

## Датчики и первичные преобразователи Sencera

Игорь КРИВЧЕНКО,  
к. т. н.  
ik@efo.ru

Тайваньская компания Sencera выпускает недорогие преобразователи физических величин среднего класса точности для регистрации ударов, определения угла наклона и уровня жидкости, измерения относительной влажности и температуры, обнаружения в воздухе газов и посторонних примесей, а также датчики давления и датчики для передачи и приема ультразвуковых волн. Продукцию Sencera можно разделить на первичные преобразователи, не имеющие дополнительной электронной «обвязки», и на датчики, которые включают в себя дополнительные схемы преобразования в напряжение, частоту или цифровой сигнал. Некоторые из датчиков могут также содержать дополнительные цепи обратной связи для компенсации влияния колебаний температуры на выходной сигнал.

### Введение

Основатели компании Sencera являются выходцами из японского концерна Nippon Ceramics. В 1998 году инициативная группа из отдела разработки чувствительных элементов преобразователей организовала собственную фирму. Самостоятельную деятельность инженеры Sencera начали с разработки датчиков удара с контактным принципом действия. Это был первый тип датчиков, который новая фирма стала выпускать серийно. Далее ассортимент продукции постепенно расширялся. Так как в Nippon Ceramics инженеры вели работы над ультразвуковыми преобразователями и PIR-детекторами, они использовали уже накопленный опыт, и на следующем этапе организовали производство аналогичных датчиков.

В 2003 году Sencera вышла на рынок со своим брендом. В настоящее время она является fabless-компанией, не имеющей собственных производственных мощностей. Тем не менее фирма выпускает большое количество разнообразных датчиков и первичных преобразователей. Sencera владеет технологическими секретами производства тонкой керамики и покрытий для нее (датчики газов, дыма, влажности), а также специальных сплавов для покрытия контактных датчиков (датчики удара, наклона). Это позволяет компании распределять свое производство на нескольких предприятиях Тайваня и континентального Китая, полностью контролируя процессы изготовления, технологического совершенствования и тестирования конечной продукции.

Sencera — компания с гибкой политикой по отношению к рынку и нуждам конечных клиентов. Наряду с основными группами серийно выпускаемой продукции стандартного ряда фирма охотно выполняет специализированные заказы для нестандартных

конечных приложений. Например, для производства «интеллектуальных» игрушек могут использоваться датчики с «загрубленными» характеристиками (вплоть до 20% точности), при этом цена этих датчиков/преобразователей может быть в несколько раз ниже стоимости базовых. Также возможно изготовление под заказ модификаций стандартных изделий с повышенными требованиями к точности.

В статье приведен краткий обзор продукции Sencera. Более 90% всего оборота компании по объему выпуска и ассортименту составляют стандартные, серийно выпускаемые датчики и первичные преобразователи [1]. В отдельную группу выделены немногочисленные мезонинные модули и законченные изделия в корпусе, выпускаемые, как правило, ограниченным тиражом и под заказ.

### Детекторы удара и наклона

Эти детекторы относятся к группе контактных датчиков. Принцип их действия является интеллектуальной собственностью компании Sencera. Внутри датчика (полюс цилиндра с распределенной контактной поверхностью) помещается металлический шарик, который при вибрациях и ударах перемещается и замыкает/размыкает контакты. Такая конструкция имеет ряд преимуществ перед содержащими ртуть аналогами:

- Ориентация датчика в пространстве не имеет значения.
- Отсутствие ртути является плюсом с экологической точки зрения.
- Для контактов датчика используются специальные, стойкие к стиранию сплавы. Благодаря этому датчики имеют длительный срок службы.

Детекторы удара и наклона допускают разнообразные схемы их включения, которые

позволяют регулировать чувствительность датчика. Наиболее простым решением является одновибратор на двух логических вентилях. При регистрации ударов на выходе такой схемы генерируется меандр, длительность которого пропорциональна силе удара. Чувствительность датчика можно изменять внешним подстроечным резистором, регулируя длительность временной задержки. Более сложные схемы включают как минимум цепи температурной коррекции.

Для покрытия контактов Sencera использует специальный золотосодержащий сплав собственной разработки, который обеспечивает работоспособность датчика продолжительное время. Так, например, для «базового» широкодиапазонного детектора 102 (рис. 1) гарантированная наработка на отказ составляет 12 млн срабатываний. Принцип действия детекторов микроударов (версии 801, 801S, 801P, 103 и 105) аналогичен 102-му, но эти датчики более чувствительны, и у них значительно повышен ресурс работы — до 60 млн срабатываний (рис. 2). Специально для применения в системах мониторинга автомобильного и железнодорожного транспорта Sencera выпускает датчик удара 801SS с усиленным покрытием контактов цилиндра и шарика, этот датчик способен работать в составе бортовой электроники в течение нескольких лет.



Рис. 1. Детектор удара серии 102

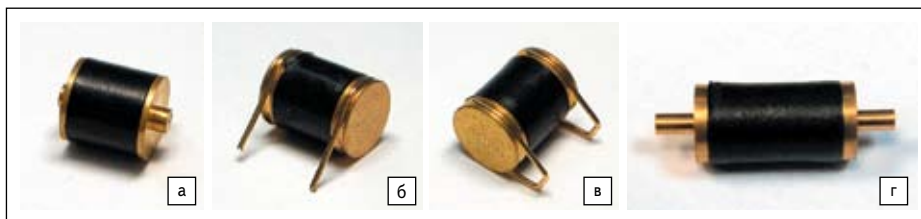


Рис. 2. Детекторы микроударов: а) серии 801; б) серий 801S, 801SS; в) серии 801P; г) серий 103, 105

Детектор наклона 603 (рис. 3) также является контактным, и принцип его действия аналогичен другим датчикам удара от Sencera. Главное отличие состоит в том, что 603-й может непосредственно коммутировать значительную нагрузку — до 10 Вт. В связи с этим он имеет самый маленький ресурс работы из всех датчиков контактной группы: гарантированная наработка составляет 10 000 срабатываний. Нормальное положение контактов датчика в вертикальном положении — разомкнутое. Замыкание контактов происходит при достижении стандартного порогового значения наклона от  $33 \pm 13^\circ$ . Также возможно исполнение этого детектора под заказ с индивидуальным пороговым значением угла наклона.

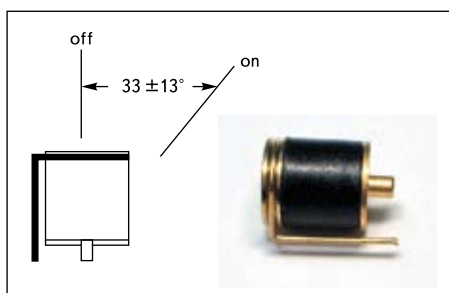


Рис. 3. Детектор наклона серии 603

### Пироэлектрические приемники (PIR-детекторы)

Пироэлектрические приемники (или пироприемники) — одни из самых распространенных чувствительных элементов, которые используются в современной охранной технике. Многочисленные версии пассивных инфракрасных извещателей различного назначения, построенные на основе PIR-детекторов, серийно выпускаются во всем мире. На российском рынке длительное время предлагались пироприемники лишь нескольких производителей, в первую очередь Perkin Elmer и Murata. В связи с ростом потребления PIR-детекторов в России продукция Sencera также может занять свое место на этом рынке.

Основные области применения пассивных инфракрасных детекторов — это охранная техника и коммутаторы освещения. В обоих случаях датчик должен реагировать на перемещение человека в контролируемом объеме. Разница заключается во времени реакции на такое перемещение и в требованиях к надежности срабатывания прибора.

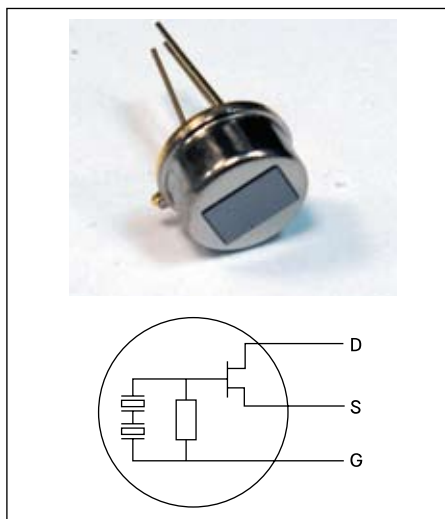


Рис. 4. Пироэлектрический приемник Sencera

Принцип действия пироэлектрических приемников основан на возникновении электрических зарядов в кристалле танталата лития под воздействием инфракрасного излучения. Как правило, датчик имеет дифференциальную структуру из двух чувствительных элементов, включенных противофазно для компенсации внешних наводок и для компенсации температурного дрейфа. При облучении чувствительных элементов ИК-излучением от объекта возникает разность потенциалов, причем детектор в целом реагирует только на градиент температуры между двумя элементами. Для исключения влияния внешних помех пироприемники опрессовываются в металлический корпус типа ТО-5 и содержат встроенный усилитель — полевой транзистор (рис. 4).

В таблице 1 приведены краткие сравнительные характеристики пироприемников двух типов: PIS209S (PIR209S) и SD02. Датчик SD02 является более чувствительным, а также имеет более широкий рабочий температурный диапазон. Он больше подходит для использования в охранных извещателях.

Во всех случаях пироприемник применяется совместно с внешней оптической системой, осуществляющей фокусировку ИК-излучения с контролируемого объема непосредственно на чувствительный элемент. Как правило, в качестве такой оптической системы используются линзы Френеля из прозрачного для тепловых лучей полиэтилена (рис. 5). Компания Sencera в дополнение к пироприемникам вы-

Таблица 1. Пироприемники Sencera

Тип детектора	PIS209S (PIR209S)	SD02
Напряжение питания, В	2–15	3–10
Угол обзора, °	124×112	106×96
Смещение выходного сигнала (тип.), В	0,7	0,7
Выходной сигнал, В	1,19	2,40
Уровень собственных шумов, мВ	300	60
Температурный диапазон, °С	-10...+50	-30...+70



Рис. 5. Линзы Френеля

пускает и линзы Френеля различных типов, используемые как для коммутаторов освещения, так и для охранной техники.

Линза формирует ряд зон чувствительности, при пересечении которых PIR-детектор генерирует сигнал на исполнительное устройство (рис. 6). Для применения в охранной технике используются линзы, формирующие наибольшее количество таких зон. Количество и конфигурация зон чувствительности определяются основной задачей линзы — охватить максимально возможный объем контролируемого пространства. В основном линзы Френеля выпускаются в двух модификациях — сферической для извещателей

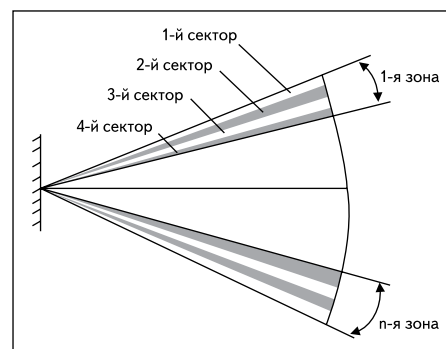


Рис. 6. Формирование зон чувствительности линзой Френеля

с потолочным креплением и цилиндрической для извещателей с настенным креплением.

Более подробно пироприемники и линзы Френеля производства компании Sencera были рассмотрены в [2].

### Датчики относительной влажности

В этой группе преобразователей компания Sencera предлагает датчики относительной влажности двух типов: емкостные и резистивные, построенные по принципу абсорбции паров воды из воздуха [3]. Емкостные преобразователи обладают практически линейной характеристикой преобразования «влажность – емкость» и являются более точными, чем резистивные. У резистивных преобразователей наблюдается линейная зависимость логарифма выходного сопротивления от влажности.

«Базовый» емкостный преобразователь серии 818 (рис. 7) изменяет электрическую емкость при колебаниях относительной влажности окружающей среды. Для практического применения этого преобразователя необходимо использовать дополнительную внешнюю электронную обвязку для преобразования величины емкости в напряжение или частоту. У него также отсутствуют встроенные цепи температурной компенсации. Тем не менее этот первичный преобразователь сравнительно недорог и при этом обладает отличным набором метрологических характеристик, что позволяет использовать его для точного измерения влажности в полном диапазоне от 0 до 100%. Он активно применяется в метеозондах и других приложениях для метеорологии.

Sencera также выпускает группу законченных датчиков относительной влажности (рис. 8), которые выполнены на базе преобразователя 818 (табл. 2). Дополнительно во всех устройствах осуществляется преобразование емкости в напряжение и усиление сигнала, благодаря чему диапазон изменения выходного напряжения составляет до 3 В.

Встроенные цепи температурной коррекции минимизируют влияние температуры окружающей среды на показания преобразователя. Время отклика составляет около 15 с. Датчики заключены в металлический корпус и дополнительно защищены специальным



Рис. 7. Емкостный первичный преобразователь относительной влажности 818

Таблица 2. Емкостные датчики для измерения относительной влажности

Тип датчика	808H5V5	808H5V6	808H5V5C2	808H5V6C2
Диапазон измерений относительной влажности, %	0–100	0–100	0–100	0–100
Основная погрешность при:				
относительной влажности 0–15% и 90–100%	±6%	±6%	±8%	±8%
относительной влажности 15–30% и 80–90%	±5%	±5%	±6%	±6%
относительной влажности 30–80%	±4%	±4%	±5%	±5%
Напряжение питания, В	5 ±5%	3,3 ±3%	5 ±5%	3,3 ±3%
Диапазон выходного напряжения, В	0,8–3,9	0–3	0,8–3,9	0–3
Ток потребления, мА	> 1,2	> 0,2	> 1,2	> 0,2
Рабочий температурный диапазон, °С	–40...+85	–40...+85	–40...+85	–40...+85
Габаритные размеры, мм	12,5×8×5	12,2×8×4	12,5×8×5	12,2×8×4

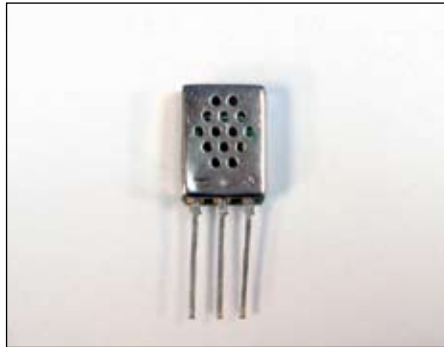


Рис. 8. Емкостные датчики относительной влажности

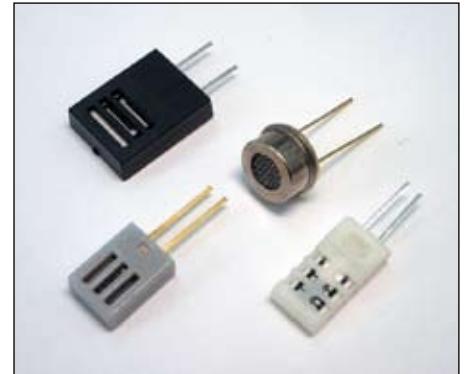


Рис. 9. Резистивные преобразователи относительной влажности

покрытием, что позволяет использовать их в неблагоприятных условиях окружающей среды. Основная погрешность датчиков составляет около 5% в середине диапазона и увеличивается на краях шкалы измерений. Для большинства применений такая погрешность приемлема, при этом количество компонентов внешней обвязки сводится к минимуму. Напряжение питания для датчиков группы V5 составляет 5 В, для группы V6 — 3,3 В. Бюджетные версии датчиков с суффиксом «С2» имеют увеличенную погрешность преобразования и в середине, и на границах измерительного диапазона. Остальные метрологические характеристики датчиков совпадают. Шаг выводов корпуса — 2,54 мм.

Первичные преобразователи относительной влажности резистивного типа (рис. 9) являются самыми недорогими в линейке продукции Sencera, так как обладают наименьшими возможностями применительно к диапазону измеряемой влажности и рабочему температурному диапазону по сравнению с другими детекторами. Хуже у них и показатель времени отклика — 60 секунд. Погрешность линейности преобразования составляет 5% (табл. 3). Все эти ограничения обусловлены сильным влиянием температуры окружающей среды

на сопротивление преобразователя, которое приводит к сдвигу характеристики преобразования. Без цепей температурной компенсации их можно использовать в помещениях со стабильными температурными условиями: в бытовой и офисной технике, складском оборудовании, на овощехранилищах и пр. В серийном производстве находится датчик H25K5A, а датчики H12K5 и H23K5A (как более дешевые) выпускаются в основном под заказ.

Для одновременного контроля относительной влажности и температуры окружающей среды компания Sencera предлагает законченные модули H500M и H600M (рис. 10). Одновременный контроль обоих параметров внешней среды позволяет при измерении влажности делать поправку на колебания температуры, что существенно улучшает показатели точности измерения.

Входящий в модуль датчик влажности осуществляет преобразование «влажность – емкость – напряжение» для модулей H500M и H600M. Выходной сигнал изменяется от 0 до 3 В. Датчик температуры (терморезистор) преобразует температуру в сопротивление.

Таблица 3. Резистивные преобразователи для измерения относительной влажности

Тип датчика	H25K5A	H12K5	H23K5A
Диапазон измерений относительной влажности, %	20–90	20–90	10–95
Основная погрешность (при влажности 60% и +25 °С)	5%		
Напряжение питания	1–10 В (DC) или 1 ±0,26 В (AC) 1 кГц	1–12 В (DC) или 1 ±0,3 В (AC) 1 кГц	1,4 В (AC) 1 кГц
Сопротивление резистивного элемента при 25 °С и влажности 60%, 1 кГц	31 кОм	22 кОм	23 кОм
Гистерезис (40–80–40%)	3%		
Рабочий температурный диапазон, °С	0–60	0–50	0–60

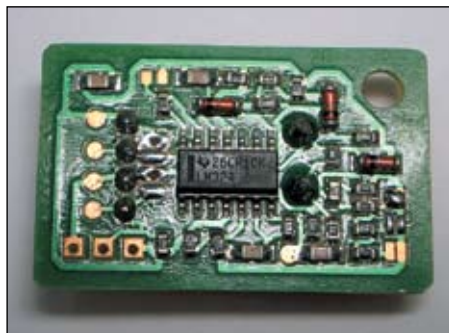


Рис. 10. Модуль для измерений «относительная влажность — температура»

### Ультразвуковые воздушные преобразователи

Этот класс устройств давно и широко применяется для измерения дистанции, бесконтактного определения сближения или присутствия, в системах предупреждения столкновений на транспорте. В таких устройствах преобразователь излучает короткий ультразвуковой импульс по направлению к цели, которая отражает звук (эхо) обратно к преобразователю. После приема отраженного импульса электронная система измеряет время, за которое он возвратился, и вычисляет дистанцию до цели на основе известной скорости распространения звука в среде (воздухе).

Ультразвуковые преобразователи Sencera [4] относятся к разряду недорогих пьезокерамических преобразователей нижнего ультразвукового диапазона (40 кГц) широкого применения, работающие в воздушной среде. Несмотря на невысокую цену преобразователи, благодаря используемым конструктивно-технологическим решениям, имеют хорошие электрические и механические характеристики и могут использоваться для создания надежных радиоэлектронных изделий широкого применения. Основные характеристики преобразователей приведены в таблице 4.

Ультразвуковые преобразователи фирмы Sencera предназначены для работы в воздухе,

но, по-видимому, могут быть использованы и в неагрессивной газовой среде с характеристиками, подобными воздушной и, естественно, с учетом конкретной скорости распространения звука. Существует два конструктивных исполнения преобразователей производства фирмы Sencera — открытое, где внешняя газовая среда имеет непосредственный контакт с пьезокерамическим излучателем, и закрытое, где излучающий/принимающий пьезопреобразователь отделен от среды герметичным корпусом. Вследствие присущей пьезокерамике обратимости данные изделия работают как в режиме излучения, так и в режиме приема. Тем не менее для конструктивного исполнения открытого типа приемники и передатчики изготавливаются в разных корпусах с согласованными характеристиками по центральной частоте и ширине полосы пропускания. Основная центральная частота составляет 40 кГц, но в продукции Sencera также есть представители с другими значениями центральной частоты — 25 и 22,5 кГц. Особо можно выделить новый преобразователь S4016, имеющий малый угол раскрытия диаграммы излучения и приема (40°), что дает реальное разрешение до 9 мм при дальности обнаружения до 16 метров. Этот датчик можно эффективно использовать для построения охранных систем.

### Газочувствительные детекторы

Принцип работы детекторов газа компании Sencera заключается в использовании свойств тонкого пленочного слоя диоксида олова SnO<sub>2</sub>, который при контакте с определяемым газом за счет адсорбционных и десорбционных процессов изменяет свою проводимость. Избирательность детектора по отношению к различным газам достигается путем легирования специализированных присадок в чувствительный слой.

Чувствительный элемент датчика состоит из керамической микротрубы с покрытием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и нанесенного поверх него чувствительного слоя диоксида олова. Внутри трубы



Рис. 12. Газовые датчики Sencera

проходит нагревательный элемент, который подогревает чувствительный слой до температуры, при которой он начинает реагировать на газы (около 200°). При нагревании молекулы газа «изгоняются» из чувствительного слоя, при остывании адсорбируются вновь.

Sencera выпускает сенсоры (рис. 12) для определения наличия в воздухе изобутана, пропана, метана (природного газа), пропан-бутановой смеси (LPG), водорода, окиси углерода, паров этилового спирта. Также имеются датчики для определения наличия дыма и загрязнений в воздухе (табл. 5). Продукцию Sencera отличает высокая стабильность в работе, длительный срок службы (наработка на отказ 15 000 часов), а также широкие возможности обнаружения различных газовых примесей. Возможно изготовление на заказ некоторых модификаций детекторов, уже имеющихся в серийном производстве.

Следует отметить, что поскольку все датчики построены на одном и том же физическом принципе, то чувствительный слой реагирует на появление нескольких газов одновременно. Именно поэтому датчики выпускаются в нескольких модификациях, которые имеют максимальную чувствительность к какому-либо одному, «основному» газу. Эту особенность следует учитывать при разработке конечного изделия.



Рис. 11. Ультразвуковые воздушные преобразователи Sencera

Таблица 4. Ультразвуковые преобразователи открытого и закрытого типов

Преобразователь	Центральная частота, кГц	Уровень звукового давления, дБ	Чувствительность, дБ	Емкость, пФ	Примечание
Открытого типа					
UTT4010	40 ± 1	> 110		1700 ± 30%	Передатчик
UTR4010	40 ± 1		< -70	1700 ± 30%	Приемник
UTT4012	40 ± 1	> 110		2000 ± 30%	Передатчик
UTR4012	40 ± 1		< -70	2000 ± 30%	Приемник
UTT4016	40 ± 1	> 120		2500 ± 30%	Передатчик
UTR4016	40 ± 1		< -63	2500 ± 30%	Приемник
UTT2516	25 ± 1	> 113		3300 ± 30%	Передатчик
UTR2516	25 ± 1		< -63	3300 ± 30%	Приемник
S4012	40 ± 1	> 115	< -68	2400 ± 25%	Приемник или передатчик
S4016	40 ± 1	> 110	< -45	2700 ± 30%	Приемник или передатчик
Закрытого типа					
EC4010	40	> 98	< -67	2000 ± 30%	Приемник или передатчик
EC4012	40	> 100	< -67	2000 ± 30%	Приемник или передатчик
EC4014	40	> 100	< -67	2000 ± 30%	Приемник или передатчик
EC4016	40	> 100	< -65	2000 ± 30%	Приемник или передатчик
EC4018	40	> 100	< -65	2000 ± 30%	Приемник или передатчик
EC4025	40	> 119	< -65	2000 ± 30%	Приемник или передатчик

Таблица 5. Газочувствительные детекторы Sencera

Тип детектора	Определяемые газы	Концентрация, ppm (ppm = см <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> )	Рекомендации для применения
HS129	Пропан, изобутан, метан, LPG, этанол, водород	300–5000	Пропан
HS130A	Этанол	50–1000	Этанол
HS130AS		от 300	
HS130SD		от 130	
HS131	Метан, изобутан, пропан	1000–20 000	Метан
HS133	LPG, изобутан, пропан, метан	300–10 000	Изобутан, пропан-бутановая смесь
HS134	Окись углерода (CO), водород, LPG, изобутан, пропан, метан	от 100	Окись углерода. Разные газы одновременно
HS135	Дым	1–10%	Дым и загрязнения в воздухе
HS135	SO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , изобутан, пропан, LPG, этанол	300–5000	Изобутан. Разные газы одновременно

## Преобразователи для измерения давления

Группа датчиков давления компании Sencera представлена пьезорезистивными первичными преобразователями, измеряющими абсолютное или относительное давление [1]. Доступны версии преобразователей для измерения давления от 5 до 300 psi (0,35–20 атм.). Питание приборов может осуществляться от постоянного напряжения или тока.

Преобразователи для измерения абсолютного давления (серии COB и STS) используются в высотомерах, для измерения атмосферного давления на метеостанциях, управления пневматическим оборудованием и обнаружения повреждений в трубопроводах. Датчики серий COB и STS измеряют абсолютное давление в диапазоне 15, 30, 100, 150 или 300 psi. Они имеют аналогичные характеристики и отличаются лишь видом корпуса. Для датчиков абсолютного давления внутри детектора на этапе производства формируется вакуумная камера, и давление измеряется относительно вакуума.

Преобразователи для измерения относительного давления (серия BPS) используются для измерителей кровяного давления, барометров, портативных датчиков давления, управления производственными процессами и контроля герметичности объемов (наличие вакуума). Они измеряют разность давлений с двух сторон чувствительного элемента: с одной стороны чувствительного элемента атмосферное давление, с другой — измеряемое давление, которое прикладывается к измерительному порту. Детекторы серии BPS заключены в удобный для монтажа DIP-корпус с измерительным портом. Они предназначены для измерения относительного давления в диапазоне 5,8 psi (0,4 атм.).

## Температурные преобразователи

В этой группе датчиков компания Sencera выпускает терморезисторы — полупроводниковые резисторы с логарифмической зависимостью сопротивления от температуры. Такие изделия широко применяются в температурных датчиках, термометрах, электронно-гревательных приборах, телевизорах, системах центрального отопления, автомобилях,

рефрижераторах и пр. Еще одна область применения терморезисторов — температурная компенсация электрических цепей в широком диапазоне температур. Существуют термисторы с отрицательным (NTC) или положительным (PTC) температурным коэффициентом. Все терморезисторы, выпускаемые Sencera, имеют отрицательный температурный коэффициент, то есть при возрастании температуры сопротивление терморезистора уменьшается.

Серия СТ — это безвыводные терморезисторы для поверхностного монтажа, они имеют миниатюрные размеры. Доступные типоразмеры (в соответствии с классификацией EIA) — 1206, 0805 и 0603. Терморезисторы серии СТ (табл. 6) рассчитаны на рабочий температурный диапазон от –40 до +100 °С. Коэффициент рассеяния составляет 1 мВт/°С, а постоянная времени — 7 с.

Серия TS — это миниатюрные термисторы с размерами 1,6×4 мм, термоэлемент которых заключен в эпоксидную смолу и снабжен двумя гибкими выводами длиной 100 мм. Терморезисторы серии TS (табл. 7) рассчитаны на рабочий температурный диапазон от –40 до +90 °С. Коэффициент рассеяния составляет 0,7 мВт/°С, а постоянная времени — 3,2–3,4 с.

Таблица 6. Термисторы серии СТ

Термистор	Номинальное сопротивление при 25 °С, кОм	B25/85 (К)	Разброс номинального сопротивления, %
СТ302B	3	3510	1, 3, 5
СТ502C	5	3324	1, 3, 5
СТ103C	10	3435	1, 3, 5
СТ103D	10	3950	1, 3, 5
СТ203D	20	3950	1, 3, 5
СТ473D	47	3965	1, 3, 5
СТ104D	100	4040	1, 3, 5

Таблица 8. Термисторы НАТ и НТ

Термистор	Номинальное сопротивление при 25 °С, кОм	B25/85 (К)	Разброс номинального сопротивления, %	Температурный диапазон, °С
НАТ102В, НТ102В	1	3100	1, 3, 5	–50...+90
НАТ202В, НТ202В	2	3182	1, 3, 5	–50...+90
НАТ502С, НТ502С	5	3324	1, 3, 5	–50...+110
НАТ103С, НТ103С	10	3435	1, 3, 5	–50...+110
НАТ103Д, НТ103Д	10	3977	1, 3, 5	–50...+110
НАТ203Д, НТ203Д	20	3977	1, 3, 5	–50...+110
НАТ473Д, НТ473Д	47	3977	1, 3, 5	–50...+110
НАТ503Д, НТ503Д	50	3977	1, 3, 5	–50...+110



Рис. 13. Терморезистор серии TS

Таблица 7. Термисторы серии TS

Термистор	Номинальное сопротивление при 25 °С, кОм	B25/85 (К)	Разброс номинального сопротивления, %
TS212D	2,1	3850	3
TS402B	4	3100	3
TS582D	5,8	3641	3
TS902C	9	3470	3
TS103C	10	3435	1, 3, 5
TS203D	20	3950	3
TS303D	30	3950	3
TS403D	40	3525	3
TS413D	41	3435	3
TS503D	50	3965	1, 3, 5
TS593D	59	3617	3
TS833D	83	4013	3
TS104D	100	4040	3
TS224D	220	4021	3
TS234D	230	4274	3

Терморезисторы серий НАТ и НТ имеют два жестких вывода и предназначены для монтажа в отверстия на печатную плату (табл. 8). Несмотря на внешнюю схожесть и одинаковый диапазон доступных значений сопротивления эти серии отличаются друг

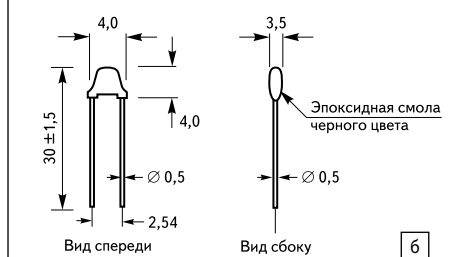
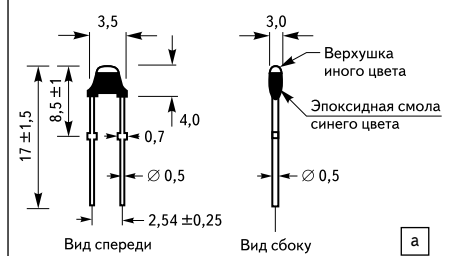


Рис. 14. Терморезистор: а) серии НАТ; б) серии НТ

от друга некоторыми техническими характеристиками. Например, коэффициент рассеяния для серии НАТ составляет 3 мВт/°С, а для серии НТ — 2 мВт/°С; постоянная времени для НАТ равна 12 с, а для НТ — 15 с.

Различие размеров изделий в сериях НАТ и НТ показано на рис. 14.

Особо можно выделить высокоточные приборы для измерения температуры Sencera серии IN-A. Они работают в диапазоне температур  $-40...+150$  °С, при этом погрешность измерений в диапазоне от 0 до 70 °С составляет всего 0,2 °С.

### Оптоэлектронные датчики уровня жидкости

Эти изделия компании Sencera используются как сигнализаторы уровня различных жидкостей: нефти, нефте-, масло-, спиртопродуктов, воды и др. Принцип работы датчиков следующий: в полимерном корпусе содержится излучающий светодиод инфракрасного диапазона (LED) и согласованный по спектру с излучателем фотодетектор, выполненный на базе триггера Шмитта (Optoschmitt). Если датчик не контактирует с жидкостью, ИК-излучение полностью отражается от границы «полимер – воздух» (рис. 15).

При наличии жидкости большая часть ИК-излучения не возвращается на приемник, и ток светодиода резко падает. При достижении заданного уровня освещенности фотодетектора происходит переключение логического уровня интегральной схе-

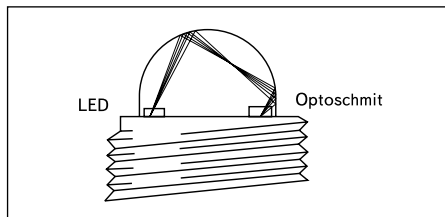


Рис. 15. Излучение светодиода датчика уровня жидкости

мы. Уровни выходного сигнала совместимы с TTL/CMOS.

Датчики этой группы обычно устанавливаются в емкость на контролируемой высоте, а затем фиксируется наличие или отсутствие соприкосновения датчика с жидкостью. Возможно два варианта установки: изнутри (LS515B) или снаружи (LS515A) емкости (рис. 16). Преобразователи применяются в автомобилестроении, оборудовании для пищевой промышленности, бытовой технике и в компрессорах, станках и торговых автоматах.

В качестве примера законченных, готовых к применению устройств, которые также вы-



Рис. 16. Датчики уровня жидкости

пускает компания Sencera, можно привести бытовую газовую сигнализацию, датчики разбития стекла, программируемые детекторы ударов и сотрясений и пр. Подробнее информацию о таких изделиях можно найти на сайте производителя [1].

### Заключение

Датчики и первичные преобразователи Sencera — весьма недорогое решение по сравнению с аналогичными изделиями других производителей. При этом, благодаря используемым конструктивно-технологическим решениям, они имеют хорошие электрические и механические характеристики. В условиях массового применения невысокая цена является важным фактором, призванным склонить «чашу весов» в пользу выбора датчиков и первичных преобразователей Sencera. ■

### Литература

1. <http://www.sensorelement.com/indexe.htm>
2. Наумов А. В., Дмитриенко А. В. Пироприемники Sencera: новое имя на рынке // Компоненты и технологии. 2005. № 11.
3. Дмитриенко А. В., Кривченко И. В. Преобразователи компании Sencera для определения относительной влажности // Электронные компоненты. 2004. № 8.
4. Бербенец А. А. Ультразвуковые преобразователи фирмы Sencera // Компоненты и технологии. 2004. № 3.