

Использование надувного баллона в задаче вывода груза на орбиту с помощью тросовой системы

Жаринов Михайл Константинович

Аспирант

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет), Самарская область, Россия

E-mail: zharinovmk@gmail.com

В настоящее время задача вывода полезного груза на орбиту имеет огромное практическое значение. Традиционно, для ее решения используются ракеты-носители, которые хоть и надежны, но имеют существенный недостаток: необходимо тратить энергию на разгон, как выводимого груза, так и необходимого для этого вывода топлива. В последние десятилетия активно ведутся работы по созданию альтернативных схем доставки с использованием космических тросовых систем (КТС). Их применение позволит отказаться от использования последней ступени ракетносителя и снизить стоимость операции вывода [1, 2].

В работе предлагается новый оригинальный метод перевода космической тросовой системы во вращение за счет использования аэродинамической силы. Суть способа заключается в следующем: после стыковки груза к нижнему концу КТС на стыковочном модуле надувается баллон. Действующая на него аэродинамическая сила создает момент относительно центра масс КТС, который пытается развернуть систему в направлении орбитального вращения. По мере поворота высота груза увеличивается, а плотность атмосферы и соответственно аэродинамическая сила уменьшается. Через некоторое время аэродинамическая сила пропадет и в дальнейшем не будет создавать момента. Если величины момента окажется недостаточной то перевод во вращение можно осуществить, сдувая и надувая баллон.

В работе рассматривается плоское движение КТС, состоящей из несущего космического аппарата, моделируемого как материальная точка, упругого невесомого троса и нижнего тела, которое представляет собой стыковочный модуль с отсеком под надувной баллон и присоединенного к нему выводимого груза. Помимо гравитационной силы на нижнее тело также действует аэродинамическая сила.

На основании известной упрощенной модели гантелеобразного спутника на круговой орбите в пространстве параметров системы выделена область, соответствующая тросовым системам, которые могут быть переведены во вращение за счет аэродинамических сил. Численное моделирование подтвердило эффективность предлагаемого способа раскрутки тросовой системы. Для конкретного примера системы был определен необходимый размер надувного баллона и дана оценка величины сэкономленного топлива с помощью формулы Циолковского. Предложен закон управления радиусом баллона, эффективность которого подтверждена численным экспериментом.

Источники и литература

- 1) Aslanov V. S., Ledkov A.S. Dynamics of the Tethered Satellite Systems. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. 2012. 331 p.
- 2) Белецкий В.В., Левин Е.М. Динамика космических тросовых систем. М.: Наука, 1990. 330 с.