

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АДАПТИВНОГО К ДЕЙСТВИЮ ГРАДИЕНТОВ ТЕМПЕРАТУР РАЗМЕРОСТАБИЛЬНОГО КОРПУСА КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА

Нонин А. С., Потапова Ю. В.

ФГУП ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс», г Самара, Самарская обл., Россия

В современной космической технике при проектировании и создании космических телескопов, работающих при различных температурах, возникает термооптическая aberrация увеличения и расфокусировки оптической системы, за счет изменения размеров силового корпуса, связывающего оптическую систему.

Одним из путей уменьшения изменения размеров корпусов космических телескопов, обусловленных воздействием неравномерного поля температур, является использование конструктивных элементов, выполненных из материалов с низким коэффициентом линейного расширения, типа ИНВАР, $\alpha=0,8 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$, $\gamma=8,2 \text{ г/см}^3$, высоко термостабильной композиционный материал на основе углепластиков типа КМУ-4Л, $\alpha=1 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$, $\gamma=1,6 \text{ г/см}^3$.

Уменьшить температурные деформации можно также за счёт создания требуемого теплового режима, обеспечивающего снижение перепадов температур на корпус телескопа, за счёт применения активных и пассивных средств обеспечения теплового режима [1].

Применение неметаллических материалов на основе углепластиков не позволяет в полной мере обеспечить достаточную геометрическую стабильность корпуса конструкции телескопа, поскольку эта характеристика напрямую зависит от значения коэффициента линейного расширения, применяемого полимерного композитного материала, который является нестабильным, хотя и имеет малую величину.

Таким образом, существует потребность в простом и надёжном способе обеспечения размерной стабильности корпусов космических телескопов.

Рассматриваемый в настоящей работе метод проектирования адаптивных к действию градиентов температур корпусов телескопов апробирован в конструкциях КА ДЗЗ, разрабатываемых ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс».

В перспективном космическом аппарате предполагается изготовление силового корпуса фотоприемного устройства (ФПУ ИК) в виде рамы из биметаллических пластин, что позволит снизить массу конструкции и улучшить целевой параметр (разрешение).

Силовой корпус состоит из продольных, поперечных и диагональных криволинейных биметаллических пластин, соединенных между собой в узлах пересечения.

Определено соотношение геометрических размеров нормальных биметаллических пластин и физико-механических характеристик применяемых материалов обеспечивающее равенство нулю перемещение краев пластин:

$$\frac{\langle h_1 + \langle h_2 \rangle}{R} = K \oplus (1 \square \otimes \text{ctg} \otimes E \oplus h^2 = E \oplus h^2 ,$$

1 2

где K – коэффициент учитывающий упругость пластин корпуса в местах их соединения в узлах.

Для шарнирного соединения пластин можно принять $K=3/2$.

Учитывая, что корпус состоит из множества размеростабильных от действия температуры биметаллических пластин, то и в целом он будет размеростабильным по длине и по ширине.

Определенный интерес представляет неметаллический корпус космического телескопа, в котором активный слой пластины толщиной h_1 с коэффициентом линейного расширения α_1 выполнен из стеклопластика, а инертный слой толщиной h_2 с меньшим коэффициентом линейного расширения α_2 из углепластика.

Предложенный метод проектирования позволяет создать размеростабильный адаптивный к действию температур силовой корпус, обеспечивающий минимальную дефокусировку телескопа при действии температур, которая определяется точностью измерения деформаций с помощью лазерного трекера APJ-Radian и фотограмметрической системы V-STARs – 7 и 10 микрон соответственно.

Применение в корпусе космического телескопа криволинейных биметаллических пластин позволяет уменьшить массу корпуса и повысить его термическую стабильность.

Область применения предлагаемой конструкции не исчерпывается космической техникой. Простота, надежность, технологичность и низкая стоимость позволяют предположить, что данная конструкция может найти широкое применение во всех случаях, когда нужно создать конструкцию с минимальным изменением ее размеров от действия температур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов Р. Н. Проектирование, адаптивный к действию градиентов температур размеростабильной силовой фермы космического телескопа [Текст] / Ахметов Р. Н., Стратилатов Н. Р., Шайда А. Н., Максимов С. В. / Научно-технический сборник статей – 2012. – Выпуск 1. Космическая техника и вооружение. Днепропетровск: ГП «КБ «Южное».