

# Обзор энкодеров компании Fenac Technology

Ольга КОМАРОВА  
sales@inelso.ru

По оценкам исследователей, к 2030 г. ожидается трехкратный рост мирового рынка энкодеров — датчиков положения и перемещения. Этому способствует стремление ко все большей автоматизации технологических процессов в промышленности, на транспорте, в логистике и складском секторе, а также к оснащению зданий автоматизированными пользовательскими системами. Вместе с тем возрастают и требования к надежности и точности энкодеров, и производители компонентов стараются им соответствовать. В этой статье предлагаем рассмотреть возможности и принципы работы энкодеров турецкой компании Fenac Technology.

## Виды энкодеров Fenac

Fenac Technology специализируется на разработке и производстве угловых и линейных датчиков положения, перемещения и скорости, предназначенных для решения различных задач в разных условиях эксплуатации, датчиков присутствия для лифтов и скоростных проходов, а также аксессуаров для сокращения времени при монтаже и удобства применения основной группы изделий.

Энкодеры Fenac оснащены наиболее востребованными выходными интерфейсами, что позволяет заказчику подобрать модель, подходящую для сопряжения с системой управления конечным изделием. Это особенно важно, если на производстве заказчика предусмотрена унификация оборудования или из-за технических условий требуется использовать только определенный интерфейс, а также в случае необходимости замены продукции других производителей без существенных временных затрат на доработку.

В ассортименте продукции Fenac представлены цифровые инкрементальные и абсолютные угловые энкодеры и энкодеры

с аналоговым выходным сигналом. Fenac предлагает энкодеры, построенные как на основе магнитной, оптической, индуктивной технологий преобразования, так и с применением тросовой проволоки для линейных перемещений и лазерной технологии измерения расстояния до объекта. Выходные интерфейсы абсолютных энкодеров — SSI/BISS, CANopen, Profinet. Инкрементальные датчики также представлены с широким выбором интерфейсов. Например, доступны датчики с разным количеством каналов: одним — А; двумя — А и В, смещенными относительно друг друга на 90° для определения направления движения; тремя — когда к А и В добавляется канал Z с референтной меткой. Дополнительно могут быть предусмотрены дифференциальные сигналы /А, /В, /Z для обнаружения ошибок в выходном сигнале и защиты от помех.

Для некоторых приложений, например автоматизированных дверей со встроенными датчиками присутствия или станков на текстильных фабриках, где датчики применяются для контроля длины полотна, Fenac Technology разработала специализированные решения с учетом особенностей использования в определенной отрасли.

Основную продукцию компании можно разбить на несколько групп.

По технологии, заложенной в основу, доступные энкодеры делятся на:

- магнитные;
- оптические;
- индуктивные;
- тросовые;
- лазерные дальномеры;
- потенциометры.

Также можно выделить такие типы, как:

- инкрементальные;
- абсолютные;
- с аналоговым выходом;
- программируемые.

Области применения продукции Fenac:

- промышленное оборудование и станкостроение;
- металлургическое и металлообрабатывающее оборудование;
- лифтовое и подъемное оборудование;
- весовые установки;
- конвейеры;
- печатное оборудование;
- упаковочные линии;
- целлюлозно-бумажное оборудование;
- насосы и помпы;
- ветрогенераторы;
- термопластавтоматы;
- испытательное оборудование;
- управление электродвигателями;
- приводы дверей и турникетов.

Важно отметить, что компания внимательно следит за развитием средств автоматизации и следует сложившимся стандартам. Благодаря этому многие изделия Fenac являются взаимозаменяемыми с энкодерами других изготовителей.

## Принципы действия энкодеров

Принцип работы энкодера зависит от технологии, заложенной в его основу. Так, в оптических энкодерах оптическое преобразование угла поворота и углового положения в электрический сигнал выполняется с помощью механизма (рис. 1), устроенного следующим образом: на вал, жестко соединенный с валом контролируемого исполнительного механизма, например электродвигателя, установлен прозрачный диск, расположенный между источником света (светодиодом) и приемником света (в том числе на основе фотодиода). На диск нанесено определенное изображение, поэтому в зависимости от положения вала на выходе фотоприемника формируется сигнал логического нуля или единицы. При вращении вала на выходе эн-

## О компании

Компания Fenac Technology производит измерительное оборудование уже более 20 лет. Будучи в числе лидеров национального рынка автоматизации, компания также добилась значительных результатов на глобальной арене благодаря приверженности принципам контроля высокого качества, регулярному вкладу в оснащение производства и развитие персонала, оптимальному использованию ресурсов, умению быстро и точно откликаться на изменения потребностей заказчиков, следованию отраслевым стандартам и творческому подходу к решению актуальных задач.

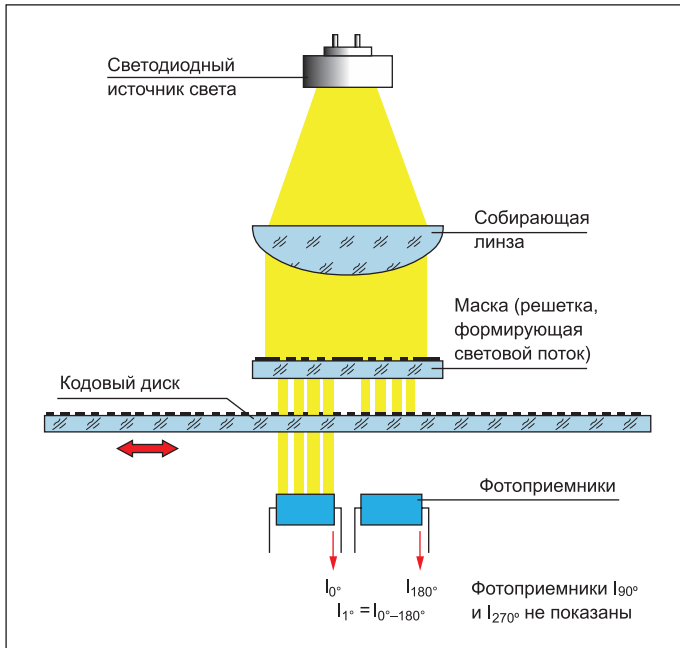


Рис. 1. Принцип действия оптического энкодера

кодера создается последовательность импульсов, параметры которой зависят от угла поворота и скорости вращения вала. Усложненная конструкция измерительного механизма (в частности, за счет изображения на диске), использование нескольких источников и приемников света, а также нескольких механически связанных дисков позволяют получать более точные результаты измерения и определять положение вала в реальном времени, в том числе, если вал неподвижен. Тогда энкодер считается абсолютным.

Основу механизма магнитных энкодеров составляют компоненты, работающие на бесконтактных магнитных эффектах Холла или Виганда. Кроме того, в энкодерах могут использоваться бесконтактные индуктивные технологии преобразования угла поворота и положения вала в электрический сигнал. Электроника выходной части инкрементальных энкодеров устроена так, что при их перемещении на выход поступает последовательность импульсов. С выхода абсолютных энкодеров снимается сигнал (цифровой код или аналоговый), соответствующий текущему положению вала, в том числе неподвижного.

Ключевыми параметрами любого энкодера являются точность определения положения (ассигура) и разрешение (resolution): для инкрементальных энкодеров это число импульсов, создаваемых на выходе датчика за полный оборот вала (Pulses Per Revolution — PPR), или количество отсчетов (Counts Per Revolution — CPR), а для абсолютных энкодеров в качестве количественной меры разрешения используют длину выходного сообщения в битах.

Энкодеры, выходной сигнал которых повторяется после прохождения полного оборота, называются однооборотными, а те, что также подсчитывают и выдают информацию о количестве совершенных полных оборотов вала, — многооборотными.

При установке на оборудовании, подверженном вибрациям и ударам, энкодеры оснащаются высокопрочным корпусом, способным защитить преобразовательный механизм и электронику от воздействий механического характера. Кроме того, необходимо обеспечивать долгосрочную службу оборудования в различных климатических зонах вне помещений с постоянной температурой, а также защиту от пыли, влаги и других загрязнений. Энкодеры Fenac имеют различную защиту от пыли и влаги — как для применения в нормальных условиях, так и на уровне, предполагающем уровень защиты IP65–IP69.

Далее остановимся подробнее на инкрементальных и абсолютных энкодерах Fenac для промышленного применения, составляющих большую часть всей реализуемой продукции компании. Такие из-

Таблица 1. Технические характеристики инкрементальных энкодеров с цельным валом

Модель	Диаметр и тип фланца	Диаметр вала, мм	Разрешение, ррг	Максимальная скорость вращения вала, об/мин	Опции напряжения питания, В	Ток потребления, мА (без нагрузки)
FNC 16S	16 мм / сервофланец	≤4	1–1024	10 000	5 5–30	≤30 при 24 В
FNC 24E	24 мм / сервофланец	≤5	1–4096	TBD	5 5–30	TBD
FNC 24S	24 мм / сервофланец	≤6	1–4096	10 000	5 5–30	≤30 при 24 В
FNC 30S	30 мм / сервофланец	4, 5, 6	1–2048	10 000	5 5–30	≤30 при 24 В
FNC 40B <sup>1</sup>	40 мм / прижимной фланец	4, 5, 6	1–2048	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 40V <sup>2</sup>	40 мм / сервофланец	4, 5, 6	1–2048	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 50S	50 мм / сервофланец	6, 8, 10	1–5000	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 50B <sup>3</sup>	50 мм / прижимной фланец	6, 8, 10	1–5000	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 58S	58 мм / сервофланец	6, 8, 10	1–65 536	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 58B <sup>4</sup>	58 мм / прижимной фланец	6, 8, 10, 11, 12	1–65 536	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 63K <sup>5</sup>	63 мм / квадратный фланец	6, 8, 10, 11	1–65 536	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 64S	64 мм / круглый фланец	6, 8, 10, 11	1–65 536	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 115S <sup>6</sup>	115 мм / тахофланец	10, 11, 12	1–65 536	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В

**Примечания.**

- Совместимы с энкодерами Baumer, Baumer Thalheim, Elcis, Eltra, Hengstler, Hohner, IFM, Nemicon, O&W, Omron, Selet, Wachendorff.
- Совместимы с энкодерами Hohner.
- Совместимы с энкодерами Autonics, Koyo, Omron, Pepperl Fuchs, Wachendorff.
- Совместимы с энкодерами Baumer, Baumer Ivo, Baumer Thalheim, Eltra, Givi, Haidenhain, Hengstler, Hohner, IFM, Kubler, Leine Linde, Lenord Bauer, Lika, Pepperl Fuchs, Sick, Tekel, Telemecanique, Wachendorff, Dynapar.
- Совместимы с энкодерами AMI, Dynapar, Elap, Eltra, EPC, Hohner, Koyo, NEMICON.
- Совместимы с энкодерами Elcis, Kubler.

Таблица 2. Технические характеристики инкрементальных энкодеров с полым валом

Модель	Диаметр и устройство фланца	Диаметр вала, мм	Разрешение, ррг	Максимальная скорость вращения вала, об/мин	Опции напряжения питания, В	Ток потребления, мА (без нагрузки)
FNC 40E <sup>1</sup>	40 мм / глухой полый	4, 5, 6, 8, 10	1–2048	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 50E <sup>2</sup>	50 мм / глухой полый	5, 6, 8, 10, 12, 14	1–2048	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 50H <sup>3</sup>	50 мм / полый	5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16	1–2048	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 58E <sup>4</sup>	58 мм / глухой полый	5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16	1–5000	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 58H <sup>5</sup>	58 мм / полый	5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16	1–5000	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 80H <sup>6</sup>	80 мм / полый	10–25	1000–2500	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В
FNC 80HG <sup>7</sup>	80 мм / полый	10–44	1024–10 000	TBD	TBD	TBD
FNC 100H <sup>8</sup>	100 мм / полый	10–45	1024–10 000	10 000	5 5–30	≤60 при 24 В

**Примечания.**

- Совместимы с энкодерами Baumer, Contrinex, Elcis, Eltra, Nemicon, Quantum Devices, SELET, Sumtak, W+S Mebsystem, Wachendorff.
- Совместимы с энкодерами Baumer, Hengstler, Koyo, Tamagava, W+S Mebsystem.
- Совместимы с энкодерами Autonics, Baumer Thalheim, Bei, Eltra, Global Enkoder, Heidenhain, Hengstler, Hohner, Kubler, Leine Linde, Lika, Sick, Siemens.
- Совместимы с энкодерами Baumer, Baumer Ivo, Baumer Thalheim, Dynapar, Elcis, Eltra, Hengstler, Leine Linde, Lenord Bauer, Posital, Sick.
- Совместимы с энкодерами Baumer, Bei, Eltra, Heidenhain, Ist, Leine Linde, Leine Linde Heavyduty, Iika, Pepperl Fuchs, SICK, Tamagava.
- Совместимы с энкодерами Baumer, Eltra, Kubler, Wachendorff.
- Совместимы с энкодерами Baumer Thalheim.
- Совместимы с энкодерами Baumer Thalheim, Hubner.

деляя, как тросовые датчики для измерения и контроля линейных перемещений, лазерные датчики дальности и приближения, датчики присутствия, потенциометры и некоторые другие, пока останутся за рамками нашего обзора.



Рис. 2. Программируемый инкрементальный энкодер FNC P 58S

### Инкрементальные энкодеры Fenac

Инкрементальные энкодеры позволяют определять направление и скорость вращения/перемещения. Угол поворота вала может быть рассчитан контрольной электроникой заказчика. В сфере промышленной автоматизации сложились определенные стандарты для конструктивной части исполнительных механизмов и энкодеров. Они определяют габариты устройств, типы, формы и размеры валов и фланцев. Энкодеры Fenac представлены со сплошными и полыми валами, и их монтаж может производиться с помощью прижимных, квадратных, серво-, синхро- и тахофланцев.

В таблицах 1 и 2 приведены ключевые параметры стандартных инкрементальных энкодеров Fenac со сплошными и полыми валами. Диаметр рассматриваемых энкодеров составляет 16–115 мм, диаметр входных валов — 4–45 мм. Разрешение этой группы энкодеров лежит в пределах 1–65 536 ppr.

Пример инновационного продукта — семейство программируемых энкодеров FNC P 58S (рис. 2), выполненных в корпусе диаметром 58 мм с сервофланцем. Они снабжены оптическими (разрешение до 100 000 ppr) и магнитными (65 536 ppr) преобразовательными механизмами. По запросу заказчика максимальное разрешение этих энкодеров может быть увеличено до 2 000 000 ppr.

Весьма интересен и инкрементальный энкодер FHD H100, предназначенный для применения в суровых условиях (рис. 3). Модели этого семейства имеют разрешение 1000–10 000 ppr, фланец диаметром 100 мм и усиленную конструкцию корпуса и механизма. Выходной сигнал передается по интерфейсу RS-422 или через выход push-pull. Входной вал — полый (диаметром 10, 12 или 16 мм) либо конический (диаметром 17 мм). Вал энкодера допускает нагрузку до 400 Н. Кроме



Рис. 3. Инкрементальный энкодер FHD H100 для тяжелых условий эксплуатации

того, энкодеры семейства FHD H100 взаимозаменяемы с изделиями Baumer и LEINE LINDE.

### Абсолютные энкодеры Fenac

В абсолютных оптических энкодерах используется магнитный механизм на основе эффекта Холла или диск, на который нанесена текстура, позволяющая по сигналам приемников света определять положение вала энкодера. Магнитный механизм имеет меньшее разрешение по сравнению с оптическим, но в силу более простой механики его себестоимость меньше, а прочность больше. Помимо упомянутых технологий, в энкодерах Fenac применяются индуктивные преобразователи положения.

Перечислим несколько семейств абсолютных энкодеров Fenac, выполненных в стандартных форм-факторах (указан диаметр фланца):

- 27 мм: FNC AS27S;
- 36 мм: FNC AS36S/B/E, FNC AC36S/B/E;
- 50 мм: FNC AS50B/H, FNC APA 50B (параллельный интерфейс);
- 58 мм: FNC AS58S/B/E, FNC AC58S/B/E/H, FNC ASS 58B/S, FNC AC458B, FNC AS458B;
- 80 мм: FNC ASM80H.

Например, абсолютный энкодер FNC AS36S (рис. 4) выполнен в корпусе диаметром 40 мм с прижимным либо сервофланцем диаметром 36 мм. Разрешение в однооборотном режиме составляет до 21 бит, в многооборотном — 32 бит. Подключить энкодер к управляющей системе можно по последовательному синхронному интерфейсу (SSI) или BiSS.



Рис. 4. Абсолютный энкодер семейства FNC AS36S

Семейство абсолютных энкодеров FNC APA 50B интересно тем, что оно имеет параллельный интерфейс, разрешение 12 бит, а также серво- или прижимной фланец.

Fenac выпускает и абсолютные энкодеры с аналоговым выходом — например, программируемые FNC MT 50B/E/S, FNC MT58B/E/S; Programmable Analog Output FNC 50 мм MT, 58 мм MT; Analog Output FNC ST; Analog Output Versus Speed TNC Tacho.

Интересны также бесподшипниковые магнитные энкодеры семейств FNC MAR3015/5535, MRR, MBI44, MBI50, FNC MBI58, FNC MAR13555, которыми можно заменить магнитные датчики производства RLS (Renishaw).

Ряд энкодеров Fenac выпускается как в инкрементальной, так и в абсолютной версии выходного сигнала. Например, энкодеры семейства FHD H75 (рис. 5) с полым валом, предназначенные для применения в тяжелых условиях в составе оборудования для черной металлургии, подъемных кранов, ветряных электрогенераторов и других областей. Они отличаются сверхпрочным ударостойким стальным корпусом и могут выдержать жесткие климатические условия эксплуатации. Абсолютная версия этих энкодеров (FHD AS H75) оснащена магнитным или оптическим измерительным механизмом, имеет разрешение 21 бит и предназначена для

работы в однооборотном режиме. Подключение энкодеров FHD AS H75 к управляющему устройству осуществляется по протоколу RS-422/485 через стандартный разъем, клем-мную коробку или встроенный кабель. Эти энкодеры имеют фланец диаметром 75 мм и вал диаметром 8–26 мм.

Бесподшипниковые энкодеры семейств FNC MAR3015/5535, MRR, MBI44, MBI50, FNC MBI58 и FNC MAR13555 тоже выпускаются как в абсолютной, так и в инкрементальной версиях.

Следует отметить, что ряд абсолютных энкодеров FENAC снабжен интерфейсным модулем для подключения к промышленным шинам Profibus, CANopen или BiSS: к ним относятся, например, выполненные в популярном размере форм-фактора 58 мм энкодеры семейства FNC AC58B.

Среди интересных энкодеров Fenac упомянем и семейство мини-атюрных абсолютных магнитных энкодеров FNC F08 AS внешним диаметром 8 мм с разрешением до 14 бит. Интерфейс — SSI или BiSS.

## Заключение

Потребность мирового рынка промышленной автоматики в энкодерах настолько велика, что десятки производителей этих устройств из Европы, США, Японии и других стран могут находить все больше клиентов и успешно развиваться. Серьезная конкуренция обеспечивает высокое качество продукции и поддерживает постоянный поиск инновационных решений.

Мы наблюдаем на рынке энкодеров тенденцию к стандартизации механической части изделий (габаритных и присоединительных размеров датчиков) при расширении функциональности устройств. Так, в пределах одного семейства энкодеров, объединенного конструкцией корпуса и интерфейсами, могут быть представлены и инкрементальные, и абсолютные энкодеры, и оптические, и магнитные, с различными опциями разрешения, механического и электрического интерфейсов. Широко применяемые модульные решения позволяют

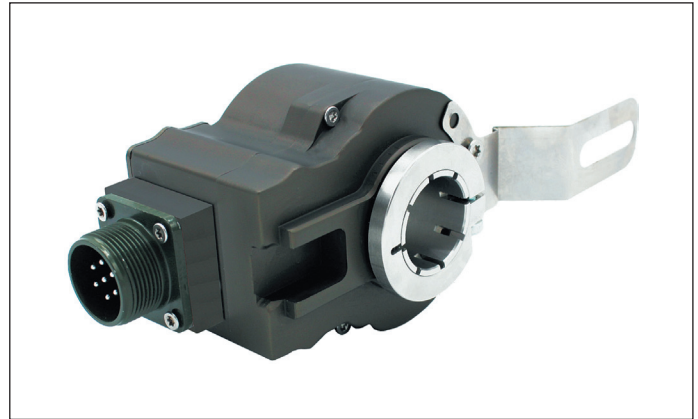


Рис. 5. Энкодер семейства FHD H75 с полым валом для применения в тяжелых промышленных условиях

обеспечить максимальную гибкость технических характеристик без значительных затрат на разработку и производство энкодеров.

Гибкости способствует и взаимозаменяемость энкодеров разных изготовителей. Так, энкодеры семейств Fenac FHD H100, FNC 100H, FNC 115S, FNC 30B/E, FNC 40B/E/V, FNC 50B/E/H/S, FNC 53K, FNC 540B, FNC 58B/D/E/H/S/V, FNC 63D/K, FNC 64S, FNC 80B/H/HG/S, FNC APA 58S могут стать альтернативой изделиям множества поставщиков, среди которых лидеры мировой промышленности — Dynapar, Hubner, Koyo, Kubler, Omron, Pepperl Fuchs, Posital, Siemens, Tamagava, WACHENDORFF и др.

Благодаря вниманию к клиентам, накопленному опыту и постоянному поиску инноваций компания Fenac Technology занимает на бурно развивающемся рынке энкодеров устойчивое положение, поставляя качественную продукцию, как только она потребуется заказчику. ■