



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ
КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
«ФАКЕЛ»
имени академика П.Д. Грушина»

ул. Академика Грушина, 33,
г. Химки, Московская обл., 141401
Телефон: (495) 575-97-95; (495) 781-05-89
Факс: (495) 572-01-33; (495) 573-51-11;
(495) 573-83-47
e-mail: infor@npofakel.ru

Ученому секретарю диссертационного
совета Д 212.125.10
кандидату технических наук, доценту
Денискиной А.Р.

Москва, Волоколамское шоссе, д. 4
МАИ 125 993

№ 95/225 от 12.12.2018 г.

На от

Уважаемая Антонина Робертовна!

Высылаю Вам отзыв на автореферат диссертации Болотной Камиллы Игоревны на тему: «Разработка методического обеспечения эксплуатации инфракрасных имитаторов внешних тепловых нагрузок на поверхность космического аппарата», представленной к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.03 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов», в 2-х экз.

Приложение:

1. Отзыв на автореферат диссертации, 2 экз., на пяти листах каждый
2. Автореферат диссертации 1 бр. от н/вх. №96/4243 от 05.12.2016.

С уважением,

Генеральный конструктор, генеральный директор

В.В. Доронин





АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ
КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
«ФАКЕЛ»
имени академика П.Д. Грушина»

ул. Академика Грушина, 33,
г. Химки, Московская обл., 141401
Телефон: (495) 575-97-95; (495) 781-05-89
Факс: (495) 572-01-33; (495) 573-51-11;
(495) 573-83-47
e-mail: infor@npofakel.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный конструктор МКБ "Факел"
доктор технических наук, профессор

В.В. Доронин

« 12 » декабря 2016 г.

№ 95/225 от 12.12.2016.

На от

ОТЗЫВ

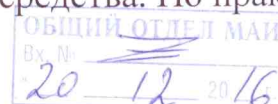
на автореферат диссертации Болотной Камиллы Игоревны на тему: «Разработка методического обеспечения эксплуатации инфракрасных имитаторов внешних тепловых нагрузок на поверхность космического аппарата», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.03 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Одним из неперенных условий надежного функционирования космического аппарата (КА) является обеспечение необходимого теплового режима всех его элементов.

Математическое моделирование теплообмена большинства типов космических аппаратов связано с рядом трудностей, обусловленных, главным образом, сложностью и значительной неопределенностью протекания физико-химических процессов, формирующих тепловое состояние элементов КА. В связи с этим большое значение при создании космических аппаратов имеют экспериментальные исследования, при проведении которых осуществляется физическое моделирование процессов внешнего и внутреннего теплообмена, протекающих в них в условиях штатной эксплуатации.

Физическое моделирование внешнего теплообмена космического аппарата достаточно сложно, так как воспроизведение в наземных экспериментальных установках факторов космической среды, оказывающих воздействие на тепловое состояние КА, при одновременном воспроизведении изменения его ориентации относительно источников внешних тепловых потоков - задача чаще всего практически неразрешимая.

В качестве средств нагрева используются различные по конструкции и по способу подвода энергии достаточно простые средства. Но практическое



5818

использование таких имитаторов сопряжено с необходимостью преодоления больших трудностей, связанных с выбором энергетических режимов эксплуатации имитаторов, при реализации которых обеспечивалась бы требуемая точность моделирования тепловых нагрузок. Трудности обусловлены тем, что имитаторы не воспроизводят параметры поля излучения источников, тепловое воздействие которых на поверхность КА они призваны воспроизводить во время испытаний. С их помощью можно воспроизвести только расчетные значения внешних тепловых нагрузок, источником которых могут быть Солнце, тепловое излучение планет и т.п.

Возникает противоречие между возможностями применяемой имитационной системы и режимами эксплуатации излучающих элементов, при которых расчетные внешние тепловые нагрузки воспроизводились бы наилучшим образом. Использующиеся методы оптимизации энергетических режимов работы инфракрасных имитаторов не в полной мере удовлетворяют потребностям практики.

В связи с этим, **цель диссертации** – разработка методов определения энергетических режимов работы инфракрасных имитаторов, обеспечивающих более высокую, по сравнению с известными, точность моделирования внешних тепловых нагрузок на поверхность космического аппарата является **актуальной**.

Научные задачи диссертации:

1. Совершенствование методического подхода к решению задачи выбора оптимальных, в отношении точности моделирования тепловых нагрузок, энергетических режимов работы имитаторов и исследование вопроса о единственности решения.

2. Определение зависимости между подводимой к модулям имитаторов электрической мощностью и интенсивностью их излучения с целью обеспечения технической возможности реализации выявленных оптимальных режимов работы имитаторов.

3. Разработка более простого и удобного в использовании метода решения задачи экспериментального моделирования внешних тепловых нагрузок с помощью сетчатых нагревателей.

4. Исследование возможности создания инфракрасных имитаторов с условно точечными излучателями, имеющими преимущества в отношении точности имитации при сложной форме поверхности испытуемого объекта.

В качестве **объекта исследования** рассматривается система физического моделирования внешнего теплообмена космического аппарата, а в ка-

честве **предмета исследования** – методы определения энергетических режимов работы инфракрасных имитаторов.

Степень обоснованности научных результатов и выводов диссертации подтверждается применением традиционных методов декомпозиции при решении поставленной научной задачи; строгом решении частных задач; корректном использовании современных методов системного анализа, теории эксплуатации, теории графов, теории множеств и отношений, теории систем массового обслуживания; обоснованном выборе основных ограничений и допущений; учете в методическом аппарате представительного количества факторов, влияющих на конечный результат.

Достоверность результатов исследований подтверждается: данными проведенных вычислительных экспериментов в широком диапазоне условий и последующими экспертными оценками;

проверкой адекватности моделей и формализованных описаний на изделии «Спектр-РГ» при проведении его комплексных электрических испытаний и решения задачи воспроизведения внешних тепловых нагрузок на изделие «Луна-Глоб» в условиях тепловакуумной установки ВК600/300.

Научная новизна работы заключается:

- в определении многоэкстремальности целевой функции, определяющей оптимальный энергетический режим работы инфракрасных имитаторов;
- в разработке экспериментального и аналитического методов определения коэффициента связи между мощностью, подводимой к модулям имитатора с линейчатыми излучателями, и интенсивностью их излучения;
- в разработке методов решения задачи экспериментального моделирования внешних тепловых нагрузок с помощью сетчатых нагревателей;
- в исследовании возможности использования кварцевых галогенных ламп накаливания в составе инфракрасного имитатора с условно точечными излучателями со спектральным составом излучения, близким к излучению черного тела.
- в разработке предложений по использованию градиентных методов оптимизации энергетических режимов работы инфракрасных имитаторов.

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в развитии методов экспериментального моделирования внешних тепловых нагрузок.

Практическая значимость полученных научных результатов заключается в:

- разработке методического и программного обеспечения решения задачи термостатирования изделия «Спектр-РГ» при проведении его комплексных электрических испытаний в тепловакуумной установке ВК600/300;

- разработке методического обеспечения тепловакуумных испытаний изделия «Луна-Глоб» в установке ВК600/300;

- разработке нового подхода к расчету облученности плоских поверхностей испытываемых объектов нитями сетчатых нагревателей.

Таким образом, научная задача, сформулированная соискателем как разработка методов определения энергетических режимов работы инфракрасных имитаторов, обеспечивающих более высокую, по сравнению с известными, точность моделирования внешних тепловых нагрузок на поверхность космического аппарата, успешно решена.

Тема исследования и содержание автореферата соответствуют специальности, по которой диссертация представляется к защите.

В качестве недостатков работы можно отметить следующее:

1. Из текста автореферата не ясно, как проводилось формирование альтернативных вариантов построения инфракрасных имитаторов, как выборки ограниченной совокупности вариантов построения имитаторов из генеральной совокупности вариантов, метода исследования вопроса о единственности решения.

2. В автореферате не представлено обоснование критерия выбора показателей точности моделирования тепловых нагрузок, оптимальности энергетических режимов работы имитаторов.

3. Имеется ряд погрешностей редакционного характера.

Отмеченные недостатки не снижают уровня работы.

В целом, судя по автореферату, диссертация Болотной Камиллы Игоревны на тему: «Разработка методического обеспечения эксплуатации инфракрасных имитаторов внешних тепловых нагрузок на поверхность космического аппарата» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором единолично, в которой решена актуальная научно-техническая задача разработки методов определения энергетических режимов работы инфракрасных имитаторов, обеспечивающих более высокую, по сравнению с известными, точность моделирования внешних тепловых нагрузок на поверхность космического аппарата.

Диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и отвечает требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Болотная Камилла Игоревна, заслу-

живает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.03 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Заместитель Генерального конструктора
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

Соколовский В.В.

Заместитель главного конструктора
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

Самонов В.А.

Ведущий конструктор
кандидат технических наук,

Никитин А.Л.