

РЕШЕНИЯ SICK-STEGMANN ДЛЯ СЕРВОПРИВОДОВ

О----- Лысенко, К.Т.Н., менеджер по маркетингу и продажам, компания «Зик»

До недавнего времени при создании сервоприводов требовались три датчика с множеством интерфейсов: для коммутации, определения скорости и определения положения. Сегодня датчики обратной связи от SICK-Stegmann реализуют все эти функции в одном устройстве со стандартизованными электрическими и механическими интерфейсами.

ВВЕДЕНИЕ

Немецкая компания SICK AG, мировой лидер в области промышленной автоматизации, выпускает широкий спектр продукции для решения различных задач. В данной статье речь пойдет о продукции подразделения SICK-Stegmann (компания Stegmann вошла в состав SICK AG в 2002 г.).

Продукцию данного подразделения можно разделить на три группы (см. рис. 1):

- системы обратной связи для сервоприводов;
- вращательные и линейные промышленные энкодеры;
- приводы позиционирования.

В данной статье хотелось остановиться на системах обратной связи, которые вобрала в себя последние наработки технологии управления электрическими двигателями. Данные компоненты используются при создании современных цифровых сервоприводов.

СЕРВОПРИВОД

Сервопривод — это система привода, которая в широком диапазоне регулирования скорости обеспечивает динамичные, высокоточные процессы движения с хорошей повторяемостью. Сервоприводы являются наиболее высокотехнологичной областью электропривода.

Еще совсем недавно сервоприводы выполняли вспомогательную роль (приводы подач, степени подвижности роботов). Но в последние десятилетия ситуация изменилась. Технический прогресс и конкуренция ведут к постоянному росту производительности и повышению качества технологических процессов. Ускоряющиеся темпы производства, увеличение числа циклов обработки за единицу времени повышают требования к динамике привода. Высокая точность воспроизведения процессов движения определяет качество выпускаемой продукции и

дает возможность освоения новых технологий производства.

Сервоприводы в настоящее время применяются в высокопроизводительном оборудовании таких отраслей, как производство напитков, упаковки, стройматериалов; подъемно-транспортная техника; полиграфия, деревообработка; металлургия.

В прошлом сервопривод строился на базе двигателя постоянного тока, управление которым является достаточно простым. Но, к сожалению, у двигателя данного типа есть ряд серьезных недостатков, главный из которых — низкий ресурс, связанный с наличием контактного щеточного узла.

В настоящее время наиболее популярными являются сервоприводы на базе асинхронного и синхронного двигателей переменного тока. Прогресс в электронике и появление новых электротехнических материалов изменили ситуацию в области управления данными сервоприводами — удалось компенсировать сложность управле-

ния благодаря применению современных микроконтроллеров и систем обратной связи, подобных датчикам SICK-Stegmann.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В качестве датчиков положения и скорости в электродвигателях используется энкодер (см. рис. 2), преобразующий механическое движение вала в электрические сигналы. В настоящее время в данных устройствах используются три различных технологии:

- оптическая, обеспечивающая самую высокую точность, но чувствительная к механическим нагрузкам и конденсату;

- магнитная, очень стойкая к ударам и вибрации, но имеющая средние точностные показатели, достаточно недорогое решение;

- индуктивная/емкостная, для специальных применений.

Критерии выбора энкодера следующие: электрический интерфейс, механический интерфейс, область использования, разрешение и точность.

В прошлом аналоговый сервопривод имел конструкцию, показанную на рисунке 3. Ее недостатки:

- система обратной связи состоит из трех элементов: тахогенератора

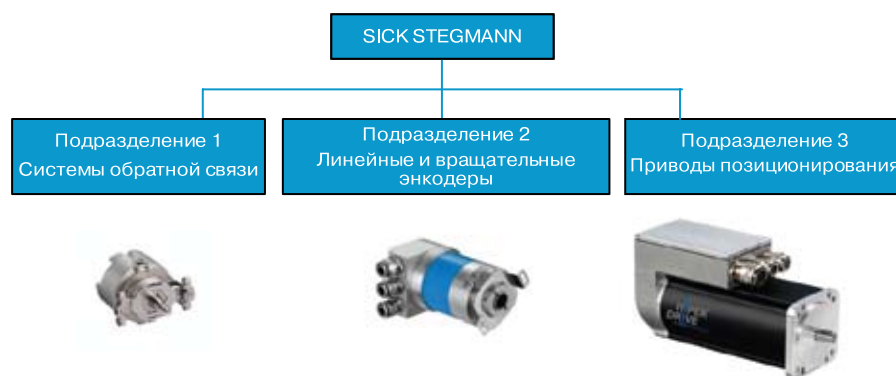


Рис. 1. Продукция компании SICK-Stegmann

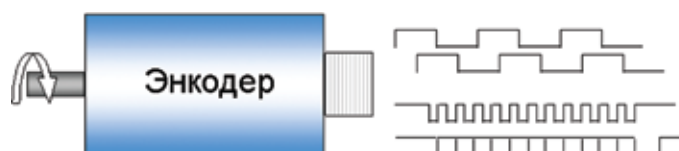


Рис. 2. Принцип работы энкодера

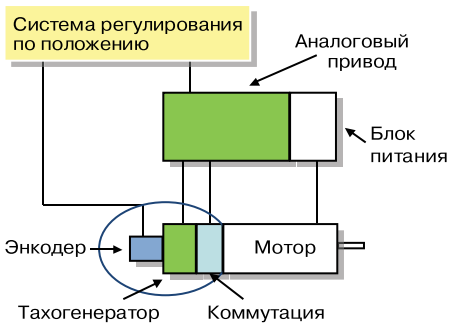


Рис. 3. Сервопривод в прошлом

(датчик скорости), энкодера (датчик положения) и схемы коммутации;

– наличие 4 разъемов для соединения соответствующих устройств;

– множество проводов (6 проводов для энкодера, 2 для тахогенератора, 5 для коммутации, 4 для мотора, а также 2 провода для датчиков температуры);

– энкодер постоянно соединен с системой регулирования по положению.

Современный цифровой привод устроен иначе: в качестве системы обратной связи используется только один датчик (см. рис. 4), который выполняет функции датчика скорости, датчика положения, а также осуществляет коммутацию сигналов.

АСИНХРОННЫЕ СЕРВОДВИГАТЕЛИ

Асинхронный электродвигатель – самый массовый в промышленности благодаря простой и надежной конструкции при невысокой цене. Однако этот тип двигателя является очень сложным объектом управления с точки зрения регулирования момента и частоты вращения. В современ-

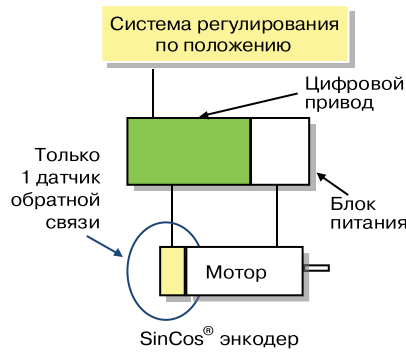


Рис. 4. Сервопривод сейчас

ной приводной технике применяются высокопроизводительные микроконтроллеры, реализующие векторный алгоритм управления с расчетом математической модели двигателя, и цифровые датчики скорости с высоким разрешением. Это позволило получить диапазон регулирования скорости, точностные характеристики и перегрузочную способность асинхронного привода не хуже, чем у синхронного.

Асинхронные серводвигатели позволяют получать большие крутящие моменты, чем синхронные. Они также более приспособлены для работы с нагрузками, обладающими высоким моментом инерции. Двигатели имеют следующие отличительные особенности:

– высокие базовая частота вращения и КПД;

– высокие динамические моменты.

Так как данный тип двигателя не требует определения положения ротора, то в качестве датчиков обратной связи используются инкрементальные энкодеры, которые, в основном, используются для регулирования скорости. Они вырабатывают импульсы, которые соотносятся с угловым поло-

жением ротора и количеством оборотов. Энкодеры имеют встроенный диск, на который нанесено определенное количество линий (импульсов). Количество импульсов на оборот определяет разрешение энкодера. Конкретное положение определяется подсчетом этих импульсов от реперной точки.

В таблице 1 представлены оптические инкрементальные энкодеры от SICK-Stegmann, которые используются в качестве датчиков скорости на асинхронных двигателях. Наибольший интерес представляет новая серия VFS60, имеющая электрическую изоляцию между валом и датчиком, больший диаметр подшипника (большой срок службы), повышенную теплостойкость и возможность иметь любое разрешение.

СИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ



Синхронные серводвигатели – это трехфазные синхронные электродвигатели с возбуждением от постоянных магнитов и датчиком положения ротора. Их основным достоинством является очень низкий момент инерции ротора относительно крутящего момента. Это позволяет реализовать очень высокое быстродействие. Время разгона до номинальной частоты вращения можно сократить до десятков миллисекунд, возможен также реверс с полной скорости в пределах одного оборота вала двигателя. Основной областью применения этих двигателей являются приводы подач станков и технологические установки со временем цикла менее 1 с (например, производство упаковки, быстродействующие позиционные системы автоматических складов).

В связи с тем, что обмотки есть и на статоре, и на роторе синхронного двигателя, и поле статора должно совпадать с полем ротора, для управляемого движения необходимы датчики особого вида. В линейке продукции компании SICK-Stegmann это либо инкрементальные энкодеры с коммутацией, либо абсолютные системы обратной связи с интерфейсом Hyperface.

Серия датчиков обратной связи DiCoder® используется во всем мире. Инкрементальные серии производятся в исполнении с разрешением до 4096 имп./об. и коммутационными сигналами (см. табл. 2).

Энкодер CKS36 относится к новому поколению оптических энкодеров технологии Mini Disc: сканирование обеспечивается при помощи кодового диска диаметром 5 мм. Достоинством технологии является высокая стойкость к ударам и вибра-

Таблица 1. Датчики обратной связи для асинхронных сервоприводов

			
	DGS65	DGS66	VFS60
Диаметр полого ротора	6, 8, 10, 11, 12 мм, 3/8 дюйма	6, 8, 9, 10, 12, 14, 15 мм, 3/8 дюйма и 1/2 дюйма	10, 12, 14, 15 мм, 3/8 дюйма и 1/2 дюйма
Разрешение, имп./об	100...10000		1...10000
Электрические интерфейсы	TTL/RS422, 6-канальный HTL/push-pull, 3-канальный		TTL/RS422, 6-канальный HTL/push-pull, 6-канальный
Макс. частота вращения, об/мин	6000		12000
Рабочий диапазон температур, °С	-20...85		-20...100
Степень защиты	IP65		

ции. Уникальное свойство этого поколения энкодеров — возможность программирования (пользователем) любого количества импульсов на оборот и количества пар полюсов.

Намного более интересными устройствами являются абсолютные энкодеры с интерфейсом Hyperface. Но прежде следует рассказать о самом интерфейсе.

ИНТЕРФЕЙС HYPERFACE

Данный интерфейс был изобретен компанией Stegmann в 1996 г. Он обеспечивает привод коммутационными данными, данными о скорости, положении в пределах оборота (абсолютный однооборотный), количестве оборотов (абсолютный многооборотный) и информацией от электронной метки.

Датчики обратной связи HIPERFACE (см. табл. 3) сочетают в себе преимущества инкрементальных и абсолютных энкодеров. Когда устройство включается и происходит коммутация с внешним счетчиком контроллера через интерфейс RS-485, определяется абсолютное положение ротора. От этого абсолютного значения контроллер продолжает подсчитывать импульсы в инкрементальном режиме, используя аналоговые синусно/косинусные сигналы. Использование сверхлинейных синусных и косинусных сигналов обеспечивает высокое разрешение, которое требуется для регулирования скорости ротора (вычисление тангенса в контроллере) (см. рис. 5).

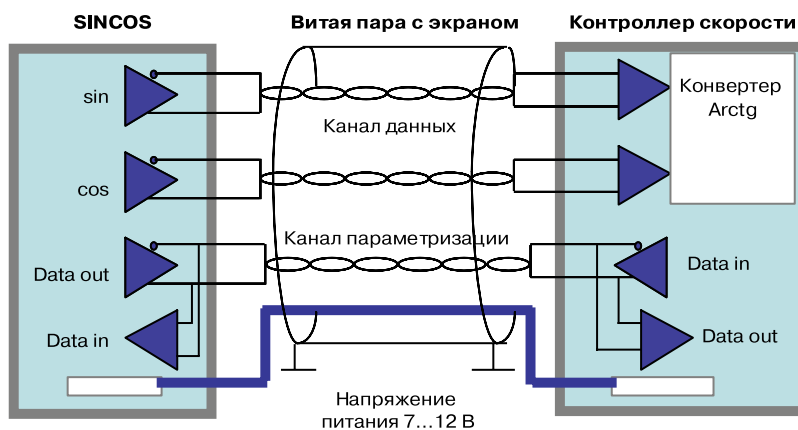


Рис. 5. Описание интерфейса HYPERFACE

Таблица 2. Инкрементальные энкодеры для синхронных сервоприводов

	 CKS36 (программируемый)	 CNS50
Разрешение	1...2048	1000, 1024, 2000, 2048, 4000, 4096
Количество пар полюсов	1...32	2, 3, 4, 6, 8
Интерфейсные сигналы: инкрементальные и коммутационные	Согласно EIA 422	
Электрические интерфейсы	TTL/RS 422, 6-канальныйHTL/push-pull, 3-канальный	
Макс. частота вращения, об/мин	12000	6000
Рабочий диапазон температур, °C	-20...110	0...100
Максимальная частота на выходе, кГц	400	300
Напряжение питания, В	5 ±10%	
Интерфейс для параметризации	I ² C-Bus	-

Таблица 3. Абсолютные энкодеры для синхронных двигателей

	 SEK52	 SKS/SKM36	 SRS/SRM50	 SRS/SRM60	 SCK/SCL25-53	 SRS/SRM64 (программируемый)
Диаметр ротора, мм	12,7 (полый)	Конический	Штепсельный или конический		25...53 (полый)	25...14 (полый)
Диаметр корпуса, мм	52	36	50	50	-	36
Количество sin/cos-периодов на оборот	16	128	1024	1024	1024	1024
Общее количество шагов	512	Однооборотный SKS 4096. Многооборотный SKM 16777216 = 4096 × 4096	Однооборотный SRS 32768. Многооборотный SRM 134217728 = 32768 × 4096			
Нелинейность интегральная дифференциальная, угловых секунд	±288 ±72	±80 ±40	±45 ±7		±180 ±12	±45 ±7
Макс. частота вращения, об/мин	6000	SKS: 12000 SKS: 9000	6000			
Рабочий диапазон температур, °C	-40...115	-20...110	-20...115		-10...100	-20...110
Напряжение питания, В			7...12			

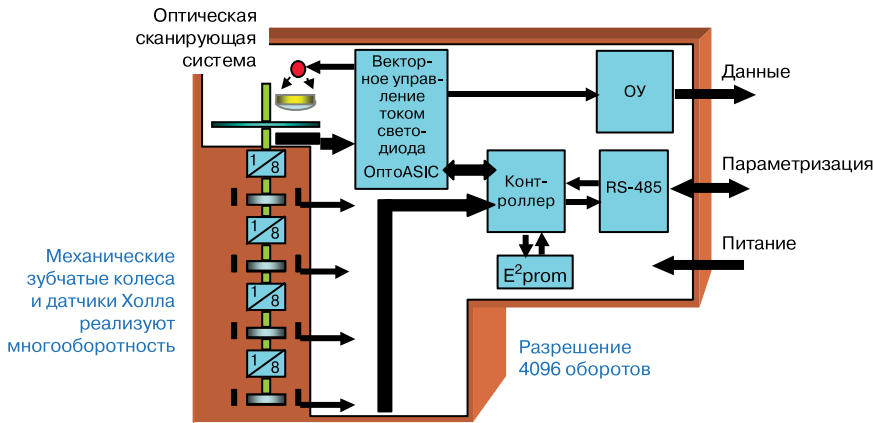


Рис. 6. Конструкция оптического энкодера с интерфейсом Hyperface

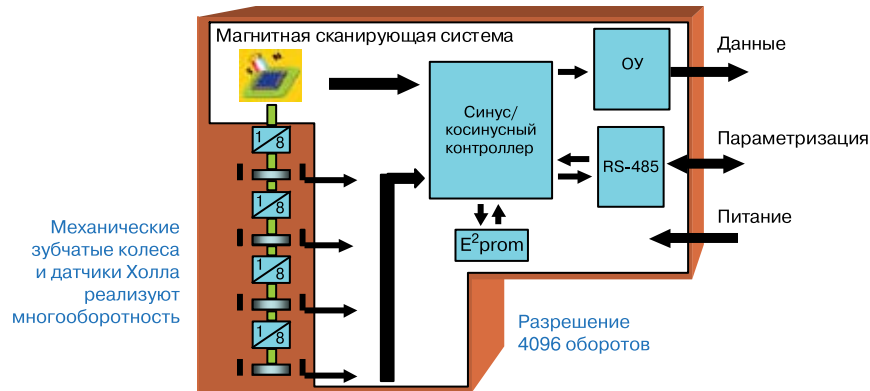


Рис. 7. Конструкция магнитного энкодера с интерфейсом Hyperface

Несмотря на это, частота передачи сигнала остается относительно низкой. Например, устройство с 512 периодами на оборот, вращающееся со скоростью 12000 об./мин, генерирует выходную частоту 102,4 кГц, которая может быть легко передана и обработана на больших расстояниях.

Основные преимущества данного типа мотора (данные о моторах хранятся в энкодере);

- великолепное регулирование скорости на очень низких скоростях;
- возможность передачи данных на большие расстояния;
- абсолютное позиционирование без задержки, связанной с определением положения вала;
- автоматическое распознавание типа мотора (данные о моторах хранятся в энкодере);

Таблица 4. Абсолютные энкодеры в исполнении Stand Alone

	SKS/SKM36 Stand Alone	SRS/SRM50 Stand Alone
Диаметр полого ротора, мм	6	6 или 10
Диаметр корпуса, мм	36	50
Количество sin/cos-периодов на оборот	128	1024
Общее количество шагов	Однооборотный SKS 4096 Многооборотный 16777216 = 4096 × 4096	Однооборотный SKS 32768 Многооборотный 134217728 = 32768 Ч× 4096
Нелинейность, угловых секунд	±120	±52
Макс. частота вращения, об/мин	6000	
Рабочий диапазон температур, °С	-20...100	-20...85
Напряжение питания, В	7...12	7...12
Степень защиты	IP65	



Рис. 8. Многооборотный механизм

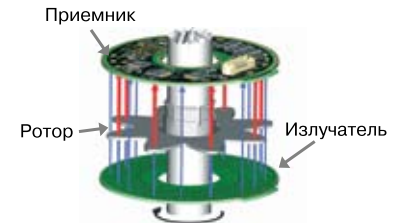


Рис. 9. Конструкция энкодера SEK52

- автоматическое распознавание приводом подсоединенного энкодера благодаря электронной метке;
- высокотемпературная стабильность благодаря технологии ASIC.

Отметим, что рассмотренные выше системы имеют низкую степень защиты, так как предназначены для интеграции в привод, который собственно и обеспечивает соответствующую защиту. В случае необходимости высокой степени защиты следует использовать системы обратной связи в версии STAND ALONE (самостоятельное устройство) (см. табл. 4).

Однооборотная и многооборотная версии в компактном и крепком корпусе STAND ALONE широко используются как главные энкодеры. Данные устройства обратной связи с валом 6 или 10 мм подсоединяются к двигателю через приводные муфты. Главный энкодер используется, например, как основной энкодер для синхронизации нескольких осей. Датчики обратной связи в исполнении STAND ALONE все шире используются в традиционных энкодерных приложениях, так как полностью совместимы со стандартными механическими интерфейсами классических энкодеров.

КОНСТРУКЦИЯ ЭНКОДЕРОВ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Системы обратной связи SICK-Stegmann могут выполняться либо на базе оптической системы (см. рис. 6), либо на полностью магнитной (см. рис. 7). Многооборотность обеспечивается использованием зубчатых колес и датчиков Холла (см. рис. 8).

Особый интерес представляет новый энкодер SEK52 (см. рис. 9),

выполненный на базе емкостной технологии и являющийся отличной альтернативой резольверу.

Резольвер представляет собой достаточно простое и надежное изделие, которое генерирует 1 sin/cos-период на оборот. Основными преимуществами резольвера являются низкая стоимость, крепкий корпус и нечувствительность к радиации и влаге. Но данное устройство требует достаточно дорогой платы обработки, точность и

разрешение его очень низки, нет многооборотной версии. Альтернативный энкодер SEK52 с 16 sin/cos-периодами на оборот обеспечивает намного более высокие технические характеристики, сохраняя все преимущества обыкновенного резольвера.

В заключение хочется отметить, что системы от SICK-Stegmann используют в своих приводах такие известные компании как ABB, Bosch Rexroth, Control Techniques, Danfoss, KEB,

Lenze, Omron, Schneider Electric, Rockwell Automation и многие другие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы презентаций компании SICK.

Материалы сайтов

2. www.sick-automation.ru.

3. www.sick.com.

4. extranet.sick.de.

5. www.sew-eurodrive.ru.