

# Датчики и первичные преобразователи Sencera

Тайваньская компания Sencera предлагает российскому потребителю недорогие первичные преобразователи среднего класса точности для регистрации ударов, определения угла наклона и уровня жидкости, измерения относительной влажности, давления, температуры, обнаружения в воздухе газов и посторонних примесей, а также датчики для передачи и приема ультразвуковых волн.

Александра Дмитриенко

dav@efo.ru

По принципу исполнения датчики компании Sencera можно разделить на простые, не имеющие дополнительной электронной обвязки, и на более сложные, включающие в себя дополнительные схемы преобразования в напряжение, частоту или цифровой сигнал. Некоторые из них могут содержать дополнительные цепи обратной связи для компенсации влияния колебаний температуры на сигнал.



## Детекторы удара

Детекторы удара являются контактными датчиками. Внутри находится шарик, который при вибрации перемещается и замыкает контакты. Для покрытия контактов Sencera использует специальный золотой сплав собственной разработки, который обеспечивает работоспособность датчика очень долгое время. Так, например, для широкодиапазонного детектора типа 102 (рис. 1) ресурс составляет 12 млн срабатываний, а для детекторов микроударов типа 801, 801S и 801P (рис. 2) — 60 млн. Детекторы ударов любых типов можно располагать в произвольной пространственной ориентации.



Рис. 2. Детекторы ударов 801-типа:  
а) 801; б) 801S; в) 801P



## Детекторы наклона

При регистрации ударов на выходе датчика генерируется меандр, длительность которого пропорциональна силе удара. Чувствительность датчика можно изменять путем регулирования временной задержки в схеме.



Детекторы наклона также являются контактными. На выходе датчиков наблюдается инверсия цифрового сигнала при достижении заданного значения наклона. Выпускаются датчики со стандартным пороговым значением  $33^\circ \pm 13^\circ$  (и более), но возможно исполнение с индивидуальным пороговым значением под заказ. Ресурс составляет не менее 10 000 срабатываний.



## Датчики влажности

По принципу преобразования детекторы влажности делятся на две группы: емкостные и резистивные. Емкостные преобразователи обладают практически линейной характеристикой преобразования «влажность — емкость» и являются более точными, чем резистивные. У резистивных преобразователей наблюдается линейная зависимость логарифма сопротивления от влажности.

Емкостные преобразователи, выпускаемые компанией Sencera, представлены в таблице 1.

Детекторы с преобразованием «влажность — емкость» (серии 808 и 818) являются элементарными первичными преобразователями и требуют

Таблица 1. Емкостные датчики влажности

Детектор	Преобразование	Напряжение питания	Диапазон измеряемой влажности, %	Линейность	Зависимость от температуры окружающей среды	Примечания
808	Влажность — емкость	До 12 В, постоянное	1–99	1%	$-0,4 \text{ пФ}/10^\circ \text{C}$	Изменение емкости: $2,5 \text{ пФ}/10\%$ отн. влаж.
818	Влажность — емкость	До 12 В, постоянное и переменное	0–100	1%	$-0,1 \text{ пФ}/10^\circ \text{C}$	Изменение емкости: $2,0 \text{ пФ}/10\%$ отн. влаж.
808H5V5	Влажность — емкость — напряжение	Постоянное 5 В $\pm 5\%$	0–100	4%	Используется схема температурной коррекции	Защитное покрытие Диапазон выходного напряжения 0,8–3,9
808H5V6	Влажность — емкость — напряжение	Постоянное 3,3 В $\pm 2\%$	0–100	4%	Используется схема температурной коррекции	Защитное покрытие Диапазон выходного напряжения 0,8–3,9



Рис. 1. Детектор удара 102-типа

Таблица 2. Резистивные датчики влажности

Детектор	Напряжение питания	Преобразование	Линейность	Собственное сопротивление (при 25 °С, 60% Rh), кОм	Rh	Зависимость от температуры	Рабочий температурный диапазон
H12K5	Постоянное 1–12 В; переменное 1 В (действительное значение, пульсации не более 0,3 мВ)	Влажность – сопротивление	5%	22	20–90	–0,6% RH/°С	0–50 °С
H25K5	Постоянное 1–10 В; переменное 1 В (действительное значение, пульсации не более 0,3 мВ)	Влажность – сопротивление	5%	25	30–90	–0,6% RH/°С	0–60 °С
H25K5A	Постоянное 1–10 В; переменное 1 В (действительное значение, пульсации не более 0,3 мВ)	Влажность – сопротивление	5%	31	30–90	–0,6% RH/°С	0–60 °С
H33K5	Переменное 1,0±0,2 В	Влажность – сопротивление	5%	33	15–95	–0,6% RH/°С	0–50 °С
H200M	Постоянное 5 В	Влажность – сопротивление + температура – сопротивление	5%	55	10–95	–0,35% RH/°С	0–60 °С
H300M	Постоянное 5 В	Влажность – сопротивление + температура – сопротивление	5%	50	10–95	–0,35% RH/°С	0–60 °С

дополнительной электронной обвязки для преобразования емкости в напряжение или частоту.

Детекторы серий 808H5V5 и 808H5V6 уже содержат встроенную схему преобразования «емкость — напряжение», кроме того, обеспечивается температурная коррекция за счет введения цепи обратной связи. Защитное покрытие позволяет использовать эти датчики в неблагоприятных условиях окружающей среды.

Резистивные преобразователи (см. табл. 2) являются менее точными и имеют более выраженную зависимость от температуры. Без использования цепей температурной компенсации их можно использовать в помещениях со стабильными температурными условиями: дома, на складах, в овощехранилищах и др.

Детекторы H12K5, H25K5 и H25K5A являются самыми недорогими в линейке представленных, так как обладают наименьшими возможностями применительно к диапазону измеряемой влажности и рабочему температурному диапазону по сравнению с другими детекторами.

Преобразователь H33K5 выполнен с помощью технологии MEMS (micro-electromechanical systems) и имеет очень небольшой размер. Кроме того, он заключен в защитный корпус, который позволяет использовать его в условиях загрязненной окружающей среды. Характеристики датчиков H33K5 стабильны для различных образцов, благодаря чему достигается их легкая взаимозаменяемость и отпадает необходимость подстройки характеристик каждого отдельного экземпляра.

Детекторы H200M и H300M одновременно осуществляют контроль влажности и температуры окружающей среды, что позволяет делать поправку на колебания температуры при измерении влажности и улучшить показатели точности измерения.

Более подробно датчики влажности были рассмотрены в статье «Преобразователи компании Sencera для определения относительной влажности» [2].



Терморезисторы

Терморезисторы — полупроводниковые резисторы с логарифмической зависимостью сопротивления от температуры. Они используются в температурных датчиках, термометрах, электронагревательных приборах, телевизорах, системах центрального отопления, автомобилях, рефрижераторах и пр. Еще одна область применения терморезисторов — температурная компенсация электрических цепей в широком диапазоне температур.

Существуют терморезисторы с отрицательным (NTC) или положительным (PTC) температурным коэффициентом. Все терморезисторы, выпускаемые Sencera, имеют отрицательный температурный коэффициент, т. е. при возрастании температуры сопротивление терморезистора уменьшается.

Серия СТ — это безвыводные терморезисторы для поверхностного монтажа, они имеют миниатюрные размеры. Доступные типоразмеры приведены в таблице 3.

Они рассчитаны на температурный диапазон от –40 до +100 °С. Коэффициент рассеяния δ составляет 1 мВ/°С, а постоянная времени τ — 7 с.

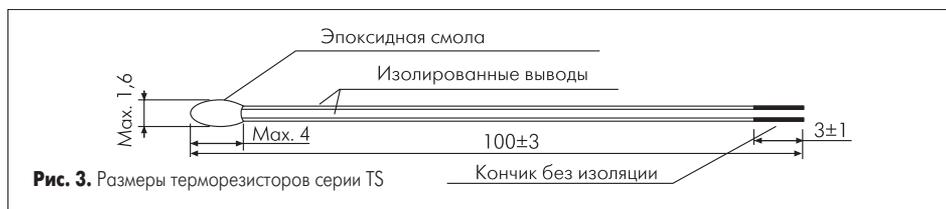


Рис. 3. Размеры терморезисторов серии TS

Таблица 6. Терморезисторы NAT и NT

Термистор	Номинальное сопротивление при t = 25 °С, кОм	В (при t = 25...85 °С), К	Разброс номинального сопротивления	Температурный диапазон
NAT102B, NT102B	1	3100	1, 3, 5%	–50...+90 °С
NAT202B, NT202B	2	3182	1, 3, 5%	–50...+90 °С
NAT502C, NT502C	5	3324	1, 3, 5%	–50...+110 °С
NAT103C, NT103C	10	3435	1, 3, 5%	–50...+110 °С
NAT103D, NT103D	10	3977	1, 3, 5%	–50...+110 °С
NAT203D, NT203D	20	3977	1, 3, 5%	–50...+110 °С
NAT473D, NT473D	47	3977	1, 3, 5%	–50...+110 °С
NAT503D, NT503D	50	3977	1, 3, 5%	–50...+110 °С

Таблица 3. Типоразмеры термисторов серии СТ

Обозначение в соответствии с классификацией EIA	Обозначение в соответствии с классификацией JIS/IEC	Размер, мм
1206	3216	3,2×1,6
0805	2012	2,0×1,25
0603	1608	1,6×0,8

Таблица 4. Термисторы серии СТ

Термистор	Номинальное сопротивление при t = 25 °С, кОм	В (при t = 25...85 °С), 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 5. Термисторы серии TS

Термистор	Номинальное сопротивление при t = 25 °С, кОм	В (при t = 25...85 °С), К	Разброс номинального сопротивления
TS212D	2,1	3850	3%
TS402B	4,0	3100	3%
TS582D	5,8	3641	3%
TS902C	9,0	3470	3%
TS103C	10,0	3435	1, 3, 5%
TS203D	20,0	3950	3%
TS303D	30,0	3950	3%
TS403D	40,0	3525	3%
TS413D	41,0	3435	3%
TS503D	50,0	3965	1, 3, 5%
TS593D	59,0	3617	3%
TS833D	83,0	4013	3%
TS104D	100	4040	3%
TS224D	220	4021	3%
TS234D	230	4274	3%

Серия TS — это миниатюрные термисторы с размерами 1,6×4 мм, термоэлемент которых заключен в эпоксидную смолу, имеют два гибких вывода длиной 100 мм (рис. 3).

Они рассчитаны на температурный диапазон от –40 до +90 °С. Коэффициент рассеяния δ составляет 0,7 мВ/°С, а постоянная времени τ — 3,2...3,4 с.

Терморезисторы серии NAT и NT имеют два жестких вывода и предназначены для ручного монтажа на плату.

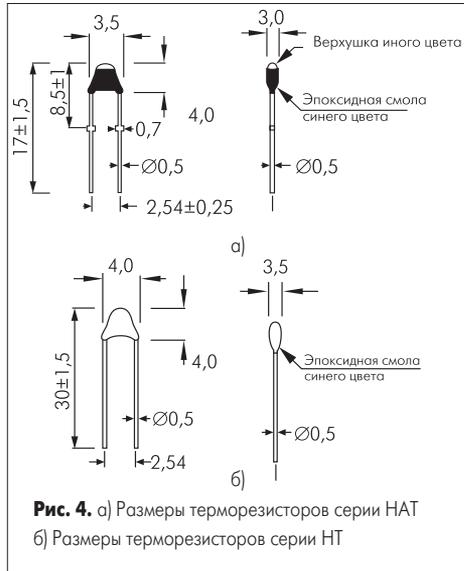


Рис. 4. а) Размеры терморезисторов серии НАТ  
б) Размеры терморезисторов серии НТ

Различие размеров серий НАТ и НТ иллюстрирует рис. 4. Кроме того, эти серии еще отличаются рядом электрических характеристик. Например, коэффициент рассеяния  $\delta$  для серии НАТ составляет 3 мВ/°С, а для серии НТ — 2 мВ/°С; постоянная температуры для НАТ составляет 12 с, а для НТ — 15 с.



**Оптоэлектронные датчики уровня жидкости**

Оптоэлектронные датчики уровня жидкости 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 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. 5).

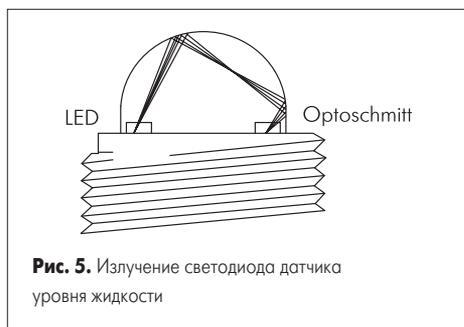


Рис. 5. Излучение светодиода датчика уровня жидкости

При наличии жидкости большая часть ИК-излучения не возвращается на приемник, и ток фотодиода резко падает. При достижении заданного уровня освещенности фотодетектора происходит переключение логического уровня интегральной схемы. Уровни выходного сигнала совместимы с TTL/CMOS.

Датчики устанавливаются в емкость на контролируемой высоте и фиксируют наличие или отсутствие соприкосновения датчика с жидкостью. Возможно два варианта установки: изнутри (LS515B) или снаружи (LS515A) емкости (рис. 6).



Рис. 6. Датчики уровня жидкости

Применяются датчики в автомобилях, на пищевом производстве, в домашней технике, а также для компрессоров, станков и торговых автоматов.



**Датчики давления**

Датчики давления Sencera являются пьезорезистивными первичными преобразователями, измеряющими абсолютное или относительное давление. Доступны версии преобразователей для измерения давления от 5 до 300 psi (0,35–20 атмосфер).

Преобразователи для измерения абсолютного давления используются как высотомеры, для измерения абсолютного давления на метеостанциях, для управления пневматическим оборудованием и для обнаружения повреждений в кабельной изоляции.

Преобразователи для измерения относительного давления используются для измерителей кровяного давления, барометров, портативных датчиков давления, для управления производственными процессами и для контроля вакуумности.

Питание — от источника постоянного напряжения или тока.

Датчики давления серий COB, STS и LTS измеряют абсолютное давление в диапазоне 15, 30, 100, 150 или 300 psi. Они имеют аналогичные характеристики и отличаются лишь видом корпуса (рис. 7).



Рис. 7. Датчики давления: а) серия COB; б) серия STS; в) серия LTS

Серия STD также предназначена для измерения абсолютного давления в диапазонах 15, 30, 100, 250 psi. В этой серии в качестве чувствительного элемента для всех датчиков используется твердотельная кремниевая пластина, благодаря чему они очень надежны в эксплуатации. Эти датчики имеют корпус, аналогичный корпусу серии STS.

Серия SPD предназначена для измерения абсолютного или относительного давления (диапазоны 5, 15, 30, 60 и 100 psi). Датчики заключены в удобный для монтажа DIP-корпус.

Для датчиков абсолютного давления внутри детектора формируется вакуумная камера на этапе производства, и давление измеряется относительно вакуума.

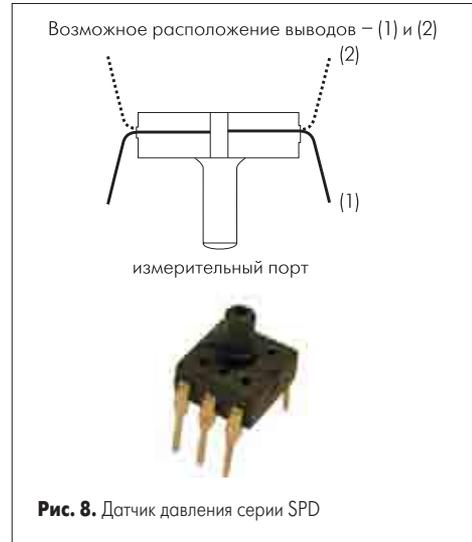


Рис. 8. Датчик давления серии SPD

Детекторы относительного давления 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 также заключены в DIP-корпус. Они предназначены для измерения относительного давления в диапазоне 5,8 psi. По сравнению с SPD-серией эти устройства имеют большее сопротивление и меньшую потребляемую мощность.



**Ультразвуковые преобразователи**

Ультразвуковые преобразователи Sencera работают в нижнем ультразвуковом диапазоне с центральной частотой 40 кГц. Есть два типа преобразователей — открытого и закрытого типов (рис. 9). Преобразователи закрытого типа заключены в герметичный корпус, в то время как открытый тип имеет непосредственный контакт излучателя с окружающей средой. Характеристики этих устройств приведены в таблице 7.



Рис. 9. Ультразвуковые преобразователи Sencera

Приемники и передатчики открытого типа изготавливаются в разных корпусах с согласованными характеристиками по центральной частоте и ширине полосы пропускания.

Преобразователи закрытого типа могут работать как в режиме излучения, так и в режиме приема, в зависимости от схемы включения датчика.

Более подробно с ультразвуковыми преобразователями можно ознакомиться в статье «Ультразвуковые преобразователи фирмы Sencera» [1].

Таблица 7. Ультразвуковые преобразователи открытого и закрытого типов

Преобразователь	Центральная частота, кГц	Уровень звукового давления, дБ	Чувствительность, дБ	Емкость, пФ	Примечание
Открытого типа					
УТТ4010	40±1	> 110		1700±30%	передатчик
УТТ4012	40±1	> 110	< -70	2000±30%	приемник
УТТ4016	40±1	> 120	< -63	2500±30%	приемник
Закрытого типа					
ЕС4010	40±1	> 98	< -67	2000±30%	приемник или передатчик
ЕС4012	40±1	> 100	< -67	2000±30%	приемник или передатчик
ЕС4014	40±1	> 100	< -67	2000±30%	приемник или передатчик
ЕС4016	40±1	> 100	< -65	2000±30%	приемник или передатчик
ЕС4018	40±1	> 100	< -65	2000±30%	приемник или передатчик



### Газочувствительные детекторы

Принцип работы детекторов газа компании Sencera заключается в использовании свойств тонкого пленочного слоя диоксида олова  $\text{SnO}_2$ , который при контакте с определяемым газом за счет адсорбционных и десорбционных процессов изменяет свою проводимость. Чувствительность к газам разного типа достигается путем легирования различных присадок в чувствительный слой.

Чувствительный элемент датчика состоит из керамической микротубы с покрытием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и нанесенного на нее чувствительного слоя диоксида олова. Внутри тубы проходит нагревательный элемент, который подогре-

вает чувствительный слой до температуры, при которой он начинает реагировать на газы (около 200 °С).

Sencera выпускает сенсоры (рис. 10) для определения наличия в воздухе изобутана, пропана, метана  $\text{CH}_4$  (природного газа), газа LPG (сжиженного нефтяного газа), водорода  $\text{H}_2$ , окиси углерода  $\text{CO}$ , этанола  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . Также имеются датчики для определения в воздухе дыма и воздушных загрязнений.

Отдельной группой Sencera выпускает конструктивно законченные газовые детекторы (тестеры) — модули для измерения концентрации алкоголя в выдыхаемом воздухе, а также домашнюю настенную сигнализацию для определения дыма, городского смога, детектирования утечки пропана, водорода, метана (природного газа) и газа LPG.



Рис. 10. Газовые детекторы Sencera

Датчики и преобразователи Sencera являются весьма недорогими 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 датчиков и преобразователей Sencera.

### Литература

1. Бербенец А. Ультразвуковые преобразователи фирмы Sencera // Компоненты и технологии. № 3'2004.
2. Дмитриенко А., Кривченко И. Преобразователи компании Sencera для определения относительной влажности // Электронные компоненты. № 8'2004.
3. [www.sensorelement.com](http://www.sensorelement.com)