

Секция «Математика и механика»

Динамика радиально ориентированной космической тросовой системы

Жаринов Михайл Константинович

Студент

самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П.Королёва,

Факультет летательных аппаратов, Самара, Россия

E-mail: zharinovmk@gmail.com

В научной литературе обсуждается несколько способов перевода груза на более высокую орбиту с помощью космических тросовых систем (КТС) [1]. Наиболее труднореализуемым проектом является строительство космического лифта – инженерного сооружения, обеспечивающего постоянную транспортную связь между поверхностью планеты и ближним космосом [2]. Гораздо более реальным выглядит создание космического эскалатора - системы радиально-ориентированных КТС, расположенных на разных высотах, а также вывод грузов на орбиту с использованием вращающихся вокруг центра масс КТС [1].

В рамках данной работы рассматривается комбинированная схема вывода груза на орбиту с помощью космической тросовой системы. С помощью ракетносителя груз выводится на околоземную орбиту, где пристыковывается к нижнему концу КТС. После этого вся система за счет реактивных или инерциальных сил переводится во вращение. Когда груз займет наивысшее положение, он отстыковывается и продолжает свое движение на более высокой орбите. Рассматриваемая схема совмещает в себе простоту стыковки, присущую эскалатору и простоту технической реализации вращающейся связи.

В работе рассматривается плоское движение КТС, состоящей из несущего космического аппарата, моделируемого как материальная точка, упругого невесомого троса и стыковочного модуля с грузом, представляющего собой твердое тело. На основании формализма Лагранжа построена математическая модель, описывающая движение этой систем.

Исследована возможность вывода груза на более высокую орбиту с помощью движущейся по круговой орбите КТС за счет разности скоростей стыковочного модуля и выводимого груза. На основе серии численных расчетов построена диаграмма, позволяющая судить, при каких относительных скоростях стыковки удастся реализовать вывод груза на более высокую орбиту. При стыковке с большими скоростями сила натяжения троса может превысить критическое значение, что приведет к его обрыву. Построена диаграмма, позволяющая оценивать безопасность стыковки с точки зрения предотвращения разрыва троса.

Проведен анализ влияния массово-геометрических параметров КТС на движение относительно центра масс стыковочного модуля. Для случая радиально ориентированного троса получено приближенное аналитическое решение, описывающее колебания стыковочного модуля относительно его центра масс. Проведено сопоставление траектории движения центра масс КТС с траекторией движения материальной точки, имеющей массу, равную массе КТС. Показано, что центр масс КТС движется не по кеплеровской орбите.

Литература

Конференция «Ломоносов 2013»

1. 1. Белецкий В.В., Левин Е.М. Динамика космических тросовых систем. М.: Наука, 1990.
2. 2. Садов Ю.А., Нуралиева А.Б. О концепции нагруженного секционированного космического лифта // Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша. 2011. No. 39, С. 25.