

Тепловая модель бортовой аппаратуры высокого спектрального разрешения

Монахов Д.О., Ушаков Н.Н.
ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»

В работе приведен метод разработки и проверки тепловой модели бортовой аппаратуры высокого спектрального разрешения (спектральной аппаратуры).

Ввиду неопределенности оптических свойств поверхностей, величин контактной проводимости в условиях вакуума, неопределенности теплоемкости отдельных составных частей сторонних производителей, такая модель не может быть создана без проведения ТВИ в условиях, моделирующих натурные.

Разработанная тепловая модель должна удовлетворять 2 основным режимам работы бортовой аппаратуры – в условиях наземной отработки на стенде и в условиях космического пространства. Поэтому по результатам наземных тепловакуумных испытаний проводится коррекция этой тепловой модели.

Для проверки метода построения тепловой модели спектральной аппаратуры выбран бортовой инфракрасный фурье-спектрометр ИКФС-2 для КА «Метеор-М» №2. К расчетной модели предъявляются высокие требования по точности – не хуже $\pm 0.75^\circ\text{C}$ по абсолютному значению температуры, $\pm 0.2^\circ\text{C}$ по изменению температуры. Столь высокие требования по точности вызваны тем, что тепловой режим прибора определяет величину его собственного излучения. Собственное излучение ИКФС-2 должно быть стабилизировано с точностью, которая соответствует отклонению температуры прибора $\pm 0.5^\circ\text{C}$ за период между измерениями собственного излучения. Для ИКФС-2 этот период составляет не более 15 минут.

Такая тепловая модель ИКФС-2 разработана. Для математической реализации выбрана прикладная программа ТЕРМ разработки ФГУП «ЦНИИмаш». Для проверки и коррекции разработанной тепловой модели проведены тепловакуумные испытания аппаратуры ИКФС-2. При задании известных справочных данных по контактному сопротивлению и теплофизическим свойствам применяемых материалов, соответствия расчетных и экспериментальных данных не было достигнуто.

На основании сопоставления расчетных и экспериментальных данных модель доработана. Обеспечено ее соответствие экспериментальным данным с требуемой точностью. К полученной модели применены граничные условия орбитального полета. Получены значения температур ИКФС-2 на всех режимах работы. С учетом этих значений откорректирован алгоритм работы СТР ИКФС-2 и внесены изменения в конфигурацию пассивных элементов системы обеспечения теплового режима аппаратуры ИКФС-2.