

## О т з ы в

На автореферат диссертации Прониной Полины Федоровны «Расчетно-экспериментальные методы исследования экранно-вакуумной теплоизоляции», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Экранно-вакуумная изоляция (ЭВТИ) это один из самых сложных объектов для теплового математического моделирования. Теплообмен внутри ЭВТИ представляет собой сложную нестабильную параллельно-последовательную структуру радиационных и кондуктивных теплообменов между большим количеством соприкасающихся тонких слоев и элементов, проложенных между ними. При этом эффективные параметры этих теплообменов зависят от большого числа различных факторов и являются трудно рассчитываемыми. Практически любой элемент ЭВТИ значим для определения ее теплопроницаемости. В настоящее время в инженерных расчетах тепловые модели ЭВТИ описывают совокупность изотермических элементов, соответствующих экранам и не учитывают влияния волокнистых разделительных слоев, расположенных между экранами на перенос тепла в ЭВТИ. Также, в связи с повышением требований к точности расчета тепловых изоляций космических аппаратов, возникает необходимость учитывать все значимые факторы. Для определения динамического поведения элементов экранно-вакуумной теплоизоляции необходимо с достаточной степенью точности знать механические характеристики элементов тепловой защиты и учитывать деградацию свойств элементов ЭВТИ в процессе эксплуатации.

В диссертационной работе Прониной П.Ф. особое внимание уделено влиянию математического моделирования нестационарных процессов тепловой защиты, а также экспериментальным исследованиям, позволяющим

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

29 11 2023

учесть влияние характеристик волокнистых разделителей на перенос тепла излучением.

Структура ЭВТИ такова, что любая заложенная в модель неточность приводит к высокой накопленной ошибке в определении ее интегральной теплопроницаемости. Это делает решаемую в диссертации задачу по разработке и идентификации уточненной математической модели теплопереноса в экранно-вакуумной теплоизоляции **актуальной**.

**Научную новизну и теоретическую значимость** определяет исследования, посвященные построению математической модели, описывающей динамическое поведение ЭВТИ; влиянию изучения на деградацию свойств теплоизоляции; проведению численного моделирования с учетом деградации свойств и определению оптимальных толщин покрытий в ЭВТИ.

Полученные результаты в разработке современных элементов экранно-вакуумной теплоизоляции, а также аналогичных слоистых теплозащитных покрытий, подтверждены актом внедрения, что, несомненно, свидетельствуют о **практической значимости**.

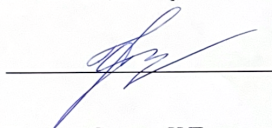
В проведенных исследованиях результаты подтверждаются совпадением вычислительных экспериментов, проведенных с использованием разработанных моделей, вычислительных алгоритмов и компьютерных программ. Численные расчеты оценивались путем варьирования размера конечно-элементной сетки, а также сопоставлением полученных решений с решением в рамках упрощенных аналитических моделей, что свидетельствует о **достоверности** научных положений, выводов и заключений.

В качестве замечаний следует подробнее пояснить необходимость использования нестационарного уравнения теплопроводности для исследования динамического поведения элементов экранно-вакуумной теплоизоляции, а также влияние излучения на деградацию свойств ее элементов.

В целом, несмотря на указанные замечания, автореферат дает основания утверждать, что диссертационная работа «Расчетно-экспериментальные методы исследования экранно-вакуумной теплоизоляции» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует требованиям действующего Положения о порядке присуждения ученой степени кандидата наук, а ее автор Пронина Полина Федоровна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Отзыв составил

заведующий лабораторией Астрофизических рентгеновских детекторов и телескопов, доктор технических наук



Николай Петрович Семена

Подпись Семены Н.П. удостоверяю,

заместитель директора, доктор физико-математических наук, чл.-корр. РАН



Александр Анатольевич Лутовинов

23 ноября 2023 г.



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН); адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 84/32; тел.:+7(495) 333-52-12, факс +7(495) 333-12-48; e-mail: iki@cosmos.ru; сайт: www.iki.cosmos.ru