

МАЛОГАБАРИТНЫЕ ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ С АВТОНОМНЫМ ПИТАНИЕМ

О.В. Шатуновский

Проблемы передачи информации между первичными преобразователями (датчиками), исполнительными устройствами и диспетчерскими пунктами с помощью кабельных линий связи на большие расстояния известны и достаточно изучены. К ним можно отнести следующие:

- низкая помехозащищенность проводных систем;
- большие финансовые затраты на прокладку кабелей и их последующее обслуживание, которые могут достигать 20-30% стоимости системы телеметрии или автоматики;
- плохая ремонтпригодность;
- большое время восстановления при повреждениях.

Этих недостатков в значительной степени лишены беспроводные системы передачи. Если отбросить «кажущуюся» дороговизну при первоначальных разовых затратах, то можно выделить их основные конкурентные достоинства:

- хорошая помехозащищенность, в частности «идеальная» гальваническая развязка;
- минимальные затраты на обслуживание, которое сводится к периодической проверки работоспособности;
- минимальное время восстановления системы, связанное просто с заменой одного устройства на другое из ЗИПа;
- удовлетворительная ремонтпригодность.

Для практической реализации беспроводных информационно-измерительных систем необходимо решить две задачи:

- радикально снизить энергопотребления первичных преобразователей.

- обеспечить передачу информации по радиоканалам.

Вопросы построения различных беспроводных систем сбора информации, использующих радиомодемы в конечных узлах, в режимах пониженного энергопотребления, обсуждаются в работе [1].

Целью настоящей работы является исследование путей снижения энергопотребления широко применяемых в промышленности пьезорезистивных датчиков давления без ухудшения их метрологических и эксплуатационных характеристик.

Естественными путями уменьшения энергопотребления первичных преобразователей являются:

- снижение напряжения питания и как следствие потребляемой мощности;
- получение информации в импульсном режиме с некоторой скважностью процесса. Этот вариант приемлем в случае медленноменяющихся процессов.

Для достижения поставленной цели был разработан ряд моделей датчиков давления типа 408 с потребляемой мощностью не более 5 мВт. При этом напряжение питания было снижено до 3,6 В при токе потребления не более 1,5мА. В качестве выходного сигнала используется сигнал по напряжению 0,4-2В. Выбор этого сигнала основывается на возможности отслеживать состояние датчика, т.к. напряжения менее 0,4 и более 2В считаются аварийными.

В датчиках использовалась специально разработанная электронная схема с диапазоном рабочих напряжений от 3,2 до 5В.

Схема функциональная датчика давления представлена на рисунке 1. Датчик содержит - тензопреобразователь ВР, который преобразует измеряемое давление в осуществляется усилителем DA1. Выходной сигнал обрабатывается инструментальным усилителем DA2. Резистором R задается начальное смещение 0,4В, которое через усилитель начального смещения поступает на инструментальный усилитель. Генератор опорного напряжения

V служит для задания стабилизированного напряжения питания тензопреобразователя.

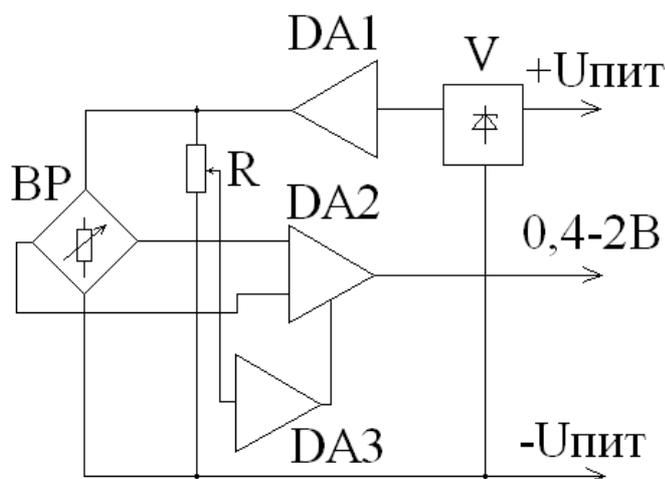


Рисунок 1 - схема функциональная датчика.

При подборе элементной базы выбор был остановлен на изделиях фирм Analog Device и Texas Instruments [3,4], при этом учитывались требования к энергопотреблению, малым напряжениям питания и точностным характеристикам. В качестве усилителя нулевого смещения DA3 применена микросхема AD8541 [1], остальные функциональные блоки размещены в микросхеме INA125 [2].

Если использовать датчики с тензорезистивными преобразователями, имеющими сопротивления моста не менее 1200 Ом, то при его питании стабилизированным напряжением 2В протекающий ток составит 1,67мА, а при сопротивлении тензопреобразователя 4500 Ом - соответственно 0,44мА. Типичный ток потребления микросхем AD8541 и INA125 составляет 55 и 460мкА соответственно. Ток, протекающий через регулирующие цепи, в сумме составляет 20мкА. Таким образом, ток потребляемый датчиком в сумме составит от 0,98 до 2,21 мА и потребляемая мощность при питании от источника постоянного тока напряжением 3,6В будет от 3,5 до 8,0мВт. Наиболее наглядно соотношение потребляемых мощностей датчиков типа

408 со стандартными токовыми выходными сигналами 0-5, 4-20 мА и сигналом по напряжению 0,4-2В показано на диаграмме рисунка 2.

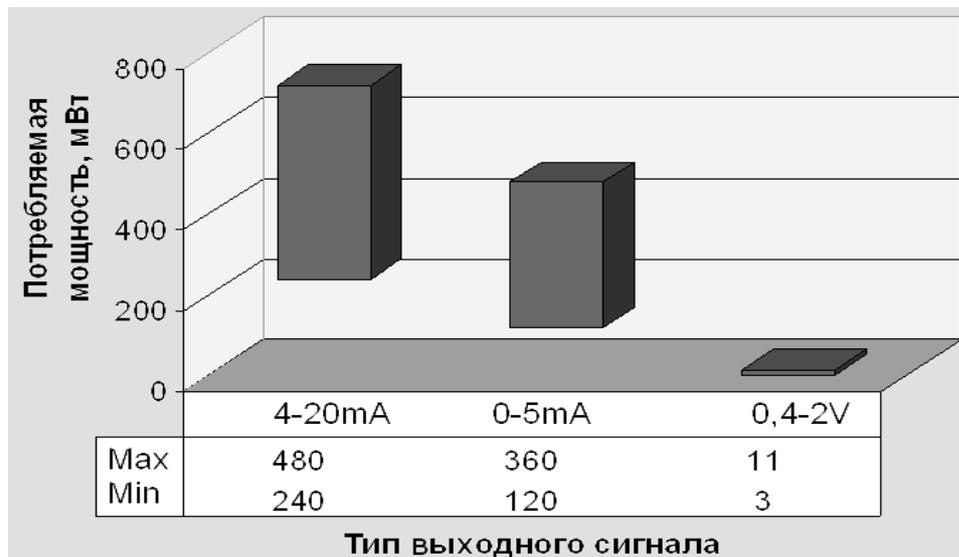


Рисунок 2 – диаграмма потребляемых мощностей.

В последнем случае потребляемая мощность в 30-50 раз ниже, чем при стандартных токовых сигналах.

На осциллограмме, рисунок 3, показано изменение выходного сигнала датчика со временем при подачи питания. Как видно на рис. 3 время установления выходного сигнала составляет не более 100мс. Этот временной промежуток обусловлен быстродействием микросхемы INA125 и демпфирующими RC цепями электронной схемы датчика, чтобы исключить колебания сигнала датчика при переходных процессах.

Снижение напряжения питания позволило не только снизить потребляемую мощность датчика, но время выхода его на режим измерений после включения.

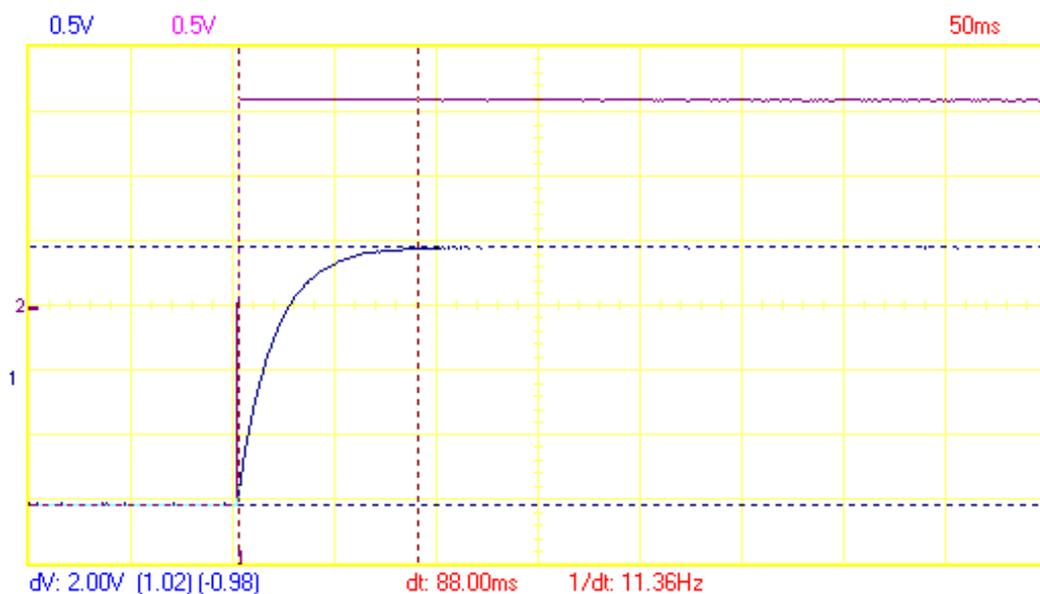


Рисунок 3 – изменение выходного сигнала датчика после подачи питания.

На основании рис. 3 можно сделать вывод, что датчики можно питать как постоянно, так и кратковременно, например: подавать на датчик питание в течении 1с и снимать сигнал в интервале от 0,6 до 0,9с после подачи питания

Рассмотрим в качестве источника питания Li-ion батарею типа UR14650P фирмы SANYO. В режиме потребления тока, описанного выше, полная емкость батареи при напряжения разряда до 3,2В, при температуре окружающей среды 20°C составит не менее 900мАч. Этого заряда хватит для непрерывной работы одного датчика в течении времени от 400 до 920 часов или от 16 до 38 полных суток. Если показания датчика можно снимать раз в минуту в течении 1сек, то ресурс работы батареи увеличится от 980 до 2260 суток. Примером такого режима работы может служить работа датчика совместно с корректором СПГ741 [5] модель 02, предназначенного для измерения и учета количества потребляемого природного газа. Расчетный срок эксплуатации прибора от встроенной батареи 3,6В при 3-х подключенных датчиках (температуры, давления и расхода) и периоде опроса один раз в минуту не менее 3 лет.

Для экспериментальной проверки расчетов были изготовлены опытные образцы датчиков давления с тензопреобразователем модели Д06.

В результате испытаний датчиков избыточного давления с пределом измерений 0,6 МПа и выходным сигналом 0,4-2 В совместно с корректором газа СПГ741 получены следующие технические характеристики:

Предел основной допускаемой погрешность	$\pm 0,25\%$
Дополнительная погрешность в диапазон рабочих температур от минус 40 до 85°C, не более	$\pm 0,2\%/10^\circ\text{C}$
Напряжение питания	от 3,2 до 5,0В
Ток потребления	0,93мА
Время готовности	не более 100мсек

Эти характеристики вполне соответствуют метрологическим и эксплуатационным характеристикам выпускаемых промышленностью датчиков давления с электропитанием постоянным напряжением от 12 до 24В.

На основании этих результатов разработан ряд наиболее популярных у потребителей моделей датчиков 408 для измерения избыточного давления ДИ, разрежения ДВ, давления-разрежения ДИВ, абсолютного давления ДА, гидростатического давления ДГ и разности давлений ДД со следующими техническими характеристиками:

1. Пределы измерений:

- избыточное давление от 0,1 кПа до 250 МПа
- абсолютное давление от 25 кПа до 16 МПа
- разрежение от 0,1 кПа до 100 кПа
- давление-разрежение от $\pm 0,05$ кПа до $- 0,1 \dots 2,4$ МПа
- разность давлений от 0,1 кПа до 250 кПа
- гидростатического давления от 0,25м в.ст. до 25м в.ст.

2. Выходные сигналы 0, 4 – 2В или стандартный 0-5,4-20 мА

Имеется также исполнение с цифровым выходным сигналом по интерфейсу RS485

3. Предел основной допускаемой погрешность 0,5 (0,25; 0,15)%

4. Рабочая температура 5...50 (1...80; -30...50, -40...80) °С

4 Вид взрывозащиты ExIaIICT5 X – искробезопасная электрическая цепь

5 Степень защиты от воздействия пыли и воды IP65

6 Материал штуцера и корпуса - нержавеющая сталь 12X18Н10Т
измерительной мембраны - титан

8 Габариты датчика без разъема диаметр 36x103мм

9 Вес не более 0,2 кг

Внешний вид датчиков давления представлен на рисунке 4.

Датчики пригодны для решения большинства инженерных задач, в том числе диагностики и управления системами технологического контроля энергетического оборудования, коммерческого учета расхода энергоносителей, измерения уровня в резервуарах и колодцах и др. в самых различных отраслях промышленности.



а

б

Рисунок 4 – внешний вид датчиков избыточного давления а) и разности давления б).

Заслуживают внимания малогабаритные датчики разности давлений на низкие пределы измерений (0,1 – 1,0 кПа), имеющие массогабаритные характеристики в 50 раз и энергопотребление в 30 раз меньше, чем известные аналоги и нашедшие применение в системах управления аэростатами и дирижаблями предприятия «Авгурь».

Литература

- 1 Кривченко Т. Zigbee модемы ETRX компании Telegesis, Беспроводные технологии №2(03) 2006 стр.30
- 2 A N A L O G D E V I C E - General-Purpose CMOS Rail-to-Rail Amplifiers AD8541/AD8542/AD8544. Norwood, U.S.A. 2000
- 3 T E X A S I N S T R U M E N T S - Instrumentation Amplifier With Precision Voltage Reference INA125 Printed in U.S.A., 1997
- 4 Н П Ф Л о г и к а – Корректор СПГ741, Руководство по эксплуатацию Санкт-Петербург. 2003г.