

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Корюкова Ивана Александровича
на тему «Численное моделирование ударно-волновых взаимодействий
в высокоскоростных потоках газа», представленной на соискание учёной
степени кандидата физико-математических наук по специальности

1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Вопросы, возникающие при проектировании высокоскоростных летательных аппаратов, испытывающих существенные нагрузки при полёте в плотных слоях атмосферы и при входе в атмосферу, несомненно, являются важными и актуальными. С этой точки зрения необходимо рассматривать и диссертационную работу Корюкова И. А., посвящённую численному решению задач внешней аэротермодинамики и прогрева конструкций, обтекаемых высокоскоростным потоком воздуха.

Научная новизна работы, главным образом, заключается в создании методики сопряжённого математического моделирования аэротермодинамики и нагрева конструкций летательных аппаратов. Несомненной заслугой соискателя является развитие программной реализации метода расщепления по физическим процессам путём использования приближённого метода расчёта распада произвольного разрыва $AUSM_{\pm up2}$. Разработанные соискателем компьютерные программы были применены для расчётно-теоретического исследования обтекания и прогрева экспериментального высокоскоростного летательного аппарата HIFiRE-1.

Значимость полученных Корюковым И. А. результатов работы для практического использования состоит в том, что с помощью разработанной соискателем методики и комплекса программ математического моделирования аэротермодинамики становится возможным получение параметров обтекания и теплообмена, а также определение расчётных

значений температуры в элементах конструкций летательных аппаратов произвольной геометрической формы.

Как следует из автореферата, в первой главе диссертации проведён обзор теоретических и экспериментальных работ, направленных на исследование аэротермодинамики высокоскоростных летательных аппаратов.

Во второй главе диссертации рассмотрена математическая модель вязкого сжимаемого теплопроводного газа, используемая для расчётов аэротермодинамики высокоскоростных летательных аппаратов, в частности описывается разработанный автором диссертации алгоритм метода расчёта распада произвольного разрыва AUSM^{±up2} на границах ячеек пространственной расчётной сетки.

Третья глава диссертации посвящена постановке задачи математического моделирования нагрева конструкции высокоскоростных летательных аппаратов. Указаны решаемые автором уравнения и их дискретные аналоги, записанные для трёхмерной неструктурированной расчётной сетки.

В четвёртой главе диссертации приведены результаты математического моделирования аэротермодинамики и нагрева различных конструкций при помощи разработанных соискателем компьютерных программ. Проведено сравнение результатов расчётов при использовании компьютерных программ автора с аналитическими решениями и расчётами при помощи компьютерных программ других исследователей для нескольких модельных задач. Показаны результаты сопряжённого численного моделирования обтекания и прогрева экспериментального высокоскоростного летательного аппарата HIFiRE-1.

Рассматриваемый автореферат диссертации не лишён недостатков. Так, на странице 4 заявлена возможность сопряжённого численного моделирования внешней аэротермодинамики и задач прогрева конструкции

высокоскоростного летательного аппарата при помощи разработанных соискателем компьютерных программ, однако в автореферате не приведена формулировка условий сопряжения.

Записанная на странице 13 формулировка уравнения теплопроводности подразумевает коэффициент теплопроводности постоянным, соответственно, ограничивает использование разработанных компьютерным программ только расчётом конструкций, выполненных из изотропных материалов. Однако известно, что большинство конструкций высокоскоростных летательных аппаратов состоят из композитных материалов, имеющих анизотропные теплофизические характеристики.

На рисунках 8 и 9 у графиков распределения давления и плотности наблюдается резкий рост значений этих параметров в районе стыка цилиндрической части и хвостовой части исследуемого летательного аппарата при расчёте методом AUSMPW, но это явление отсутствует при расчёте методом $AUSM_{up2}$, что, вероятно, является существенным различием двух полученных результатов, хотя на странице 18 говорится о незначительном расхождении.

Высказанные в отзыве замечания не снижают общей положительной оценки диссертации. Работа выполнена на высоком научном уровне, содержит важные практические результаты и соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор — Корюков Иван Александрович — заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Головин Николай Николаевич, работающий в АО «Корпорация «Московский институт теплотехники» (АО «Корпорация «МИТ»)), Березовая аллея, д.10, Москва, Россия, 127273, телефон (499) 231-46-09, e-mail:

mitemail@uimail.ru, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Корюкова Ивана Александровича, и их дальнейшую обработку.

Я, Шустов Александр Алексеевич, работающий в АО «Корпорация «Московский институт теплотехники» (АО «Корпорация «МИТ»)), Березовая аллея, д.10, Москва, Россия, 127273, телефон (499) 231-46-09, e-mail: mitemail@uimail.ru, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Корюкова Ивана Александровича, и их дальнейшую обработку.

Начальник отдела –
заместитель начальника отделения,
старший научный сотрудник,
кандидат технических наук

Н. Н. Головин



23.01.2026

Начальник сектора

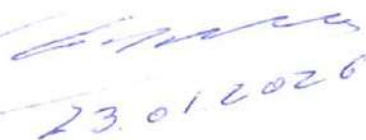


23.01.2026

А. А. Шустов

Подписи удостоверяю:

Учёный секретарь НТС
АО «Корпорация «МИТ»



23.01.2026

Б. В. Румянцев