

Применение тросовой системы для очистки околоземного космического пространства от космического мусора

Научный руководитель – Малашин Алексей Анатольевич

Дьяков Павел Александрович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра газовой и волновой динамики, Москва,
Россия

E-mail: dyakov_pavel@bk.ru

За последнее время сильно возросло количество исследований и экспериментов по применению тросовых систем в условиях космоса. Подобные системы - эффективный способ перемещения полезной нагрузки без затрат топлива. Также они могут применяться для удаления нежелательных объектов с используемых орбит (элементов космического мусора, устаревших космических аппаратов, отработанных частей систем и др.).

Применение тросовой системы в качестве средства очистки орбиты от элементов космического мусора было предложено В.А.Чоботовым в 2004 г. Система предполагала возможность перемещения контейнеров с пойманными элементами мусора на более низкую или высокую орбиту. Сама система состоит из «большого» спутника (спутник-ловушка), двух «малых» спутников (спутники-противовесы) и кевларового троса, натянутого между ними. Длина троса составляет 30 км. Система стабилизирована вдоль местной вертикали в направлении от «большого» спутника к Земле, другая часть - по направлению к более высокой орбите (орбите захоронения). Маленький груз (контейнер с пойманным мусором) двигается по тросам от «большого» спутника к «малым».

В работе предлагается, что при достижении грузом «малых» спутников изменение массы фиксирует специальное устройство. При достижении некой критической массы, накопленной на конце троса (нескольких грузов), грузы выпускаются в направлении Земли (чтобы сгореть в атмосфере), или в направлении орбиты захоронения, где не будут представлять угрозы для действующих космических миссий.

Подобное сложное движение грузов, спутников и троса приводит к возникновению нежелательных продольно-поперечных колебаний, которые могут привести к отклонению грузов и обрыву троса. Поэтому, процесс развертки системы на орбите и процесс спуска требуют контроля специальным оборудованием и стабилизации. Условия стабилизации системы вдоль местной вертикали были получены аналитически и подтверждены численными расчётами.

При определенных соотношениях на массы груза и «малого» спутника и величине начальной скорости груза, процесс спуска груза является квазистатическим. Влияние динамических эффектов в тросе мало по сравнению с действием внешних для системы сил (сила Кориолиса, инерции, гравитационного взаимодействия с Землей). При таких условиях можно осуществить перемещение груза по тросу без дополнительной стабилизации и угрозы большого отклонения от местной вертикали или обрыва троса.