

УДК 678

**А. А. Шаталин\***, **Д. В. Фисенкова**, **Е. А. Смирнова**

Московский авиационный институт

(Национальный исследовательский университет), г. Москва

\*aashatalin@yandex.ru, faculty1@mail.ru

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. Г. Ягудин

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ АКТИВАТОРНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПКМ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ ДЛЯ РАСКРЫТИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТАХ**

Работа связана с поиском, анализом научно-технической информации о внешних условиях в открытом космосе и работоспособности конструкции в заданных условиях; анализом научно-исследовательских работ по данной тематике; разработкой способа модернизации активаторной системы на основе полимерного композиционного материала (ПКМ) с эффектом памяти формы.

*Ключевые слова:* активаторная система, ПКМ, эффект памяти формы.

**A. A. Shatalin, D. V. Fisenkova, E. A. Smirnova**

## **MODERNIZATION OF ACTIVATED SYSTEM ON THE BASIS PKM WITH EFFECT OF SHAPE MEMORY FOR DISCLOSURE OF SOLAR PANELS IN SMALL SPACECRAFTS**

Work is connected with search, the analysis of scientific and technical information on external conditions in an outer space and operability of a design in set conditions; analysis of research works on this subject; development of a way of modernization of activated system on the basis of PKM with effect of shape memory.

*Key words:* activated system, PKM, effect of shape memory.

**В** настоящее время проводится широкий спектр исследований малых космических аппаратов, обеспечивающих функциональные возможности при уменьшенных массогабаритных характеристиках по сравнению с классическими космическими аппаратами (КА). Очевидно, что в связи с уменьшением размеров КА возникает техническое противоречие между массогабаритными характеристиками аппаратов и известными активаторными системами раскрытия солнечных панелей. Решением данной задачи может быть исследование и модер-

низация активаторных систем с уменьшенными массогабаритными характеристиками, например: активаторная система, функционирующая на основе полимерного композиционного материала из углепластика с эффектом памяти формы. В этой связи работа по созданию малогабаритной активаторной системы раскрытия солнечных панелей для малых космических аппаратов является актуальной.

Целью работы является модернизация активаторной системы на основе ПКМ с эффектом памяти формы для раскрытия солнечных панелей.

Задачи, решение которых обеспечивает достижение поставленной цели: поиск, анализ научно-технической информации о внешних условиях в открытом космосе и работоспособности конструкции в заданных условиях; анализ научно-исследовательских работ по данной тематике; разработка способа модернизации активаторной системы на основе ПКМ с эффектом памяти формы.

В результате работы сформулированы технические требования, исходные данные к моделированию, разработана модель активаторной системы на основе ПКМ с эффектом памяти формы, проявляющимся при температуре 120 °С, что является приемлемым для эксплуатации в условиях открытого космического пространства. В состав активаторной системы входит: непосредственно пластина, тонкопленочный термистор, пленочный резистор, пленочный датчик, фиксирующий раскрытие пластины, и полиимидный шлейф, обеспечивающий соединение в электронной схеме. Выбор комплектации осуществлялся с учетом условий эксплуатации (температурный диапазон от –65 до +125 °С). Тонкопленочный термистор и пленочный датчик, фиксирующий раскрытие пластины, расположены вне зоны нагрева за счет крепления на стеклянных подложках на краях углепластиковой пластины. Пленочный резистор располагается внутри углепластиковой пластины, что обеспечивает лучший прогрев всей конструкции, чем при креплении с внешней стороны. Деформация резистора равна деформации всей пластины при раскрытии и не превышает 12 градусов, что является приемлемым для данного технологического решения. Полиимидный шлейф проходит по двум поверхностям по периметру пластины. Конструктивно компоненты крепятся на поверхности пластины с применением высокотемпературного адгезива ВК-36. Проведены расчеты, подтверждающие работоспособность конструкции, расслоения углепластиковой пластины при указанных выше условиях не обнаружено. Моделирование проводилось в программном комплексе ANSYS, спроектирован эскиз конструкции.

Следующим этапом разработки рассмотренной модели являются создание опытного образца и получение предварительных результатов реальных испытаний, позволяющих обоснованно подходить к реализации активаторной системы на основе ПКМ со встроенным резистором для раскрытия солнечных панелей в малых космических аппаратах.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Методы решения задач теплопереноса. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде : учеб. пособие / В. И. Коновалов [и др.]. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 80 с.
- 2 Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королева. Российский сегмент МКС. Справочник пользователя [Электронный ресурс] [сайт]. URL: [https://www.energia.ru/ru/iss/researches/iss-\\_rs\\_guide.pdf](https://www.energia.ru/ru/iss/researches/iss-_rs_guide.pdf) (дата обращения: 18.02.2017).