

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации БЕЛЯВСКОГО Александра Евгеньевича «Методологические основы проектирования системы обеспечения теплового режима лунной базы», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.14. «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов»

Перед специалистами ведущих предприятий ракетно-космической отрасли поставлена задача проведения предпроектных системных исследований в области разработки обитаемой долговременной базы на поверхности Луны в соответствии с целями и задачами, изложенными в стратегии развития Государственной корпорации «Роскосмос» в перспективе до 2030 года. Одной из важных и обладающей большой массой систем лунной базы является система обеспечения теплового режима (СОТР). В ее задачу входит формирование заданного теплового режима модуля с учетом его взаимосвязи с экипажем и окружающей средой в условиях комплексного воздействия экстремальных факторов окружающей среды.

К настоящему времени специалистами ведущих предприятий отрасли, таких как «ЦНИИМАШ», РКК «ЭНЕРГИЯ», НПО им. С.А. Лавочкина, НПО «Точных приборов», Научно-производственного центра им. М.В. Хруничева, Конструкторского бюро общего машиностроения разработаны структурные схемы СОТР для долговременных обитаемых орбитальных станций и космических аппаратов, накоплен опыт моделирования, проектирования, конструирования и эксплуатации агрегатов и СОТР в целом.

При проектировании СОТР лунной базы возникают новые требования, связанные с спецификой лунной среды, не позволяющие применять отработанные структурные схемы и агрегатную базу без модернизации, разработки новой элементной базы и новых конструкторских решений. Спецификой лунной среды является высокая температура лунной поверхности, достигающая 400 К в течение лунного дня, приводящая к невозможности отвода теплоты на требуемом температурном уровне для жизнедеятельности лунной базы; гравитация, равная $1/6 g$ от земной, вызывающая ограничения в применении аксиальных тепловых труб; наличие лунной пыли, приводящей к деградации оптических характеристик излучающих поверхностей; удаленность Луны от Земли, приводящей к удорожанию доставки грузов и удлинению времени перевозки; недостаток информации о характеристиках лунной среды, характеризующий наличие эпистемической неопределенности в параметрах лунной среды.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«16» 11 2023

Приведенные соображения определяют актуальность диссертации Белявского А.Е., направленной на проведение исследований, связанных с решением научно-технической проблемы – разработкой и проектированием СОТР лунной базы.

Содержание автореферата позволяет утверждать, что автором получены следующие результаты:

1. На основании анализа состояния проблемы обеспечения теплового режима лунной базы впервые разработана постановка и определено содержание методологии комплексного исследования и проектирования СОТР лунной базы, включающие:

– предложение новой структурной схемы СОТР модуля лунной базы с тепловым аккумулятором наружного контура с рабочим веществом на основе реголита и тепловым аккумулятором внутреннего контура с плавящимся рабочим веществом,

– разработку новых конструкторских решений на основе использования гибридной структуры для производства излучающих панелей радиационного теплообменника (РТО) СОТР лунной базы и излучающих панелей пассивной СОТР радиоэлектронной аппаратуры,

– оценку параметров агрегатов и СОТР в условиях параметрической эпистемической неопределенности.

2. Проведены экспериментальные исследования:

– проверена адекватность разработанной математической модели ТА с плавящимся рабочим веществом натурному аналогу,

– получены новые экспериментальные данные по теплофизическим свойствам гибридных структур: плоскостной и внеплоскостной температуропроводности и теплопроводности в рабочем диапазоне температур 256 – 373 К.

3. Разработаны математические модели, алгоритмы и программы оценки проектных параметров агрегатов новой конструкции СОТР лунной базы.

4. Разработаны математические модели, алгоритмы и программы для численного моделирования динамических режимов и оценки проектных параметров СОТР лунной базы с теплоаккумулирующими устройствами.

5. Разработаны математические модели для учета параметрической неопределенности.

Верификация расчетных математических моделей показала приемлемую сходимость результатов с данными, полученными автором при проведении экспериментальных исследований.

При в целом положительной оценке выполненной автором работы по созданию методологических основ проектирования СОТР лунной базы,

разработке новой структурной схемы СОТР, теплового аккумулятора на основе реголита и гибридных конструкций на основе графита, уделено недостаточно внимания вопросам технологии изготовления пленок из кристаллов графита в виде гексагональных сетчатых слоев.

Отмеченный недостаток не снижает научного уровня и практической ценности работы. Диссертация Белявского А.Е. является завершенной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям ВАК, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема в области разработки методологических основ проектирования лунной базы, что имеет важное значение для развития авиационно-космической промышленности Российской Федерации. Автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.14. «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Главный научный сотрудник 2 управления
ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А.Гагарина»,
доктор технических наук,
доцент

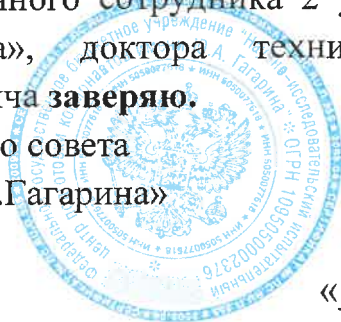
Наумов Борис Александрович



«25» октября 2023 г.

141160, Россия, Московская область, Звездный городок,
Факс: +7 (495) 526-26-12,
Телефон: +7 (495) 526-34-07.
Email: info@gctc.ru.

Подпись главного научного сотрудника 2 управления ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А.Гагарина», **доктора технических наук, доцента Наумова Бориса Александровича заверяю.**
Секретарь научно-технического совета
ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А.Гагарина»



 А.А. Кальмин

«25» октября 2023 г.