

УДК 629.78

ВЫБОР ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА - СБОРЩИКА МУСОРА МНОГОКРАТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Елисов Н. А.¹, Панина Л.², Ишков С. А.¹

¹Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара

²Agoura High School, Agoura Hills, California, USA

Работа посвящена проблеме космического мусора, рост которого препятствует современному исследованию космоса. Отработавшие спутники, верхние ступени ракет-носителей, инструменты, утерянные космонавтами во время выхода в космос, и другие естественные и искусственные космические объекты, ставшие космическим мусором. На орбите Земли находится более чем 17 000 фрагментов космического мусора, размером более 10 см [1]. Основная концентрация космического мусора расположена на низкой опорной орбите, высотой менее 2 000 км и на геостационарной орбите [1,2]. Увеличение количества космического мусора создает значительную проблему для международной космической станции и для действующих спутников.

Один из возможных вариантов удаления космического мусора – использование космического аппарата – сборщика мусора многократного применения. Для удаления фрагмента космического мусора с низкой опорной орбиты, необходимо снизить его высоту орбиты до высоты спуска в атмосферу. Для удаления космического мусора с геостационарной орбиты необходимо увеличить его высоту до высоты орбиты захоронения, значение которой составляет 300 км и выше от геостационарной орбиты.

В работе определена так называемая «граница», которая разделяет высоты для спуска космического мусора в атмосферу и его подъем на орбиту захоронения. Операции на орбите осуществляются с помощью переходов Гомана.

Рассматривается следующая схема удаления космического мусора на низкой опорной орбите:

1. Космический аппарат – сборщик мусора (КАСМ) совершает маневр фазирования для последующего сближения и фиксации фрагмента космического мусора (КМ);
2. КАСМ с прикрепленным КМ дает тормозной импульс, после которого КМ переходит на орбиту спуска;
3. После отделения КМ от КАСМ дается разгонный импульс для сохранения рабочей высоты орбиты;
4. КАСМ переходит на другую орбиту со следующим космическим мусором или на орбиту дозаправки в случае малого запаса топлива.

Вводятся следующие допущения для данной схемы:

- 1) Все перелеты осуществляются по компланарным орбитам;
- 2) Удаление космического мусора происходит с одной фиксированной высоты орбиты;
- 3) Временем на втором и третьем этапе, а также временем переориентации КАСМ после отделения КМ, для подачи разгонного импульса, можно пренебречь, ввиду малости относительно первого этапа.

В данной работе проводится расчет проектно-баллистических параметров КАСМ по заданному ресурсу работы. Определяя время перелета на первом этапе, можно вычислить количество циклов, которое может совершить КАСМ до дозаправки или до утилизации по истечению ресурса работы.

Зная количество циклов, из уравнения баланса масс определяется начальная масса КАСМ, из которой можно найти массу конструкции. Определяя характеристические скорости на каждом этапе, находят массы затрачиваемого топлива на осуществление маневров, из которых вычисляется масса топливных баков.

Библиографический список

1. M. Shan, J. Guo, E. Gill, Review and comparison of active space debris capturing and removal methods, *Progress in Aerospace Sciences*, 80 (2016), pp. 18-32.
2. L. T. DeLuca, F. Bernelli, F. Maggi, P. Tadini, C. Pardini, L. Anselmo, M. Grassi, D. Pavarin, A. Francesconi, F. Branz, S. Chiesa, N. Viola, C. Bonnal, V. Trushlyakov, I. Belokonov, Active space debris removal by a hybrid propulsion module, *Acta Astronautica* 91 (2013), pp. 20-33.