

УДК 621.9.06-83-529

## СЕРВОПРИВОД ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКАМИ С ЧПУ

Королёв С.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Технический прогресс и конкуренция приводят к постоянному росту производительности и повышению степени автоматизации технологического оборудования. При этом возрастают требования, предъявляемые к регулируемым электроприводам, по таким параметрам, как диапазон регулирования частоты вращения, точность позиционирования и перегрузочная способность.

Для обеспечения предъявляемых требований разработаны высокотехнологичные устройства современного электропривода — сервоприводы. Это такие системы привода, которые в широком диапазоне регулирования скорости гарантируют высокоточные процессы движения и реализуют их хорошую повторяемость. Сервоприводы являются наиболее высокотехнологичной ступенью электропривода.

Долгое время в управляемых приводах в основном применялись двигатели постоянного тока. Это было связано с простотой реализации закона управления по напряжению якоря. В качестве управляющих устройств использовались магнитные усилители, тиристорные и транзисторные регуляторы, а в качестве системы обратной связи по скорости применялись аналоговые тахогенераторы.

Тиристорный электропривод представляет собой управляемый преобразователь, питающий электродвигатель постоянного тока. Силовая схема электропривода состоит из: согласующего трансформатора TV; управляемого выпрямителя, собранного из 12 тиристоров (V01... V12), включенных по шестифазной однополупериодной - встречно-параллельной схеме; токоограничивающих дросселей L1 и L2 и электродвигателя M постоянного тока с независимым возбуждением. Трехфазный трансформатор TV имеет две силовые обмотки и экранированную от них обмотку для питания цепей управления. Первичная обмотка соединена в треугольник, вторичная — в шестифазную звезду с нулевым выводом.

Недостатками такого привода являются сложность системы регулирования, наличие щеточных токосъемников, снижающих надежность двигателей, а также высокая стоимость.

Прогресс в электронике и появление новых электротехнических материалов изменили ситуацию в области сервоприводной техники. Последние достижения позволяют компенсировать сложность управления приводом переменного тока с помощью современных микроконтроллеров и быстродействующих высоковольтных силовых транзисторов. Постоянные магниты, изготовленные из сплавов неодим — железо — бор и самарий — кобальт, благодаря их высокой энергоемкости, существенно улучшили характеристики синхронных двигателей с магнитами на роторе при одновременном снижении массогабаритных показателей. В итоге улучшились динамические характеристики привода при снижении его габаритов. Тенденция перехода к асинхронным и синхронным двигателям переменного тока особенно заметна в сервосистемах, которые традиционно выполнялись на базе электроприводов постоянного тока.

В общем случае сервопривод - представляет собой подвижную систему с обратной связью, позволяющей точно управлять перемещением и задавать требуемый алгоритм движения. Перемещение в составе сервопривода может обеспечивать любая силовая машина. В современных станках с ЧПУ для этого используются электрические двигатели, часто называемые «серводвигателями». На самом деле система сервопривода включает в себя помимо непосредственно электродвигателя ещё и датчики обратной связи (например, угла поворота вала двигателя), электронный управляющий блок, блок питания и ряд других вспомогательных компонентов.

Благодаря наличию обратной связи сервопривод «корректирует сам себя»: на входы электронного блока поступает информация от датчика поворота, а на выходах генерируется

управляющий импульс, заставляющий электродвигатель работать строго в пределах требуемых параметров вращения. Наличие микропроцессорного блока управления позволяет не только задавать и поддерживать нужный алгоритм движения, но и обеспечивать плавный разгон и торможение электродвигателя – учитывая при этом массу подвижных элементов и их инерцию для снижения динамических нагрузок. Применительно к станкам с ЧПУ эта способность сервопривода является важным элементом для обеспечения точности и скорости любой обработки.

Сегодня мы можем увидеть повсеместное использование различного автоматического станочного оборудования. Часто на производстве можно встретить фрезерные, токарные, сверлильные и прочие станки, которые управляются с помощью компьютерной техники. И особое место в их конструкции занимает такой электроприбор, как сервопривод.



Рисунок 1 – Общий вид сервопривода.

Сервопривод представляет собой электродвигатель, к которому подсоединена система обратной связи. Благодаря этому, можно контролировать движение рабочего вала в реальном времени. То есть, компьютер в любой момент «знает», на какой градус повернут ротор. Это позволяет создать высокоэффективные системы для обработки различных материалов. Сервопривод является очень важной частью станка, но не главной. Даже муфта соединительная оказывает большое влияние на качество оборудования в целом. Поэтому можно сказать, что в станке все комплектующие важны.

Главные части сервопривода – это его двигатель, элементы управления и передача. Кроме того, в нем есть также более мелкие и периферийные устройства – блокировка, сигнализация, система включения/выключения, элементы обратной связи. Как правило, сервоприводы могут работать только от внешних посторонних источников энергии, так как мощности почти всех внутренних источников энергии недостаточно для эффективного функционирования сервопривода (слишком уж энергоемкую работу ему зачастую приходится выполнять).

Сервоприводы вращательного движения делятся на синхронные и асинхронные.

Синхронный сервопривод – позволяет точно задавать угол поворота (с точностью до угловых минут), скорость вращения, ускорение. Разгоняется быстрее асинхронного, но в разы дороже. Асинхронный сервопривод – позволяет точно задавать скорость, даже на низких оборотах.

По принципу действия сервоприводы бывают:

- ❖ ·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.

Сервоприводы различаются габаритами. Существуют так называемые "стандартные" сервоприводы. Это сервоприводы, габариты и вес которых в общем модельном ряду имеют некоторые средние значения. Они самые дешевые, в пределах 10...20 долларов. При уменьшении или увеличении размеров сервопривода в сторону от "стандартного" цена сервопривода возрастает пропорционально отклонению размеров. Как и самые маленькие (микросервы), так и самые большие (супермощные) сервоприводы - это самые дорогие устройства, цена которых может доходить до сотен долларов.

Сервоприводы различаются материалом шестеренок.

Самые дешевые сервоприводы - с шестернями из пластмассы. Более дорогие - с одной выходной шестерней из металла. Самые дорогие - с металлическими шестернями. Соответственно виду материала изменяется нагрузочная способность сервопривода. Самый слабый сервопривод - с пластиковыми шестернями, самый мощный - с металлическими.

Сервоприводы различаются типом подшипников.

Самые дешевые модели не имеют подшипников вообще. Пластмассовые шестерни на пластмассовых валах крутятся в отверстиях пластмассовых пластин, соединяющих шестерни в единый редуктор. Это самые недолговечные сервоприводы. Более дорогие сервоприводы имеют металлическую, обычно латунную, втулку на выходном валу. Эти сервоприводы более долговечны. Еще более дорогие имеют настоящий подшипник на выходном валу, на который приходится самая большая нагрузка. Подшипник может быть шариковым или роликовым. Шариковый дешевле, роликовый компактнее и легче. В самых дорогих сервоприводах на всех (металлических!) шестернях стоят подшипники. Это - самые долговечные и надежные устройства.

Сервоприводы различаются по типоразмеру.

Она может сильно варьироваться при одинаковых размерах по высоте и длине. Чем меньше толщина, тем выше цена, поскольку в узком корпусе труднее разместить шестерёнки.

Сервоприводы вращательного движения используются в:

- ❖ ·промышленных роботах,
- ❖ ·приводах станков ЧПУ,
- ❖ ·полиграфических станках,
- ❖ ·упаковочных станках,
- ❖ ·приборах,
- ❖ ·авиамоделировании,
- ❖ ·робототехнике.

Сегодня широко распространены сервоприводы бесщеточные, которые часто бывают выполнены в двух видах:

- ❖ PMSM – синхронный вентильный электродвигатель, который имеет синусоидальное распределение магнитного поля в зазоре.
- ❖ BLDC – бесщеточный электродвигатель постоянного тока, который обладает трапецеидальным распределением МП. Также для этого вида сервоприводов характерна прямоугольная форма фазных напряжений.



Рисунок 2 – Номенклатура и типы сервоприводов

Оба этих вида являются трехфазными бесколлекторными электромоторами, ротор которых выполняется из редкоземельных магнитов. За счет этого обеспечивается большая удельная мощность этих устройств. Также наблюдается расширение диапазона скоростей. Бесколлекторная конструкция хороша тем, что нет необходимости в обслуживании коллектора, который может перегреваться и искрить. В число прочих преимуществ бесщеточных сервоприводов входят:

- ❖ Возможность использования в среде, склонной к взрыву (из-за отсутствия искрящих деталей).
- ❖ Большая способность к перегрузочной устойчивости
- ❖ КПД выше 90%
- ❖ Длительный срок эксплуатации и высокая надежность данного электроприбора

Сервоприводы широко используются во всяком ЧПУ станочном оборудовании. Очень часто они выступают в качестве установочных частей станка, а не силовых. Благодаря этому, сервоприводы ставят на 3D фрезеры, для которых необходима высокая точность по всем трем координатам. С появлением 3D принтеров область применения данного электродвигателя расширилась



Рисунок 3 – Пример обработки на станке с ЧПУ, содержащий сервопривод

#### Литература:

- 1) Босинзон М. А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация. Учебник для нач. проф. образования Изд. Academia, 2009 г. ISBN 978-5-7695-6060-6
- 2) Кузнецов В. Использование сервоприводов при автоматизации оборудования /Кузнецов В./ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/drugoe/226-ispolzovanie-servoprivodov-pri.html> - Дата доступа: 28.05.2014.
- 3) Серводвигатель фрезерного станка с ЧПУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://infofrezer.ru/articles/opcii-frezernyh-stankov/servodvigatel-frezernogo-stanka-s-chpu> - Дата доступа: 28.05.2014.
- 4) Сервоприводы в ЧПУ станках [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elektroas.ru/servoprivody-v-chpu-stankah> - Дата доступа: 28.05.2014.