

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

**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».

Представленная работа посвящена исследованию динамического поведения экранно-вакуумной теплоизоляции в условиях комплексного воздействия факторов космического пространства и механического нагружения.

**Актуальность работы** обусловлена необходимостью прогнозирования механической целостности экранно-вакуумной теплоизоляции космического аппарата при прохождении им после длительного орбитального полета сред с повышенным относительно «холодного и черного» космоса давлением газа.

Особенную актуальность решение поставленной задачи приобретает в настоящее время в связи с возобновлением исследований планет и иных космических тел, имеющих собственную атмосферу.

**Научная новизна** работы заключается в построении математической модели описывающей динамическое поведение экранно-вакуумной теплоизоляции. Ранее механические свойства ЭВТИ подтверждались, как правило, прямым экспериментом для случая отсутствия деградации ее механических свойств, вызванной влиянием факторов космического пространства. Такой подход основывался на отсутствии необходимости прогнозирования изменения механических свойств, обусловленной отсутствием механических воздействий на ЭВТИ после выведения КА и его дегазации.

С возобновлением исследовательских полетов к планетам, имеющим атмосферу вопрос прогнозирования изменения механических свойств ЭВТИ после прохождения атмосферы стал определяющим фактором успешного и долговременного выполнения космическим аппаратом целевой задачи на поверхности исследуемой планеты или иного небесного тела.

**Практическая значимость** выполненной работы заключается в создании автором инструмента прогнозирования состояния деградированной при длительном космическом полете одного из определяющих элементов системы обеспечения теплового режима – экранно-вакуумной теплоизоляции, после механического воздействия газодинамических потоков при спуске через атмосферу планеты.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«23» 11 2023.

**Достоверность и обоснованность**, полученных в диссертации **результатов**, подтверждается совпадением вычислительных экспериментов, а достоверность численных расчетов оценивается путем варьирования размера конечно-элементной сетки и сопоставлением полученных решений с решением в рамках упрощённых аналитических моделей.

**Основные результаты** исследований Прониной П.Ф., полученные в представленной работе, опубликованы в 5-ти научных статьях в изданиях, рекомендуемых Перечнем ВАК и 5-ти научных статьях в журналах, индексируемых Scopus.

Безусловным **достоинством** диссертации Прониной П.Ф. является подтвержденная материалами работы способность автора предугадать тенденцию развития исследований изменений механических свойств мало детерминированного важнейшего элемента систем обеспечения теплового режима и разработать основу для дальнейшего развития прикладного прогностического математического аппарата теплового проектирования долгоживущих исследовательских космических аппаратов напланетного типа.

Автореферат объективно и в необходимой мере отражает содержание диссертации. Выводы по работе соответствуют содержанию и результатам представленных исследований.

Вместе с тем, на основании материала, изложенного в автореферате, возникают следующие **замечания**:

1) не вполне корректна формулировка научной новизны (стр.5) – *«впервые исследовано влияние излучения на деградацию свойств ЭВТИ»*; подобные исследования проводились с момента начала разработки ЭВТИ для космических аппаратов, т.е. с 50-х годов 20 века как минимум; **новизна** работы заключается в исследовании влияния деградации на механические свойства материалов ЭВТИ, что ранее из-за специфики эксплуатации большинства КА не рассматривалось – после окончания выведения КА на него сколь-нибудь существенные механические нагрузки не действовали;

2) перечень ученых, внесших вклад в разработку ЭВТИ (стр. 7, 8) не включает в себя основоположников этих работ – сотрудников РКК «Энергия» и ЦНИИМАШ, вероятно из-за запрета на публикации в открытой печати; результатом их деятельности стали основополагающие отраслевые стандарты ОСТ 92-1380-83 и ОСТ 92-1381-83; было бы корректно вообще не давать перечень ученых;

3) на рисунке 6 (лист 12) и по предшествующему тексту, некорректно указан материал теплоизоляции – полиАмид. ПолиАмид (капрон) из-за низкой стойкости к воздействию коротковолновых излучений в составе ЭВТИ никогда не использовался; как следует из автореферата (стр.8) автором исследовался образец с полиИмидной пленкой; рисунок 6 крайне неудачен, его графика совершенно не соответствует подписи;

4) в автореферате имеются опечатки (стр.7 предпоследний абзац – «солнце»), техническая некорректность (стр.17, табл.1 слой 9 «алюминий (AlCuMn<sub>6</sub>)» вместо «алюминиевый сплав»), техническая неуклюжесть формулировок (лист 17 – «пакет ...рассматривался **в качестве 5 слоев, где в качестве слоев учитывался....**» - о каком КАЧЕСТВЕ идет речь?) и т.п.

Отмеченные недостатки не снижают общей научно-практической значимости работы П.Ф. Прониной .

На основании анализа автореферата можно сделать вывод, что представляемая к защите диссертация является законченным исследованием, отражает комплексный подход к решению поставленных задач.

Считаю, что представленная к защите работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, П.Ф. Пронина, заслуживает присвоения ей степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7 – «Теоретическая механика, динамика машин».

Начальник отделения систем терморегулирования, кандидат технических наук, специальность 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника»,  
ПАО «РКК «Энергия»,  
141070, Московская обл., г. Королев,  
ул. Ленина, д.4А,  
т. (495)-513-82-50  
e-mail: post@rsce.ru

**Андрей Александрович Басов**

Подпись А.А. Басова заверяю,  
учёный секретарь ПАО «РКК «Энергия»  
доктор физико-математических наук



О.Н. Хатунцева

20.11.2022.