

Госкорпорация «РОСКОСМОС»  
Федеральное казенное предприятие  
"Научно-испытательный центр  
ракетно-космической  
промышленности"



**ФКП «НИЦ РКП»**

141320, Россия, Моск. обл., Сергиево-Посадский р-н,  
г. Пересвет, ул. Бабушкина, л. 9  
Тел.(495)786-2270, (496)546-3321. Телекс 84624 АГАТ  
Факс (496)546-7698. (495)221-6282(83)

E-mail: [mail@nic-rkp.ru](mailto:mail@nic-rkp.ru)

От 12.2020 № 510-4035

Ученому секретарю  
диссертационного совета Д 212.125.08  
Доктору технических наук,  
профессору Зуеву Ю.В.

(МАИ) Волоколамское ш., д. 4,  
Москва, А-80, ГСП-3, 125993  
Телефон: 8-499-158-43-33  
Факс: 8-499-158-29-77  
E-mail: [mai@mai.ru](mailto:mai@mai.ru)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
кандидат технических наук, доцент

И.А. Юрьев



### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зубко Анны Александровны на тему: "Тепло- и массообмен на каталитически активной поверхности высокоскоростного летательного аппарата планирующего класса", представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

Диссертация Зубко А.А. посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию процессов тепло- и массообмена на каталитически активной поверхности высокоскоростного летательного аппарата планирующего класса. Решены следующие задачи:

- проведён анализ гетерогенного катализа и его вклада в процесс тепло- и массообмена в химически активном пограничном слое;
- составлена общая математическая модель процессов течения и тепло- и массообмена в пограничном слое на каталитически активной поверхности.

Проведена верификация разработанной математической модели на

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«10» 12 2020

экспериментальных данных по тепло- и массообмену на каталитически активной поверхности. Проведено уточнение алгебраического критериального соотношения Р. Гулларда для расчёта теплообмена на каталитически активной поверхности;

- сформулированы основные положения по улучшению каталитических свойств композиционных материалов теплозащитного назначения. Разработаны и апробированы методы и средства улучшения каталитических свойств;

- составлен алгоритм определения каталитических свойств материалов по результатам эксперимента. Проведено улучшение каталитических свойств углерод-углеродных и металлокерамических композиционных материалов.

Актуальность темы диссертации следует из использования термостойких теплозащитных покрытий с разной степенью каталитической активности в высокоскоростной авиационной и ракетно-космической технике нового поколения. Детальное понимание физико-химических процессов в химически активном пограничном слое позволяет управлять параметрами тепло- и массообмена и снижать тепловую нагрузку на элементы конструкции летательного аппарата.

Научная новизна и практическая значимость работы заключается в разработке и апробации методов и средств улучшения каталитических свойств термостойких композиционных теплозащитных покрытий высокоскоростных летательных аппаратов. Указанная цель была достигнута путем разработки как математической модели процессов тепло- и массообмена химически активного пограничного слоя, так и постановкой специальных экспериментальных исследований.

Достоверность результатов работы подтверждается использованием математических моделей, основанных на фундаментальных законах механики и теплофизики, удовлетворительным совпадением результатов

численного решения с данными стендовых экспериментов и данными других авторов, полученными при прочих равных условиях.

Однако, автореферат диссертации не лишен недостатков:

- На защиту выносится математическая модель процессов гетерогенного катализа и сравнение результатов моделирования с экспериментом. Однако в автореферате представлены лишь общие дифференциальные уравнения сохранения. Отсутствуют: алгоритм численного решения, область решения, размерность задачи, среда, в которой проводилось решение задачи.

- Данные расчетов, представленные в таблицах 2 и 3, продублированы на рисунках 3, 4 и 5.

В целом, судя по материалам автореферата, диссертация Зубко А.А., посвященная экспериментальному и теоретическому исследованию процессов тепло- и массообмена на каталитически активной поверхности высокоскоростного летательного аппарата планирующего класса, по своему содержанию, объему исследований, научной и практической значимости результатов отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Старший научный сотрудник

Кандидат технических наук



В.А. Орлов

Федеральное казенное предприятие «Научно-испытательный центр ракетно-космической промышленности»

Адрес: Россия, 141320, Московская обл., г. Пересвет, ул. Бабушкина, д. 9

Орлов Владимир Аркадьевич, старший научный сотрудник кандидат техн. наук., тел. 8(909)679-12-17, e-mail: [vladimir\\_orlov@list.ru](mailto:vladimir_orlov@list.ru)