

ДАТЧИКИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ SENSING & CONTROL КОМПАНИИ HONEYWELL

Александр Маргелов, менеджер по продукции ЗАО «КОМПЭЛ»

В статье приведен обзор продукции подразделения Sensing and Control компании Honeywell — мирового лидера в производстве полупроводниковых датчиков и выключателей. Компания предлагает потребителю самый широкий ассортимент продукции и техническую поддержку, а также, несмотря на отсутствие производства в странах третьего мира, конкурентоспособные цены.

ОБ SENSING AND CONTROL

История компании Honeywell началась в 1885 г. с изобретения термостата для угольной печи, а основное направление деятельности Sensing and Control заложено в 1932 г., когда в США был запатентован первый быстродействующий электромеханический выключатель. Производитель этих выключателей компания Micro-Switch с 1950 г. входит в состав Honeywell, которой сегодня также принадлежат приобретенные в разное время бренды: SenSym, Sensotec, Elmwood, Clarostat, Hobbs, Electro, Fenwal, NEI, Data Instrument и Nucal.

На данный момент портфель датчиков и выключателей Sensing and Control самый большой в мире. Он насчитывает около 63 тыс. наименований приборов 29 типов, годовой оборот которых превосходит 760 млн. долларов.

Огромный ассортимент предлагаемой продукции основан на наличии у компании всех ключевых технологий производства чувствительных элементов: механической, электро-механической, пьезорезистивной, магнитной, оптической, МЭМС, платиновой тонкопленочной, толсто-пленочной. В большинстве своем датчики Honeywell — интеллектуальные приборы. Помимо чувствительного элемента в корпус датчика интегрированы все необходимые схемы обработки, предназначенные для приведения выходного сигнала к одному из стандартных типов, а также обеспечения стабильности и повторяемости характеристики преобразования. Производственные мощности Sensing and Control — это 25 заводов, большинство из которых расположено в Северной Америке и Европе.

Сотрудничество с компанией Honeywell для российского заказчика — это возможность получить весь спектр необходимых датчиков

от одного поставщика, сохраняя при этом наивысший уровень качества.

Датчики, выпускаемые компанией, и их основные характеристики приведены в таблице 1. Причем производственная линейка компании Honeywell поражает не только широкой номенклатурой выпускаемых датчиков, но впечатляет их конструктивным и функциональным многообразием. Последнее обстоятельство особенно хорошо проявляется на примере датчиков давления, с которых мы и начнем наш обзор. Пользователь датчиков обеспечивается до рекомендуемых принципиальных электрических схем включения того или иного датчика.

ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ

Сегодня датчики давления Honeywell являются самой большой группой по ассортименту как в общей линейке сенсоров Honeywell, так и по сравнению с другими производителями. Датчики перекрывают практически весь диапазон измеряемых давлений (см. табл. 1). Основой всех датчиков давления Honeywell служат тензочувствительные элементы (обычно пьезорезисторы), соединенные в мостовую схему. Пьезорезисторы устанавливаются в канавках, вытравленных на поверхности кремниевой мембраны.

Конструктивные же исполнения датчиков (см. рис. 1) столь многообразны, что они находят применение в самых различных приложениях — от узлов контроля фильтров систем вентиляции бытовых и производственных помещений до измерителей давления эксплуатационных жидкостей летательных аппаратов. Портфель полупроводниковых датчиков давления Honeywell в настоящее время насчитывает несколько тысяч приборов.

Систематизировать датчики давления удобно по следующим параметрам.

1. Измеряемое давление: абсолютное, избыточное, дифференциальное и разрежение.

2. Диапазон измеряемых давлений: малые давления — 0...250 Па, ..., 0...1 кПа (пластмассовый корпус, за исключением датчика абсолютного давления); средние давления — 0...1 кПа, ..., 0...1700 кПа (пластмассовый или металлический корпус); высокие давления — 0...1700 кПа, 0...4150 атм. (металлический корпус).

3. Вид выходного сигнала: милливольтный (примерно 0...100 мВ); пропорциональный, когда размах выходного сигнала зависит от напряжения питания; стабилизированный по напряжению ($U_{\text{вых}} = 1,0...6,0$ В при $U_{\text{пит}} = 9...35$ В); стабилизированный по току (4...20 мА при $U_{\text{пит}} = 9...35$ В); частотный (1...6 кГц); цифровой интерфейс I²C.

4. По степени защиты от окружающей среды: датчики для измерения сухих и влажных неагрессивных газов (как правило, в пластмассовом корпусе) и датчики для измерения давления жидких агрессивных сред (корпус из нержавеющей стали или латуни). Чувствительный элемент первых защищается от влаги, пыли и грязи слоем силиконового геля. Вторые имеют дополнительную защитную мембрану из латуни или нержавеющей стали, давление же на сенсор передается через слой силиконового геля.

За счет лазерной подгонки резисторов и встроенной схемы термостабилизации большинство датчиков имеют температурную компенсацию смещения нуля и чувствительности, что



Рис. 1. Датчики давления Honeywell

Таблица 1. Обобщенные технические характеристики и особенности основных датчиков подразделения Sensing and Control компании Honeywell

Изменяемый параметр	Типы датчиков или технология производства	Диапазон измерения	Шкала выходного сигнала	Точность	Примечания
Давление	Полупроводниковые и тонкопленочные (недавно внедрены в производство)	0...250 Па ... 0...4150 атм.	0...~100 мВ 0,5...4,5 В 4...20 мА Цифровой I ² C	От ±3% до ±0,1% в зависимости от модели	Измеряют избыточное, дифференциальное, абсолютное, вакуум. Широкий выбор моделей для работы как с сухими газами, так и с жидкими агрессивными средами
Усилия	Полупроводниковые и тонкопленочные	0...0,15 кг ... 0...1000 т	0...~100 мВ 0...5,0 В (10 В) 4...20 мА	От ±2% до ±0,1% в зависимости от модели	Измеряют сжатие и растяжение. Блинная, канистровая, тороидальная, продольная, балочная и миниатюрная дисковая конструкции
Крутящий момент	Тонкопленочные	0...0,18 Нм ... 0...270 кНм	0...~100 мВ 0...5,0 В (10 В) 4...20 мА визуальное отображение	От ±1% до ±0,25% в зависимости от модели	Измеряют как статический, так и динамический крутящий момент. Оптимальны для стендового диагностического оборудования
Ускорение	Пьезорезистивные и МЭМС	±1g...±2000g при полосе частот до 6 кГц	0...~100 мВ 0...5,0 В 4...20 мА	До ±1%	Существуют одно-, двух- и трехкоординатные модели. Для измерения вибрации, детонации, силы ударов, сейсмоактивности и крена
Температура	Платиновые сопротивления	-200...600 °C	Номинальное сопротивление 100 или 1000 Ом	До ±0,3%	Варианты с термостойким кабелем, а также чип-исполнение и для монтажа на печатную плату через отверстия
	Термисторы РТС и NTC	-60...300 °C	Номинальные сопротивления: 100 Ом...10 МОм	—	Эпоксидная и стеклянная пассивация
	Кремниевые	-40...150 °C	2 кОм	До ±0,7%	РТС, алюминиевый резьбовой или пластиковый корпус
	Биметаллические термостаты	-40...260 °C	НЗ- или НР-контакты	—	Множество конструктивных исполнений, коммерческие и промышленные варианты
Влажность	Полупроводниковые	0...100% RH	1,0...4,0 В	До ±2,0%	Встроенный термодатчик, защитный фильтр, калибровочный паспорт. Для систем климат-контроля и метеорологии
Расход газа	МЭМС	0...30 см ³ /мин ... 0...200 л/мин	0...~50 мВ 1,0...5,0 В	До ±3,0%	Термоанемометры, без подвижных частей, калибровка на азот, аргон, углекислый газ и водород. Для химической и медицинской промышленности
Положение	Эффект Холла	0...±400 Гс ... 0...±2500 Гс	0...~50 мВ 0,4...U _{пит} В	Для линейных датчиков до ±1,0%	Линейный или логический выход, наличие специализированных моделей со встроенным магнитом. Измерение конечного положения, скорости вращения и малого перемещения
	Магниторезистивные	0...±2 Гс 0...±6 Гс	0...~50 мВ 1,0...~3,0 В I ² C и RS-232	До ±0,5%	1-, 2- и 3-координатные модели. Как базовое (MP-мосты без схемы обработки), так и интегрированное исполнение
	Оптические	Дистанция для отражательных до 6 см. Разрешение для щелевых до 0,15 мм, ширина просвета до 12 мм	Логический р-п-р, п-р-п или комплементарная пара	Зависит от апертуры фотодиода	Просветный и отражательный типы. Множество вариантов конструкции. Функциональная организация: светодиод/фотодиод или светодиод/фотодиод + усилитель + компаратор + триггер Шмидта+выходной каскад
	Ультразвуковые	Рабочая дистанция 0,2...3,5 м в зависимости от модели	Логический р-п-р, п-р-п или комплементарная пара 0...10 В, 4-20 мА, RS-232	До 2 мм	Цилиндрические резьбовые или прямоугольные корпуса. Промышленный диапазон напряжения питания. Оптимальны для измерения дистанции до сложных объектов
Электрический ток	На основе датчиков Холла и магниторезистивных датчиков	0...0,025 м ... 0...1,27 м	Линейный трехвыводной потенциометр	Безграничное разрешение	Наличие влаго- и пылезащищенных моделей. До 1 млрд. гарантированных рабочих циклов
		0...±5 А ... 0...±1200 А	(0,25...0,75)U _{пит} или ~1,0...5,0 мА на 1 А измеряемого тока	До ±0,24%	Бесконтактные, быстродействующие (до 1 МГц), измеряют постоянный, переменный и импульсные токи

позволяет производить замену вышедшего из строя датчика без дополнительной калибровки. Некоторые модели имеют в своем составе схемы подавления шумов источника питания, защиту от случайной смены полярности питания и его резких скачков. Отметим, что датчики Honeywell объ-

единены в семейства, как правило, по конструктивным признакам, степени интеграции, диапазонам и типам измеряемого давления.

ДАТЧИКИ УСИЛИЯ

Honeywell производит датчики усилия под двумя торговыми марка-

ми — MicroSwitch и Sensotec (см. рис. 2). Недорогие пьезорезистивные датчики MicroSwitch, выполненные в пластмассовом корпусе защелкивающегося типа, предназначены для измерения небольших усилий (до 1,5 кг). Датчики воспринимают внешнее усилие через плоский металли-

ческий плунжер, тесно связанный с кремниевой чувствительной мембраной. Среди них есть как простейшие модели с милливольтным выходом, так и законченные преобразователи с интегрированными на кристалл схемами температурной компенсации и усиления выходного сигнала, а также резисторами калибровки смещения и диапазона.

Датчики Sensotec — это точные высоконадежные термокомпенсированные приборы широкого применения, выполненные в герметичном цельносварном металлическом корпусе, позволяющие производить измерения одновременно как сжатия, так и растяжения в диапазонах от 0...25 г до 0...1,4 млн. кг.

Номенклатура приборов насчитывает более 40 семейств, которые различаются между собой, как правило, по конструктивному признаку.

Существуют также семейства миниатюрных и сверхминиатюрных дисковых датчиков усилия, габаритные размеры которых не превышают в диаметре 19 мм при номинальной рабочей нагрузке 500 кг.

Необходимо отметить наличие ультраточных моделей, суммарная погрешность измерения которых находится на уровне $\pm 0,05\%$. Схемы температурной компенсации и калибровки включены во все модели. Около 30% датчиков имеют встроенную схему обработки сигнала. Датчики, в зависимости от диапазона усилий, производятся по полупроводниковой либо тонкопленочной технологии. Приборы Sensotec находят широкое применение в промышленном весовом оборудовании, трубопрокатных станах, штамповочных прессах, аэродинамических трубах и турбинах, а также для измерения усилия болтов, опор, мачт.

ДАТЧИКИ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА

Производится семь семейств датчиков (см. рис. 3), в основном они ориентированы на применения в тестовом и диагностическом оборудовании — системы испытания тормозов, двигателей и трансмиссий, лабораторные установки и другие сходные приложения. Honeywell выпускает датчики для измерения как статического крутящего момента (вал не совершает полный оборот), так и динамического (вал может вращаться в диапазоне скоростей от 0 до 15000 об./мин).

Датчики статического момента производят измерение в диапазонах от 0...0,18 Нм до 0...270 кНм, имеют

милливольтный выходной сигнал и обеспечивают точность до 0,1%. Приборы выпускаются в герметичном корпусе в виде шлицевого вала или втулки. Один конец, как правило, неподвижно фиксируется, а другой служит приемником усилия с вала тестируемого агрегата.

Датчики динамического крутящего момента более сложны. Измерительный блок, изготавливаемый в виде втулки, включается в разрыв вала силового агрегата и свободно вращается, воспринимая усилие посредством тензодатчика. Информация о величине этого усилия передается встроенным радиопередатчиком на модуль приема, обработки и отображения информации. Эти приборы покрывают диапазоны измерения от 0...170 до 0...113 кНм, при точности не хуже $\pm 0,25\%$.

ДАТЧИКИ УСКОРЕНИЯ

Индустриальные акселерометры Honeywell (см. рис. 4) предназначены для измерения вибрации деталей и узлов машин, промышленных станков и механизмов, выявления детонации в двигателях внутреннего сгорания, оценки уровня ударов и величины крена объектов, вычисления точного смещения и мониторинга сейсмической активности. В производственную линейку входят 25 семейств, различающихся конструктивными, электрическими и эксплуатационными характеристиками.

Большинство датчиков ускорения Honeywell выполнено по пьезорезистивной технологии, за исключением нескольких МЭМС-акселерометров, предназначенных для измерения малых ускорений. Датчики выполняются в прямоугольных и цилиндрических корпусах из нержавеющей стали, которые имеют набор гладких крепежных отверстий либо штоки как с внутренней, так и с внешней резьбой.

ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ

Платиновые датчики Honeywell (см. рис. 5) применяются для точного измерения температуры ($\pm 0,1\%$) жидких, газообразных и твердых тел в диапазоне $-200...600^\circ\text{C}$. Два провода для подключения со стекловолоконной либо тефлоновой изоляцией имеют длину 250 мм. Датчики выпускаются с нормированным при температуре 0°C сопротивлением 100 или 1000 Ом и двумя градациями точности $\pm 0,5$ и $\pm 0,3^\circ\text{C}$.

В отдельную группу следует выделить платиновые чип-элементы. Эти микроскопические сенсоры с малым



Рис. 2. Датчики усилия Honeywell



Рис. 3. Датчики крутящего момента Honeywell



Рис. 4. Датчики ускорения Honeywell

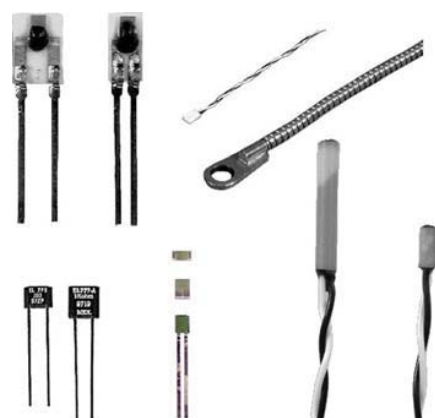


Рис. 5. Платиновые термосопротивления Honeywell

временем отклика (до 0,1 с) позволяют конструировать датчики температуры с учетом специфики конкретного приложения.

Honeywell выпускает датчики и для монтажа в отверстия на печатной



Рис. 6. Термисторы Honeywell



Рис. 7. Биметаллические термостаты Honeywell



Рис. 8. Датчики влажности Honeywell



Рис. 9. Датчики расхода газа Honeywell

плате. Вне зависимости от исполнения основным преимуществом платиновых термодатчиков являются высокая линейность, точность и повторяемость характеристики.

PTC- и NTC-термисторы Honeywell (см. рис. 6) предназначены для измерения температуры в небольших пределах ($-50...150^{\circ}\text{C}$). На сегодняшний день термисторы благодаря своей дешевизне, надежности и высокой точности преобразования получили наибольшее распространение в качестве термочувствительных элементов. Термисторы Honeywell выпускаются в керамическом и стеклянном корпусах с двумя выводами. Есть модели в бескорпусном исполнении (кристалл с приваренными выводами). Недосток термисторов — относительно невысокая линейность преобразования — легко компенсируется внешними постоянными резисторами соответствующего номинала.

Биметаллические термостаты Honeywell (см. рис. 7) предназначены для коммутации силовых и слаботоковых электрических цепей в зависимости от температуры. Термостаты выполняют две функции: во-первых, управление нагревательным элемен-

том или кондиционером, во-вторых, защита оборудования от перегрева. Биметаллические термостаты, изобретенные в начале прошлого века, не имеют альтернативы и по сей день благодаря простоте, высокой надежности, малому времени срабатывания и низкой стоимости.

Основными параметрами термостата являются температура включения, находящаяся в пределах $-50...260^{\circ}\text{C}$, и дифференциал, характеризующий гистерезис характеристики. Термостаты Honeywell, как правило, производятся под заказ. Разработчик при заказе должен указать необходимую ему комбинацию электрических и конструктивных особенностей, приведенных в документации. Среди них: способ возврата после срабатывания (автоматический или ручной), температура срабатывания, точность, дифференциал, исходное состояние контактов (нз или но), ток коммутации (до 15 А), тип корпуса, тип чашки, тип крепежного фланца, ширина и угол формовки выводов.

ДАТЧИКИ ВЛАЖНОСТИ

Датчик влажности Honeywell (см. рис. 8) — законченный полупровод-

никовый прибор, объединяющий на кристалле емкостной чувствительный элемент, защищенный полимерным фильтром, преобразователь, схемы калибровки, термокомпенсации и усиления сигнала. Honeywell производит датчики в трех различных исполнениях. Датчики серии НН-3602-А(С) в упрочненном металлическом корпусе ТО-5 с дополнительным гидрофобным зернистым фильтром из нержавеющей стали удобны для жестких условий эксплуатации. Эти приборы снабжены встроенным термодатчиком сопротивлением 1 кОм (платиновый) или 100 кОм (кремниевый) в зависимости от модели.

Серия НН-3602-Л, выполненная в корпусе ТО-39 со щелевым отверстием, предлагает оптимальное соотношение цена/надежность. Эти датчики нашли широкое применение в метеорологическом оборудовании и автомобильной технике. Самые популярные и недорогие серии НН-3610 и НН-4000, выполненные в пластиковом корпусе с открытым кристаллом, ориентированы на массовое производство и идеальны для OEM-потребителей. Большинство из перечисленных датчиков поставляется с калибровочным паспортом, в котором с точностью до 4 знаков после запятой указываются несколько значений $U_{\text{вых}}$ при соответствующих значениях влажности и температуры, созданных в специальной эталонной камере.

ДАТЧИКИ РАСХОДА ГАЗА

Газовые расходомеры Honeywell (см. рис. 9), нашедшие широкое применение в медицинской и химической промышленности, уникальны отсутствием подвижных частей. Микромостовой чувствительный элемент, являющийся основой датчика, состоит из нагревательного элемента и двух терморезистивных тонкопленочных измерительных мостов. Принцип действия основан на механизме передачи теплоты потоком газа от нагревателя к измерительному мосту. Необходимые направление и распределение потока газа над поверхностью чувствительного элемента обеспечивает строго определенная внутренняя геометрия измерительной камеры датчика.

Линейка датчиков насчитывает более 30 моделей, некоторые из которых могут быть калиброваны для применения в кислороде, водороде или азоте. Все приборы подразделяются по степени интеграции на две группы. Недорогие представители первой группы нуждаются во

внешних схемах питания микромоста, управления нагревателем и усиления выходного сигнала и имеют для этого соответствующие выводы. Датчики второй группы, имеющие три вывода ($U_{пит}$, $U_{вых}$ и общий), не требуют внешней схемы и готовы к работе сразу после подачи питания. Для обеспечения бесперебойной работы датчиков в запыленных средах Honeywell рекомендует использовать 5-мкм фильтр.

ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ЭФФЕКТ ХОЛЛА

Номенклатура этих датчиков (см. рис. 10) насчитывает более двухсот наименований. Датчики классифицируются по области применения — автомобильные, промышленные и общего применения, в зависимости от назначения различаются по конструктивным и электрическим характеристикам, а также рабочему диапазону температур. Однако, несмотря на различия, все приборы имеют схожее функционально законченное ядро. Это — элемент Холла и встроенная схема обработки сигнала.

Условно все приборы можно разделить на две большие группы: датчики с линейным выходом и датчики с логическим выходом. Датчики с линейным выходом обычно применяются для определения небольших перемещений, построения более сложных датчиков и для работы в составе датчиков тока с гальванической развязкой.

Выходной каскад линейных датчиков магнитного поля может быть выполнен либо с открытым коллектором (р-п-р- или п-р-п-транзистор), либо по двухтактной схеме (р-п-р- и п-р-п-транзисторы). Датчики характеризуются высокой нагрузочной способностью (до 20 мА), широким диапазоном рабочих температур ($-40...150^{\circ}\text{C}$) и питающих напряжений (4,5...16 В), долговременной стабильностью параметров и малым током потребления. Большинство моделей имеют встроенные схемы температурной компенсации и защиты от случайной смены полярности.

Выходной сигнал датчиков с логическим выходом имеет два состояния — высокий и низкий уровни. Благодаря наличию гистерезиса в выходной характеристике датчика повышается его помехоустойчивость. Для повышения нагрузочной способности в схему датчика добавляется каскад усиления на п-р-п-транзисторе с открытым коллектором. Датчики Холла с логическим выходом выпускаются семействами, члены кото-



Рис. 10. Датчики положения на эффекте Холла Honeywell.



Рис. 11. Специализированные датчики положения на эффекте Холла Honeywell

рых имеют одинаковый корпус, но различаются значениями величины индукции срабатывания (20...140 Гс) и полярностью (биполярные и униполярные модели). Рабочая температура для большинства из них находится в диапазоне $-40...150^{\circ}\text{C}$.

В отдельную группу следует отнести датчики положения, предназначенные для определения скорости вращения зубчатых колес (см. рис. 11). Это законченные устройства, объединяющие в одном корпусе элемент Холла, усилитель, триггер Шмитта, стабилизатор питания и постоянный магнит. Принцип действия основан на детектировании изменения плотности распределения или прерывания магнитного потока в момент, когда ферромагнитный материал (зубец шестерни или метка) проходит вдоль чувствительной поверхности датчика. Постоянство амплитуды выходного сигнала датчика, не зависящей от скорости вращения шестерни, позволяет фиксировать бесконечно малые перемещения и скорости. Логический выход организован по схеме с открытым коллектором на п-р-п-транзисторе.

МАГНИТОРЕЗИСТИВНЫЕ ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕНИЯ

Магниторезистивные датчики компании Honeywell (см. рис. 12) предназначены для решения задач магнитометрии, определения курса объекта по магнитному полю Земли, измерения бесконтактным способом угла поворота и линейного перемещения, детектирования скорости и направления вращения зубчатых колес, распознавания образа ферромагнитных объектов и работы в составе датчиков тока с гальванической развязкой.

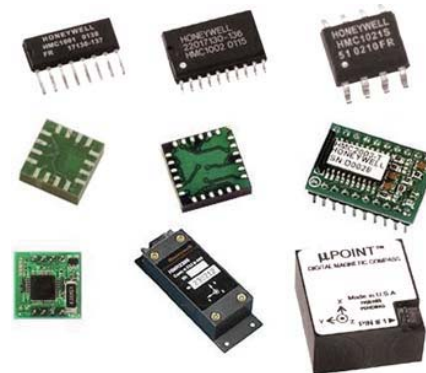


Рис. 12. Магниторезистивные датчики положения Honeywell

В основе принципа действия датчиков лежит анизотропный магниторезистивный эффект. Внешнее магнитное поле поворачивает вектор намагниченности пленки M на угол θ . Величина θ зависит от направления и величины этого поля. При этом изменяется сопротивление пленки $R = R_0 + \Delta R \cos 2\theta$. В датчике четыре идентичные магниторезистивные пленки соединяются в мостовую схему. Пленки формируются осаждением тонкого слоя пермаллоя на кремниевую пластину в форме ромба.

На практике для увеличения чувствительности датчика каждое плечо моста формируют из нескольких магниторезистивных пленок, параллельно ориентированных на подложке, последовательно между собой соединенных при помощи алюминиевых перемычек и защищенных сверху слоем нитрида тантала. Рядом с магниторезистивным мостом расположены две плоские катушки — SET/RESET и

OFFSET. Подача короткого установочного импульса тока 2...5 А длительностью 1...2 мкс через катушку SET/RESET формирует поле, ориентирующее магнитные домены всех пленок в одном направлении. Это направление называется легкой осью. Легкая ось всегда указывается в документации на прибор. Эта процедура выполняется перед каждым замером поля, переводя датчик в режим максимальной чувствительности. Пропуская постоянный ток определенной величины (20...50 мА) через катушку OFFSET, можно компенсировать любое внешнее паразитное магнитное поле. Внешнее поле и поле, формируемое катушкой OFFSET, просто добавляются друг к другу с учетом знака и воспринимаются мостом сенсора как единое целое. Магниторезистивные датчики Honeywell характеризуются высокой чувствительностью, широким диапазоном рабочих температур (–55...150°С) и большим разнообразием конструктивных исполнений. В линейке сенсоров присутствуют как 1-осевые, так и 2-осевые и 3-осевые (2 или 3 перпендикулярно ориентированных моста в одном корпусе) модели. На основе рассмотренных выше компонентов Honeywell выпускает ряд функционально законченных модулей с интерфейсом RS-232/485 для магнитометрии и навигации.

ИНФРАКРАСНЫЕ ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕНИЯ

Для работы с ферромагнитными объектами используются оптические датчики ИК-диапазона. Принцип действия этих приборов основан на прерывании или отражении инфракрасного луча оптически непрозрачным объектом, находящимся в поле обзора датчика. Основой такого датчика является система из полупроводниковых ИК-излучателя и ИК-приемника, которые определяют параметры датчика. Honeywell производит более 400 типов ИК-датчиков с различными оптическими, конструктивными и электрическими параметрами (см. рис. 13). Все эти приборы подразделяются по принципу действия на три группы: датчики просветного типа, датчики отражательного типа и ИК-энкодеры.

В ИК-датчиках просветного типа ИК-излучатели и ИК-приемники направлены встречно вдоль одной оптической оси и жестко закреплены. Промежуток между излучателем и приемником образует чувствительную область сенсора. При

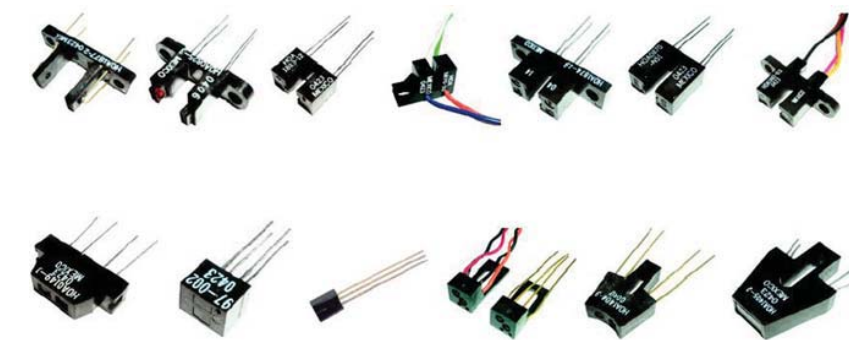


Рис. 13. Инфракрасные датчики положения Honeywell

попадании какого-либо объекта в эту область изменяется поток облучения ИК-приемника, что и фиксируется схемой датчика. Основными характеристиками этих приборов являются разрешающая способность (0,15...1,5 мм), ширина просвета между излучателем и приемником (0,78...12,0 мм) и тип выхода (аналоговый или цифровой).

В ИК-датчиках отражательного типа оптические оси ИК-излучателя и ИК-приемника пересекаются под определенным углом вне корпуса. Когда детектируемый объект находится в поле обзора датчика (пересечение оптических осей излучателя и приемника), отраженный от него сигнал, формируемый излучателем, в точке приема максимален, что и регистрируется схемой датчика. Основными параметрами оптических датчиков отражательного типа являются точка оптимального обнаружения (оптимальное расстояние объекта до апертуры фотоприемника датчика, при котором отклик на выходе максимален) и чувствительность. Первый параметр зависит от взаимного расположения излучателя и приемника, определяемого конструкцией датчика, второй — от чувствительности фотоприемника.

Оптические энкодеры Honeywell предназначены для определения скорости вращения и угла поворота или линейного перемещения объектов. Сенсоры состоят из двухканального интегрального фотодетектора и ИК-излучателя, заключенных в корпус из непрозрачного для ИК-излучения термопластика. Эти датчики обычно используются совместно с кодирующим диском или линейкой, которые, в свою очередь, механически связаны с объектом. В момент, когда размеченный диск совершает вращение вдоль просветного окна сенсора, схема обработки формирует на выходе два сигнала, одинаковые по форме и сдвинутые по фазе на 90° (или –90°

при вращении в противоположную сторону). Путем подсчета импульсов и анализа фазы определяются угол поворота и направление вращения оси.

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДАТЧИКИ РАССТОЯНИЯ

Используя свойства акустических волн, ультразвуковые датчики Honeywell (см. рис. 14) позволяют определять с высокой точностью расстояние до сложных геометрических, прозрачных и сильно отражающих объектов с точностью до 1 мм. На практике это необходимо, например, для определения уровня сыпучих и текучих веществ в различных емкостях, измерения и контроля диаметра бобин с расходным материалом, а также для предупреждения столкновения транспортных средств. Принцип работы датчиков основан на измерении времени прохождения очень короткого ультразвукового импульса частотой 130...180 кГц (зависит от модели) от датчика до объекта и обратно. Наряду с линейным выходом датчики имеют логический выход, выдающий сигнал тревоги в случае, когда расстояние до цели будет равно запрограммированному пользователем значению. Способ программирования



Рис. 14. Ультразвуковые датчики Honeywell

порогового расстояния зависит от модели датчика. Есть два варианта: программирование через RS-232 или программирование при помощи «обучающей кнопки», расположенной на корпусе датчика. Основным параметром ультразвукового датчика является дистанция измерения (см. табл. 1). Конструктивное исполнение включает три варианта: цилиндрические пластмассовые и металлические резьбовые (M18, M30) корпуса, а также исполнения в прямоугольном корпусе.

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

В этих датчиках успешно применяется запатентованная технология производства проводящего пластика MystRT контактного трека сенсора, разработанная в свое время для военной промышленности. Технология обеспечивает превосходную разрешающую способность, термостойкость и миллиарды рабочих циклов. На рисунке 15 показано несколько типовых моделей датчиков перемещения. Эти приборы работают в условиях повышенной влажности и загрязненности при температуре $-65...105^{\circ}\text{C}$, обеспечивая при этом точность до $\pm 0,10\%$ и 1 миллиард гарантированных рабочих циклов.

ДАТЧИКИ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ

Бесконтактные оптические твердотельные датчики уровня жидкости (см. рис. 16) предназначены для определения уровня жидкости в различных емкостях. Датчики в зависимости от назначения выпускаются в пластмассовом (полисульфон) или металлическом (нержавеющая сталь) корпусах.

ИК-излучатель и ИК-приемник датчика расположены внутри прозрачного колпака. В отсутствие жидкости ИК-излучение отражается от поверхности колпака и принимается фотоприемником. При погружении колпака в жидкость происходит изменение коэффициента преломления, что влечет изменение угла отражения и, соответственно, снижения интенсивности излучения в апертуре приемника. Падение тока через ИК-приемник вызывает переключение триггера. По сравнению с датчиками поплавкового типа оптические датчики Honeywell имеют значительно больший срок службы, обладают быстрым временем отклика, просты в установке и легко соединяются с внешней схемой. Датчики имеют защиту от короткого замыкания, пре-

вышения питающего напряжения и случайной смены его полярности.

ДАТЧИКИ ТОКА

Главные параметры датчиков тока (см. рис. 17) приведены в таблице 1. Датчики подразделяются на две группы в зависимости от вида выходного сигнала (напряжение или ток) и используются во многих приложениях силовой электроники и в автоматизированном электроприводе. В состав датчиков тока с выходным сигналом по напряжению ($\pm 57...950\text{ A}$) входят специализированные линейные датчики Холла 91SS12-2 и SS94A1, обладающие повышенными температурной стабильностью и линейностью характеристики. При отсутствии тока в цепи тока на выходе датчика устанавливается напряжение смещения, равное половине напряжения источника питания. Размах выходного напряжения и, соответственно, чувствительность линейно зависят от напряжения питания (см. табл. 1). Увеличение чувствительности датчика производится увеличением числа витков проводника вокруг кольца магнитопровода датчика. Датчики на базе сенсора SS94A1 имеют двухтактный выходной каскад на р-п-р и п-р-п-транзисторах, а датчики, использующие сенсор 91SS12-2, — каскад на р-п-п-транзисторе с открытым коллектором.

Датчики ($\pm 5, \dots, \pm 1200\text{ A}$) с токовым выходом компенсационного типа спроектированы с использованием цепи отрицательной ОС. Ток, протекающий через проводник, создает магнитное поле, которое концентрируется внутри кольцевого магнитопровода и воздействует на линейный датчик Холла. Выходной сигнал этого датчика усиливается и поступает на катушку ОС. Обмотка катушки создает в этом же магнитопроводе противоположное по направлению магнитное поле, полностью компенсирующее исходное. Выходом датчика служит второй вывод катушки ОС. Таким образом, выходной сигнал — это ток катушки ОС, пропорциональный величине тока в контролируемом проводнике и числу витков катушки обратной связи ($I_{\text{вых}} \sim I \cdot N$). Такое схемотехническое решение значительно снижает нелинейность характеристики преобразования и повышает температурную стабильность прибора.

Более подробную информацию о датчиках компании Honeywell можно найти по адресу content.compel.ru.



Рис. 15. Потенциметрические датчики линейного перемещения Honeywell



Рис. 16. Датчики уровня жидкости Honeywell



Рис. 17. Датчики тока Honeywell

honeywell.com/sensing/products
или запросить у официального дистрибьютора компании «КОМПЭЛ»
www.compel.ru, sensors@compel.ru

Москва
Тел.: (095) 995-0901
Факс: (095) 995-0902
E-mail: msk@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403
E-mail: spb@compel.ru