

УДК 629.78.051.017.1

Р. А. Матюшев, В. Е. Патраев, С. Г. Кочура

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железнодорожск

ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЛИТЕЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Рассмотрены причины отказов бортовой аппаратуры (БА) космических аппаратов (КА) при эксплуатации, механизмы деградации характеристик электрорадиоизделий (ЭРИ) и БА, вопросы повышения надежности партий ЭРИ, комплектующих БА, методы обеспечения надежности БА.

Космические аппараты информационного обеспечения, входящие в состав перспективных космических систем и комплексов, создаются с требуемыми сроками активного существования (САС) 12...15 лет и высокими показателями безотказности за требуемый САС. В связи с этим вопросы обеспечения надежности бортовой аппаратуры КА длительного функционирования являются актуальными и требуют особого внимания.

Анализ эксплуатационной надежности ряда современных отечественных космических комплексов (КК) и КА связи по ряду показателей (количеству неисправностей на один КА при эксплуатации по признакам деления, отказам ЭРИ, показателям качества КА различных серий) выявил наличие ряда нерешенных вопросов обеспечения надежности элементов ракетно-космических комплексов при выведении КА на орбиту и КА при эксплуатации. На этапе запуска КА к ним относятся неисправности средств выведения (ракеты-носителя, разгонного блока), которые приводят к переносу сроков запуска или утрате выводимых КА. На этапе эксплуатации преобладают неисправности, связанные с отказами ЭРИ, покупных комплектующих изделий и не классифицированные. В зависимости от типа КА количество отказов ЭРИ достигает 50 % от всех выявленных неисправностей [1; 2].

Обеспечение требуемой надежности БА КА достигается проведением определенных мероприятий на этапах создания КА.

На этапе проектирования требуемые показатели надежности БА обеспечиваются [3]:

- разработкой и реализацией ПОН (программы обеспечения надежности) БА и КА;
- разработкой и реализацией требований к гарантии качества комплектующих ЭРИ, обеспечивающих применение высококачественных комплектующих. Основой работ по гарантии качества ЭРИ, примененных в БА, является выбор ЭРИ и их квалификация для предстоящего использования;
- применением перспективных конструктивных решений, подтверждаемых аппаратом и методологией анализа по обеспечению надежности КА, систем и оборудования.

Поскольку отказы ЭРИ в БА КА при эксплуатации имеют в основном параметрический характер с соответствующим механизмом деградации характеристик, то на этапе подготовки производства к изготовлению

БА в целях исключения ЭРИ, для которых параметрический отказ имеет высокую вероятность, проводятся дополнительные отбраковочные испытания (ДОИ) партий ЭРИ отечественного производства (ОП), которые позволяют классифицировать элементы с суженными значениями параметров, по сравнению с полями допусков по ТУ, а это, в свою очередь, ведет как к уменьшению интенсивности отказов партий ЭРИ, прошедших классификацию, так и к увеличению периода ее стабильности. Для ЭРИ иностранного производства (ИП), имеющих уровень качества ниже требуемого, проводятся сертификационные испытания.

В настоящее время для повышения надежности партий ЭРИ, комплектующих БА, необходимо решить ряд проблемных вопросов, к которым относятся:

- недостаточность номенклатуры ЭРИ ОП для конструирования БА, соответствующей современным требованиям;
- применение ЭРИ категории качества «ВП»;
- необходимость проведения доквалификации ЭРИ ОП;
- исключение применения ЭРИ ОП, выпускаемых в пластмассовых корпусах;
- отсутствие нормативной базы по ЭРИ ИП;
- исключение применения ЭРИ ИП промышленного назначения.

На этапе наземной экспериментальной отработки КА и БА должна проводиться квалификация БА и КА на соответствие требованиям контракта.

Исходя из анализа эксплуатационной надежности современных КА можно сделать вывод, что методы обеспечения качества партий комплектующих ЭРИ недостаточно эффективны и требуют совершенствования. При создании перспективных КА особое внимание необходимо уделять вопросам постепенного замещения импортной элементной базы отечественной с характеристиками качества и радиационной стойкости на уровне лучших мировых аналогов.

Библиографические ссылки

1. Патраев В. Е., Трифанов И. В. Анализ показателей качества и надежности при эксплуатации современных космических аппаратов // Вестник СибГАУ. Вып. 2(28). 2010. С. 110–113.
2. Анализ технического состояния и оценка уровня фактической надежности, а также готовности к целевому использованию КА по результатам эксплуа-

тации в 2010 году. Анализ динамики изменения показателей надежности за период с 1994 по 2010 г. : отчет по ОКР «Надежность КА» / ОАО «ИСС». Железногорск, 2010. № 510-6918-10.

3. Патраев В. Е. Методы обеспечения и оценка надежности космических аппаратов с длительным сроком активного существования : монография / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010.

R. A. Matyushev, V. E. Patraev, S. G. Kochura

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

QUESTIONS OF RELIABILITY OF SPACECRAFT BOARD EQUIPMENT OF SUSTAINED OPERATIONS

The causes of failures in the operation of spacecraft board equipment, the mechanisms of degradation characteristics of the EEE-part and board equipment, questions of reliability of EEE-part, components of board equipment, methods for ensuring reliability of board equipment are presented in the article.

© Матюшев Р. А., Патраев В. Е., Кочура С. Г., 2011

УДК 629.78

A. E. Mikhееv, A. V. Girn, E. V. Vakhтееv, T. V. Trushkina, D. V. Orlova

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

РАЗРАБОТКА ПОКРЫТИЙ С ВЫСОКОЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Предлагается на теплоотдающие поверхности радиаторов отопления методом микродугового оксидирования (МДО) наносить покрытие, повышающее коэффициент излучения поверхности, что позволит добиться экономии тепла, подводимого к нагревателю.

В настоящее время задача энергосбережения является актуальной во многих сферах деятельности. В частности, это касается систем теплоснабжения. В последнее время для обогрева бытовых и промышленных объектов широко применяются секционные алюминиевые радиаторы для систем водяного центрального отопления различных конструкций. Достоинством таких нагревателей по сравнению с чугунными и стальными радиаторами является высокая теплоотдача, удобство монтажа и современный дизайн.

Наряду с указанными достоинствами у них имеется недостаток, заключающийся в невысоком коэффициенте излучения (коэффициент излучения алюминия 0,1), что в семь раз меньше, чем у чугуна. Применение лакокрасочных покрытий для повышения коэффициента излучения снижает теплопроводность, что приводит к снижению теплоотдачи. Обработка оксидов на поверхности алюминия приводит к увеличению ее коэффициента излучения с 0,1 до 0,8.

Предлагается на наружные поверхности радиаторов отопления наносить оксидное покрытие с высокой излучательной способностью плазмохимическим методом (МДО-покрытие).

Предварительные экспериментальные исследования на образцах из АМГ-6 показывают, что толщина оксидного покрытия на поверхности алюминиевого радиатора составляет 10...40 мкм. Исследование коэффициента излучения проводили с помощью фотометра ФМ59М. Величина коэффициента излучения МДО-покрытий достигает 0,8...0,9.

Для разработки технологии получения покрытий с высокими коэффициентами излучения необходимо исследовать физико-химические закономерности образования оксидного покрытия при микродуговом оксидировании, выявить оптимальные технологические параметры обработки. Установлено влияние технологических режимов обработки на оптические характеристики оксидных покрытий.

A. E. Mikhееv, A. V. Girn, E. V. Vakhтееv, T. V. Trushkina, D. V. Orlova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

DEVELOPMENT OF COATINGS WITH HIGH RADIATING CAPACITY

The author proposes that heat-transfer surface heating radiators and electric heaterstunneling pa-cause MAO-coating increases the emissivity of the surface 7–10 times. This will enable to achieve economies of heat input to the heater.

© Михеев А. Е., Гирн А. В., Вахтеев Е. В., Трушкина Т. В., Орлова Д. В., 2011