

---

**УДК 681.5.01****Датчик угла поворота многооборотного электропривода**

М. В. Рябцев

**Аннотация**

В работе приводятся результаты испытаний модели энкодера, расчет точности, алгоритм обработки информации, схема мультиплексирования каскадов.

**Ключевые слова:** энкодер; трубопроводная арматура; редуктор; код Грея; инфракрасный прерыватель

В современной промышленности предъявляются высокие требования к качеству и надежности устройств управления трубопроводной арматурой. Для обеспечения стабильности технологического процесса необходимо с высокой точностью определять положение запорного органа. С этой целью применяются датчики угла поворота, чаще всего потенциометрические датчики. Это вид датчиков имеет ряд недостатков, таких как: ограниченный срок службы, изнашивание потенциометра, вследствие механического контакта рабочих поверхностей, зависимость точности определения угла от температуры.

Перспективным направлением в конструировании датчиков угла является применение оптических энкодеров. Это позволяет значительно увеличить срок службы и точность позиционирования запорного органа.

Целью работы было создание конструкции датчика угла поворота, обеспечивающего высокую точность определения угла, а именно не более  $\pm 2\%$  от минимального числа оборотов выходного вала электропривода, который, в свою очередь, совершает от 2 до 800 оборотов.

Датчик представляет собой редуктор, на зубчатые колеса которого нанесен код Грея, по которому фиксируется положение зубчатых колес и определяется угол поворота запорного органа. Схема мультиплексирования каскадов разработана с учетом вращения зубчатых колес в разные стороны. Применение кода Грея обеспечивает более высокую помехозащищенность по сравнению с обычным бинарным кодом.

Считывающим элементом датчика является микросхема КТІR0721DS. Микросхема КТІR0721DS представляет собой ИК-преобразователь, в состав которого входят светодиод и фототранзистор. При этом излучающая площадка светодиода и фоточувствительная площадка фототранзистора расположены в одной плоскости.

Таким образом, рисунок (кодový диск), содержащий код Грея, располагается на торцевой поверхности зубчатого колеса и представляет собой набор черных и белых секторов, нанесенных на разных радиусах. ИК-преобразователь располагается непосредственно под зубчатым колесом (рис. 1).

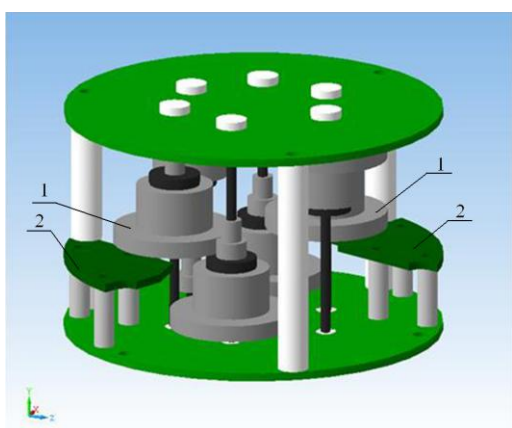


Рис.1. 3D-модель датчика поворота вала: 1 – зубчатое колесо с кодом Грея; 2 – печатная плата с ИК-преобразователями.

Так как диапазон рабочих температур, разрабатываемого датчика довольно велик (от минус 40 до + 55 градусов Цельсия), на начальном этапе необходимо было провести анализ характеристик ИК-преобразователя в зависимости от температуры окружающей среды. Исследования проводились в климатической камере ТХВ 150.

В процессе температурных испытаний было установлено, что при нормальных условиях и повышенной температуре выходное напряжение ИК-преобразователя изменяется в диапазоне от 1В до 4,5В, а точность срабатывания составляет около 1 градуса. Однако при отрицательных температурах диапазон изменения напряжения сужается, а, как следствие, падает точность срабатывания (рис. 2).

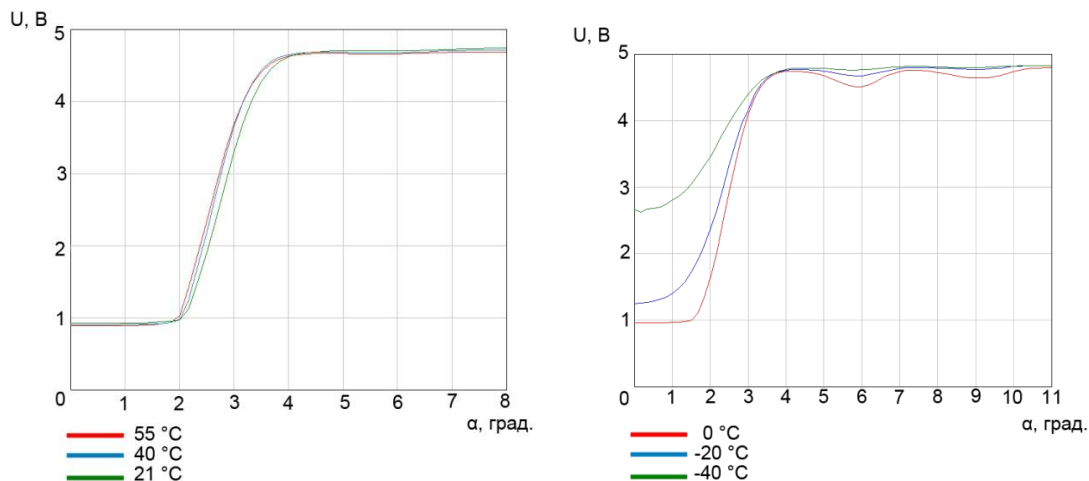


Рис. 2. Графики зависимости выходного напряжения ИК-прерывателя от угла поворота кодового диска (напряжение питания 2.6В).

В процессе анализа установлено, что уменьшения диапазона выходных напряжений связано с тем, что при низких температурах снижается яркость светодиода. Однако, при повышении напряжения питания светодиода, яркость диода может быть восстановлена, при этом уровни выходных напряжений становятся сопоставимыми с диапазоном выходных сигналов при нормальных условиях (рис. 3).

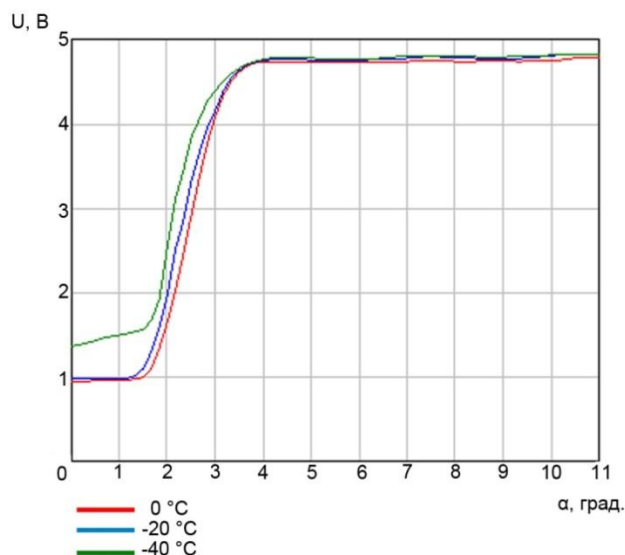


Рис. 3. Корректировка выходного напряжения ИК-прерывателя при низких температурах (напряжение питания 3.2В).

По этой причине в структуру, разрабатываемого датчика, введена схема управления напряжением питания ИК-преобразователя в зависимости от температуры окружающей

среды. Схема реализуется через использование в качестве напряжения питания ШИМ-сигнала с регулируемой скважностью, проходящего через ЦАП (рис. 4).

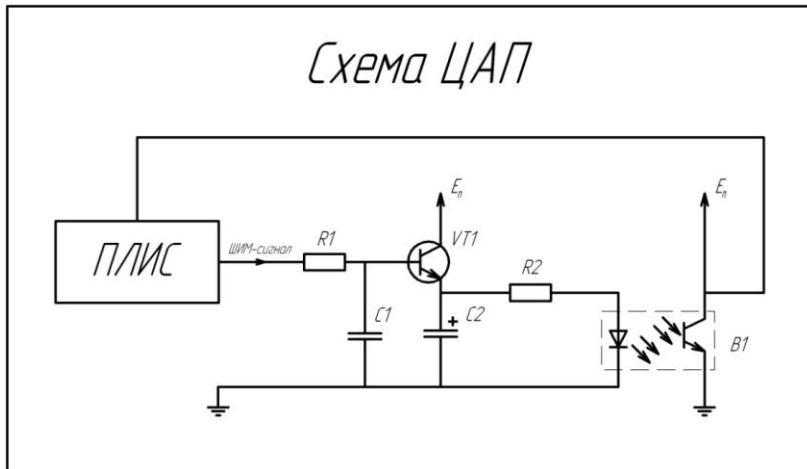


Рис. 4. Схема ЦАП.

Электрическая функциональная схема датчика приведена на рис. 5. Питание датчика осуществляется напряжением от 6В до 12В. Микроконтроллер вырабатывает ШИМ-сигнал, скважность которого регулируется в зависимости от температуры окружающей среды. Информацию о температуре окружающей среды микроконтроллер получает с термодатчика AD22100 производства компании Analog Devises в виде аналогового сигнала. ШИМ-сигнал поступает на ЦАП, а с него на ИК-прерыватель. На расстоянии 1 мм от ИК-прерывателя располагается кодовый диск с кодом Грея. Выходной сигнал с ИК-прерывателей поступает в микроконтроллер, где обрабатывается и затем поступает на выход датчика.

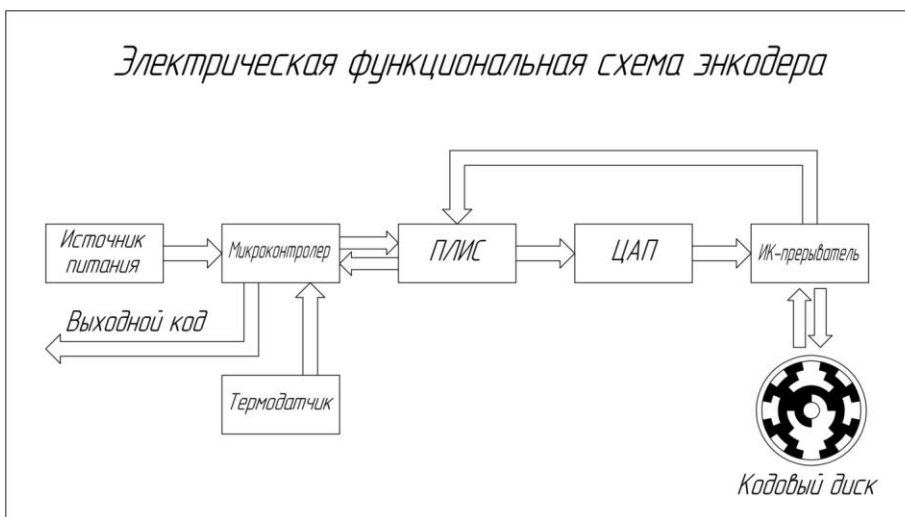


Рис. 5 –Функциональная схема энкодера.

Ниже представлена структура программируемой логической интегральной схемы Altera MAXII EPM240, входящей в состав устройства (Рис. 5). Осциллятор вырабатывает сигнал с частотой 3.3 МГц, поступающий на генератор ШИМ-сигналов. В зависимости от

температуры окружающей среды, микроконтроллер подает на генератор ШИМ-сигналов управляющий сигнал, позволяющий регулировать скважность. ШИМ-сигналы подаются на ЦАП и затем на блоки ИК-прерывателей. Сигналы с ИК-прерывателей поступают на блок триггеров, а после чего на блок комплексированных каскадов, в которых производится обработка кода Грея и исключается неопределенность шифрования выходного кода. После обработки выходной код поступает в регистр сдвига и на выход датчика.

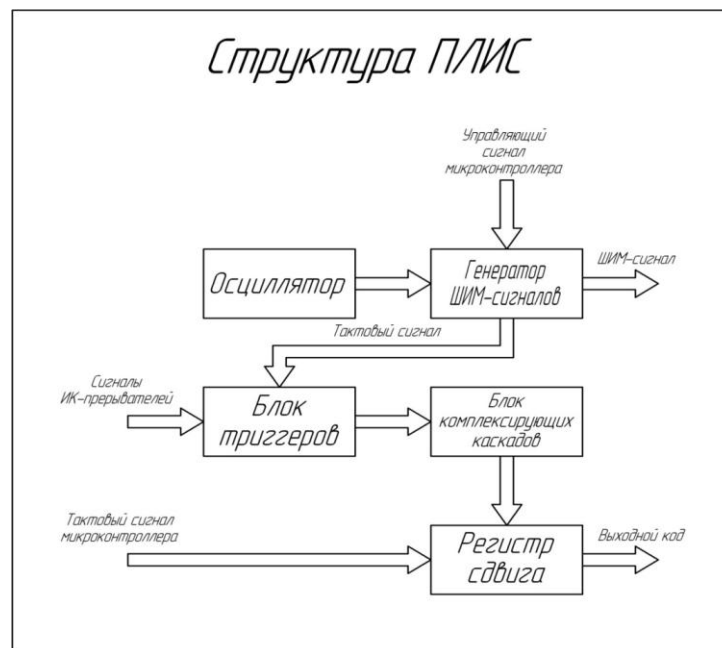


Рис. 5. Структура программируемой логической интегральной схемы.

На основании функциональной схему (рис. 4) и структуры ПЛИС (рис. 5). Был разработан датчик угла поворота запорного органа арматуры (рис. 6).

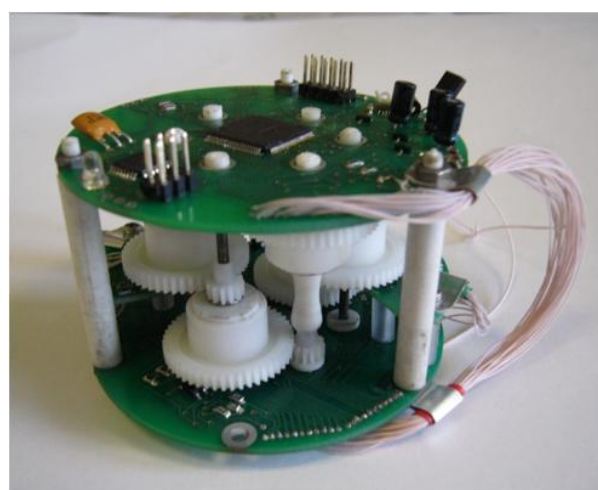


Рис. 6. Внешний вид датчика

Основные технические характеристик датчика приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики датчика

Характеристика	Значение
Диапазон измерений	8192 об
Точность измерений	22.5°
Напряжение питания	6÷12 В
Потребляемый ток	100 мА

Датчик представляет собой цилиндрический редуктор, корпусом которого являются печатные платы, на которых располагаются основные электронные элементы. На зубчатые колеса редуктора нанесены шесть 3-разрядных кодовых диска, также имеется 5-разрядный кодовый диск, расположенный на входном валу датчика. На выходе датчика формируется 17-разрядный параллельный двоичный код.

### **Библиографический список**

1. Аш Ж. и соавторы. Датчики измерительных систем: В 2-х книгах. Кн.Пер. с франц. - М.: Мир, 1992 - 480 с., ил.
2. М. С. Голубцов Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному /М. С. Голубцов - М.: СОЛОН-Пресс, 2003. 288 с.
3. Комолов Д. А., Мьяльк Р. А., Зобенко А. А., Филиппов А. С. Системы автоматизированного проектирования фирмы AlteraMAX+plusII и QuartusII. Краткое описание и самоучитель. - М.: ИП РадиоСофт, 2002 - 352 с.: ил.

### **Сведения об авторах**

Рябцев Максим Вадимович, студент ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет», тел.: +7(915)682-08-90; e-mail: [soulpsihoz@gmail.com](mailto:soulpsihoz@gmail.com)