

УДК 621.3

## ЭНКОДЕРЫ

Лушинский Д.В.

Научный руководитель — к.т.н., доцент Константинова С.В.

Энкодер (датчик угловых или линейных перемещений, преобразователь "угол-код") представляет собой устройство для преобразования угловых или линейных перемещений в аналоговый или цифровой сигнал. Такой датчик формирует и сообщает устройству управления код точного положения вала за единицу времени.

Энкодерные датчики имеют богатую и разнообразную историю создания, имеется множество типов конструкторских решений, разработаны сложные алгоритмы коррекции ошибок.

Первые энкодеры появились в начале 1960 годов. "Dome" или DOM (Digital Optical Measuring instrument- Цифровой Оптический Измерительный инструмент) является одной из первых. Имеется много названий данного типа изделий: фото-импульсный датчик (ФИД), датчик угловых перемещений, преобразователь фотоэлектрический, преобразователь вращения, преобразователь перемещения, датчик угла поворота (ДУП) и пр. В настоящее время появилось еще одно общее название данного класса приборов - энкодер ("Encoder" - преобразовывать, перекодировать,).

Внешний корпус энкодеров выполняется обычно из алюминиевого сплава, силумина, или пластика. Изделие требует полной герметичности конструкции. Поэтому корпус сажают на специальные уплотнительные кольца из резины или каучука, что придает хорошую герметичность энкодеру, защищает внутренние элементы от проникновения влаги, пыли, иных мелкодисперсных частиц.



Рисунок 1. Устройство энкодера

Внутри корпуса оптического энкодера находится электроника, ИК-излучатель и ИК-приемник (датчик), между которыми вращается идеально отцентрованный диск со специально-нанесенными метками. В конструкции высококачественных энкодеров используются прецизионные подшипники, в некоторых моделях энкодеров используются по два подшипника на вал (Рисунок 1).

Энкодеры делятся, по типу выдаваемых данных, на две группы: абсолютные и инкрементальные.

Абсолютные энкодеры — датчики положения, подсчитывающие число уникальных цифровых кодов за единицу вращения диска, применяются для измерения скорости и положения вала электропривода. Задача абсолютного энкодера - счет последовательности кодов за цикл вращения диска энкодера.

Весь диск абсолютного энкодера (Рисунок 2) разделен на определенное количество секторов, которым присвоены определенные значения. При вращении вала, датчик считывает данные сектора, формируя определенный индивидуальный (абсолютный код), этот код формируют индивидуальные последовательности меток, нанесенные на диске энкодера. Считывание сигналов происходит при помощи фотоэлемента (приемной матрицы). На основании чего можно определить, на какой угол относительно нулевого сектора повернут диск энкодера в каждый конкретный момент. Достигнув максимального значения, абсолютный энкодер, переходит снова в значение "ноль", и, процесс расчета углового положения, повторяется заново.

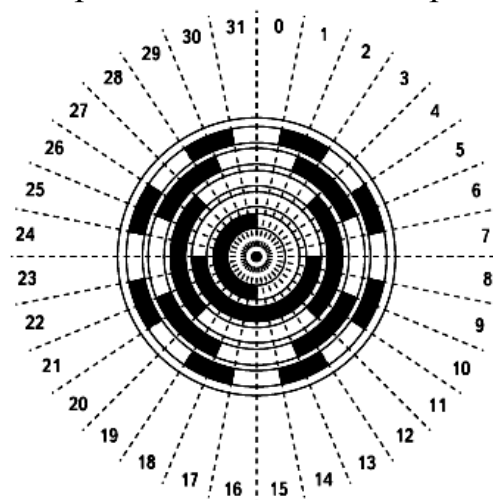


Рисунок. 2. Диск абсолютного энкодера

За единицу вращения диска (цикл) абсолютного энкодера может быть взято любое количество оборотов, в зависимости от типа и модели энкодера. Соответственно, датчики измерения положений бывают однооборотными и многооборотными.

Инкрементальные энкодеры — устройства подсчета количества импульсов от точки отсчета на единицу оборота вращения вала. Они генерируют последовательный импульсный цифровой код, содержащий информацию относительно угла поворота вала. Задача инкрементального энкодера— считать единичные импульсы за цикл, равный одному обороту диска.

Импульсы в инкрементальном энкодере формируются при помощи вращения диска с метками. Отсчет одного оборота определяется стартовыми метками на вращающемся диске инкрементного энкодера, которые определяются импульсным энкодером сразу после включения в режим работы (рисунок. 3).

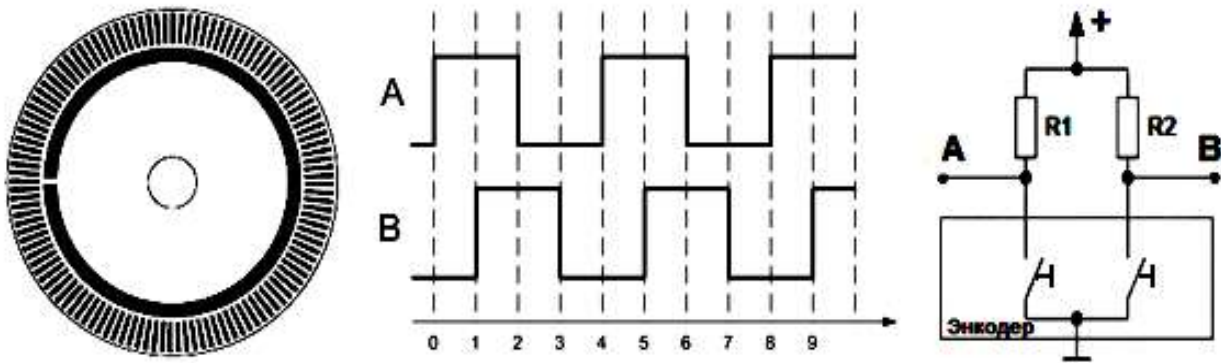


Рисунок 3. Диск, импульсы и схема инкрементального энкодера

При отсутствии вращения, у инкрементального энкодера на выходе формируется логическая единица. В начале вращения инкрементального энкодера формируется - ноль. При вращении энкодера, на выходах опять образуется логическая единица. Цикл повторяется. В энкодере данного типа формируется последовательность нулей и единиц. Подсчет полных циклов работы энкодера, осуществляется при помощи подсчета (сложения) количества сигналов, формируемых за счет вращения диска.

У инкрементального энкодера цифровые значения сигналов образуют всего четыре состояния: 1) Две единицы; 2) Ноль и единица; 3) Ноль и ноль; 4) Единица и ноль. В современных моделях микроконтроллеров инкрементальных энкодеров реализована функция расчета углового положения (поворота) вала энкодера с помощью таймера, считающего на аппаратном уровне (функция встроена в микросхему), на сколько сигналов и в какую сторону был повернут диск энкодера. Счетчик инкрементирует - подсчитывая, складывает числа, прибавляя данные, полученные при подсчете сигналов и значений таймера за один оборот диска. Современный оптический энкодер представлен на рисунке 4. В нем присутствуют источник света, вращающийся диск с рисками (метками), и приёмник— детектор светового сигнала.

Световые сигналы, генерируемые источником света, анализируются приемным световым элементом, подсчитываются и преобразовываются в последовательность электрических импульсов. Преобразование механического углового перемещения в электрические импульсы является основной задачей оптического энкодера.

Работа оптического энкодера основана на принципе оптического сканирования светового потока и преобразовании его в последовательность аналоговых или цифровых сигналов. Один из основных элементов энкодера вращающийся, хорошо отцентрированный диск, с расположенной на нём кодовой матрицей, состоящей из набора меток (рисок).

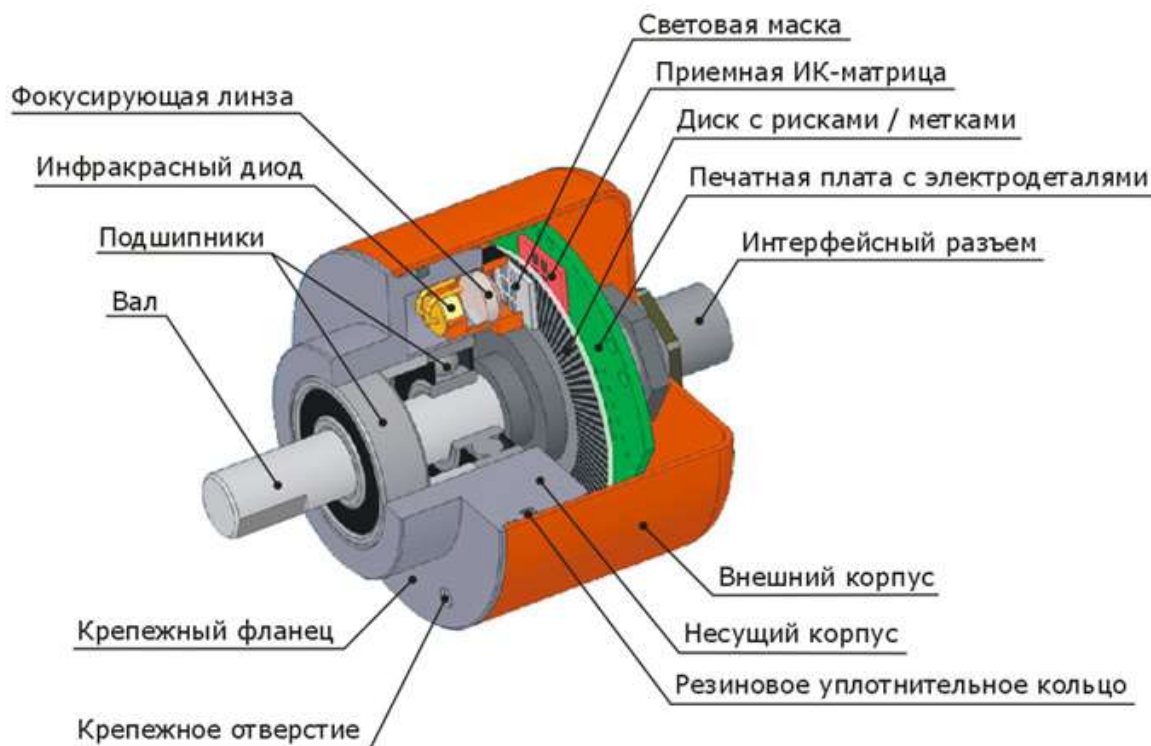


Рисунок 4. Устройство оптического энкодера

У инкрементальных энкодеров метки на диске расположены последовательно, у абсолютных энкодеров метки на диске формируют кодированные рисунки, которые делятся на сектора и образуют определенную последовательность, в которой зашифрован код. Диск энкодера (кодовый диск) установлен между ИК-светодиодом и приемным оптическим элементом (ИК-датчиком), ИК-светодиод и ИК-приемная матрица направлены друг-на-друга. Обычно используются светодиоды, работающие в инфракрасном диапазоне излучения (ИК-светодиоды). Чтобы принять световой сигнал, используются инфракрасные датчики (рисунок. 5).

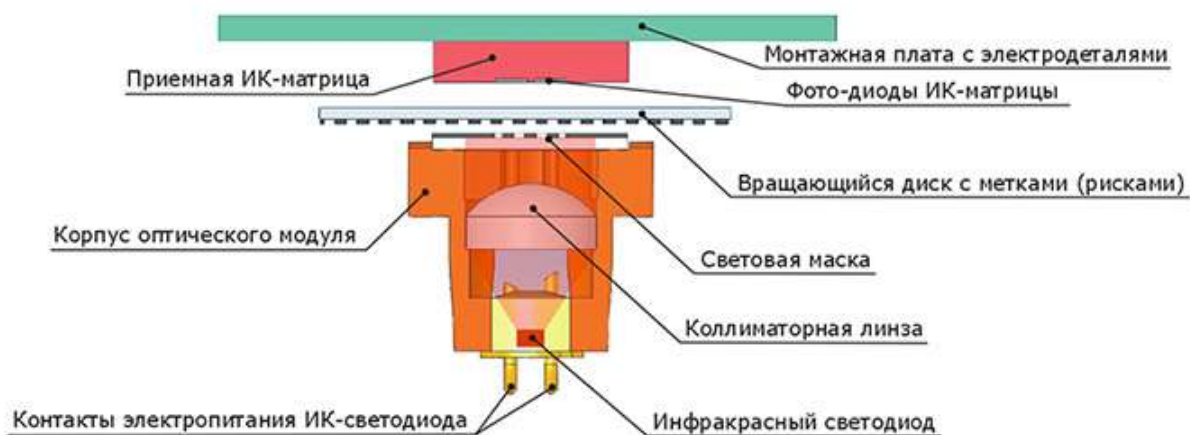


Рисунок 5. Схема считывания данных



Направленный световой поток, излучаемый световым элементом (ИК-светодиодом) через риски вращающегося диска, падает на специальную неподвижную матрицу ИК-детектора, попадает на приемный фотоэлемент (ИК-детектора), который создает сигнал, пропорциональный светосиле.

Вращение диска энкодера с нанесенной на него рисунком-матрицей в виде некоторого количества дорожек, состоящих из кодированной последовательности меток (рисок), приводит к циклическим прерываниям светового потока, ИК-датчик (ИК-сенсор) формирует последовательность сигналов.

Электрические сигналы, обрабатываются операционными усилителями для выдачи в виде N-Bit-ного бинарного сигнала.

Изменения интенсивности источника светового потока регистрируются с помощью дополнительного сенсора и компенсируются электронной схемой (рисунок. 6)

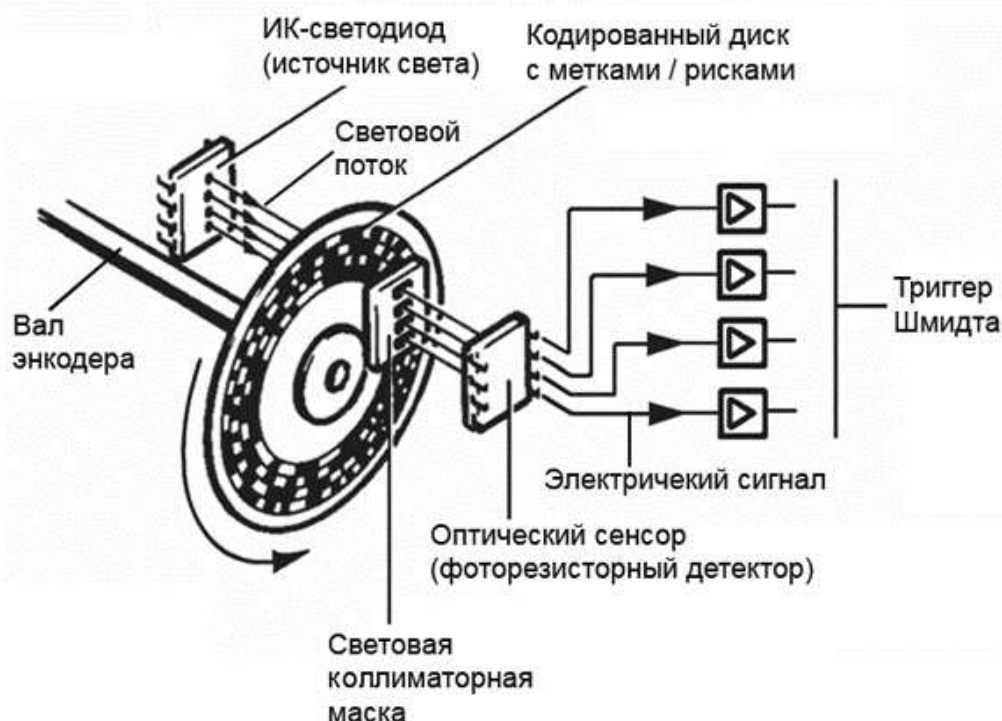


Рисунок. 6. Компенсирующая электронная схема

Абсолютные многооборотные энкодеры имеют дополнительный механический узел, который представляет редуктор с минимальным механическим сопротивлением, состоящий из некоторого количества шестерен с метками (рисунок. 7).

Шестерни вращаются с разной скоростью. Оптические датчики сканируют метки с данных шестерен. Вал энкодера может осуществить несколько оборотов, прежде чем, шестерня с метками осуществит полный оборот в данном узле.

Для некоторых моделей датчиков обратной связи применяются специальные корректирующие цепи устранения ошибок, чтобы свести к минимуму ошибки детектирования световых сигналов и их корректного учета

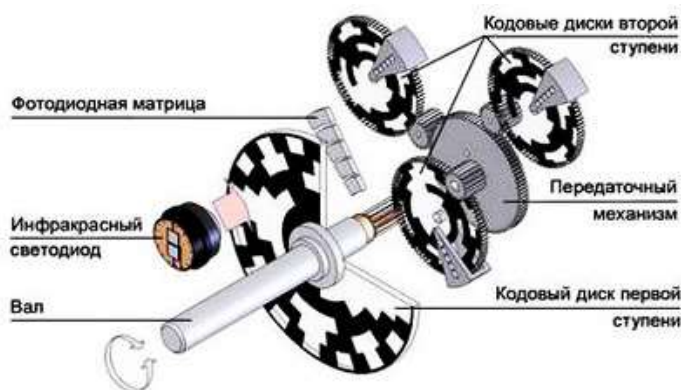


Рисунок. 7. Дополнительный механический узел

Полученные сигналы обрабатываются электроникой внутри энкодера и преобразовываются к виду выходного интерфейсного сигнала энкодера для обмена информацией с внешними устройствами. Выходными сигналами энкодера могут быть и аналоговые, и цифровые сигналы.

Оптические энкодеры широко распространены в промышленности, там, где необходимо контролировать движение или перемещение (станки, производственные линии, роботизированные механизмы).

В настоящее время наиболее востребованы оптические энкодеры с полым валом - они надежны в работе, их легче устанавливать, удобнее настраивать и обслуживать.

Основными направлениями применения энкодеров можно назвать

- Задачи, связанные с измерением угловых положений
- Позиционирование объектов, узлов, конструкций
- Детектирование позиции объектов, узлов, конструкций в пространстве
- Определение углов наклона или поворота объектов, узлов, конструкций
- Измерение вращательных движений

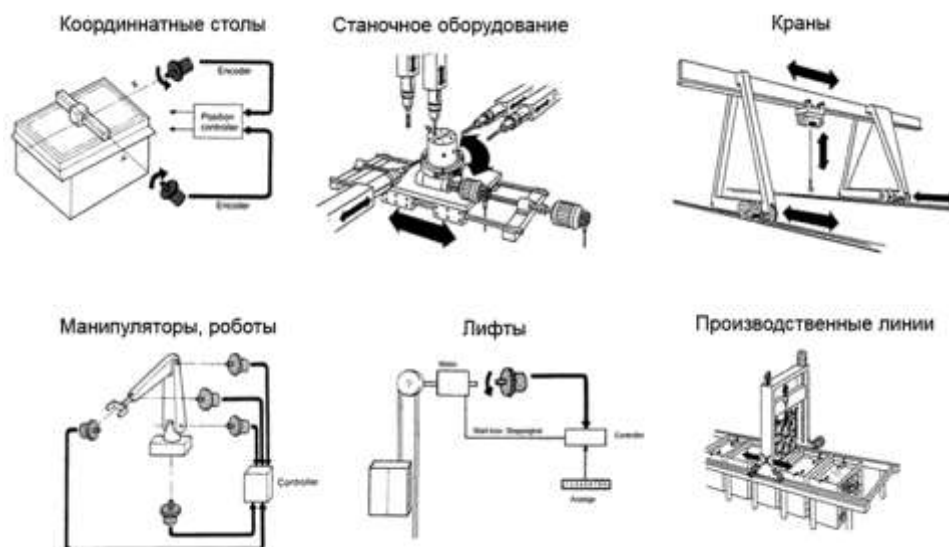


Рисунок 8. Варианты применения энкодеров

#### Литература

1. Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. Электрические машины: Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1987.
2. Кацман М.М. « Электрические машины. Учебник», М., 2003 г.