

УДК 629.78

Устройство для отработки технологии инерционного развертывания тонкопленочных конструкций на малом космическом аппарате

Жутаев Антон Сергеевич^(*)

antonzhutuyev@yandex.ru

Касторной Владислав Андреевич

kastornojvladik@gmail.com

Кононова Станислава Константиновна

ksk80_19@mail.ru

Попов Александр Сергеевич

popovas@bmstu.ru

Соболев Иван Анатольевич

sobolevia@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследований, направленных на создание устройства для отработки технологии развертывания солнечной батареи за счет центробежных сил в условиях орбитального эксперимента. В ходе изучения процесса развертывания прототипа солнечной батареи для нескольких схем укладки были выявлены технологические сложности работы с тонкопленочными полотнами и предложены пути их решения. Рассмотрены особенности конструкции аппарата и циклограмма проведения эксперимента на внешней поверхности орбитальной станции, а также предложена конструкция такого аппарата.

Ключевые слова: крупногабаритные космические конструкции, солнечные батареи, развертывание, центробежные силы, схемы укладки, орбитальный эксперимент

Введение. Актуальность разработки конструкций для раскрытия солнечных парусов и крупногабаритных солнечных батарей обусловлена потребностями перспективных космических миссий. Создание классических каркасных солнечных батарей большой площади сопряжено с трудностями, связанными с их габаритами и массой. Перспективной является технология развертывания под воздействием инерционных сил, успешно испытанная в космосе ранее. Особенностью эксперимента по сравнению с описанным в работах [1, 2], является его направленность на адаптацию этой технологии для малогабаритных космических аппаратов. В 2023-м году был проведен эксперимент по развертыванию подобного устройства в стратосфере [3]. Орбитальный эксперимент, описанный в докладе, отличается от стратосферного тем, что конструкция создаваемого устройства должна надежно крепиться на внешней поверхности орбитальной станции, обеспечивать выполнение требований по безопасности при работе на орбитальной станции, а также иметь возможность обеспечения видеосъемки при выбранном способе закрепления ее на поверхности станции.

Методы и материалы; результаты. Основу устройства составляет центральный модуль с бортовой аппаратурой, к которому крепится барабан с уложенным прототипом гибкой солнечной батареи. Механизм раскрытия

включает в себя: привод, барабан и систему фиксации сложенного полотна с помощью створок и диска. При срабатывании механизма раскрытия створки освобождаются, и полотно раскрывается под действием центробежных сил. В ходе наземных испытаний была проведена сравнительная оценка различных схем укладки полотна, что позволило выбрать перспективную схему, сводящую к минимуму риск запутывания и динамических возмущений для будущего орбитального эксперимента. Выявлены технологические сложности, возникающие при работе с тонкопленочными полотнами большой площади, и предложены возможные пути их решения. На основе анализа результатов была разработана конструкция аппарата, адаптированная для установки на внешней поверхности орбитальной станции, включающая элементы крепления и возможность размещения видеокамеры для съемки процесса раскрытия. Подготовлена циклограмма планируемого орбитального эксперимента.

Заключение. Проведенная работа позволила отработать на практике схему укладки солнечной батареи на тонкопленочной основе подтвердить работоспособность технологии инерционного развертывания солнечных батарей в рассматриваемом формате, а также выбрать наиболее рациональную укладку солнечной батареи, применительно к летному эксперименту на орбитальной станции. Предложена конструкция космического аппарата для проведения экспериментов в условиях космического полета на орбитальной станции. Представленная технология открывает возможности для реализации ряда перспективных проектов, в частности космических аппаратов с солнечным парусом, космических отражателей и развертываемых солнечных батарей большой площади.

Список источников

- [1] Харлов Б.Н., Райкунов Г.Г., Комков В.А., Мельников В.М. *Центробежные бескаркасные крупногабаритные космические конструкции*. Москва, Физматлит, 2009, 446 с.
- [2] Комков В.А., Мельников В.М., Харлов Б.Н. *Формируемые центробежными силами космические солнечные батареи*. Москва, Черос, 2007, 188 с.
- [3] Кукушкин М.Д., Мартюшова А.А., Шаврин А.А., Целуйкин М.А., Соклакова Е.Д., Скворцов Д.В., Зуев Д.А., Соболев И.А. Развертывание макета тонкопленочной конструкции солнечной батареи, формируемой центробежными силами. *XLVII Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023, с. 84–85.