

$$90 \cdot \cos(\theta_1) - 400 \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_1) - 600 \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) \cdot \sin(\theta_1) + 600 \cdot \sin(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) = 110$$

$$90 \cdot \sin(\theta_1) + 400 \cdot \cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) + 600 \cdot \cos(\theta_1) \cdot \cos(\theta_2) \cdot \cos(\theta_3) - 600 \cdot \cos(\theta_1) \cdot \sin(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) = 250$$

$$400 \cdot \sin(\theta_2) + 600 \cdot \cos(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3) + 600 \cdot \cos(\theta_3) \cdot \sin(\theta_2) + 800 = 500$$

Заключение

Было подобрано решение для прямой и обратной задачи кинематики в среде Microsoft visual studio. В будущем планируется модернизация программного обеспечения для работы с роботизированным сборочным комплексом.

Список литературы

2. Ломовцева Е.И., Челноков Ю.Н. Дуальные матричные и бикватернионные методы решения прямой и обратной задач кинематики роботов-манипуляторов на примере стэнфордского манипулятора.
3. Chelnokov Yu.N. Biquaternion Solution of the Kinematic Control Problem for the Motion of a Rigid Body and Its Application to the Solution of Inverse Problems of Robot-Manipulator Kinematics. *Mechanics of Solids [Izv. RAN. Mehanika tverdogo tela]*, 2013, vol. 48, no. 1. pp. 31–46.
4. Лапиков А.Л., Пащенко В.Н., Масюк В.М. Модификация метода решения прямой задачи кинематики для класса платформенных манипуляторов с шестью степенями свободы, наука и образование: научное издание. – М.: МГТУ Им. Н.Э. Баумана, 2014. – № 11. – С. 72–94.
5. Балакин П.Д., Шамутдинов А.Х. Решение прямой и обратной задач кинематики оригинальной части шестикоординатного манипулятора // *Альманах современной науки и образования*. – 2013. – № 10 (77). – С. 24–27.

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УГЛА РАСКРЫТИЯ СПИЦЫ ОТ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАЧТЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ РЕФЛЕКТОРОВ АНТЕНН БОЛЬШИХ ДИАМЕТРОВ

Звонцова К.К.

Научный руководитель: Малышенко А.М., д.т.н., профессор каф. ИКСУ ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: k.zvontsova@mail.ru

The article tell about the withdrawal the relationship between the opening angle the spokes and of the mast extension mechanism.

Ключевые слова: *рефлектор антенны, система активного обезвешивания*

Key words: *reflector antenna, active system simulating weightlessness*

Для успешной апробации раскрытия крупногабаритных трансформируемых изделий, размещаемых на космических аппаратах в условиях невесомости на космической орбите, необходимо производить их наземные испытания в условиях имитации невесомости. Существует целый ряд систем имитации невесомости: с использованием кареток, противовесов, механических балансиров, шаров и других способов обезвешивания.

Решаемая задача моделирования процессов раскрытия спиц рефлектора антенн при наземных испытаниях на стенде с активной системой обезвешивания, предусматривает, что раскрытие происходит с помощью установленного в корпусе (основании) антенны механизма выдвижения мачты (МВМ), электродвигатель в котором связан через зубчатый и шнековый редуктор с выдвигаемой им мачтой. На вершине мачты закреплены ленточные тяги (оттяжки), вторые концы которых жестко крепятся на спице. Для снижения сопротивления натяжению тяг на начальном этапе раскрытия спиц, под каждой из них располагаются две роликовые опоры, одна из которых размещена на верхней части МВМ, а вторая – на подкосе, специально шарнирно закрепленном на спице и раскрывающемся под действием тяги до начала ее разворота. Эти подкосы служат для обеспечения более высоких уровней моментов от сил натяжения тяг при малых углах раскрытия спиц. В дальнейшем, при достижении углом разворота спицы некоторого угла тяги отходят от роликовых опор и те уже не определяют их текущее положение. Обезвешивание осуществляется посредством механической силокомпенсирующей системы, состоящей из кареток и тросового подвеса с регулируемой силой его натяжения [1]. Упрощенная схема обезвешивания спицы при ее раскрытии представлена на рис. 1.

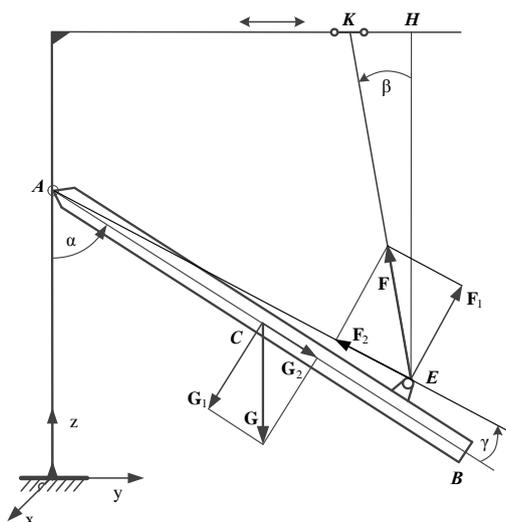


Рис. 1. Упрощенная схема обезвешивания спицы

При решении вышеприведенной задачи становится очевидным, что для успешного моделирования процессов раскрытия спиц рефлектора антенн, необходимо знать кинематические зависимости углов раскрытия спиц от выдвижения мачты МВМ. Из рис. 1 видно, что одной из важных кинематических зависимостей является зависимость угла раскрытия спицы α от перемещения мачты рефлектора антенны.

Для вывода наиболее точных зависимостей углов механизма раскрытия спицы от перемещения мачты, необходимо все этапы раскрытия рефлектора разделить на три группы: от транспортировочного положения рефлектора до момента фиксации подкоса, от момента фиксации подкоса и до его отсоединения от оттяжки, от момента отсоединения подкоса от оттяжки и до рабочего положения спиц рефлектора. А средствами, использованными для анализа этой зависимости, является пакет расширения Matlab – Curve Fitting Toolbox, предназначенный для различных прикладных задач аппроксимации и интерполяции данных.

Угол раскрытия спицы α связан с перемещением мачты Z_M уравнением:

$$\alpha = K_{MC}(Z_M) \cdot Z_M,$$

где K_{MC} – коэффициент передачи между перемещением мачты и углом раскрытия спицы. Следует заметить, что K_{MC} в процессе раскрытия спицы не будет все время оставаться постоянной величиной.

Аналитическая зависимость угла раскрытия α спицы от перемещения Z_M мачты была определена по параметрам замкнутой кинематической цепи, включающей основание антенны, мачту МВМ, лентовую оттяжку, подкос и саму спицу.

Эта зависимость выглядит следующим образом:

$$\alpha(Z_M) = \begin{cases} 0, & \text{при } 0 \leq Z_M \leq 1,0 \text{ м,} \\ 0,82 \cdot Z_M - 0,82, & \text{при } 1 \text{ м} < Z_M < 2,0 \text{ м,} \\ 0,421 \cdot Z_M + 0,003, & \text{при } 2,0 \text{ м} \leq Z_M \leq 3,5 \text{ м.} \end{cases}$$

Графически полученная зависимость представлена на рис. 2.

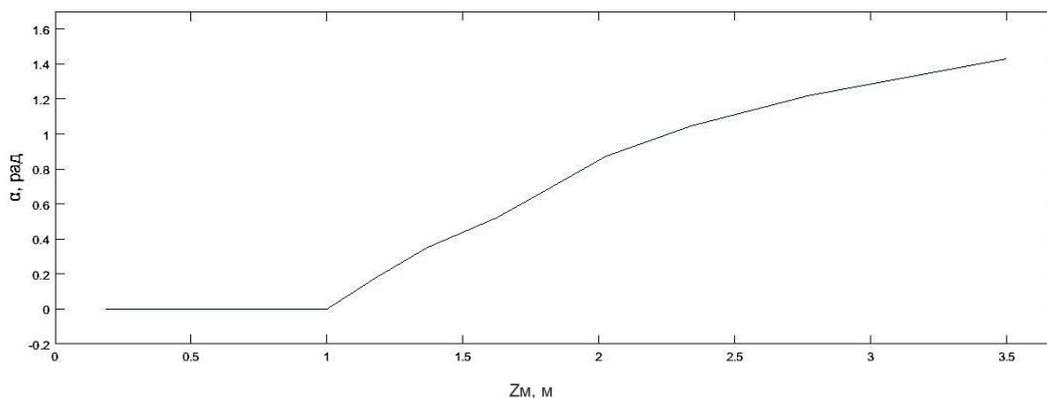


Рис. 2. Зависимость угла раскрытия спицы α от выдвигания мачты Z_M

Таким образом, исследование зависимости угла раскрытия спицы α от перемещения мачты, показало её линейный характер на каждом из трех периодов раскрытия рефлектора антенны.

Список литературы

1. Малышенко А.М. Алгоритмические решения для стенда с системой активного обезвешивания и математическое моделирование процессов раскрытия рефлекторов антенн больших диаметров с целью наземных испытаний их механических устройств. – Томск, Отчет ТПУ по ОКР «Кемчуг-2», 2015.