

УДК 629.7.05

## РАЗРАБОТКА ОДНООСНОЙ МАХОВИЧНОЙ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НАНОКЛАССА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИК

© Агеева П.Е., Кумарин А.А.

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

e-mail: polina.ageeva.z@gmail.com

Проблема ориентации и стабилизации космического аппарата по выбранному направлению в пространстве является одной из наиболее важных при планировании миссии [1; 2]. Система ориентации и стабилизации (СОС) может быть реализована различными способами [1]. В данной работе рассматриваются СОС на основе маховиков.

Целью работы является разработка универсального маховичного модуля для системы ориентации и стабилизации космического аппарата нанокласса. Данный модуль должен поместиться в одну четвертую объема аппарата формата CubeSat 1U, то есть в куб размерами 50 x 50 x 50 мм. Малые размеры модуля снижают стоимость его выведения на орбиту, а также обеспечивают универсальность его применения, в том числе в аппаратах формата PocketCube [3].

Для разрабатываемого модуля был выбран бесколлекторный двигатель модели A2212. Его ротор находится с внешней стороны, что добавляет дополнительный момент маховику. На основании размера двигателя (27,5 x 27,5 мм), а также общих размеров модуля был спроектирован диск двигателя-маховика. Трехмерная модель сборки диска маховика с двигателем, а также чертеж диска приведены на рисунке 1.

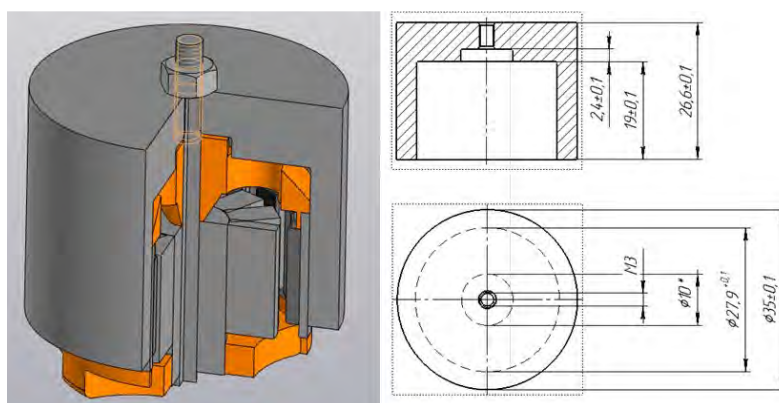


Рисунок 1 – Двигатель-маховик

Для определения таких характеристик изготовленного двигателя маховика, как момент и максимальная скорость вращения, был проведен эксперимент. Для измерения скорости вращения использовалась отражательная оптопара, которая была установлена, как показано на рисунке 2, после чего двигатель был запущен с исследуемой частотой, которая затем резко увеличивалась. Значения частот за время изменения скорости вращения двигателя-маховика записываются, а затем дифференцируются для получения значений углового ускорения.

Максимальная частота, полученная в результате эксперимента, равна  $\omega_{max} = 1000 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ . График момента, полученного из углового ускорения, представлен на рисунке 3.

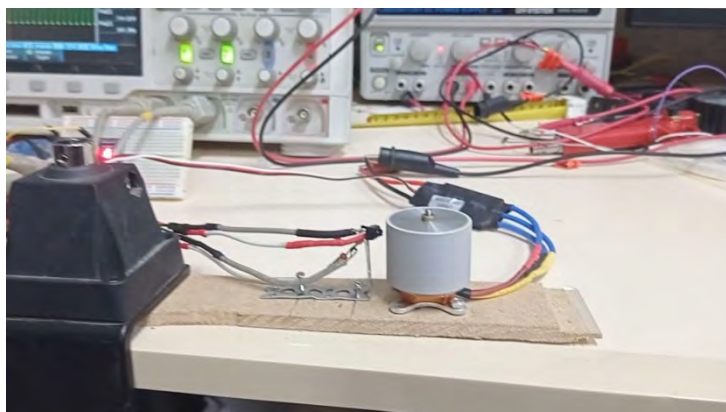


Рисунок 2 – Экспериментальная установка

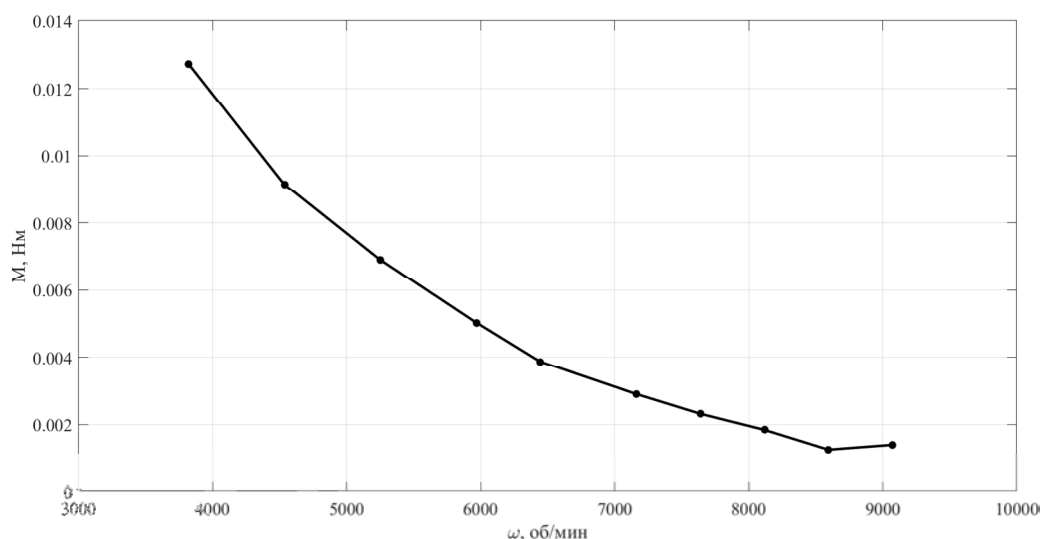


Рисунок 3 – Зависимость момента от скорости вращения

Таким образом, в ходе работы был разработан и изготовлен двигатель-маховик, а также были экспериментально определены некоторые его характеристики, которые затем могут быть использованы при математическом моделировании движения аппарата с учетом влияния маховика.

*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. Овчинников М.Ю. Системы ориентации спутников: от Лагранжа до Королева // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 12. С. 91–96.
2. Каргу Л.И. Системы угловой стабилизации космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1980. 172 с.
3. Deepak Ravi A., Twigg R Thinking Out of the Box: Space Science Beyond the CubeSat // JoSS. 2012. Vol. 1, no. 1. P. 3–7.