

УДК 621.3.077

## СЕРВОПРИВОД

Клянченко И.А., Мышковец М.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Сервопривод, или следящий привод — механический привод с автоматической коррекцией состояния через внутреннюю отрицательную обратную связь, в соответствии с параметрами, заданными извне.

Сервоприводом является любой тип механического привода, имеющий в составе датчики, контролирующие положение исполнительных органов, и блок управления приводом, автоматически поддерживающий необходимые параметры на датчике согласно заданному внешнему значению.

### 1. Состав сервопривода

- Привод (электродвигатель с редуктором или пневмоцилиндр),
- Датчик обратной связи (датчик угла поворота выходного вала редуктора),
- Блок питания и управления (преобразователь частоты, инвертор).
- Датчик управляющего сигнала (может быть в составе блока управления).

Простейший блок управления электрического сервопривода может быть построен на схеме сравнения значений датчика обратной связи и задаваемого значения, с подачей напряжения соответствующей полярности, через реле, на электродвигатель. Более сложные схемы на микропроцессорах могут учитывать инерцию приводимого элемента и реализовывать плавный разгон и торможение электродвигателем для уменьшения динамических нагрузок и более точного позиционирования (например, привод головок в современных жёстких дисках).

Для управления сервоприводами или группами сервоприводов можно использовать специальные ЧПУ-контроллеры, полученные на базе программируемых логических контроллеров.

### 2. Сравнение с шаговым двигателем

Шаговый двигатель - пример варианта точного позиционирования приводимых элементов без датчика обратной связи. В этом случае схема управления отсчитывает необходимое количество импульсов (шагов) от положения. Точное позиционирование обеспечивается параметрическими системами с отрицательной обратной связью, которые образуются взаимодействующими между собой соответствующими полюсами статора и ротора шагового двигателя. Сигнал задания для соответствующей параметрической системы формирует система управления шаговым двигателем, активизирующая соответствующий полюс статора.

Электрический сервопривод имеет следующие преимущества перед шаговым двигателем:

- не предъявляет особых требований к электродвигателю и редуктору;
- гарантирует максимальную точность, автоматически компенсируя механические и программные сбои;
- обеспечивает неотложное выявление отказа привода (по механической части или электронике);
- большая возможная скорость перемещения элемента (у шагового двигателя наименьшая максимальная скорость по сравнению с другими типами электродвигателей);

### Недостатки в сравнении с шаговым двигателем

- необходимость в дополнительном элементе — датчике;
- блок управления требует обработки результатов датчика и выбор управляющего воздействия, а в основе контроллера шагового двигателя — счётчик импульсов;
- сервоприводы - дороже шаговых.

### 3. Виды сервопривода

### 1. Сервопривод вращательного движения

- Синхронный
- Асинхронный

Синхронный сервопривод — позволяет точно задавать угол поворота (с точностью до угловых минут), скорость вращения, ускорение. Разгоняется быстрее асинхронного, но значительно дороже.

Асинхронный сервопривод — позволяет точно задавать скорость, даже на низких оборотах

### 2. По принципу действия

- Электромеханический
- Электрогидромеханический

У электромеханического сервопривода движение формируется электродвигателем и редуктором.

У электрогидромеханического сервопривода движение формируется системой поршень-цилиндр. У данных сервоприводов быстродействие на порядок выше в сравнении с электромеханическими.

### Серводвигатель

Серводвигатель — сервопривод с мотором, предназначенный для перемещения выходного вала в положение задаваемое управляющим сигналом и автоматического активного удержания этого положения.

Серводвигатели применяются для приведения в движение устройств, управляемых поворотом вала — как открытие и закрытие клапанов, переключатели и так далее.

Важными характеристиками сервомотора являются динамика двигателя, равномерность движения, энергоэффективность.

Серводвигатели широко применяются в промышленности, например, в металлургии, в станках с ЧПУ, прессо-штамповочном оборудовании, автомобильной промышленности, тяговом подвижном составе железных дорог.

В основном в сервоприводах использовались 3-полюсные коллекторные двигатели, в которых тяжелый ротор с обмотками вращается внутри магнитов.

Первое усовершенствование, которое было применено — увеличение количества обмоток до 5. Таким образом, вырос вращающий момент и скорость разгона. Второе усовершенствование — это изменение конструкции мотора. Стальной сердечник с обмотками очень сложно раскрутить быстро. Поэтому конструкцию изменили — обмотки находятся снаружи магнитов и исключено вращение стального сердечника. Таким образом, уменьшился вес двигателя, уменьшилось время разгона и возросла стоимость.

Серводвигатель – это двигатель, предназначенный для работы в широком диапазоне скоростей, обеспечивающий улучшенную плавность хода, пониженные вибрацию и акустические шумы. Как правило, в его состав включен датчик позиции или скорости. Управление серводвигателем происходит с помощью преобразователя частоты (инвертора). Главное отличие серводвигателя от обычного двигателя в том, что он может управляться по скорости, моменту и положению, соответственно серводвигатель возможно использовать для задач позиционирования, слежения, контурной обработки и т.д.

Основным аспектом функционирования серводвигателей является условия его работы в рамках системы G-кодов, то есть команд управления, содержащихся в специальной программе. Сервомоторы функционируют во взаимодействии с преобразователями, которые изменяют величину напряжения на якоре или на возбуждающей обмотке двигателя, исходя из уровня входного напряжения. Обычно управление всей системой производится с помощью стойки ЧПУ. При получении команды из стойки пройти определенное расстояние вдоль координатной оси X, в субблоке цифрового аналогового преобразователя стойки создается напряжение некоторой величины, которое передается для питания привода указанной координаты. В сервомоторе начинается вращение ходового винта, с которым связан энкодер и исполнительный орган станка. В первом происходит выработка импульсов,

подсчитываемых стойкой. Программа предусматривает, что некоторое количество сигналов с энкодера соответствует определенному расстоянию прохождения исполняющего механизма. При получении нужного количества импульсов аналоговый преобразователь выдает нулевое значение выходного напряжения, и сервомотор останавливается. В случае смещения под внешним воздействием рабочих элементов станка на энкодере формируется импульс, обчитываемый стойкой, на привод подается напряжение рассогласования, и якорь двигателя поворачивается до получения нулевого значения рассогласования. В результате обеспечивается точное удержание рабочего элемента станка в заданном положении.

Устройства могут запитываться и постоянным, и переменным током. Сервомоторы переменного напряжения являются сравнительно дешевыми. Изделия также представлены на рынке в асинхронном и синхронном исполнении. Управление асинхронными устройствами производится за счет перемены параметров питающего тока (изменение его частоты с помощью инвертора). Для серводвигателей, которые имеют привод с помощью постоянного тока, предусмотрена маркировка аббревиатурой DC. Такого типа изделия в большинстве случаев применяются в оборудовании, предназначенном для непрерывной работы, поскольку их отличает большая стабильность при эксплуатации.

Благодаря высокой динамике, отличной точности позиционирования и устойчивости к перегрузкам серводвигателей их используют в различных сферах деятельности. В своем большинстве такого рода изделия применяются в металлургической промышленности, при изготовлении намоточных устройств, экструдеров, механизмов, предназначенных для литья под давлением изделий из пластических масс, оборудования для печати и упаковки, в пищевой промышленности и в процессе производства напитков. Также устройства являются неотъемлемой частью станков с ЧПУ, прессоваляного и штамповочного оборудования, линий по производству автомобилей и т.д. Основным направлением применения серводвигателей являются приводы подачи и позиционные станочные системы с цифровым программным управлением.

Серводвигатели обладают бесшумностью и плавностью работы. Это надежные и безотказные изделия, благодаря чему их широко используют при создании ответственных исполнительных устройств. Высокая скорость и точность перемещения могут обеспечиваться также и на невысоких скоростях. Такой двигатель может быть подобран пользователем в зависимости от предстоящих разрешаемых задач. К недостаткам следует отнести высокую стоимость модуля, а также сложность его настройки. Производство серводвигателей требует наличия высокотехнологичного промышленного оборудования.

Таким образом, потребители могут приобрести серводвигатели, которые наиболее всего соответствуют условиям предстоящей эксплуатации, создав исполнительное устройство, отличающееся высокой надежностью и функциональностью.

#### Шаговый двигатель

Шаговый электродвигатель — это синхронный бесщёточный электродвигатель с несколькими обмотками, в котором ток, подаваемый в одну из обмоток статора, вызывает фиксацию ротора. Последовательная активация обмоток двигателя вызывает дискретные угловые перемещения (шаги) ротора.

Конструктивно шаговые электродвигатели состоят из статора, на котором расположены обмотки возбуждения, и ротора, выполненного из магнито-мягкого или из магнито-твёрдого материала. Шаговые двигатели с магнитным ротором позволяют получать большой крутящий момент и обеспечивают фиксацию ротора при обесточенных обмотках.

Таким образом по конструкции ротора выделяют следующие разновидности шагового двигателя:

- с постоянными магнитами;
- реактивный;
- гибридный.

Гибридные двигатели сочетают в себе лучшие черты двигателей с переменным магнитным сопротивлением и двигателей с постоянными магнитами.

Статор гибридного двигателя также имеет зубцы, обеспечивая большое количество эквивалентных полюсов, в отличие от основных полюсов, на которых расположены обмотки. Обычно используются 4 основных полюса для 3,6-град. двигателей и 8 основных полюсов для 1,8-..0,9-град. двигателей. Зубцы ротора обеспечивают меньшее сопротивление магнитной цепи в определённых положениях ротора, что улучшает статический и динамический момент. Это обеспечивается соответствующим расположением зубцов, когда часть зубцов ротора находится строго напротив зубцов статора, а часть - между ними.

Ротор гибридного двигателя имеет зубцы, расположенные в осевом направлении. Ротор разделён на две части, между которыми расположен цилиндрический постоянный магнит. Таким образом, зубцы верхней половинки ротора являются северными полюсами, а зубцы нижней половинки — южными. Кроме того, верхняя и нижняя половинки ротора повернуты друг относительно друга на половину угла шага зубцов. Число пар полюсов ротора равно количеству зубцов на одной из его половинок. Зубчатые полюсные наконечники ротора, как и статор, набраны из отдельных пластин для уменьшения потерь на вихревые токи.

Главное преимущество шаговых приводов — точность. При подаче потенциалов на обмотки шаговый двигатель повернётся строго на определённый угол.

Стоимость шаговых приводов, в среднем в 1,5-2 раза ниже сервоприводов. Шаговый привод, как недорогая альтернатива сервоприводу, наилучшим образом подходит для автоматизации отдельных узлов и систем, где не требуется высокая динамика. Можно отметить также длительный срок службы, порой сравнимый со временем морального устаревания или выработки ресурса всего станка; точность работы шагового двигателя, за это время, падает незначительно. Нетребовательны к техобслуживанию.

Возможность «проскальзывания» ротора — наиболее известный недостаток этих двигателей. Это может произойти при превышении нагрузки на валу, при неверной настройке управляющей программы (например, ускорение старта или торможения не адекватно перемещаемой массе), при приближении скорости вращения к резонансной. Наличие датчика позволяет обнаружить проблему, но автоматически скомпенсировать её без остановки производственной программы возможно только в очень редких случаях. Чтобы избежать проскальзывания ротора, как один из способов, можно увеличить мощность двигателя.