

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ РЕДУКЦИЕЙ ИНДУКТОРНОГО ТИПА

Т.Ю. Пенкина

Научно-исследовательский Томский политехнический университет

pentan-1987@mail.ru

Е.М Курбатов

ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва

Введение

Системы наведения антенн (СНА), в зависимости от типа космического аппарата (КА), обладают возможностью выполнения ряда поставленных задач:

- эпизодическое перенацеливание из одного положения в другое;
- эпизодическая орбитальная юстировка антенн;
- слежение за абонентом (как по программной траектории, так и с помощью радиопеленгатора).

Повышение требований к качеству функционирования СНА приводит к их усовершенствованию. Современным поколением спутников на предприятии ОАО «ИСС» являются КА серии «Луч-5». Опыт создания СНА таких спутников включает в себя чёткую структуризацию системы. Обобщённая модель управления положением антенны представлена на рисунке 1.



ИТ-источник тока; К-коммутатор;
ЭД- электродвигатель; Р-редуктор; А-антенна

Рис.1 Модель управления СНА

Для управления антеннами КА серии «Луч-5» используется трёхфазный синхронный электродвигатель с электромагнитной редукцией (СДЭР) индукторного типа с расщеплёнными обмотками, схема которого представлена на рисунке 2.

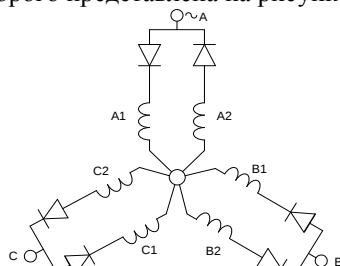


Рис.2. Схема СДЭР

Особенностями данного типа двигателей является возможность работы в режиме фиксированной стоянки под током, а также высокая стабильность скорости вращения при изменении момента

нагрузки в широких пределах, которая обеспечивается принципом действия электродвигателя [1].

Достоинствами электромагнитной редукции являются:

- повышенные значения электромагнитного момента и пониженные значения угловой скорости, что способствует снижению минимально допустимого передаточного числа редуктора;
- уменьшение угловой скорости вала редуктора и, следовательно, первого механического звена редуктора, что существенно снижает износ последнего;
- использование повышенного значения частоты питающего напряжения, что при импульсном питании обеспечивает лучшее сглаживание токов в обмотках, уменьшение пульсаций электромагнитного момента и мгновенных значений угловой скорости.

Управление СДЭР

Функционирование СДЭР осуществляется двумя способами:

- в режиме непрерывного вращения;
- в шаговом режиме.

Для обеспечения непрерывного вращения, СДЭР необходимо запитать системой непрерывных трёхфазных токов, а в шаговом режиме достаточно обеспечить стабилизацию амплитуды тока.

Для обеспечения минимизации аппаратных затрат наиболее оптимальным является реализация шагового режима. Схема коммутатора, реализующего шаговый режим, представлена на рисунке 3.

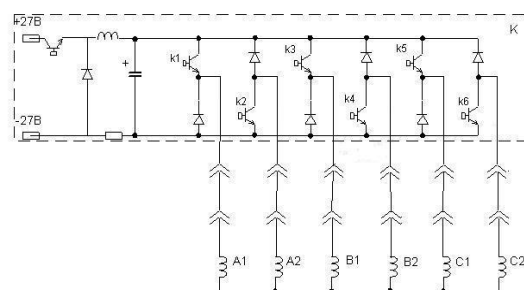


Рис.3 Схема подключения электродвигателя к коммутатору

Диаграмма тока в ключах коммутатора и в фазах двигателя представлена на рисунке 4.

В данном случае формирующие коммутатором сигналы представляют собой диаграмму идеаль-

ных токов, протекающих по трем фазам электродвигателя.

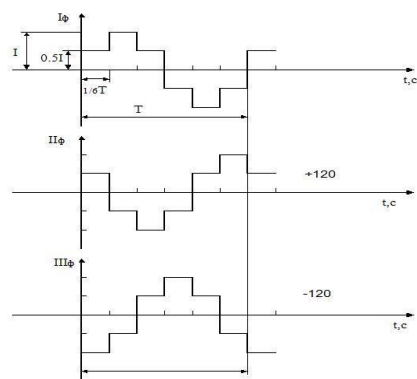


Рис.4 Диаграмма тока, формируемая коммутатором

В процессе испытаний, были зафиксированы формы тока в фазах СДЭР, на различных частотах управления как показано на рисунке 5.

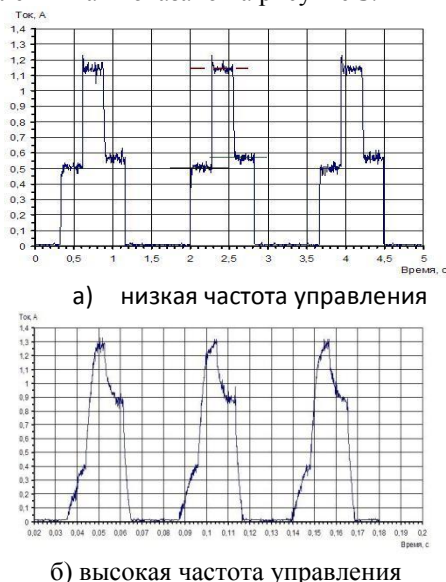


Рис.5 Полученные при испытаниях формы тока на разных частотах управления

При этом, исходя из рисунка, на низкой частоте управления, форма тока близка к идеальной характеристике коммутатора (рисунок 4), что несвойственно для формы тока, зафиксированной при высокой частоте управления. Полученные искажённые характеристики тока приводят к изменениям динамических характеристик двигателя. Поэтому задача сводится к разработке корректной модели коммутатора с электрической частью двигателя, где необходимо сформировать сигналы по шести полуфазам.

Модель СДЭР

Математическая модель СДЭР представляет собой дифференциальное уравнение, на базе которого в приложении Simulink пакета MatLab получена расчётная модель. На рисунке 6 представлена модель подключения одной обмотки двигателя.

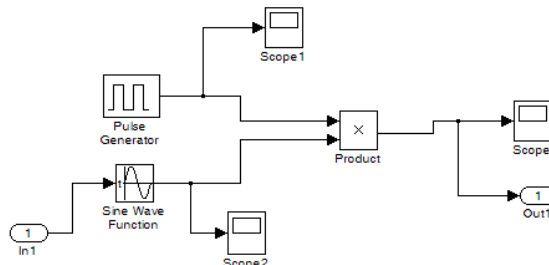


Рис. 6 – Модель одной обмотки СДЭР

Аналогичным образом моделируется управление остальными обмотками СДЭР, что в конечном итоге приводит к созданию макромодели двигателя (рисунок 7).

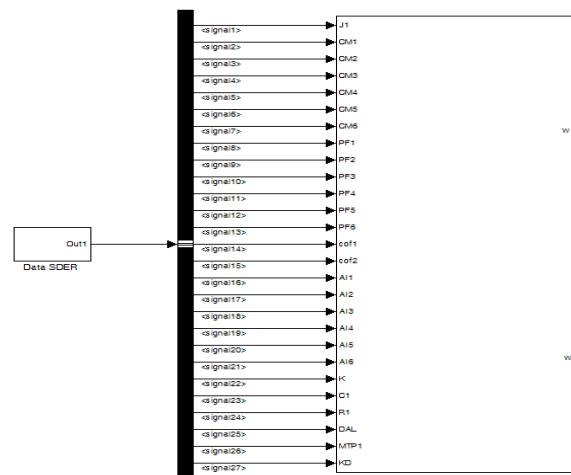


Рис. 7 – Макромодель СДЭР

■ Заключение

■ Результаты моделирования показали, что форма тока расчётной модели электродвигателя совпадает с экспериментальными данными, что в свою очередь позволяет назвать модель верифицированной.

■ Литература

1. Микроэлектродвигатели для систем автоматики (технический справочник). Под ред. Э.А.Лодочникова и Ф.М.Юферова, М, «Энергия», 1969 г.-272 с.