

15.10. О ВЛИЯНИИ НА ДИНАМИКУ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЦИКЛОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ДВИЖЕНИИ ОРБИТАЛЬНОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ ПО ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ОРБИТЕ

Воронцова В. Л.

Институт управления, экономики и финансов Казанского (Приволжского) федерального университета
420012, г. Казань, ул. Бутлерова, 4,

В связи с расширением области применения космической техники на орбитальные тросовые системы большой протяженности важным становится изучение влияния аэродинамики на движение искусственного спутника-связки двух тел. Для больших космических систем аэродинамические эффекты весьма существенны.

В данной работе проведено исследование предельного цикла для уравнения относительного движения жесткой орбитальной связки двух тел по эллиптической орбите – с учетом влияния гравитационного эффекта, аэродинамического давления, аэроградиентного и диссипативного факторов, в зависимости от роста эксцентриситета e и аэродинамического параметра a . Используются уравнения связанного движения с учетом сил гравитационного градиента и аэродинамических факторов [1].

Исследовано влияние аэродинамического параметра на поведение предельных циклов.

Сочетание аэроградиентной раскрутки связки ее торможением аэродинамическим трением приводит в пределе либо к относительным равновесиям, либо к предельным циклам второго рода (делается предположение, что угловая скорость α' вдоль цикла постоянна). Для перехода от фазовой траектории к точечному отображению применяется метод точечных отображений Пуанкаре. На фазовую плоскость (α, α') выводились результаты численного интегрирования уравнения движения только при значениях независимой переменной $\nu = 2\pi n, n = 1, 2, 3, \dots$

С помощью численной реализации метода точечных отображений Пуанкаре построены фазовые портреты и выявлены предельные циклы второго рода, соответствующие вращению связки с большой, но конечной угловой скоростью.

В настоящей работе проведено исследование поведения предельных циклов при значении эксцентриситета $e = 0, 1$. Значения параметров k и b рассмотрены одинаковыми ($k = 0, 1; b = 0, 001$), параметр a подвержен изменению. При значении эксцентриситета орбиты $= 0, 1$ и маленьком значении параметра a предельный цикл отсутствует, но появляется «слой» хаотического движения. При увеличении значения параметра a до 20 возникает предельный цикл. Точки «скатываются» к полосе в окрестности $\alpha = 18$.

Для исследования применены известные методы нелинейной механики: метод уравнений Лагранжа первого рода, метод фазовой плоскости, метод точечных отображений, методы теории устойчивости движения.

Оценка коэффициентов аэроградиента и аэродинамического трения показывает, что их отношения не зависят ни от размера спутника-гантели, ни от его динамических характеристик, а зависят только от параметров орбиты и высоты атмосферы.

Таким образом, меняя параметры орбиты, высоту атмосферы и длину гантели можно влиять на движение спутника-гантели, включая его хаотизацию.

Список литературы

1. Алпатов А. П., Белецкий В. В., Драновский В. И., Закржевский А. Е., Пироженко А. В., Трогер Г., Хорошилов В. С. Динамика космических систем с тросовыми и шарнирными соединениями. – Москва–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт космических исследований. 2007. – Гл. 14. – С. 435–450.