

УДК 621.3

ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕНИЯ РОТОРА

Лукашевич Д.А.

Научный руководитель — м.т.н., ассистент Капустинский А.Ю.

В настоящее время датчик положения ротора (ДПР) являются важными элементами электроприводов. Задача ДПР - определение относительного положения магнитной оси ротора и эквивалентной оси статора, выдача соответствующих сигналов для управления.

По форме сигнала ДПР делятся на две группы:

- 1) дискретные;
- 2) аналоговые.

Дискретные ДПР выдают выходной сигнал одного уровня. Он имеет форму близкую к прямоугольной и определенную длительность.

Аналоговые ДПР выдают сигнал, величина которого зависит от текущего углового положения ротора. Сигнал ДПР может изменяться в зависимости от угла по синусоидальному закону.

Также ДПР разделяются на группы по типу чувствительных элементов, преобразующих тот или иной вид энергии в изменение электрического или магнитного параметра. В соответствии с этим признаком рассматриваются три типа ДПР:

- 1) Фотоэлектрические (оптоэлектрическими, датчиками оптического типа).
- 2) Индуктивные.
- 3) Гальваномагнитные.

Фотоэлектрические датчики. Используются в маломощных вентильных двигателях (ВД). Элементами фотодатчика являются:

- источник лучистой энергии (светодиод), расположенный на неподвижной части;
- приемник лучистой энергии - чувствительный элемент (фотоэлемент), расположенный на неподвижной части;
- модулятор потока лучистой энергии, расположенный на роторе.

Модулирование потока лучистой энергии может быть обеспечено при использовании тонкого диска с отверстиями или прорезями или же за счет покрытия облучаемой поверхности ротора отражающими и неотражающими излучение материалами. Модулятор может работать на просвет, либо на отражение. Число импульсов определяет положение и скорость вращения ротора ВД.

Достоинства:

- 1) Источник лучистой энергии (светодиод) и приемник (фототранзистор) располагаются на неподвижной части.
- 2) Ротор ДПР (в случае исполнения его в виде диска с прорезями) имеет минимальный момент инерции
- 3) Ротор прост по конструкции.
- 4) Ротор не создает реактивных моментов.

5) Датчики этого типа позволяют получить достаточно крутой фронт сигнала.

6) Компактность конструкции

Недостатки:

1) невысокий КПД из-за двойного преобразования энергии (электрической в световую и обратно).

2) низкий уровень выходного сигнала.

3) малая чувствительность, что требует необходимость фокусировки луча с помощью оптических линз.

4) слабая помехозащищенность, что требует применять специальные меры устранения размытости фронта сигнала; влияние других источников излучения.

5) потеря надежности при загрязнении поверхности элементов.

Требования, предъявляемые к ДПР:

1) Простота конструкции, технологичность в изготовлении, надежность в работе.

2) Размеры датчика не должны превосходить размеров щеточно-коллекторного устройства.

3) Потребляемая мощность не должна превосходить потерь на щетках эквивалентных коллекторных машин.

4) Хорошее согласование сигнала датчика с входными цепями инвертора. Большая кратность максимального и минимального выходного сигнала. Большая крутизна нарастания и спада сигнала.

5) Высокая стойкость к внешним факторам окружающей среды. ДПР должен работать во всем диапазоне воздействий, которым подвергается электродвигатель: температура, свойства среды, вибрация.

6) Помехоустойчивость.

ДПР состоит из двух основных элементов:

1) Сигнального (или управляющего) элемента (СЭ), связанного с ротором двигателя.

2) Чувствительного элемента (ЧЭ), установленного на неподвижной части машины. К чувствительным элементам подводится питающее напряжение.

При достижении СЭ определенного углового положения, он бесконтактно воздействует на чувствительный элемент. В ЧЭ происходит преобразование этой энергии в электрический сигнал. Этот электрический сигнал поступает в систему управления инвертором и используются для управления коммутатором ВД

Индуктивные датчики

Индуктивные ДПР используют дроссельные или трансформаторные чувствительные элементы (ЧЭ).

Для изменения индуктивности обмоток дросселей насыщения и трансформаторов таких датчиков применяется подмагничивание их магнитопроводов магнитным полем постоянного магнита сигнального элемента (СЭ). Под действием СЭ, магнитная проницаемость магнитопровода и его индуктивность изменяются периодически с частотой вращения ротора ВД, с которым связан СЭ.

Достоинства:

- 1) высокая надежность, простота и малая стоимость.
- 2) большая кратность выходного сигнала
- 3) достаточно крутой фронт сигнала.
- 4) относительно малые габариты.
- 5) широкий температурный диапазон и радиационная стойкость.

Недостаток:

- 1) Относительно высоком уровне радиопомех, связанный с датчиками, работающими на переменном токе высокой частоты
- 2) Необходимость вынесения датчика в отдельный узел в конструкции машины.
- 3) Использование в схеме коммутатора отдельного высокочастотного генератора для питания датчика.
- 4) Для микромашин возможны затруднения конструктивного и технологического характера, так как габариты датчика могут оказаться соизмеримыми с габаритами активной части машины.

Основным элементом трансформаторных датчиков является трансформатор насыщения. Если магнит удален, сердечник трансформатора не насыщен, имеется трансформаторная магнитная связь между первичной и вторичной обмоткой. На выходе есть сигнал. Если магнит приближен – сердечник трансформатора насыщается, магнитная связь между обмотками трансформатора практически исчезает, на выходе сигнал пропадает.

Области применения

Индуктивные и трансформаторные датчики переменного тока используются в основном в двигателях большой мощности. В маломощных вентильных двигателях применяются ДПР постоянного тока, не создающие помех (датчики Холла, магнито- и фотодиоды).

Гальваномагнитные датчики (датчик Холла)

Гальваномагнитными называются явления, связанные с воздействием магнитного поля на электрические свойства проводников и полупроводников с током. Техническое применение получили три гальваномагнитных явления:

- 1) Магниторезистивный эффект Гаусса.
- 2) Магнитодиодный эффект
- 3) Эффект Холла.

Наибольшее применение нашли гальваномагнитные датчики ЭДС Холла, наиболее чувствительные и малогабаритные.

Принцип действия датчиков Холла основан на эффекте Холла, который был открыт в 1879 году сотрудником Балтиморского университета Эдвином Холлом: если пластину из проводникового или полупроводникового материала поместить в магнитное поле с напряженностью H и пропустить через нее ток, то в ней возникает электрическое поле в направлении, перпендикулярном векторам напряженности и тока. При этом на боковых гранях пластины возникает ЭДС Холла. Если плотность тока постоянна, то эта ЭДС пропорциональна напряженности магнитного поля, т.е. магнитному потоку.

Выходной сигнал датчика Холла может быть и аналоговым, и дискретным (микросхема снабжается пороговым элементом (триггером Шмита)).

Достоинства датчиков Холла

1) Малые размеры (собственно микросхемы – до 0,8x0,8x0,1). Благодаря этому микросхемы могут быть встроены в рабочий зазор.

2) Высокая чувствительность к уровню индукции (0,13-0,25Т), чувствительность к направлению магнитного поля.

3) Хорошая помехозащищенность.

4) Достаточно высокая мощность выходного сигнала, обеспечивающая управление микросхемами логики.

5) Безинерционность, отсутствие запаздывания в канале обратной связи по положению ротора.

Недостатки:

1) Необходимость логической обработки выходного сигнала ДПР.

2) Необходимость использования многопроводного канала связи, магнито- и фотодиоды обладают большим внутренним сопротивлением в открытом состоянии и термонестабильны.

Литература

1. Гальваномагнитные датчики (датчик Холла) [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://megapredmet.ru/1-29958.html>. – 13.04.2020.
2. Датчики положения ротора [электронный ресурс] / Режим доступа: https://studopedia.ru/13_36562_datchiki-polozheniya-rotora.html. – 13.04.2020.