

ДЕФОРМАЦИЯ КРУГЛОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПОВЕРХНОСТНОГО ЗАРЯДА

В настоящее время активно исследуются изменение характеристик космического паруса во время эксплуатации. Парус обычно представляется как тонкая пленка, натянутая на каркас. В процессе полета эта пленка претерпевает деформации под действием ряда факторов, что влияет на производительность и траекторию. В данной работе предлагается собственная модель паруса и исследуется его деформация под действием поверхностного заряда. Источником этого заряда могут служить фотоны от солнечного излучения и заряды частиц космической плазмы.

Предложена следующая модель паруса. Парус представляет собой круглую пластину радиуса 200 метров, состоящую из трех слоев (алюминий, майлар, алюминий). Майларовая пленка толщиной 2 мкм находится между двумя более тонкими алюминиевыми пленками, толщиной 0.2 мкм. На внутреннем и внешних слоях равномерно распределен заряд. В следствии возникновения разности потенциалов, появляется поверхностная сила $T = 2\pi k_0 \sigma^2 R$, где $k_0 = 9 \cdot 10^9$, σ – плотность поверхностного заряда, R – радиус кривизны поверхности.

Целью работы являлось исследование деформации рассматриваемой пластины под действием поверхностного заряда. Сложность расчетов заключалась в поиске такого радиуса кривизны пластины, чтобы он сохранялся после приложения поверхностной силы. Для этого была написана программа, работающая следующим образом. Сначала задаются внутренний и внешний радиусы, а также начальный радиус кривизны. Чтобы определить радиус кривизны деформированной пластины после приложения поверхностных сил, находятся координаты 4 точек пластины, аппроксимированной конечно-элементной моделью в пакете ANSYS. Наконец по этим точкам определяется новый радиус, который сравнивается с тем, который мы предположили изначально.

Хотя искомый радиус был получен и представлена деформация пластины под действием поверхностного заряда, мы считаем задачу незавершенной и продолжим ее изучение. В частности, в дальнейшем планируется получить аналитико-асимптотическое решение задачи по определению деформации рассматриваемой пластины. После сравнения аналитических и численных результатов, можно будет с уверенностью прогнозировать движение реальных космических парусов и управление их ориентацией в космическом пространстве с учетом их моментов инерции.

Литература:

1. Yakovlev A. B. Mathematical model of the charging of the thin aluminum film in the space plasma // Journal of Physics: Conference Series 1959 (2021); <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1959/1/012052>
2. Yasutaka Satou, Osamu Mori, Nobukatsu Okuizumi, Yoji Shirasawa, Hiroshi Furuya and Hiraku Sakamoto Deformation Properties of Solar Sail IKAROS Membrane with

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

