы. Проведена верификация (сравнение с данными кодов UST3D, HySol и UST3D-AUSMPW) кода для моделирования внешней аэродинамики на примере задач обтекания затупленных конусов. Получены данные по параметрам

течения при обтекании экспериментального высокоскоростного аппарата HIFiRE-1. Получены результаты по задаче прогрева элементов конструкции экспериментального высокоскоростного аппарата HIFiRE-1 с использованием разработанного авторского компьютерного кода, реализующего решение уравнения теплопроводности, в том числе с учетом композиций материалов.

В качестве замечаний можно отметить следующее.

1. На рис. 2, 3 представлено распределение числа Маха и температуры при обтекании затупленного конуса. Для распределения числа Маха вполне отчетливо наблюдается осевая симметрия. Однако, для распределения температуры в донной области видны нарушения осевой симметрии. Интересно, что все рассмотренные коды дают примерно одинаковую картину. Возможно, это свидетельствует о каких-то физических особенностях течения. Этот факт было бы желательно исследовать.
2. Как можно судить по автореферату, все расчеты, включая $M=10$, выполнены в рамках модели совершенного газа ($\gamma=\text{const}$). Между тем, во многих работах академика С.Т. Суржикова убедительно показано, что учет физико-химических реакций в воздухе при таких скоростях существенно влияет на распределение газодинамических величин и положение ударных волн. Хотелось бы пожелать автору учесть этот факт при дальнейших исследованиях.

Указанные недостатки являются, скорее, пожеланиями и не снижают ценность и практическую значимость диссертации и не влияют на общую положительную оценку работы.

Исходя из содержания автореферата можно сделать вывод о том, что диссертационная работа Корюкова И.А. является законченным исследованием, в котором содержатся новые результаты по актуальным вопросам механики жидкости и газа, а также вычислительной аэротермодинамики. Диссертационная работа соответствует всем

требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.1.9. «Механика жидкости, газа и плазмы», а ее автор Корюков Иван Александрович, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук.

Я, Луцкий Александр Евгеньевич даю согласие на использование и обработку моих персональных данных.

Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук".

125047, Москва, Миусская пл., д.4, ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

тел.: +7 499 978-13-14, факс: +7 499 972-07-37, e-mail: office@keldysh.ru

Главный научный сотрудник

ИПМ им. М. Келдыша РАН

д.ф.- м.н. *Луцкий 19.01.26* А.Е. Луцкий

Подпись Луцкого А.Е. заверяю

Ученый секретарь ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

к.ф.- м.н.

