

## ОТЗЫВ

научного руководителя д.т.н., профессора, «Заслуженного деятеля науки РФ» Никитина П.В. на диссертационную работу Зубко А.А «Тепло- и массообмен на каталитически активной поверхности высокоскоростного летательного аппарата планирующего класса», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

---

Квалификационная работа Зубко А.А. посвящена решению одной из важнейших научно-технических задач – исследованию процессов тепломассообмена, сопутствующих обтеканию диссоциированными газовыми потоками элементов конструкции высокоскоростных летательных аппаратов (ВЛА), поверхности которых обладают каталитической активностью. Перед диссертантом были поставлены ряд задач, сущность которых заключалась в следующем:

- с позиции современной химтермодинамики и молекулярной физики провести изучение процесса гетерогенного катализа и его вклада в тепломассообмен в химически активном пограничном слое. Определить физико-химические основы механизма гетерогенного катализа на каталитически активной поверхности;

- составить общую математическую модель термогазодинамики и тепло - и массообмена химически активного пограничного слоя на каталитически активной поверхности. Провести верификацию предложенной математической модели;

- проанализировать возможности эмпирического моделирования характеристик гетерогенного катализа на каталитически активной поверхности;

- сформулировать основные положения по улучшению каталитических свойств композиционных материалов теплозащитного назначения. Разработать и апробировать методы и средства улучшения каталитических свойств;

- разработать алгоритм определения каталитических свойств термостойких композиционных материалов по результатам эксперимента.

Актуальность темы диссертации очевидна, поскольку дальнейшее развитие высокоскоростной авиационной и ракетно-космической техники многообразного использования тесно связано с применением новых термостойких теплозащитных покрытий с разной степенью каталитической активности. Это поставило перед наукой и техникой ряд проблемных задач, непосредственно связанных как с разработкой методов и средств реализации научно обоснованной технологии формирования

таких покрытий, так и созданием достоверных математических моделей, описывающих процессы тепло – и массообмена на таких поверхностях ВЛА.

В этой связи разработка методов и средств исследования таких комплексных многопараметрических задач, связанных с решением указанных выше задач, является актуальной проблемой науки и техники.

Выполненная соискателем работа комплексная. Она состоит из нескольких взаимосвязанных частей. В одной из частей работы проанализированы основные проблемы, которые приходится преодолевать при математическом моделировании и экспериментальном исследовании теплообмена на поверхностях термостойких покрытий с неравновесными гетерогенными химическими реакциями. В результате такого анализа предложена концепция комплексного математического моделирования тепловых и газодинамических процессов, проходящих в химически активных пограничных слоях на каталитически активной поверхности.

Значительная часть работы посвящена составлению, непосредственно, самой математической модели. Ряд проведённых математических операций и обоснованных допущений, дали возможность провести модификацию численного метода решения составленной математической модели и, в конечном счёте, повысить его эффективность. В этой части работы проведена также серия расчетов и выполнено сопоставление полученных результатов с опубликованными экспериментальными данными. Такая операция явилась тестовой проверкой предложенной математической модели, оценкой её достоверности.

Проведён также анализ результатов численных расчётов в сочетании данными экспериментальных исследований автора. Это позволило раскрыть природу термо-газодинамических, тепловых и физико-химических процессов, протекающих в химически неравновесных пограничных слоях, реализуемых на каталитически активной поверхности ВЛА.

По итогам изложенных в работе материалов можно отметить, что научная новизна практическая значимость квалификационной диссертационной работы аспирантки Зубко А.А. выражается:

- в исследовании физико-химических процессов гетерогенного катализа на каталитически активной поверхности;
- в составлении общей математической модели термогазодинамики и тепло - и массообмена химически активного пограничного слоя на каталитически активной поверхности и численном методе её решения;

