

УДК: 620.1

Кирпичёв В.А., Шахмистов В.М., Тимошенко С.Г., Муртазин В.М.

**К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТЕРЖНЕВОЙ ОПОРЫ
ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ПРИБОРОВ НА КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЕ**

Целью настоящего исследования является разработка методики проектирования стержневой опоры для высокоточных приборов на космической платформе на основе применения высокопрочных полимерных композиционных материалов (ПКМ), изготавливаемых из комплектующих российского производства, а также выработка рекомендаций по оптимизации конструкций стыковки высокоточных приборов с космической платформой.

В процессе выполнения работы были предложены и в теоретическом плане, проверены варианты решения поставленных задач, главной из которых является обеспечение геометрической стабильности положения высокоточного прибора относительно космической платформы после всех нагружений в процессе эксплуатации.

Анализ результатов исследования фондов патентов и научно-технических источников информации по литературным источникам и Интернет-ресурсам показывает, что к настоящему времени предприятиями и научно-исследовательскими организациями накоплен большой опыт разработки, изготовления и эксплуатации размеростабильных конструкций космических аппаратов из ПКМ [1, 2], к которым, в первую очередь, относятся элементы высокоточных приборов и стержневые опоры космических платформ. Анализ патентной и научно-технической информации показал, что только за счёт совершенствования конструктивных элементов космического аппарата удовлетворительных результатов достичь не удалось. Основной причиной такого положения являются температурные перепады диаметрально противоположных точек конструкции КА в местах установки трёхопорной системы.

Основным требованием, определяющим работоспособность несущей конструкции трёхопорной стержневой системы, является сохранение размерной стабильности после воздействия заданных нагружений в процессе наземной эксплуатации и во время орбитальной эксплуатации, ионизирующих излучений, статических и динамических температурных и силовых нагрузок.

Проектирование опоры включает в себя несколько этапов:

- 1) разработка предварительных вариантов конструктивных схем опоры из ПКМ и технологических процессов для изготовления опытных образцов опоры;
- 2) разработка и прочностной расчёт конструктивных схем опоры для предварительной оценки правильности выбора вариантов конструкции и технологических процессов;
- 3) проведение испытаний стандартных образцов, изготовленных по предварительно выбранной технологии, для использования на этапах исследования напряжённо-деформированного состояния (НДС) вариантов конструктивных схем, разработки конструкции и технологии изготовления выбранных вариантов;
- 4) проведение исследования НДС вариантов конструктивных схем с использованием программных пакетов САЕ системы;
- 5) разработка вариантов конструкции экспериментальных образцов стержневой опоры и технологии их изготовления, которая проводится с учётом результатов исследования НДС вариантов конструктивных схем;
- 6) разработка программы и методики испытаний и проведение испытаний экспериментальных образцов стержневой опоры;
- 7) разработка конструкторской и технологической документации.

В результате проведённых исследований для изготовления стержневой опоры выбран однонаправленный углепластик, для которого проведены расчёты укладки двух направлений армирующих нитей под различными углами α к оси трубчатого стержня и третьего направления перпендикулярно оси стержня.

Расчёты проведены для десяти сочетаний угла α с процентной долей поперечных волокон от 0% до 15%.

Полученные результаты позволяют выбирать сочетания угла ориентации волокон и процентной доли волокон в углепластиковом материале для получения необходимых упругих характеристик трубчатого стержня в зависимости от конкретных нагрузок, действующих на стержень (соотношение продольных сил, изгибающих и крутящих моментов, и перерезывающих сил).

До настоящего времени не создано конструкционного материала с коэффициентом линейного термического расширения равным нулю. Поэтому для обеспечения геометрической стабильности стержневых опор были проведены расчёты двух видов статически определимых опор: с металлическим титановым стержнем и с упругим композитным наконечником.

Как показывают результаты расчётов, если коэффициенты линейного расширения композитного монослоя вдоль и поперёк волокон (нитей основы) имеют разные знаки, то

за счёт соответствующей укладки слоёв теоретически можно добиться того, чтобы в заданном направлении при тепловом воздействии вообще отсутствовало бы какое-либо изменение размеров.

Следует отметить, что второй из предложенных вариантов стержневой опоры, состоящий лишь из композитных конструктивных элементов, при тепловом воздействии удовлетворяет требованиям по размеростабильности.

Библиографический список

1. Стратилов, Н.Р. Проектирование адаптивной к действию градиентов температур размеростабильной силовой конструкции корпуса космического телескопа [Текст] / Н.Р. Стратилов, А.Н. Шайда, О.С. Кулькова, В.Д. Байкин // Вестник СГАУ. –2010. – №2.
2. Моишеев, А.А. Прецизионные конструкции космических аппаратов [Текст] / А.А. Моишеев.– М.: МАИ, 2011. – ISBN: 978-5-7035-2297-4.