

УДК 629.7.05

Разработка механизма адаптивной трансформации конструкции космического аппарата в целях безрасходной разгрузки инерционных исполнительных органов

Булавкин Владимир Николаевич^{1(*)}

vpk@vpk.npomash.ru

Симоньянц Ростислав Петрович²

akf_dekan@mail.ru

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

Аннотация. Рассмотрен космический аппарат (КА) с механизмом адаптивной трансформации конструкции, позволяющим реализовать ряд пространственных конфигураций КА, обеспечивая безрасходную разгрузку инерционных исполнительных органов (ИИО) системы стабилизации орбитальной ориентации. Предложена подсистема адаптивной трансформации для управления конфигурацией панелей солнечных батарей геостационарного КА на основе механизма с параллельной структурой. Показано, что разработанный механизм обеспечивает компенсацию внешнего момента и управление вектором кинетического момента ИИО.

Ключевые слова: КА, управление ориентацией, стабилизация, механизм адаптивной трансформации конструкции, безрасходная разгрузка инерционных исполнительных органов, механизм с параллельной структурой

Введение. Рассматривается система управления ориентацией и стабилизации КА, включающая подсистему параметрического управления конфигурацией конструкции [1].

В работе [2] авторы рассматривали применение метода адаптивной трансформации конструкции (АТК) для реализации экономичных режимов стабилизации автономного канала тангажа геостационарного КА. В работе [3] этот метод был распространен на каналы крена и курса с учетом перекрестной связи между ними. Авторы показали, что метод АТК позволяет проводить разгрузку ИИО без затрат рабочего тела и без нарушения орбитальной ориентации осей связанной системы координат относительно осей орбитальной системы координат.

Цель настоящей работы — разработка механизма адаптивной трансформации для управления конфигурацией плоских панелей солнечных батарей (СБ) и кинематической схемы механизма. Требования к механизму АТК определены в работах [2, 3].

Методы и материалы; результаты. На основе анализа работ [4–6] по вопросам применения механических передач в КА установлено, что необходимая трансформация конструкции панелей СБ может быть обеспечена с помощью механизма с параллельной структурой (МПС). Для рассматриваемого

КА МПС состоит из четырех линейных приводов, шарнирно соединенных с панелью СБ (MQ) и рамой (OAD).

На основе алгоритма разгрузки ИИО, предложенного в [2–3], был разработан алгоритм управления звеньями механизма АТК. Разработанный алгоритм позволяет реализовать такие пространственные конфигурации панелей СБ, при которых управляющие моменты создаются как в гироскопически взаимосвязанных каналах крена и курса, так и в автономном канале тангажа. Работоспособность предложенного решения подтверждена результатами численного моделирования в среде MATLAB/Simulink.

Заключение. Показано, что подсистема адаптивной трансформации конструкции панелей СБ может быть реализован на основе плоского механизма параллельной структуры с четырьмя линейными приводами. Разработанный механизм позволяет управлять вектором кинетического момента ИИО в допустимых пределах без расхода массы рабочего тела.

Список источников

- [1] Симоньянц Р.П. О разработке космического аппарата трансформируемой конструкции, оптимизирующей его свойства как объекта управления. *Перспективные задачи инженерной науки. Междунар. конф.: сб. ст.* Москва, ИД «Мастер», 2022, с. 216–222.
- [2] Симоньянц Р.П., Булавкин В.Н. Стабилизация орбитальной ориентации космического аппарата инерционными исполнительными органами с разгрузкой методом трансформации конструкции. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2024, вып. 5. <https://doi.org/10.18698/2308-6033-2024-5-2359>
- [3] Симоньянц Р.П., Булавкин В.Н. Адаптивная трансформация конструкции геостационарного космического аппарата в задаче безрасходной разгрузки двигателей-маховиков при резонансе в каналах крена и курса. *XLIX 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, 2025, с. 457–458.
- [4] Янгулов В.С. *Проектирование передач с линейными перемещениями выходного звена: учебное пособие.* Томск, Изд-во Томского политехнического университета, 2011, 169 с.
- [5] Слободзян Н.С. *Прецизионное управление линейным приводом механизма с параллельной структурой космического применения.* Дис. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2021, 166 с.
- [6] Артеменко Ю.Н., Белоножко П.П., Карпенко А.П., Саяпин С.Н., Фоков А.А. Использование механизмов параллельной структуры для взаимного позиционирования полезной нагрузки и космического аппарата. *Робототехника и техническая кибернетика*, 2013, № 1 (1), с. 75–71.