

УДК 629.7

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ НАНОСПУТНИКА ВНУТРИ ТРАНСПОРТНО-ПУСКОВОГО КОНТЕЙНЕРА

© Лапшова Е.А., Барина Е.В.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: elena.lapshova031@gmail.com

В настоящее время все больше возрастает интерес к наноспутникам (НС) – космическим аппаратам с массой менее 10 кг. Чаще всего запуск НС происходит с помощью транспортно-пусковых контейнеров (ТПК). Это система, позволяющая доставить НС на космодром, а также произвести его отделение после доставки на орбиту. При отделении НС от ТПК возникает проблема оценки угловых скоростей отделения, которые приобретает НС в процессе выхода.

Поскольку между НС и направляющими ТПК имеется зазор, а также центр масс НС смещен относительно геометрического центра, то в процессе отделения НС происходит его закручивание. Для оценки величин угловых скоростей отделения необходимо учитывать, как движется НС при выходе из контейнера.

В работах [1; 2] рассмотрен случай плоского движения, когда НС закручивается только вокруг одной из осей. В работе [2] проведена оценка угловой скорости НС SamSat-ION. С помощью модели плоского движения можно оценить величину закрутки вокруг поперечных осей, но невозможно оценить величину угловой скорости относительно продольной оси.

Данная работа посвящена построению математической модели, описывающей процесс движения НС внутри ТПК в случае пространственного движения. Моделирование проводится с момента начала движения НС до полного отделения. При построении модели предполагается, что НС и ТПК – абсолютно твердые тела; движение НС происходит только под действием силы пружинного толкателя, приложенной в геометрический центр торцевой части НС; сила трения не учитывается; толщиной и массой платформы толкателя пренебрегают. НС и ТПК рассматриваются как прямоугольные параллелепипеды.

При построении модели предполагается, что в начальный момент времени НС повернут таким образом, что он касается направляющих ТПК в четырех точках. Положение НС в пространстве определяется с помощью шести переменных – трех координат центра масс НС и трех углов поворота. Приведены результаты численного моделирования процесса выхода НС формата CubeSat 3U из ТПК типа P-POD.

Работа выполнена в рамках проекта 0777-2020-0018, финансируемого из средств государственного задания победителям конкурса научных лабораторий образовательных организаций высшего образования, подведомственных Минобрнауки России.

Библиографический список

1. Юдинцев В.В. Динамика отделения наноспутника формата кубсат от транспортно-пускового контейнера // Полет. 2015. № 8–9. С. 10–15.
2. Лапшова Е.А., Барина Е.В. Исследование процесса выхода наноспутника из транспортно-пускового контейнера // XXV Всероссийский семинар по управлению движением и навигации летательных аппаратов. 2022. С. 230–233.