

ИССЛЕДОВАНИЕ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Кузьменко А.Е., Даниленко В.В., Комардин Д.В., Миронов К.К., Пуйка И.А.
научный руководитель Федюк Р.С.
Дальневосточный федеральный университет

Современная номенклатура электрических машин в целом и электродвигателей в частности насчитывает довольно много позиций. Каждый из видов электрических двигателей нашел свою «нишу» в различных отраслях техники и промышленности. В последние годы широкое развитие в отечественной и зарубежной электротехнике получило применение шаговых двигателей. Это достаточно перспективный вид двигателей, которые нашли свое применение во многих механизмах и устройствах.

Согласно классическому определению, шаговым двигателем (ШД) называется электромеханическое устройство, которое преобразует электрические импульсы в механическую работу; при этом, их отличие от двигателей других типов в том, что «управляемое» движение (в данном случае - угол поворота ротора) зависит от числа поступивших на двигатель импульсов. В ходе нашего исследования, импульсы, запрограммированные авторами на персональном компьютере в среде SIMATEC STEP 7 подавались с помощью программируемого логического контроллера ПЛК фирмы «Сименс»

Другими словами, это электродвигатель с прерывистым вращением ротора под действием дискретного электрического сигнала, который подается на обмотки управления. Данный вид работы удобен для применения в самых разнообразных отраслях: от машиностроения, станков до офисной техники (например, принтеров).

Очевидно, что шаг такого двигателя – это величина угла поворота ротора за один поданный импульс. На рис. 1 проиллюстрирован один из шаговых двигателей. Внешне ШД мало отличается от других двигателей. Чаще всего он состоит из металлического корпуса, вала, а также нескольких выводов.



Рис. 1. Шаговый двигатель семейства ДШИ-200

В качестве ШД получили достаточно большое распространение многофазные синхронные двигатели с активным (возбужденным) и реактивным (невозбужденным) ротором. ШД отличается от простого синхронного двигателя в первую очередь формой напряжения, которое подводится к фазным (управляющим) обмоткам. Одним из основных элементов ШД является коммутатор, который подает на обмотки управления прямоугольные импульсы.

Шаговые двигатели имеют ряд достоинств, которые делают их исключительно удобными для применения (а в ряде случаев даже незаменимыми):

- как уже установлен выше, угол поворота ротора определяется количеством импульсов, поданных на электродвигатель;
- ШД обеспечивает полный момент в режиме остановки (в том случае, если фазные обмотки запитаны);

- хорошие ШД имеют точность 3-5% от величины шага; к весьма ценным достоинствам относится и то, что эта ошибка не накапливается от шага к шагу;
- имеется возможность быстрого старта / остановки / реверсирования;
- в связи с отсутствием щеток обеспечивается высокая степень надежности, а соответственно, и срок службы ШД определяется сроком службы подшипников;
- присутствует однозначная зависимость положения от входных импульсов, которая обеспечивает позиционирование без обратной связи (соответственно без дополнительных затрат на устройства, реализующие обратную связь - датчики положения ротора, согласование их с устройством управления и т.д.);
- имеется возможность получения достаточно низких скоростей вращения для нагрузки, присоединенной непосредственно к валу двигателя без промежуточного редуктора;
- может быть перекрыт большой диапазон скоростей, ввиду того, что скорость пропорциональна частоте входных импульсов.

Как и у любых реальных технических устройств, у ШД имеется и ряд недостатков:

- имеется нежелательный эффект – резонанс; проявляется в виде внезапного падения момента при некоторых скоростях. Это может привести к пропуску шагов и потере синхронности. Данный эффект проявляется в том случае, если частота шагов совпадает с собственной резонансной частотой ротора двигателя;
- возможна потеря контроля положения ввиду работы без ОС;
- потребление энергии не уменьшается даже без нагрузки;
- осложнена работа на высоких скоростях;
- малая удельная мощности;
- присутствует довольно сложная схема управления.

В ходе нашего исследования, авторы написали программу, в которой возможно было создавать своеобразные законы (алгоритмы) управления для ШД. Задавались следующие интервалы (табл. 1).

Таблица 1

№ эксперимента	1-й интервал	2-й интервал	3-й интервал	Время $T_{\text{макс}}$	Время $T_{\text{мин}}$	Приращение $\Delta T, \text{с}$
1	90°	-45°	180°	2	0,2	0,2
2	270°	-90°	45°	2,1	0,1	0,2
3	180°	-90°	90°	1	0,1	0,1
4	120°	-45°	270°	1	0,1	0,1

Таким образом, было установлено, что даже за кратчайшее время возможно написать программу для управления электрическим двигателями.