

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ УПРАВЛЯЕМОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С УЧЕТОМ УПРУГИХ СВОЙСТВ И ИЗМЕНЯЕМОСТИ КОНСТРУКЦИИ

Гриневич Д. В. , Красова Н. А.
ФГУП «НПП ВНИИЭМ», г. Москва, Россия

При проектировании и отработке космических аппаратов (КА) возникает широкий спектр задач, связанных с анализом их движения.

Можно выделить три класса задач, относящихся к различным инженерным направлениям:

- 1) Движение КА как твердого тела под действием системы ориентации;
- 2) Упругие колебания элементов конструкции КА;
- 3) Изменение конфигурации КА – раскрытие трансформируемых конструкций, поворот солнечных батарей.

Традиционно эти задачи решаются отдельными группами специалистов по теории регулирования, теории упругости и механики механизмов с применением специализированных программ и программных комплексов. Так наиболее универсальным и развитым для моделирования методом исследования в механике конструкций является метод конечных элементов (МКЭ). Для моделирования сложной кинематики механизмов также используются специализированные программы (Adams), для моделирования систем ориентации – MATLAB Simulink и Easy5.

Такой подход позволяет вполне успешно решать отдельные задачи динамики КА, однако возможность учета в модели «смежных» факторов (например, влияние упругих колебаний КА на работу системы ориентации) как правило, ограничена и довольно трудоемка.

Современные КА могут содержать большое количество упругих элементов (солнечные батареи, антенны), протяженные раскрывающиеся конструкции, что приводит к необходимости связного решения задач управления движением и динамики упругой системы. Этим объясняется возрастающий в последнее время интерес к созданию универсальных моделей, способных комплексно учитывать разнородные факторы, имитирующие реальный объект.

Основной целью работы являлось создание и верификация универсальной динамической модели КА с учетом изменяемой геометрии, упругих свойств и системы ориентации. Для этого была сформулирована и реализована в программных комплексах Adams, Nastran и MATLAB Simulink задача совместного решения уравнений движения свободного упругого тела и уравнений системы ориентации КА.

Корректность совместной работы используемых программных средств была проверена при решении тестовых задач.

С применением разработанной модели КА «Метеор» были проанализированы такие важные аспекты динамики КА, как

- влияние упругих колебаний элементов конструкции на работу системы ориентации;
- стабилизация КА при изменении конфигурации, например при раскрытии или повороте солнечной батареи.

На основе предложенного подхода могут быть созданы динамические модели КА различных конструкций и принципов работы систем ориентации, что позволит на этапе разработки новых систем получить более достоверную информацию о динамике управляемого КА.