

УДК 629.78

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ МОМЕНТОВ ИНЕРЦИИ НАНОСПУТНИКОВ РАЗЛИЧНОЙ МАССЫ С ПОМОЩЬЮ СТЕНДА**

**© Васин П.В., Баринова Е.В.**

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

e-mail: shans-vpv@yandex.ru

Значения составляющих тензора инерции необходимо знать при проектировании, дальнейшем управлении и контроле полетом любого космического аппарата. Аппараты нанокласса обычно требуют более точной оценки данных параметров, что связано в первую очередь с их небольшими размерами и массой, влияние неточности в измерении моментов инерции более значительно в сравнении с большими аппаратами, поэтому на межвузовской кафедре космических исследований Самарского университета был разработан стенд для определения положения центра масс и моментов инерции объектов [1]. Работа стенда основана на принципе перевернутого крутильного маятника [2].

Целью работы являются выявление погрешностей определения осевых и центробежных моментов инерции наноспутников формата CubeSat различной массы на испытательном стенде с помощью эталонного объекта и формирование рекомендаций для снижения этих погрешностей путем доработки методики проведения эксперимента.

Исследование погрешностей экспериментального определения составляющих тензора инерции проводилось с помощью наборного эталонного объекта, внутренние составляющие которого взаимозаменяемы, поэтому в собранном виде он представляет собой модель наноспутника формата CubeSat 3U с массой от 1 до 5 кг. Анализ миссий с использованием подобных аппаратов показал, что большинство из них имеют массу, находящуюся в этих пределах.

Были проведены серии экспериментов для трех вариантов сборки эталонного объекта с различной массой. Экспериментально подтверждено, что увеличение количества исследуемых положений эталонного объекта на рабочем столе с последующим осреднением результатов существенно повышает точность определения осевых моментов инерции.

Подобный подход был также реализован для центробежных моментов инерции, абсолютные погрешности измерения которых неизбежно выше, чем для осевых моментов инерции. Это связано с тем, что центробежные моменты инерции вычисляются пересчетом из трех осевых, определяемых экспериментально. В этом случае метод увеличения исследуемых положений эталона и последующего осреднения результатов также дает положительные результаты.

В результате работы сформирована программа проведения эксперимента для определения составляющих тензора инерции наноспутников с помощью стенда Самарского университета, позволяющая снизить значения погрешностей измеряемых величин.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ № 20-08-00617а).*

**Библиографический список**

1. Пат. 2698536 МПК G01M1/10. Устройство для определения положения центра масс и моментов инерции объектов / Белоконов И.В., Барина Е.В., Ивлиев А.В., Ключник В.Н., Тимбай И.А.; заявитель и патентообладатель Самарский университет. № 2018135827; заявл. 09.10.18; опубл. 28.08.19. Бюл. № 25. 8 с.

2. Ратобылский В.Ф., Гернет М.М. Определение моментов инерции. М.: Машиностроение, 1969. 247 с.