

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Буляккулова Марселя Маратовича «Взаимодействие высокоскоростного гетерогенного потока с элементами конструкции ЛА» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

В настоящее время резко возрос интерес к гиперзвуковым летательным аппаратам. Это касается не только реализованных военных одноразовых ракет, но и перспективных многоразовых пилотируемых гиперзвуковых самолетов. Для подобных объектов воздействие набегающего газового потока с включением твердой и жидкой фракций является более критичным по сравнению с одноразовыми ракетами, как с точки зрения увеличенного времени воздействия, так и с точки зрения ответственности по обеспечению безопасности экипажа. Поэтому тема представленного исследования, направленная на повышение достоверности предсказания результатов подобного воздействия на летательные аппараты, бесспорно, является актуальной.

Работа Буляккулова М. М. включает введение, пять глав и выводы. Во введении обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи исследования, показана его новизна. Первая глава посвящена описанию области и методов исследования, обоснованию допущений и ограничений, актуальных для дальнейшего моделирования, а так же анализу поведения отдельной твердой частицы в газовом потоке. Во второй главе представлены особенности и погрешности методов диагностики параметров взаимодействия гетерогенных потоков с преградой. В третьей главе представлена математическая модель для численного решения результатов взаимодействия гетерогенной фазы с комбинированной сферически-конической поверхностью и некоторые значимые выводы, сформулированные на основании анализа результатов вариационного моделирования с использованием разработанной модели. В четвертой главе решена двумерная задача натекания сверхзвуковой гетерогенной

полидисперсной струи конечных размеров на преграду и проведен анализ полученных результатов. В пятой главе представлены результаты анализа взаимодействия высокоскоростных гетерогенных потоков с поверхностями из различных материалов.

Одной из основных трудностей достижения поставленной в работе цели являлась комплексность и разноплановость проблемы исследования взаимодействия гетерогенного потока с поверхностью. Для исследования этого явления требуется привлечение информации из различных областей знаний – газодинамики и всех аспектов взаимодействия сталкивающихся твердых частиц между собой, с твердой поверхностью и с газовым потоком. Судя по автореферату, Буляккулов М. М. успешно справился с этой проблемой и продемонстрировал не только высокую квалификацию, но и широкую эрудицию во многих областях прикладной физики.

Кроме того, следует отметить оптимальность усилий, затрачиваемых достижения цели диссертации. При решении отдельных задач соискатель успешно комбинирует собственные наработки и имеющуюся справочную информацию, при этом удачно адаптируя ее для решения поставленных задач.

Отдельно необходимо отметить навыки соискателя по использованию математических методов для моделирования исследуемых процессов. Как видно из автореферата основным расчетным методом работы является метод конечных элементов, реализованный в компьютерном комплексе ANSYS. Однако необходимым условием достоверности моделирования с помощью данного комплекса является корректное задание исходных данных и граничных условий, а так же знание особенностей решателя данного комплекса. Буляккулов М. М. использует для этих целей свои упрощенные модели и проверку ANSYS путем численных вариативных исследований результатов моделирования. Это наиболее оправданный подход для решения сложной комплексной задачи, требующей высокую достоверность результатов моделирования.

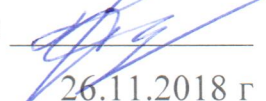



Автореферат работы не лишен недостатков. Досадной опиской является несоответствие количества глав в описании структуры диссертации (четыре главы – стр. 5 автореферата) числу глав, описание которых дано в самом автореферате (пятая глава – стр. 17 автореферата). В выводах автореферата отсутствуют ограничения по скорости потока, размеров и материала частиц, для которых данные выводы справедливы.

Однако эти недостатки являются несущественными и не снижают общий высокий уровень работы.

Представленное Буляккуловым М. М. исследование обладает научной новизной и вносит существенный вклад в область исследования воздействия гетерогенного потока на летательный аппарат. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Буляккулов М. М. достоин присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Кандидат технических наук,  
Заведующий лабораторией Астрофизических  
рентгеновских детекторов и телескопов ИКИ РАН,

Семена Николай Петрович   
26.11.2018 г

Ученый секретарь ИКИ РАН, к.ф.-м.н.,  
 А.М.Садовский

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт  
космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), 117997,  
Москва, ГСП-7, Профсоюзная ул. 84/32, (495)333-5445, semena@iki.rssi.ru