



HEIDENHAIN



**Датчики
вращения для
электро-
двигателей**

Август 2011

Приведенные в данном каталоге датчики не являются полным ассортиментом, предлагаемым компанией HEIDENHAIN. Этот каталог содержит обзор **датчиков обратной связи для использования в электродвигателях.**

В **сводных таблицах** Вы найдете все датчики компании HEIDENHAIN, предназначенные для использования в электродвигателях, с их самыми важными техническими характеристиками. В **технических характеристиках** представлена основная информация о применении датчиков вращения, угла и длины в электродвигателях.

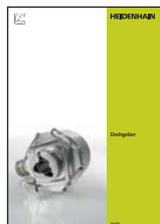
Указания по монтажу и подробные **технические параметры** относятся к **датчикам вращения**, разработанным специально для использования в электродвигателях. Другие датчики вращения описаны в соответствующих каталогах.

Подробное описание, например, указания по монтажу, технические характеристики и габаритные размеры приведенных в таблицах **датчиков линейных и угловых перемещений** Вы также найдете в соответствующих каталогах.

С выходом нового каталога все предыдущие издания становятся недействительными. При заказе на HEIDENHAIN решающей всегда является актуальная на день заключения договора версия каталога.

Стандарты (EN, ISO, и т.д.) действуют только при их непосредственном упоминании в каталоге.

Другие каталоги продукции



Каталог **Датчики вращения**

Содержание:
Инкрементальные датчики вращения
ERN, ROD
Абсолютные датчики вращения
ECN, EQN, ROC, ROQ



Каталог **Абсолютные датчики угла с оптимизированным считыванием**

Содержание:
Абсолютные датчики угловых перемещений
RCN



Каталог **Датчики угла без подшипников**

Содержание:
Инкрементальные датчики угловых перемещений
ERA, ERO, ERP



Каталог **Встраиваемые магнитные датчики**

Содержание:
Встраиваемые магнитные датчики
ERM



Каталог **Открытые датчики линейных перемещений**

Содержание:
Инкрементальные датчики линейных перемещений
LIP, PP, LIF, LIDA
Абсолютные датчики линейных перемещений
LIC



Каталог
Датчики линейных перемещений для станков с ЧПУ
Содержание: Инкрементальные датчики линейных перемещений
LB, LF, LS
Абсолютные датчики линейных перемещений
LC

Содержание

Обзор		
	Пояснения к сводным таблицам	6
	Датчики вращения для установки на двигатель	8
	Датчики вращения для установки в двигатель	10
	Датчики для встраиваемых двигателей и двигателей с полым валом	12
	Открытые датчики линейных перемещений для линейных двигателей	14
	Закрытые датчики линейных перемещений для линейных двигателей	16
Технические характеристики и указания по монтажу		
	Датчики угловых перемещений и датчики вращения для двигателей переменного и постоянного тока	18
	Датчики линейных перемещений для линейных двигателей	20
	Устройства измерения положения, отвечающие концепции безопасности	22
	Принципы измерения	24
	Точность измерения	27
	Механические исполнения датчиков, монтаж и принадлежности	30
	Выверка датчика вращения относительно ЭДС двигателя	35
	Общие указания по механике	36
Технические характеристики		
Датчик вращения со встроенными подшипниками	Типовой ряд ECN/EQN 1100	38
	Типовой ряд ERN 1100	40
	Типовой ряд ERN 1123	42
	Типовой ряд ECN/EQN 1300	44
	Типовой ряд ERN 1300	46
Датчики вращения без подшипников	Типовой ряд ECI/EQI 1100	48
	ECI 1118	50
	Типовой ряд ECI/EQI 1300	52
	ECI 119	54
	Типовой ряд ERO 1200	56
	Типовой ряд ERO 1400	58
Датчики угловых перемещений	Смотри каталоги <i>Абсолютные датчики угла</i> и <i>Датчики угла без подшипников</i>	
Датчики линейных перемещений	Смотри каталоги <i>Открытые датчики линейных перемещений</i> и <i>Датчики линейных перемещений для станков с ЧПУ</i>	
Электрическое подключение		
	Интерфейсы	60
	Разъемы и кабели	69
	Общие указания по электрике	73
	Средства измерения HEIDENHAIN и обрабатывающая электроника	78

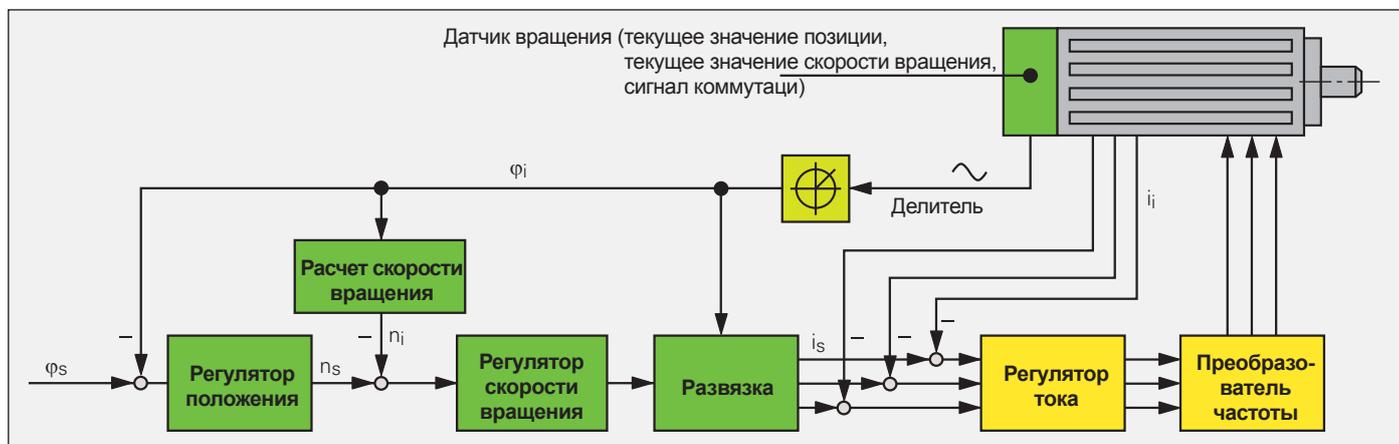
Измерительные датчики для электродвигателей

Блоку управления электродвигателем необходимы датчики, выполняющие измерения для регуляторов положения и скорости вращения, а также для электрической коммутации.

Характеристики измерительного датчика оказывают значительное влияние на такие характеристики двигателя, как:

- точность позиционирования
- плавность движения
- полоса пропускания и, следовательно, поведение двигателя при задающем воздействии и помехах
- мощность потерь
- габаритные размеры
- шумовое воздействие

Цифровое управление положением и скоростью вращения



HEIDENHAIN предлагает подходящие решения как для вращательных двигателей, так и для линейных двигателей различного назначения:

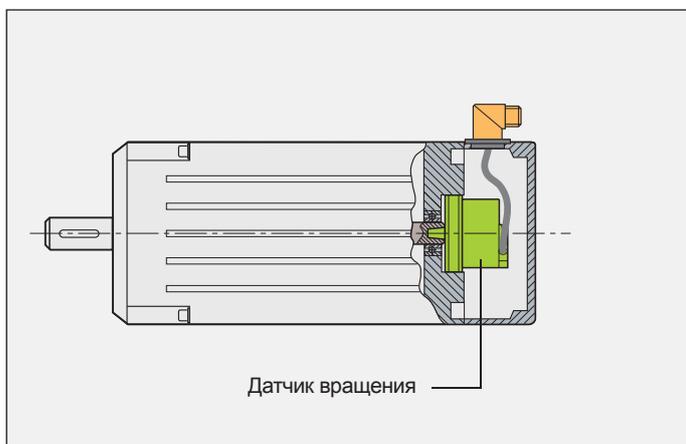
- инкрементальные датчики вращения с дорожкой коммутации и без нее, абсолютные датчики вращения
- инкрементальные и абсолютные датчики угловых перемещений
- инкрементальные и абсолютные датчики линейных перемещений



Датчики вращения

Все приведенные в данном каталоге датчики HEIDENHAIN отличаются тем, что трудозатраты производителя привода на монтаж и подключение сведены к минимуму. Габаритная длина вращательных двигателей увеличивается лишь незначительно. Даже такими устройствами защиты, как, например, конечный выключатель можно пренебречь путем специального монтажа некоторых датчиков.

Двигатель для "цифровых" систем приводов (цифровое управление положением и скоростью вращения)



Датчики угловых перемещений



Датчики линейных перемещений

Пояснения к сводным таблицам

Измерительные датчики, подходящие для конкретной конструкции двигателя, приведены в следующих далее таблицах. В одной таблице приведены измерительные датчики с различными габаритными размерами и выходными сигналами для различных типов двигателей (постоянного или переменного тока).

Датчики вращения для установки на двигатель

Датчики вращения для двигателей с принудительной вентиляцией монтируются либо на корпус двигателя, либо внутрь корпуса. Так как эти датчики часто подвергаются воздействию загрязненного потока охлаждающего воздуха двигателя, они должны иметь степень защиты IP 64 или выше. Допустимая температура работы редко превышает 100 °С.

В таблице Вы найдете

- Датчики вращения со встроенной **муфтой статора** с высокой частотой собственных колебаний – полоса пропускания двигателя практически не ограничивается
- Датчики вращения без **соединительной муфты**, особенно хорошо подходящие для **изолированного монтажа**
- Инкрементальные датчики вращения с **синусоидальными выходными сигналами** высокого качества для цифрового управления скоростью вращения
- Абсолютные датчики вращения с исключительно цифровой передачей данных или с дополнительными синусоидальными инкрементальными сигналами
- Инкрементальные датчики вращения с **выходными сигналами, совместимыми с TTL или HTL**

Сводную таблицу смотри на странице 8

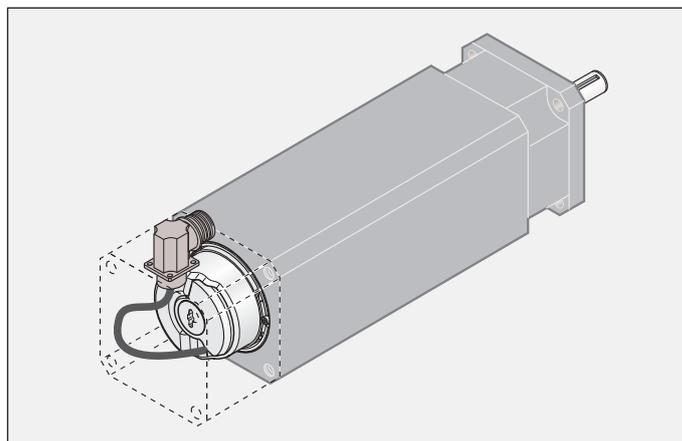
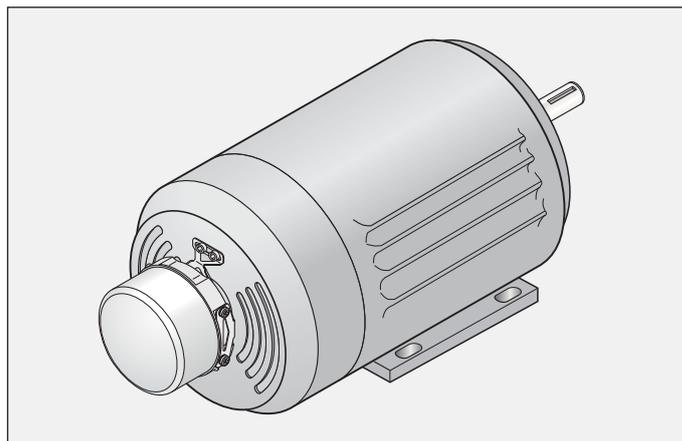
Датчики вращения для установки в двигатель

В двигателях без принудительного охлаждения датчик вращения встраивается в корпус двигателя. Из-за этого к степени защиты датчика не предъявляются высокие требования. Однако в пределах корпуса двигателя возникают высокие рабочие температуры до 100 °С и выше.

В таблице Вы найдете

- Инкрементальные датчики вращения для **рабочей температуры** до 120 °С, абсолютные датчики вращения для рабочей температуры до 115 °С
- Датчики вращения со встроенной **муфтой статора** с высокой частотой собственных колебаний – полоса пропускания двигателя практически не ограничивается
- Инкрементальные датчики вращения для цифрового управления скоростью вращения с **синусоидальными выходными сигналами** высокого качества – также при высокой рабочей температуре
- Абсолютные датчики вращения с исключительно **цифровой передачей данных** или с дополнительными синусоидальными инкрементальными сигналами
- Инкрементальные датчики вращения с дополнительным **коммутационным сигналом** для синхронных двигателей
- Инкрементальные датчики вращения с **выходными сигналами, совместимыми с TTL**

Сводную таблицу смотри на странице 10



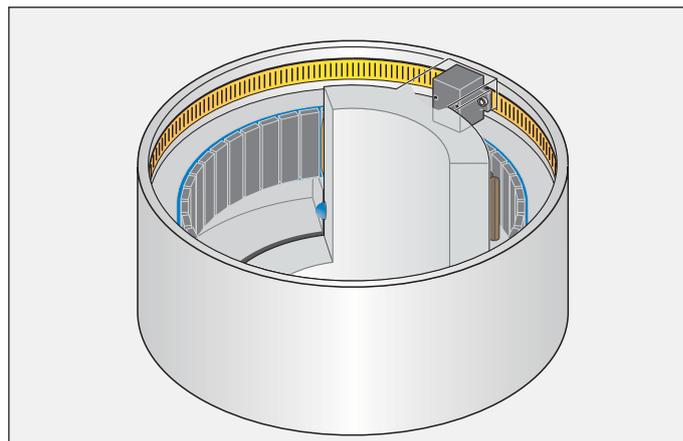
Датчики угловых перемещений и датчики вращения для встраиваемых двигателей и двигателей с полым валом

Датчики угла и вращения для этих двигателей имеют **сквозной полый вал**, чтобы через полый вал двигателя, а следовательно и через вал датчика, можно было проложить, например, кабели. Измерительные датчики, в зависимости от условий их эксплуатации, имеют высокую степень защиты до IP 66 или же, как например, встраиваемые датчики с оптическим методом считывания, должны дополнительно защищаться от загрязнений конструктивными элементами станка.

В таблице Вы найдете

- Датчики вращения, предназначенные для стальных барабанов и рассчитанные для **скорости вращения до 42 000 об/мин**
- Измерительные датчики с подшипниками и муфтой статора или в датчики для встраивания
- Измерительные датчики с **абсолютным и/или инкрементальным выходными сигналами** высокого качества
- Измерительные датчики с **хорошими динамическими характеристиками** для высокой полосы пропускания в контуре управления

Сводную таблицу смотри на странице 12



Датчики линейных перемещений для линейных двигателей

Датчики линейных перемещений на линейных двигателях предоставляют текущее значение для регулятора положения и скорости. Они оказывают решающее влияние на характеристики управления линейного привода. Рекомендуется использовать датчики линейных перемещений со следующими характеристиками:

- имеют небольшую погрешность позиционирования при ускорении в направлении измерения
- нечувствительны к ускорениям и вибрации в поперечном направлении
- рассчитаны на высокие скорости
- выдают абсолютное значение положения при цифровой передаче данных или синусоидальные инкрементальные сигналы высокого качества

Открытые датчики линейных перемещений отличаются

- высокой точностью
- высокой скоростью перемещения
- бесконтактным считыванием, что означает отсутствие трения между считывающей головкой и шкалой

Открытые датчики линейных перемещений подходят для "чистых" условий эксплуатации, например, для измерительных машин или производственных установок в полупроводниковой индустрии.

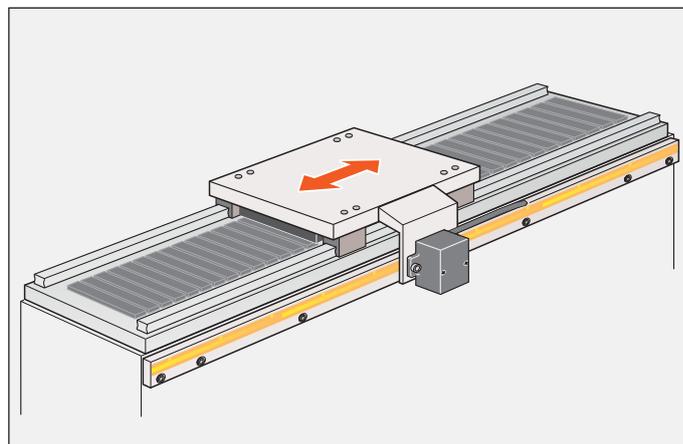
Сводную таблицу смотри на странице 14

Закрытые датчики линейных перемещений отличаются

- высокой степенью защиты
- простым монтажом

Благодаря этому закрытые датчики линейных перемещений можно использовать в загрязненных условиях, например, на металлообрабатывающих станках.

Сводную таблицу смотри на странице 16



Сводная таблица

Датчики вращения для установки на двигатель

Степень защиты: до IP 64 (EN 60529)

Типовой ряд	Габаритные размеры	Механически допустимая частота вращения	Частота собственных колебаний муфты статора	Максимальная рабочая температура	Напряжение питания
Датчики вращения со встроенными подшипниками и муфтой статора					
ECN/ERN 100		$D \leq 30 \text{ мм:}$ $\leq 6000 \text{ об/мин}$ $D > 30 \text{ мм:}$ $\leq 4000 \text{ об/мин}$	$\geq 1100 \text{ Гц}$	100 °C	DC 5 В \pm 5 %
					DC от 3,6 до 5,25 В
					DC 5 В \pm 10 %
				85 °C	DC от 10 до 30 В
ECN/EQN/ERN 400	<p><i>Муфта статора</i></p> <p><i>Универсальная муфта статора</i></p>	$\leq 6000 \text{ об/мин}$ <i>с 2 зажимами вала (только для сквозного вала):</i> $\leq 12000 \text{ об/мин}$	<i>Муфта статора:</i> $\geq 1500 \text{ Гц}$ <i>Универсальная муфта статора:</i> $\geq 1400 \text{ Гц}$	100 °C	DC от 3,6 до 14 В
					DC 5 В \pm 10 %
				70 °C	DC от 10 до 30 В
				100 °C	DC 5 В \pm 10 %
ECN/EQN/ERN 1000	<p><i>ERN 1023</i></p>	$\leq 12000 \text{ об/мин}$ $\leq 6000 \text{ об/мин}$	$\geq 1800 \text{ Гц}$ $\geq 1600 \text{ Гц}$	100 °C	DC от 3,6 до 14 В
					DC 5 В \pm 10 %
				70 °C	DC от 10 до 30 В
					DC 5 В \pm 5 %
				100 °C	DC 5 В \pm 10 %
				90 °C	
Датчики вращения со встроенными подшипниками без соединительной муфты					
ROC/ROQ/ROD 400		$\leq 12000 \text{ об/мин}$ $\leq 16000 \text{ об/мин}$	-	100 °C	DC от 3,6 до 14 В
					DC 5 В \pm 10 %
				70 °C	DC от 10 до 30 В
				100 °C	DC 5 В \pm 10 %
ROD 1000		$\leq 12000 \text{ об/мин}$ $\leq 12000 \text{ об/мин}$	$\geq 1800 \text{ Гц}$ -	100 °C	DC от 3,6 до 14 В
					DC 5 В \pm 10 %
				70 °C	DC от 10 до 30 В
					DC 5 В \pm 5 %

Инкрементальные сигналы		Абсолютные значения положения			Тип	Дополнительная информация	
Выходные сигналы	Количество периодов сигнала на оборот	Количество позиций на оборот	Количество различаемых оборотов	Интерфейс данных			
~ 1 V _{SS}	2048	8 192	–	EnDat 2.2/01	ECN 113	Каталог Датчики вращения	
–	–	33 554 432		EnDat 2.2/22	ECN 125		
□ TTL/~ 1 V _{SS}	1000 до 5000	–			ERN 120/ERN 180		
□ HTL					ERN 130		
~ 1 V _{SS}	512, 2048	8 192	–/4096	EnDat 2.2/01	ECN 413/EQN 425		
–	–	33 554 432		EnDat 2.2/22	ECN 425/EQN 437 ¹⁾		
□ TTL	от 250 до 5000	–			ERN 420		
□ HTL					ERN 430		
□ TTL					ERN 460		
~ 1 V _{SS}	1000 до 5000	–			ERN 480		
~ 1 V _{SS}	512	8192	–/4096	EnDat 2.2 / 01	ECN 1013/EQN 1025		
–	–	8 388 608		EnDat 2.2/22	ECN 1023/EQN 1035 ¹⁾		
□ TTL/~ 1 V _{SS}	от 100 до 3600	–			ERN 1020/ERN 1080		
□ HTLs					ERN 1030		
□ TTL	5000 до 36000 ²⁾	–			ERN 1070		
~ 1 V _{SS}	512, 2048	Z1-трек для коммутации синуса			ERN 1085		
□ TTL	от 500 до 8 192	3 сигнала блоковой коммутации			ERN 1023		
~ 1 V _{SS}	512, 2048	8 192	–/4096	EnDat 2.2 / 01	ROC 413/ROQ 425	Каталог Датчики вращения	
–	–	33 554 432		EnDat 2.2/22	ROC 425/ROQ 437 ¹⁾		
□ TTL	от 50 до 10000	–			ROD 426		
□ HTL	от 50 до 5000				ROD 436		
□ TTL	от 50 до 10000	–			ROD 466		
~ 1 V _{SS}	1000 до 5000	–			ROD 486		
~ 1 V _{SS}	512	8192	–/4096	EnDat 2.2 / 01	ROC 1013/ROC 1025		
–	–	8 388 608		EnDat 2.2/22	ROQ 1023/ROQ 1035 ¹⁾		
□ TTL/~ 1 V _{SS}	от 100 до 3600	–			ROD 1020/ROD 1080		
□ HTLs					ROD 1030		
□ TTL	5000 до 36000 ²⁾	–			ROD 1070		

¹⁾ **Функциональная безопасность** по запросу

²⁾ После внутренней 5/10-кратной интерполяции

Сводная таблица

Датчики вращения для установки в двигатель

Степень защиты: до IP 40 (EN 60529)

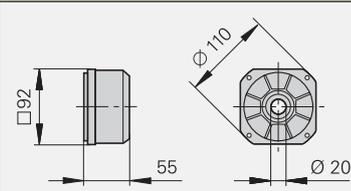
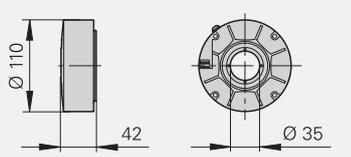
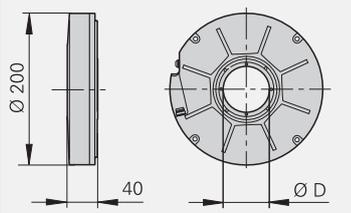
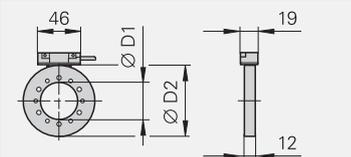
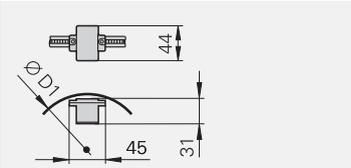
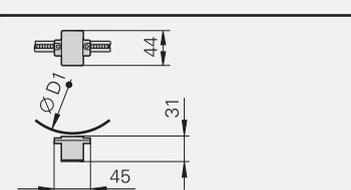
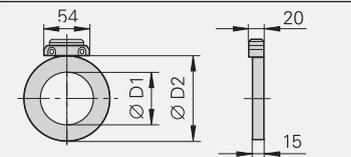
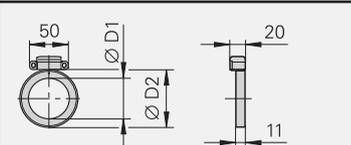
Типовой ряд	Габаритные размеры	Механически допустимая частота вращения	Частота собственных колебаний муфты статора	Максимальная рабочая температура	Напряжение питания
Датчики вращения со встроенными подшипниками и муфтой статора					
ECN/EQN/ERN 1100		≤ 12000 об/мин	≥ 1500 Гц	115 °C	DC от 3,6 до 14 В
				100 °C	
		115 °C	DC 5 В ± 10 %		
		≤ 6000 об/мин	≥ 1600 Гц	90 °C	
ECN/EQN/ERN 1300		≤ 15000 об/мин/ ≤ 12000 об/мин	≥ 2000 Гц	115 °C	DC от 3,6 до 14 В
				120 °C ERN 1381/4096: 80 °C	
					DC 5 В ± 5 %
					DC 5 В ± 10 %
					DC 5 В ± 5 %
Датчики вращения без подшипников					
ECI/EQI 1100		≤ 15000 об/мин/ ≤ 12000 об/мин	-	115 °C	DC 5 В ± 5 %
EVI 1100					D: 6 мм
ECI/EQI 1300		≤ 15000 об/мин/ ≤ 12000 об/мин	-	115 °C	DC 5 В ± 5 % или DC от 7 до 10 В
ECI 100		≤ 6000 об/мин	-	115 °C	DC 5 В ± 5 %
ERO 1200		≤ 25000 об/мин	-	100 °C	DC 5 В ± 10 %
ERO 1400		≤ 30000 об/мин	-	70 °C	DC 5 В ± 10 %
					DC 5 В ± 5 %
					DC 5 В ± 10 %

1) **Функциональная безопасность** по запросу 2) После внутренней 5/10/20/25-кратной интерполяции
3) функция многооборотности имеет буфер, питающийся от внешней батареи

Инкрементальные сигналы		Абсолютные значения положения			Тип	Дополнительная информация
Выходные сигналы	Количество периодов сигнала на оборот	Количество позиций на оборот	Количество различаемых оборотов	Интерфейс передачи данных		
~ 1 V _{SS}	512	8 192	-4 096	EnDat 2.2 / 01	ECN 1113/EQN 1125	Страница 38
-	-	8 388 608		EnDat 2.2 / 22	ECN 1123/EQN 1135 ¹⁾	
□ TTL	1024/2048/3 600	-	-	-	ERN 1120	Страница 40
~ 1 V _{SS}					ERN 1180	
	512/2048/	Z1-трек для коммутации синуса	ERN 1185			
□ TTL	от 500 до 8 192	3 сигнала блоковой коммутации		ERN 1123	Страница 42	
~ 1 V _{SS}	512/2048/	8 192	-4 096	EnDat 2.2 / 01	ECN 1313/EQN 1325	Страница 44
-	-	33 554 432		EnDat 2.2 / 22	ECN 1325/EQN 1337 ¹⁾	
□ TTL	1024/2048/4 096	-	-	-	ERN 1321	Страница 46
					3 сигнала блоковой коммутации	
~ 1 V _{SS}	512/2048/4 096	-			ERN 1381	
	2048	Z1-трек для коммутации синуса			ERN 1387	
~ 1 V _{SS}	16	262 144	-4 096	EnDat 2.1 / 01	ECI 1118/EQI 1130	Страница 48
-				-		
			-	EnDat 2.2 / 22	ECI 1118	Страница 50
			65 536 ³⁾	EnDat 2.2 / 22	EBI 1135	Описание устройства
~ 1 V _{SS}	32	524 288	-4 096	EnDat 2.1 / 01	ECI 1319/EQI 1331	Страница 52
				-		
~ 1 V _{SS}	32	524 288	-	EnDat 2.1 / 01	ECI 119	Страница 54
-				-		
□ TTL	1024/2048	-	-	-	ERO 1225	Страница 56
~ 1 V _{SS}					ERO 1285	
□ TTL	512/1 000/1 024	-	-	-	ERO 1420	Страница 58
□ TTL	5 000 до 37 500 ²⁾				ERO 1470	
~ 1 V _{SS}	512/1 000/1 024				ERO 1480	

Сводная таблица

Датчики угла и датчики для встраиваемых двигателей и двигателей с полым валом

Типовой ряд	Габаритные размеры	Диаметр	Механически допустимая частота вращения	Частота собственных колебаний муфты статора	Максимальная рабочая температура
Датчики угла со встроенными подшипниками и муфтой статора					
RCN 2000		—	≤ 1500 об/мин	≥ 1000 Гц	RCN 23xx: 60 °C RCN 25xx: 50 °C
RCN 5000		—	≤ 1500 об/мин	≥ 1000 Гц	RCN 53xx: 60 °C RCN 55xx: 50 °C
RCN 8000		D: 60 мм и 100 мм	≤ 500 об/мин	≥ 900 Гц	50 °C
Датчики угла без подшипников					
ERA 4000 Шкала на стальном диске		D1: от 40 до 512 мм D2: от 76,75 до 560,46 мм	от ≤ 10000 об/мин до ≤ 1500 об/мин	—	80 °C
ERA 700 Для монтажа на внутреннем диаметре		D1: 458,62 мм 573,20 мм 1146,1 мм	≤ 500 об/мин	—	50 °C
ERA 800 Для монтажа на внешнем диаметре		D1: 458,04 мм 572,63 мм	≤ 100 об/мин	—	50 °C
Встраиваемые датчики без подшипников с магнитной шкалой					
ERM 200		D1: от 40 до 410 мм D2: от 75,44 до 452,64 мм	от ≤ 19000 об/мин до ≤ 3000 об/мин	—	100 °C
ERM 2400		D1: 40/55 мм D2: 64,37/ 75,44 мм	≤ 42000 об/мин/ ≤ 36000 об/мин	—	100 °C
ERM 2900		D1: 55 мм D2: 77,41 мм	≤ 25000 об/мин		

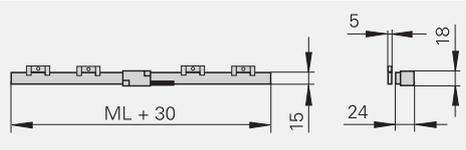
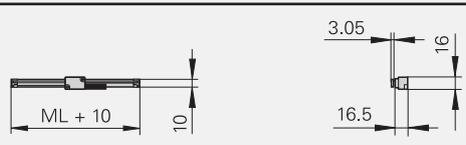
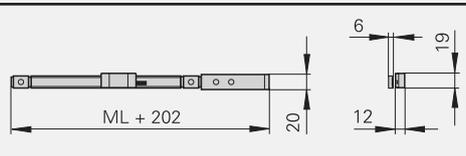
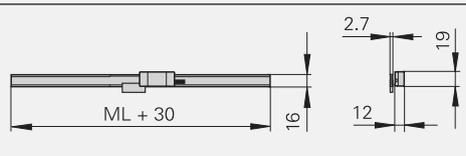
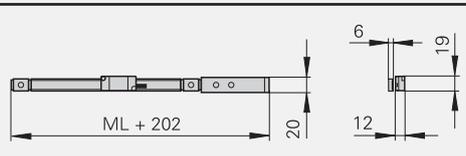
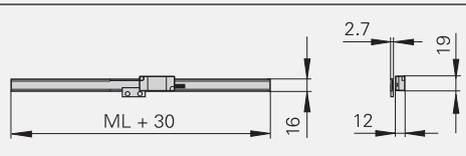
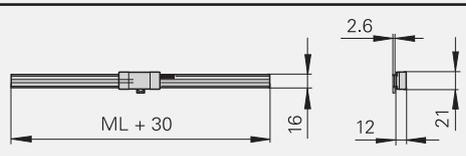
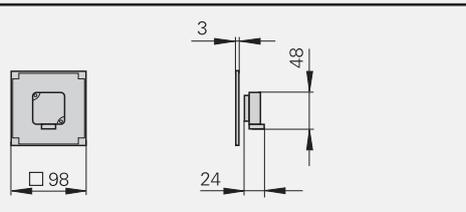
¹⁾ Интерфейсы для систем ЧПУ Fanuc и Mitsubishi по запросу

²⁾ Сегментное исполнение по запросу

Напряжение питания	Точность системы	Инкрементальные сигналы		Абсолютные значения положения		Тип	Дополнительная информация
		Выходные сигналы	Количество периодов сигнала на оборот	Количество позиций на оборот	Интерфейс данных		
DC от 3,6 до 14 В	$\pm 5''$ $\pm 2,5''$	$\sim 1 V_{SS}$	16384	67 108 864 \triangleq 26 бит	EnDat 2.2 / 02	RCN 2380 RCN 2580	Каталог Абсолютные датчики угла с оптимизированным считыванием
	$\pm 5''$ $\pm 2,5''$	—	—	268 435 456 \triangleq 28 бит	EnDat 2.2 / 22	RCN 2310 RCN 2510	
DC от 3,6 до 14 В	$\pm 5''$ $\pm 2,5''$	$\sim 1 V_{SS}$	16384	67 108 864 \triangleq 26 бит	EnDat 2.2 / 02	RCN 5380 RCN 5580	
	$\pm 5''$ $\pm 2,5''$	—	—	268 435 456 \triangleq 28 бит	EnDat 2.2 / 22	RCN 5310 RCN 5510	
DC от 3,6 до 14 В	$\pm 2''$ $\pm 1''$	$\sim 1 V_{SS}$	32768	536 870 912 \triangleq 29 бит	EnDat 2.2 / 02	RCN 8380 RCN 8580	
	$\pm 2''$ $\pm 1''$	—	—		EnDat 2.2 / 22	RCN 8310 RCN 8510	
DC 5 В \pm 10%	—	$\sim 1 V_{SS}$	12000 до 52000	—	—	ERA 4280 C	Каталог Датчики угловых перемещений без подшипников
			6000 до 44000			ERA 4480 C	
			3000 до 13000			ERA 4880 C	
DC 5 В \pm 10%	—	$\sim 1 V_{SS}$	Замкнутая окружность²⁾ 36000/ 45000/ 90000	—	ERA 780 C		
DC 5 В \pm 10%	—	$\sim 1 V_{SS}$	Замкнутая окружность²⁾ 36000/ 45000	—	ERA 880 C		
DC 5 В \pm 10%	от $\pm 36''$ до $\pm 9''$	\square TTL	600 до 3600	—	—	ERM 220	
		$\sim 1 V_{SS}$				ERM 280	
DC 5 В \pm 10%	$\pm 43''/\pm 36''$	$\sim 1 V_{SS}$	512/600	—	—	ERM 2485	
	$\pm 70''$	—	256			ERM 2984	

Сводная таблица

Открытые датчики линейных перемещений для линейных приводов

Типовой ряд	Габаритные размеры	Скорость перемещения	Ускорение в направлении измерения	Класс точности
LIP 400		≤ 30 м/мин	≤ 200 м/с ²	до ± 0,5 мкм
LIF 400		≤ 72 м/мин	≤ 200 м/с ²	± 3 мкм
LIC 4000 Абсолютные датчики линейных перемещений		≤ 480 м/мин	≤ 200 м/с ²	± 5 мкм
				± 5 мкм ¹⁾
LIDA 400		≤ 480 м/мин	≤ 200 м/с ²	± 5 мкм
				± 5 мкм ¹⁾
LIDA 200		≤ 600 м/мин	≤ 150 м/с ²	± 30 мкм
PP 200 Двухкоординатный измерительный прибор		≤ 72 м/мин	≤ 200 м/с ²	± 2 мкм

¹⁾ После компенсации линейной погрешности

Длины измерения	Напряжение питания	Инкрементальные сигналы		Абсолютные значения положения		Тип	Дополнительная информация
		Выходные сигналы/ Период сигнала	Частота среза -3 дБ	Разрешение	Интерфейс данных		
от 70 до 420 мм	DC 5 В ± 5%	$\sim 1 V_{SS}/2$ мкм	≥ 250 кГц	–		LIP 481	Каталог Открытые датчики линейных перемещений
от 70 до 1020 мм	DC 5 В ± 5%	$\sim 1 V_{SS}/4$ мкм	≥ 300 кГц	Опорная дорожка Концевые выключатели		LIF 481	
от 140 до 27040 мм	DC от 3,6 до 14 В	–	–	0,001 мкм (1 нм)	EnDat 2.2/22	LIC 4015	
от 140 до 6040 мм						LIC 4017	
от 140 до 30040 мм	DC 5 В ± 5%	$\sim 1 V_{SS}/20$ мкм	≥ 400 кГц	Концевые выключатели		LIDA 485	
от 240 до 6040 мм						LIDA 487	
до 10000 мм	DC 5 В ± 5%	$\sim 1 V_{SS}/200$ мкм	≥ 50 кГц	–		LIDA 287	
Диапазон измерений 68 мм x 68 мм	DC 5 В ± 5%	$\sim 1 V_{SS}/4$ мкм	≥ 300 кГц	–		PP 281	

Сводная таблица

Закрытые датчики линейных перемещений для линейных приводов

Степень защиты: от IP 53 до IP 64¹⁾ (EN 60529)

Типовой ряд	Габаритные размеры	Скорость перемещения	Ускорение в направлении измерения	Частота собственных колебаний соединения	Длины измерения
Датчики линейных перемещений с мелкопрофильным корпусом шкалы					
LF		≤ 30 м/мин	≤ 30 м/с ²	≥ 2000 Гц	от 50 до 1220 мм
LC Абсолютные датчики линейных перемещений		≤ 180 м/мин	≤ 100 м/с ²	≥ 2000 Гц	от 70 до 2040 мм
Датчики линейных перемещений с крупнопрофильным корпусом шкалы					
LF		≤ 60 м/мин	≤ 100 м/с ²	≥ 780 Гц	от 140 до 3040 мм
LC Абсолютные датчики линейных перемещений		≤ 180 м/мин	≤ 100 м/с ²	≥ 2000 Гц	от 140 до 4240 мм
LB		≤ 120 м/мин (180 м/мин по запросу)	≤ 60 м/с ²	≥ 650 Гц	от 440 до 30040 мм

1) При монтаже согласно инструкции

2) Интерфейсы для систем ЧПУ Fanuc и Mitsubishi по запросу

3) В зависимости от кабеля

Класс точности	Напряжение питания	Инкрементальные сигналы		Абсолютные значения положения		Тип	Дополнительная информация
		Выходные сигналы/ Периоды сигнала	Частота среза -3 dB	Разрешение	Интерфейс данных ²⁾		
до ± 3 мкм	DC 5 В ± 5%	$\sim 1 V_{SS}/4$ мкм	≥ 200 кГц	–		LF 481	Каталог Датчики линейных перемещений для станков с ЧПУ
до ± 3 мкм	DC от 3,6 до 5,25 В	$\sim 1 V_{SS}^{3)}/20$ мкм	≥ 150 кГц	до 0,005 мкм	EnDat 2.2	LC 483	
± 2 мкм	DC 5 В ± 5%	$\sim 1 V_{SS}/4$ мкм	≥ 200 кГц	–		LF 183	Каталог Датчики линейных перемещений для станков с ЧПУ
до ± 3 мкм	DC от 3,6 до 5,25 В	$\sim 1 V_{SS}^{3)}/20$ мкм	≥ 150 кГц	до 0,005 мкм	EnDat 2.2	LC 183	
до ± 5 мкм	DC 5 В ± 5%	$\sim 1 V_{SS}/40$ мкм	≥ 250 кГц	–		LB 382	

Датчики угла и вращения для двигателей переменного и постоянного тока

Общие указания

Равномерное движение

Для **качественного равномерного движения** двигателя от измерительного датчика требуется **большое количество шагов измерения на оборот**. Поэтому компания HEIDENHAIN поставляет датчики, выдающие большое количество периодов сигнала на оборот, что соответствует требованиям равномерно движения.

Очень хорошие показатели имеют датчики вращения и угла со встроенными подшипниками и муфтой статора: погрешность несоосности вала не выходит за пределы определенного допуска (смотри *Технические характеристики*), не вызывая погрешности измерения и не влияя на равномерность движения.

При низкой скорости вращения **погрешность измерения датчика в пределах одного периода сигнала** оказывает влияние на равномерность движения. В датчиках с последовательной передачей данных младший значащий бит LSB (Least Significant Bit) влияет на равномерный ход. (Смотри также *Точность измерений*)

Передача сигналов измерений

Чтобы добиться хорошей динамической характеристики двигателя при цифровом управлении скоростью вращения время считывания датчика вращения не должно превышать 256 мкс. Для этого текущие значения для регулятора положения и скорости вращения должны быть как можно быстрее доступны в блоке управления.

Чтобы последовательная передача данных удовлетворяла жестким требованиям по времени к передаче значений положения от датчика к блоку управления необходима высокая тактовая частота (смотри также *Интерфейсы; Абсолютные значения положения*). Поэтому измерительные датчики HEIDENHAIN для электродвигателей передают значения положения с помощью скоростного последовательного интерфейса EnDat-2.2 или дополнительно передают **инкрементальные сигналы**, которые практически без задержек доступны регуляторам скорости и положения в измерительной электронике.

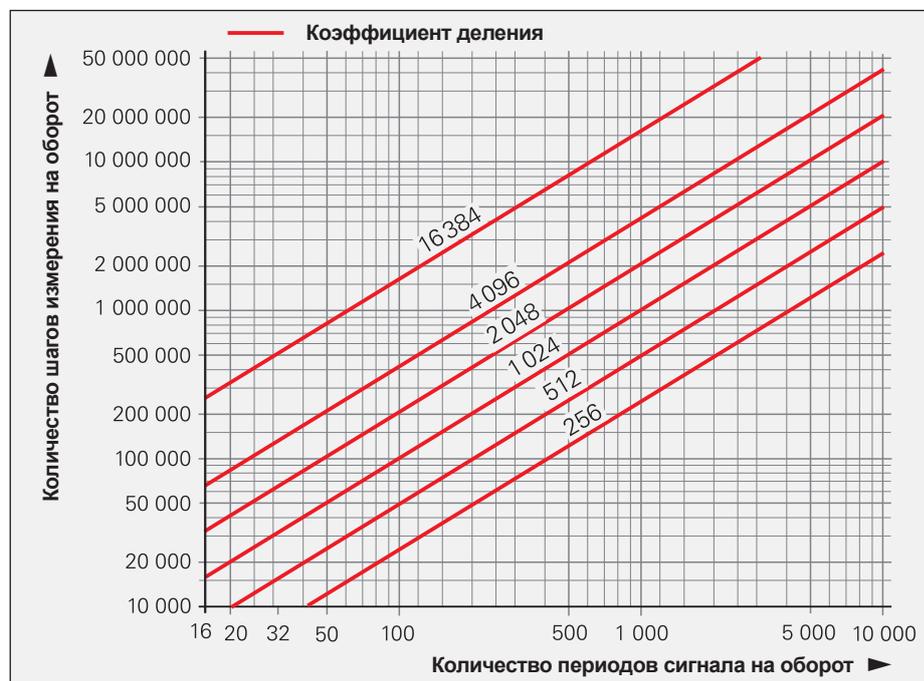
Для **стандартных двигателей** используются абсолютные измерительные датчики без подшипников (ECI/EQI), а для двигателей постоянного тока с непрерывным возбуждением и дополнительными коммутационными сигналами - датчики вращения с выходными сигналами, совместимыми с **TTL** или **HTL-сигналами**.

Для **цифрового управления скоростью вращения** на станках с высокими требованиями к динамике необходимо большое количество шагов измерения – обычно более 500 000 на оборот. Для использования со стандартными приводами, аналогично резольверам, достаточно около 60 000 шагов измерения на оборот.

Поэтому измерительные датчики HEIDENHAIN для приводов с цифровым управлением скоростью вращения и положением выдают **синусоидальные инкрементальные сигналы с амплитудой 1 V_{SS}**, которые благодаря их высокому качеству могут быть разделены обрабатывающей электроникой с высокой точностью (Диаграмма 1). Так, например, датчик вращения с 2048 периодами сигнала на оборот и 1024-кратным (4096-кратным) делением выдает в блок управления около **2 (8) миллионов шагов измерения на оборот**. Это соответствует разрешению в 21 (23) бита. Даже при скорости вращения 12000 об/мин при передаче сигнала для входной схемы блока управления получаются частоты около 400 кГц (Диаграмма 2). Инкрементальные сигналы 1 V_{SS} допускают длину кабеля до 150 м. (Смотри также *Инкрементальные сигналы – 1 V_{SS}*)

Диаграмма 1:

Периоды сигнала на оборот и результирующее количество шагов измерения на оборот в зависимости от коэффициента деления.



Измерительные датчики HEIDENHAIN для "цифровых" приводов дополнительно выдают синусоидальные инкрементальные сигналы с такими же свойствами. Абсолютные датчики компании HEIDENHAIN помимо **последовательной передачи данных** кодированных значений положения и другой информации о **автоматическом вводе в эксплуатацию, контроле и диагностике** имеют интерфейс EnDat (Encoder Data). (Смотри *Абсолютные значения положения – EnDat*) Таким образом при использовании устройств HEIDENHAIN всегда можно применять одну и ту же обрабатывающую электронику и соединительные кабели.

Для автоматического ввода в эксплуатацию важные данные измерительного датчика EnDat могут быть считаны из его памяти, а данные двигателя могут быть сохранены в датчике в области памяти для OEM. Полезный размер OEM-памяти датчиков из данного каталога составляет минимум 1,4 Кбайт (≥ 704 EnDat-слов), АTEX-датчиков вращения - 0,44 Кбайт (≥ 224 EnDat-слов).

Большинство абсолютных измерительных датчиков делят синусоидальный сигнал уже в самом датчике с коэффициентом 4096 или выше. В этих системах при достаточно быстрой передаче абсолютных значений положения (например, EnDat 2.1 с тактовой частотой 2 МГц или EnDat 2.2 с тактовой частотой 8 МГц) можно пренебречь инкрементальными сигналами.

Преимуществом этой системы передачи данных является хорошая защита от помех на участке передачи и невысокая цена разъема и кабеля. Датчики с интерфейсом EnDat 2.2 имеют дополнительную возможность, позволяющую использовать температурный сенсор, находящийся, например, в обмотке двигателя. Оцифрованные значения температуры передаются в рамках протокола EnDat 2.2 без дополнительного кабеля.

Полоса пропускания

Достижимые усиления контура управления положением и скоростью вращения, а следовательно и ширина полосы пропускания, касающаяся поведения при задающем воздействии и помехах, могут быть ограничены из-за жесткого соединения вала датчика с валом двигателя, т.к. это ограничивает частоту собственных колебаний муфты статора. В этом случае HEIDENHAIN предлагает датчики вращения и угла для жесткого соединения с валом.

Встроенная в датчик муфта статора имеет **высокую частоту собственных колебаний** до 2 кГц. В индуктивных датчиках вращения статор и ротор жестко прикрепляются к корпусу и валу двигателя соответственно. При этом решающее значение на достижимую частоту собственных колебаний имеет жесткость вала двигателя. (Смотри также *Механические исполнения датчиков и их монтаж*)

Габаритные размеры

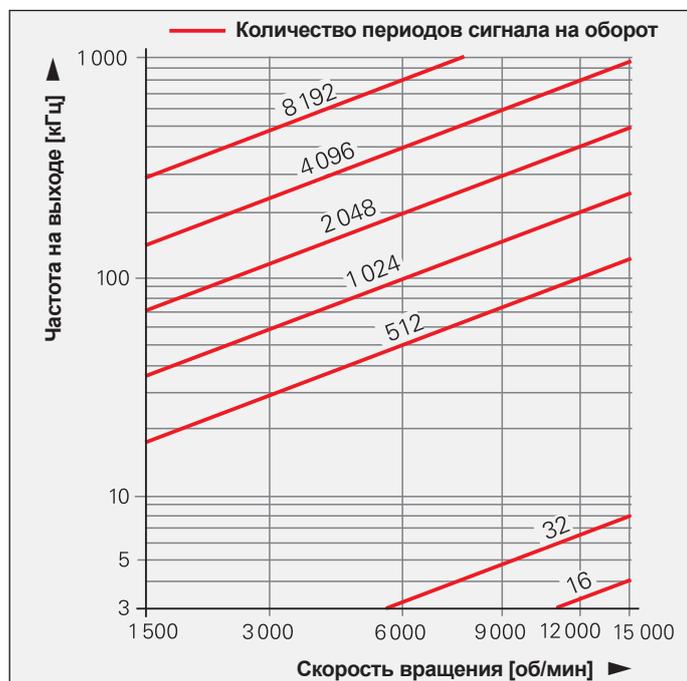
Размеры двигателя при одинаковом моменте вращения тем меньше, чем выше допустимая рабочая температура. Из-за того что температура двигателя оказывает влияние на температуру датчика, существуют датчики с **допустимой рабочей температурой до 120 °С**. Это позволяет изготавливать двигатели меньшего размера.

Мощность потерь и шум

На мощность потерь работающего двигателя и связанный с этим нагрев, а также шум оказывает влияние погрешность измерения датчика в пределах одного периода сигнала. Поэтому предпочтительнее использовать датчики вращения с высоким качеством сигнала (лучше $\pm 1\%$ периода сигнала). (Смотри также *Точность измерений*)

Диаграмма 2:

Скорость вращения и результирующая частота на выходе в зависимости от количества периодов сигнала на оборот



Датчики линейных перемещений для линейных двигателей

Общие указания

Критерии выбора датчика линейных перемещений

HEIDENHAIN рекомендует использовать **открытые датчики линейных перемещений** тогда, когда на станке отсутствуют загрязнители, опасные для оптической системы, и необходимо добиться относительно высокой точности: например, на высокоточных станках, измерительных машинах, а также на технологическом оборудовании и испытательных установках в полупроводниковой индустрии.

На металлорежущих станках, которые работают со смазочно-охлаждающей жидкостью, HEIDENHAIN рекомендует использовать **закрытые датчики линейных перемещений**. Требования к монтажной поверхности и к направляющей станка для установки закрытых датчиков не такие строгие, как для открытых датчиков: это позволяет уменьшить затраты на монтаж датчика.

Равномерное движение

Чтобы добиться равномерного движения линейного двигателя, датчик линейных перемещений должен иметь достаточное разрешение в зависимости от диапазона регулировки скорости:

- Для манипуляторов достаточно разрешения в области микрометров.
- Для приводов подач на металлообрабатывающих станках необходимы разрешения 0,1 мкм и меньше.
- На производственных установках в полупроводниковой индустрии требуются разрешения менее нанометра.

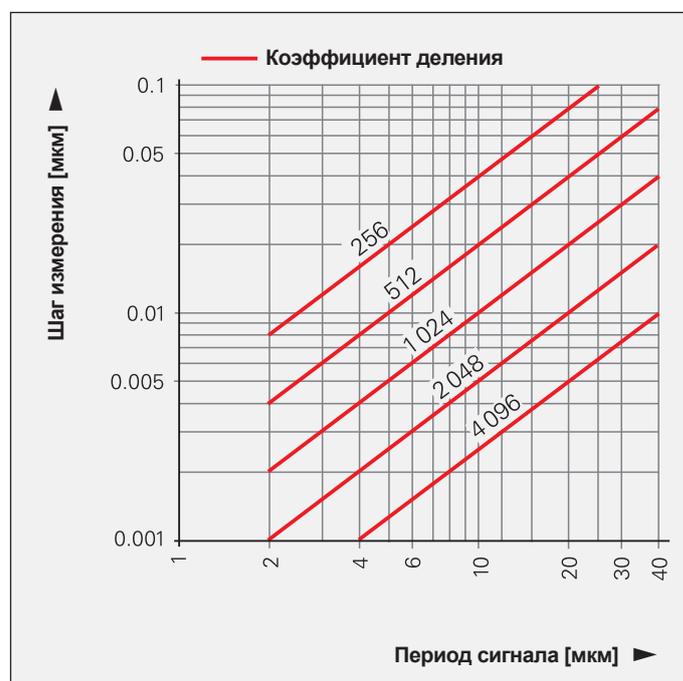
Значительное влияние на равномерное движение линейного двигателя при низких скоростях перемещения оказывают **погрешности измерения в пределах одного периода сигнала**. (Смотри также *Точность измерений*)

Скорости перемещения

Открытые датчики линейных перемещений работают без механического контакта между считывающей головкой и шкалой. Максимально допустимая скорость перемещения ограничивается в этом случае только частотой среза (-3 dB) выходного сигнала.

В закрытых датчиках линейных перемещений считывающая головка перемещается по шкале с помощью шарикоподшипников. Уплотнения защищают шкалу и считывающий элемент от загрязнений. Шарикоподшипники и уплотнения механически допускают скорость перемещения до **180 м/мин**.

Период сигнала и результирующий шаг измерения в зависимости от коэффициента деления

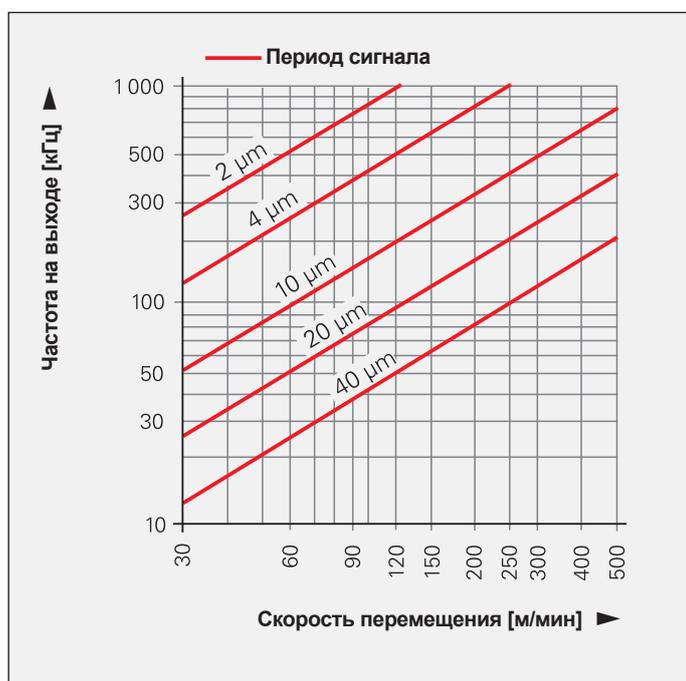


Передача сигналов измерений

Для передачи сигналов измерения действуют в основном те же принципы, что и для датчиков вращения и угла. Например, если при времени выборки 250 мкс необходимо перемещаться с минимальной скоростью 0,01 м/мин, и за один цикл считывания должно выполняться одно изменение минимум одного шага измерения, то требуется шаг измерения ок. 0,04 мкм. Чтобы потребление схемы обрабатывающей электроники было небольшим, необходимо стремиться ко входным частотам менее 1 МГц. Для высоких скоростей перемещения и малых шагов измерения лучше всего подходят датчики линейных перемещений с синусоидальным выходным сигналом или с EnDat 2.2. В частности синусоидальные сигналы по напряжению с уровнем $1 V_{SS}$, частотой среза при -3 dB и частотой 200 кГц и выше допускают длину кабеля до 150 м.

Зависимость между выходной частотой, скоростью перемещения и периодом сигнала линейного датчика показана на рисунке ниже. Даже при периоде сигнала 4 мкм и скорости перемещения до 70 м/мин достигаются частоты лишь в 300 кГц.

Скорость перемещения и результирующая частота на выходе в зависимости от периода сигнала



Полоса пропускания

Гибкое соединение линейного датчика со станком может вызвать ограничение полосы пропускания контура управления положением в линейном двигателе. Значительное влияние на это оказывает монтаж датчика линейных перемещений на станке. (Смотри *Исполнения датчиков и их монтаж*)

В закрытых датчиках линейных перемещений считывающая головка перемещается по шкале. Подвеска соединяет считывающий элемент с корпусом считывающей головки, компенсируя, таким образом, несоосность между шкалой и суппортом станка. Благодаря этому возможны относительно большие допуски для монтажа. Подвеска очень жесткая в направлении измерения и подвижная в поперечном направлении. Если жесткость подвески в направлении измерения мала, то при движении в обратном направлении частота собственных колебаний для контура управления положением и скоростью становится недостаточной, что может ограничить ширину полосы пропускания привода.

Закрытые датчики линейных перемещений, рекомендуемые компанией HEIDENHAIN для линейных двигателей, имеют частоту собственных колебаний подвески в направлении измерения более 650 Гц или более 2 кГц, и лежат таким образом в большинстве случаев на коэффициент 5 - 10 выше первой частоты собственных колебаний станка и выше полосы пропускания контура управления скоростью. Таким образом, датчики линейных перемещений HEIDENHAIN для линейных двигателей практически не ограничивают доступную ширину полосы пропускания контура управления положением и скоростью.

Дополнительную информацию по датчикам линейных перемещений для линейных двигателей Вы найдете в каталогах *Открытые датчики линейных перемещений* и *Датчики линейных перемещений для станков с ЧПУ*.

Устройства измерения положения, отвечающие концепту безопасности

Под обозначением **Functional Safety (Функциональная безопасность)** компания HEIDENHAIN предлагает измерительные системы, отвечающие требованиям безопасности, которые можно использовать в соответствующих системах благодаря последовательной передаче данных с помощью EnDat 2.2. В сочетании с системой ЧПУ, отвечающей концепту безопасности, такую измерительную систему можно использовать в качестве системы одного датчика с категорией систем ЧПУ SIL-2 (по EN 61508/ EN 61800-5-2) или Performance Level „d“ (по EN ISO 13849). Основой надежной передачи значения положения является формирование двух абсолютных значений положения, независимых друг от друга, а также двух битов ошибки, которые передаются в систему ЧПУ.

Основной принцип

Измерительные системы HEIDENHAIN, отвечающие концепту безопасности, проверяются согласно нормам EN ISO 13849-1 (замена нормы EN 954-1), а также EN 61508 и EN 61800-5-2. Согласно этим нормам оценка безопасности системы производится помимо всего прочего по вероятности выхода из строя встроенных деталей или частей общей системы.

Использование таких модулей облегчает производителю устройств, отвечающих концепту безопасности, реализацию всей системы, т.к. он может использовать уже сертифицированные компоненты. Система измерения положения отвечает требованиям концепта безопасности благодаря последовательной передаче данных через EnDat 2.2. В приводе система измерения положения, соответствующая концепту безопасности, является подобным модулем. **Безопасная система измерения положения** состоит из:

- измерительного датчика с интерфейсом EnDat 2.2
- канала передачи со связью EnDat 2.2 и кабелем HEIDENHAIN
- приемника EnDat 2.2 с функцией контроля (EnDat-Master)

Общая система "безопасный привод" состоит на практике из:

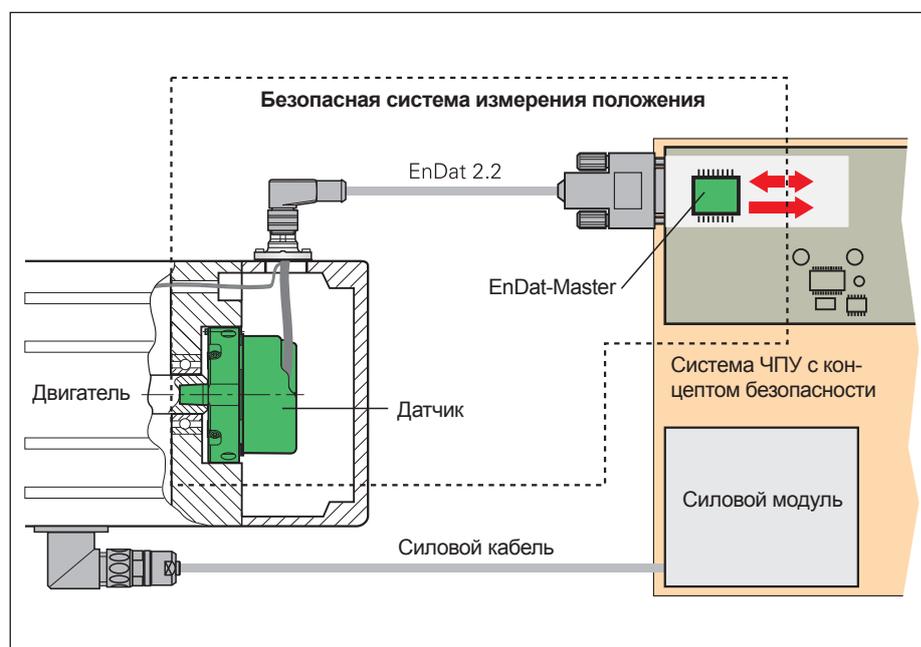
- безопасной системы измерения положения
- системы ЧПУ, соответствующей концепту безопасности (включая EnDat-Master с функцией контроля)
- силового кабеля с силовым кабелем двигателя и привода
- механического соединения между датчиком и двигателем (например, соединение валов/муфта)

Область применения

Безопасные системы измерения положения компании HEIDENHAIN разработаны таким образом, что их можно использовать в качестве системы одного датчика в устройствах ЧПУ категории SIL-2 (по EN 61508). Это соответствует Performance Level „d“ по EN ISO 13849 или категории 3 по EN 954-1. При этом функции безопасной системы измерения положения могут использоваться для следующих функций безопасности общей системы (см. также EN 61800-5-2):

SS1	Safe Stop 1	Безопасная остановка 1
SS2	Safe Stop 2	Безопасная остановка 2
SOS	Safe Operating Stop	Безопасная готовность
SLA	Safely-limited Acceleration	Безопасно ограниченное ускорение
SAR	Safe Acceleration Range	Безопасный диапазон ускорений
SLS	Safely-limited Speed	Безопасно ограниченная скорость
SSR	Safe Speed Range	Безопасный диапазон скорости
SLP	Safely-limited Position	Безопасно ограниченное положение
SLI	Safely-limited Increment	Безопасно ограниченная величина шага
SDI	Safe Direction	Безопасное направление движения
SSM	Safe Speed Monitor	Безопасное сообщение ограниченной скорости

Функции безопасности по EN 61800-5-2



Общая схема безопасного привода

Функционирование

Концепт безопасности системы измерения положения заключается в наличии двух значений положения, генерируемых в датчике независимо друг от друга, и дополнительных битов ошибки, которые передаются по протоколу EnDat-2.2 в EnDat-Master. EnDat-Master реализует различные функции контроля, с помощью которых обнаруживаются ошибки в датчике и при передаче. Проводится, например, сравнение двух полученных значений положения. Затем EnDat-Master подготавливает данные для безопасной системы ЧПУ. Система ЧПУ контролирует функционирование безопасной системы измерения положения при помощи периодических тестов.

Архитектура протокола EnDat 2.2 позволяет обработку всей информации, важной для безопасности, а именно механизмов контроля при нормальной эксплуатации. Это стало возможным благодаря сохранению информации, важной для безопасности, в так называемой дополнительной информации. Согласно EN 61508 архитектура системы измерения положения относится к одноканальным тестируемым системам.

Интеграция системы измерения положения – Документация

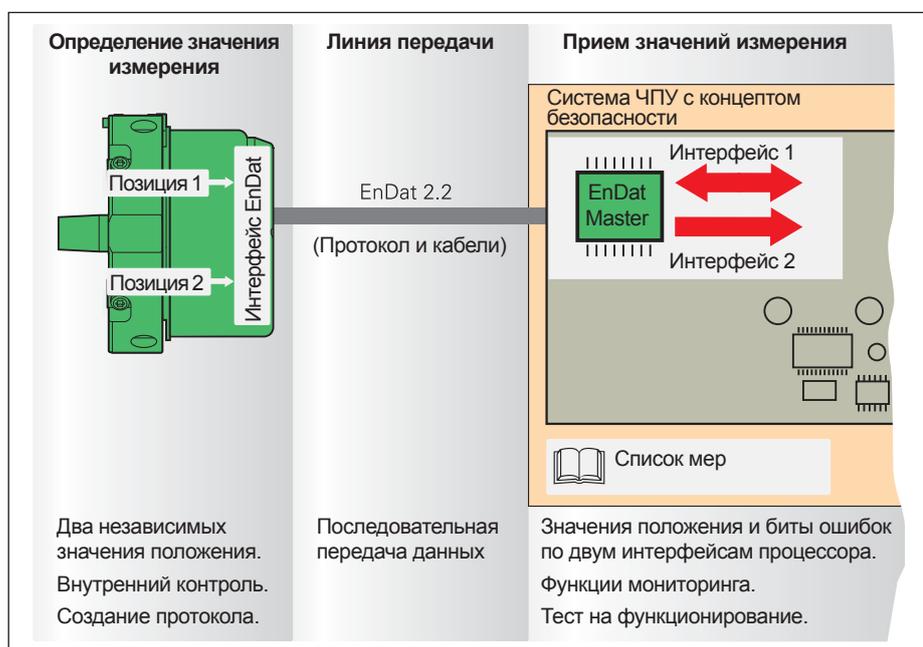
Использование системы измерения положения согласно предписаниям предъявляет требования к системе ЧПУ, конструктору станка, механикам, сервису и т.д. В документации к системе измерения положения указана вся необходимая информация.

Для внедрения системы измерения положения в установку, отвечающую требованиям по безопасности, необходимо использовать подходящую систему управления. Система ЧПУ выполняет основополагающее задание - связь с датчиком и точную обработку данных измерительного датчика.

Требования по интеграции мастера EnDat с функциями контроля в безопасную систему ЧПУ описаны в документации „**Спецификация E/E/PES Требования к безопасности для EnDat-Master и необходимые меры в системе ЧПУ**“ (документ 533095). Здесь содержатся примерные нормы для оценки и дальнейшей обработки значений положения и битов ошибок, электрического подключения и циклических тестов системы измерения положения.

Производителям устройств и станков не надо самим заботиться о таких мелочах. Эта функциональность предоставляется системой ЧПУ. Для выбора подходящего датчика важную роль играют данные из характеристик датчика, каталога и руководства по монтажу. В **технических характеристиках** и в **каталоге** содержатся общие данные о функционировании и о использовании датчика, а также технические данные и допустимые условия окружающей среды. В **инструкции по монтажу** Вы найдете детальное описание монтажа датчика.

Из архитектуры системы безопасности и возможностей диагностики системы ЧПУ вытекают возможные дальнейшие требования. Так в руководстве пользователя системы ЧПУ должно быть ясно указано, требуется ли исключение ошибок для разъединения механического соединения между датчиком и приводом. Результирующие из этого указания конструктор станка должен передать, например, механикам и в службу сервиса (смотри также указания в "Параметры техники безопасности").



Дополнительную информацию по функциональной безопасности Вы найдете в технической информации *Безопасные системы измерения положения* и *Безопасные системы управления*, а также в каталогах по датчикам с функциональной безопасностью.

Принципы измерения

Шкала

Измерительные датчики HEIDENHAIN, работающие на оптическом методе считывания, имеют шкалу с нанесенными на нее штрихами.

В качестве носителя штрихов служит стекло или сталь. В датчиках больших диаметров в качестве носителя шкалы служит стальная лента.

Микроскопические деления компания HEIDENHAIN наносит специально разработанным фотолитографическим методом.

- AURODUR (АУРОДУР): вытравленные матовые штрихи на позолоченной стальной ленте; стандартный период делений 40 мкм
- METALLUR (МЕТАЛЛУР): устойчивые к загрязнению металлические штрихи на золоте; стандартный период делений 20 мкм
- DIADUR (ДИАДУР): очень износостойкие деления из хрома (стандартный период делений 20 мкм) или трехмерные структуры из хрома (стандартный период делений 8 мкм) на стекле
- SUPRADUR (СУПРАДУР) фазовые решетки: оптически трехмерные, плоские структуры; очень устойчивы к загрязнениям; стандартный период делений 8 мкм и меньше
- OPTODUR (ОПТОДУР) фазовые решетки: оптически трехмерные, плоские структуры с очень высоким отражением; стандартный период делений 2 мкм и меньше.

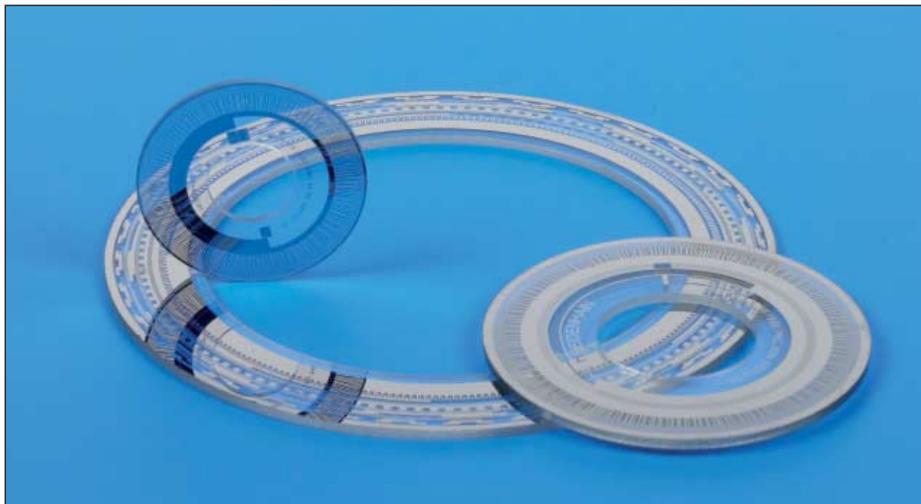
В магнитных датчиках в качестве носителя шкалы служит магнитная сталь. На ней располагаются состоящие из полюсов деления, период которых обычно составляет 400 мкм. Меньший период штрихов физически невозможен из-за небольшой дальности распространения электромагнитного излучения и, как следствие, очень маленького зазора.

В измерительных датчиках с индуктивным методом считывания применяются шкалы на основе меди или никеля. Деления нанесены на носителе для печатных плат.

При **абсолютном методе** измерения значение текущей координаты доступно сразу же после включения датчика и может быть считано измерительной электроникой в любой момент. Передвижение считывающей головки вдоль оси для определения абсолютного положения не требуется. Абсолютное значение положения определяется из **штрихов шкалы**, которые представляют собой последовательный код, или несколько кодированных дорожек.

Сигнал с отдельной инкрементальной дорожки интерполируется и используется для генерирования дополнительного инкрементального сигнала.

В **однооборотных датчиках** абсолютные значения положения повторяются при каждом обороте. **Многооборотные датчики** способны дополнительно различать количество оборотов.



Шкалы абсолютных датчиков вращения

При **инкрементальном методе** считывания шкала представляет собой последовательность штрихов с одинаковым периодом. Координата вычисляется **путем подсчета** отдельных инкрементов (штрихов) от нулевой точки, заданной в любом месте шкалы. Для определения положения требуется абсолютная точка отсчета: для этого на шкале имеется отдельная дорожка, несущая **референтную метку**.

Абсолютное положение, заданное референтной меткой, четко совпадает с одним из шагов измерения.

Чтобы восстановить или установить заново абсолютную привязку, необходимо проехать референтную метку.



Шкалы инкрементальных датчиков вращения

Методы считывания

Фотоэлектрическое считывание

Большинство приборов фирмы HEIDENHAIN основано на фотоэлектрическом методе считывания. Фотоэлектрическое считывание производится без контакта, поэтому отсутствуют изнашивающиеся элементы. Этот способ позволяет распознавать штрихи шириной в несколько микрометров и генерировать выходной сигнал с очень маленьким периодом.

Датчики вращения ERN, ECN, EQN, ERO, а также ROD, RCN, RQN работают на проекционном методе измерения.

В упрощенном виде проекционный метод измерения - это генерирование сигнала на основе значений свет/тень: две шкалы со штрихами одинакового или похожего периода (шкала и шаблон) движутся друг относительно друга. Носитель штрихов шаблона делается из прозрачного материала, носитель самой шкалы тоже может быть прозрачным или иметь металлическую рефлектирующую поверхность.

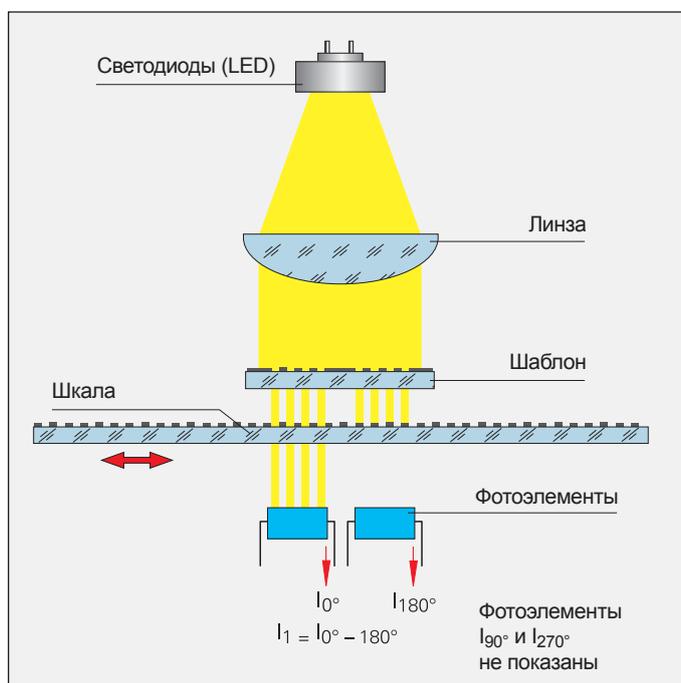
После прохождения параллельных лучей света через шаблон образуется определенная светотеневая последовательность. Шкала имеет такую же градуировку, что и шаблон. При движении шаблона вдоль шкалы штрихи на шаблоне могут совпадать со штрихами на шкале, образуя в местах просветов на выходе "свет", либо штрихи накладываются на просветы и на выходе получается "тень". Фотоэлементы преобразуют эти световые изменения в электрические сигналы, близкие по форме к синусоидальным. С учетом допусков на установку датчиков при применении проекционного метода измерения принято использовать шкалы с ценой делений от 10 мкм и выше.

Другие методы считывания

Некоторые измерительные датчики работают на основе других методов считывания. В качестве шкалы измерительных датчиков ERM используются магнитные штрихи (полюса), нанесенные методом MAGNODUR, которые считываются магнито-резистивными сенсорами.

Датчики вращения ECI/EQI работают на индуктивном методе. В этом случае модулируется высокочастотный сигнал. Значение положения образуется путем считывания сигналов всеми равномерно распределенными по всей окружности катушками-приемниками.

Абсолютные датчики вращения с оптимизированным сканированием ECN 1325 и EQN 1337 имеют вместо отдельных фотоэлементов один фотосенсор с большой поверхностью и мелкой структурой. Эта структура соответствует по ширине решетке шкалы. Благодаря этому можно отказаться от шаблона.



Фотоэлектрическое сканирование - проекционный метод измерения

Электронная коммутация с помощью датчика измерения положения

Коммутация для двигателя переменного тока с возбуждением постоянными магнитами

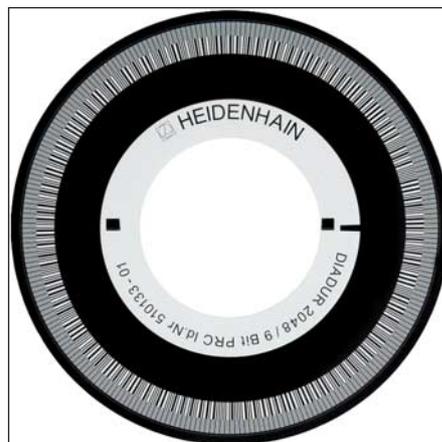
В двигателе переменного тока с возбуждением постоянными магнитами абсолютное значение ротора должно быть известно для электрокоммутации до запуска двигателя. HEIDENHAIN выпускает различные датчики вращения для распознавания положения ротора:

- **Абсолютные датчики вращения** в однооборотном и многооборотном исполнении передают сразу после включения абсолютное значение положения. Из него можно немедленно получить точное положение ротора и использовать для электронной коммутации.
- **Инкрементальные датчики вращения** со второй дорожкой, так называемой **Z1-дорожкой**, передают дополнительный синусоидальный и косинусоидальный сигнал (C и D) на один оборот двигателя. Для коммутации по синусу требуется делительная электроника и мультиплексор сигналов, чтобы получить не только абсолютное положение ротора с точностью $\pm 5^\circ$ из Z1-дорожки, но и информацию о частоте вращения и ориентации из инкрементальной дорожки (смотри также *Интерфейсы – Сигналы коммутации*).
- **Инкрементальные датчики вращения с дорожками блочной коммутации** выдают три дополнительных сигнала коммутации I, II и III. С их помощью силовые электронные устройства настраиваются напрямую. Эти датчики вращения могут иметь с различными дорожками коммутации. Стандартное исполнение имеет 3 периода сигнала (120° мех.) или 4 периода сигнала (90° мех.) на сигнал коммутации и оборот. Независимо от этого инкрементальные прямоугольные сигналы служат для управления положением и скоростью вращения. (Смотри также *Интерфейсы – Сигналы коммутации*)

Коммутация синхронных линейных двигателей

Как и при абсолютных датчиках вращения и угла линейные датчики серии LC передают точное абсолютное значение положения подвижной части двигателя сразу после включения. Благодаря этому возможна максимальная удерживающая сила еще в состоянии покоя.

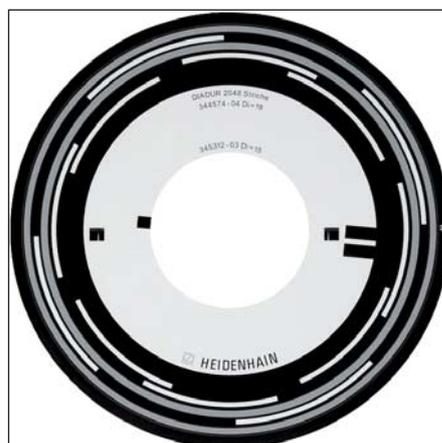
Учитывайте, пожалуйста, реакцию датчика при включении (смотри *Общие указания по электрике*).



Шкала с последовательной кодированной и инкрементальной дорожками



Шкала с Z1-дорожкой



Шкала с дорожками блочной коммутации

Точность измерения

Специфические для **датчиков линейных перемещений** факторы перечислены в каталогах *Датчики линейных перемещений для станков с ЧПУ* и *Открытые датчики линейных перемещений*.

Точность измерения угла определяется в основном следующими параметрами:

1. Точность шкалы
2. Точность сканирования
3. Качество измерительной электроники
4. Эксцентриситет шкалы относительно подшипников
5. Погрешность радиального биения подшипников
6. Эластичность вала датчика и его соединения с измеряемым валом
7. Упругость муфты статора (ERN, ECN, EQN) или муфты вала (ROD, ROC, ROQ)

Точность измерения угла определяет точность позиционирования круговой оси.

Указанная в технических характеристиках **точность системы** действует для 20 °С и имеет следующее определение: *Предельно допустимая погрешность в любой точке, отнесенная к среднему значению, не выходит за пределы точности системы ± a.*

- Для датчиков вращения с подшипниками и встроенной муфтой статора предельно-допустимая погрешность уже включает в себя погрешность, вызванную муфтой.

- В датчиках вращения с подшипниками и без муфты погрешность, вызванную установкой муфты, необходимо учитывать дополнительно.

- При использовании датчиков вращения без подшипников необходимо учитывать погрешности монтажа, погрешности подшипников измеряемого вала, а также погрешность юстировки считывающей головки (см. следующую страницу).

Точность системы учитывает как погрешность измерения в пределах одного оборота датчика, так и погрешность в пределах одного периода сигнала.

При значительных измеряемых углах большее влияние оказывает **погрешность измерения в пределах одного оборота**.

А при небольших углах перемещения большее влияние оказывает **погрешность измерения в пределах одного периода сигнала**. В контуре управления скоростью эта погрешность может привести к колебаниям скорости вращения. Датчики вращения HEIDENHAIN со встроенными подшипниками позволяют интерполировать синусоидальный выходной сигнал с точностью деления лучше ± 1% периода сигнала.

Пример

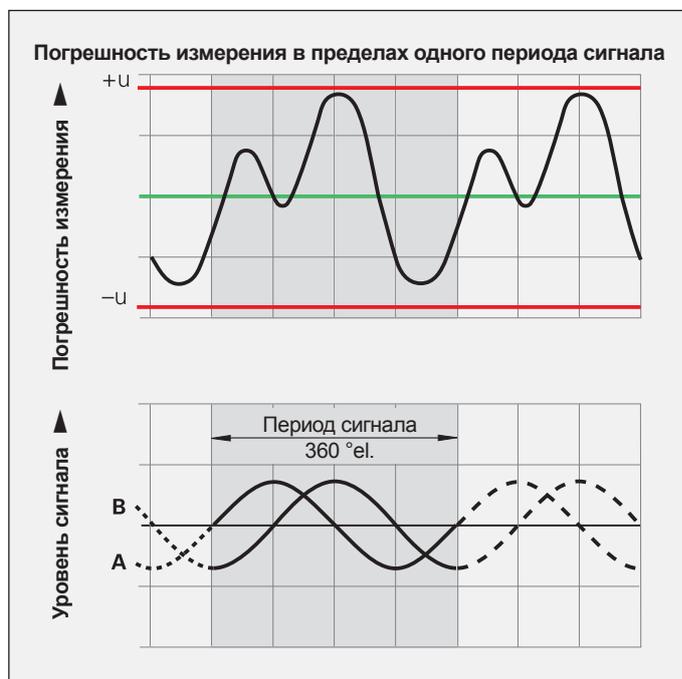
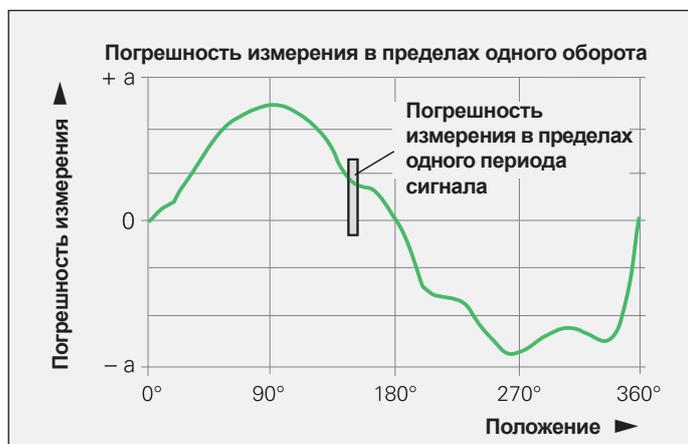
Датчик вращения с 2048 синусоидальными периодами сигнала на оборот: один период сигнала соответствует примерно 600".

Из этого следует, что максимальная погрешность измерения положения в пределах одного периода сигнала равна примерно ± 6".

При определении текущего значения скорости вращения из текущего значения положения два следующих друг за другом цикла считывания всегда влияют на погрешность измерения датчика в пределах одного периода сигнала. Погрешность измерения датчика в пределах одного оборота имеет значение для контура управления скоростью только тогда, когда определяются лишь несколько значений положения на оборот, например, если за время выборки 250 мкс и при скорости вращения $n \approx 24\,000$ об/мин выполняется только 10 считываний за оборот.

Датчики HEIDENHAIN обеспечивают наименьшую погрешность измерения даже при температуре двигателя до 120 °С.

В датчиках с прямоугольным выходным сигналом погрешности измерения составляют ок. ± 3% периода сигнала. Эти сигналы подходят для PLL-деления, максимум в 100 раз.



Точность измерения

Датчики вращения без подшипников

Датчики вращения с фотоэлектрическим сканированием

Дополнительно к заданной точности системы на результирующую точность датчиков вращения без подшипников с фотоэлектрическим сканированием большое влияние оказывает качество монтажа и юстировки считывающей головки. Особенно влияет эксцентриситет шкалы и радиальное биение измеряемого вала.

Пример

Датчик вращения ERO 1420 со средним диаметром диска шкалы 24,85 мм: радиальное биение измеряемого вала 0,02 мм приводит к погрешности определения положения в пределах одного оборота, равной ± 330 угловым секундам.

Для оценки погрешности встраиваемого датчика вращения без подшипников ERO основные погрешности необходимо рассматривать отдельно.

1. Погрешность отклонения от заданного направления шкалы

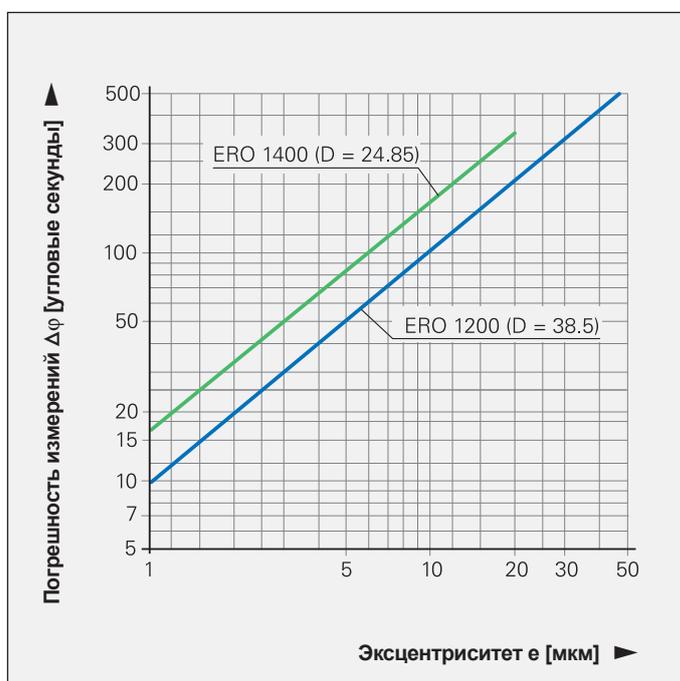
ERO: предельное значение погрешности отклонения от заданного направления относительно его среднего значения приводится в *Технических характеристиках* как точность делений шкалы. Сумма точности делений и точности определения координаты в пределах одного периода сигнала называется точностью системы.

2. Погрешность эксцентриситета шкалы относительно подшипников

При монтаже круговой шкалы со ступицей необходимо учитывать тот факт, что подшипники имеют радиальное биение (погрешность формы). При центрировании с помощью центрирующего пояска втулки компания HEIDENHAIN гарантирует эксцентриситет шкалы относительно центрирующего пояска не более 5 мкм для датчиков, приведенных в данном каталоге. Для этой величины точности встраиваемых датчиков вращения предполагается, что погрешность диаметра между ведущим и устанавливаемым валами равна нулю.

Если поясок центрируется относительно подшипников, то в неблагоприятном случае оба вектора эксцентриситета складываются.

Результирующая погрешность измерений $\Delta\varphi$ при различных эксцентриситетах e в зависимости от среднего диаметра шкалы D



Между эксцентриситетом e , средним диаметром шкалы D и погрешностью измерений $\Delta\varphi$ существует следующая взаимосвязь (см. рисунок внизу):

$$\Delta\varphi = \pm 412 \cdot \frac{e}{D}$$

$\Delta\varphi$ = погрешность измерения в угловых секундах "

e = эксцентриситет шкалы относительно подшипников в мкм

D = средний диаметр шкалы в мм

Тип	Средний диаметр шкалы D	Погрешность на 1 мкм эксцентриситета
ERO 1420 ERO 1470 ERO 1480	$D = 24,85$ мм	$\pm 16,5''$
ERO 1225 ERO 1285	$D = 38,5$ мм	$\pm 10,7''$

3. Погрешность радиального биения подшипников

Вышеназванная связь с погрешностью измерений $\Delta\varphi$ распространяется также и на погрешность радиального биения подшипников, если в качестве эксцентриситета e принять половину ошибки биения (половина измеренного значения). Упругость подшипников под влиянием радиального биения вала вызывает аналогичную погрешность.

4. Погрешность измерения в пределах одного периода сигнала $\Delta\varphi_u$

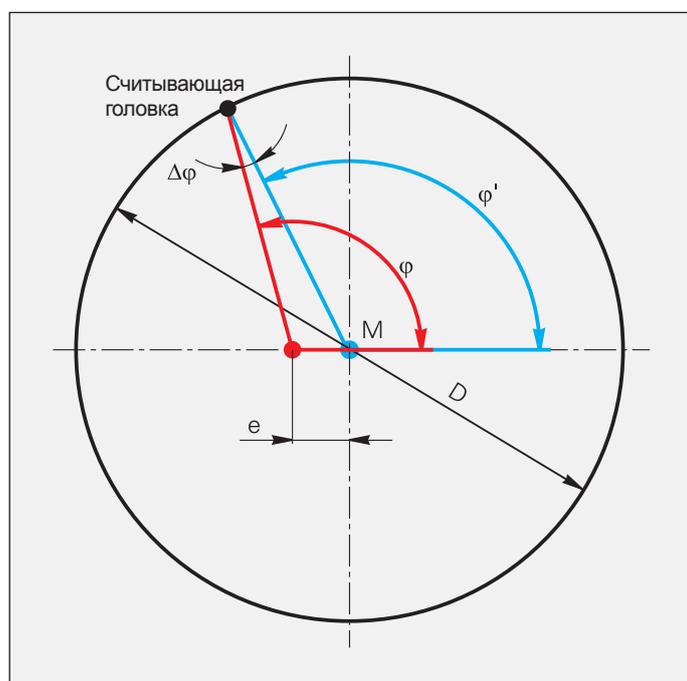
Считывающие головки всех датчиков настраиваются компанией HEIDENHAIN таким образом, чтобы при монтаже без дополнительных электрических настроек максимальная погрешность измерений в пределах одного периода сигнала не превышала указанных ниже значений.

Тип	Количество штрихов	Погрешность измерения в пределах одного периода сигнала $\Delta\varphi_u$	
		TTL	1 V_{SS}
ERO	2048	$\leq \pm 19,0''$	$\leq \pm 6,5''$
	1500	$\leq \pm 26,0''$	$\leq \pm 8,7''$
	1024	$\leq \pm 38,0''$	$\leq \pm 13,0''$
	1000	$\leq \pm 40,0''$	$\leq \pm 14,0''$
	512	$\leq \pm 76,0''$	$\leq \pm 25,0''$

Эти погрешности измерений в пределах одного периода сигнала уже учтены в точности системы. При превышении допусков для монтажа погрешности могут увеличиться.

Датчики вращения с индуктивным сканированием

В датчиках вращения без подшипников с индуктивным сканированием результирующая точность зависит от питающего напряжения, температуры, скорости вращения, рабочего расстояния между ротором и статором, а также от монтажа. Более подробную информацию по ним можно получить по запросу.



Зависимость погрешности измерения $\Delta\varphi$ от среднего диаметра шкалы D и эксцентриситета e .

M Центр шкалы
 φ фактический угол
 φ' считанный угол

Механические исполнения датчиков и их монтаж

Датчики вращения со встроенными подшипниками и муфтой статора

Датчики вращения **ECN/EQN/ERN** оснащены собственными подшипниками и имеют муфту со стороны статора. Измеряемый вал соединяется непосредственно с валом датчика. При угловых ускорениях вала муфта статора компенсирует только возникающий при трении подшипника крутящий момент. Датчики вращения **ECN/EQN/ERN** отличаются хорошими динамическими свойствами и высокой частотой собственных колебаний.

Преимущества муфты статора:

- отсутствие монтажного допуска между валом и корпусом статора ExN 1300 и ExN 1100
- высокая частота собственных колебаний муфты
- высокая жесткость соединения с валом
- уменьшенное требуемое пространство для монтажа
- простой монтаж

Монтаж **ECN/EQN/ERN 1100** и **ECN/EQN/ERN 1300**

Полый тупиковый или конический вал датчика вращения соединяется с фронтальной стороны с валом двигателя с помощью винта в центре. Центрирование на валу двигателя осуществляется с помощью полого или конического вала. Со стороны статора датчик закрепляется в посадочном отверстии с помощью винта, затягиваемого вдоль оси.

Монтаж **ECN/EQN/ERN 1000** и **ERN 1x23**

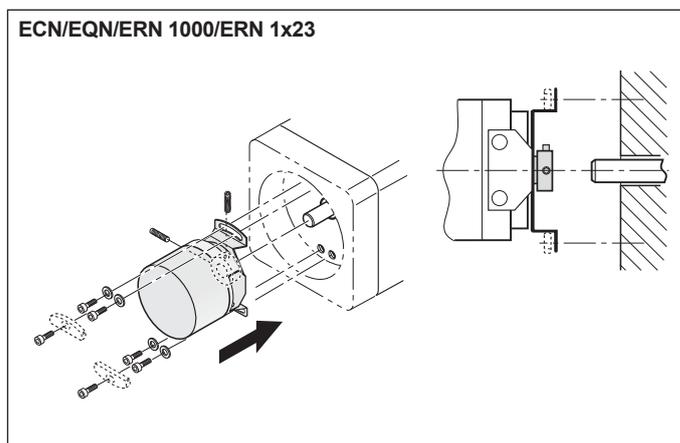
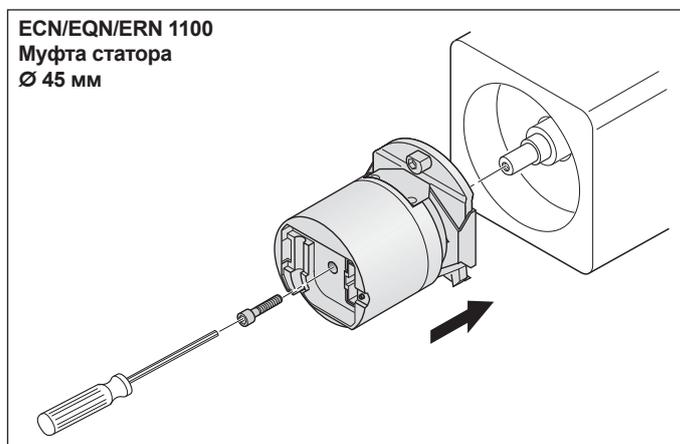
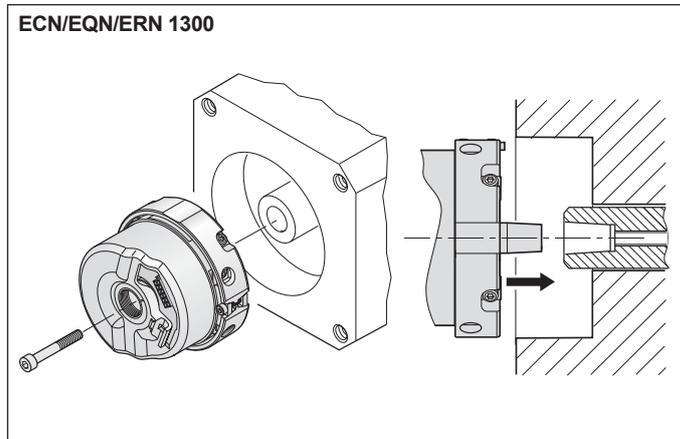
Датчик вращения одевается своим полым валом на вал двигателя и закрепляется с помощью двух винтов со стороны ротора. Монтаж со стороны статора выполняется на плоской поверхности с помощью 4 зажимных винтов или 2 зажимных винтов и упоров без центрирующего фланца.

ECN/EQN/ERN 1000 имеют полый тупиковый вал, а **ERN 1123** сплошной полый вал.

Монтажные принадлежности для **ECN/EQN/ERN 1000**

Упор

Для повышения частоты собственных колебаний f_E при монтаже с помощью двух зажимных винтов ID 334653-01 (2 штуки)



Монтажные принадлежности

Съемные биты

Для муфт вала компании HEIDENHAIN

Для зажима вала и муфт статора ExN

Для зажима вала ERO

Раствор ключа	Длина	ID
1,5	70 мм	350 378-01
1,5 (шаровая головка)		350 378-02
2		350 378-03
2 (шаровая головка)		350 378-04
2,5		350 378-05
3 (шаровая головка)		350 378-08
4		350 378-07
4 (с цапфами) ¹⁾		350 378-14
TX8	89 мм	350 378-11
	152 мм	350 378-12



¹⁾ Для винтов DIN 6912 (короткая головка с направляющим отверстием)

Отвертка

Момент вращения настраивается

от 0,2 Нм до 1,2 Нм ID 350 379-04

от 1 Нм до 5 Нм ID 350 379-05

Инструмент для демонтажа

Для отсоединения разъема печатной

платы для ERN 1120, ERN 1180 и

ERN 1123

ID 592818-01

Механические исполнения датчиков и их монтаж

Датчики вращения без подшипников

Датчики вращения без подшипников **ERO**, **ECI/EQI** состоят из считывающей головки и круговой шкалы со штрихами, которые юстируются друг относительно друга при монтаже. Качество монтажа оказывает решающее воздействие на результирующую точность.

Встраиваемые датчики вращения **ERO** состоят из круговой шкалы с втулкой и считывающей головки. Они особенно хорошо подходят для монтажа в ограниченном пространстве с небольшими смещениями по оси и небольшим радиальным биением или тогда, когда необходимо избежать трения в любом его проявлении.

В датчиках типового ряда **ERO 1200** шкала с втулкой одевается на вал и юстируется относительно считывающей головки. Считывающая головка выравнивается по центрирующему пояску и закрепляется на монтажной поверхности.

Датчики типового ряда **ERO 1400** - это самые маленькие встраиваемые датчики вращения. Они имеют встроенное **вспомогательное устройство монтажа**, которое центрирует шкалу относительно считывающей головки и устанавливает расстояние между шкалой и шаблоном. Это помогает сократить время монтажа. В комплект поставки входит крышка для защиты от постороннего света.

Монтажные принадлежности ERO 1400

Монтажные принадлежности

Вспомогательное устройство для демонтажа скобы, помогающее добиться оптимального монтажа датчика.

ID 510 175-01

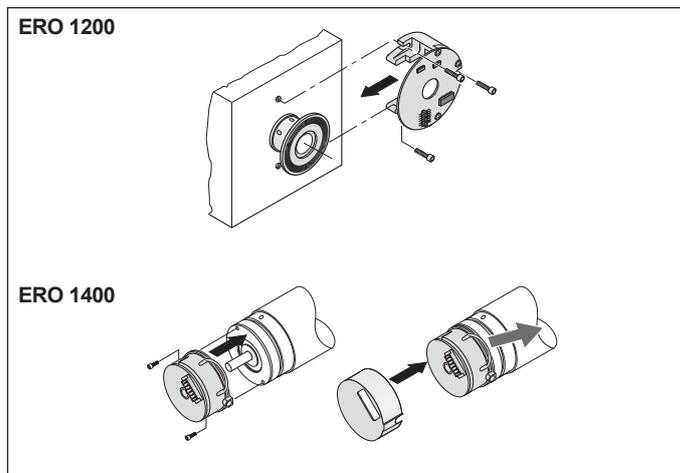
Принадлежности

Крышка для ERO 14xx с аксиальным штекером для платы и отверстием в центре.

ID 331 727-23

Для индуктивных датчиков вращения без подшипников **ECI/EQI** необходимо учитывать особые указания по монтажу. Для этого требуется отдельное обучение по монтажу.

Датчик вращения **ECI 119** предварительно выравнивается на ровной поверхности, а затем задвигается на вал двигателя, при этом полый вал датчика должен быть застопорен. Закрепление и соединение с валом выполняется с помощью аксиальных винтов.



Монтаж ERO



Монтажные принадлежности ERO 1400



Монтаж ECI 119

Индуктивные датчики вращения **ECI/EQI 1100** монтируются вдоль оси до упора. Полюс тупиковый вал закрепляется с помощью центрального винта. Со стороны статора датчик закрепляется на уступе с помощью двух аксиальных винтов.

Рабочее расстояние между ротором и статором жестко задается при монтаже. Дополнительная юстировка невозможна. Максимально допустимая погрешность, заданная в установочных размерах, действует как для монтажа, так и для эксплуатации. Допуски, задействованные при монтаже, в дальнейшем недоступны для аксиальных движений вала во время эксплуатации.

После монтажа можно косвенно определить действительное рабочее расстояние между ротором и статором с помощью амплитуды сигнала датчика, платы сопряжения для ПК IK215 и программного обеспечения ATS. Характеристическая кривая показывает связь между амплитудой сигнала и погрешностью относительно идеального расстояния при различных условиях окружающей среды.

На примере ECI/EQI 1100 показано результирующее отклонение от идеального рабочего расстояния для амплитуды сигнала 80% в идеальных условиях. Значение между +0,07 мм и +0,15 мм обусловлено внутренними допусками датчика вращения. Таким образом, во время работы допустимо движение вала двигателя максимум от -0,27 до +0,05 мм (зеленая стрелка).

Принадлежности ECI 119, ECI/EQI 1100
для проверки рабочего расстояния

Выходной кабель

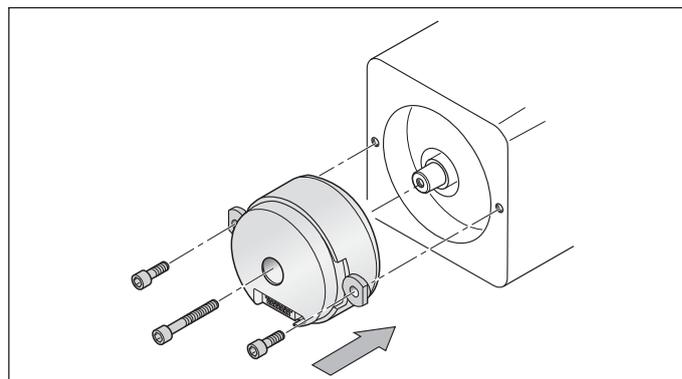
для IK 215, PWM 20 включая 3 разъема 12-пол. и 3 разъема 15-пол.
ID 621742-01

Программное обеспечение ATS

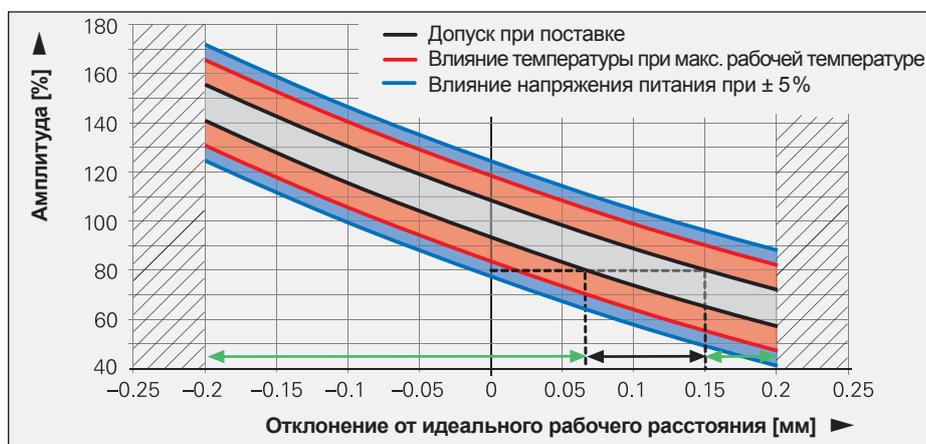
для проверки выходных сигналов в сочетании с комплектом для юстировки и проверки (смотри Средства измерения HEIDENHAIN)
ID 539862-xx

Разъем 15-пол.

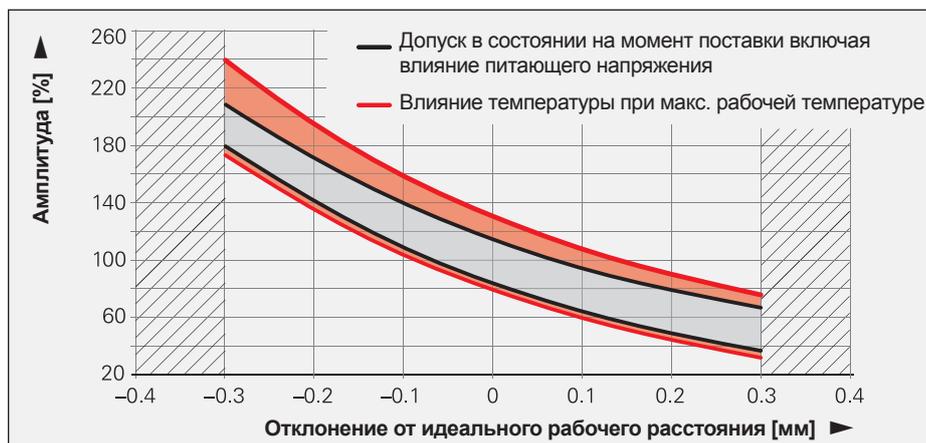
три штуки
ID 528694-02



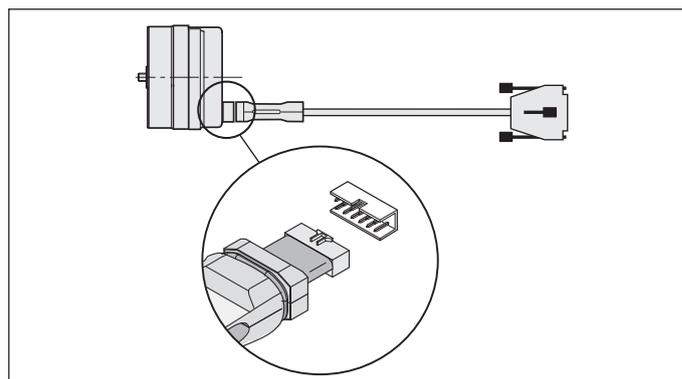
Монтаж ECI/EQI 1100



ECI/EQI 1100 с EnDat 2.1

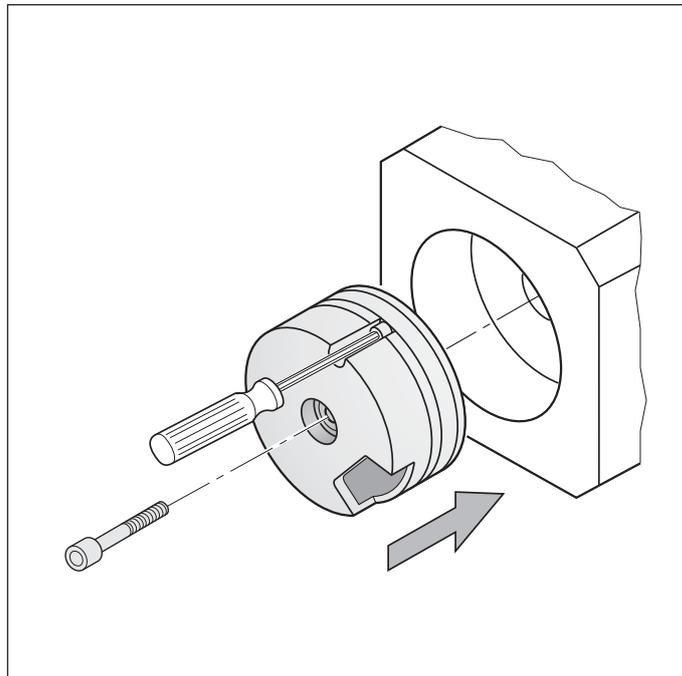


ECI 1118 с EnDat 2.2



Монтажные принадлежности ECI/EQI

Индуктивные датчики вращения **ESI/ EQI 1300** по монтажу совместимы с фотоэлектрическими датчиками ExN 1300: конический вал (возможна поставка датчика с полым тупиковым валом) закрепляется при помощи центрального винта. Со стороны статора датчик закрепляется с помощью аксиального винта. Рабочее расстояние между ротором и статором должно быть отъюстировано при монтаже.



Монтаж **ESI/EQI 1300**

Принадлежности для юстировки ESI/EQI 1300

Для юстировки необходимы:

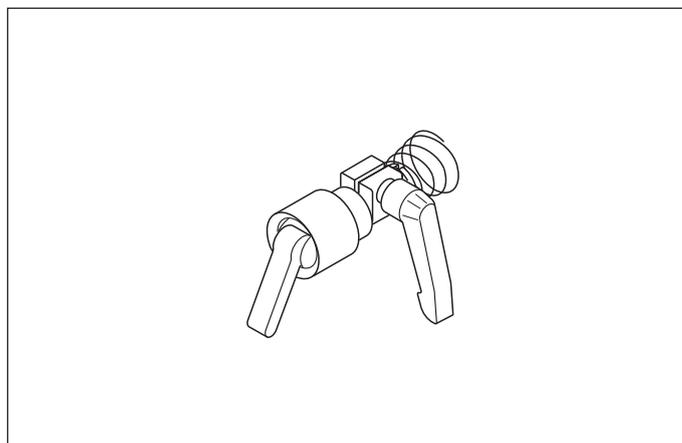
Вспомогательное устройство для установки рабочего расстояния
ID 335 529-xx

Вспомогательное устройство для установки положения ротора относительно ЭДС двигателя
ID 352 481-xx

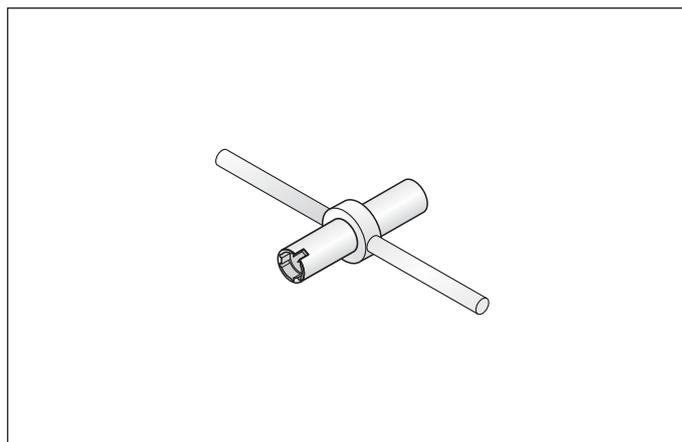
Выходной кабель
для IK 215, PWM 20 включая 3 разъема 12-пол. и 3 разъема 15-пол.
ID 621 742-01

Программное обеспечение ATS
для проверки выходных сигналов в сочетании с комплектом для юстировки и проверки (смотри Средства измерения HEIDENHAIN)
ID 539 862-xx

Разъем 12-пол.
три шуки в качестве замены
ID 528 694-01



Вспомогательное устройство для установки рабочего расстояния



Вспомогательное устройство для установки положения ротора

Юстировка датчика вращения относительно ЭДС двигателя

Сразу после включения питающего напряжения синхромотора необходимо иметь абсолютное значение положения ротора. Для этого подходят датчики вращения с дополнительным сигналом коммутации – они предоставляют довольно грубую информацию о положении – или абсолютные датчики вращения в однооборотном или многооборотном исполнении, которые выдают точный угол с погрешностью в несколько угловых секунд. При монтаже этих датчиков положение ротора двигателя должно быть выставлено относительно датчика, чтобы добиться токов двигателя. Недостаточно точное выставление датчика относительно ЭДС двигателя приводит к сильным шумам и высоким потерям.

Датчик вращения со встроенными подшипниками

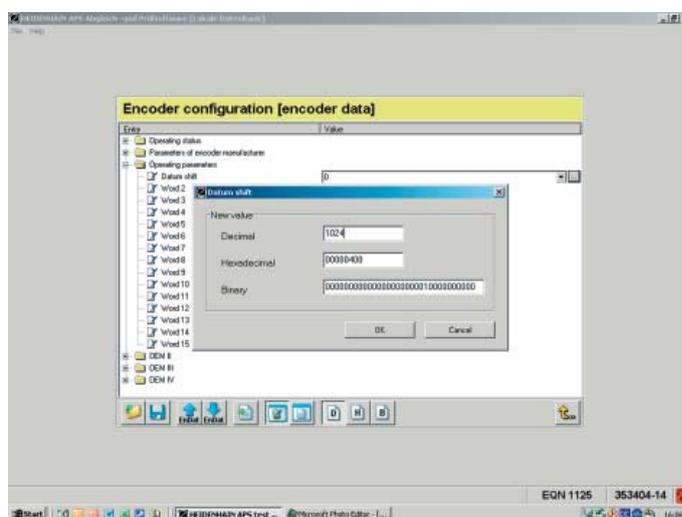
Сначала ротор двигателя приводится в нужное положение с помощью нагрузки постоянным током. **Датчик вращения с сигналом коммутации** выставляется сначала грубо, например, с помощью маркировочного штриха на датчике или сигнала референтной метки и монтируются на двигателе. Точное совмещение выполняется с помощью прибора для измерения фазового угла PWM 9: статор датчика поворачивается до тех пор, пока PWM 9 не покажет, что расстояние до референтной метки примерно равно нулю. **Абсолютные датчики вращения** сначала монтируются полностью. После чего выбранному положению ротора двигателя присваивается "ноль" с помощью смещения нулевой точки. Для этого можно использовать комплект для юстировки и проверки. Он поддерживает все функции EnDat и позволяет не только смещать нулевую точку, но и устанавливать защиту от записи для предотвращения случайного изменения сохраненных значений и использовать другие функции контроля.

Датчики вращения без подшипников

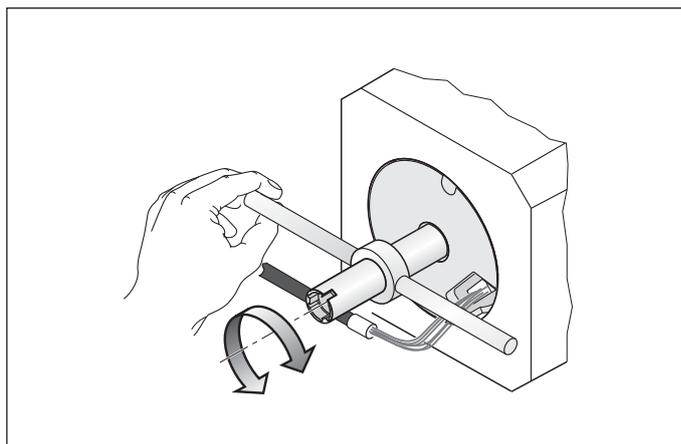
Датчики ECI/EQI полностью монтируются, юстируются, проверяются с помощью комплекта для юстировки. Для ECI/EQI с последовательным интерфейсом (EnDat21) возможна электронная компенсация: полученное значение коррекции сохраняется в датчике и может быть считано управляющей электроникой для расчета значения положения. ECI/EQI 1300 позволяют также выполнение ручной юстировки. Для этого центральный винт снова ослабляется и ротор датчика поворачивается в желаемое положение с помощью монтажного приспособления, например, до тех пор, пока абсолютное значение положения не будет равно примерно нулю.



Ток двигателя при отъюстированном и неотъюстированном датчике вращения



Юстировка датчика вращения относительно ЭДС двигателя с помощью комплекта для юстировки и проверки



Ручная юстировка датчиков ECI/EQI 1300

Общие указания по механике

UL-сертификация

Все перечисленные в данном каталоге датчики вращения и кабели соответствуют требованиям по безопасности согласно UL для США и CSA для Канады.

Ускорения

Во время эксплуатации и во время монтажа датчики работают с различными ускорениями.

• Вибрация

На проверочном стенде датчики аттестуются на заданные в технических характеристиках значения ускорений при частотах от 55 до 2000 Гц согласно EN 60068-2-6. Если же при эксплуатации в зависимости от монтажа и применения постоянно возникает резонанс, то функциональность датчика может быть нарушена или он может быть поврежден. **В подобных случаях необходимо исследование системы в целом.**

• Удар

На проверочном стенде для ударной нагрузки с полусинусоидальной сосредоточенной нагрузкой датчики аттестуются на заданные в технических характеристиках значения ускорений и время воздействия согласно EN 60068-2-27.

Постоянная ударная нагрузка в данном случае не исследуется: **ее необходимо проверять на практике.**

- **Максимальное угловое ускорение** составляет 10^5 рад/с² (DIN 32878). Это максимально допустимое ускорение вращения, с которым можно ускорять ротор, при котором датчик не будет поврежден. Достижимое в действительности угловое ускорение зависит от типа соединения с валом. Достаточный коэффициент запаса прочности определяется при тестировании системы.

Влажность воздуха

Относительная влажность воздуха не должна превышать 75%. На короткое время допустимо 95%. Выпадение конденсата не допускается.

Магнитные поля

Магнитные поля > 30 мТл могут повлиять на функционирование датчика. При необходимости обращайтесь в компанию HEIDENHAIN, г.Траунройт.

RoHS

HEIDENHAIN проверяет свою продукцию на безопасность материалов согласно норме 2002/95/EG („RoHS“) и 2002/96/EC („WEEE“). За инструкцией производителя по RoHS обращайтесь в ближайшее представительство.

Частота собственных колебаний

В датчиках типа ROC/ROQ/ROD, а также RIC/RIQ ротор и муфта представляют собой упруго-инерционную систему, способную колебаться; в датчиках типа ECN/EQN/ERN - это статор и муфта статора.

Частота собственных колебаний соединения f_E должна быть максимально высокой. Условием обеспечения максимально возможной частоты собственных колебаний датчиков ROC/ROQ/ROD является использование муфты с высокой жесткостью пружины С (см. *Соединительные муфты*).

$$f_E = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{C}{I}}$$

f_E : частота собственных колебаний в Гц
С: жесткость пружины муфты в Нм/рад
I: момент инерции ротора в кгм²

Датчики вращения ECN/EQN/ERN в соединении с муфтой статора представляют собой упруго-инерционную систему, способную колебаться, частота собственных колебаний f_E должна быть максимально высокой. Если же возникают еще и радиальные и/или осевые ускорения, то начинает проявляться жесткость подшипника и статора датчика. В случае возникновения подобных нагрузок рекомендуется обратиться в компанию HEIDENHAIN, г. Траунройт.

Защита от прикосновений (EN 60529)

Вращающиеся части датчиков должны быть надежно защищены от случайных прикосновений к ним.

Степень защиты (EN 60529)

Степень защиты приведенных в каталоге датчиков относится к обычным условиям монтажа. Соответствующие значения Вы найдете в технических характеристиках. Если заданной степени защиты недостаточно, например, при вертикальном монтаже датчика, необходимо защитить датчик дополнительными методами (крышка, абиринтное уплотнение и т.д.). Брызги воды не должны попадать на детали датчика.

Быстроизнашивающиеся детали

Измерительные датчики HEIDENHAIN рассчитаны на долгий срок службы. Техническое обслуживание датчиков не требуется. Однако они содержат компоненты, подверженные износу, степень которого зависит от области применения и обращения с датчиком. Особенно это касается кабелей в местах изгибов. У датчиков вращения и угла с подшипниками также часто изнашиваются подшипники и уплотнительные кольца, а у линейных датчиков - уплотнения.

Тест системы

Как правило, датчики компании HEIDENHAIN интегрируются в общую систему. В этом случае, независимо от спецификации датчика, необходимо проводить **подробный тест всей системы в целом.**

Указанные в каталоге технические параметры относятся, прежде всего, к датчику, а не к системе в целом. Компания HEIDENHAIN не несет ответственности в случаях использования датчиков не по назначению или в непредназначенной для них области. При повышенных требованиях к надежности система высокого уровня должна проверять значения координат, выдаваемые датчиком после включения.

Монтаж

Все операции, необходимые для правильного монтажа датчика, указаны в поставляемой вместе с ним инструкции по монтажу. Все указанные в данном каталоге данные и рекомендации относительно монтажа носят лишь рекомендательный характер и не имеют обязательной силы.

Внесение изменений в датчик

Работоспособность и точность датчиков HEIDENHAIN гарантируется только в том случае, если в него не вносились изменения. Любое вмешательство, даже самое малое, исключает гарантию и может повлиять на функциональность и надежность датчика. К этому относится использование дополнительных средств, таких как защитные лаки, смазочные средства (например, в винтах) или клей. При сомнениях рекомендуется обращаться в компанию HEIDENHAIN, г. Траунройт.

Температурный диапазон

Для датчика в упаковке температура хранения составляет от -30 до 80 °С.

Диапазон рабочих температур задает, какую температуру может достигать датчик вращения при эксплуатации в реальных условиях. В пределах этого диапазона гарантируется корректное функционирование датчика (DIN 32878). Рабочая температура измеряется на торце фланца датчика (см. чертеж с присоединительными размерами), ее не следует путать с окружающей температурой.

На температуру датчика вращения влияют:

- условия монтажа
- температура окружающей среды
- собственный нагрев датчика

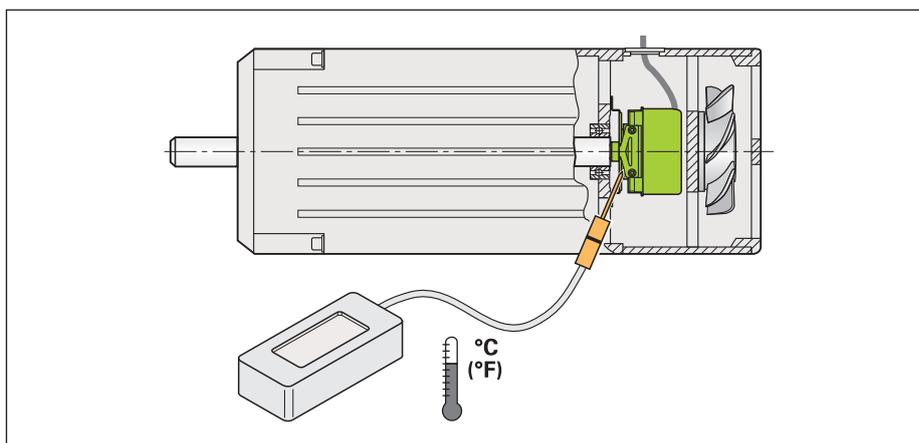
Собственный нагрев датчика вращения зависит от его конструктивных особенностей (муфта статора/сплошной вал, уплотнение вала и т.д.), а также от условий эксплуатации (скорость вращения, напряжение питания). Кратковременный повышенный собственный нагрев датчика наблюдается при долгом простое (несколько месяцев). Учитывайте, пожалуйста, двухминутную фазу запуска при низких оборотах. Чем выше собственный нагрев датчика, тем ниже должна быть температура окружающей среды, чтобы не превышалась максимально допустимая температура эксплуатации.

В таблицах представлен примерный ожидаемый собственный нагрев датчиков вращения. В неблагоприятном случае на собственный нагрев влияют рабочие параметры, например питающее напряжение 30 В и максимальные обороты. Если датчик вращения эксплуатируется на границе максимально допустимых значений, то действительную рабочую температуру необходимо измерять на самом датчике. С помощью соответствующих мер (вентилятор, теплопроводящие листы) можно уменьшить окружающую температуру так, что максимально допустимая рабочая температура при непрерывной эксплуатации не будет превышать.

Для высоких скоростей вращения при максимально допустимой температуре окружающей среды возможна поставка специсполнений с уменьшенной степенью защиты (без уплотнения вала и связанных с ним нагревов при трении).

Собственный нагрев при напряжении питания		15 В	30 В
	ERN/ROD	ок. + 5 К	ок. + 10 К
	ECN/EQN/ROC/ROQ	ок. + 5 К	ок. + 10 К
Собственный нагрев при скорости вращения n_{\max}			
Сплошной вал	ROC/ROQ/ROD	ок. + 5 К при степени защиты IP 64 ок. + 10 К при степени защиты IP 66	
Полый тупиковый вал	ECN/EQN/ERN 400	ок. + 30 К при степени защиты IP 64 ок. + 40 К при степени защиты IP 66	
	ECN/EQN/ERN 1000	ок. + 10 К	
Сквозной полый вал	ECN/ERN 100	ок. + 40 К при степени защиты IP 64	
	ECN/EQN/ERN 400	ок. + 50 К при степени защиты IP 66	

Стандартный собственный нагрев датчика вращения в зависимости от конструктивных особенностей при максимально допустимой скорости вращения. Зависимость между скоростью вращения и собственным нагревом почти линейна.

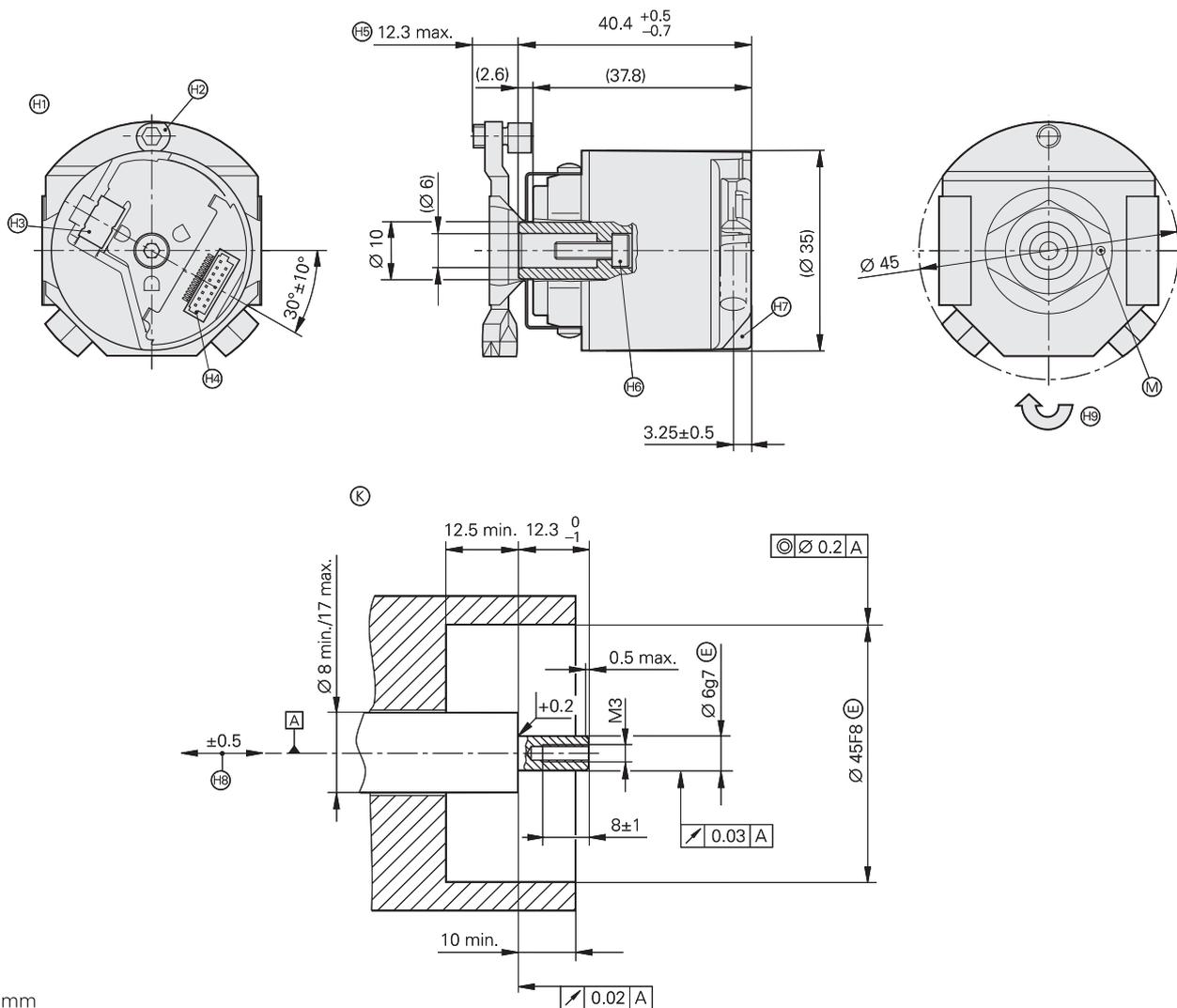


Измерение действительной температуры эксплуатации в заданной точке датчика вращения (смотри *Технические характеристики*)

Типовой ряд ECN/EQN 1100

Датчики вращения с подшипниками для установки в двигатель

- Встроенная муфта статора
- Монтажный диаметр $\varnothing 45$ мм
- Компактное исполнение
- Полный тупиковый вал



mm



Tolerancing ISO 8015

ISO 2768 - m H

< 6 mm: ± 0.2 mm

▭ = подшипники

Ⓞ = установочные размеры

Ⓜ = точка измерения температуры эксплуатации

Ⓢ = изображение датчика без крышки

Ⓣ = соединительный болт (M4 SW3) для монтажа открутите на 1 оборот и затяните с моментом 2 ± 0.1 Нм

Ⓤ = крепление для кабеля с обжимной гильзой $\varnothing 4.3 \pm 0.1$ - длина 7

Ⓦ = штырьковая колодка 15-пол.

ⓓ = переменная, зависящая от муфты

ⓔ = винт ISO 4762 самостопорящийся SW2.5, момент затяжки 1.2 ± 0.1 Нм

ECN: M3 x 10

EQN: M3 x 22

Ⓡ = съемная крышка

Ⓛ = компенсация монтажных допусков и термических расширений, динамические перемещения не допускаются

Ⓜ = направление вращения вала для получения выходных сигналов в соответствии с описанием интерфейса

	Абсолютные			
	ECN 1113	ECN 1123 	EQN 1125	EQN 1135 
Инкрементальные сигналы	$\sim 1 V_{SS}^{1)}$	–	$\sim 1 V_{SS}^{1)}$	–
Количество штрихов	512	–	512	–
Частота среза –3 dB	≥ 190 кГц	–	≥ 190 кГц	–
Абсолютные значения положения	EnDat 2.2			
Обозначение при заказе	EnDat 01	EnDat 22	EnDat 01	EnDat 22
Кол-во положений на об.	8 192 (13 бит)	8 388 608 (23 бит)	8 192 (13 бит)	8 388 608 (23 бит)
Различаемые обороты	–		4 096 (12 бит)	
Электрически допустимая частота вращения/Погрешность ²⁾	4 000 об/мин/± 1 LSB 12 000 об/мин/± 16 LSB	12 000 об/мин (для стабильного значения положения)	4 000 об/мин/± 1 LSB 12 000 об/мин/± 16 LSB	12 000 об/мин (для стабильного значения положения)
Время вычисления t_{cal}	≤ 9 мкс	≤ 7 мкс	≤ 9 мкс	≤ 7 мкс
Точность системы	± 60“			
Напряжение питания	DC от 3,6 В до 14 В			
Потребляемая мощность (максимум)	3,6 В: ≤ 600 мВт 14 В: ≤ 700 мВт		3,6 В: ≤ 700 мВт 14 В: ≤ 800 мВт	
Потребляемый ток (номинальный)	5 В: 85 мА (без нагрузки)		5 В: 105 мА (без нагрузки)	
Электрическое подключение через разъем на датчике	15-полюсный	15-полюсный ³⁾	15-полюсный	15-полюсный ³⁾
Вал	полый тупиковый вал $\varnothing 6$ мм			
Мех. доп. частота вращ. n	12 000 об/мин			
Начальный пусковой момент	$\leq 0,001$ Нм (при 20 °С)		$\leq 0,002$ Нм (при 20 °С)	
Момент инерции ротора	ок. $0,4 \cdot 10^{-6}$ кгм ²			
Допустимое аксиальное смещение вала двигателя	± 0,5 мм			
Вибрация от 55 до 2000 Гц Удар 6 мс	≤ 200 м/с ² (EN 60 068-2-6) ≤ 1000 м/с ² (EN 60 068-2-27)			
Макс. температура эксплуатации	115 °С			
Мин. температура эксплуатации	–40 °С			
Степень защиты EN 60529	степень защиты после монтажа IP 40			
Масса	ок. 0,1 кг			

¹⁾ Ограниченные допуски
Амплитуда сигнала: от 0,80 до 1,2 V_{SS}
Погрешность симметрии: 0,05
Отношение сигналов: от 0,9 до 1,1
Фазовый угол: $90^\circ \pm 5^\circ$ el.

²⁾ Погрешность между абсолютным и инкрементальным сигналом, зависящая от скорости вращения

³⁾ С разъемом для датчика температуры, оптимизировано для КТУ 84-130

Функциональная безопасность для ECN 1123 и EQN 1135 по запросу

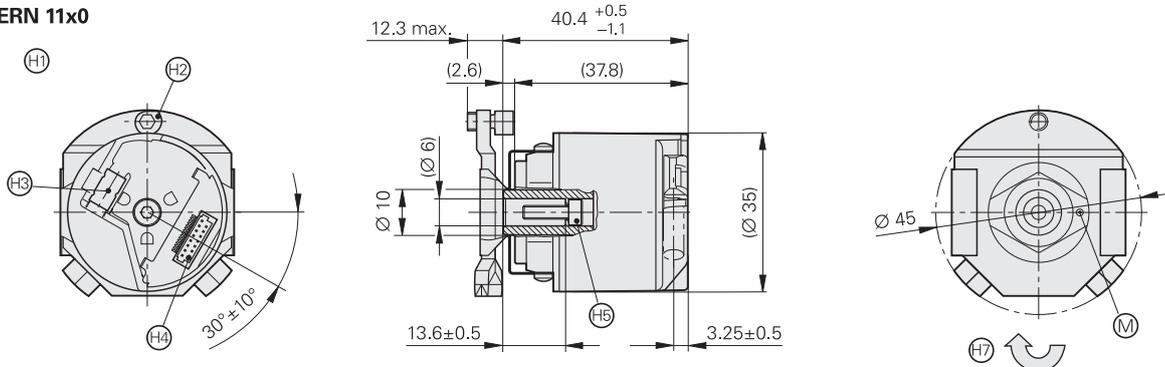
Типовой ряд ERN 1100

Датчики вращения с подшипниками для установки в двигатель

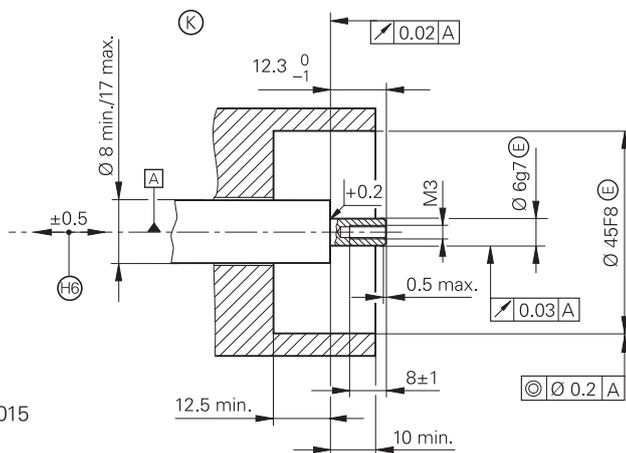
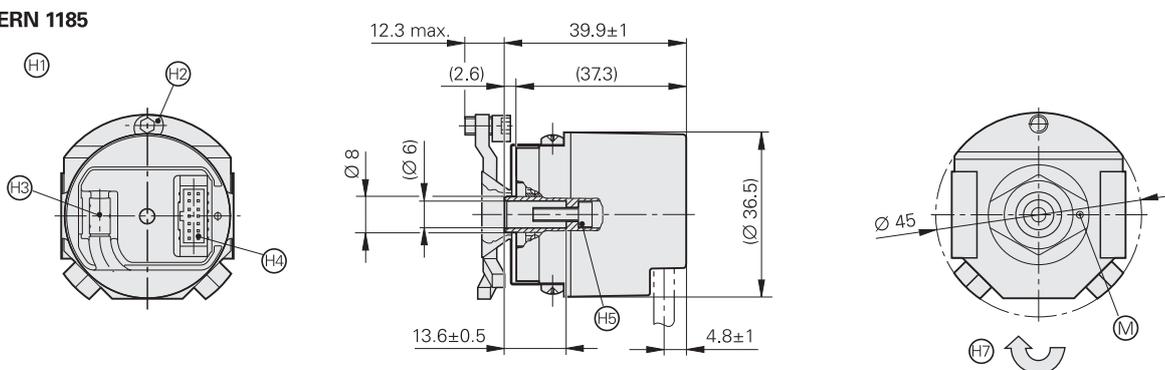
- Встроенная муфта статора
- Монтажный диаметр $\varnothing 45$ мм
- Компактное исполнение
- Полый тупиковый вал



ERN 11x0

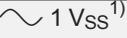


ERN 1185



mm
 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

- = подшипники со стороны двигателя
- ⊙ = установочные размеры
- Ⓜ = точка измерения температуры эксплуатации
- Ⓢ = изображение датчика без крышки
- Ⓣ = для закрепления эксцентрика муфты (M4) поверните вправо примерно на 90°. Момент затяжки 2±0.1 Нм
- Ⓤ = крепление для кабеля с обжимной гильзой $\varnothing 4.3 \pm 0.1$ - длина 7
- Ⓦ = ERN 11xx: JAE-разъем 15-пол.
ERN 1185: FCI-разъем 14-пол.
- Ⓧ = винт M3 x 10 ISO 4762 SW2.5 самостопорящийся, момент затяжки 1.2±0.1 Нм
- Ⓨ = компенсация монтажных допусков и термических расширений, динамические перемещения не допускаются
- Ⓩ = направление вращения вала для получения выходных сигналов в соответствии с описанием интерфейса

	Инкрементальные		
	ERN 1120	ERN 1180	ERN 1185
Инкрементальные сигналы	 TTL	 $1 V_{SS}^{1)}$	
Количество штрихов*	1024 2048 3600	512 2048	
Референтная метка	одна		
Тактовая частота Распознаваемый сигнал а Частота среза -3 dB	≤ 300 кГц $\geq 0,39$ мкс -	- - ≥ 180 кГц	- - 512 штрихов: ≥ 100 кГц 2048 штрихов: ≥ 350 кГц
Абсолютные значения	-		 $1 V_{SS}^{1)}$
Кол-по положений/об.	-		Z1-дорожка ²⁾
Точность системы	1024 штрихов: $\pm 64''$ 2048 штрихов: $\pm 32''$ 3600 штрихов: $\pm 18''$		512 штрихов: $\pm 60''$ 2048 штрихов: $\pm 40''$
Напряжение питания	DC 5 В $\pm 10\%$		DC 5 В $\pm 5\%$
Потребление тока (без нагрузки)	≤ 120 мА		≤ 150 мА
Электрическое подключение через разъем на датчике	15-пол.		14-пол.
Вал	полый тупиковый вал $\varnothing 6$ мм		
Мех. доп. частота вращ. n	12000 об/мин		10000 об/мин
Начальный пусковой момент	$\leq 0,001$ Нм (при 20 °C)		
Момент инерции ротора	ок. $0,3 \cdot 10^{-6}$ кгм ²		
Допустимое аксиальное смещение вала двигателя	$\pm 0,5$ мм		
Вибрация от 55 до 2000 Гц Удар 6 мс	≤ 100 м/с ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 м/с ² (EN 60068-2-27)		
Макс. температура эксплуатации	100 °C		115 °C
Мин. температура эксплуатации	-30 °C		
Степень защиты EN 60529	степень защиты после монтажа IP 40		
Масса	ок. 0,1 кг		

* Необходимо выбрать при заказе

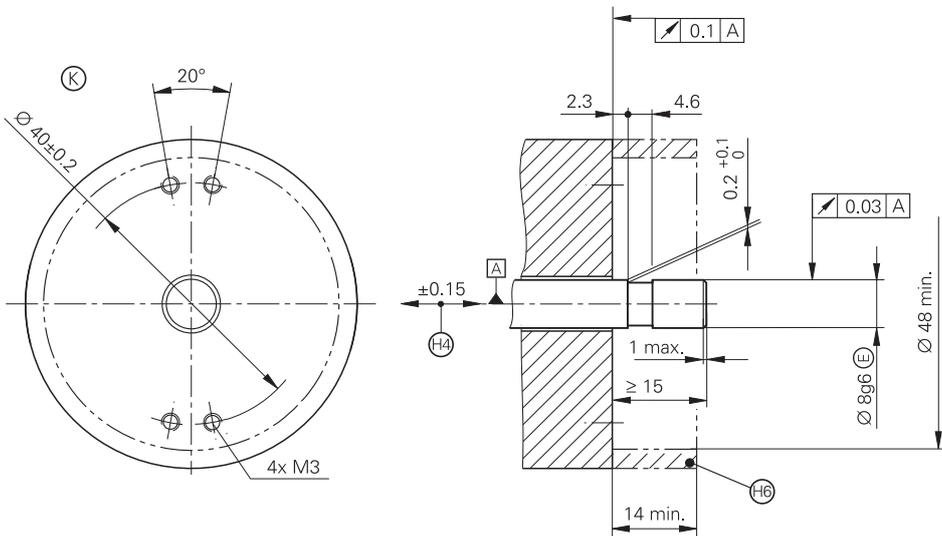
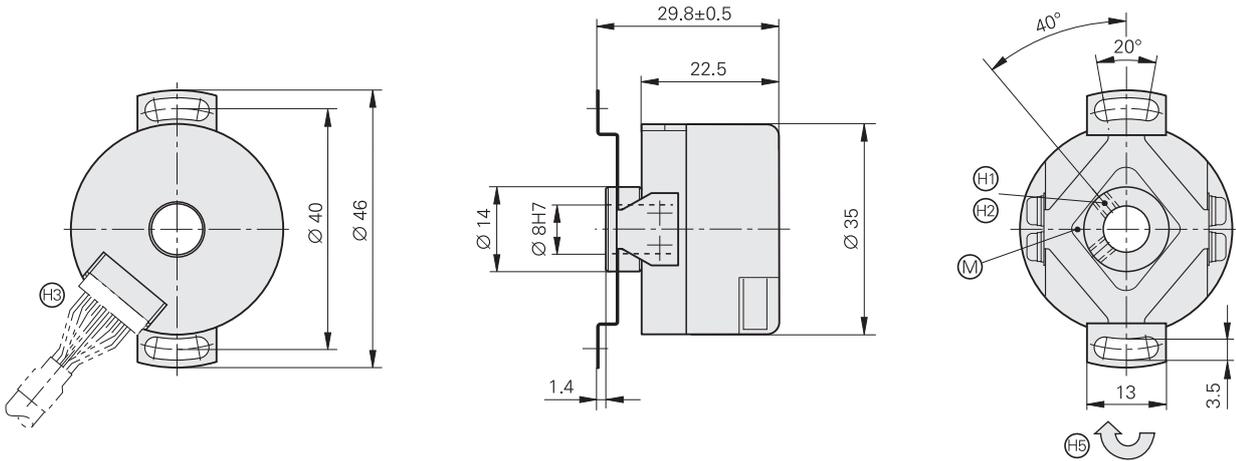
¹⁾ Ограниченные допуски
Амплитуда сигнала: от 0,80 до 1,2 V_{SS}
Погрешность симметрии: 0,05
Отношение сигналов: от 0,9 до 1,1
Фазовый угол: $90^\circ \pm 5^\circ$ el.
Отношение сигнал/шум E, F: 100 мВ

²⁾ Для коммутации по синусу: один синусоидальный и один косинусоидальный сигналы на оборот

ERN 1123

Датчики вращения с подшипниками для установки в двигатель

- Встроенная муфта статора
- Внешний диаметр $\varnothing 35$ мм
- Сквозной полый вал $\varnothing 8$ мм
- Сигналы блочной коммутации



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

- ▣ = подшипники со стороны двигателя
- ⊙ = точка измерения температуры эксплуатации
- ⊕ = установочные размеры
- ⊕ = 2 винта с зажимным кольцом. Момент затяжки: 0.6 ± 0.1 Нм, SW: 1.5
- ⊕ = положение референтной метки $\pm 10^\circ$
- ⊕ = JAE-арзъем 15-пол.
- ⊕ = компенсация монтажных допусков и термических расширений, динамические перемещения не допускаются
- ⊕ = направление вращения вала для получения выходных сигналов в соответствии с описанием интерфейса

ERN 1123	
Инкрементальные сигналы	□□ TTL
Периоды сигнала/об.*	500 512 600 1000 1024 1250 2000 2048 2500 4096 5000 8192
Референтная метка	одна
Тактовая частота Распознаваемый сигнал a	≤ 300 кГц ≥ 0,41 мкс
Абсолютные значения положения	□□ TTL (3 сигнала коммутации U, V, W)
Сигналы коммутации*	2 x 180° (C01); 3 x 120° (C02); 4 x 90° (C03)¹⁾
Точность системы	± 260" ± 130"
Напряжение питания	DC 5 В ± 10%
Потребление тока (без нагрузки)	≤ 70 мА
Электрическое подключение	разъем печатной платы 15-пол.
Вал	сквозной полый вал Ø 8 мм
Механически допустимая частота вращения n	≤ 6000 об/мин
Начальный пусковой момент	≤ 0,005 Нм (при 20 °С)
Момент инерции ротора	0,5 · 10 ⁻⁶ кгм ²
Допустимое аксиальное смещение вала двигателя	± 0,15 мм
Вибрация от 25 до 2000 Гц Удар 6 мс	≤ 100 м/с ² (EN 60 068-2-6) ≤ 1000 м/с ² (EN 60 068-2-27)
Макс. температура эксплуатации	90 °С
Мин. температура эксплуатации	-20 °С
Степень защиты EN 60529	IP 00 ²⁾
Масса	ок. 0,06 кг

Жирным шрифтом: это исполнение имеет более короткий срок поставки

* Необходимо выбрать при заказе

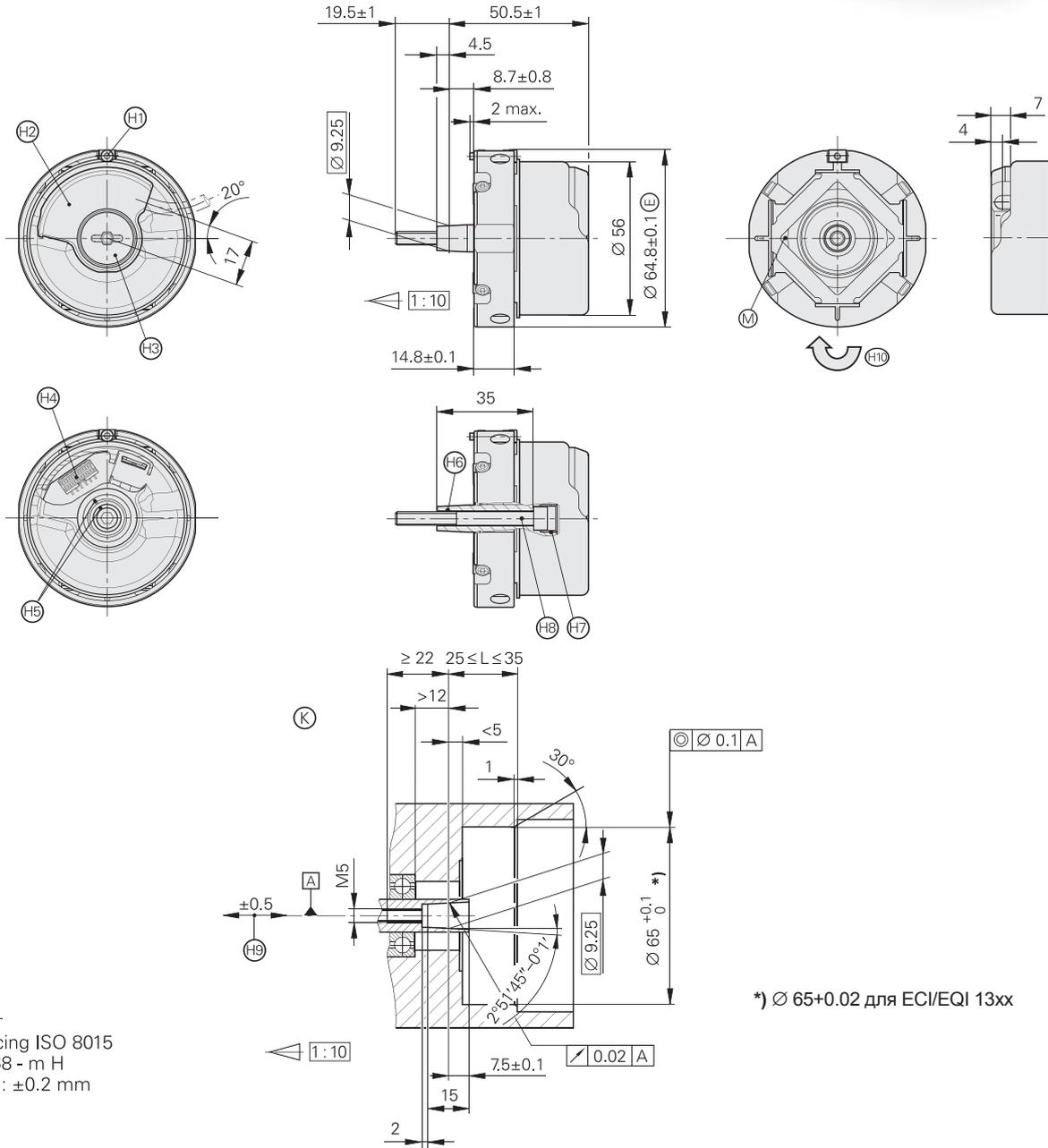
¹⁾ Три прямоугольных сигнала со смещением периодов сигнала на 90°, 120° или 180° мех.; смотри *Сигналы коммутации для блочной коммутации*

²⁾ Соответствие CE должно обеспечиваться во всей системе путем выполнения соответствующих мер при монтаже.

Типовой ряд ECN/EQN 1300

Датчики вращения с подшипниками для установки в двигатель

- Встроенная муфта статора
- Монтажный диаметр 65 мм
- Конический вал



mm



Tolerancing ISO 8015

ISO 2768 - m H

< 6 mm: ±0.2 mm

- Ⓐ = подшипники со стороны двигателя
- Ⓑ = подшипники датчика
- Ⓒ = установочные размеры
- Ⓜ = точка измерения температуры эксплуатации
- Ⓢ = зажимный винт для кольца муфты SW2, момент затяжки 1.25-0.2 Нм
- Ⓐ = литая крышка
- Ⓢ = зажимной винт SW3 и SW4, момент затяжки 5+0.5 Нм
- Ⓢ = ERN: штырьковая колодка 12-пол.
ERн с Z1-дорожкой: штырьковая колодка 14-пол.
ERн с блочной коммутацией: штырьковая колодка 16-пол.
ECN/EQN: штырьковая колодка 12-пол.
ECN/EQN: штырьковая колодка 12-пол. + 4-пол.
- Ⓢ = ERN положение референтной метки вал – крышка
ECN/EQN положение нулевой позиции вал – крышка
- Ⓢ = отжимная резьба M6
- Ⓢ = отжимная резьба M10
- Ⓢ = самостопорящийся винт M5 x 50 DIN 6912 SW4, момент затяжки 5+0.5 Нм
- Ⓢ = компенсация монтажных допусков и термических расширений, динамические перемещения не допускаются
- Ⓢ = направление вращения вала для получения выходных сигналов в соответствии с описанием интерфейса

	Абсолютные			
	ECN 1313	ECN 1325 	EQN 1325	EQN 1337 
Инкремент. сигналы	$\sim 1 V_{SS}^{1)}$	–	$\sim 1 V_{SS}^{1)}$	–
Количество штрихов*	512 2048	2048	512 2048	2048
Частота среза –3 dB	2048 штр.: ≥ 400 кГц 512 штр.: ≥ 130 кГц	–	2048 штр.: ≥ 400 кГц 512 штр.: ≥ 130 кГц	–
Абс. значения положений	EnDat 2.2			
Обозначение при заказе	EnDat 01	EnDat 22	EnDat 01	EnDat 22
Кол-во положений/об.	8 192 (13 бит)	33554432 (25 бит)	8 192 (13 бит)	33554432 (25 бит)
Различимые обороты	–		4096 (12 бит)	
Электрически допустимая частота вращения/ Погрешность ²⁾	512 штрихов: 5000 об/мин/± 1 LSB 12000 об/мин/± 100 LSB 2048 штрихов: 1500 об/мин/± 1 LSB 12000 об/мин/± 50 LSB	15000 об/мин (для стабильного значения положения)	512 штрихов: 5000 об/мин/± 1 LSB 12000 об/мин/± 100 LSB 2048 штрихов: 1500 об/мин/± 1 LSB 12000 об/мин/± 50 LSB	15000 об/мин (для стабильного значения положения)
Время вычисления t_{cal}	≤ 9 мкс	≤ 7 мкс	≤ 9 мкс	≤ 7 мкс
Точность системы	512 штрихов: ± 60"; 2048 штрихов: ± 20"			
Напряжение питания	DC от 3,6 до 14 В			
Потребляемая мощность (максимум)	3,6 В: ≤ 600 мВт 14 В: ≤ 700 мВт		3,6 В: ≤ 700 мВт 14 В: ≤ 800 мВт	
Потребляемый ток (ном.)	5 В: 85 мА (без нагрузки)		5 В: 105 мА (без нагрузки)	
Электрическое подключение через разъем на датчике	12-пол.	Датчик вращения: 12-полюсный Темп. датчик ³⁾ : 4-пол.	12-пол.	Датчик вращения: 12-полюсный Темп. датчик ³⁾ : 4-пол.
Вал	конический вал Ø 9,25 мм; конус 1:10			
Мех. доп. частота вращ. n	≤ 15000 об/мин		≤ 12000 об/мин	
Нач. пуск. момент при 20 °C	≤ 0,01 Нм			
Момент инерции ротора	$2,6 \cdot 10^{-6}$ кгм ²			
Частота собственных колебаний муфты статора	≥ 1800 Гц			
Допустимое аксиальное смещение вала двигателя	± 0,5 мм			
Вибрация от 55 до 2000 Гц Удар 6 мс	≤ 300 м/с ^{2,4)} (EN 60068-2-6) ≤ 2000 м/с ² (EN 60068-2-27)			
Макс. темп. эксплуатации	115 °C			
Мин. темп. эксплуатации	–40 °C			
Степень защиты EN 60529	степень защиты после монтажа IP 40			
Масса	ок. 0,25 кг			

* Необходимо выбрать при заказе

¹⁾ Ограниченные допуски Амплитуда сигнала: от 0.8 до 1,2 V_{SS}
Погрешность симметрии: 0,05
Отношение сигналов: от 0,9 до 1,1
Фазовый угол: 90° ± 5° el.
Отношение сигнал/шум E, F: 100 мВ

²⁾ Погрешность между абсолютным и инкрементальным сигналом, зависящая от скорости вращения

³⁾ Использование оптимизировано для КТУ 84-130

⁴⁾ Действует согласно норме при комнатной температуре; при температуре эксплуатации до 100 °C действует: ≤ 300 м/с²;
до 115 °C: ≤ 150 м/с²

Функциональная безопасность доступна для ECN 1325 и EQN 1337.
Размеры и технические характеристики смотри в информации о датчике

	Инкрементальные				
	ERN 1321	ERN 1381	ERN 1387	ERN 1326	
Инкрементальные сигналы	□ TTL	~ 1 V _{SS} ¹⁾		□ TTL	
Количество штрихов*/ Точность системы	1024/± 64" 2048/± 32" 4096/± 16"	512/± 60" 2048/± 20" 4096/± 16"	2048/± 20"	1024/± 64" 2048/± 32" 4096/± 16"	8192/± 16" ⁵⁾
Референтная метка	одна				
Тактовая частота Распознаваемый сигнал а Частота среза -3 dB	≤ 300 кГц ≥ 0,35 мкс -	- ≥ 210 kHz		≤ 300 кГц ≥ 0,35 мкс -	≤ 150 кГц ≥ 0,22 мкс
Абсолютные значения положения	-		~ 1 V _{SS} ¹⁾	□ TTL	
Сигналы коммутации*	-		Z1-дорожка ²⁾	3 x 120°; 4 x 90° ³⁾	
Напряжение питания	DC 5 В ± 10%		DC 5 В ± 5%		
Потребление тока (без нагрузки)	≤ 120 мА		≤ 130 мА	≤ 150 мА	
Электрическое подключение через разъем на датчике	12-пол.		14-пол.	16-пол.	
Вал	конический вал Ø 9,25 мм; конус 1:10				
Мех. доп. частота вращ. n	≤ 15000 об/мин				
Начальный пусковой момент при 20 °C	≤ 0,01 Нм				
Момент инерции ротора	2,6 · 10 ⁻⁶ кгм ²				
Частота собственных колебаний муфты статора	≥ 1800 Гц				
Допустимое аксиальное смещение вала двигателя	± 0,5 мм				
Вибрация от 55 до 2000 Гц Удар 6 мс	≤ 300 м/с ^{2 4)} (EN 60 068-2-6) ≤ 2000 м/с ² (EN 60 068-2-27)				
Макс. температура эксплуатации	120 °C	120 °C 4096 штрихов: 80 °C	120 °C		
Мин. темп. эксплуатации	-40 °C				
Степень защиты EN 60529	степень защиты после монтажа IP 40				
Масса	ок. 0,25 кг				

* Необходимо выбрать при заказе

- 1) Ограниченные допуски
- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| Амплитуда сигнала: | от 0,8 до 1,2 V _{SS} |
| Погрешность симметрии: | 0,05 |
| Отношение сигналов: | от 0,9 до 1,1 |
| Фазовый угол: | 90° ± 5° el. |
| Отношение сигнал/шум E, F: | 100 мВ |

2) Один синусоидальный и один косинусоидальный сигналы на оборот

3) Три прямоугольных сигнала со смещением фаз периодов сигнала на 90° или 120° мех.;
смотри *Сигналы коммутации для блочной коммутации*

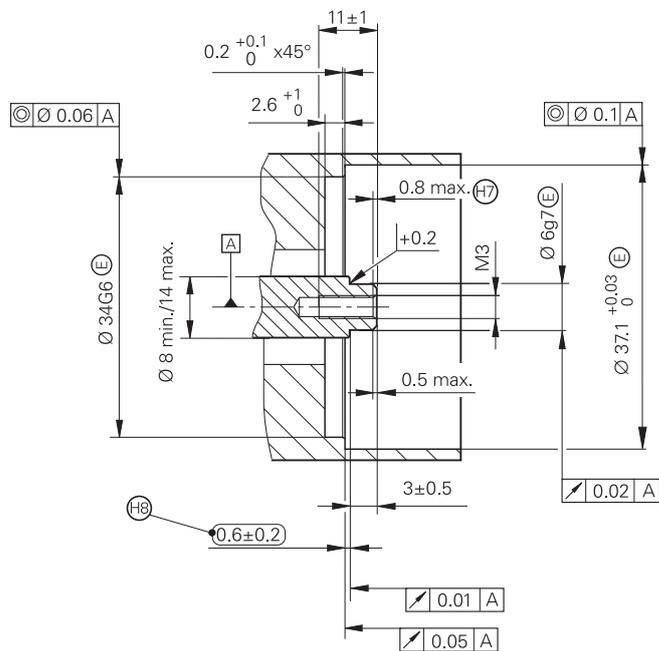
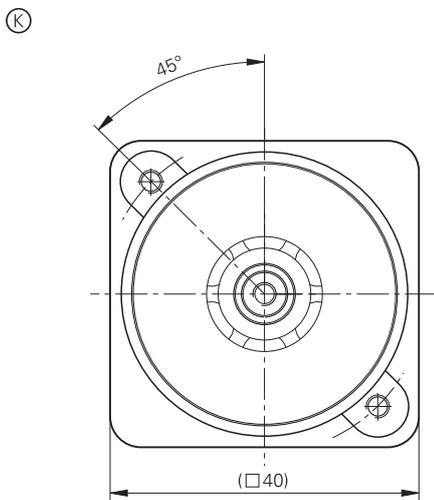
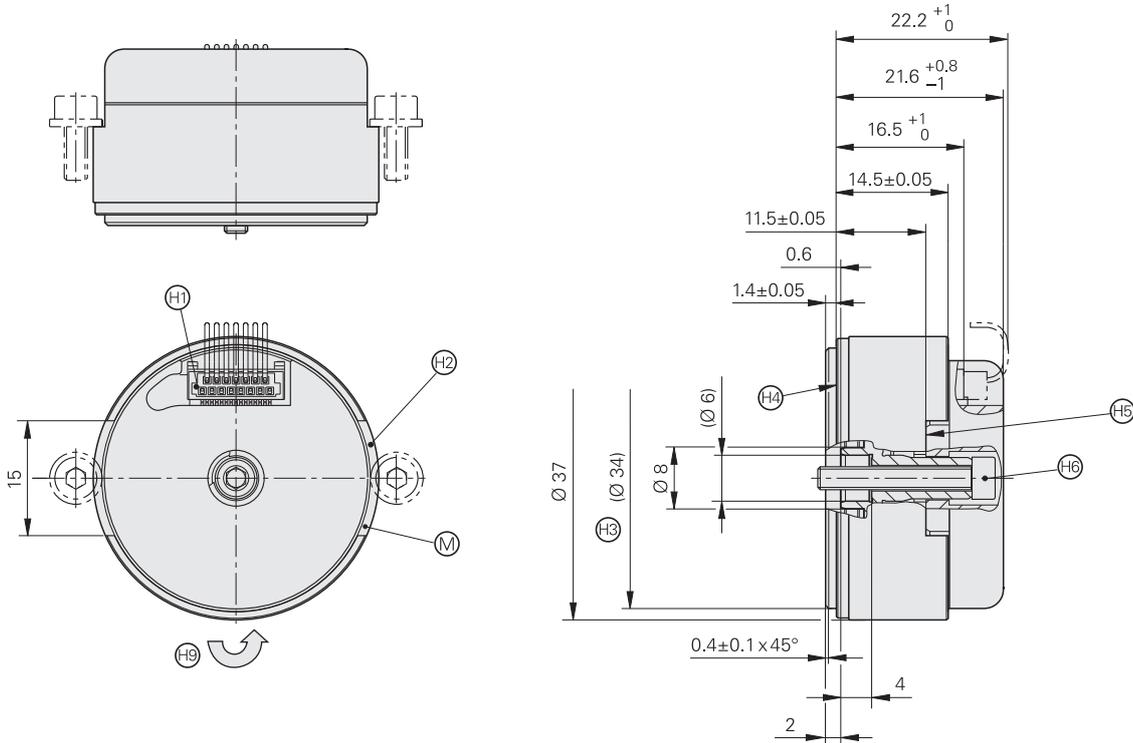
4) Действует согласно норме при комнатной температуре; при температуре эксплуатации до 100 °C действует: ≤ 300 м/с²
до 120 °C: ≤ 150 м/с²

5) Путем встроенного удвоения сигнала

Типовой ряд ЕС/ЕQ1 1100

Датчики вращения без подшипников для установки в двигатель

- Монтажный диаметр 37 мм
- Полый тупиковый вал



mm
 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

- Ⓐ = подшипники
- Ⓚ = установочные размеры
- Ⓜ = точка измерения температуры эксплуатации
- Ⓜ = штырьковая колодка 15-пол.
- Ⓜ = допустимое удельное давление (алюминий 230 Н/мм²)
- Ⓜ = центрирующий пояс
- Ⓜ = поверхность прилегания
- Ⓜ = клеммфланец
- Ⓜ = самостопорящийся винт М3 x 20 ISO 4762 SW2.5, момент затяжки 1.2±0.1 Нм
- Ⓜ = начало резьбы
- Ⓜ = максимально допустимая погрешность между валом и фланцем. Компенсация монтажных допусков и термических расширений, динамические перемещения не допускаются
- Ⓜ = направление вращения вала для получения выходных сигналов в соответствии с описанием интерфейса

	Абсолютные			
	ЕСІ 1118		EQI 1130	
Инкрементальные сигналы	$\sim 1 V_{SS}$	отсутствуют	$\sim 1 V_{SS}$	отсутствуют
Количество штрихов	16	–	16	–
Частота среза –3 дБ	≥ 6 кГц тип.	–	≥ 6 кГц тип.	–
Абсолютные значения положения	EnDat 2.1			
Обозначение при заказе*	EnDat 01	EnDat 21	EnDat 01	EnDat 21
Кол-во положений/об.	262 144 (18 бит)			
Различимые обороты	–		4 096 (12 бит)	
Электрически допустимая частота вращения/ Погрешность ¹⁾	4 000 об/мин/± 400 LSB 15 000 об/мин/± 800 LSB	15 000 об/мин (для стабильного значения положения)	4 000 об/мин/± 400 LSB 12 000 об/мин/± 800 LSB	12 000 об/мин (для стабильного значения положения)
Время вычисления t_{cal}	≤ 8 мкс			
Точность системы	$\pm 280''$			
Напряжение питания	DC 5 В ± 5 %			
Потребляемая мощность (максимум)	≤ 0.85 Вт		≤ 1.00 Вт	
Потребляемый ток (номинальный)	120 мА (без нагрузки)		145 мА (без нагрузки)	
Электрическое подключение	с помощью разъема печатной платы, 15-пол.			
Вал	полюй тупиковый вал $\varnothing 6$ мм, аксиальное закрепление			
Мех. доп. частота вращ. n	$\leq 15 000$ об/мин		$\leq 12 000$ об/мин	
Момент инерции ротора	$0,76 \cdot 10^{-6}$ кгм ²			
Допустимое аксиальное смещение вала двигателя	$\pm 0,2$ мм			
Вибрация от 55 до 2000 Гц Удар 6 мс	≤ 300 м/с ² (EN 60 068-2-6) $\leq 1 000$ м/с ² (EN 60 068-2-27)			
Макс. температура эксплуатации	115 °С			
Мин. температура эксплуатации	–20 °С			
Степень защиты EN 60529	степень защиты после монтажа IP 20			
Масса	ок. 0,06 кг			

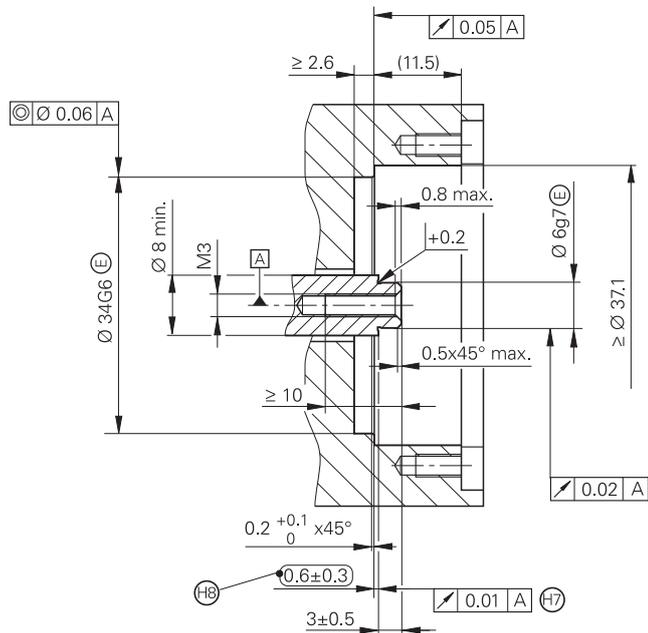
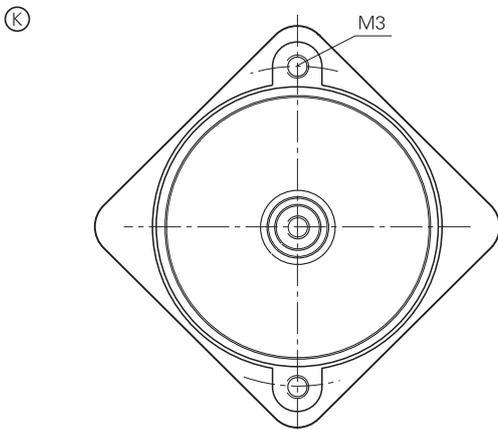
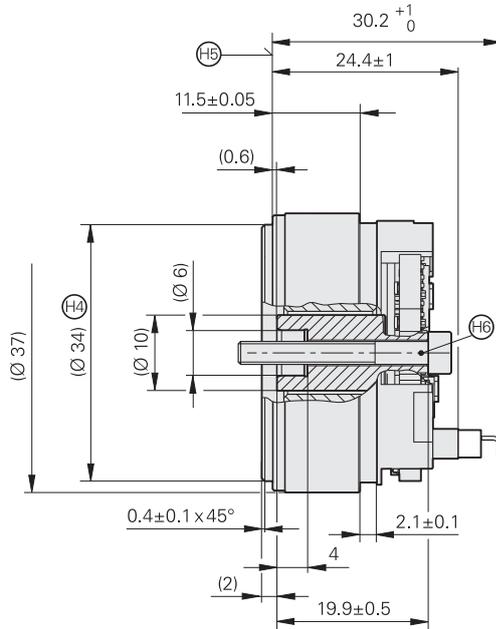
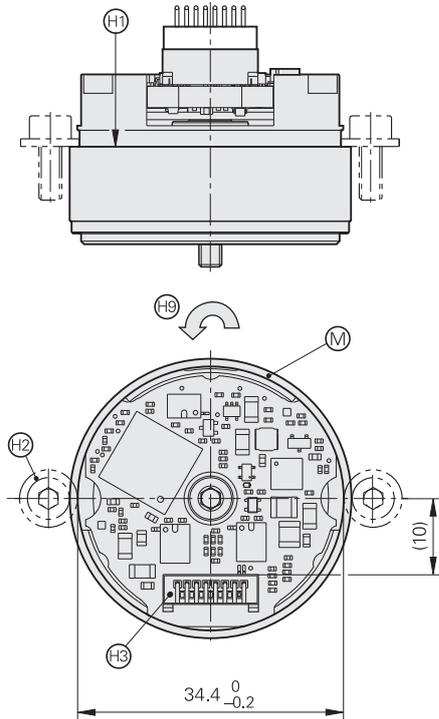
* Необходимо выбрать при заказе

¹⁾ Погрешность между абсолютным и инкрементальным сигналом, зависящая от скорости вращения

ECI 1118

Датчики вращения без подшипников для установки в двигатель

- Монтажный диаметр 37 мм
- Полый тупиковый вал



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

- ▭ = подшипники со стороны двигателя
- ⊕ = установочные размеры
- Ⓜ = точка измерения температуры эксплуатации
- Ⓢ = клеммфланец
- Ⓣ = возможное крепление: шайба и самостопорящийся винт M3 ISO 4762 SW2.5, момент затяжки 1.2±0.1 Нм
- Ⓤ = штырьковая колодка 15-пол.
- Ⓦ = центрирующий пояс
- Ⓩ = поверхность прилегания со стороны статора
- Ⓨ = самостопорящийся винт M3 x 25 ISO 4762 SW2.5, момент затяжки 1.2±0.1 Нм
- Ⓩ = система вала
- Ⓨ = максимально допустимое отклонение между кантом вала и поверхностью прилегания статора при монтаже и эксплуатации
- Ⓩ = направление вращения вала для получения выходных сигналов в соответствии с описанием интерфейса

	Абсолютные ECI 1118
Инкрементальные сигналы	отсутствуют
Абсолютные значения положения	EnDat 2.2
Обозначение при заказе	EnDat 22
Количество положений на оборот/об.	262 144 (18 бит)
Различимые обороты	–
Электр. доп. частота вращения/Погрешность ¹⁾	15 000 об/мин для стабильного значения положения
Время вычисления t_{cal}	≤ 6 мкс
Точность системы	± 120"
Напряжение питания	DC от 3,6 до 14 В
Потребляемая мощность (максимум)	3,6 В: ≤ 520 мВт 14 В: ≤ 600 мВт
Потребляемый ток (номинальный)	5 В: 80 мА (без нагрузки)
Электрическое подключение	с помощью разъем печатной платы, 15-пол.
Вал	полый тупиковый вал Ø 6 мм, аксиальное закрепление
Механически допустимая частота вращения n	≤ 15 000 об/мин
Момент инерции ротора	$0,14 \cdot 10^{-6} \text{ кгм}^2$
Допустимое аксиальное смещение вала двигателя	± 0,3 мм
Вибрация от 55 до 2000 Гц Удар 6 мс	≤ 300 м/с ² (EN 60 068-2-6) ≤ 1 000 м/с ² (EN 60 068-2-27)
Макс. температура эксплуатации	115 °C
Мин. температура эксплуатации	–20 °C
Степень защиты EN 60529	IP 00 ²⁾
Масса	ок. 0,05 кг

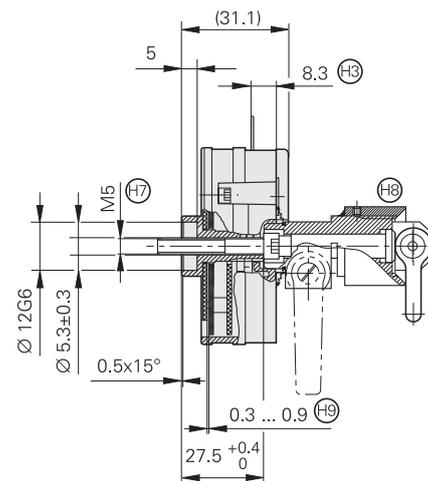
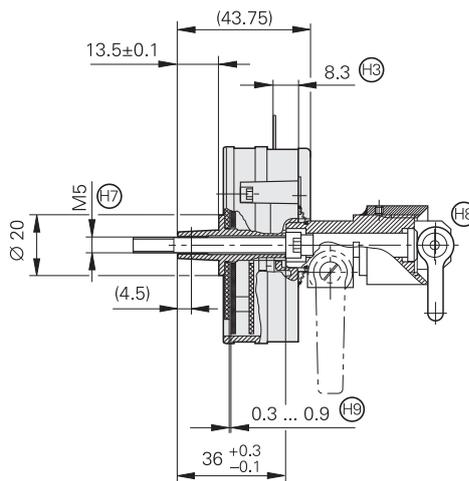
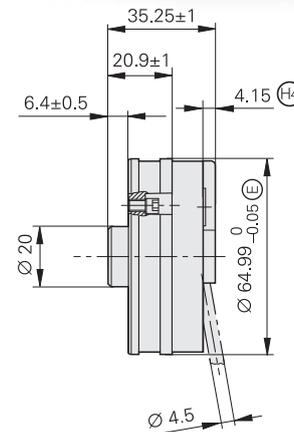
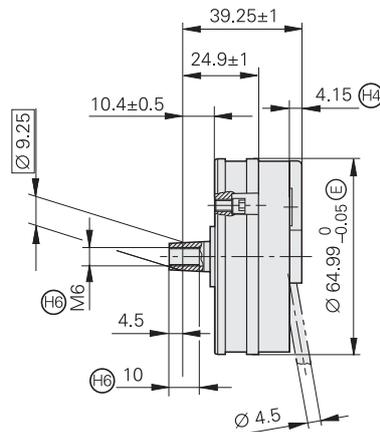
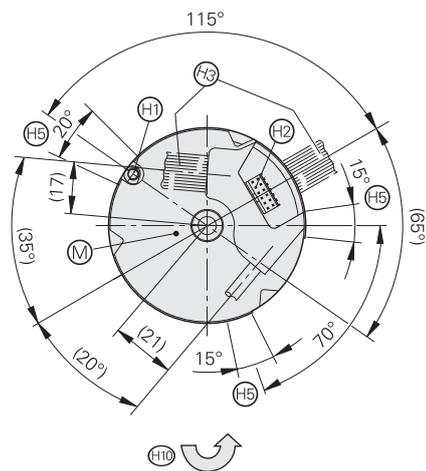
¹⁾ Погрешность между абсолютным и инкрементальным сигналом, зависящая от скорости вращения

²⁾ Соответствие CE должно обеспечиваться во всей системе путем выполнения соответствующих мер при монтаже.

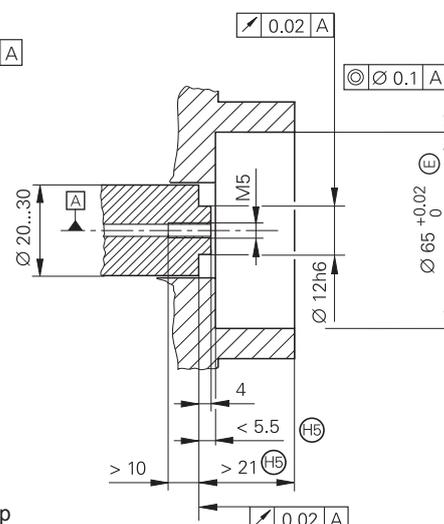
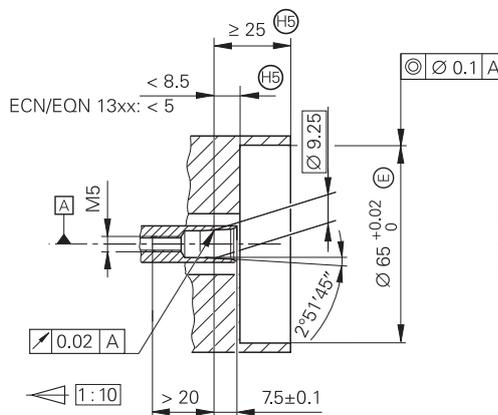
Типовой ряд ЕС/ЕQІ 1300

Датчики вращения без подшипников для установки в двигатель

- Монтажный диаметр 65 мм
- Конический или полый тупиковый вал



(K)



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

- Ⓐ = подшипники
- ⓐ = установочные размеры
- Ⓜ = точка измерения температуры эксплуатации
- Ⓢ = соединительный болт для монтажа открутите > 1 оборота и затяните с моментом 2-0.5 Nm
- Ⓣ = штырьковая рейка 12-пол.
- Ⓤ = выход кабеля - плоский ленточный кабель
- Ⓥ = выход кабеля - круглый кабель
- Ⓦ = минимальная поверхность прилегания и зажима; оптимальным является замкнутый диаметр
- Ⓧ = отжимная резьба M6
- Ⓨ = винт с цилиндрической головкой для полого вала: ISO 4762 – M5 x 35-A2 винт с цилиндрической головкой для конического вала: ISO 4762 – M5 x 50-A2 момент затяжки 5 Nm
- Ⓩ = регулировочный механизм для рабочего расстояния
- ⓐ = доп. область рабочего расстояния для всех условий эксплуатации
- ⓑ = направление вращения вала для получения выходных сигналов в соответствии с описанием интерфейса

	Абсолютные			
	ECI 1319		EQI 1331	
Инкрементальные сигналы	$\sim 1 V_{SS}$	отсутствуют	$\sim 1 V_{SS}$	отсутствуют
Количество штрихов	32	–	32	–
Частота среза –3 dB	≥ 6 кГц тип.	–	≥ 6 кГц тип.	–
Абсолютные значения положения	EnDat 2.1			
Обозначение при заказе	EnDat 01	EnDat 21	EnDat 01	EnDat 21
Кол-во положений/об.	524288 (19 бит)			
Различимые обороты	–		4096 (12 бит)	
Электрически допустимая частота вращения/ Погрешность ¹⁾	≤ 3750 об/мин/ ± 128 LSB ≤ 15000 об/мин/ ± 512 LSB	≤ 15000 об/мин для стабильного значения положения	≤ 4000 об/мин/ ± 128 LSB ≤ 12000 мин/ ± 512 LSB	≤ 12000 об/мин для стабильного значения положения
Время вычисления t_{cal}	≤ 8 мкс			
Точность системы	$\pm 180''$			
Напряжение питания*	DC 5 В $\pm 5\%$ или DC от 7 до 10 В			
Потребляемая мощность (максимум)	5 В: $\leq 0,7$ Вт 7 В: $\leq 1,0$ Вт 10 В: $\leq 1,4$ Вт		5 В: $\leq 0,75$ Вт 7 В: $\leq 1,1$ Вт 10 В: $\leq 1,55$ Вт	
Потребляемый ток (номинальный)	100 мА (без нагрузки)		110 мА (без нагрузки)	
Электрическое подключение	с помощью разъема печатной платы 12-пол.			
Вал*/Момент инерции ротора	конический вал	$\varnothing 9,25$ мм;	конус	1:10 $/2,2 \times 10^{-6}$ кгм ²
	полюый тупиковый вал	$\varnothing 12,0$ мм;	длина	5 мм $/3,2 \times 10^{-6}$ кгм ²
Мех. доп. частота вращения n	≤ 15000 об/мин		≤ 12000 об/мин	
Допустимое аксиальное смещение вала двигателя	–0,2/+0,4 мм при расстоянии сканирования 0,5 мм			
Вибрация от 55 до 2000 Гц Удар 6 мс	≤ 100 м/с ² (EN 60 068-2-6) ≤ 1000 м/с ² (EN 60 068-2-27)			
Макс. температура эксплуатации	115 °С			
Мин. температура эксплуатации	–20 °С			
Степень защиты EN 60529	степень защиты после монтажа IP 20			
Масса	ок. 0,13 кг			

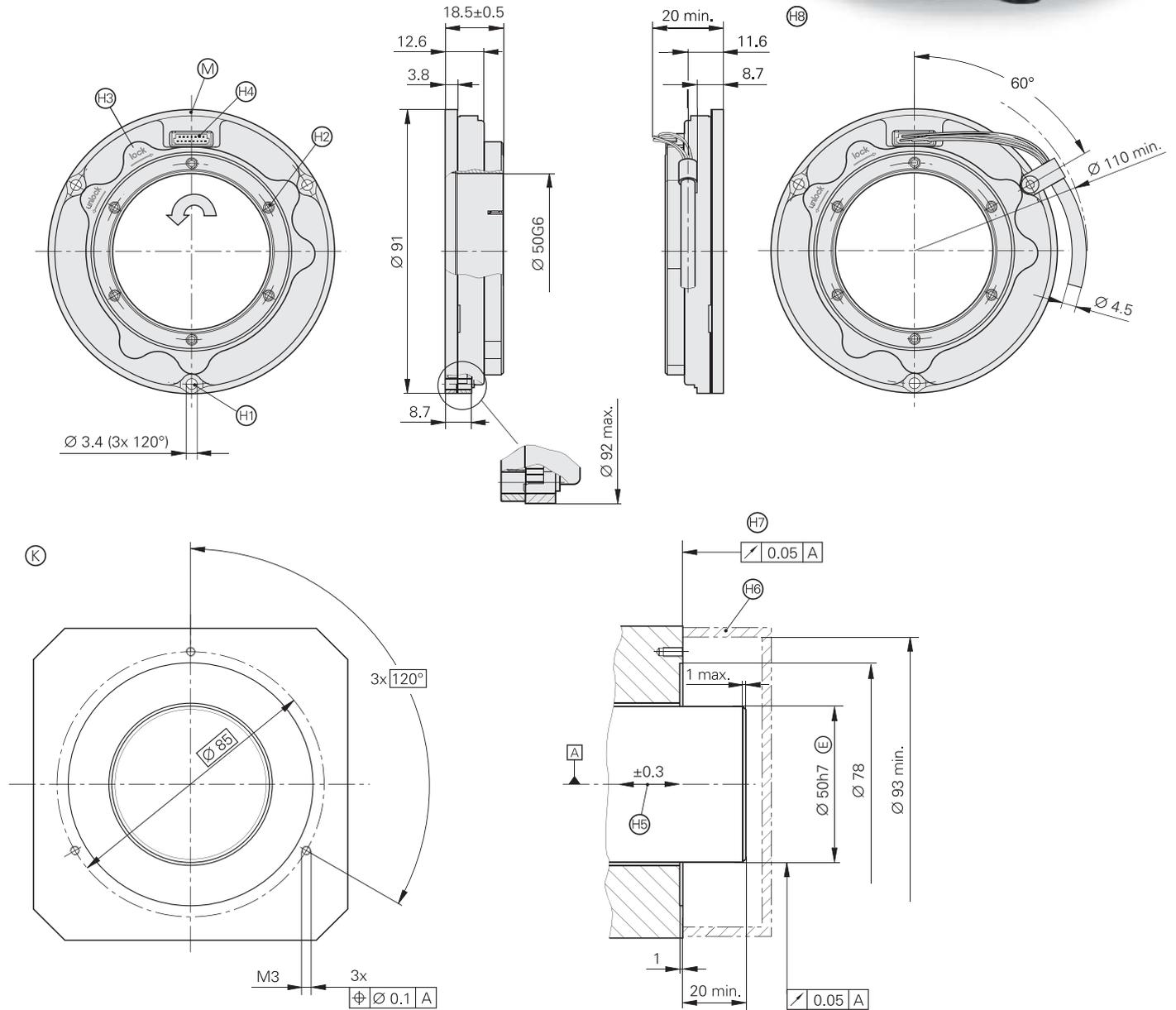
* Необходимо выбрать при заказе

¹⁾ Погрешность между абсолютным и инкрементальным сигналом, зависящая от скорости вращения

ECI 119

Датчики вращения без подшипников для установки в двигатель

- Сквозной полый вал $\varnothing 50$ мм
- Очень плоское исполнение



mm



Tolerancing ISO 8015
ISO 2768 - m H
< 6 mm: ± 0.2 mm

▣ = подшипники

⊙ = установочные размеры

Ⓜ = точка измерения температуры эксплуатации

Ⓜ = винт с цилиндрической головкой ISO 4762-M3 с шайбой ISO 7092 (3x). Момент затяжки 0.9 ± 0.05 Нм

Ⓜ = SW 2.0 (6x), затягивайте с равномерно увеличивающимся моментом затяжки крест накрест; конечный момент затяжки 0.5 ± 0.05 Нм

Ⓜ = фиксация вала: назначение смотри в инструкции по монтажу

Ⓜ = штырьковая рейка 15-пол.

Ⓜ = компенсация монтажных допусков и термических расширений, динамические перемещения не допускаются

Ⓜ = защита от прикосновений по EN 60529

Ⓜ = требуется макс. $\varnothing 92$ мм

Ⓜ = необходимое монтажное пространство для выходного кабеля с хомутом (принадлежность). Радиус изгиба жил мин. R3

Ⓜ = направление вращения вала для получения выходных сигналов в соответствии с описанием интерфейса

Абсолютные ECI 119		
Инкрементальные сигналы	$\sim 1 V_{SS}$	–
Количество штрихов	32	–
Частота среза –3 dB	≥ 6 кГц тип.	–
Абсолютные значения положения	EnDat 2.1	EnDat 2.1
Обозначение при заказе*	EnDat 01	EnDat 21
Количество положений/об.	524288 (19 бит)	
Электрически допустимая частота вращения/Погрешности ¹⁾	≤ 3750 об/мин/ ± 128 LSB ≤ 6000 min/ ± 512 LSB	≤ 6000 об/мин (для стабильного значения положения)
Время вычисления t_{cal}	≤ 8 мкс	
Точность системы	$\pm 90''$	
Напряжение питания	DC 5 В $\pm 5\%$	
Потребляемая мощность (максимум)	≤ 0.85 Вт	
Потребляемый ток (номинальный)	135 мА (без нагрузки)	
Электрическое подключение	с помощью разъема печатной платы, 15-пол.	
Вал	сквозной полый вал $\varnothing = 50$ мм	
Механически допустимая частота вращения n	≤ 6000 об/мин	
Момент инерции ротора	$63 \cdot 10^{-6}$ кгм ²	
Допустимое смещение вала вдоль оси	$\pm 0,3$ мм	
Вибрация от 55 до 2000 Гц Удар 6 мс	≤ 300 м/с ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 м/с ² (EN 60068-2-27)	
Макс. температура эксплуатации	115 °C	
Мин. температура эксплуатации	–20 °C	
Степень защиты EN 60529	степень защиты после монтажа IP 20	
Масса	ок. 0,14 кг	

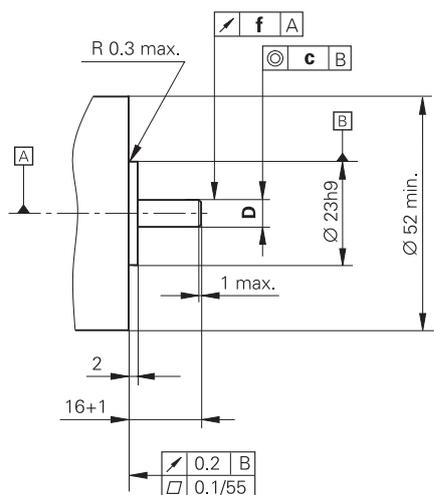
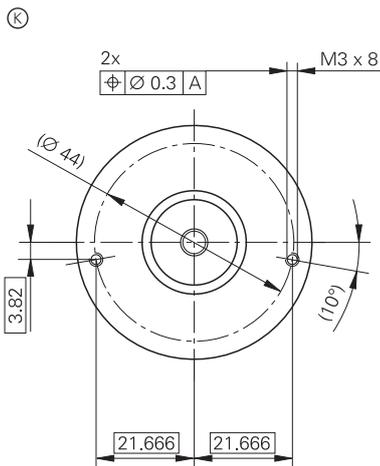
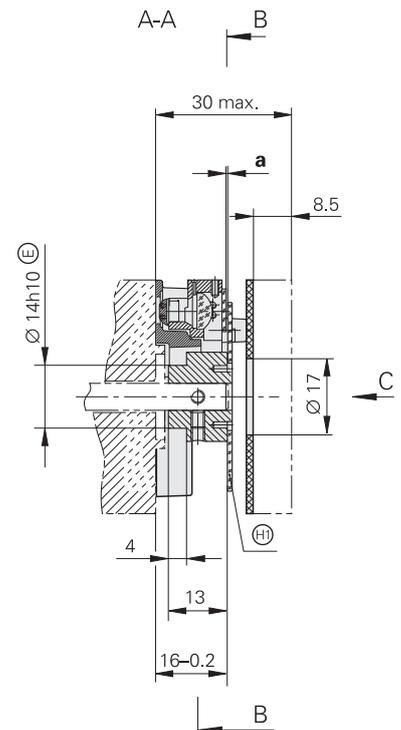
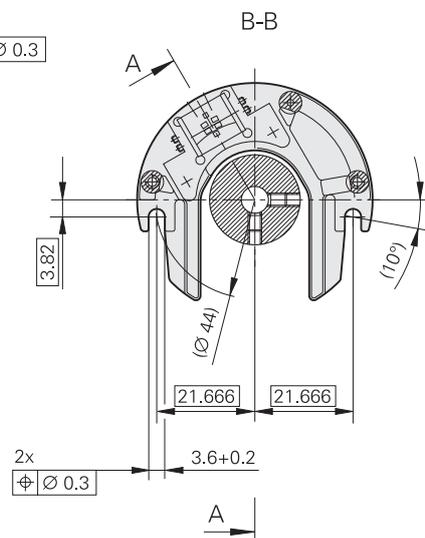
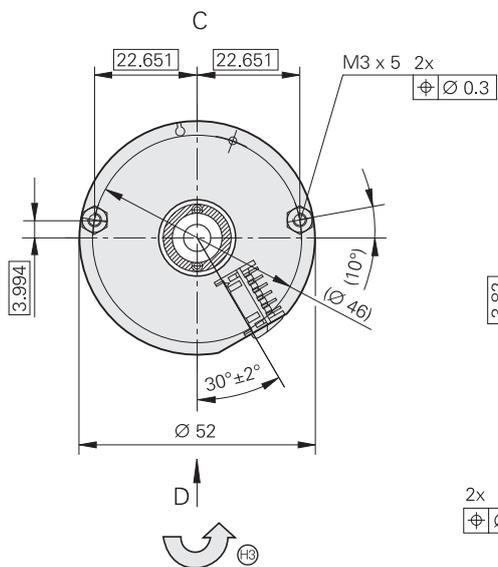
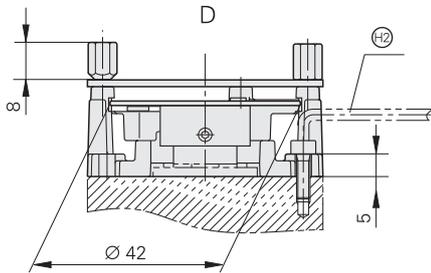
* Необходимо выбрать при заказе

¹⁾ Погрешность между абсолютным и инкрементальным сигналом, зависящая от скорости вращения

Типовой ряд ERO 1200

Датчики вращения без подшипников для установки в двигатель

- Монтажный диаметр 52 мм
- Сквозной полый вал



mm
 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

D
∅ 10h6 Ⓞ
∅ 12h6 Ⓞ

- Ⓜ = подшипники
- Ⓞ = установочные размеры
- Ⓢ = шкала со втулкой
- Ⓣ = угловая отвертка ISO 2936 – 2.5 (l₂ укорочено)
- Ⓝ = направление вращения вала для получения выходных сигналов в соответствии с описанием интерфейса

	Z	a	f	c
ERO 1225	1024	0.6 ± 0.2	∅ 0.05	∅ 0.02
	2048	0.2 ± 0.05		
ERO 1285	1024	0.2 ± 0.03	∅ 0.03	∅ 0.02
	2048			

	Инкрементальные	
	ERO 1225	ERO 1285
Инкрементальные сигналы	□ TTL	~ 1 V _{SS}
Количество штрихов*	1024 2048	
Точность делений ²⁾	± 6"	
Референтная метка	одна	
Тактовая частота Распознаваемый сигнал а Частота среза -3 dB	≤ 300 кГц ≥ 0,39 мкс -	- - ≥ 180 кГц тип.
Точность системы ¹⁾	1024 штрихов: ± 92" 2048 штрихов: ± 73"	1024 штрихов: ± 67" 2048 штрихов: ± 60"
Напряжение питания	DC 5 В ± 10%	
Потребление тока (без нагрузки)	≤ 150 мА	
Электрическое подключение	с помощью разъема печатной платы 12-пол.	
Вал*	сквозной полый вал Ø 10 мм или Ø 12 мм	
Момент инерции ротора	Вал-Ø 10 мм: 2,2 · 10 ⁻⁶ кгм ² Вал-Ø 12 мм: 2,15 · 10 ⁻⁶ кгм ²	
Механически допустимая частота вращения n	≤ 25000 об/мин	
Допустимое аксиальное смещение вала двигателя	1024 штрихов: ± 0,2 мм 2048 штрихов: ± 0,05 мм	± 0,03 мм
Вибрация от 55 до 2000 Гц Удар 6 мс	≤ 100 м/с ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 м/с ² (EN 60068-2-27)	
Макс. температура эксплуатации	100 °C	
Мин. температура эксплуатации	-40 °C	
Степень защиты EN 60529	IP 00 ³⁾	
Масса	ок. 0,07 кг	

* Необходимо выбрать при заказе

¹⁾ До монтажа, дополнительные погрешности после установки на измеряемый вал не учтены

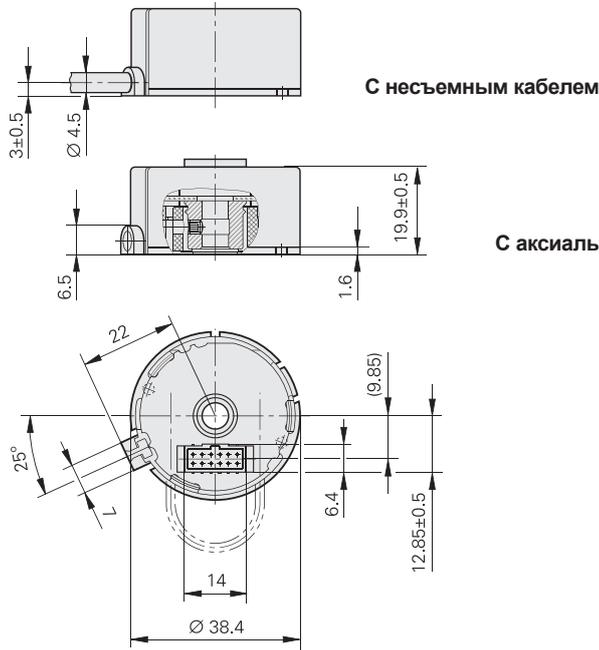
²⁾ Прочие погрешности - смотри *Точность измерений*

³⁾ Соответствие CE должно обеспечиваться во всей системе путем выполнения соответствующих мер при монтаже.

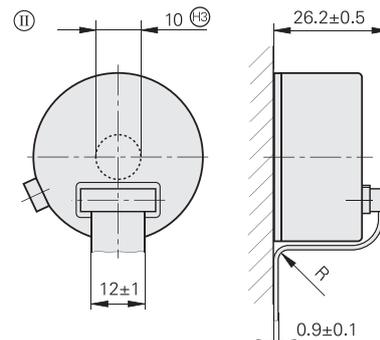
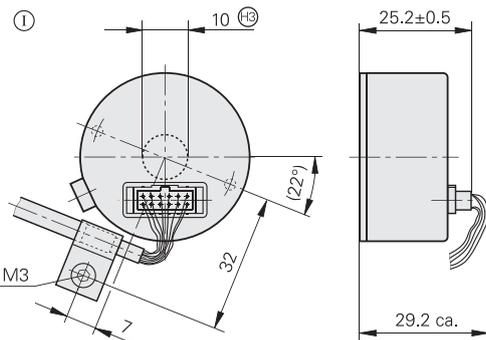
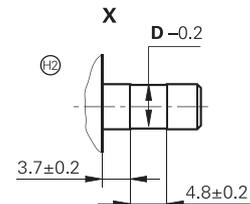
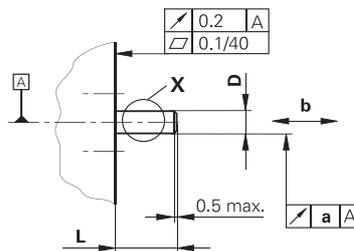
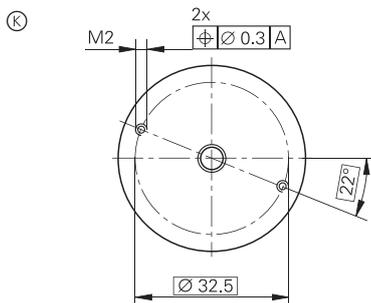
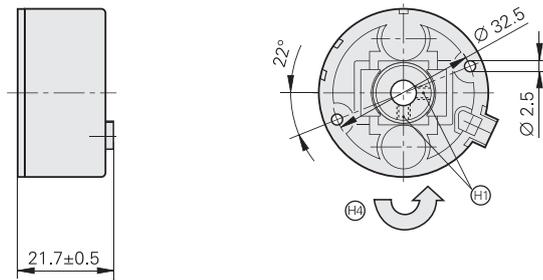
Типовой ряд ERO 1400

Датчики вращения без подшипников

- Для монтажа в двигателях с разъемом на печатной плате (степень защиты IP 00)
- Для монтажа на двигателях с несъемным кабелем (степень защиты IP 40)
- Монтажный диаметр 44 мм



С аксиальным разъемом на печатной плате



Аксиальный разъем печатной платы и круглый кабель

Аксиальный разъем печатной платы и плоский ленточный кабель

mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

L	13+4,5/-3	10 мин.

- ⊠ = подшипники
- ⊙ = установочные размеры
- ⊕ = принадлежность: круглый кабель
- Ⓜ = принадлежность: плоский ленточный кабель
- Ⓜ = установочный винт 2x90° смещенный M3 SW1,5 Md = 0,25±0,05 Нм
- Ⓜ = исполнение для многократного монтажа
- Ⓜ = исполнение крышки с центральным отверстием (принадлежность)
- Ⓜ = направление вращения вала для получения выходных сигналов в соответствии с описанием интерфейса

Радиус сгиба R	Кабель закреплен	Кабель не закреплен
Плоский ленточный кабель	R ≥ 2 мм	R ≥ 10 мм

	a	b	D
ERO 1420	0.03	± 0.1	∅ 4h6 ⊙
ERO 1470	0.02	± 0.05	∅ 6h6 ⊙
ERO 1480			∅ 8h6 ⊙

	Инкрементальные					
	ERO 1420	ERO 1470				ERO 1480
Инкрементальные сигналы	 TTL	 TTL x 5	 TTL x 10	 TTL x 20	 TTL x 25	 1 V _{SS}
Количество штрихов*	512 1000 1024	1000 1500				512 1000 1024
Встроенная интерполяция*	–	5-кратная	10-кратная	20-кратная	25-кратная	–
Периоды сигнала/об.	512 1000 1024	5000 7500	10000 15000	20000 30000	25000 37500	512 1000 1024
Распознаваемый сигнал a	≥ 0,39 мкс	≥ 0,47 мкс	≥ 0,22 мкс	≥ 0,17 мкс	≥ 0,07 мкс	–
Тактовая частота	≤ 300 кГц	≤ 100 кГц		≤ 62,5 кГц	≤ 100 кГц	–
Частота среза –3 dB	–					≥ 180 кГц
Референтная метка	одна					
Точность системы	512 штр.: ± 139" 1000 штр.: ± 112" 1024 штр.: ± 112"		1000 штрихов: ± 130" 1500 штрихов: ± 114"			512 штр.: ± 190" 1000 штр.: ± 163" 1024 штр.: ± 163"
Напряжение питания	DC 5 В ± 10%	DC 5 В ± 5%				DC 5 В ± 10%
Потребление тока (без нагрузки)	≤ 15+ мА	≤ 155 мА		≤ 200 мА		≤ 150 мА
Электрическое подключение*	<ul style="list-style-type: none"> с помощью разъема печатной платы 12-пол., аксиальный кабель 1 м, радиальный, свободный конец кабеля (не для ERO 1470) 					
Вал*	полый тупиковый вал Ø 4 мм; Ø 6 мм или Ø 8 мм или полый вал при крышке с отверстием (принадлежность)					
Момент инерции ротора	вал Ø 4 мм: 0,28 · 10 ⁻⁶ кгм ² вал Ø 6 мм: 0,27 · 10 ⁻⁶ кгм ² вал Ø 8 мм: 0,25 · 10 ⁻⁶ кгм ²					
Мех. доп. частота вращ. n	≤ 30000 об/мин					
Допустимое аксиальное смещение вала двигателя	± 0,1 мм		± 0,05 мм			
Вибрация от 55 до 2000 Гц Удар 6 мс	≤ 100 м/с ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 м/с ² (EN 60068-2-27)					
Макс. темп. эксплуатации	70 °С					
Мин. темп. эксплуатации	–10 °С					
Степень защиты EN 60529	с разъемом на печатной плате: IP 00 ²⁾ с несъемным кабелем: IP 40					
Масса	ок. 0,07 кг					

Жирным шрифтом: это исполнение имеет более короткий срок поставки

* Необходимо выбрать при заказе

1) До монтажа, дополнительные погрешности после установки на измеряемый вал не учтены

2) Соответствие CE должно обеспечиваться во всей системе путем выполнения соответствующих мер при монтаже

Интерфейсы

Инкрементальный сигнал $\sim 1 V_{SS}$

Измерительные датчики HEIDENHAIN с интерфейсом $\sim 1 \cdot V_{SS}$ выдают синусоидальные сигналы по напряжению, которые могут быть интерполированы с высокой степенью.

Синусоидальные **инкрементальные сигналы А и В** имеют сдвиг фаз друг относительно друга 90° el. и амплитуду 1 В . Представленная последовательность выходных сигналов (сигнал В запаздывает по отношению к сигналу А) позволяет определять направление движения.

Полезная составляющая **G сигнала референтной метки R** составляет около $0,5 \text{ В}$. Вблизи референтной метки выходной сигнал может упасть относительно номинального значения H на $1,7 \text{ В}$. Это не должно приводить измерительную электронику к перегрузке, т.к. и при пониженном уровне сигнала вершина его полезной составляющей может достигнуть амплитуды G .

Амплитуда сигнала 1 В действительна только при напряжении питания датчика, указанном в технических характеристиках. Ее величина определяется падением напряжения на концах сопротивления в 120 Ом , включенного между соответствующими выходами. Амплитуда сигнала уменьшается с увеличением частоты.

Частота среза - это такая частота, при которой воспринимается определенная часть первоначальной величины сигнала:

- $-3 \text{ dB} \triangleq 70 \%$ величины сигнала
- $-6 \text{ dB} \triangleq 50 \%$ величины сигнала

Характеристики, приведенные в описании сигнала, действительны при колебаниях частоты среза -3 dB - до 20% .

Интерполяция/Разрешение/ Шаг измерения

Обычно для получения наилучшего разрешения выходные сигналы интерфейса $1 V_{SS}$ интерполируются в измерительной электронике. Для **управления скоростью** обычно используется степень интерполяции 1000 , это позволяет получать корректную информацию о скорости при низких оборотах.

Для **определения положения** в технических характеристиках указывается рекомендуемый шаг измерения. Для особых случаев возможны также другие разрешения.

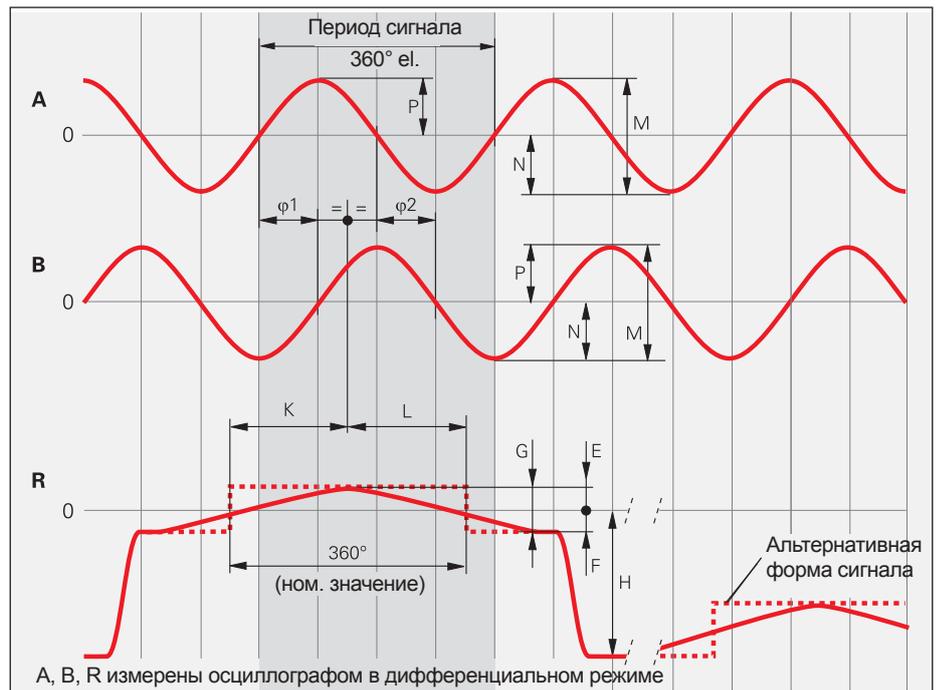
Устойчивость к коротким замыканиям

Кратковременное короткое замыкание одного выхода на 0 В или U_p (кроме приборов с $U_{p\text{min}} = 3,6 \text{ В}$) не приводит к выходу прибора из строя, однако это не должно быть допустимым рабочим состоянием.

Кор. замык. при	20° C	125° C
один выход	< 3 мин	< 1 мин
все выходы	< 20 с	< 5 с

Интерфейс	Синусоидальный сигнал по напряжению $\sim 1 V_{SS}$
Инкрементальные сигналы	2 сигнала А и В, близкие по форме к синусоидальному Амплитуда сигнала M : от $0,6$ до $1,2 V_{SS}$; ном. $1 V_{SS}$ Погрешность симметрии $ P - N /2M$: $\leq 0,065$ Отношение сигналов M_A/M_B : от $0,8$ до $1,25$ Угол сдвига фаз $ \varphi_1 + \varphi_2 /2$: $90^\circ \pm 10^\circ \text{ el.}$
Сигнал реф. метки	1 или более вершин сигнала R Полезная составляющая G : $\geq 0,2 \text{ В}$ Номинальное значение H : $\leq 1,7 \text{ В}$ Отношение сигнал/шум E, F : $0,04$ до $0,68 \text{ В}$ Переход через ноль K, L : $180^\circ \pm 90^\circ \text{ el.}$
Соединит. кабель	Кабель HEIDENHAIN экранированный PUR $[4(2 \times 0,14 \text{ мм}^2) + (4 \times 0,5 \text{ мм}^2)]$ макс. 150 м при погонной емкости 90 пФ/м Длина кабеля Время распространения сигнала 6 нс/м

Эти значения могут быть использованы для расчета параметров измерительной электроники. Если измерительные датчики имеют ограниченные допуски, то они указываются в технических характеристиках. Для датчиков без подшипников рекомендуется понижать допуски при вводе в эксплуатацию (см. инструкцию по монтажу).



Частота среза
Зависимость амплитуды сигнала от тактовой частоты



Входная схема измерительной электроники

Расчет параметров

Операционный усилитель MC 34074

$Z_0 = 120 \Omega$

$R_1 = 10 \text{ к}\Omega$ и $C_1 = 100 \text{ пФ}$

$R_2 = 34.8 \text{ к}\Omega$ и $C_2 = 10 \text{ пФ}$

$U_B = \pm 15 \text{ В}$

$U_1 \text{ ок. } U_0$

-3дБ-частота среза переключения

ок. 450 кГц

ок. 50 кГц с $C_1 = 1000 \text{ пФ}$

и $C_2 = 82 \text{ пФ}$

Вариант кабеля для частоты 50 Гц

уменьшает полосу пропускания соединения, но зато увеличивает его помехозащищенность.

Инкрементальные сигналы
Сигнал реф. метки

$R_a < 100 \Omega$, тип. 24 Ω

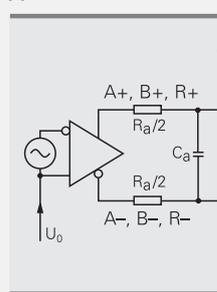
$C_a < 50 \text{ пФ}$

$\Sigma I_a < 1 \text{ мА}$

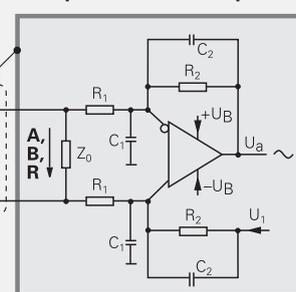
$U_0 = 2,5 \text{ В} \pm 0,5 \text{ В}$

(относительно 0 В питающего напряжения)

Датчик



Измерительная электроника



Выходные сигналы подключения

$U_a = 3,48 V_{SS}$ тип.

Усиление в 3,48 раз

Контроль инкрементального сигнала

Для контроля сигнала с амплитудой М рекомендуется использовать следующие пороги чувствительности:

нижний порог чувствительности: $0,30 V_{SS}$

верхний порог: $1,35 V_{SS}$

Распайка выводов

12-ти полюсный разъем-резьба M23	12-полюсный разъем печатной платы	15-полюсный разъем печатной платы	15-полюсный Sub-D-разъем для IK 215/PWM 20																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="4">Напряжение питания</th> <th colspan="6">Инкрементальные сигналы</th> <th colspan="3">Прочие сигналы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>12</td> <td>2</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>7</td> <td>/</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4</td> <td>12</td> <td>2</td> <td>10</td> <td>1</td> <td>9</td> <td>3</td> <td>11</td> <td>14</td> <td>7</td> <td>5/6/8/15</td> <td>13</td> <td>/</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2a</td> <td>2b</td> <td>1a</td> <td>1b</td> <td>6b</td> <td>6a</td> <td>5b</td> <td>5a</td> <td>4b</td> <td>4a</td> <td>3b</td> <td>3a</td> <td>/</td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>11</td> <td>14</td> <td>12</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>8/9/10/15</td> <td>7</td> <td>/</td> </tr> <tr> <td></td> <td>U_P</td> <td>Сенсор U_P</td> <td>0 В</td> <td>Сенсор 0 В</td> <td>A+</td> <td>A-</td> <td>B+</td> <td>B-</td> <td>R+</td> <td>R-</td> <td>своб.</td> <td>своб.</td> <td>своб.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>коричневый/зел.</td> <td>синий</td> <td>белый/зеленый</td> <td>белый</td> <td>коричневый</td> <td>зелёный</td> <td>серый</td> <td>розовый</td> <td>красный</td> <td>черный</td> <td>/</td> <td>фиолетовый</td> <td>желтый</td> </tr> </tbody> </table>					Напряжение питания				Инкрементальные сигналы						Прочие сигналы				12	2	10	11	5	6	8	1	3	4	9	7	/		4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	5/6/8/15	13	/		2a	2b	1a	1b	6b	6a	5b	5a	4b	4a	3b	3a	/		13	11	14	12	1	2	3	4	5	6	8/9/10/15	7	/		U_P	Сенсор U_P	0 В	Сенсор 0 В	A+	A-	B+	B-	R+	R-	своб.	своб.	своб.		коричневый/зел.	синий	белый/зеленый	белый	коричневый	зелёный	серый	розовый	красный	черный	/	фиолетовый	желтый
	Напряжение питания				Инкрементальные сигналы						Прочие сигналы																																																																																										
	12	2	10	11	5	6	8	1	3	4	9	7	/																																																																																								
	4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	5/6/8/15	13	/																																																																																								
	2a	2b	1a	1b	6b	6a	5b	5a	4b	4a	3b	3a	/																																																																																								
	13	11	14	12	1	2	3	4	5	6	8/9/10/15	7	/																																																																																								
	U_P	Сенсор U_P	0 В	Сенсор 0 В	A+	A-	B+	B-	R+	R-	своб.	своб.	своб.																																																																																								
	коричневый/зел.	синий	белый/зеленый	белый	коричневый	зелёный	серый	розовый	красный	черный	/	фиолетовый	желтый																																																																																								

Выходной кабель двигателя для ERN 1381 ID 340111-xx	17-ти полюсный фланцевый разъем M23	12-полюсный разъем печатной платы																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="4">Напряжение питания</th> <th colspan="6">Инкрементальные сигналы</th> <th colspan="3">Прочие сигналы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>1</td> <td>10</td> <td>4</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>8/9/11/14/17</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2a</td> <td>2b</td> <td>1a</td> <td>1b</td> <td>6b</td> <td>6a</td> <td>5b</td> <td>5a</td> <td>4b</td> <td>4a</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>3a/3b</td> </tr> <tr> <td></td> <td>U_P</td> <td>Сенсор U_P</td> <td>0 В</td> <td>Сенсор 0 В</td> <td>A+</td> <td>A-</td> <td>B+</td> <td>B-</td> <td>R+</td> <td>R-</td> <td>$T^+)^1$</td> <td>$T^-)^1$</td> <td>своб.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>коричневый/зел.</td> <td>синий</td> <td>белый/зеленый</td> <td>белый</td> <td>коричневый</td> <td>зелёный</td> <td>серый</td> <td>розовый</td> <td>красный</td> <td>черный</td> <td>коричневый¹⁾</td> <td>белый¹⁾</td> <td>/</td> </tr> </tbody> </table>				Напряжение питания				Инкрементальные сигналы						Прочие сигналы				7	1	10	4	15	16	12	13	3	2	5	6	8/9/11/14/17		2a	2b	1a	1b	6b	6a	5b	5a	4b	4a	/	/	3a/3b		U_P	Сенсор U_P	0 В	Сенсор 0 В	A+	A-	B+	B-	R+	R-	$T^+)^1$	$T^-)^1$	своб.		коричневый/зел.	синий	белый/зеленый	белый	коричневый	зелёный	серый	розовый	красный	черный	коричневый ¹⁾	белый ¹⁾	/
	Напряжение питания				Инкрементальные сигналы						Прочие сигналы																																																													
	7	1	10	4	15	16	12	13	3	2	5	6	8/9/11/14/17																																																											
	2a	2b	1a	1b	6b	6a	5b	5a	4b	4a	/	/	3a/3b																																																											
	U_P	Сенсор U_P	0 В	Сенсор 0 В	A+	A-	B+	B-	R+	R-	$T^+)^1$	$T^-)^1$	своб.																																																											
	коричневый/зел.	синий	белый/зеленый	белый	коричневый	зелёный	серый	розовый	красный	черный	коричневый ¹⁾	белый ¹⁾	/																																																											

Оплетка кабеля соединена с корпусом; U_P = напряжение питания ¹⁾ только для внутреннего кабеля двигателя

Сенсор: кабель сенсора соединен внутри с соответствующим питающим напряжением

Недействующие выводы или их жилы использовать нельзя!

Интерфейсы

Инкрементальный сигнал \square TTL

Измерительные датчики HEIDENHAIN с \square TTL-интерфейсом содержат электронику, которая оцифровывает синусоидальный сигнал с интерполяцией или без нее.

Инкрементальные сигналы представляют собой прямоугольные последовательности U_{a1} и U_{a2} со сдвигом фаз 90° el. Сигнал **референтной метки** состоит из одного или более импульсов U_{a0} , которые согласованы с инкрементальными сигналами. Встроенная электроника дополнительно генерирует **инверсные сигналы** $\overline{U_{a1}}$, $\overline{U_{a2}}$ и $\overline{U_{a0}}$ для повышения помехозащищенности. Представленная последовательность выходных сигналов ($\overline{U_{a2}}$ запаздывает относительно U_{a1}), что позволяет определять направление движения.

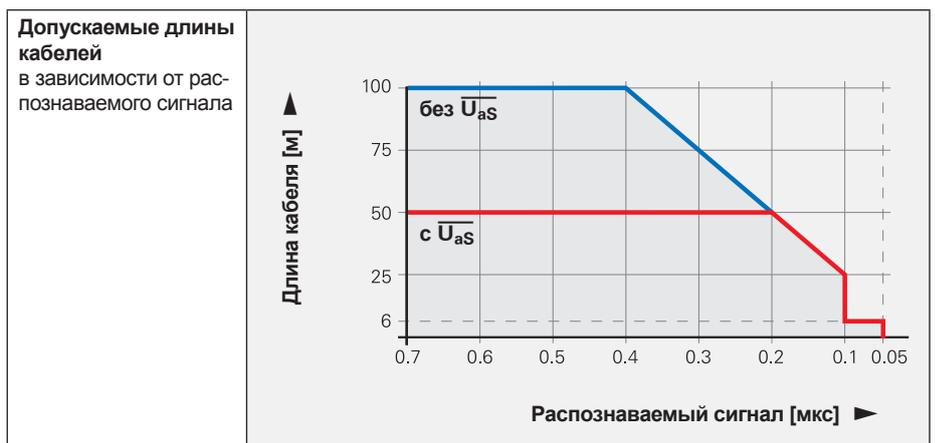
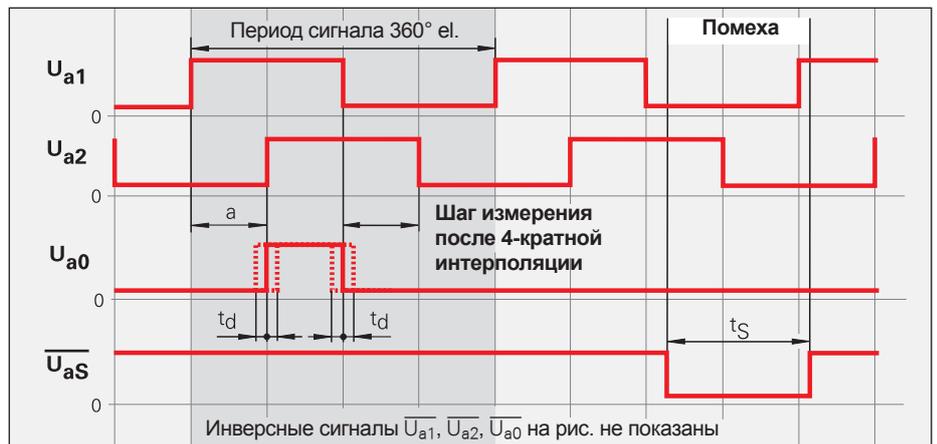
Сигнал помехи $\overline{U_{aS}}$ говорит о неисправностях, таких как обрыв питающего кабеля, выход из строя источника света и т.д. В условиях автоматизированного производства эта функция может быть использована, например, для реализации функции аварийного отключения станка.

Шаг измерения получается равным расстоянию между фронтами двух инкрементальных сигналов U_{a1} и U_{a2} путем 1-, 2- или 4-кратной интерполяции.

Измерительная электроника должна быть настроена таким образом, чтобы она могла фиксировать каждый фронт прямоугольного сигнала. Указанный в *технических характеристиках* минимальный **распознаваемый сигнал а** действителен при заданном входном подключении кабелем длиной 1 м и определяется разницей измеренных значений на выходе дифференциального приемника шины. Зависящий от длины кабеля сдвиг фаз уменьшает распознаваемый сигнал на 0,2 нс на метр кабеля. Чтобы избежать ошибок счета, последующая электроника должна быть настроена так, чтобы она обрабатывала до 90 % распознаваемого сигнала. Максимально допустимую **астоту вращения**, т.е. **скорость вращения**, нельзя превышать даже кратковременно.

Предельная **длина кабеля** для передачи прямоугольного сигнала TTL к измерительной электронике зависит от распознаваемого сигнала a . Она составляет макс. 100 м и 50 м для сигнала помехи. При этом должна быть гарантирована подача питающего напряжения к датчику (см. *Технические характеристики*). Напряжение на измерительном датчике можно контролировать посредством соединяющего кабеля и при необходимости отрегулировать с помощью устройства управления (дистанционное измерение напряжения питания).

Интерфейс	Прямоугольный сигнал \square TTL
Инкрементальные сигналы	2 прямоугольных сигнала TTL U_{a1}, U_{a2} и их инверсные сигналы $\overline{U_{a1}}$, $\overline{U_{a2}}$
Сигнал реф. метки Ширина импульса Время задержки	1 или более прямоугольных импульсов TTL U_{a0} и их инверсные сигналы $\overline{U_{a0}}$ 90° el. (другие по запросу); LS 323: не сопряжен $ t_d \leq 50$ нс
Сигнал помехи Ширина импульса	1 прямоугольный сигнал TTL $\overline{U_{aS}}$ Ошибка: НИЗКИЙ (по запросу: U_{a1}/U_{a2} высокоимпедансный) Датчик исправен: ВЫСОКИЙ $t_s \geq 20$ мс
Амплитуда сигнала	Дифф. магистральный усилитель EIA-стандарт RS 422 $U_H \geq 2,5$ V при $-I_H = 20$ mA ERN 1x23: 10 mA $U_L \leq 0,5$ V при $I_L = 20$ mA ERN 1x23: 10 mA
Допустимая нагрузка	$Z_0 \geq 100 \Omega$ между соответствующими выходами $ I_L \leq 20$ mA макс. нагрузка на выход (ERN 1x23: 10 mA) $C_{нагр} \leq 1000$ пФ при 0 В Выходы защищены от короткого замыкания на 0 В
Время срабатывания (10% до 90%)	$t_+ / t_- \leq 30$ нс (тип. 10 нс) с кабелем 1 м и заданной входной схемой
Соединительный кабель Длина кабеля Время распространения сигнала	Кабель HEIDENHAIN экранированный PUR [4(2 × 0,14 mm ²) + (4 × 0,5 mm ²)] макс. 100 м ($\overline{U_{aS}}$ макс. 50 м) при погонной емкости 90 пФ/м 6 нс/м



Входная схема измерительной электроники

Расчет параметров

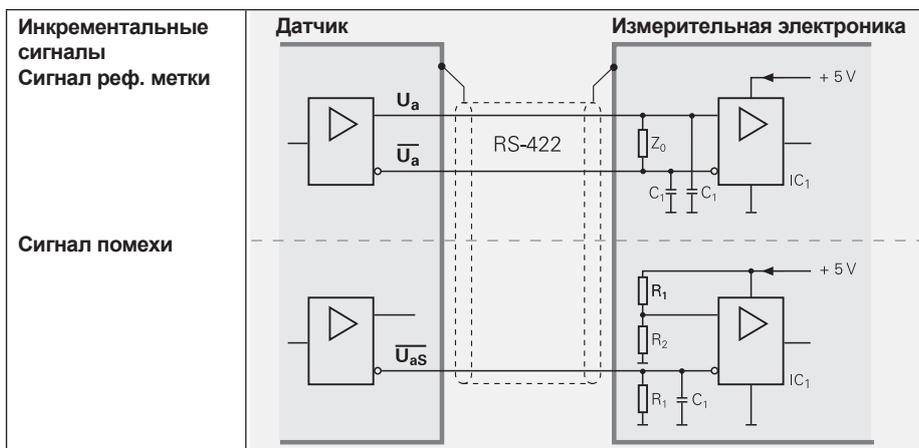
IC₁ = рекомендованный дифференциальный приемник шины DS 26 С 32 АТ
только для $a > 0,1$ мкс:
AM 26 LS 32
MC 3486
SN 75 ALS 193

$$R_1 = 4,7 \text{ к}\Omega$$

$$R_2 = 1,8 \text{ к}\Omega$$

$$Z_0 = 120 \text{ }\Omega$$

$$C_1 = 220 \text{ пФ (служит для улучшения помехозащитности)}$$



Распайка выводов

12-ти полюсный фланцевый разъем или разъем-резьба M23		12-полюсный разъем-гайка M23		15-полюсный Sub-D-разъем для IK215/PWM 20		12-полюсный разъем печатной платы		15-полюсный разъем печатной платы						
Напряжение питания		Инкрементальные сигналы				Прочие сигналы								
	12	2	10	11	5	6	8	1	3	4	7	/	9	
	4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	13	5/6/8	15	
	12	2a ¹⁾	1a	1b ¹⁾	6b	6a	5b	5a	4b	4a	3a	3b	/	
	15	13	11	14	12	1	2	3	4	5	6	7	8/9/10/15	/
	U _P	Сенсор U _P	0 В	Сенсор 0 В	U _{a1}	U _{a1}	U _{a2}	U _{a2}	U _{a0}	U _{a0}	U _{aS} ¹⁾	своб.	своб. ²⁾	
	коричневый/зеленый	синий	белый/зеленый	белый	коричневый	зеленый	серый	розовый	красный	черный	фиолетовый	/	желтый	

Оплетка кабеля соединена с корпусом; U_P = напряжение питания

Сенсор: кабель сенсора соединен внутри с соответствующим питающим напряжением

Незадействованные выводы или их жилы использовать нельзя!

¹⁾ ERO 14xx: свободный

²⁾ Открытые датчики линейных перемещений: переключение TTL/11 μA_{SS} для PWT, в противном случае не занят

Интерфейсы

Сигналы коммутации для коммутации по синусу

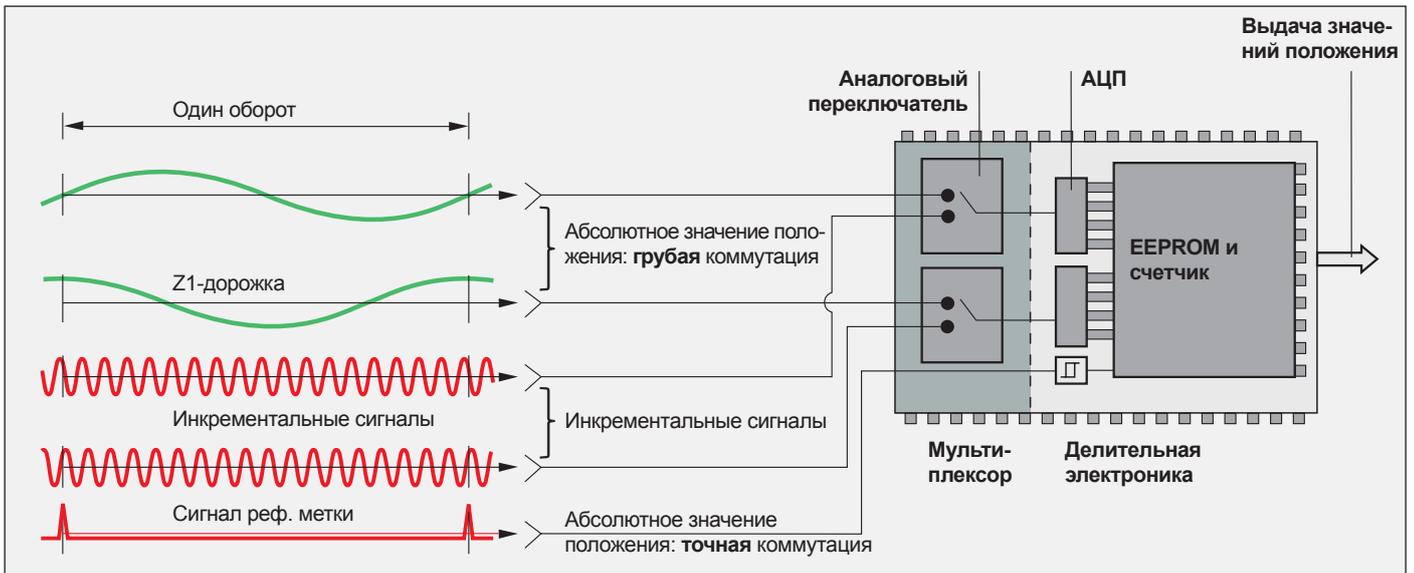
Сигналы коммутации **C** и **D** получают-ся из так называемой Z1-дорожки и со-ответствуют одному периоду синуса или косинуса на оборот. Они имеют величину сигнала ном. $1 V_{SS}$ на $1 k\Omega$.

Входная схема обрабатывающей элек-троники соответствует интерфейсу $\sim 1 \cdot V_{SS}$. Необходимое сопротивление нагрузки Z_0 составляет $1 k\Omega$ вместо 120Ω .

Датчики вращения с сигналами коммута-ции по синусу: **ERN 1185** и **ERN 1387**.

Электронная коммутация с Z1-дорожкой

Интерфейс	Синусоидальный сигнал по напряжению $\sim 1 V_{SS}$
Сигналы коммутации	2 сигнала C и D, близкие по форме к синусоидальному Уровень сигнала смотри <i>Инкрементальные сигналы</i> $\sim 1 V_{SS}$
Инкрементальные сигналы	смотри <i>Инкрементальные сигналы</i> $\sim 1 V_{SS}$
Соединительный кабель	Кабель HEIDENHAIN экранированный PUR [4(2 x 0,14 мм ²) + (4 x 0,14 мм ²) + (4 x 0,5 мм ²)] макс. 150 м
Длина кабеля Время распростра-нения сигнала	6 нс/м



Распайка выводов

17-ти полюсный разъем-резьба или фланцевый разъем M23						14-полюсный разъем печатной платы					
	Напряжение питания					Инкрементальные сигналы					
	7	1	10	4	11	15	16	12	13	3	2
	1b	7a	5b	3a	/	6b	2a	3b	5a	4b	4a
	U_P	Сенсор $U_P^{(1)}$	0 В	Сенсор 0 В ⁽¹⁾	Внутр. экран	A+	A-	B+	B-	R+	R-
	коричневый/зеленый	синий	белый/зеленый	белый	/	зел./черный	желтый/черный	синий/черный	красный/черный	красный	черный

	Прочие сигналы					
	14	17	9	8	5	6
	7b	1a	2b	6a	/	/
	C+	C-	D+	D-	T+ ⁽²⁾	T- ⁽²⁾
	серый	розовый	желтый	фиолетовый	зелёный	коричневый

Оплетка кабеля соединена с корпусом;
 U_P = напряжение питания; T = температура
Сенсор: кабель сенсора соединен внутри с соответствующим питающим напряжением
Незадействованные выводы или их жилы использовать нельзя!

- 1) Не занят при напряжении питания 7 - 10 В через внутренний кабель двигателя
- 2) Только при внутреннем кабеле двигателя

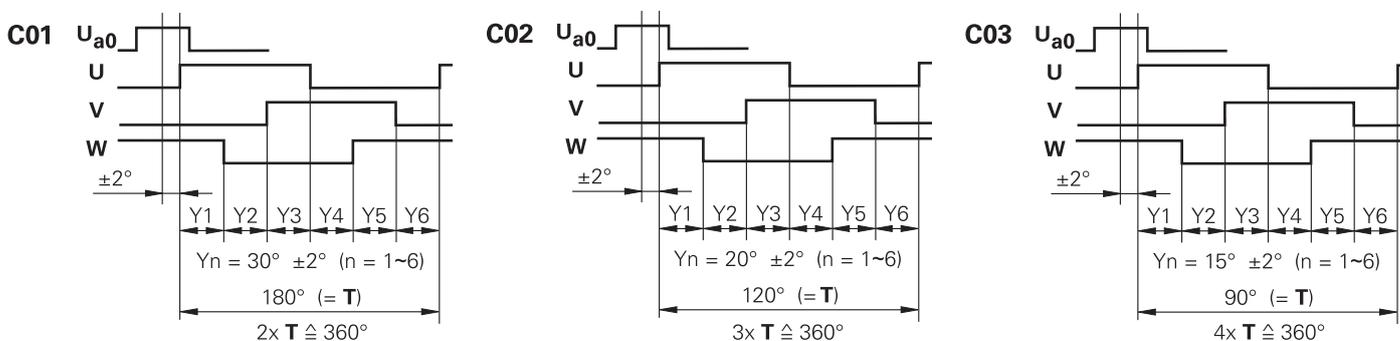
Сигналы коммутации для блочной коммутации

Сигналы блочной коммутации U, V и W получаются из трех отдельных абсолютных дорожек. Они имеют прямоугольный сигнал TTL-уровня на выходе.

Датчики вращения с сигналами коммутации для блочной коммутации: ERN 1x23 и ERN 1326.

Интерфейс	Прямоугольный сигнал \square TTL
Сигналы коммутации Ширина	3 прямоугольных сигнала U, V, W и их инверсные сигналы \bar{U} , \bar{V} , \bar{W} 2x180° мех., 3x120° мех. или 4x90° мех. (другие исполнения по запросу)
Уровень сигнала	смотри <i>Инкрементальные сигналы</i> \square TTL
Инкрементальные сигналы	смотри <i>Инкрементальные сигналы</i> \square TTL
Соединительный кабель Длина кабеля Время распространения сигнала	Кабель HEIDENHAIN экранированный PUR [6(2 x 0,14 мм ²) + (4 x 0,5 мм ²)] макс. 100 м 6 нс/м

Сигналы коммутации (значения в мех. градусах)



Распайка выводов

17-ти полюсный фланцевый разъем M23 	Напряжение питания			Инкрементальные сигналы						
	7	1	10	11	15	16	12	13	3	2
16	1b	2b	1a	/	5b	5a	4b	4a	3b	3a
15	13	/	14	/	1	2	3	4	5	6
	U _p	Сенсор U _p	0 В	Внутр. экран	U _{a1}	\bar{U}_{a1}	U _{a2}	\bar{U}_{a2}	U _{a0}	\bar{U}_{a0}
	коричневый/зел.	синий	белый/зеленый	/	зел./черный	желтый/черный	синий/черный	красный/черный	красный	черный

	Прочие сигналы						
16	4	5	6	14	17	9	8
15	/	7	8	9	10	11	12
	\bar{U}_{aS}	U	\bar{U}	V	\bar{V}	W	\bar{W}
	белый	зелёный	коричневый	желтый	фиолетовый	серый	розовый

Оплетка кабеля соединена с корпусом;
U_p = напряжение питания
Сенсор: кабель сенсора соединен внутри с соответствующим питающим напряжением.
 Недействующие выводы или их жилы использовать нельзя!

Интерфейсы

Абсолютные значения положения EnDat

EnDat – это цифровой **двунаправленный** интерфейс для измерительных датчиков. С его помощью возможна как передача **значений координат**, так и считывание других данных, сохраненных в датчиках, их актуализация, изменение и сохранение. Интерфейс является **последовательным**, поэтому **4 линии связи** достаточно для передачи данных. Данные передаются **синхронно** с тактовой частотой, задаваемой управляющей электроникой. Тип передаваемых данных (значения координат, параметры, результаты диагностики и т.д.) определяется командами, которые посылаются управляющей электроникой на измерительный датчик. Определенные функции доступны только через команды EnDat -2.2.

Более подробную информацию Вы найдете в технической информации по *EnDat* или на сайте *www.endat.de*.

Измеренные значения могут передаваться с дополнительной информацией или без нее (например, значение положения 2, сигналы датчика температуры, результаты диагностики, сигналы граничных положений).

Интерфейс EnDat-2.2 в закрытом контуре управления помимо считывания положения позволяет считывать дополнительную информацию и выполнять команды.

Параметры хранятся в различных областях памяти, например:

- индивидуальная информация датчика
- информация станкопроизводителя (например, "электронный шильдик" двигателя)
- рабочие параметры (смещение нулевой точки, инструкции и т.д.)
- рабочее состояние (сигналы тревоги или предупреждений)

Функции контроля и диагностики

EnDat-интерфейса делают возможным детальную проверку измерительного датчика.

- Сообщения об ошибках
- Предупреждения
- Онлайн-диагностика на базе оценочных значений (EnDat 2.2)

Инкрементальные сигналы

EnDat-приборы бывают с инкрементальными сигналами или без них. Приборы с EnDat-21 и EnDat-22 имеют высокое внутреннее разрешение, поэтому нет необходимости в использовании инкрементальных сигналов.

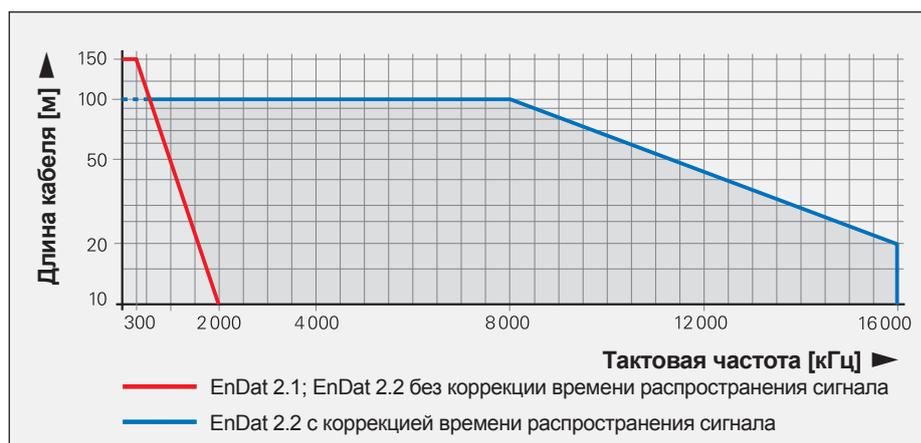
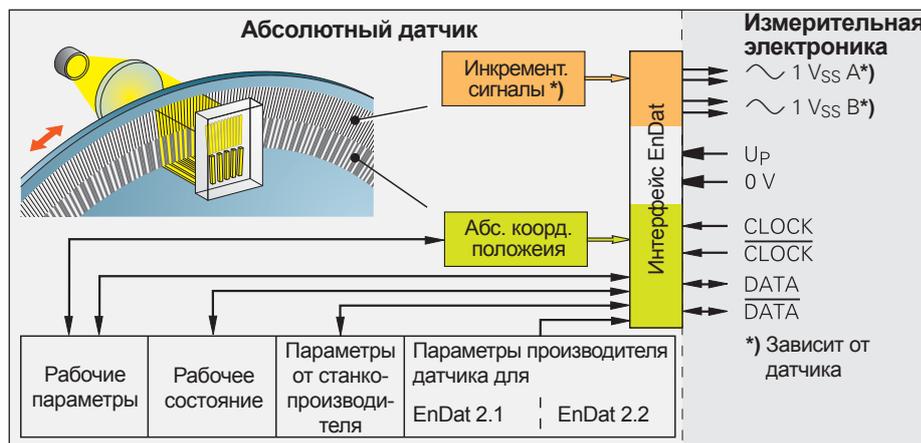
Тактовая частота и длина кабеля

Тактовая частота, в зависимости от длины кабеля (макс. до 150 м), колеблется между **100 кГц** и **2 МГц**. С коррекцией времени распространения сигнала в измерительной электронике тактовая частота может достигать **16 МГц** при длине кабеля макс. до 100 м.

Интерфейс	EnDat последовательный двунаправленный
Передача данных	Абс. измеренные значения, параметры и доп. информация
Вход данных	Дифф. приемник шины по EIA-стандарту RS 485 для сигналов CLOCK и $\overline{\text{CLOCK}}$, а также DATA и $\overline{\text{DATA}}$
Выход данных	Дифф. передатчик шины по EIA-стандарту RS 485 для сигналов DATA und $\overline{\text{DATA}}$
Значения положения	Увеличивается при движении в направлении стрелки (см. присоединительные размеры)
Инкрементальные сигналы	$\sim 1 V_{SS}$ (см. <i>Инкрементальный сигнал 1 V_{SS}</i>) зависит от типа датчика

Обозначение при заказе	Система команд	Инкрементальные сигналы	Напряжение питания
EnDat 01	EnDat 2.1 или EnDat 2.2	присутствуют	см. Технические характеристики прибора
EnDat 21		отсутствуют	
EnDat 02	EnDat 2.2	присутствуют	расширенный диапазон DC от 3,6 до 5,25 В или 14 В
EnDat 22	EnDat 2.2	отсутствуют	

Версии интерфейса EnDat (жирным выделены стандартные версии)



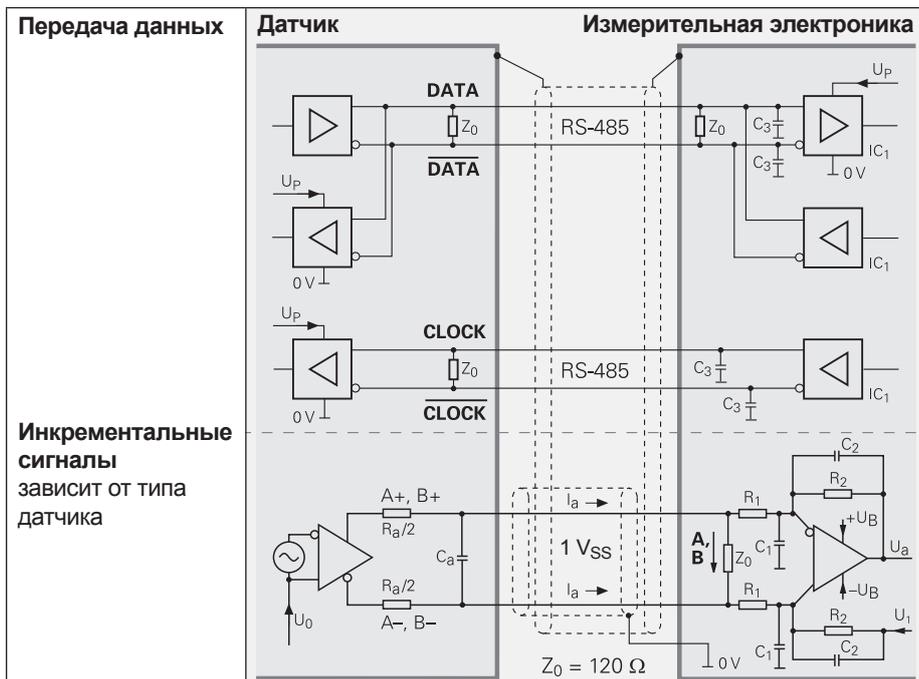
Входная схема измерительной электроники

Расчет параметров

IC_1 = RS 485-дифф. приемник и передатчик

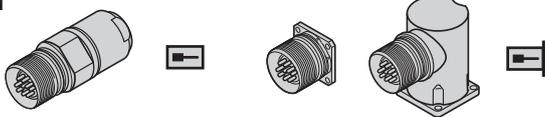
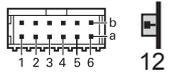
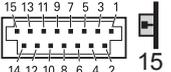
$C_3 = 330$ пФ

$Z_0 = 120 \Omega$



Инкрементальные сигналы зависят от типа датчика

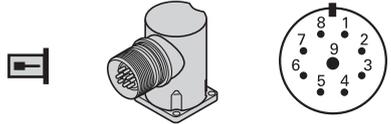
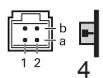
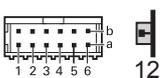
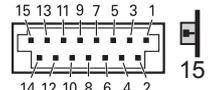
Распайка выводов

17-ти полюсный разъем-резьба или фланцевый разъем M23						12-пол. разъем печатной платы				15-пол. разъем печатной платы																	
																											
Напряжение питания					Инкрементальные сигналы ¹⁾					Абсолютные значения координат																	
7		1		10		4		11		15		16		12		13		14		17		8		9			
12		1b		6a		4b		3a		/		2a		5b		4a		3b		6b		1a		2b		5a	
15		13		11		14		12		/		1		2		3		4		7		8		9		10	
		U _P		Сенсор ²⁾ U _P		0 В		Сенсор ²⁾ 0 В		Внутр. экран		A+		A-		B+		B-		DATA		DATA		CLOCK		CLOCK	
		коричневый/зел.		синий		белый/зеленый		белый		/		зел./черный		желтый/черный		синий/черный		красный/черный		серый		розовый		фиолетовый		желтый	

Прочие сигналы	
5	
6	
/	
/	
/	
/	
T+ ³⁾	
T- ³⁾	
	
коричневый ³⁾	
белый ³⁾	

Оплетка кабеля соединена с корпусом; **U_P** = напряжение питания; **T** = температура
Сенсор: кабель сенсора соединен внутри с соответствующим питающим напряжением.
 Недействующие выводы или их жилы использовать нельзя!

- 1) Только для EnDat 01 и EnDat 02
- 2) Не занят при напряжении питания 7 - 10 В через внутренний кабель двигателя
- 3) Только при внутреннем кабеле двигателя
- 4) Разъемы для внешнего датчика температуры; соединение в 9-полюсном фланцевом разьеме M23
- 5) **ECI 1118 EnDat 22:** свободен
- 6) Только EnDat 22, кроме ECI 1118

8-ми полюсный разъем-резьба или фланцевый разъем M12					9-ти полюсный фланцевый разъем M23																				
																									
4-полюсный разъем печатной платы				12-полюсный разъем печатной платы				15-полюсный разъем печатной платы																	
																									
Напряжение питания					Абсолютные значения координат					Прочие сигналы ³⁾															
M12		8		2		5		1		3		4		7		6		/		/		/		/	
M23		3		7		4		8		5		6		1		2		/		/		/		/	
4		/		/		/		/		/		/		/		/		1a		1b		/		/	
12		1b		6a		4b		3a		6b		1a		2b		6a		/		/		/		/	
15		13		11		14		12		7		8		9		10		5		6		/		/	
		U _P		Сенсор ⁵⁾ U _P		0 В		Сенсор ⁵⁾ 0 В ⁵⁾		DATA		DATA		CLOCK		CLOCK		T+ ⁶⁾		T- ⁶⁾		T+ ^{4) 6)}		T- ^{4) 6)}	
		коричневый/зеленый		синий		белый/зеленый		белый		серый		розовый		фиолетовый		желтый		коричневый		зеленый		коричневый		белый	

Разъемы и кабели

Внутренний кабель двигателя

Внутренние кабели двигателя чаще всего имеют оплетку из специального эластомера (EPG). Они устойчивы к маслу по VDE 0472 (часть 803; тип B), устойчивы к гидролизу по VDE 0282 (часть 10), а также не содержат ПВХ, силикон и гало-

ген. По сравнению с PUR-кабелями кабели EPG не так устойчивы к воздействиям окружающей среды, частым сгибам и кручению. При их жестком закреплении они выдерживают до 120 °С.

Внутренний кабель двигателя диаметр кабеля 4,5 мм для	с двумя разъемами с разъемом печатной платы и угловой вилкой M23, 17-пол.		с двумя разъемами с разъемом печатной платы и угловой вилкой M23, 9-пол. для последовательной передачи данных		с одним разъемом с разъемом печатной платы		
	Разъем печатной платы	Обжимная гильза					
ECN 1113 EQN 1125	15-пол.	Ø 4,5 мм	606079-xx EPG 16xAWG30/7	–	605090-xx EPG 16xAWG30/7		
ECN 1123 EQN 1135	15-пол.	Ø 4,5 мм	–	746170-xx EPG [6 × (2 × 0,09 мм ²)]	681161-xx EPG [6 × (2 × 0,09 мм ²)]		
ECI 119	15-пол.	Ø 4,5 мм	–	–	640067-xx ¹⁾ EPG 16xAWG30/7		
ECI 1118 EQI 1130 EnDat 01 EnDat 21	15-пол.	–	–	–	640030-xx ²⁾ TPE 12xAWG26/19		
ECI 1118 EnDat 22	15-пол.	–	–	–	735784-xx ²⁾ TPE 6xAWG26/19		
ERN 1120 ERN 1180	15-пол.	Ø 4,5 мм	–	–	675537-xx EPG [6 × (2 × 0,09 мм ²)]		
ERN 1123	15-пол.	–	–	–	738976-xx ²⁾ TPE 14xAWG26/19		
ERN 1185	14-пол.	Ø 4,5 мм	316594-xx EPG 16xAWG30/7	–	317900-xx EPG 16xAWG30/7		
ECN 1313 EQN 1325 ECI 1319 EQI 1331	12-пол.	Ø 6 мм	332201-xx EPG 16xAWG30/7	–	332202-xx EPG 16xAWG30/7		
ECN 1325 EQN 1337	12-пол. 4-пол.	Ø 6 мм	–	746254-01 EPG [6 × (2 × 0,09 мм ²)]	622540-xx EPG [6 × (2 × 0,09 мм ²)]		
ERN 1387	14-пол.	Ø 6 мм	332199-xx EPG 16xAWG30/7	–	332200-xx EPG 16xAWG30/7		
ERN 1326	16-пол.	Ø 6 мм	341370-xx ³⁾ EPG 16xAWG30/7	–	341369-xx EPG 16xAWG30/7		
ERN 1321 ERN 1381	12-пол.	Ø 6 мм	667343-xx EPG 16xAWG30/7	–	333276-xx EPG 16xAWG30/7		

1) С хомутом для подключения экрана

2) Отдельные жилы в термоусадочной трубке; соединение с экраном должно быть разорвано со стороны двигателя

3) Без отдельного разъема для датчика температуры

Выходной кабель

	Выходной кабель		Кабель	Идентификационный номер
ECI 1118 EQI 1130	с двумя разъемами с разъемом печатной платы 15-пол. и разъемом-резьбой (вилка) M23 17-пол.		PUR 16xAWG30/7 с подключением для экрана Ø 4,5 мм	639528-xx
ERO 1225 ERO 1285	с одним разъемом с разъемом печатной платы 12-пол.		PUR [4(2 × 0,05 мм ²) + (4 × 0,14 мм ²)] с подключением для экрана Ø 4,5 мм	372164-xx ¹⁾
ERO 1420 ERO 1470 ERO 1480			PUR [4(2 × 0,05 мм ²) + (4 × 0,14 мм ²)] с подключением для экрана Ø 4,5 мм	346439-xx ¹⁾
ECI 1118 EQI 1130 ECI 1319 EQI 1331 ECN 11xx EQN 11xx ECN 13xx EQN 13xx ERN 11xx ERN 13x1	с двумя разъемами с разъемом печатной платы 12-пол. и Sub-D-разъемом (вилка) 15-пол. (включая по 3 разъема 12-пол. и 15-пол.)		EPG 16xAWG30/7 Ø 6 мм	621742-01

¹⁾ Свободный конец кабеля обрезан

Кабель-адаптер

	Кабель для EnDat 22		Идентификационный номер
ECN 1325 EQN 1337	с двумя разъемами с разъемом-гайкой M23 (розетка) 9-пол. и разъемом-резьбой M12 (вилка) 8-пол.		745796-xx

Разъемы и кабели

Соединительный кабель

8-пол. 17-пол.
M12 M23 M23

		для EnDat без инкрементальных сигналов	для $\sim 1 V_{SS}$ \square TTL	для EnDat с инкрементальными сигналами SSI
Кабель PUR	8-пол.: $[(4 \times 0,14 \text{ мм}^2) + (4 \times 0,34 \text{ мм}^2)]$ 12-пол.: $[4(2 \times 0,14 \text{ мм}^2) + (4 \times 0,5 \text{ мм}^2)]$ 17-пол.: $[(4 \times 0,14 \text{ мм}^2) + 4(2 \times 0,14 \text{ мм}^2) + (4 \times 0,5 \text{ мм}^2)]$		Ø 6 мм Ø 8 мм Ø 8 мм	
с двумя разъемами, разъем-гайка (розетка) и разъем-резьба (вилка)		368 330-xx	298 401-xx	323 897-xx
с двумя разъемами, разъем-гайка (розетка) и разъем-гайка (вилка)		—	298 399-xx	—
с двумя разъемами, разъем-гайка (розетка) и Sub-D-разъем (розетка) для IK 220		533 627-xx	310 199-xx	332 115-xx
с двумя разъемами, разъем-гайка (розетка) и Sub-D-разъем (вилка) для IK 215/PWM 20		524 599-xx	310 196-xx	324 544-xx
с одним разъемом разъем-гайка (розетка)		559 346-xx	309 777-xx	309 778-xx
Кабель без разъемов, Ø 8 мм		—	244 957-01	266 306-01
Ответные части для разъемов на датчиках	Разъем-гайка для кабеля Ø 8 мм (розетка) 	—	291 697-05	291 697-26
Разъем-гайка на конце кабеля для подключения к измерительной электронике	Разъем-гайка для кабеля Ø 8 мм (вилка) Ø 6 мм 	—	291 697-08 291 697-07	291 697-27
Разъем-резьба на кабеле	Разъем-резьба для кабеля Ø 4,5 мм (вилка) Ø 6 мм Ø 8 мм 	—	291 698-14 291 698-03 291 698-04	291 698-25 291 698-26 291 698-27
Фланцевый разъем для монтажа в измерительной электронике	Фланцевый разъем (розетка) 	—	315 892-08	315 892-10
Встраиваемые разъемы-резьба	с фланцем (розетка) Ø 6 мм Ø 8 мм 	—	291 698-17 291 698-07	291 698-35
	с фланцем (вилка) Ø 6 мм Ø 8 мм 	—	291 698-08 291 698-31	291 698-41 291 698-29
	с центральным креплением Ø от 6 до 10 мм (вилка) 	—	741 045-01	741 045-02
Переходник $\sim 1 V_{SS}/11 \mu A_{SS}$ для преобразования сигнала $1-V_{SS}$ в сигнал $11-\mu A_{SS}$; разъем-гайка M23 (розетка) 12-пол. и разъем-гайка M23 (вилка) 9-пол.		—	364 914-01	—

Общие указания по электрике для датчиков вращения в электродвигателях

Измерение температуры в двигателе

Для защиты двигателя от перегрузки производитель устанавливает датчик температуры вблизи обмотки. В классическом случае датчик температуры подключается с помощью двух отдельных проводов к обрабатывающей электронике. Датчики для двигателей производства HEIDENHAIN позволяют подключить датчик температуры ко внутреннему кабелю двигателя и передавать данные по кабелю измерительного датчика. Таким образом, становятся ненужными дополнительные провода от двигателя к блоку управления.

Встроенная обработка данных температуры

Датчики для двигателей с интерфейсом EnDat-22 помимо встроенного датчика температуры (точность ок. ± 4 К при 125°C) позволяют подключение внешнего датчика температуры (не для ESI 1118). Оценка данных внешнего датчика выполняется также в самом датчике. Оцифрованное значение температуры передается по интерфейсу EnDat в качестве дополнительной информации.

При этом, необходимо учитывать следующее:

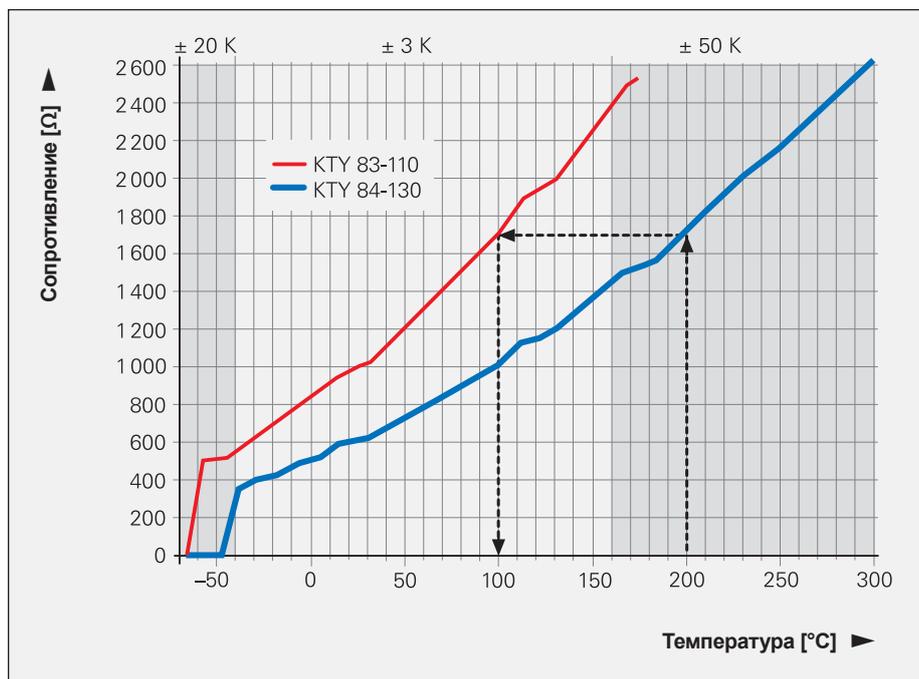
- передаваемое значение температуры не является надежным значением в смысле функциональной безопасности;
- диапазон допустимых температур в точке измерения температуры на фланце датчика должен соблюдаться независимо от передаваемых по интерфейсу EnDat значений температуры.

Возможные датчики температуры

Обработка данных температуры в датчике рассчитана на PTC-терморезистор КТУ 84-130. Для других датчиков температуру необходимо пересчитывать согласно кривой сопротивления. В примере полученная по EnDat температура 200°C соответствует в действительности 100°C , если в качестве датчика температуры используется КТУ 83-110.

Указания по подключению внешнего датчика температуры

- Подключайте только пассивные датчики температуры
- Для защитного разделения используйте только датчики температуры с двойной или усиленной изоляцией (EN 61800-5-1)
- Гальваническое отделение входа датчика температуры в электронике датчика вращения не требуется
- Точность измерения температуры в зависимости от диапазона измеряемых температур:
 - ок. ± 3 К при -40°C до 160°C
 - ок. ± 20 К при $\leq -40^\circ\text{C}$
 - ок. ± 50 К при $\geq 160^\circ\text{C}$
- Учитывайте допуск датчика температуры



Зависимость между температурой и сопротивлением КТУ 84-130 с примером пересчета для КТУ 83-110

Общие указания по электрике

Напряжение питания

Подключайте датчики компании HEIDENHAIN только к измерительной электронике, в которой питающее напряжение гальванически развязано с напряжением сети (**EN 50 178**). В системах с повышенной надежностью необходимо дополнительно предусматривать защиту от перенапряжения.

Если датчики HEIDENHAIN должны эксплуатироваться согласно IEC 61010-1, то питающее напряжение должно производиться вторичной цепью с ограничениями тока или мощности по IEC 61010-1:2001, часть 9.3 или IEC 60950-1:2005, часть 2.5 или вторичной цепью класса 2 по UL1310.

Для питания измерительных датчиков необходимо **стабилизированное постоянное напряжение U_p** . Величина напряжения и потребляемый ток описаны в соответствующих *технических параметрах*. Пульсация постоянного напряжения:

- Высокочастотный сигнал помехи $U_{SS} < 250$ мВ, где $dU/dt > 5$ В/мкс
- Низкочастотный сигнал помехи $U_{SS} < 100$ мВ

Приведенные характеристики напряжения должны соблюдаться в датчике, т.е. без влияния кабеля. Питающее напряжение на датчике можно контролировать через **сенсорную линию** и при необходимости регулировать. Если используется нерегулируемый блок питания, то для уменьшения падения напряжения в два раза сенсорная линия должна подключаться параллельно с соответствующими питающими линиями.

Расчет **падения напряжения**:

$$\Delta U = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1,05 \cdot L_K \cdot I}{56 \cdot A_V}$$

- где ΔU : падение напряжения в В
 1,05: коэффициент длины, обусловленный витыми жилами
 L_K : длина кабеля в м
 I : потребление тока в мА
 A_V : сечение жилы питающего кабеля в мм²

Для **расчета тока**, необходимого датчику, нужно учитывать действительное напряжение, приложенное к датчику. Оно равно напряжению питания U_p , предоставляемому обрабатывающей электроникой, минус падение напряжение на шине питания. Для датчиков с расширенным диапазоном питающего напряжения расчет падения напряжения на шине питания должен выполняться с учетом нелинейного потребления тока (смотри следующую страницу).

Когда значение падения напряжения известно, то можно рассчитать все параметры для измерительного датчика и обрабатывающей электроники, например, напряжение на датчике, необходимый ток и потребляемую датчиком мощность, а также мощность, предоставляемую обрабатывающей электроникой.

Условия включения/выключения датчика

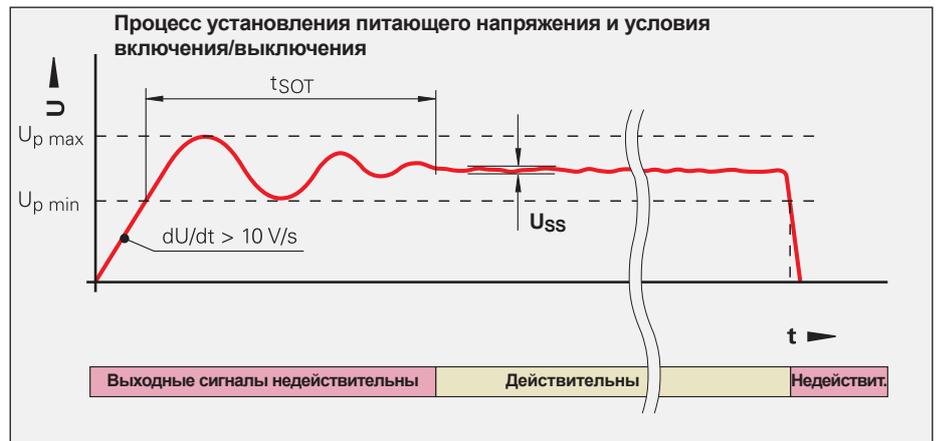
Выходные сигналы становятся действительными только через время включения, $t_{SOT} = 1,3$ с (2 с PROFIBUS-DP, см. диаграмму). Во время t_{SOT} они могут принять любое значение до 5,5 В (в HTL-приборах до U_{Pmax}). В случае если интерполирующая электроника включена между датчиком и источником питания, то необходимо учитывать и ее характеристики включения/выключения. При выключении питающего напряжения или падении его значения меньше U_{min} выходные

сигналы также недействительны. При выключении и повторном включении питающее напряжение можно снова подавать только тогда, когда его значение стало ниже уровня 1 В в течение времени t_{SOT} . Эти данные действительны только для измерительных приборов, приведенных в каталоге; эксклюзивные интерфейсы не рассматриваются.

Усовершенствование с повышением производительности может потребовать повышения времени включения t_{SOT} . Разработчиков измерительной электроники просим заблаговременно связаться с HEIDENHAIN.

Изоляция

Корпуса измерительных датчиков изолированы от электрической цепи. Импульсное напряжение: 500 В (Предпочтительное значение согласно VDE 0110 Часть 1; Категория перенапряжения II, Степень загрязнения 2)



Кабель	Сечение жилы питающего кабеля A_V			
	1 $V_{SS}/TTL/HTL$	11 мкА $_{SS}$	EnDat/SSI 17-пол.	EnDat ⁵⁾ 8-пол.
Ø 3,7 мм	0,05 мм ²	–	–	0,09 мм ²
Ø 4,3 мм	0,24 мм ²	–	–	–
Ø 4,5 мм EPG	0,05 мм ²	–	0,05 мм ²	0,09 мм ²
Ø 4,5 мм Ø 5,1 мм	0,14/0,09 ²⁾ мм ² 0,05 ^{2), 3)} мм ²	0,05 мм ²	0,05 мм ²	0,14 мм ²
Ø 6 мм Ø 10 мм ¹⁾	0,19/0,14 ^{2), 4)} мм ²	–	0,08/0,19 ⁶⁾ мм ²	0,34 мм ²
Ø 8 мм Ø 14 мм ¹⁾	0,5 мм ²	1 мм ²	0,5 мм ²	1 мм ²

1) Металлическая защитная оплетка 2) Датчик вращения 3) Щуп 4) LIDA 400
 5) Также Fanuc, Mitsubishi 6) Кабель для RCN, LC

Датчики с расширенным диапазоном питающего напряжения

В датчиках с расширенным диапазоном питающего напряжения потребление тока имеет нелинейную зависимость от питающего напряжения. Потребляемая мощность датчика имеет напротив линейную зависимость (смотри диаграмму *Потребление тока/мощности*). Из-за этого в **технических характеристиках** задано максимальное потребление мощности при минимальном/максимальном питающем напряжении. При максимальном (наихудший случай) потреблении тока необходимо учитывать следующее:

- рекомендуемая схема приемника
- длина кабеля 1 м
- старение и влияние температуры
- использование датчика согласно предписаниям касательно тактовой частоты и времени цикла

Для сравнения приводится типичное потребление тока без нагрузки (подключено только питающее напряжение) для напряжения питания 5 В.

Определение действительно потребляемой мощности датчика и необходимой отдачи мощности обрабатывающей электроники выполняется с учетом падения напряжения на шине питания в четыре шага:

сопротивление шины питания

Активное сопротивление шины питания (разъем и соединительный кабель) можно рассчитать по формуле:

$$R_L = 2 \cdot \frac{1,05 \cdot L_K}{56 \cdot A_V}$$

коэффициенты для определения падения напряжения

$$b = -R_L \cdot \frac{P_{Mmax} - P_{Mmin}}{U_{Mmax} - U_{Mmin}} - U_P$$

$$c = P_{Mmin} \cdot R_L + \frac{P_{Mmax} - P_{Mmin}}{U_{Mmax} - U_{Mmin}} \cdot R_L \cdot (U_P - U_{Mmin})$$

падение напряжения на основе коэффициентов b и c

$$\Delta U = -0,5 \cdot (b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot c})$$

Условные обозначения:

- U_{Mmax} , U_{Mmin} : минимальное/максимальное напряжение питания датчика в В
- P_{Mmin} , P_{Mmax} : максимальная потребляемая мощность при минимальном/максимальном напряжении питания в Вт
- U_P : напряжение питания обрабатывающей электроники в В

параметры обрабатывающей электроники и датчика

Напряжение на датчике:

$$U_M = U_P - \Delta U$$

Ток, необходимый датчику:

$$I_M = \Delta U / R_L$$

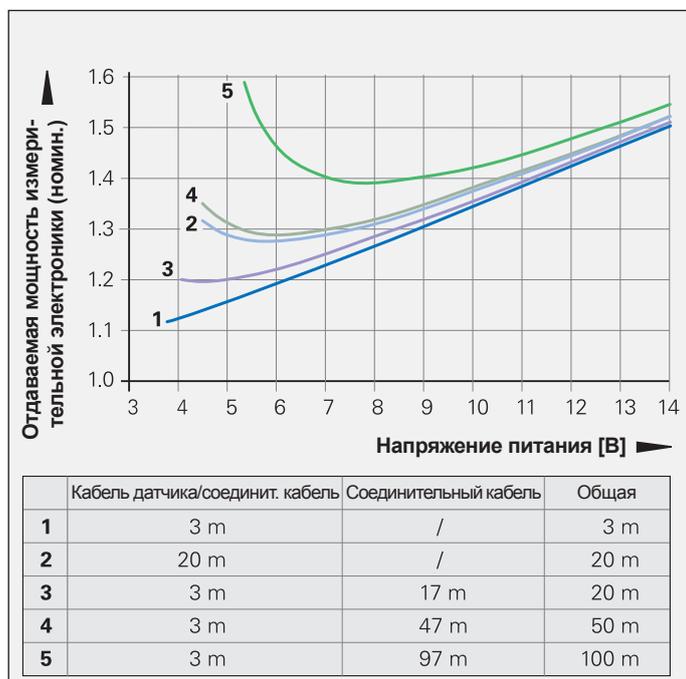
Потребляемая датчиком мощность:

$$P_M = U_M \cdot I_M$$

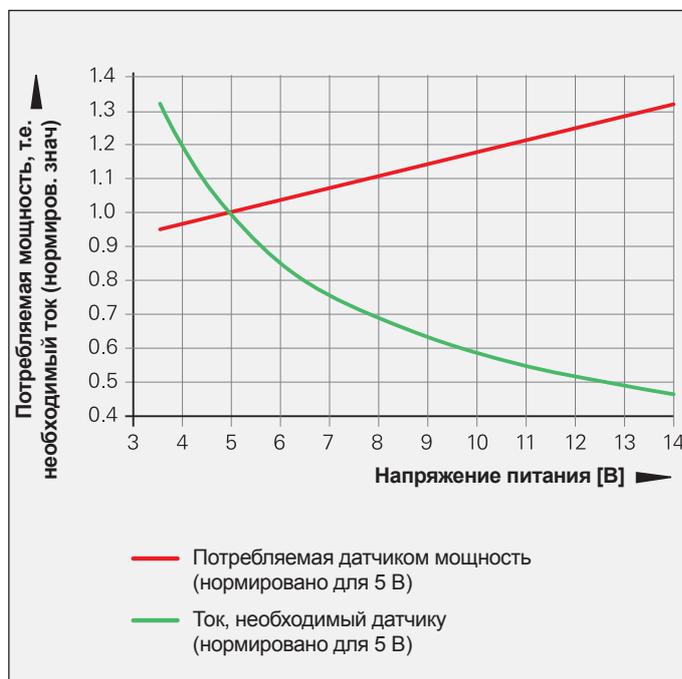
Отдаваемая мощность измерительной электроники:

$$P_E = U_P \cdot I_M$$

Влияние длины кабеля на отдаваемую мощность обрабатываемой электроники (пример)



Потребление тока и мощности в зависимости от напряжения питания (пример)



Электрически допустимая частота вращения/скорость перемещения

Максимально допустимая частота вращения/скорость перемещения складывается из

- **механически** допустимой частоты вращения/скорости перемещения (если задано в *Технических характеристиках*)
- **электрически** допустимой скорости вращения/перемещения. В датчиках с **синусоидальным выходным сигналом** электрически допустимая скорость вращения/перемещения ограничена частотой среза $-3\text{dB}/-6\text{dB}$, т.е. входной частотой управляющей электроники. В измерительных датчиках с **прямоугольным выходным сигналом** электрически допустимая скорость вращения ограничена – максимальной тактовой/выходной частотой f_{max} датчика и – минимальным распознаваемым измерительной электроникой сигналом a .

для датчиков вращения/угла

$$n_{\text{max}} = \frac{f_{\text{max}}}{z} \cdot 60 \cdot 10^3$$

для датчиков линейных перемещений

$$v_{\text{max}} = f_{\text{max}} \cdot SP \cdot 60 \cdot 10^{-3}$$

Условные обозначения:

n_{max} : электрически допустимая частота вращения в об/мин

v_{max} : электрически допустимая скорость перемещения в м/мин

f_{max} : макс. тактовая/выходная частота датчика, т.е. входная частота измерительной электроники в кГц

z : количество штрихов датчика вращения/угла на 360°

SP : период сигнала датчика в мкм

Кабель

Для случаев, требующих повышенной безопасности, необходимо применять кабели HEIDENHAIN с разъемами с двух сторон.

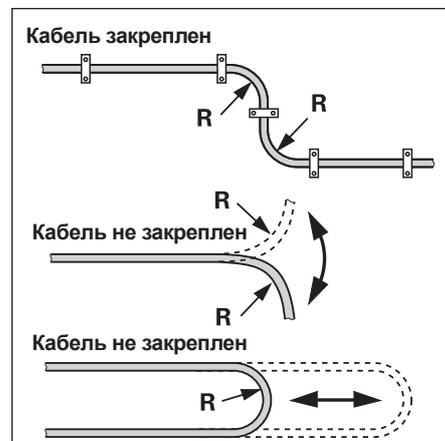
Исполнения

Кабели почти всех датчиков HEIDENHAIN, а также все соединительные кабели имеют оплетку из **полиуретана (PUR-кабели)**. Большинство внутренних кабелей двигателей и некоторые кабели датчиков имеют оплетку из **специального эластомера (EPG-кабели)**. Эти кабели обозначаются в технических характеристиках и в таблицах кабелей как "EPG".

Устойчивость к внешним воздействиям

PUR-кабели устойчивы к маслу и гидролизу согласно **VDE 0472** (часть 803/тип В) и микроорганизмам согласно **VDE 0282** (часть 10). Они не содержат ПВХ и силикона и соответствуют всем UL-нормам. **UL-сертификация** документируется на кабеле маркировкой AWM STYLE 20963 80 °C 30 V E63216.

EPG-кабели устойчивы к маслу по **VDE 0472** (часть 803/тип В), устойчивы к гидролизу по **VDE 0282** (часть 10), а также не содержат ПВХ, силикон и галоген. По сравнению с PUR-кабелями они не так устойчивы к воздействиям окружающей среды, частым сгибам и кручению.



Диапазон температур

Кабели компании HEIDENHAIN можно эксплуатировать при

закрепленном кабеле (PUR)	от -40 до 80 °C
закрепленном кабеле (EPG)	от -40 до 120 °C
подвижном кабеле (PUR)	от -10 до 80 °C

При ограниченной устойчивости к гидролизу и микроорганизмам допускается 100 °C. При необходимости обращайтесь с вопросами в компанию HEIDENHAIN.

Длины

Длины кабелей, заданные в *Технических характеристиках*, действительны только для кабелей HEIDENHAIN и рекомендованного входного подключения измерительной электроники.

Кабель	Радиус сгиба R	
	Кабель закреплен	Кабель не закреплен
Ø 3,7 мм	≥ 8 мм	≥ 40 мм
Ø 4,3 мм	≥ 10 мм	≥ 50 мм
Ø 4,5 мм EPG	≥ 18 мм	–
Ø 4,5 мм Ø 5,1 мм	≥ 10 мм	≥ 50 мм
Ø 6 мм Ø 10 мм ¹⁾	≥ 20 мм ≥ 35 мм	≥ 75 мм ≥ 75 мм
Ø 8 мм Ø 14 мм ¹⁾	≥ 40 мм ≥ 100 мм	≥ 100 мм ≥ 100 мм

¹⁾ Металлическая защитная оплетка

Передача сигнала без помех

Электромагнитная совместимость/CE-соответствие

При соблюдении всех инструкций по монтажу и использованию кабелей и разъемов HEIDENHAIN датчики компании HEIDENHAIN выполняют все требования к электромагнитной совместимости согласно 2004/108/EG относительно следующих основных норм:

- **Устойчивость к помехам EN 61000-6-2:**
в частности:
 - ESD EN 61 000-4-2
 - Электромагнитные поля EN 61 000-4-3
 - Вспышка EN 61 000-4-4
 - Импульс EN 61 000-4-5
 - Помехи, передаваемые по кабелю EN 61 000-4-6
 - Магнитные поля промышленной частоты EN 61 000-4-8
 - Импульсные магнитные поля EN 61 000-4-9
- **Устойчивость к помехам EN 61000-6-4:**
в частности:
 - для ISM-приборов EN 55 011
 - для устройств обработки и передачи информации EN 55 022

Электрическая устойчивость к помехам при передаче измерительного сигнала

Напряжения помех возникают и передаются в основном из-за индуктивных и емкостных паразитных связей. Паразитные связи возникают в кабелях и на входах/выходах приборов.

В качестве источников помех следует рассматривать:

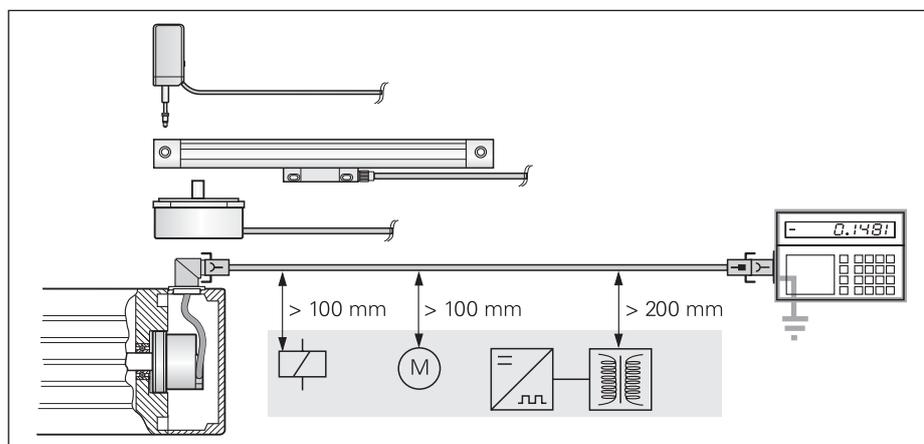
- сильные магнитные поля трансформаторов, электромоторов и тормозных устройств,
- реле, предохранители и магнитные вентили,
- высокочастотные приборы, импульсные приборы и магнитные поля рассеяния импульсных источников питания,
- блоки питания и подводные провода к вышеперечисленным приборам.

Защита от помех

Для обеспечения надежной помехозащищенности необходимо выполнять следующие требования:

- Применять только кабели HEIDENHAIN, следить за падением напряжения на питающих кабелях.
- Использовать соединительные разъемы только в металлическом корпусе. Через них должны передаваться только сигналы и питающее напряжение подключенного датчика. В связи с этим при использовании дополнительных сигналов в соединительных элементах необходимы специальные меры, касающиеся электрической безопасности и EMV.

- Соединять друг с другом через экран кабеля корпусы датчиков, разъемы, и измерительную электронику. Экран необходимо подключать с наибольшей площадью соприкосновения и по всему периметру (360°). В датчиках с более чем одним электрическим разъемом необходимо принимать во внимание его документацию.
- В кабелях с несколькими экранами внутренний и внешний экраны должны прокладываться отдельно. Внутренний экран подключается к 0 В измерительной электроники. Нельзя соединять внутренний экран датчика или кабеля с внешним экраном.
- Всю систему экранирования необходимо соединить с шиной заземления.
- Избегать случайных соприкосновений экрана (например, корпусов разъемов) с другими металлическими частями при прокладке кабеля.
- Не прокладывать сигнальные кабели в непосредственной близости от источников помех (например, предохранители, моторы, преобразователи частоты, магнитные вентили и т.д.).
 - Достаточная защита от кабелей, возможных источников помех, достигается минимальным расстоянием в 100 мм или при прокладке кабеля в металлическом канале с заземленной промежуточной стенкой.
 - Необходимо соблюдать минимальное расстояние в 200 мм от катушек индуктивности в импульсных источниках питания.
- Если в системе существует возможность возникновения компенсационного тока, то необходимо использовать шину выравнивания потенциала. Экран кабеля выполняет функцию шины выравнивания потенциала.
- Датчики измерения положения питать только от PELV-систем (**EN 50 178**). Предусматривать высокочастотное низкоимпедансное заземление (**EN 60 204-1 Кар. EMV**).
- Для датчиков с интерфейсом 11 мА_{SS}: в качестве удлинительных кабелей использовать только кабели HEIDENHAIN ID 244 955-01. Общей длиной макс. 30 м.



Минимальное расстояние от источника помех

Средства диагностики HEIDENHAIN

для инкрементальных датчиков

PWM 9 - это универсальный измерительный прибор, созданный для проверки и юстировки инкрементальных датчиков компании HEIDENHAIN. Для подключения к датчикам с различными выходными сигналами существуют соответствующие адаптеры. В качестве устройства отображения информации служит LCD-дисплей; управление осуществляется многофункциональными клавишами (Softkey).



	PWM 9
Входы	Адаптеры (интерфейсные платы) для 11 мкAss; 1 Vss; TTL; HTL; EnDat*/SSI*/Коммутационные сигналы *не отображает координаты положения и параметры
Функции	<ul style="list-style-type: none"> • Измерение амплитуды сигнала, потребляемого тока, питающего напряжения, тактовой частоты • Графическое представление инкрементальных сигналов (амплитуды, угла сдвига фаз и скважности) и сигнала реф. метки (ширина и положение) • Отображение символов реф. меток, сигнала помехи, направления счета • Универсальный счетчик, интерполяция выбирается от 1 до 1024-крат • Помощь при юстировке открытых датчиков
Выходы	<ul style="list-style-type: none"> • Прибор может быть включен в разрыв цепи измерительной электроники • BNC-разъемы для подключения к осциллографу
Напряжение питания	DC от 10 до 30 В, макс 15 Вт
Габаритные размеры	150 мм × 205 мм × 96 мм

для абсолютных датчиков

Набор для проверки и юстировки датчиков HEIDENHAIN с абсолютным интерфейсом состоит из:

- Платы сопряжения **IK 215**
- Программного обеспечения **ATS**



	IK 215
Вход датчика обратной связи	<ul style="list-style-type: none"> • EnDat 2.1 или EnDat 2.2 (абсолютное значение с или без инкрементальной составляющей) • Последовательный интерфейс Fanuc • Высокоскоростной последовательный интерфейс Mitsubishi • SSI
Интерфейс	PCI-Bus Rev. 2.1
Требования к системе	<ul style="list-style-type: none"> • Операционная система: Windows XP (Vista по запросу) • Объем свободной памяти на жестком диске не менее 20 МБ
Деление сигнала для инкрементальных сигналов	до 65536-крат
Габаритные размеры	100 мм × 190 мм

	ATS
Языки	Немецкий или английский
Функции	<ul style="list-style-type: none"> • Индикация положения • Диалог подключения • Диагностика • Ассистент монтажа ECI/EQI • Дополнительные функции (если поддерживаются датчиком) • Содержание запоминающего устройства

Обрабатывающая электроника

IK 220

Универсальная плата сопряжения для ПК

IK 220 - это сменная плата для ПК для регистрации значений измерения от двух инкрементальных или абсолютных датчиков линейных перемещений или угла. Делительная и счетная электроника делит синусоидальные входные сигналы в 4096 раз. Программа-драйвер входит в стандартную поставку.



Более подробную информацию можно найти в каталоге по *IK 220*, а также в обзорном каталоге по *Устройствам преобразования сигналов*.

	IK 220			
Входные сигналы (переключается)	\sim 1 V _{SS}	\sim 11 μ A _{SS}	EnDat 2.1	SSI
Входы измерительных датчиков	2 Sub-D-разъема (15-пол.) вилка датчиков			
Входная частота	\leq 500 кГц	\leq 33 кГц	–	
Длина кабеля	\leq 60 м		\leq 50 м	\leq 10 м
Деление сигнала (период сигнала : шаг измерения)	до 4096-крат			
Регистр данных для значений измерения (на каждый канал)	48 бит (44 бита задействуются)			
Внутренняя память	для 8192 значений положения			
Интерфейс	PCI-Bus			
Программа-драйвер и демонстрационная программа	для WINDOWS 98/NT/2000/XP в VISUAL C++, VISUAL BASIC и BORLAND DELPHI			
Габаритные размеры	ок. 190 мм × 100 мм			

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 8669 31-0

FAX +49 8669 5061

E-mail: info@heidenhain.de

www.heidenhain.de

Vollständige und weitere Adressen siehe www.heidenhain.de
For complete and further addresses see www.heidenhain.de

DE	HEIDENHAIN Vertrieb Deutschland 83301 Traunreut, Deutschland ☎ 08669 31-3132 FAX 08669 32-3132 E-Mail: hd@heidenhain.de	DK	TPTEKNIK A/S 2670 Greve, Denmark www.tp-gruppen.dk	NO	HEIDENHAIN Scandinavia AB 7300 Orkanger, Norway www.heidenhain.no
	HEIDENHAIN Technisches Büro Nord 12681 Berlin, Deutschland ☎ 030 54705-240	ES	FARRESA ELECTRONICA S.A. 08028 Barcelona, Spain www.farresa.es	PH	Machinebanks' Corporation Quezon City, Philippines 1113 E-mail: info@machinebanks.com
	HEIDENHAIN Technisches Büro Mitte 08468 Heinsdorfergrund, Deutschland ☎ 03765 69544	FI	HEIDENHAIN Scandinavia AB 02770 Espoo, Finland www.heidenhain.fi	PL	APS 02-489 Warszawa, Poland www.apserwis.com.pl
	HEIDENHAIN Technisches Büro West 44379 Dortmund, Deutschland ☎ 0231 618083-0	FR	HEIDENHAIN FRANCE sarl 92310 Sevres, France www.heidenhain.fr	PT	FARRESA ELECTRÓNICA, LDA. 4470 - 177 Maia, Portugal www.farresa.pt
	HEIDENHAIN Technisches Büro Südwest 70771 Leinfelden-Echterdingen, Deutschland ☎ 0711 993395-0	GB	HEIDENHAIN (G.B.) Limited Burgess Hill RH15 9RD, United Kingdom www.heidenhain.co.uk	RO	HEIDENHAIN Reprezentantă Romania Braşov, 500338, Romania www.heidenhain.ro
	HEIDENHAIN Technisches Büro Südost 83301 Traunreut, Deutschland ☎ 08669 31-1345	GR	MB Milionis Vassilis 17341 Athens, Greece www.heidenhain.gr	RS	Serbia → BG
AR	NAKASE SRL. B1653AOX Villa Ballester, Argentina www.heidenhain.com.ar	HR	Croatia → SL	RU	OOO HEIDENHAIN 125315 Moscow, Russia www.heidenhain.ru
AT	HEIDENHAIN Techn. Büro Österreich 83301 Traunreut, Germany www.heidenhain.de	HU	HEIDENHAIN Kereskedelmi Képviselet 1239 Budapest, Hungary www.heidenhain.hu	SE	HEIDENHAIN Scandinavia AB 12739 Skärholmen, Sweden www.heidenhain.se
AU	FCR Motion Technology Pty. Ltd Laverton North 3026, Australia E-mail: vicsales@fcrmotion.com	ID	PT Servitama Era Toolsindo Jakarta 13930, Indonesia E-mail: ptset@group.gts.co.id	SG	HEIDENHAIN PACIFIC PTE LTD. Singapore 408593 www.heidenhain.com.sg
BA	Bosnia and Herzegovina → SL	IL	NEUMO VARGUS MARKETING LTD. Tel Aviv 61570, Israel E-mail: neumo@neumo-vargus.co.il	SK	KOPRETINA TN s.r.o. 91101 Trencin, Slovakia www.kopretina.sk
BE	HEIDENHAIN NV/SA 1760 Roosdaal, Belgium www.heidenhain.be	IN	HEIDENHAIN Optics & Electronics India Private Limited Chetpet, Chennai 600 031, India www.heidenhain.in	SL	Posredništvo HEIDENHAIN NAVO d.o.o. 2000 Maribor, Slovenia www.heidenhain-hubl.si
BG	ESD Bulgaria Ltd. Sofia 1172, Bulgaria www.esd.bg	IT	HEIDENHAIN ITALIANA S.r.l. 20128 Milano, Italy www.heidenhain.it	TH	HEIDENHAIN (THAILAND) LTD Bangkok 10250, Thailand www.heidenhain.co.th
BR	DIADUR Indústria e Comércio Ltda. 04763-070 – São Paulo – SP, Brazil www.heidenhain.com.br	JP	HEIDENHAIN K.K. Tokyo 102-0083, Japan www.heidenhain.co.jp	TR	T&M Mühendislik San. ve Tic. LTD. ŞTİ. 34728 Umraniye-Istanbul, Turkey www.heidenhain.com.tr
BY	Belarus GERTNER Service GmbH 50354 Huerth, Germany www.gertnergroup.com	KR	HEIDENHAIN Korea LTD. Gasam-Dong, Seoul, Korea 153-782 www.heidenhain.co.kr	TW	HEIDENHAIN Co., Ltd. Taichung 40768, Taiwan R.O.C. www.heidenhain.com.tw
CA	HEIDENHAIN CORPORATION Mississauga, Ontario L5T2N2, Canada www.heidenhain.com	ME	Montenegro → SL	UA	Gertner Service GmbH Büro Kiev 01133 Kiev, Ukraine www.gertnergroup.com
CH	HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG 8603 Schwerzenbach, Switzerland www.heidenhain.ch	MK	Macedonia → BG	US	HEIDENHAIN CORPORATION Schaumburg, IL 60173-5337, USA www.heidenhain.com
CN	DR. JOHANNES HEIDENHAIN (CHINA) Co., Ltd. Beijing 101312, China www.heidenhain.com.cn	MX	HEIDENHAIN CORPORATION MEXICO 20235 Aguascalientes, Ags., Mexico E-mail: info@heidenhain.com	VE	Maquinaria Diekmann S.A. Caracas, 1040-A, Venezuela E-mail: purchase@diekmann.com.ve
CZ	HEIDENHAIN s.r.o. 102 00 Praha 10, Czech Republic www.heidenhain.cz	MY	ISOSERVE Sdn. Bhd 56100 Kuala Lumpur, Malaysia E-mail: isoserve@po.jaring.my	VN	AMS Co. Ltd HCM City, Vietnam E-mail: davidgoh@amsvn.com
		NL	HEIDENHAIN NEDERLAND B.V. 6716 BM Ede, Netherlands www.heidenhain.nl	ZA	MAFEMA SALES SERVICES C.C. Midrand 1685, South Africa www.heidenhain.co.za

