

УДК 629.7.01

Экспериментальная отработка и математическое моделирование гасителей низкочастотных колебаний

Хамидуллин Руслан Камилевич^{1,2}

vpk@vpk.npomash.ru

Бобохина Валерия Александровна^{1,2}

bobokhinava@student.bmstu.ru

Портнов Арсений Олегович^{1, 2(*)}

portnovao@student.bmstu.ru

Шиканов Антон Игоревич^{1,2}

shikanovai@student.bmstu.ru

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² АО «ВПК «НПО машиностроения», Реутов, Московская обл., Россия

Аннотация. Рассмотрены проблемы, связанные с низкочастотными колебаниями разворачиваемых элементов конструкции космических аппаратов (КА) во время переориентации. Описаны существующие методы демпфирования таких колебаний, созданы математические модели и проведены эксперименты для различных видов гасителей. Предложена активная система демпфирования на основе релейной системы управления с газоструйными исполнительными органами. Даны рекомендации по выбору метода демпфирования низкочастотных колебаний.

Ключевые слова: демпфирование колебаний, низкочастотные колебания, крупногабаритные трансформируемые конструкции, переходный процесс, активная система демпфирования

Введение. Разворачиваемые в космическом пространстве конструкции имеют ряд уникальных преимуществ: компактность при транспортировке, высокое соотношение объема в открытом состоянии к закрытому, обеспечение большой площади рабочей поверхности при малой массе. Однако с ростом требований к ТТХ КА, увеличиваются линейные размеры таких конструкций и снижается частота их колебаний при переориентации.

Во время выполнения переориентации КА, разворачиваемые элементы его конструкции, обладающие малой жесткостью (антенные системы на длинных штангах, гравитационные штанги, панели солнечных батарей) совершают низкочастотные колебания (0,1–1,0 Гц). Такие колебания приводят к нарушению работы аппаратуры и снижению производительности КА.

Материалы и методы; результаты. В работе были проанализированы существующие методы демпфирования низкочастотных колебаний [1, 2], созданы математические модели колебательных систем с гасителями в программном пакете MATLAB R2022 и SimInTech, проведены конечно-элементные моделирования данных систем в программном пакете Ansys Workbench, проведены эксперименты для различных видов гасителей на стенде (свободные затухающие колебания физического маятника). В работе также исследуется возможность применения активной системы демпфирования низкочастотных колебаний на основе релейной системы управления

угловой ориентацией КА с применением газоструйных исполнительных органов.

Заключение. Авторами предложены различные варианты гасителей низкочастотных колебаний элементов конструкции КА. Созданы математические модели колебательных систем и проведена их валидация с использованием экспериментального стенда. На основании полученных результатов, даны рекомендации по выбору метода демпфирования низкочастотных колебаний крупногабаритных элементов конструкции КА с малой жесткостью.

Список источников

- [1] Коцур О.С., Хрупа С.К. Применение динамических гасителей для сокращения времени переходных процессов элементов КА. *Машиностроение и компьютерные технологии*, 2017, № 5, с. 57–73.
- [2] Хрупа С.К., Щеглов Г.А. Исследование динамических характеристик радиального динамического гасителя крутильных колебаний антенны космического аппарата. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2018, №7 (79), с. 1–15.
<https://doi.org/10.18698/2308-6033-2018-7-1779>