

Датчики температуры с аналоговыми и цифровыми выходными сигналами и низким энергопотреблением.

О.В. Шатуновский

ООО «Пьезоэлектрик»,

Ростов-на-Дону, Россия, e-mail: shov@piezo.su

Одним из параметров для учета энергоносителей, в технологических процессах и коммерческих расчетах является температура. На сегодняшний день существует большое разнообразие датчиков и приборов для измерения температуры, и наряду с этим, появляются новые приборы с большей производительностью, с новыми сервисными функциями. Развитие современной техники в промышленности и в быту идет в направлении «зеленых» технологий, которые требуют применение новых эффективных решений в области снижения энергопотребления. Вместе с этим, ужесточаются требования к точности измерений и совершенствованию метрологического обеспечения.

Применение первичных преобразователей (датчиков) с нормированными выходными сигналами становится затруднительно по мере увеличения объемов измерений, наращиванию вычислительных мощностей, что в свою очередь, приводит к увеличению энергопотребления и неоправданному усложнению прибора. Выходом из положения является разделение прибора на датчики с унифицированными сигналами и вычислитель.

На рынке измерительных датчиков и приборов, наиболее востребованы датчики температуры с унифицированными токовыми выходными сигналами. Однако эти датчики имеют значительно энергопотребление, которое может достигать до 0,72Вт при питании 36В и выходном токе 0,02А.

Целью работы являлись анализ выходных унифицированных сигналов для датчиков температуры и разработка электронных преобразователей для термометров с этими унифицированными сигналами.

Любой преобразователь физических сигналов состоит из электронного преобразователя, аналогового или цифрового, и драйвера интерфейса. На рисунке 1 показаны наиболее распространенные выходные сигналы и интерфейсы датчиков [1].



Рис. 1 – выходные сигналы датчиков.

Если электронный преобразователь имеет фиксированное потребление, потребление драйверов интерфейсов зависит от нагрузочной способности и их спецификации. На рисунках 2 и 3 показаны типовые

токи потребления и диапазоны напряжения питания датчиков с различными выходными сигналами и интерфейсами.

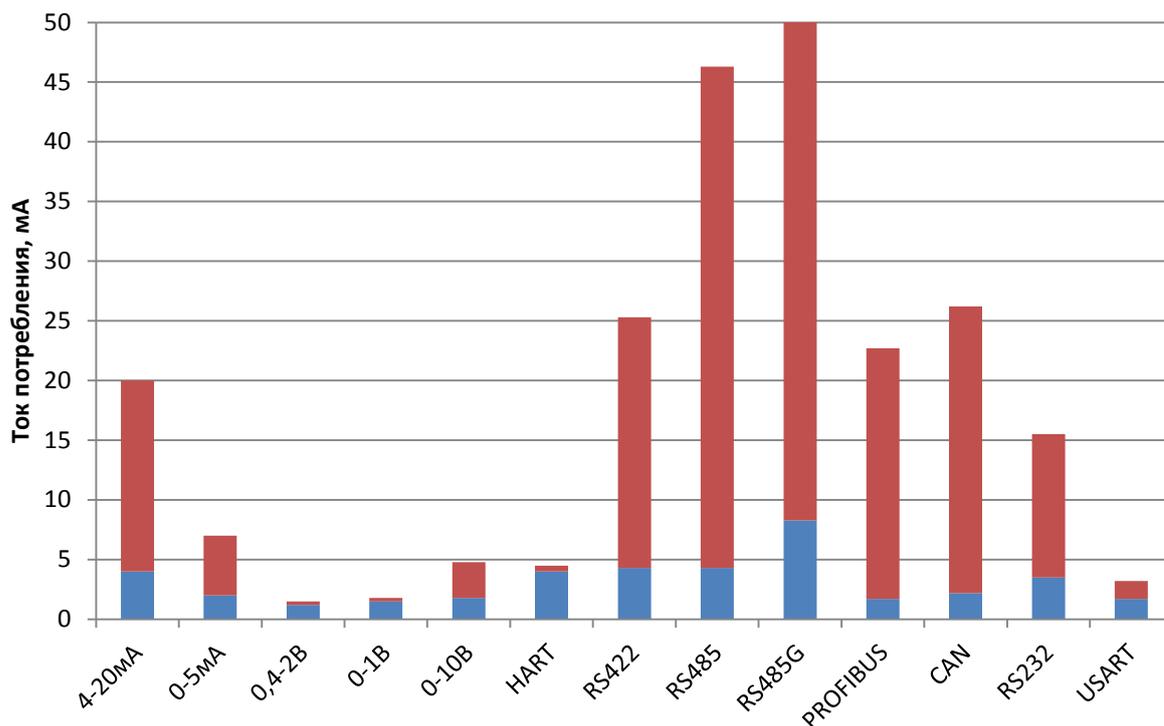


Рис. 2 – типовые токи потребления.

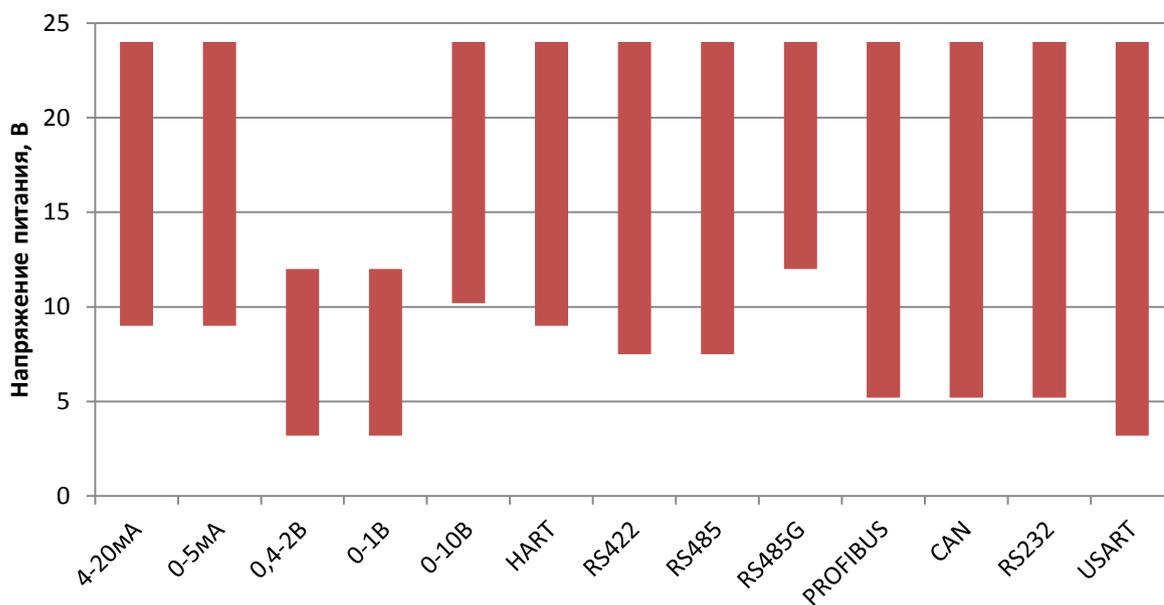


Рис. 3 – напряжения питания датчиков.

Из представленных рисунков видно, что наименее энергопотребляемыми интерфейсами являются аналоговые вольтовые сигналы 0,4-2 и 0-1В, и цифровые USART и RS485 нетерминированная линия. Диапазон питания датчиков с этими интерфейсами может быть от 2,7 до 5 (12)В, что применимо для батарейного питания.

Для разработки электронного преобразователя для датчика температуры были предъявлены следующие требования:

- питание ядра преобразователя от вторичного стабилизатора напряжением не более 3В;
- потребление не более 1мА;
- цифровые выходы должны быть согласованы с уровнями ТТЛ и КМОП (3В);
- напряжение питания от источника постоянного тока от 3,2 до 24 (36)В;
- время готовности данных при включении не более 300мс.

На рисунке 4 показана функциональная схема электронного преобразователя.

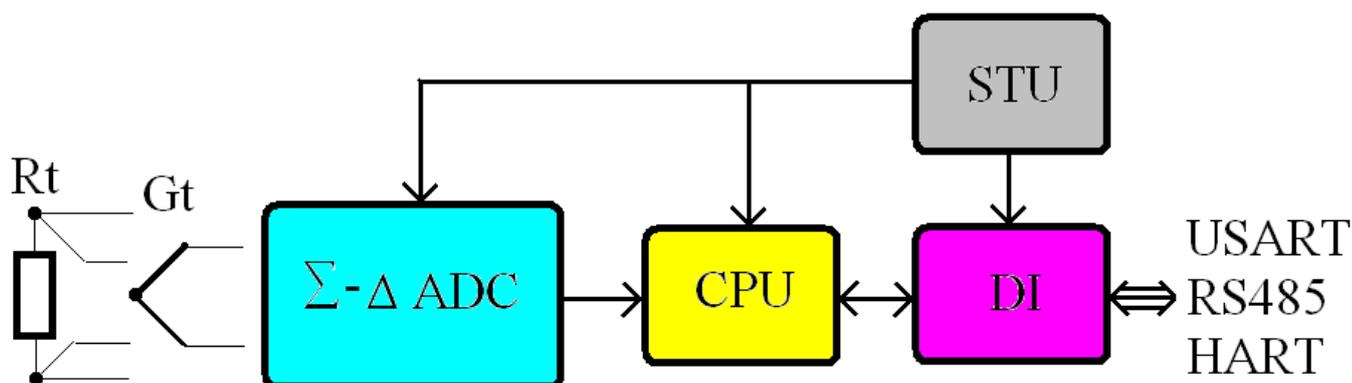


Рис. 4 – функциональная схема электронного преобразователя

Преобразователь состоит из дельта – сигма аналогоцифрового преобразователя ADC, процессора CPU, драйвера интерфейса DI и внутреннего стабилизатора питания STU.

Аналогоцифровой преобразователь оцифровывает сигналы с термометра сопротивления, термопары и термомерта – компенсатора холодного спая. Термопреобразователи подключаются по универсальной схеме.

Процессор рассчитывает значение температуры по данным аналогоцифрового преобразователя с внешних и внутреннего термопреобразователей с линеализацией. В процессоре защиты данные о характеристиках термопреобразователей, которые выбираются по необходимости.

Преобразователи имеют платные модификации в зависимости от драйвера интерфейса.

Питание аналогоцифрового преобразователя, процессора и драйвера интерфейса обеспечивает стабилизатор питания.

Для минимизирования питания электронного преобразователя были применены:

- 24 битный аналого-цифровой преобразователь с временем преобразования от 2 до 250мс и током потребления не более 400мкА;
- процессор с током потребления не более 140мкА/МГц
- внутренний стабилизатор питания с током потребления не более 6мкА

В результате проведенной работы были разработаны электронные преобразователи для термопреобразователей по классификации ГОСТ Р 52931 [2, 3]:

- по метрологическим свойствам
- к рабочим средствам измерения;
- по выходному сигналу
- с выходным сигналом по напряжению от 0,4 до 2 В;
- с цифровым выходным сигналом по интерфейсу RS-485;
- с цифровым выходным сигналом по интерфейсу

USART;

- по конструктивному исполнению головки однозонного термопреобразователя в зависимости от применения в агрессивных средах
 - по устойчивости к климатическим воздействиям
 - по защищенности от воздействия окружающей среды
- с цифровым выходным сигналом HART и 4-20 мА
 - с головкой из прессматериала АГ-4В;
 - с алюминиевой головкой (все модели);
 - с головкой из коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т (все модели, кроме моделей с цифровой индикацией)
 - к группе исполнения С4 (от минус 40 до 85°С)
 - к герметичному исполнению со стороны погружаемой части, выдерживающему со стороны защитной арматуры гидравлическое условное давление от 0,4 до 25,0 МПа в зависимости от конструктивного исполнения термопреобразователя. Степень защиты от пыли и воды наружной части защитной арматуры и головки термопреобразователя – не хуже IP54 по ГОСТ 14254.

Преобразователи с аналоговым выходным сигналом 0,4-2В однопредельные, настроены на одну статическую характеристику первичного преобразователя.

Преобразователи с цифровыми выходными сигналами могут быть перенастроены на следующие номинальные статические характеристики по:

ГОСТ Р 8.585 [4] – ТХА, ТХК и др.;

ГОСТ Р 8.625 [5] – П100, Pt100, М100 и др.

Предел допускаемой основной погрешности не более $\pm 0,15\%$

Преобразователи с цифровым выходным сигналом линеаризуют выходной сигнал первичных преобразователей, таких как ТХА, П, Pt и др., расчетным методом не более $\pm 0,02\%$.

Внешний вид преобразователей показан на рисунке 5.

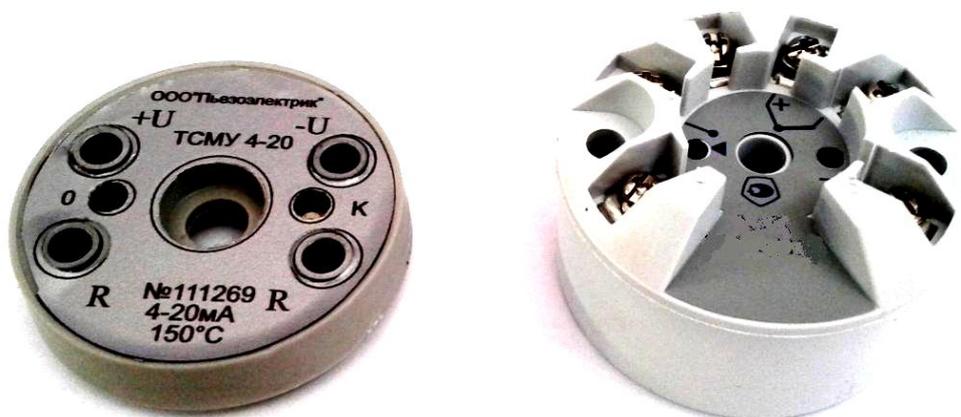


Рис. 5 – внешний вид преобразователей с аналоговым и цифровым выходными сигналами.

Термопреобразователи в комплекте с электронным преобразователем могут применяться в узлах учетов энергоносителей совместно с вычислителями, корректорами, в технологических процессах контроллерами распределенных систем управления или как самостоятельная единица в системах автоматизированного управления.

Преобразователи прошли испытания на утверждение типа, включены в государственный реестр средств измерений РФ и готовятся к серийному выпуску.

Литература:

1. Шатуновский М.О. «Датчики давления для автономных измерительных систем» //ЮФУ. Сборник тезисов VIII Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы пьезоэлектрического приборостроения», 2012, с.41
2. Термопреобразователи с унифицированными выходными сигналами. // ТУ 4211-066-12150638-2013.
3. Национальный стандарт Российской Федерации, ГОСТ Р 52931-2008, «Приборы контроля и регулирования технологических процессов».
4. Национальный стандарт Российской Федерации, ГОСТ Р 8.585-2001, «Термопары».
5. Национальный стандарт Российской Федерации, ГОСТ Р 8.625-2006, «Термометры сопротивления из платины, меди и никеля».