



Акционерное общество

МИТ «КОРПОРАЦИЯ

«МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕПЛОТЕХНИКИ»

Березовая аллея, д.10, Москва, Россия, 127273
Телефон: (499) 907-37-74, Телефакс: (499) 907-37-29;
e-mail: info@corp-mit.ru

МАН

Учёному секретарю
диссертационного совета
24.2.327.06
В. М. Краеву

от 06.12.2022г. № 1/1164-16

На № _____ от _____

Отзыв на автореферат
диссертации

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, 4

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Д. В. Грибиненко, выполненной на тему «Математическое моделирование тепломассообмена в термодинамически неравновесных потоках при полёте высокоскоростных летательных аппаратов», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Приложение: отзыв на 3 листах, 2 экз.

Учёный секретарь
научно-технического совета
АО «Корпорация «МИТ»

Б. В. Румянцев

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«13» 12 2022г.

034432



Акционерное общество

МИТ «КОРПОРАЦИЯ

«МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕПЛОТЕХНИКИ»

Березовая аллея, д.10, Москва, Россия, 127273
Телефон: (499) 907-37-74, Телефакс: (499) 907-37-29;
e-mail: mitemail@umail.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Грибиненко Дмитрия Валерьевича на тему «Математическое моделирование тепломассообмена в термохимически неравновесных потоках при полёте высокоскоростных летательных аппаратов», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

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 Д.В. Грибиненко, посвящённую созданию математической модели физико-химических процессов в термохимически неравновесных потоках, построению численного метода, реализующего эту модель, и разработке соответствующего программного кода с использованием параллельных технологий.

Научная новизна работы, главным образом, заключается в создании новой математической модели и её программной реализации, позволяющей проводить расчёты тепломассообмена в термохимически неравновесных течениях. На основе результатов расчётов, полученных при помощи этой математической модели, предложена принципиальная схема прямоточного воздушно-реактивного двигателя для полётов в атмосфере Юпитера.

Значимость результатов работы для практического использования определяется тем, что благодаря разработанной автором математической модели процессов тепломассообмена в термохимических неравновесных потоках и соответствующего программного кода стало возможным с высокой точностью проводить расчёты при проектировании высокоскоростных летательных аппаратов.

Как следует из автореферата, в первой главе диссертации проведён обзор моделей вычислительной газовой динамики и тепломассообмена в

Удел документационного
обеспечения МАИ

13.12.2022

001089

термохимически неравновесных потоках с учётом турбулентности, обозначены основные проблемы численного моделирования высокоскоростных течений.

Во второй главе диссертации рассмотрены основные уравнения, описывающие движение вязкого химически реагирующего колебательно неравновесного газа с учётом турбулентности.

Третья глава работы посвящена численному методу решения систем уравнений газовой динамики и химической кинетики, в том числе жёстких систем.

В четвёртой главе диссертации описаны особенности программной реализации рассмотренной математической модели с учётом применения параллельных технологий.

В пятой главе приведены результаты расчётов при помощи разработанного компьютерного кода.

Рассматриваемая работа не лишена недостатков. Так, из автореферата не ясно, какая постановка задачи использовалась при исследовании ускорения вычислений за счёт параллельных технологий. Также нет информации, используется ли только стандарт MPI, или же для параллельных вычислений на одном узле используется OpenMP.

В автореферате отсутствуют сведения о том, как и какими средствами строятся неструктурированные и структурированные сетки.

При описании решения задачи обтекания спускаемого аппарата OREX не указано, какая используется модель турбулентности, тогда как её выбор оказывает существенное влияние на величину рассчитываемых тепловых потоков.

Не ясно, почему полученные тепловые потоки (рисунки 3 и 4) с учётом каталитической активности поверхности больше расходятся с экспериментом, нежели без учёта, хотя для углерод-углеродного композиционного материала, из которого выполнена передняя часть аппарата, в воздушной среде уже при температуре 400–650°C начинается окисление, то есть учёт каталитической активности является уточнением постановки задачи.

В таблицах 5 и 6 присутствуют температуры, в ~100 раз превышающие температуру поверхности Солнца, что вызывает некоторые сомнения.

На странице 7 есть термин «угол наклона конуса» – скорее должно быть «угол полураствора конуса».

На странице 19 введён термин «трудно проталкивать», требующий дополнительного пояснения.

В пункте 7 заключения упомянуты «методические рекомендации по организации параллельных вычислений», суть которых из автореферата не ясна.

Также в автореферате присутствуют множественные грамматические (стр. 7, 18), пунктуационные (стр. 3, 16, 20) ошибки и опечатки (стр. 3, 6, 7, 8, 16, 18).

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 – Грибиненко Дмитрий Валерьевич – заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

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@umail.ru, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Грибиненко Дмитрия Валерьевича, и их дальнейшую обработку.

Я, Майская Елена Викторовна, работающая в АО «Корпорация «Московский институт теплотехники» (АО «Корпорация «МИТ»), Березовая аллея, д.10, Москва, Россия, 127273, телефон (499) 231-46-09, e-mail: mitemail@umail.ru, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Грибиненко Дмитрия Валерьевича, и их дальнейшую обработку.

Я, Батыгина Влада Кирилловна, работающая в АО «Корпорация «Московский институт теплотехники» (АО «Корпорация «МИТ»), Березовая аллея, д.10, Москва, Россия, 127273, телефон (499) 231-46-37, e-mail: mitemail@umail.ru, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Грибиненко Дмитрия Валерьевича, и их дальнейшую обработку.

Заместитель начальника отделения –
начальник отдела,
старший научный сотрудник,
кандидат технических наук

Н. Н. Головин

Заместитель начальника отдела

Е. В. Майская

Инженер 1-й категории

В. К. Батыгина

Подписи удостоверяю:

Учёный секретарь НТС
АО «Корпорация «МИТ»



Б. В. Румянцев