

Отзыв на автореферат диссертационной работы
САЛОСИНОЙ МАРГАРИТЫ ОЛЕГОВНЫ

на тему: «Методы исследования и проектирования тепловой защиты солнечного зонда с учетом параметров структуры теплозащитных материалов»,
представленной к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальностям:

05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»

05.07.03 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Актуальность.

Сложно найти более значимый объект космических исследований, чем Солнце. Интерес к нему не ограничивается целями фундаментальной науки. Исследование Солнца необходимо также для обеспечения безопасности жизнедеятельности людей и функционирования различных устройств. При этом чувствительность технических систем к потокам частиц и излучения от Солнца возрастает вместе с усложнением этих систем. Это диктует необходимость постоянного углубления и уточнения знаний о Солнце.

Поэтому создание космических аппаратов, способных приблизиться к Солнцу на минимально возможное расстояние, было актуально на всем протяжении эры космических исследований. Каждый из таких аппаратов, начиная с Helios 1 и 2, запущенных в космос в 1974 и 1976 г, и заканчивая солнечным зондом Parker, стартовавшим в 2018 г., является уникальным, требующим проведения полного комплекса исследований с целью решения тепловых проблем, являющихся наиболее трудными при создании подобных аппаратов.

В работе Салосиной М.О. решается одна из самых сложных проблем, возникающих при проектировании солнечных зондов, – проблема создания эффективной, высокотемпературной и рассчитанной на чрезвычайно плотные тепловые потоки тепловой изоляции. Проведение данных исследований является необходимым условием для реализации отечественного проекта солнечной космической обсерватории – «Интергелеозонд», поэтому результаты описанной в автореферате работы являются чрезвычайно актуальными.

Необходимо отметить, что актуальность работы не ограничивается только потребностями околосолнечных космических аппаратов. Полученные результаты также применимы для возможных научных миссий по исследованию Меркурия, подобных запущенного в 2018 г. аппарата Bepi Colombo.

Новизна.

Новым в работе является метод проектирования многослойного теплового высокотемпературного покрытия и двухэтапный алгоритм оптимизации его

параметров основанный на применении штрафных функций и спроектированного лагранжиана.

По моему мнению, очень важно полученное в работе взаимное сопряжение этих двух процедур, которое уже при проектировании тепловой защиты дает возможность закладывать оптимальные параметры в структуру теплоизоляции.

Кроме этого автореферат демонстрирует эрудицию соискателя и ее способность к научному подходу при решении поставленных задач. Это проявляется и в грамотной предварительной оценке значимости различных явлений на прогнозируемый результат и в корректном выборе метода решения задачи.

Например, при анализе тепловых свойств теплоизоляции Салосина М.О. подробно рассматривает весь комплекс факторов, воздействующих на поверхность теплоизоляции, включая на первый взгляд непрофильные – радиационные и микрометеоритные потоки. При решении тепловых задач для других типов космических аппаратов обычно подобные факторы не рассматриваются. Однако более детальный анализ показывает, что в околосолнечном пространстве параметры этих воздействий сильно отличаются от их параметров в других областях космоса. В связи с этим вполне логичным и оправданным выглядит более широкий подход к вопросам теплообмена в околосолнечной зоне.

Еще одним примером проявленного соискателем научного подхода является отбор метода моделирования теплообмена в высокотемпературной теплоизоляции. На основании анализа различных методов Салосина М.О. выбрала малораспространенный метод переноса излучения в полупрозрачной среде, который, однако, является наиболее подходящим для данного конкретного случая. Таким образом, соискатель продемонстрировала способность к нестандартному подходу при решении научных задач, который обычно и приводит к получению новых результатов.

Обоснованность.

Большим достоинством работы является подтверждение теоретических положений результатами эксперимента. В четвертой главе представлена информация по испытаниям различных образцов высокопористых теплоизоляционных материалов при различных параметрах теплового потока на различных температурных режимах.

Данные результаты служат надежным обоснованием разработанных теоретических положений диссертации.

Практическая значимость.

Работа имеет ярко выраженную прикладную направленность, определяющую ее практическую значимость. Предлагаемый комплекс методов по проектированию, тепловому моделированию и оптимизации доведен до уровня практического использования для создания высокотемпературной теплозащиты космического аппарата «Интергелеозонд».

Более широкую практическую значимость имеют отдельные составляющие работы.

Двухэтапный метод оптимизации может быть применен для широкого класса оптимизационных задач. Достоинством такого подхода является компенсация значительной начальной ошибки в определении оптимальных параметров системы.

Предложенный в работе подход к моделированию высокоинтенсивного теплообмена в виде переноса излучения в полупрозрачной среде может быть использован для расчета параметров высокотемпературной многослойной теплоизоляции в различных областях науки и техники.

Недостатки.

Работа не свободна от некоторых недочетов. В частности я не вполне согласен с утверждением соискателя об отсутствии заметного влияния на тепловое состояние космического аппарата радиационных факторов и микрометеоритов. Действительно прямого теплового воздействия на теплоизоляцию они не оказывают. Но данные факторы могут существенно менять термооптические характеристики внешней поверхности, что будет приводить к изменению соотношения поглощенного, отраженного и излученного потоков. При чрезвычайно высоком уровне солнечной облученности, для которого предназначены рассматриваемые в работе типы теплозащиты, это может привести к существенному росту температуры внешней поверхности и выходу ее за критический предел, поскольку уровни рабочих температур изоляции близки к предельно возможным значениям температуры для используемых материалов. В этой связи целесообразно провести анализ влияния изменения термооптических характеристик на температуру внешней поверхности теплозащиты и поставить пределы их изменения, которые в будущем могут служить критериями при анализе радиационной и микрометеоритной деградации покрытия.

Однако данное замечание относится скорее к рекомендациям по дальнейшему практическому применению положений работы и никак не снижает ценности чрезвычайно интересных результатов, полученных диссертантом.

Заключение.

Исходя из анализа автореферата, можно сделать вывод, что представленная соискателем работа является законченным оригинальным исследованием, результаты которого обоснованы, обладают научной новизной и практической значимостью. Диссертация Салосиной М.О. соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель достоин присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» и 05.07.03 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Заведующий лабораторией Астрофизических рентгеновских
детекторов и телескопов, к.т.н.

 _____ Семена Николай Петрович

Подпись Семены Н.П. удостоверяю
ученый секретарь ИКИ РАН, к. ф.-м. н.

 _____ Садовский Андрей Михайлович

« ____ » _____ 2019 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт космических исследований Российской академии наук
Адрес: 117997, Москва ул. Профсоюзная д.84/32
Телефон: (495) 333-52-12.
E-mail: iki@cosmos.ru Сайт: <http://www.iki.rssi.ru/>