

Датчики угла поворота

Позиционирование в различных видах промышленного оборудования обеспечивается с использованием простых с виду устройств – энкодеров (или, по-другому, датчиков угла поворота)

А. Карман, karman@micropribor.kiev.ua

А. Кожемяка, alex@micropribor.kiev.ua

А. Троцкий, trockiy@micropribor.kiev.ua

Предметом данной публикации являются энкодеры фирмы ELCIS (Италия), которая 35 лет специализируется в области датчиков позиционирования, производит широкую гамму энкодеров, которые отличаются инновационными техническими решениями, высокой надежностью, поставляются как в абсолютном, так и в инкрементальном исполнении, имеют встроенные интерфейсы SSI, CANOpen, ProfiBus, InterBus, DeviceNet, Ethernet (www.elcis.com).

Энкодер представляет собой устройство, вал которого соединяется с вращающимся валом исследуемого объекта, и обеспечивает электронный контроль угла поворота последнего. По принципу действия энкодеры ELCIS подразделяются на оптические и магнитные. На валу оптического энкодера установлен диск с окнами прерывания по периметру, напротив которых размещены светодиод и фототранзистор, обеспечивающие формирование выходного сигнала в виде последовательности прямоугольных импульсов с частотой, пропорциональной как количеству окон прерывания, так и скорости вращения диска/вала. Количество импульсов отображает угол поворота.

Оптические энкодеры ELCIS поставляются в виде инкрементальных и абсолютных датчиков. Инкрементальные энкодеры имеют диск прерывания с множеством окон одинакового размера на основном радиусе и две считывающих оптопары (выходы А, В), что позволяет фиксировать как угол поворота, так и направление вращения вала. На вспомогательном радиусе диска размещено единственное окно прерывания и соответствующая оптопара (выход С), определяющие исходное положение (начало отсчета). Отрицательный момент – инкрементальные энкодеры выдают относительный отсчет угла поворота, информация о котором не сохраняется при остановке вращения. К их преимуществам следует отнести простоту конструкции (и, соответственно, невысокую стоимость) при высоком разрешении и высокой рабочей частоте.

Абсолютный энкодер имеет диск прерывания с концентрическими окнами на разных радиусах, относительные размеры которых определяются двоичным кодом, и которые считываются одновременно, давая кодированный выходной сигнал для каждой угловой позиции (код Грея, бинарный код...). В данном случае имеется возможность

получать данные о мгновенном положении вала без цифрового счетчика или возврата к исходному положению, так как на выходе имеется кодированное слово – «n bit», защищенное от электрических шумов.

Абсолютные энкодеры используются в приложениях, требующих обязательного сохранения поступающих данных в течение продолжительного времени, при этом они сложнее по конструкции и являются более дорогостоящими.

Малогабаритные инкрементальные энкодеры

Фирма ELCIS предлагает широкую гамму инкрементальных энкодеров, имеющих высокий ресурс долговечности – $1,5 \times 10^9$ оборотов, отличающихся по габаритам, условиям применения, предельному разрешению, максимальной рабочей частоте.

Минимальными размерами ($\varnothing 27 \times 41$ мм) и невысокой стоимостью обладают датчики серии Model 27, имеющие разрешение от 50 до 800 имп/оборот, частоту – 60 КГц, отличающиеся конструкцией фланцев и размерами выходного вала (таблица 1). Более высокое разрешение (1024 – 2500 имп/об.) и повышенную рабочую частоту (180 КГц) имеют датчики серий Model 30, -40, -50. Габаритные размеры энкодеров серий Model 56CJ, 59CE, предусматривающих сопряжение с контролируемым объектом по отверстию, несколько больше: $\varnothing 56 \times 32$ мм, $\varnothing 59 \times 54,2$ мм, при этом их разрешение возрастает до 3600 имп/оборот., рабочая частота – до 300 КГц.

Вышеуказанные малогабаритные энкодеры размещены в металлических корпусах, их встроенная электроника

Таблица 1. Малогабаритные инкрементальные энкодеры ELCIS

Тип	27	30	40	E 5	56 CJ	59 CE
Разрешение, имп./об	50–800	100–1024	10–2500	1–1000	1–1024	1–3600
Питание, В	5,0 ±5%	5–24	5–24	5–30	5–30	5–30
Габариты, мм	$\varnothing 27 \times 41$	$\varnothing 30 \times 31,3$	$\varnothing 40 \times 36$	$\varnothing 55 \times 64$	$\varnothing 56 \times 32$	$\varnothing 59 \times 54,2$
Сопряжение	$\varnothing 6,35$ (вал)	$\varnothing 4,0$ (вал)	$\varnothing 6$ (вал)	$\varnothing 8$ (вал)	$\varnothing 4-10$ (отв)	$\varnothing 6-15$ (отв)
Частота, кГц	60	180	180	40 (75)	60	100
Скорость, об/мин	6000	5000	5000	6000	6000	6000
Диапазон температур, °С	от 0 до +70	от -10 до +70	от -10 до +70	от 0 до +70	от 0 до +60	от 0 до +60
Степень защиты	IP–64	IP–52	IP–52	IP–64	IP–53	IP–65

Таблица 2. Индустриальные инкрементальные энкодеры ELCIS

Тип	90A	92	102	115R	170D	170CD
Разрешение, имп./об	1–25000	1–45000	1–25000	1–25000	18000–180000	
Питание, В	5, 12, 24	5, 12, 24	5, 12, 24	5, 12, 24	5, 0 ±5%	
Габариты, мм	∅90 x 85,5	∅92 x 57	∅102 x 79	∅115 x 110	∅170 x 50,3	
Сопряжение	∅12 (вал)	∅10 (вал)	∅12 (вал)	∅11 (вал)	∅14 (вал)	∅50 (отв)
Частота, кГц	100 (300)	100 (1000)	100 (300)	100 (300)	150–4500	
Скорость, об/мин	6000	6000	6000	6000	500	
Диапазон температур, °С	от 0 до +70	от 0 до +70	от 0 до +70	от 0 до +70	от 0 до +70	
Степень защиты	IP-66 IP-67 - 3000 об/мин	IP-65 IP-66 - 3000 об/мин	IP-65 IP-67 - 3000 об/мин	IP-66 IP-67 - 3000 об/мин	IP-64 IP-53 - 3000 об/мин	

Таблица 3. Инкрементальные энкодеры ELCIS для электродвигателей

Тип	40Z	59	59UMA	72A	81CM	149A	250C
Разрешение, имп./об	10–2500	1–25000	1–3600	1–25000	1–10000	1–3600	400–2300
Питание, В	5, 12–24	5, 12, 24	5, 12, 24	5, 12, 24	5–30	5–30	5–30
Габариты, мм	∅40 x 41	∅59 x 74	∅59 x 66,2	∅72 x 78	∅81 x 69	∅149 x 58	∅250 x 90
Сопряжение	∅6–12 (отв)	∅6–10 (отв)	∅6–15 (отв)	∅10–20 (отв)	∅8–15 (отв)	∅50–70 (отв)	∅75–125 (отв)
Частота, кГц	180	100 (1000)	100 (300)	100 (300)	100 (300)	100 (300)	100
Скорость, об/мин	5000	6000	6000	6000	6000	500	500
Диапазон температур, °С	от 0 до +70	от 0 до +70	от 0 до +70	от 0 до +70	от 0 до +70	от 0 до +70	от 0 до +70
Степень защиты	IP-52	IP-64	IP-64	IP-64	IP-64	IP-65	IP-54

выполнена на SMD – компонентах, применяемые для считывания светодиоды обладают высокой надежностью (MTBF – 100000 часов).

Инкрементальные энкодеры высокого разрешения

Инкрементальные энкодеры повышенной стойкости ориентированы на промышленное применение – в машиностроении, прокатных станах, судостроении, текстильной, обувной промышленности, в деревообработке. Для таких энкодеров определяющими являются параметры – разрешение по углу поворота, способность работать на высоких частотах, высокая степень защиты, чтобы противостоять условиям неблагоприятной среды.

Задача одновременного обеспечения этих характеристик приводит к техническим противоречиям: например, повышение эффективности уплотнений, т.е. степени защиты от IP-53 до IP-66 в датчике Model 92 приводит к снижению допустимой скорости вращения вала от 12000 об/мин до 6000 об/мин (IP-65) и до 3000 об/мин (IP-66, таблица 2), что пропорционально уменьшает рабочую частоту выходных сигналов, а значит,

и быстродействие энкодера. В связи с этим, в карте заказа промышленного энкодера должны быть выбраны приоритетные параметры, по которым будут обеспечены максимальные значения.

В целом, фирма ELCIS предлагает широкий выбор промышленных энкодеров с разрешением 25000 – 180000 имп/оборот, многие из которых обладают уникальными характеристиками.

Например, энкодеры серий Model 102, -115R имеют особую конструкцию опорных подшипников, допускающую высокую радиальную и осевую нагрузку на вал – 12 кг и 18 кг, соответственно (для сравнения: максимальная нагрузка на вал энкодера Model 92 – 3 кг). При этом, энкодеры Model 115R размещены в двойном корпусе и рекомендуются для применения в особо запыленных помещениях.

Уникально высокое разрешение обеспечивается энкодерами серий Model 170D, -170CD – 1,8 млн. имп/оборот при частоте выходного сигнала 4,5 МГц. Это открывает новые возможности в прецизионном позиционировании: точность – 2,5 arc.sec.

Инкрементальные энкодеры для электродвигателей

Энкодеры, установленные на валу электродвигателя, эффективно обеспечивают управление точным позиционированием. Такие энкодеры обычно изготавливаются в варианте «отверстие» и важными элементами их конструкции являются специальные муфты, позволяющие компенсировать люфты вала двигателя.

Во многих энкодерах для электродвигателей (серии Model 40Z, -59UMA, -81CM) предусмотрены специальные пружинные муфты, обеспечивающие самоцентрирование и соосность вала двигателя и втулки энкодера. Типичные параметры компенсации: осевая – ±0,2 мм, радиальная – ±0,05 мм, угловая – ±1°.

Более эффективную компенсацию обеспечивают патентованные соединительные втулки с шестеренчатой насечкой, приоритет на которые принадлежит фирме ELCIS (энкодеры Model 59, -72A).

Параметры компенсации: осевая – ±3,0 мм, радиальная – ±0,05 мм, угловая – ±2°.

Таблица 4. Индустриальные абсолютные энкодеры ELCIS

Тип	342	358NJ	358SX (нерж. сталь)	390G (нерж. сталь)	958H	MM58S	959CS
Разрешение, имп./об	256	1024	8192	16384 (4096 об)	25 бит (16384 об)	24 бит (16384 об)	24 бит
Питание, В	5,15, 10-30	5,15, 10-30	5,15, 10-30	5,15, 10-30	10-30	8-24	10-30
Габариты, мм	Ø45 x 51	Ø58 x 68	Ø58 x 65	Ø90 x 100	Ø58 x 72	Ø58 x 124	Ø58 x 81
Сопряжение	Ø6 (вал)	Ø10 (вал)	Ø12 (вал)	Ø12 (вал)	Ø10 (вал)	Ø6 (вал)	Ø6-8 (отв)
Частота, кГц	50	50	50	25	200	50	800
Скорость, об/мин	6000	6000	6000	6000	6000	4000	6000
Диапазон температур, °С	от 0 до +70	от 0 до +60	от 0 до +70	от 0 до +70	от -30 до +70	от 0 до +70	от -40 до +85
Степень защиты	IP-64	IP-54	IP-64	IP-66	IP-64	IP-64	IP-64
Коды	Грея, Excess		Грея, Excess, BCD, бинарный		Грея, бинарный		

Таблица 5. Абсолютные энкодеры ELCIS с интерфейсом полевой шины

Тип	958HC	958SC	959CP	963P	990FD	9115D
Разрешение, имп./об	30 бит (16384 об)	30 бит (16384 об)	30 бит (16384 об)	30 бит (16384 об)	30 бит (16384 об)	30 бит (16384 об)
Питание, В	10-30	10-30	10-30	10-30	10-30	10-30
Габариты, мм	Ø58 x 102	Ø58 x 96	Ø58 x 112	Ø63 x 102	Ø90 x 160	Ø115 x 173
Сопряжение	Ø10 (вал)	Ø6 (вал)	Ø8-15 (отв)	Ø10 (вал)	Ø6-10 (отв)	Ø11 (вал)
Частота, кГц	800	800	800	800	800	800
Скорость, об/мин	6000	6000	6000	6000	5000	6000
Диапазон температур, °С	от -40 до +85	от -40 до +85	от -40 до +85	от -40 до +85	от -40 до +85	от -40 до +85
Степень защиты	IP-64	IP-54	IP-64	IP-66	IP-64	IP-65
Коды	Бинарный	Бинарный	Бинарный	Бинарный	Бинарный	Бинарный
Скорость, Мbaud	1,0	1,0	12,0	12,0	Прогр.	Прогр.

Примером энкодеров обратной связи с крупногабаритными электродвигателями являются датчики Model 149A, -250C, ориентированные на валы диаметром 50 – 125 мм и допускающие радиальную нагрузку на вал 15–20 кг.

Абсолютные энкодеры

Фирма ELCIS производит однооборотные и многооборотные абсолютные энкодеры, ориентированные на индустриальные условия применения: вал и подшипники изготовлены из нержавеющей стали, остальные механические компоненты обладают хорошей устойчивостью в условиях неблагоприятной среды (повышенная запыленность и влажность), встроенная электроника работоспособна в расширенном диапазоне температур.

Конструктивно многооборотные абсолютные энкодеры отличаются наличием мастер-диска, вращение которого с помощью редуктора передается на зависимые диски преры-

вания и обеспечивает подсчет числа оборотов вала. Механическая погрешность редуктора при детектировании угла поворота компенсируется встроенной электроникой. Максимальное разрешение абсолютных энкодеров ELCIS – 65536 имп/оборот, т. е. 16 бит (таблица 4).

Абсолютные энкодеры с интерфейсом полевой шины

Данные абсолютные энкодеры имеют выходной интерфейс связи с полевой шиной по стандарту CANopen, ProfiBus, DeviceNet, Ethernet, InterBus и используют бинарный код при определении угла поворота. Конструктивно эти энкодеры реализованы на основе серий Model 58, -59, -63, -90, -115 (таблица 5), изготавливаются в однооборотном и многооборотном исполнении, отличаются встроенными интерфейсами вышеназванных стандартов и применением в системе считывания матрицы ИК-фотодиодов.

Вышеуказанные интерфейсы связи программируются по ряду параметров: например, направление вращения, разрешение по импульсам на один оборот, скорость передачи данных.

Магнитные энкодеры ELCIS

В высокоскоростных приложениях (20000–30000 об/мин и более) позиционирование оптическими энкодерами невозможно – быстрое преобразование оптического сигнала (отображающего угол поворота) в электронный ограничено, и не позволяет оптическим энкодерам работать на скоростях выше 5–10 тыс об/мин.

Позиционирование в вышеуказанных условиях эффективно обеспечивает магнитный энкодер, в котором преобразование углового перемещения вала в электронный сигнал реализуется бесконтактно на основе эффекта Холла, не связано с вращением оптического прерывателя внутри дат-

Таблица 6. Магнитные энкодеры ELCIS

Тип	Абсолютные				Инкрементальные			
	M322 (вал)	M322NC (отверстие)	M336 (вал)	M336NC (отверстие)	M22 (вал)	M22NC (отверстие)	M36 (вал)	M36NC (отверстие)
Разрешение, имп./об	512 (9 bit)		4096 (12 bits)		128 (x4)		80-1024 (x4)	
Питание, В	5,0 ±5%		5,0; 8-26; 20-30		5,0 ±5%		5,0; 8-24	
Габариты, мм	Бинарный код, parallel/SSI		Бинарный код, parallel/SSI, Analog I, U		Driver 26LS31, Sinus 2V _{pp}		Driver 26LS31, NPN (8-24), 2 x Push-P.Pro	
Частота, кГц	500	500	500	500	-	-	-	-
Скорость, об/мин	20000	30000	20000	30000	20000	30000	20000	30000
Диапазон температур, °С	от -25 до +85		от -25 до +70		от -25 до +85		от -25 до +70	
Степень защиты	IP-53 (20000) IP-64/68 (6000)	IP-64/68 (30000)	IP-53 (20000) IP-64/68 (6000)	IP-64/68 (30000)	IP-53 (20000) IP-64/68 (10000)	IP-64/68 (30000)	IP-53 (20000) IP-64/68 (6000)	IP-64/68 (30000)
Ресурс, обор.	1,5 x 10 ⁹		1,5 x 10 ⁹		1,5 x 10 ⁹		1,5 x 10 ⁹	

Таблица 7. Взрывозащищенные энкодеры ELCIS

Тип	Инкрементальные			Абсолютные		
	80 EXS	0L80 EXS	0B80 EXS	80 EXS	0Q80 EXS	0B80 EXS
Разрешение, имп./об	1-10000			12 бит		
Питание, В	5, 12, 24, 30			5, 15, 8-24		
Выход	Ø80 x 96	Ø115 x 139	Ø115 x 100	Ø80 x 96	80 x 80 x 100	Ø115 x 100
Сопряжение	Ø10 (вал)	Ø4-12 (отв)	Ø10 (вал)	Ø10 (вал)	Ø10 (вал)	Ø10 (вал)
Частота, кГц	100 (300)			50		
Скорость, об/мин	6000			6000		
Диапазон температур, °С	от 0 до +70			от -20 до +70		
Степень защиты	IP-65			IP-64		
Коды	-			Грея, Excess		

чика, и допускает обработку сигналов на скоростях до 60000 об/мин.

В магнитном энкодере высокоскоростное вращение внешнего вала, на котором закреплен цилиндрический постоянный магнит, воспринимается датчиком Холла, совмещенным на одном полупроводниковом кристалле с контроллером обработки сигналов (заказная интегральная схема).

При вращении полюсов постоянного магнита над микросхемой с датчиком Холла переменный вектор магнитной индукции наводит напряжение Холла, содержащее информацию о мгновенном значении угла поворота вала. Микроконтроллер обеспечивает быстрое преобразование напряжения Холла в параметр угла позиционирования.

Возможность такого преобразования без непосредственного меха-

нического соединения элементов магнита и датчика Холла является основным преимуществом магнитных энкодеров, обеспечивает им высокую надежность и долговечность, и позволяет эффективно работать в высокоскоростных приложениях, связанных с промышленной автоматизацией, полиграфией, металлообработкой, инструментально-измерительным оборудованием.

Взрывозащищенные энкодеры

Эти энкодеры предназначены для применения во взрывоопасной среде, обусловленной газовой атмосферой (II 2GEx d IIC T6), или взрывоопасной пылью (II 2DEx td A21 IP6X T85 °С), и могут быть изготовлены на заказ полностью из нержавеющей стали.

Взрывозащищенные энкодеры ELCIS, как инкрементальные, так и абсолютные, конструктивно реализо-

ваны на основе датчика серии Model 80, различные варианты исполнения которых (вал – отверстие), фланец «круглый – квадратный) представлены в таблице 7.

В заключение необходимо отметить, что энкодеры ELCIS благодаря инновационным техническим решениям в механике, оптике и встроенной электронике отличаются высоким качеством и надежностью, а спектр предлагаемых изделий (включая оставшиеся за пределами данной публикации энкодеры с тахогенератором, двойным разрешением, специальные виды энкодеров с метрическим колесом, с линейками с зубчатой насечкой – www.elcis.com) настолько широк, что позволяет удовлетворить практически все известные приложения датчиков позиционирования по углу поворота. **MA**

Вироби і устаткування для маркування

1948-2008



PARTEX

60



60 років на ринку маркування

ТОВ МІКРОПРИЛАД

4, ул. Котельникова, Київ, 03115, Україна

тел.: 380 44 536 93 86, факс: 380 44 536 93 87

E-mail: sales@micropribor.kiev.ua



www.micropribor.com.ua

П А Р Т Н Е Р С Т В О В Е Л Е К Т Р О Н І Ц І