

Секция «Математика и механика»

Активное стабилизирующее управление гироскопом с полостью с жидкостью

Красников Виктор Сергеевич

Студент

*Самарский государственный аэрокосмический университет, Летательных аппаратов, Самара, Россия
E-mail: walkthrough@mail.ru*

Некоторые типы космических аппаратов имеют массивные вращающиеся элементы, которые обеспечивают стабилизацию пространственного положения КА, а также участвуют в управлении угловым движением. Кроме того, на борту КА имеется запас жидкого топлива, необходимого для его корректного функционирования. И вращающиеся роторы, и жидкое топливо существенно влияют на движение КА вокруг центра масс. Этим обуславливается необходимость исследования и моделирования динамики движения механической системы, представляющей собой однороторный гироскоп с полостью, целиком заполненной вязкой жидкостью. Математическая модель и некоторые аналитические соотношения параметров движения исследуемой системы получены в работе [1], [2]. В данной работе ставится задача исследования устойчивости и стабилизации неустойчивых режимов движения однороторного гироскопа с полостью, целиком заполненной жидкостью.

В настоящей работе исследовано движение относительно центра масс свободного однороторного гироскопа. Приведены динамические уравнения движения в проекциях угловой скорости несущего тела на оси связанной системы координат, полученные с помощью метода из работы [3]. Найденны стационарные движения гироскопа. Составлены уравнения в отклонениях для каждого из стационарных движений и исследованы свойства устойчивости и неустойчивости этих стационарных движений. Для неустойчивых движений построено активное стабилизирующее управление по принципу обратной связи. Управления выбирались линейными по отклонениям с матрицей коэффициентов, удовлетворяющей критерию управляемости автономных систем. С помощью критерия Гурвица были определены области допустимых значений коэффициентов матрицы управления.

Решение задачи проведено первым методом Ляпунова классической теории устойчивости. Управления построены аналитически в замкнутой форме. Асимптотическая сходимость решений управляемой системы проиллюстрирована численным моделированием уравнений возмущенного движения.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.0230 «Новые методы аналитической динамики и нелинейной теории управления в задачах разработки и компьютерного моделирования управляемых механических систем». Результаты работы дополняют и развивают результаты, полученные в работе [1].

Литература

1. Алексеев А.В., Безгласный С.П., Красников В.С. Стабилизация стационарных движений однороторного гироскопа с полостью, заполненной жидкостью большой

вязкости. - Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева (национального исследовательского университета). № 5(35). – 2012. – С. 13-18

2. Алексеев А.В. Движение спутника-гиростата, содержащего полость с жидкостью большой вязкости. - Известия СНЦ РАН. № 9. – 2007. – С.671-676.
3. Черноушко Ф.Л. Движение твердого тела с полостями, содержащими вязкую жидкость. – М.: Изд. ВЦ АН СССР, 1968.