

## Новые датчики газа фирмы Figaro

**Статья знакомит с обновлением линейки датчиков газа японской фирмы Figaro, которое отражает современные тенденции рынка комплектующих изделий: стремление к миниатюризации корпусов, использование технологий MEMS (микроэлектромеханические системы), сверхнизкое энергопотребление, увеличение срока службы и переход от дискретных решений к модульным.**

Евгений БОРОВСКИЙ

**В**ажность приборов контроля и мониторинга рабочей среды трудно переоценить. Они актуальны и в промышленных помещениях (детекторы утечки газа, приборы контроля промышленных выбросов в атмосферу), и в быту (недорогие детекторы утечки, приборы измерения концентрации газа).

Контроль утечки газа позволяет своевременно проинформировать о возникновении аварийной ситуации и произвести отключенные подачи газа, что позволяет снизить или предотвратить ущерб от возможного взрыва, возгорания или воздействия отравляющих веществ. Наиболее актуальными на данный момент являются системы мониторинга воздуха на наличие и превышение концентрации в воздухе двуокиси углерода (углекислый газ), окиси углерода (угарный газ), метана и кислорода.

Углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) даже в невысоких концентрациях негативно влияет на клеточную мембрану человека и приводит к биохимическим изменениям в организме. При концентрации в воздухе  $\text{CO}_2$  до 10% самочувствие человека сильно ухудшается. Когда в воздухе содержится 30%  $\text{CO}_2$ , проявляются отчетливые симптомы отравления и уже через один-два часа может наступить смерть. Если в воздухе содержится 40–50%, не остается почти никаких шансов на выживание: человек сразу теряет сознание от удушья.

Еще более опасен угарный газ ( $\text{CO}$ ). Он не имеет ни цвета, ни запаха, и в этом его смертельная коварность. При содержании всего лишь 0,08%  $\text{CO}$  во вдыхаемом воздухе человек чувствует головную боль и удушье. При повышении концентрации  $\text{CO}$  до 0,32% возникает паралич и потеря сознания (смерть наступает через 30 минут). При концентрации выше 1,2% сознание теряется после 2–3 вдохов, человек умирает менее чем через 3 минуты. Поэтому крайне важно производить контроль содержания окиси углерода в воздухе, особенно в помещениях, где установлены камины или печи, а также в бойлерных, мастерских автосервиса и гаражах.

Метан ( $\text{CH}_4$ ) хотя и является относительно химически индифферентным газом для организма человека (только при содержании 30% приводит к асфиксии), он весьма опасен при большой концентрации как в бытовом применении, так и промышленности — в шахтах, на буровых и нефтеперерабатывающих заводах, поскольку его утечка вызывает крупные взрывы и пожары.

Как и угарный газ, кислород не имеет ни запаха, ни цвета и также может быть опасен. При повышении температуры химическая активность кислорода возрастает, что может привести к возгоранию. Точный контроль концентрации кислорода очень важен в медицинской технике, где датчики используются в барокамерах и кислородных инкубаторах, в пищевой промышленности (например, в овощехранилищах), металлургии и др.

В целом, весь ассортимент датчиков может быть разделен на несколько групп:

- датчики для безопасности: датчики на токсичные и взрывоопасные газы;
- датчики климатического контроля: измерение примесей в воздухе, персональные детекторы, очистители воздуха;
- датчики для мониторинга и измерений: автомобильные датчики, системы вентиляции паркингов, контроль приготовления блюд в микроволновых печах, контроль уровня  $\text{CO}_2$  в агротехнике.

Ключевым компонентом любых приборов измерения концентрации является датчик газа, от его правильного выбора зависит надежность системы мониторинга воздуха. Производители современного оборудования предъявляют высокие требования к этим приборам и уделяют особое внимание таким параметрам, как надежность, долговечность, применение современных MEMS-технологий, батарейное питание, высокая чувствительность, привлекательная цена. Именно такими целями руководствуется японская компания Figaro Engineering Inc. при разработке и выпуске своих датчиков.

Компания Figaro работает на рынке датчиков газа уже более 40 лет. История ее соз-

дания связана с именем Наойши Тагучи, который впервые применил свойства металлооксидных проводников (MOS) для детектирования газов, с тех пор компания выпустила на рынок более 200 млн датчиков газа. Клиентами Figaro являются такие всемирно известные фирмы, как BMW, Mitsubishi Heavy Industries, General Motors, Daikin, и многие другие. Компания Figaro присутствует на рынке России уже более 10 лет, и ее продукция прекрасно зарекомендовала себя у ведущих российских производителей сигнализаторов загазованности.

Наибольшее распространение датчики Figaro получили в системах пожарно-охранной безопасности, вентиляции и кондиционирования помещений, системах экологического контроля воздуха, в бытовых датчиках газа и автомобильной индустрии. Ежемесячно Figaro Engineering Inc. изготавливает около 1,5 млн датчиков, предлагая широкий ассортимент не приборы для определения концентрации различных газов (метана, пропана, кислорода, углекислого газа, паров бензина, алкоголя и других веществ), но и устройства калибровки датчиков и модули измерения концентрации газов с микропроцессором для обработки данных.

Сегодня компания использует три основные технологии для производства датчиков газа: металлооксидные, каталитические и электрохимические. Каждый тип имеет свои особенности и ограничения в применении. Более подробно о принципах работы и ассортименте выпускаемых датчиков компании Figaro можно ознакомиться на странице [http://www.platan.ru/docs/helpful\\_link/figaro.html](http://www.platan.ru/docs/helpful_link/figaro.html). В данной статье будут рассмотрены последние анонсированные новинки от Figaro Engineering Inc., которые демонстрируют основное направление развития компании — предлагать потребителям высокотехнологичные MEMS-датчики с малым энергопотреблением, в минимально допустимом корпусе при сохранении традиционной контактной площадки.

## Новое поколение датчиков Figaro 2014–2015 гг.

Летом 2014-го компания Figaro проанонсировала серийный выпуск нового поколения датчиков, предназначенных для обнаружения метана, угарного газа, углекислого газа и кислорода. Большинство датчиков характеризуется малым и сверхмалым энергопотреблением, что позволяет использовать их в портативных приборах с батарейным питанием, высокой чувствительностью к целевому газу и миниатюрными размерами. Также компания предлагает готовые платы, применение которых позволит сократить время выхода изделия на рынок и упростить процесс включения датчика в разработку.

### Датчик TGS8410 обнаружения метана (технология MEMS)

Датчик TGS8410 реализован на основе современной технологии MEMS.

Ключевые характеристики датчика:

- сверхнизкая потребляемая мощность, возможность работы в приборах с батарейным питанием;
- долгий срок службы;
- высокая чувствительность и селективность обнаружения метана;
- стандартный корпус TO-5.

Чувствительный элемент датчика состоит из встроенного нагревательного элемента, сформированного на кремниевой подложке с использованием MEMS-технологии, и металл-оксидного полупроводникового слоя, сформированного на чувствительном элементе. Благодаря компактному исполнению сенсора, датчик TGS8410 имеет энергопотребление на уровне 0,087 мВт и отлично подходит для функционирования в маломощном и портативном оборудовании.

В присутствии обнаруживаемого газа проводимость датчика возрастает пропорционально его концентрации в воздухе. Простая электрическая схема переводит изменение проводимости чувствительного элемента в выходной сигнал, соответствующий значению содержания газа в воздухе.

В конструкции датчика используется фильтр для устранения возможного воздействия на чувствительный элемент паров алкоголя в воздухе, что в свою очередь ведет к более высокой точности и селективности TGS8410.

Учитывая все перечисленные качества датчика, он идеально подходит для применения в портативных сигнализаторах загазованности, а также в промышленных системах утечки метана в шахтах, угольных предприятиях, на крупных газовых объектах.

### Модуль CMM5042 для измерения CO (на основе электрохимического датчика TGS5042)

CMM5042 — это прибор модульной конструкции со встроенной системой обработки данных, предназначенный для обнаруже-

ния в воздухе концентрации угарного газа. Модуль калиброван и имеет схему диагностики датчика газа, что значительно повышает надежность системы измерения.

Работа модуля построена на методе электрохимического анализа. Метод основан на измерении тока, который образуется в процессе окисления угарного газа на рабочем электроде электролитической ячейки. Ток, вырабатываемый при электрохимической реакции, прямо пропорционален концентрации газа согласно закону Фарадея, поэтому концентрация CO определяется обычным измерением величины протекающего тока.

Ключевые характеристики модуля CMM5042:

- простотой в использовании;
- не требует обслуживания;
- линейный аналоговый выход, выходной сигнал пропорционален измеряемому току.

Данный модуль содержит дискретный датчик TGS5042 и отличается долговечностью и стабильностью работы. В связи с этим основное применение CMM5042 — это бытовые и коммерческие анализаторы CO, системы контроля вентиляции на предприятиях, а также системы безопасности и обнаружения пожаров.

### TGS5342 — компактный электрохимический датчик угарного газа

Компания Figaro начала массовый выпуск нового электрохимического датчика угарного газа CO TGS5342. Это аналог выпускающегося датчика TGS5042, имеющий более компактные габариты.

Ключевые характеристики TGS5342:

- компактные габариты (длина TGS5342 составляет 2/3 длины TGS5042);
- малопотребляющий, может использоваться в устройствах с батарейным питанием;
- долгий срок службы;
- высокая селективность к CO и повторяемость параметров;
- линейное соотношение между концентрацией CO и выходным сигналом;
- удобная калибровка.

Датчик TGS5342 имеет ряд преимуществ, которые выделяют его среди других электрохимических датчиков. Электролит, находящийся внутри прибора, не ядовит для окружающей среды и человека и не нанесет вреда даже в случае его утечки. Минимальная детектируемая концентрация — 1% CO, диапазон рабочих температур –5...+55 °С. Датчик имеет хорошую селективность к угарному газу, исключая влияние посторонних газов. Благодаря продолжительному сроку службы (более 5 лет), высокой точности и стабильности выходного сигнала он идеален для сигнализаторов утечки CO, в том числе портативных и с цифровым дисплеем.

Датчик удобен для массового промышленного изготовления электронных устройств.

На поверхности каждого изделия нанесен штрихкод с индивидуальными техническими характеристиками данного прибора. Благодаря этому производитель конечного устройства может избежать необходимости проводить калибровку.

### Модуль CDM7 для обнаружения угарного газа CO<sub>2</sub> на основе ИК-сенсора

CDM7 представляет собой готовый модуль с датчиком и системой обработки сигнала, предназначенный для обнаружения в воздухе углекислого газа. Принцип работы модуля основан на методе недисперсионного инфракрасного (НДИК) измерения поглощения инфракрасного излучения (ИК) молекулой изучаемого газа. За счет применения данного метода измерения CDM7 имеет хорошую избирательность, стабильность, большой срок эксплуатации, а также не зависит от содержания кислорода.

Отличительные характеристики модуля серии CDM7:

- малый размер (32×170×64 мм);
- низкая потребляемая мощность (75 мВт);
- высокая точность;
- долгий срок службы;
- абсолютное измерение благодаря двум встроенным сенсорам.

Модуль предварительно откалиброван и оснащен двумя интерфейсными портами с протоколом UART и I<sup>2</sup>C. Конструкция и схемотехника CDM7 обеспечивает максимально простую интеграцию в конечное изделие, благодаря чему он найдет широкое применение в системах обогрева, вентиляции и кондиционирования воздуха, мониторинга качества воздуха в помещениях, мониторинга безопасности, мониторинга для животноводства и сельского хозяйства.

### Датчики кислорода серии SK-25F

Датчики кислорода первого поколения серии KE были разработаны в Японии еще в 1985 году.

Устройство датчика представляет собой гальваническую ячейку (ячейку Нернста) с твердым электролитом. В качестве электролита используется газонепроницаемая керамика, которая пропускает ионы кислорода при температурах от 350 °С и выше. Разница в количестве кислорода с разных сторон чувствительной зоны датчика приводит к образованию электрического потенциала между обеими поверхностями. Величина напряжения служит показателем того, насколько количество кислорода на этих поверхностях различается.

Сегодня компания предлагает датчик SK-25F со стандартным промышленным расположением выводов. Самая важная особенность нового датчика — отсутствие зависимости от CO<sub>2</sub>, хорошая линейность до 30% и отличная стойкость к химически агрессивным средам. В отличие от датчиков KE предыдущего

го поколения датчики SK-25F предоставляют свободу монтажа, поскольку не имеют требований к расположению на плате.

Ключевые характеристики датчика SK-25F:

- низкая стоимость;
- долгий срок службы от (2,5 до 10 лет);
- стабильный выходной сигнал;
- отсутствие времени разогрева для работы.

Эти датчики кислорода обладают высокой селективностью и не нуждаются во внешнем источнике питания. Выходной сигнал датчика кислорода гальванического типа прямо пропорционален парциальному давлению кислорода, поэтому для обработки такого сигнала не требуются сложные преобразователи. К достоинствам электрохимических сенсоров кислорода гальванического типа следует отнести их малые габариты и независимость выходного сигнала от положения в пространстве, что наряду с отсутствием энергопотребления делает их незаменимыми в портативных газоанализаторах, предназна-

ченных для работы в труднодоступных местах (шахтах, колодцах), а также во взрыво- и пожароопасных помещениях (таблица).

#### Циркониевый кислородный датчик YZK932

Датчик YZK932 работает на основе субстрата циркония. Он представляет собой гальванический элемент с пористыми платиновыми электродами. Промежуток между электродами заполнен электролитом — двуокисью циркония. При температурах выше 600 °С оксид циркония становится проводником ионов кислорода, в результате чего между платиновыми электродами генерируется ЭДС, величина которой зависит от разницы между парциальным давлением кислорода в анализируемой среде и кислорода в газе сравнения.

Ключевые характеристики датчика:

- компактный размер (диаметр 9 мм);
- линейная зависимость выходного сигнала от концентрации газа;
- широкий рабочий диапазон;
- короткий период времени, необходимого на разогрев датчика.

YZK932 отличается превосходной взаимосвязью между концентрацией кислорода в воздухе и выходным сигналом с датчика, имея быстрый отклик системы (менее 1 с), а также способностью работать в горячих, загрязненных и увлажненных газах без предварительной подготовки пробы. Это делает его идеальным для применения в системах

контроля упаковки пищи, газоанализаторах для непрерывного измерения концентрации кислорода в топочных и мусорожигательных печах, а также в котлах.

#### Заключение

Все представленные в статье устройства принадлежат к новому поколению датчиков японской компании Figaro, массовый выпуск большинства из них запланирован на конец 2014 — начало 2015 года. Опытные образцы можно заказать для испытаний и внедрения в новые системы газоанализаторов. Более подробную информацию можно получить в компании «Платан» — официального дистрибьютора Figaro Engineering Inc. в России. ■

#### Литература

1. Технологии производства датчиков газа: <http://www.figaro.co.jp/en/technicalinfo/principle/mos-type.html>
2. Новинки датчиков Figaro: <http://www.figaro.co.jp/en/product/feature/>
3. [http://www.sensor-test.de/ausstellerbereich/upload/mnpdf/en/TGS8410\\_Product\\_Information\\_rev00\\_14.pdf](http://www.sensor-test.de/ausstellerbereich/upload/mnpdf/en/TGS8410_Product_Information_rev00_14.pdf)
4. [https://www.maritex.com.pl/media/uploads/PRODUKTY\\_FOTO/auto/cmm5042.pdf](https://www.maritex.com.pl/media/uploads/PRODUKTY_FOTO/auto/cmm5042.pdf)
5. [http://www.figaro.co.jp/en/pdf/feature/sk-25f\\_productInformation\\_rev02.pdf](http://www.figaro.co.jp/en/pdf/feature/sk-25f_productInformation_rev02.pdf)

Таблица. Сравнение датчиков двух поколений

Параметр	KE-50	SK-25F
Диапазон измерений	0–100%	0–30%
Точность	2% от полной шкалы	1% от полной шкалы
Время отклика, с	60	менее 15
Рабочая температура, °С	+5...+40	–10...+50
Срок службы, лет	10	3
Габаритные размеры, мм	28×47,3	20,4×16,6
Вес, г	24	7