

## **СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОПТИКО-ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

С. В. Цаплин, С. А. Болычев

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Самарский государственный университет,  
tsaplin@samsu.ru*

Система обеспечения теплового режима (СОТР) космического аппарата (КА) предназначена для поддержания оптимальной температуры конструктивных элементов, обеспечивающих систем и бортовой аппаратуры КА, что особенно важно для оптической аппаратуры, предназначенной для съемки поверхности Земли с высоким разрешением — оптико-электронных телескопических комплексов (ОЭТК). Для получения снимков высокого качества необходимо обеспечить температурные перепады на оптических элементах не более 0.1 – 0.5 К.

В качестве активных средств в настоящее время наиболее перспективны СОТР на основе электрических нагревателей. Особенностью таких систем по сравнению с традиционными системами с теплоносителем являются меньшие массогабаритные характеристики и высокая точность поддержания заданной температуры. В штатном режиме такая система потребляет небольшую мощность, поддерживая номинальную температуру оптических элементов. В нештатном режиме, при значительном снижении температуры КА относительно номинальной, система работает на максимальной мощности для быстрого вывода КА на рабочий режим.

В научно-образовательном центре «Теплофизика и информационно-измерительные технологии» СамГУ в течение ряда лет ведутся работы по исследованию и моделированию тепловых режимов спецаппаратуры космических аппаратов [1-3]. В настоящее время для отработки параметров СОТР на основе электронагревателей готовится проведение экспериментальных исследований на масштабированном макете ОЭТК. На данном этапе работы для подготовки экспериментальных исследований разработана тепловая математическая модель и проведен расчет температурных полей масштабированного макета ОЭТК с СОТР на основе пленочных электронагревателей.

Общий вид масштабированного макета ОЭТК приведен на рисунке 1. Корпус макета и диск-образец изготовлены из оргстекла, цилиндрический экран, холодильник и нагреватель из алюминия. У холодильника имеется емкость для заполнения жидким азотом. Размеры макета (500 мм в высоту и 250 мм в диаметре) подобраны таким образом, чтобы он мог быть размещен в вакуумной камере. Внешняя поверхность корпуса макет укрыта экранно-вакуумной тепловой изоляцией (ЭВТИ). На внешней поверхности цилиндрического экрана расположены пленочные электронагреватели.

На основе геометрической 3D модели макета разработана тепловая математическая модель и проведен расчет температурных полей методом конечных элементов в программном пакете ANSYS. Расчет проводился при следующих условиях: номинальная температура диска-образца +20°C, температура нагревателя +150°C, температура холодильника –150°C.

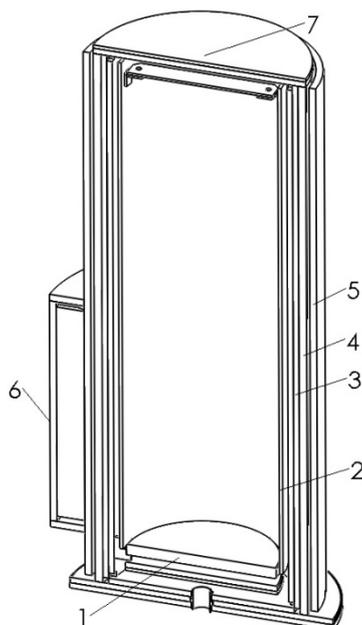


Рисунок 1 – Масштабированный макет ОЭТК (1 – диск-образец, 2 – цилиндрический экран, 3 – корпус, 4– ЭВТИ, 5 – нагреватель, 6 – холодильник, 7 – крышка)

Величина теплового потока попадающего на срез крышки соответствует тепловому излучению Земли —  $225 \text{ Вт/м}^2$ . При открытии крышки на 10 мин. начинается выхолаживание диска-образца, и при снижении его температуры более чем на  $0.2^\circ\text{C}$  от номинальной, включаются нагреватели цилиндрического экрана. Для сравнения проведены расчеты температурных полей с включением и без включения нагревателей. Показано, что без включения нагревателей происходит дальнейшее снижение температуры диска образца даже после закрытия крышки, а включение нагревателей позволяет поддерживать температуру диска-образца в диапазоне  $20 \pm 0.2^\circ\text{C}$  даже при увеличенном времени открытия крышки.

Работа выполнена при поддержке гранта федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы, соглашение № 14.В37.21.1833.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Цаплин С.В., Большев С.А. Моделирование температурного поля оптико-электронного телескопического комплекса космического аппарата // Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 50-летию образования ЦСКБ и 90-летию со дня рождения Д.И. Козлова. 28 сентября -3 октября 2009г, ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ- Прогресс», Самара 2009, с.125-130.
2. Цаплин С.В., Большев С.А. Моделирование системы термоградиентной стабилизации оптико-электронного телескопического комплекса космического аппарата // Сборник трудов XXXI Российской школы по проблемам науки и технологий, 14-16 июня 2011, г. Миасс.
3. Цаплин С.В., Большев С.А. Моделирование температурных полей телескопа при воздействии условий эксплуатации КА // Сборник трудов Международной конференции «Научные и технологические эксперименты на автоматических космических аппаратах и малых спутниках», 27-30 июня 2011 г. Самара.