

# СИНХРОННЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ И НОВЫЕ СИСТЕМЫ ПРЯМОГО ПРИВОДА

## *Сравнение синхронных моторов с моторами других типов.*

- Линейные и роторные синхронные электродвигатели состоят из подвижной и неподвижной частей. Первая часть, то есть **якорь** содержит катушки (обмотки) с магнитопроводами или без них (железные или безжелезные моторы), а вторая часть содержит **магнитную дорогу** с постоянными магнитами, закрепленными на магнитопроводе из электротехнической стали. У линейных синхронных двигателей может двигаться как магнитная дорога, так и якорь с катушками, роторные двигатели имеют неподвижные катушки в статоре (якоре) и подвижный ротор с магнитами. Стандартным режимом управления для синхронных электродвигателей является режим вентильного двигателя с обратной связью по координате. Синхронные двигатели обладают электрической обратимостью и могут работать в генераторном режиме с высоким коэффициентом полезного действия, а также в режиме рекуперативного торможения.
- Синхронные моторы имеют конвективное, водяное или воздушное принудительное охлаждение.
- Целесообразно сравнивать потребительские параметры привода на синхронных моторах с приводами на моторах постоянного тока, асинхронных моторах и шаговых двигателях, потому что все они имеют одинаковое назначение и общие области применения.
- Моторы постоянного тока и асинхронные моторы при относительно невысокой стоимости требуют применения шарико-винтовых пар или механических редукторов для преобразования вращательного движения в линейное или для увеличения рабочего момента. Стоимость точных шарико-винтовых пар весьма высока, поэтому прямой привод на синхронных моторах успешно конкурирует с приводом постоянного тока и даже с электрогидравлическим приводом.
- Асинхронные моторы по причине конструктивных и принципиальных особенностей с трудом встраиваются в оборудование с ЧПУ; ими весьма сложно управлять в системах с обратной связью.
- Синхронные двигатели имеют **высокую удельную мощность**, в 5-10 раз превышающую удельную мощность любых шаговых двигателей при сопоставимой стоимости. Кроме того, привод на линейных шаговых двигателях (ЛШД) с магнито-воздушной подвеской фактически имеет 6 степеней свободы в координатном пространстве, которые невозможно контролировать с необходимой точностью, что приводит к механическим колебаниям (вибрациям), влияющим на точность движения исполнительных механизмов. У привода с синхронными двигателями подобные недостатки отсутствуют.
- Практически невозможно назвать вид промышленного оборудования с координатным электроприводом, для которого применение синхронных двигателей не привело бы к **значительному росту основных показателей назначения**, таких, как рентабельность, производительность, точность, быстродействие, надежность, долговечность, удобство в эксплуатации, ремонтпригодность, что и определяет **конкурентоспособность** продукции.

## *Области применения синхронных двигателей.*

### **Производство полупроводниковых изделий и радиоэлектроники.**

- Установки для автоматической сварки микропроводкой.
- Установки для лазерной подгонки параметров.
- Установки для сборки узлов на компонентах для посадки на поверхность.
- Станки для сверления печатных плат.
- Установки для сборки электромеханических узлов.
- Установки для контроля параметров электронных компонентов, топологии (различного типа).
- Генераторы изображений (различного типа и назначения).
- Установки фотолитографии и совмещения топологии (различного типа).
- Установки для резки пластин из кремния, стекла и керамики.

### **Системы перемещения предметов.**

- Сортировочные машины.
- Конвейерные системы.
- Робототехнические системы.

### **Медицинская техника.**

- Точные микроманипуляторы.
- Автоматическое лабораторное оборудование.
- Микроскопы с координатным столом.

### **Оборудование для торговли и бытовая техника.**

- Компрессоры для холодильников (с непрерывным регулированием производительности).
- Компрессоры для систем кондиционирования.
- Автоматические стиральные машины с прямым приводом.

### **Электротранспортные системы.**

- Атракционы, тренажеры, авиационные и другие симуляторы.
- Лифты, штабелеры, автоматизированные склады.
- Электропогрузчики, транспортные роботы, в том числе автономные и телеуправляемые.

### **Оборудование для упаковки.**

- Установки для лазерной маркировки и гравировки.
- Машины для изготовления упаковки.
- Автоматы для упаковки предметов.

### **Промышленные станки и технологическое оборудование.**

- Координатные измерительные машины различного типа.
- Установки для лазерной, плазменной и водяной резки материалов.
- Установки и линии для автоматической сварки.
- Гравировальные, фрезерные, фрезерно-расточные станки.
- Токарные и токарно-карусельные станки.
- Автоматические сборочные машины и линии, в том числе карусельного типа.
- Литейные установки карусельного типа для литья резины, пластмасс, стекла, металла.
- Станки для точной огранки кристаллов различного типа, обработки твердых сплавов.
- Установки для точной обработки оптических деталей и узлов.
- Установки для юстировки и точной сборки оптических деталей и узлов.
- Высокоскоростные сверлильные машины с координатным столом.
- Высокоскоростные автоматические штампы с координатным столом.
- Делительные столы, угловые и линейные оси для 3-5-координатных станков с ЧПУ.

### **Полиграфическое оборудование и множительная техника.**

- Установки для цветной печати с большим форматом.
- Сканеры и фотометрические установки для полей большого размера.
- Координатографы различного типа.
- Лазерные генераторы изображений планарного и барабанного типа.

### **Военная техника.**

- Системы оптического и радиолокационного сканирования.
- Электроприводы наведения стрелково-пушечного вооружения различного типа и др.

## *Конструктивные разновидности линейных синхронных двигателей*

- Широкая номенклатура оборудования с линейными синхронными двигателями (СД) обусловила структурное разделение их моделей на различные типы, в зависимости от назначения, технических характеристик и конструкции, способа и системы управления. Аналогичное разделение существует, например, для исполнительных двигателей постоянного тока, используемых в координатном электроприводе. Известны силовые (высокомоментные) двигатели постоянного тока, двигатели с малым моментом инерции ротора (быстродействующие) и высокооборотные двигатели (с большой удельной мощностью).
- Исполнительные линейные синхронные двигатели, в зависимости от назначения, можно условно разделить на следующие типы:
  - **силовые**, обеспечивающие номинальное статическое усилие до 20000 Н (2 тс);
  - **транспортные**, имеющие скорость движения до 5-10 м/с;
  - **высокодинамичные**, обеспечивающие ускорение до 300 м/с<sup>2</sup> и более с полезной нагрузкой при рабочей скорости 1 м/с и более;
  - **высокоточные**, обеспечивающие в режиме с обратной связью по положению суммарную ошибку по координате не более 5 мкм при величине перемещения до 1 м.

### *• Системы управления синхронными двигателями*

- Основным режим управления синхронным двигателем – это режим вентильного двигателя. Линейные синхронные двигатели обычно работают от усилителей мощности (инверторов) с широтно-импульсным регулированием тока, поэтому всегда необходимо с помощью LC-фильтров ограничивать

высокочастотные гармоники тока в фазах двигателя, чтобы не допускать дополнительного нагрева двигателя и излучения электромагнитных помех.

- Синхронные двигатели обладают электромагнитной обратимостью, что позволяет применять рекуперативные режимы управления и значительно уменьшать потребление энергии из питающей сети переменного тока. В этом случае в системе управления должны быть предусмотрены соответствующие накопители возвращенной энергии (конденсаторы) и устройства для рассеивания избытка этой энергии или рекуперативные блоки питания.
- Рабочие токи в фазах двигателей имеют значения в диапазоне  $\sim 2 \dots 150$  А. Пусковые (пиковые) токи примерно в 4-5 раз превышают величину рабочих токов. Напряжение питания фаз двигателя, как правило, не превышает 600...750 В. Количество фаз якоря: 2 или 3 при мощности менее 1 кВт и, как правило, 3 при мощности более 1 кВт.
- Синхронные двигатели обычно применяются с растровыми координатными датчиками; температура обмоток контролируется линейными или пороговыми тепловыми датчиками. В России имеется производство качественных линейных и круговых (угловых) растровых координатных датчиков серии ЛИР в С-Петербурге, которые весьма подходят для систем прямого привода.
- Системы управления синхронными двигателями не имеют принципиальных отличий от систем, применяемых для приводов на других двигателях. Типоразмерные (габаритные) ряды синхронных двигателей охватывают очень широкий диапазон мощностей – от нескольких ватт до сотен киловатт.
- Для синхронных двигателей разработаны и поставляются зарубежными фирмами-производителями и фирмами-поставщиками отдельные узлы, комплекты узлов двигателей, блоки и системы управления, а также программное обеспечение, позволяющие в короткие сроки создавать законченные *линейные и угловые координатные оси* различного типа и назначения. В частности, предлагаются поставки *комплектного электропривода* на синхронных двигателях, различные координатные датчики растрового типа, линейные подшипники и подшипники вращения с высокой нагрузочной способностью, в том числе высокоточные и для работы в условиях высокой чистоты окружающей среды и даже в вакууме (подшипники для фотолитографического оборудования).

### *Развитие программы «Орион»*

- **Новые синхронные двигатели проекта «Орион»** с максимальным теоретическим ускорением до  $800 \text{ м/с}^2$  позволяют значительно улучшить параметры оборудования с приводом прямого действия. Максимальная удельная мощность этих двигателей оценивается на уровне **1-2 кВт/кг**. Основные удельные параметры двигателей проекта «Орион» превышают уровень аналогов примерно в 2 раза.
- Применение привода с синхронными двигателями вместо шаговых двигателей или двигателей постоянного тока приводит к значительному росту показателей оборудования, таких, как производительность, быстродействие, точность, надежность, ресурс. Поэтому во многих случаях целесообразно отказаться от использования шаговых электродвигателей и электродвигателей постоянного тока с механическим редуктором или с электрогидравлической системой, применив вместо них новые синхронные двигатели.

*220125, Республика Беларусь,*

*г. Минск, ул. Уручская, 23А, к.409*

**ООО «ОРИОН-МОТОР»**

**Тел.: +375 17 265 67 09**

**Тел./Факс: +375 17 266 82 08**

**Е-mail: [orion\\_mai@inbox.ru](mailto:orion_mai@inbox.ru)**