

УДК 629.7.05

Адаптивная трансформация конструкции космического аппарата в задаче безрасходной разгрузки двигателей-маховиков при резонансе в каналах крена и курса

Булавкин Владимир Николаевич^{1(*)}

vpk@vpk.npomash.ru

Симоньянц Ростислав Петрович²

akf_dekan@mail.ru

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

Аннотация. Рассмотрен метод разгрузки двигателей-маховиков в системе стабилизации орбитальной ориентации космического аппарата без расхода массы рабочего тела в условиях резонанса по крену и курсу, основанный на применении метода адаптивной трансформации конструкции. В качестве примера решается задача сброса накапливаемого при стабилизации кинетического момента в каналах крена и курса геостационарного космического аппарата с помощью управления конфигурацией плоских панелей солнечных батарей.

Ключевые слова: управление ориентацией, стабилизация, адаптивная трансформация конструкции, безрасходная разгрузка двигателя-маховика

Введение. Рассматривается космический аппарат (КА), управление ориентацией которого осуществляются с помощью двигателей-маховиков (ДМ). Паря на внешних возмущающих моменты, ДМ накапливают кинетический момент до предельно допустимого значения — «насыщения». Работоспособность системы обеспечивается разгрузкой ДМ импульсом момента внешних сил. Обычно ДМ разгружают реактивными двигателями малой тяги, порождая проблему запаса рабочего тела. Разгрузка ДМ в каналах курса и крена осложняется перекрестной связью из-за вращения КА в инерциальном пространстве с угловой скоростью орбитального движения. Если возмущающий момент меняется во времени с частотой орбитального движения КА, возникает резонанс маховиков крена и курса, что в условиях длительного полета обостряет проблему разгрузки.

Известные методы разгрузки ДМ без расхода рабочего тела основаны на взаимодействии КА с окружающей средой. Необходимый для разгрузки момент создается, как правило, либо за счет изменения ориентации КА в гравитационном поле [1], либо за счет взаимодействия магнитных катушек с магнитным полем Земли. Однако 1) изменение ориентации КА возможно лишь при наличии свободных от решения целевых задач участков полета; 2) эффективность использования для разгрузки ДМ градиента гравитационного поля и магнитного поля падает с ростом высоты орбиты.

Материалы и методы; результаты. Цель работы — показать, что метод адаптивной трансформации конструкции КА [2] может быть реализован, в

том числе и в условиях резонанса ДМ по каналам крена и курса. Для этого необходимо решить следующие задачи:

налитическое исследование процессов накопления и разгрузки кинетического момента ДМ в каналах крена и курса с учетом резонансных явлений;

– определение требований к трансформируемой конструкции, позволяющие обеспечить необходимые внешние моменты для разгрузки ДМ крена и курса;

– подтверждение работоспособности метода адаптивной трансформации конструкции численным моделированием.

Рассмотрена задача безрасходной разгрузки ДМ в каналах крена и курса геостационарного спутника связи. Построена модель возмущающего момента и алгоритм оценки его величины.

Показано, что для рассматриваемого КА высокую эффективность имеет момент солнечного давления, изменение которого реализуется методом адаптивной трансформации конструкции.

Заключение. Показано, что метод адаптивной трансформации конструкции панелей СБ позволяет управлять величиной вектора кинетического момента ДМ в каналах крена и курса в пределах допустимых значений, в том числе в условиях резонанса ДМ.

Список источников

- [1] Зубов Н.Е., Микрин Е.А., Мисриханов М.Ш., Рябченко В.Н. Стабилизация орбитальной ориентации космического аппарата с одновременной разгрузкой кинетического момента инерционных исполнительных органов. *Известия РАН. Теория и системы управления*, 2015, № 4, с. 124–131.
- [2] Симоньянц Р.П. О разработке космического аппарата трансформируемой конструкции, оптимизирующей его свойства как объекта управления. *Перспективные задачи инженерной науки. Междунар. конф.: сб. ст.* Москва, ООО Издательский дом «Мастер», 2022, с. 216–222.