

Датчики углекислого газа Winsen

Компания Winsen Electronics Technology была организована сравнительно недавно, в 2003 году, но уже сегодня является одним из лидеров в производстве датчиков газа всех типов в Юго-Восточной Азии. Среди клиентов компании такие гиганты, как Honeywell, Panasonic, Haier, Agilent, и другие известные корпорации. Благодаря широкой популярности в своей стране Winsen удалось завоевать более 70% китайского рынка детекторов горючих газов. Производственные мощности компании занимают 30 тыс. кв. м, на которых ежегодно выпускаются более 15 млн датчиков. Здесь же расположен научно-исследовательский центр компании, где создаются новые технологии изготовления датчиков и тестируются разработанные изделия. Компания регулярно получает патенты на собственные разработки (сегодня насчитывается 84 патента, из них 27 на изобретения), ее датчики удостоены многих национальных и международных наград.

Светлана РУСАК

Линейка продукции Winsen состоит более чем из 300 моделей датчиков, которые применяются в системах безопасности, медицинской технике, мониторах контроля и защиты окружающей среды, в индустриальном производстве и добывающей промышленности. Помимо датчиков газа, компания выпускает датчики потока, влажности, давления и PIR-сенсоры.

Winsen Electronics владеет современными технологиями производства датчиков:

- электрические датчики (полупроводниковые);
- каталитические;
- электрохимические датчики на основе твердых электролитов;
- оптические (инфракрасные NDIR).

Значительную долю выпускаемой продукции составляют датчики CO₂. Углекислый газ присутствует везде, где есть люди или животные. Поэтому определением количества CO₂ широко пользуются как критерием оценки чистоты воздуха в помещениях и при расчетах вентиляции.



Рис. 1. Датчики CO₂ с твердым электродом

Поскольку концентрация углекислого газа в атмосфере непрерывно растет, в 2006 году были введены санитарно-гигиенические нормативы, нормальным уровнем признан порог 600–800 ppm (идеальным, «нулевым» уровнем считается 400 ppm). Поэтому датчики определения CO₂ широко применяются для контроля качества воздуха в помещениях, утечки газа, в системах вентиляции зданий (ОВК), оборудовании для кондиционирования воздуха, в аграрной промышленности и тепличных комплексах, на животноводческих фермах, в автомобильной индустрии (контроль выработки автомобильных и дымовых газов). Кроме того, сегодня многие радиолюбители собирают бытовые детекторы углекислого газа, делая это на основе Arduino.

Для производства датчиков CO₂ применяются две технологии: инфракрасная и электрохимическая на основе твердых электролитов.

Электрохимические датчики (рис. 1, табл. 1) основаны на принципе ионоселективности. Электрод в них отделен от анализируемого газа мембраной, проницаемой для определенного вещества. Газовый электрод

регистрирует изменения положения равновесия химической реакции. Уровень выходного сигнала по напряжению указывает на концентрацию CO₂ в воздухе.

Электрохимические датчики имеют достаточно хорошую селективность (рис. 2), небольшую зависимость от температуры и влажности (колебания выходного сигнала ±10 мВ во всем диапазоне рабочих температур), низкое энергопотребление, что принципиально для массово производимых бытовых приборов.

Наличие в конструкции датчики химического электрода сильно ограничивает условия их применения. Датчики чувствительны к испарениям от кремнийорганических материалов (силоксан), они теряют чувствительность и выходят из строя. Поэтому на платах с датчиками не рекомендуется использовать кремнийорганические теплопроводящие подложки, их следует заменить акриловыми (например, 5590 компании «3М»). Также датчики не следует подвергать воздействию коррозионных газов, галогенов, щелочных металлов, они не переносят заморозки, попадания воды или конденсата.

Однако исследования показали, что электрохимические датчики уступают по целому комплексу показателей: недостаточно стабильной чувствительности и положению нуля, ограниченному диапазону измерений, быстродействию и селективности. Главным достоинством электрохимических датчиков оказывается стоимость, благодаря чему круг их применений ограничивается бытовыми детекторами с невысокой точностью измерений.

Основной современной технологией измерения концентрации CO₂ сегодня явля-

Таблица 1. Электрохимические датчики CO₂

	MG811	MG812
Диапазон измерений	0–10 000 ppm	
Тип выходного сигнала	Линейный по напряжению	
Чувствительность	1000 ppm ≥20 мВ	1000 ppm ≥25 мВ
Постоянная времени установления показаний CO ₂	<60 с	
Сопротивление нагревателя	35 ±3 Ом	60 ±5 Ом
Напряжение питания нагревателя	6 В	5 В
Потребляемая мощность	1000 мВт	420 ±50 мВт
Диапазон рабочих температур	–20...+50 °С, 95% влажности	

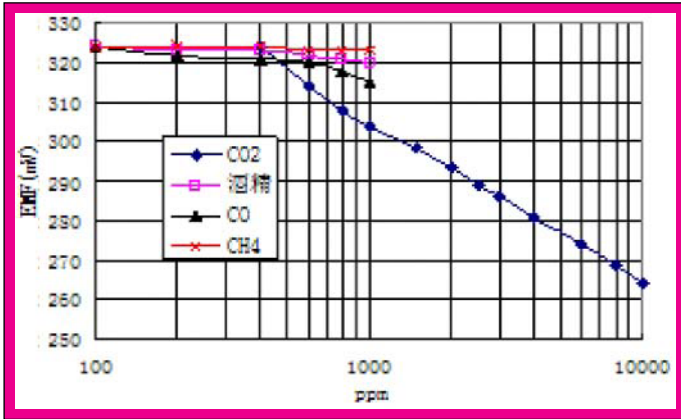


Рис. 2. Селективность электрохимических датчиков CO₂



Рис. 3. NDIR инфракрасные датчики

ется инфракрасный принцип измерений. Инфракрасные недисперсионные датчики (NDIR), представленные на рис. 3, имеют хорошую селективность, отличную стабильность измерений во всем периоде эксплуатации, высокую чувствительность и разрешение, не чувствительны к агрессивным средам, не боятся влаги, не содержат вредных веществ и отличаются долгим сроком службы. NDIR-датчики не зависят от концентрации кислорода в воздухе, в отличие от других технологий измерения, где снижение концентрации кислорода автоматически принимается за повышение концентрации анализируемого газа.

Конструктивно NDIR-датчик состоит из источника ИК-излучения, измерительной камеры, куда подается тестируемая газовая смесь, фильтра длины волны и ИК-детектора (рис. 4). При попадании газа в камеру определенные длины волн поглощаются в ИК-спектре, отсеиваются фильтром, и излучение падает на фотоприемник. Здесь происходит преобразование интенсивности света в пропорциональный сигнал, который затем предельно усиливается.

Инфракрасный метод может использоваться для измерения любых других газовых сред, однако для CO₂ он получил максимальную популярность, поскольку дает самый надежный и точный результат измерений концентрации. Кроме того, эти датчики считаются рекорсменами по сроку службы

приборов, они могут работать до 15 лет без дополнительного обслуживания.

В отличие от электрохимических датчиков они термокомпенсированы, а значит, не зависят от колебаний внешней температуры и обеспечивают хорошую линейную характеристику на выходе. Однако для поддержания точности работы устройство следует контролировать уровень напряжения питания. Несмотря на то что датчик начнет реагировать уже при 3,6 В, питание должно находиться в диапазоне 4,5–5,5 В. Это связано с тем, что в конструкции датчика имеется термистор, изменяющий свое сопротивление под воздействием окружающей температуры. Для его точной работы требуется стабильность напряжения питания.

NDIR-датчики Winsen быстро стали востребованными на мировом и российском рынке, в отличие от датчиков CO₂ предыдущего поколения они не требуют особого напряжения питания, не потребляют высокую мощность, позволяют передавать данные через UART и PWM (ШИМ), оснащены режимом самокалибровки и при этом имеют доступный ценник (по сравнению, например, с SenseAir или CDM7160-C00 от Figaro).

NDIR-датчики Winsen серии MH-Z выпускаются с различными типами выходных сигналов (рис. 5): ШИМ (для диапазона измерений 2000 и 5000 ppm), UART (передача показаний по последовательному порту на 9600 бод) или аналоговый сигнал по на-

пряжению 0,4–2 В (опция 0–3 В). Каждая модель датчиков предназначена для различных диапазонов измерений: 0–2000 ppm, 0–5000 ppm, 0–5% VOL, 0–1% VOL (объемная концентрация). Точность измерений составляет ±50 ppm, что вполне достаточно для бытовых применений, так как уровень концентрации углекислого газа в воздухе нарастает плавно. Датчики измеряют температуру и выдают ее показания со сдвигом в 40 °С, однако данные значения не являются точными, поскольку в корпусе устройства находится источник света, нагревающий внутреннюю камеру.

Опрашивать датчик следует не чаще раз в 10 с, скорость ответа составляет около 1 мин. Время разогрева перед началом работы не должно быть менее 3 мин.

Остановимся на вопросе калибровки датчиков. Поскольку в процессе эксплуатации датчиков параметры ИК-источника и детектора ухудшаются, результаты измерений оказываются заниженными. Чтобы исправить накопившуюся ошибку датчик помещают в известную газовую смесь и снимают показания. Разница между новым нулевым уровнем и первичной заводской калибровкой сохраняется в память устройства и учитывается при последующих измерениях.

Калибровка может быть выполнена одним из трех способов: в ручном режиме, программно через UART-интерфейс и автоматически в режиме самокалибровки.



Рис. 4. Принцип измерений NDIR-датчика

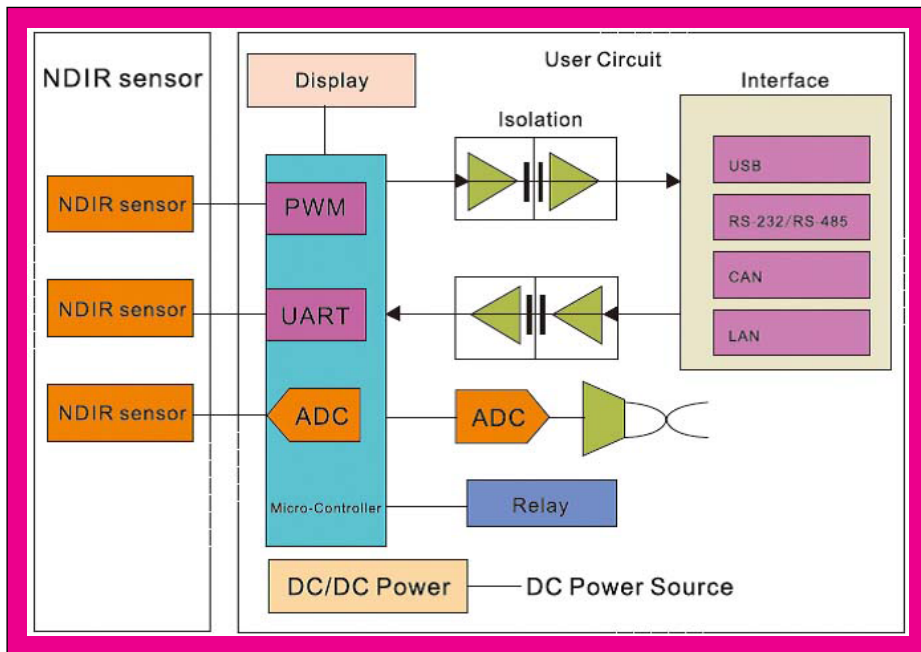


Рис. 5. Схема подключения датчиков MH-Z

Таблица 2. ИК сборки датчиков CO₂ для жилых помещений

	MH-Z16	MH-Z14 2 канала	MH-Z14A 1 канал	MH-Z19B
Область применений	Обучающие устройства, теплицы, оранжереи, парники	Теплицы, парники	Бытовые детекторы CO ₂	ОВК, контроль качества воздуха
Диапазон измерений	0–5000 ppm 0–1% VOL 0–5% VOL	0–2000 ppm 0–5000 ppm 0–1% VOL 0–5% VOL	0–2000 ppm 0–5000 ppm 0–10 000 ppm	0–2000 ppm 0–6000 ppm 0–1% VOL 0–3% VOL 0–5% VOL 0–10% VOL 0–30% VOL
Точность	±(50 ppm +5%)			
Выходной сигнал	ШИМ, UART, 0,4–2 В			
Рабочее напряжение	4,5–5,5 В			
Постоянная времени установления показаний CO ₂	30 с	90 с	120 с	
Диапазон рабочих температур	–20...+60 °C, 95% влажность без конденсата	0...+50 °C, 95% влажность без конденсата		
Размеры	97×20×17 мм	57,5×34,7×16 мм	33×20×9 мм	
Калибровка	Ручная, автоматическая, программная			

Производитель рекомендует проводить калибровку датчиков каждые шесть месяцев. Однако NDIR-датчики Winsen имеют функцию ABC — Automatic Baseline Correction. Она предназначена для самокалибровки, которая автоматически происходит каждые 24 ч после включения питания. В качестве нулевого порога установлен уровень 400 ppm. Это значение сохранено в заводских установках датчика, для его изменения требуется поместить датчик в чистое помещение на 1 ч. Нулевой порог в 400 ppm CO₂ выглядит немного странно, но создать для калибровки датчика газовую среду из чистого азота и кислорода с нулевым уровнем углекислого газа в бытовых условиях достаточно сложно и затратно. Датчики калибруются по двум значениям: нулевой порог и полный диапазон.

Тип калибровки является критическим фактором при выборе CO₂-датчика. Датчики с ABC-функцией удобно использовать для офисных и бытовых приборов, но они не рекомендованы для теплиц и хладокомбинатов, где функцию автокалибровки необходимо отключить.

Что касается особенностей эксплуатации датчиков, следует помнить об одном ограничении при работе с IR-датчиками газа: они очень чувствительны к пыли и механическим воздействиям. Необходимо избегать давления на позолоченную пластиковую измерительную камеру. Датчики нужно монтировать вдали от нагревательных приборов, вне зоны попадания прямых солнечных лучей. Особую осторожность следует проявлять при пайке датчиков, избегать перегрева и не подключать датчик сразу после выполнения пайки. Как уже отмечалось, NDIR-датчики чувствительны и к отклонениям питания.

ИК-датчики, представленные в таблице 2, предназначены для измерения концентрации CO₂ внутри помещений. Это в первую очередь бытовые детекторы, системы вентиляции и кондиционирования, устройства «умный дом», погодные станции и т. д. Такие устройства имеют ограниченный диапазон измерений (уже 2000 ppm указывает на значительное отклонение от нормы, а 5000 ppm можно считать очень расширенным диапазоном), режим автоматической



Рис. 6. NDIR-датчик для промышленного применения

Таблица 3. NDIR-датчики CO₂ для промышленных применений

	MH-410D	MH-711A
Область применений		Ex d IIC T6 Gb, IP65
Диапазон измерений	0–2000 ppm 0–6000 ppm 0–1% VOL 0–3% VOL 0–5% VOL	0–2000 ppm 0–6000 ppm 0–1% VOL 0–3% VOL 0–5% VOL 0–10% VOL 0–30% VOL
Точность	±(50 ppm +5%)	
Выходной сигнал	UART 0,4–2 В	RS 0,4–2 В
Рабочее напряжение	3,6–5 В	4,5–5,5 В
Постоянная времени установления показаний CO ₂	30 с	
Диапазон рабочих температур	–20...+60 °C	–40...+70 °C
Размеры	∅20×21,4 мм	∅44×61 мм

калибровки, что значительно упрощает эксплуатацию прибора, время отклика более 1 мин, плюсовой диапазон рабочих температур 0...+50 °C.

Компания Winsen выпускает две модели NDIR-датчиков для промышленного применения (рис. 6). Такие датчики устанавливаются в оборудовании ОВКВ, системах промышленного контроля технологическим процессом, в устройствах обеспечения безопасности, контроля утечки газов, на производствах с взрывоопасными газовыми средами, агрохолдингах и животноводческих хозяйствах. Их основные характеристики приведены в таблице 3.

Индустриальные датчики отличаются следующими характеристиками:

- диапазон измерений датчиков измеряется не в ppm, а в объемной концентрации (например, 0–5% VOL)
- минимальное время отклика датчика: менее 30 с;
- расширенный диапазон рабочих температур: до –40 °C;
- прочный литой корпус.

Датчики для бытовых применений имеют в конструкции пластиковую измерительную камеру с позолотой и требуют особого обращения при пайке и эксплуатации. Индустриальные же датчики выполнены в металлическом цилиндрическом корпусе и имеют немного другую конструкцию (рис. 7).

В статье мы рассмотрели только одну линейку продукции компании Winsen. На ее примере видно, что в портфолио продукции Winsen представлены модели датчиков для бытового и индустриального применения, с ручной и автоматической калибровкой, с различными типами выходного сигнала, датчики для бюджетных и промышленных решений. ■

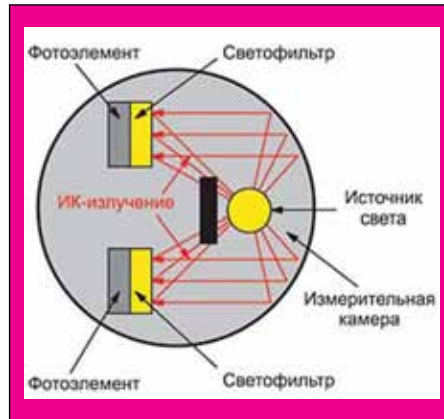


Рис. 7. Конструкция индустриального NDIR-датчика