

Высокоточные датчики расхода газа семейства Zephyr компании Honeywell

Американская компания Honeywell — крупнейший производитель датчиков в мире. При этом датчики давления и расхода газа — одни из ключевых продуктов подразделения, которое теперь, в силу устоявшейся традиции, принято называть «Сенсорный контроль» (Honeywell Sensors&Controls), хотя в более точном переводе название этого отдела Honeywell звучало бы как «Датчики и органы управления». Компания постоянно совершенствует и обновляет номенклатуру своей продукции в этом секторе. Семейство датчиков Zephyr компании Honeywell представляет новое поколение газовых расходомеров. Интегрированная в датчик схема обработки обеспечивает нормализацию, калибровку и термокомпенсацию измеряемого сигнала, а также представление выходного сигнала в цифровой или аналоговой форме. При малом уровне потребления архитектура датчика обеспечивает высокую точность, надежность и простоту его применения. Датчики этой серии могут быть использованы в бытовой, медицинской и промышленной аппаратуре.

Сергей ШЕМЯКИН
s.shemyakin@compel.ru

Прибор, измеряющий расход газа, проходящего через данное сечение газопровода в единицу времени, называется газовым расходомером, или датчиком расхода газа. При этом может измеряться расход массы или объема газа. Обычно расход определяют в единицах объема, а масса газа затем вычисляется на основании удельного веса измеряемого газа при данной температуре и давлении. При больших скоростях газа в качестве единицы объема используется литр, а для малых скоростей — кубический сантиметр. В спецификациях на датчики расхода газа зарубежных производителей указываются следующие единицы измерения:

- SLPM (standard liters per minute) — л/мин.;
- SCCM (standard cubic centimeters per minute) — см³/мин.

Так или иначе, для измерения расхода газов пользуются косвенными методами измерения. То есть определяется физический параметр, изменение которого пропорционально расходу газа в тракте. Затем на основе известной зависимости параметров вычисляется расход газа. Даже в механических расходомерах скорость вращения крыльчатки лишь пропорциональна скорости потока проходящего газа.

В настоящее время в большинстве датчиков расхода газов используется термоанемометрический метод, основанный на измерении теплопереноса в измеряемом потоке газа. Для этого используются нагревательный элемент и два датчика температуры, включенные по мостовой схеме. Система нагревателя и датчиков расположена в кон-

тролируемом потоке газа. При прохождении потока газа через измерительную систему происходит охлаждение одного датчика и нагревание второго за счет перенесенного тепла от нагревателя. Для обеспечения высокой точности измерения нагреватель должен обеспечивать стабильность тепловыделения в широком диапазоне температуры проходящего газа. Разностный сигнал с датчиков температуры пропорционален скорости потока газа. Сигнал, получаемый непосредственно с мостовой схемы резистивных датчиков температуры, имеет малую амплитуду (порядка несколько десятков мВ) и нелинейную передаточную характеристику. При дальнейшей обработке сигнала производится его усиление, нормализация до нужного уровня, термокомпенсация и линеаризация для удобного представления данных.

В термоанемометрических датчиках расхода могут использоваться как объемные (платиновая проволока), так и пленочные нагреватель и термодатчики. Пленочные элементы (нагреватель и терморезисторы) наносятся на диэлектрическую подложку. Во всех современных автомобилях в системе управления подачей топлива используются датчики массового расхода воздуха (ДМРВ) на основе проволочных или пленочных чувствительных элементов.

Типовой датчик расхода газа состоит из пластикового корпуса с полостью газовой камеры, штуцеров для подключения к трубопроводу газовой магистрали, чувствительного элемента и интерфейсного разъема. Дополнительно

датчик может содержать и схему сопряжения с чувствительным элементом, микроконтроллер с АЦП для обработки сигнала (нормализация, калибровка, термокомпенсация) с цифровым или аналоговым выходным интерфейсом. Через полость газовой камеры датчика может проходить весь контролируемый поток газа или только его определенная часть. В последнем случае (байпасный метод) расход газа в основной магистрали будет определяться расчетным путем на основе пропорциональности расходов газа по соотношению сечений в магистрали и байпасном тракте. Следует отметить, что в этом случае погрешность измерения значительно возрастет и будет сильно зависеть от параметров байпасного тракта.

Подключение к магистрали, как правило, производится посредством гибких шлангов. Жесткие соединения применяются очень редко. Вместо штуцеров можно использовать и гнезда для ниппельных штуцеров шлангов. Точность измерения датчика расхода газа зависит от многих факторов, внешних и внутренних. В первую очередь от стабильности и повторяемости параметров самого чувствительного элемента. Большое влияние оказывают конструкция газовой камеры, расположение чувствительного элемента в камере, виды конструкции штуцеров.

Датчики расхода газа Honeywell

Все датчики расхода газа Honeywell основаны на термоанемометрическом методе. Базовым чувствительным элементом служит

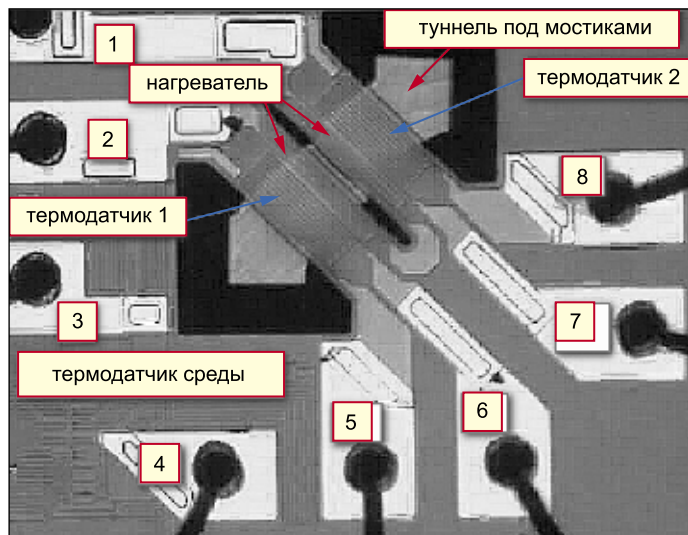


Рис. 1. Типовая топология кристалла датчика расхода газа:
1, 2 — контакты нагревателя (U-образный, на мостиках 1 и 2);
3, 4 — контакты термодатчика внешней среды;
5, 6 — контакты термодатчика 1 (мостик 1 над туннелем);
7, 8 — контакты термодатчика 2 (мостик 2 над туннелем)

МЭМС микромостовая структура, сформированная на кремниевом кристалле. Использование микроэлектронных технологий в сочетании с научными исследованиями в области микротеплотехники и газодинамики позволило компании создать уникальный измерительный элемент, обеспечивающий датчик расхода газа быстрым временем отклика, высокой чувствительностью, повторяемостью и очень низким гистерезисом. На рис. 1 показана типовая топология кристалла чувствительного элемента, используемого в датчиках расхода газа компании Honeywell.

На кристалле кремния сформированы пленочные нагреватели (двухсекционный резистор), два терморезистивных датчика, а также датчик температуры среды в газовой камере. Под полосками нагревателя и измерительных терморезисторов селективным травлением удалена область кремния, при этом появилась канавка туннеля глубиной около 120–150 мкм. Таким образом, полоски нагревателя и терморезистор образуют два мостика (шириной 150 мкм, толщиной 8 мкм) над вытравленной канавкой. На каждом мостике находится одна секция нагревателя и один терморезистор. Измеряемый поток газа проходит по направлению вдоль туннеля и обтекает с обеих сторон нагреватель и терморезисторы. Необходимое направление и распределение потока газа над поверхностью измерителя обеспечивает внутренняя геометрия измерительной камеры датчика.

Полоски нагревателя и терморезисторов образованы напылением пленки платины между двумя слоями диэлектрика (нитрида кремния). Площадь структуры мостиков около 500×400 мкм. На рис. 2 показано поперечное сечение измерительной микроструктуры.

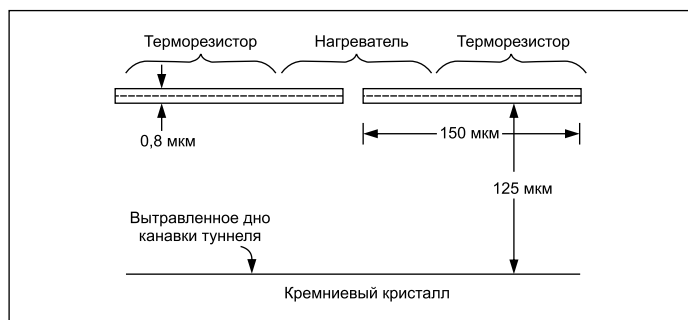


Рис. 2. Поперечное сечение МЭМС микроструктуры измерительного моста

Лазерная подгонка сопротивлений терморезисторов, расположенных на мостиках, гарантирует полную взаимозаменяемость датчиков без дополнительной калибровки.

Температура нагревателя должна быть на 160 °C выше температуры окружающей среды. Масса нагревателя очень мала, поэтому для поддержания заданной температуры требуется маленькая мощность (порядка нескольких мВт). Ток через нагреватель — сотни мкА. Поэтому, несмотря на высокую температуру нагревателя, датчики абсолютно безопасны при использовании.

При отсутствии потока через туннель значения сопротивления терморезисторов одинаковы, а дифференциальный сигнал равен нулю. В момент же прохождения потока газа терморезистор, расположенный первым по ходу потока, охлаждается, а терморезистор, что находится на противоположной стороне, нагревается. В результате происходит разбалансировка и на выходе появляется напряжение, величина и знак которого пропорциональны объему и направлению газа, проходящего в единицу времени через измерительную камеру датчика. Благодаря малым размерам чувствительного элемента, низкой массе и высоким температурным градиентам, расходомерам Honeywell свойственны очень малое время отклика (около 1 мс), высокая повторяемость и низкий гистерезис. Максимальная точность достигается вблизи нулевых потоков.

Номенклатура датчиков расхода газа компании Honeywell

Номенклатура датчиков Honeywell широка и обеспечивает оптимальный выбор датчика расхода газа в диапазоне от 30 см³/мин. до 750 л/мин. Датчики предназначены для работы в среде сухих и неагрессивных газов. Агрессивные газы могут привести к коррозии и разрушению элементов конструкции датчика, а в частности — чувствительного элемента. Недопустимым является и образование конденсата из газовой среды на поверхности кристалла сенсора.

Линейка датчиков включает модели со встроенной схемой усиления сигнала до нормированного значения (1–5 В) и без усилителя (выходной сигнал в диапазоне до 30 мВ). На рис. 3 показана типовая передаточная характеристика датчика расхода газа Honeywell серии AWM с милливольтовым выходным сигналом без усилителя.

Датчики расхода газа предназначены для работы в среде различных газов (водород, гелий, азот, воздух и др.) в широком диапазоне температур. При использовании газов с разной теплоемкостью вводится поправочный коэффициент. Измеряемый диапазон расхода газа может быть расширен посредством введения обходного канала для потока газа. Датчики на большие расходы (более 1 л/мин.) имеют встроенный усилитель и схему нормализации сигнала. Все типы датчиков можно устанавливать в шунтирующий канал, если реальный расход газа превышает максимально допустимый для конкретного прибора. В этом случае показания пересчитываются в соответствии с соотношением проходных сечений. Значение проходного сечения каждого типа датчика указано в документации. Там же указывается и калибровочная характеристика под определенный тип газа, например азот или воздух. При измерении расхода газа, отличающегося

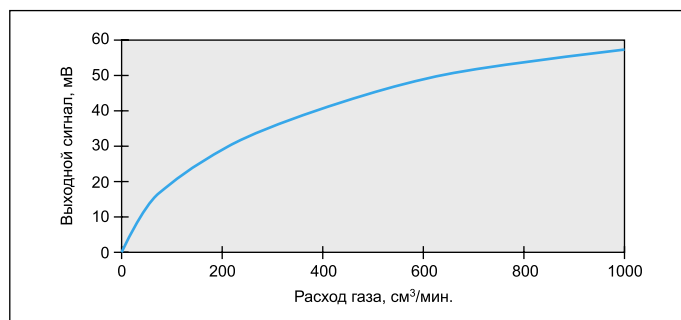


Рис. 3. Типовая передаточная характеристика датчика без усилителя

по теплопроводности от азота, вводятся поправочные коэффициенты. При этом форма градуировочной кривой сохраняется.

Датчики расхода газа семейства Zephyr

Новая линейка цифровых датчиков расхода газа Zephyr HAF (High Accuracy — высокой точности) предлагает прецизионную точность измерения воздушного потока и газов, надежность в эксплуатации и повторяемость параметров. Эта серия является дальнейшим развитием технологии, используемой для серии AWM датчиков расхода газов предыдущего поколения. Название для серии выбрано не случайно. Zephyr ассоциируется с легким ветерком, бризом, а также с именем древнегреческого бога западного ветра. В названии (Zephyr HAF) акцентируется высокая точность измерений для приложений, в которых важно обеспечивать высокую чувствительность.

Основная особенность датчиков этой серии — наличие в структуре не только схем управления измерителем и усилителя дифференциального сигнала с моста терморезисторов, но и специализированной интегральной микросхемы (ASIC) для дополнительной обработки сигнала. Эта микросхема содержит схемы управления нагревателем, согласование с термодатчиком, модули АЦП и ЦАП, а также микроконтроллер и цифровой интерфейс I²C для связи с управляющим микроконтроллером измерительного прибора. Это обеспечило возможность встроенной калибровки и термокомпенсации сигнала в диапазоне температур от 0 до +50 °С.

Изменилась и структура чувствительного элемента. Для повышения точности в нее были введены дополнительные элементы для компенсации смещения сигнала при вертикальной ориентации чувствительного элемента датчика в пространстве (при конвекции), а также для автоматической коррекции сигнала при измерениях на разной высоте над уровнем моря. На рис. 4 показаны три уровня (три поколения) интеграции датчиков расхода газа серии AWM и Zephyr.

Новая линейка Zephyr имеет в своем составе датчики с двумя различными типами интерфейсов выходного сигнала — аналоговым и цифровым (I²C). Оба типа датчиков имеют однотипные конструктивные исполнения корпусов. Датчики предназначены для монтажа на печатную плату. Для обоих типов используется 4-контактная вилка с шагом 2 мм.

Сначала была выпущена линейка аналоговых и цифровых датчиков Zephyr только на диапазон ±200 SCCM. Затем семейство

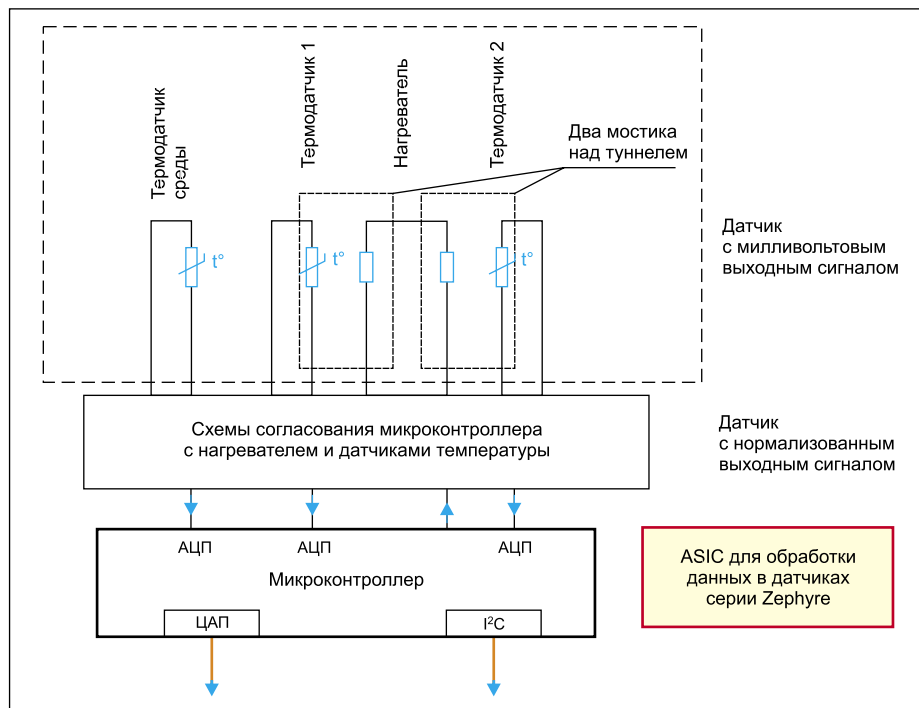


Рис. 4. Структура датчиков расхода газа с различной степенью интеграции схемы управления

расширили, и стали доступны версии с диапазонами ±50 SCCM и ±750 SCCM. Кроме того, была добавлена опция корпуса с коротким портом для подключения к газовой магистрали. Работа в диапазоне с малым расходом позволяет использовать датчики в системах с низким перепадом давления и для обнаружения утечек газа или, например, для определения порогового загрязнения фильтра кондиционеров. Прямой метод измерения позволит сократить расходы и упростить конструкцию измерительного тракта. Стабильность уменьшает ошибки, происходящие вследствие температурных эффектов и сдвига нуля, что позволяет обойтись без калибровки. Выходной сигнал представляет собой линейную функцию газопотока. Это упрощает интерпретацию сигнала с датчика. Низкая разность давления в измерительном тракте позволит уменьшить шум в газораспределительных трактах. Корпус размером 19,9×36 мм даст возможность сократить размеры печатной платы, уменьшить стоимость конечного изделия и упростить размещение датчиков в изделиях с ограниченным объемом. Датчики питаются напряжением от 3,3 до 5 В и потребляют очень небольшой ток (порядка 10 мА), поэтому их можно использовать в устройствах с батарейным питанием.

Особенности датчиков Zephyr:

- Высокая чувствительность при малых диапазонах измерений.
- Высокая стабильность; уменьшение погрешности, вызванной термоэффектами.
- Отсутствие необходимости в калибровке после монтажа на плату.
- I²C-выход упрощает совместимость с микропроцессорами и микроконтроллерами.

- Компактность размеров уменьшает площадь платы.
 - Модели с низким напряжением 3,3 В и малым энергопотреблением для систем батарейного питания.
 - Двухнаправленное измерение потока.
 - Не чувствительны к ориентации корпуса.
 - Два типа портов давления.
- Технические характеристики:
- Напряжение питания: 3,3 или 5 В.
 - Потребляемый ток: 10 мА.
 - Потребляемая мощность: 23 мВт (3,3 В), 30 мВт (5 В).
 - Диапазон рабочих температур: -20...+70 °С.
 - Время отклика: 1 мс.
 - Разрешение: 12 бит/мин.
 - Время включения: 17 мс.
 - Время нагрева: 30 мс.
 - Выходной интерфейс: I²C, 400 кГц.

Конструктивные исполнения датчиков

Датчики Zephyr имеют различные конструктивные исполнения, таким образом обеспечен оптимальный выбор для различных приложений (рис. 5).

Исполнения отличаются способом крепления датчика на печатную плату схемы управления прибора (fastener и snar), а также конструкцией портов для подключения к газовой магистрали — штуцер или гнездо для ниппельного подключения входного и выходного шлангов газораспределительной системы. Snar — фиксация датчика на печатной плате посредством самофиксирующейся защелки (рис. 6). Fastener — крепление фланца датчика на несущую основу посредством винтовых соединений (рис. 7). Рекомендуемый тип винтов крепления — M5×40.

Таблица 1. Назначение выводов интерфейсных разъемов аналогового и цифрового датчика

Контакты интерфейсного разъема	1	2	3	4
Цифровой интерфейс	SCL	Vcc	GND	SDA
Аналоговый интерфейс	Vout	Vcc	GND	—

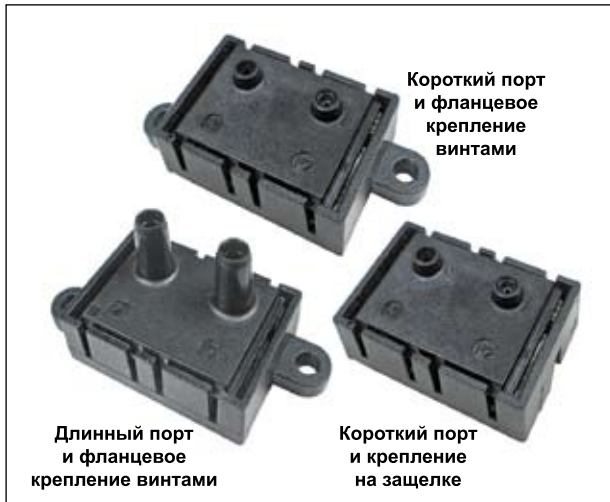


Рис. 5. Конструкция корпусов датчиков Zephyr (вид со стороны портов)

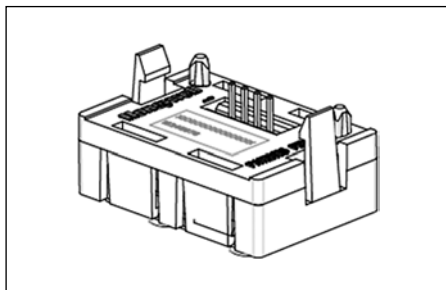


Рис. 6. Фиксация защелкой — реализована только для исполнений с коротким портом

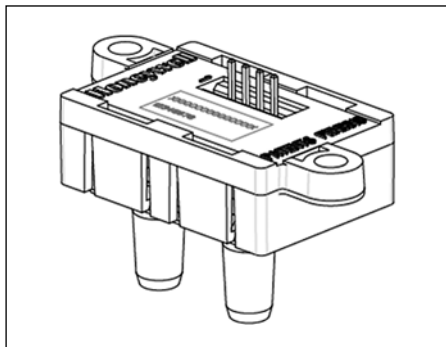


Рис. 7. Фланцевое винтовое крепление возможно и для длинных, и для коротких портов

Для длинных штуцеров рекомендуется использовать силиконовые трубки с внутренним диаметром 0,125" и внешним 0,25". Трубки фиксируются на штуцере кольцевыми прокладками AS568A Size 10 A70. Для коротких штуцеров рекомендуется использовать кольцевые прокладки AS568A Size 7 A70.

Следует учесть, что от конструкции порта зависит и перепад давления на датчике. Датчики с длинным портом имеют большее эффективное сечение газового канала и поэтому обеспечивают меньший перепад давления на датчике при измерении во всем рабочем диапазоне.

Таблица 2. Сравнительные характеристики датчиков расхода газов серии HAF (Zephyr) и некоторых серий семейства AWM

Параметры	Серия			
	HAF (Zephyr)	AWM1000	AWM2000	AWM3000
Обработка сигнала	Усиление + цифровая обработка	Без усиления, температурная компенсация		Усиление сигнала
Технология	Микроструктура на кремниевом кристалле с термоизоляцией нагревателей	Микроструктура на кремниевом кристалле		
Диапазон измерения расхода	От ±50 до ±750 см ³ /мин.	±200 см ³ /мин. От 1000 до -600 см ³ /мин.	±30 см ³ /мин. ±1000 см ³ /мин.	30 см ³ /мин. 200 см ³ /мин. 1000 см ³ /мин.
Тип выходного сигнала	Аналоговый, цифровой (I ² C)	Аналоговый		
Потребляемая мощность	Аналоговый — 40 мВт Цифровой — 23 мВт (3,3 В питание)	30 мВт		50–100 мВт
Конструкция портов	Длинный штуцер или гнездо для ниппельного ввода	Прямое расположение штуцеров		
Совместимость с газовой средой	Сухой и неагрессивный газ	Только сухой газ		
Температурный диапазон, °С	-20...+70	-25...+85		
Размеры датчика, мм	Длинный штуцер — 20×36×19,9 Короткий — 17,6×28,8×19,9	12,7×54,4×31,5		

Сравнение параметров серии Zephyr с датчиками серии AWM1000/2000/3000

На сегодня в портфолио датчиков расхода газов Honeywell есть следующие линейки: AWM1000, AWM2000, AWM3000, AWM5000, AWM700, AWM40000 и AWM90000. Новая линейка датчиков Honeywell Zephyr Digital Airflow Sensors обеспечивает новые диапазоны и возможности, различные типы выходных сигналов, способы монтажа на плату и конструкции портов для сопряжения с газовыми магистралями.

Стоит отметить, что если датчик AWM-типов монтировать в вертикальном положении, будет проявляться конвекционное нагревание, и он покажет ненулевое значение даже при полном «штиле». Это характерно для датчиков типа AWM5000 Series, особенно для версии с диапазоном 5 л/мин. Если для конкретного приложения это критично, следует избегать вертикального монтажа датчика.

Цифровые датчики расхода газа Zephyr

Цифровой выход с интерфейсом I²C облегчает интеграцию с микроконтроллером, что позволяет упростить схему и сократить количество компонентов на печатной плате. Датчики с цифровым интерфейсом обеспечивают возможность подключения на одну шину интерфейса множества датчиков, в том числе и датчиков расхода газа, что позволяет уменьшить число проводных соединений в измерительном приборе или системе (рис. 8).

Например, HAFBLF0200C4AX5 — это датчик двунаправленного типа. Его особенности: длинный штуцер, тип крепления — фланцевый под винты, диапазон скорости потока газа — 200 см³/мин., цифровой интерфейс, адрес 0x49, питание 5 В, передаточная характеристика от 10 до 90%. В спецификации приводится передаточная характеристика, полученная на калибровочном газе (азот) при стандартных условиях (0 °С, 760 мм рт. ст.) (рис. 9).

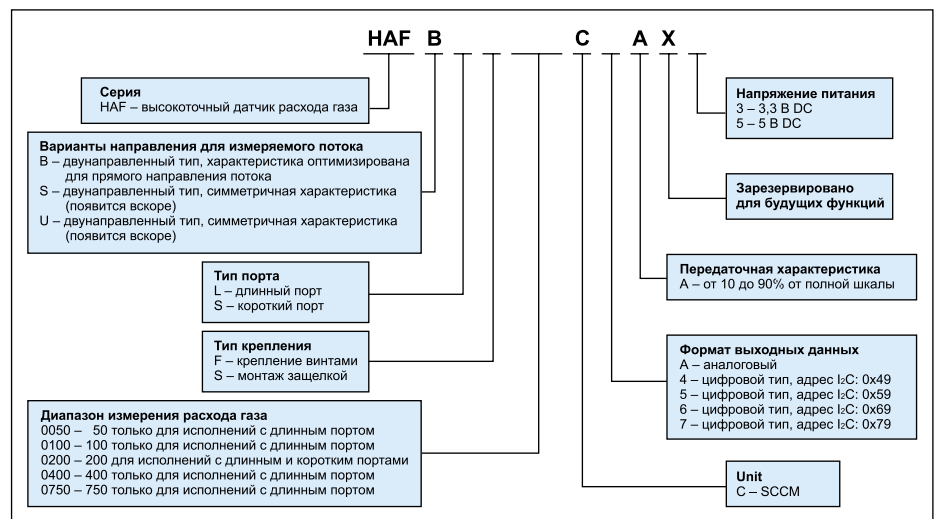


Рис. 8. Система обозначений для датчиков расхода газа серии Zephyr с цифровым либо аналоговым интерфейсом

Формула пересчета для определения расхода газа по цифровому коду, считанному с датчика:

$$F_{изм} = F_{SF}[(\text{цифровой код в десятичном виде})/16383-0,5]/0,4,$$

где $F_{изм}$ — измеренное значение расхода газа в см³/мин.; F_{SF} — значение полной шкалы диапазона, например 200 см³/мин.

Цифровые датчики Zephyr в адресном пространстве шины I²C по умолчанию имеют адрес 0x49, однако в соответствии с картой заказа можно выбрать датчики с аналогичными параметрами, но с другим адресом (0x59, x69, 0x79). Максимальная скорость обмена с цифровыми датчиками — 400 кГц. Для того чтобы начать процесс последовательной передачи данных из датчика в хост-контроллер, требуется предварительно провести инициализацию, которая состоит из трех циклов чтения статусных регистров датчика. При чтении первого слова считываются нули, при чтении второго и третьего слов — данные серийного номера датчика (табл. 3). С четвертого слова начинается процесс чтения данных расхода газа. Данные представлены 14-разрядным словом. Значение только 12 разрядов. Первые два разряда 14-разрядных слов данных — всегда нули.

Длительность этого процесса инициализации как раз и определяет такой параметр, как время включения (17 мс).

Датчики Zephyr с аналоговым выходным сигналом

Датчики с аналоговым выходом можно подключать или к измерительному прибору с индикацией значения расхода газа, или к входу АЦП, например к АЦП, встроенному в микроконтроллер.

В спецификации приводится передаточная характеристика, полученная на калибровочном газе (азот) при стандартных условиях (0 °С, 760 мм рт. ст.). Она линейна, как и у цифрового варианта этих датчиков.

Формула расчета расхода потока газа для аналогового датчика:

$$F_A = F_{FS}(V_O/V_S-0,5)/0,4,$$

где V_O — выходное напряжение датчика; V_S — напряжение питания датчика; F_A — измеренный расход газа через датчик; F_{FS} — значение полной шкалы для данного типа датчика (например, 200 см³/мин.).

Метрологические аспекты применения датчиков Zephyr

Как уже отмечалось ранее, передаточная характеристика датчиков Zephyr в зависимости от модификации может быть оптимизирована для измерения потоков с преимущественным направлением, например в прямом направлении, или же быть полностью

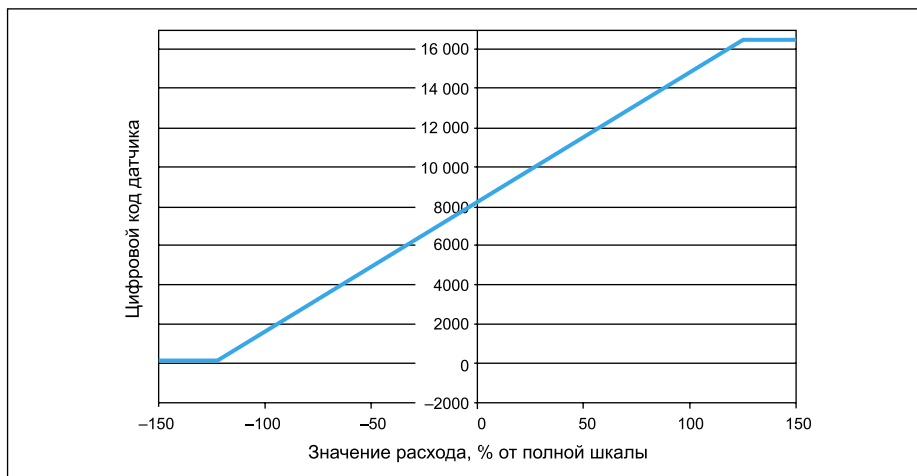


Рис. 9. Передаточная характеристика датчика с цифровым интерфейсом

Таблица 3. Протокол инициализации датчика

Данные	Первое слово	Второе слово	Третье слово	Четвертое слово
Принимаемые датчиком	Адрес			
Команда	I ² C-чтение			
Данные, переданные датчиком	0x0000	Data [15:0]	Data [15:0]	{00, Data[13:0]}
Содержание ответа датчика	Все нули	Содержимое Reg0	Содержимое Reg1	Скорость потока
Смысл ответа датчика	Данные не готовы	Передача серийного номера датчика из Reg1	Передача серийного номера датчика из Reg2	Начало передачи данных расхода газа

симметричной. Линейность характеристики гарантируется производителем, и калибровка не требуется. Встроенная температурная компенсация обеспечивает коррекцию в диапазоне 0...+50 °С. При измерении расхода конкретного типа газа следует использовать поправочный коэффициент, приведенный в документации на прибор.

При оценке суммарной погрешности измерений нужно учитывать влияние факторов реальной среды (турбулентность, неоднородность состава газа, наличие аэрозолей, пыли, неидеальность аэродинамической модели газовой камеры датчика), а также неизбежный технологический разброс параметров датчика, наличие смещения сигнала во времени и в зависимости от температуры, гистерезис. При измерениях на краях диапазона погрешность будет существенно выше. Характеристики для коридора общей погрешности приведены в документации на датчики.

Влияние пыли в измеряемом потоке газа

В некоторых приложениях в измеряемом потоке газа могут присутствовать частицы загрязнений и пыли. Это может привести как к увеличению погрешности измерений, так и к нарушению работы датчика. В зоне нагревателей сенсора в аэрозольной среде (взвешенные частицы в газе) возникает явление термомофореза, в результате чего частицы пыли отталкиваются от поверхности структуры измерительного моста. Около нагревательных элементов возникает так называемая темная зона (среда, свободная от аэрозоля), толщина которой зависит от разности температур тела

и среды, давления газа, размера и формы тела и не зависит от его химического состава. Присутствие частиц существенно изменяет теплоперенос в газовой среде и искажает передаточную характеристику датчика. Кроме того, осаждение частиц и грязи из аэрозоля на элементах микроструктуры датчика может привести к необратимой деградации его характеристик.

Влияние пыли можно предотвратить с помощью простых и дешевых фильтров. Доступные фильтры (с фильтрацией частиц до 5 мкм) нужно устанавливать со стороны входящего потока газа.

Влияние турбулентности

Датчик имеет быстрое время реакции на изменение скорости потока газа. Корректное измерение обеспечивается при условии ламинарности потока. Наличие турбулентности будет неизбежно приводить к увеличению погрешности измерения. Влияние турбулентности может быть уменьшено двумя способами. Во-первых, за счет уменьшения самой турбулентности потока газа при установке в измерительном тракте со стороны входного порта фильтров, ламинаризирующих поток газа. Для уменьшения турбулентности потока, в частности, можно применять сотовые (ячеистые) фильтры с гексагональным сечением ячеек, фильтры на основе пенистых материалов или дополнительные направляющие перегородки в профиле потока. Следует учитывать, что по мере повышения эффективности фильтров, ламинаризирующих поток, увеличивается и разность давления в тракте измерения. Пластиковые сотовые перегородки

наиболее эффективны при незначительном увеличении разности давления.

Во втором способе корректируется выходной сигнал за счет сглаживающих RC-фильтров на выходе. Следует учесть, что это уменьшит быстродействие датчика, что не всегда приемлемо для некоторых приложений. Параметры фильтра определяются степенью турбулентности газового потока в конкретном приложении.

Области применения датчиков Zephyr

Малое падение давления на датчике при измерении позволяет уменьшить акустический шум в газовых магистралях, а также снизить нагрузку на моторы и насосы. Линейная характеристика датчика обеспечивает комфортное считывание показаний, в то время как большинство аналоговых датчиков требуют дополнительного преобразования кода выходного сигнала для отображения данных в реальных единицах измерения. Это позволяет потребителю снизить стоимость конечного изделия и сократить время на его изготовление. Все описанные ранее преимущества датчиков, в том числе и компактный корпус, сделали эти датчики пригодными для множества различных применений.

В настоящее время расходомеры Honeywell успешно используются как в бытовой, так и в медицинской и промышленной аппаратуре.

Параметры датчиков серии Zephyr как нельзя лучше соответствуют требованиям для медицинских применений: имеют минимальное потребление, малое время отклика, минимальное падение давления при полной шкале измерений, минимальную погрешность измерения и малые размеры.



Рис. 10. Модуль управления расходом газа в анестезиологическом аппарате

Медицинские приложения:

- аппараты для анестезии;
- диагностическая аппаратура:
 - спектрометры;
 - газовые хроматографы;
- распылители, ингаляторы;
- кислородные концентраторы;
- системы мониторинга состояния пациента (респираторный мониторинг);
- аппараты мониторинга апноэ и предотвращения остановки дыхания во сне;
- спирометры;
- аппараты искусственного дыхания.

В качестве примера рассмотрим применение датчиков расхода газа в аппарате для анестезии (рис. 10).

Работа аппарата основана на дозированной подаче газовых смесей или аэрозолей для анестезии и наркоза. Аппарат обеспечивает анестезию с низкими и сверхнизкими потоками газов (расход кислорода — 50–75 мл/мин.). Используется баллонный или магистральный газ. Для измерения расхода газов в магистралях могут применяться как цифровые, так и аналоговые датчики расхода газа Honeywell.

Функция датчиков расхода: измерение расхода воздуха, кислорода или закиси азота, а так-

же газовых смесей и аэрозолей, состав которых выбирает анестезиолог. Преимущества применения датчиков Zephyr: повышение уровня комфорта пациента, облегчение дыхания, высокая надежность и точность подачи газов.

Применение датчиков серии Zephyr в промышленности:

- датчик расхода воздуха для систем управления впрыском топлива в двигателях внутреннего сгорания;
- системы вентиляции и кондиционеры;
- аналитические приборы:
 - спектрометрия;
 - хроматография;
- топливные элементы;
- детекторы утечки газа;
- счетчики расхода газа;
- мониторинг состояния фильтров для кондиционеров;
- метеорологическое оборудование;
- вытяжные шкафы и системы вентиляции;
- метеорологические приборы. ■

Литература

1. Honeywell Zephyr Digital Airflow Sensors HAF Series-High Accuracy. Datasheet Honeywell.
2. Technical Note Glossary of Airflow Sensor Terms.
3. Шемякин С. Honeywell — номер один в мире датчиков // Новости электроники. 2010. № 1.
4. Honeywell Zephyr Analog and Digital Airflow Sensors: HAF Series-High Accuracy. Industrial and Medical Application. Honeywell Application Notes.
5. Маргелов А. Датчики подразделения Sensing & Control компании Honeywell // Электронные компоненты. 2005. № 11.
6. Airflow, Force, and Pressure Sensors. Honeywell.
7. Technical Note I²C Communications with Honeywell Digital Airflow Sensors.
8. http://sensing.honeywell.com/index.php?cid=3106&la_id=1&defid=9835