

Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Мартемьянов В. М., к. т. н., доцент кафедры
точного приборостроения

Для ориентации и стабилизации космического аппарата, на его борту требуются исполнительные устройства, создающие управляющие моменты относительно его оси управления. В системах ориентации и стабилизации, у которых длительный срок существования, в качестве исполнительных устройств используются инерционные двигатели-маховики.

В этих системах, управление поворотом аппарата вокруг заданной оси выполняется на основе вращательного движения маховика, установленного по этой оси. В силу реактивного эффекта, к корпусу космического аппарата приложен момент, который стремится вращать космический аппарат в противоположном направлении относительно направления вращения маховика.

Целью данной работы является разработка системы управления двигателем-маховиком, работающим на основе бесконтактного двигателя постоянного тока для осуществления углового движения малого космического аппарата относительно выбранной оси. Особенность данной работы заключается в использовании наличных (на кафедре Точного приборостроения) и покупных электроизделий для создания экспериментального образца.

В работы был применен бесконтактный двигатель постоянного тока флоппи-дисков персональных компьютеров в качестве двигателя-маховика, так как такой синхронный двигатель имеет плоскую инверсную конструкцию, подобную двигателям-маховикам космических аппаратов большой массы.

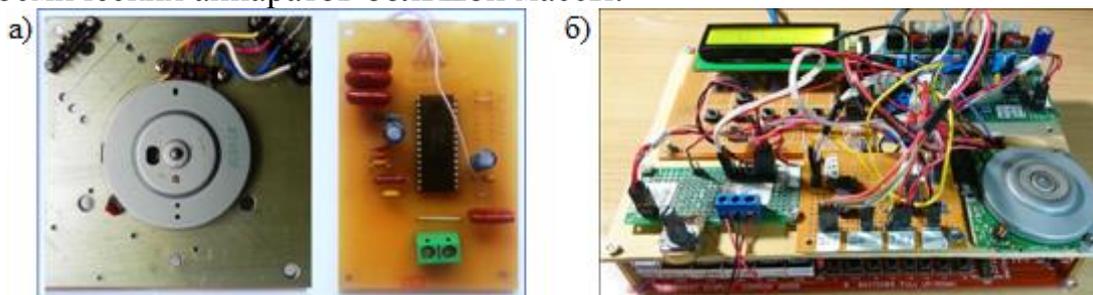


Рис. 1. Двигатель-маховик и плата управления.

Система управления такими двигателями могут быть построена с помощью специализированных микросхем (рис. 1а), либо микроконтроллеров (рис. 1б).

В процессе проверки работоспособности разработанной системы на основе специализированной микросхемы LB11880 были получены некоторые характеристики, графически представленные в рис 2, 3, 4 [1,2].

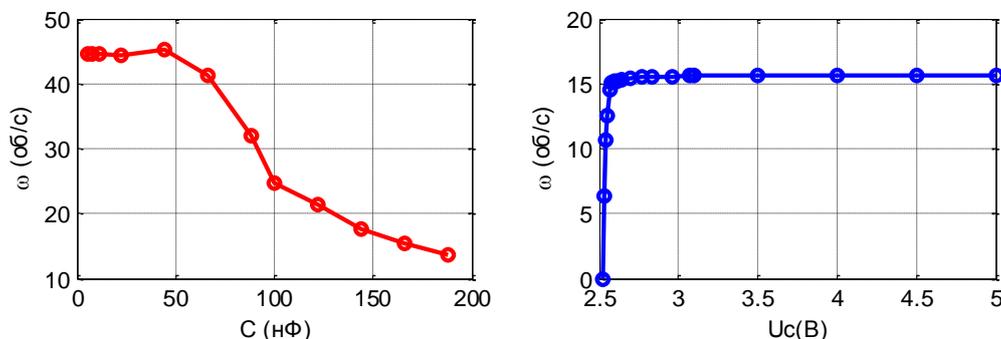


Рис. 2. Зависимости изменения скорости вращения ротора от задающей емкости и подстроечного напряжения.

Анализ полученных двух зависимостей показывает, что вариация задающей емкости в диапазоне 40 - 180 нФ изменяет установившуюся скорость вращения ротора приблизительно в 2,5 раза. Изменение подстроечного напряжения на управляющем электроде микросхемы показывает, что рост установившейся скорости вращения прекращается при напряжении 2,6В.

С помощью цифрового запоминающего осциллографа и разработанной в среде программирования Matlab программы, были получены графики переходных процессов угловой скорости и углового ускорения.

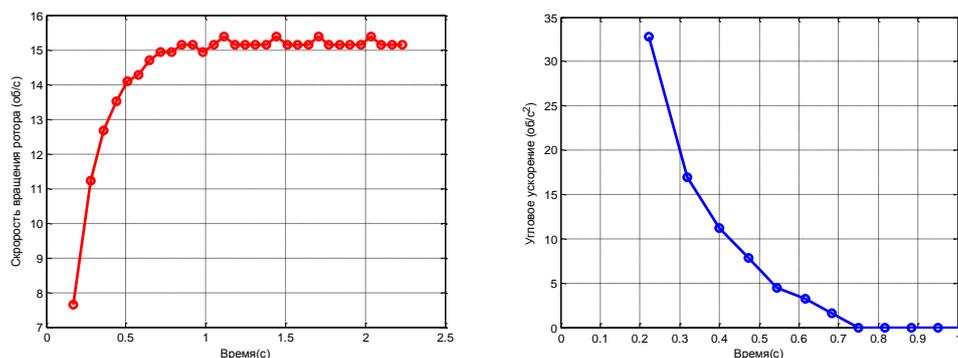


Рис. 3. Переходные процессы угловой скорости и углового ускорения.

При проведении экспериментов также получены зависимости нарастания скорости вращения ротора и углового ускорения двигателя-маховика от моментов инерции на валу. В данном случае момент инерции последовательно увеличивался на величину $1,08 \cdot 10^{-4}$ кг·м².

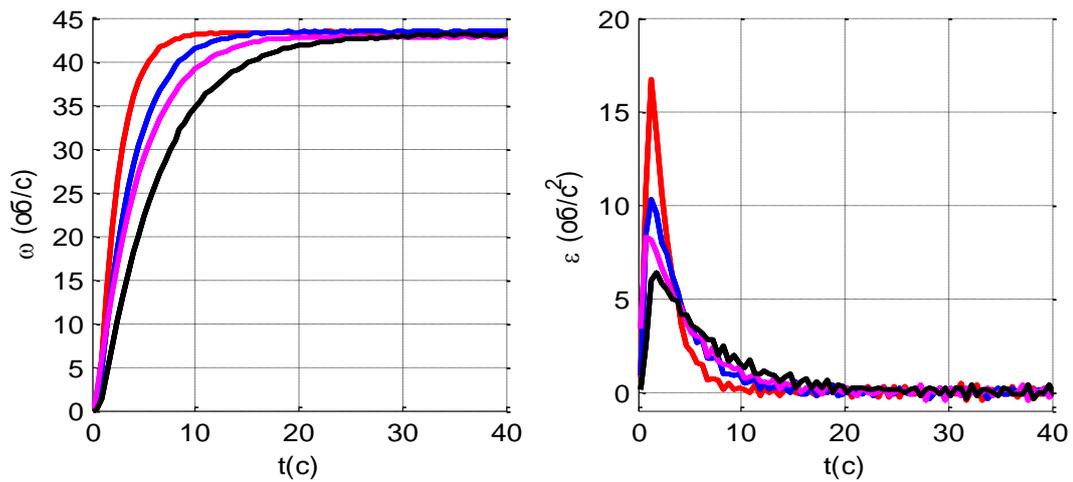


Рис. 4. Зависимости изменения скорости вращения ротора и углового ускорения от времени.

На основе полученных переходных процессов углового ускорения можно оценить величину момента, развиваемого двигателем-маховиком.

При проведении экспериментов для проверки работоспособности системы управления, построенного на основе микроконтроллера Atmega16, были получены характеристики, графически представленные на рис. 5, 6 [3,4].

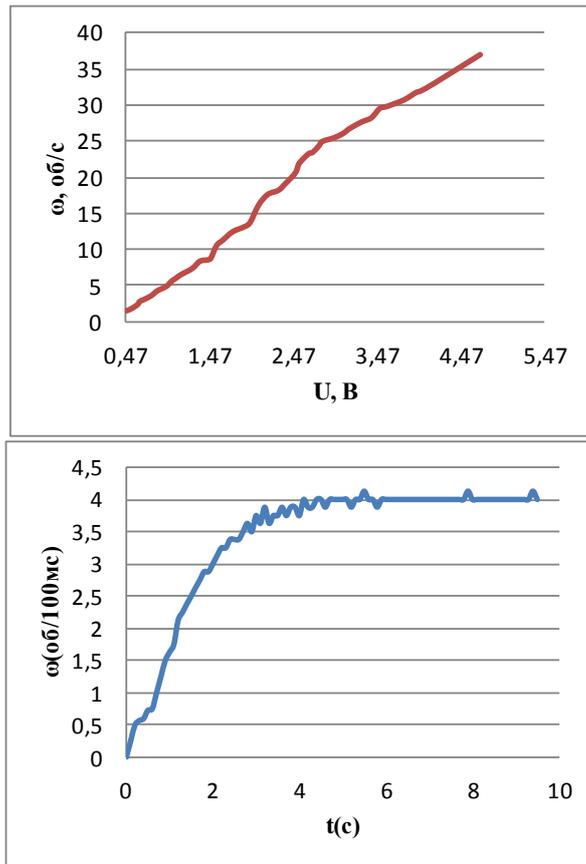


Рис. 5. Характер измерения установившейся скорости вращения при изменении напряжения на переменном резисторе и переходный процесс угловой скорости.

В системе был построен замкнутой контур для регулирования угловой скорости по ПИД-регулятору. Экспериментальные исследования были проведены на изготовленном макете при различных коэффициентах ПИД-регулятора, подобранных ручной настройкой.

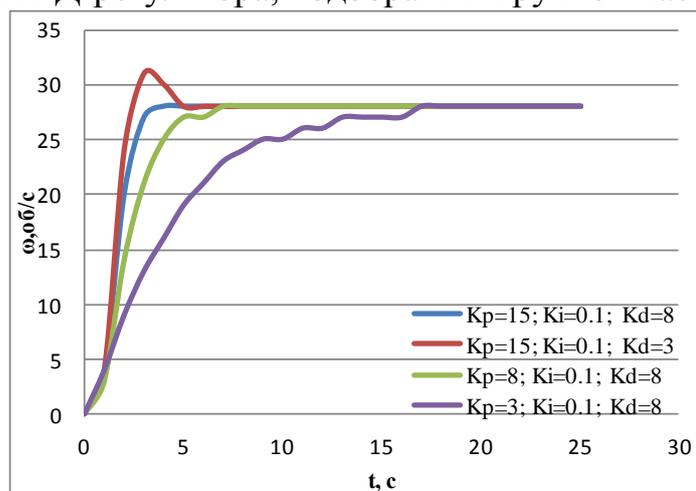


Рис. 6. Переходные процессы угловой скорости при различных коэффициентах ПИД-регулятора.

На основе полученного графика, можно прийти к выводу, что разработанная программа на микроконтроллерах Atmega16 можно применить для регулирования скорости вращения и позволять выбирать характер режима разгона бесконтактного двигателя постоянного тока.

Список информационных источников

1. Буй Дык Бьен. Пусковой режим микродвигателя-маховика // Современные техника и технологии: сборник трудов XXI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2 т. Т. 1 / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – С. 249-251

2. Буй Дык Бьен, Полюшко Д. А. Экспериментальное определение характеристик микродвигателя-маховика. // Наука. Технологии. Инновации: Сборник научных трудов в 9 ч. / под ред. доц. Е.Г. Гуровой. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – Часть 5. С. 80-82.

3. Буй Дык Бьен. Система управления бесконтактными двигателями постоянного тока. // Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум 2016» – режим доступа: <http://scienceforum.ru/2016/1552/22413>

3. Буй Дык Бьен. Реализация дискретного ПИД-регулятора на 8-разрядных микроконтроллерах Atmel AVR. // Инженерия для освоения космоса: сборник научных трудов IV Всероссийского молодежного Форума с международным участием / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016.

ОБ УМЕНЬШЕНИИ ПОГРЕШНОСТИ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ МОДУЛЕЙ MPU- 6050 И HMC5883L

Вьонг Суан Чьен

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Гормаков А.Н., к. т. н., доцент кафедры точного приборостроения

Аннотация: В данной работе рассмотрены пути уменьшения погрешностей инерциальных датчиков на базе модулей MPU- 6050 (акселерометр и гироскоп) и HMC5883L(магнитометр).