

# ДАТЧИКИ КОМПАНИИ HONEYWELL

История компании Honeywell началась в 1885 году с изобретения термостата для угольной печи. Сегодня компания – мировой лидер в области средств автоматизации. Ее 108 тысяч сотрудников в 100 странах мира обеспечивают потребителей компонентами и оборудованием для систем автоматизации производственных процессов, эксплуатации зданий, сооружений и промышленных объектов; продукцией авиационной промышленности; системами выработки электроэнергии; специализированным ассортиментом химической промышленности, современными материалами. Одно из самых динамично развивающихся подразделений компании – Sensing and Control, занятое разработкой и производством полупроводниковых датчиков. В 2002 году после приобретения фирмы Invensys Sensors Systems компания Honeywell стала крупнейшим в мире производителем датчиков и микровыключателей, номенклатура которых насчитывает более 250 тысяч наименований. Сегодня Honeywell поставляет продукцию под известными торговыми марками Micro Switch, Sensotec, SenSym, Clarostat, Hobbs, Elmwood, Fenwal, Electro, NEI и Data Instruments. Различные типы датчиков под этими приобретенными в разное время брендами занимают прочные позиции на рынке, а в совокупности они предлагают потребителю широчайшую линейку приборов для любых приложений и условий эксплуатации.

**Датчики давления** (рис.1) – самая большая группа изделий в линейке сенсоров компании Honeywell как по ассортименту, так и по отношению к продукции других производителей. Тысячи различных моделей перекрывают практически весь диапазон часто измеряемых на практике давлений от нескольких десятков паскаль до десятков мегапаскаль, обеспечивая точность измерения  $\pm(3-0,1)\%$ . Основой каждой модели является тензочувствительный элемент. Это, как правило, четыре идентичных пьезорезистора, соединенных по мостовой схеме и имплантированных в канавки, вытравленные на поверхности кремниевой мембраны толщиной от нескольких десятков до нескольких сотен микрон, в зависимости от

А.Маргелов  
margelov@compel.ru

диапазона давления, на который рассчитан датчик. Внешнее давление вызывает деформацию мембраны с расположенными на ней пьезорезисторами и приводит к разбалансу моста. Значение создаваемого напряжения рассогласования (полезный сигнал) прямо пропорционально приложенному давлению. Этот принцип заложен в основу работы любого датчика давления, но на нем и заканчивается сходство датчиков этого типа. Дело в том, что Honeywell выпускает приборы для самых разнообразных областей применения (от систем контроля засорения фильтра бытового пылесоса до измерителей давления эксплуатационных жидкостей летательных аппаратов) с различными электрическими, конструктивными, климатическими и ценовыми характеристиками, предлагая разработчику неограниченные возможности в выборе.

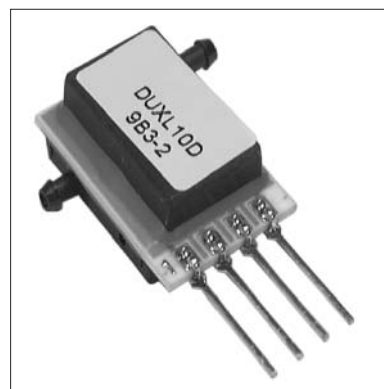


Рис.1. Внешний вид датчика давления

Рассмотрим классификацию датчиков давления по основным параметрам. Один из них – тип измеряемого давления. По этому признаку модели подразделяются на датчики абсолютного, избыточного и дифференциального давления. Существуют также модели для измерения разрежения. Следующий параметр – тип выходного сигнала, определяющий степень интеграции датчика. В зависимости от модели возможен милливольтный ( $U_{\text{вых}} = 0...100$  мВ), пропорциональный по напряжению ( $U_{\text{вых}} = 0,5...4,5$  В при  $U_{\text{пит}} = 5$  В, причем размах  $U_{\text{вых}}$  зависит от  $U_{\text{пит}}$ ), стабилизированный ( $U_{\text{вых}} = 1,0...6,0$  В при  $U_{\text{пит}} = 9...35$  В), токовый (4...20 мА при  $U_{\text{пит}} = 9...35$  В), частотный (1...6 кГц) и цифровой ( $I^2C$ ) выходной сигнал. По степени защиты от влияния окружающей среды датчики Honeywell этого типа подразделяются на две большие группы: для измерения давления сухих и влажных неагрессивных газов (как правило, это датчики в пластмассовом корпусе) и для измерения давления жидких агрессивных сред (датчики в корпусе из нержавеющей стали или латуни). Чувствительный элемент первых защищен 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. Большинство датчиков давления Honeywell имеют встроенные цепи температурной компенсации смещения и чувствительности. В процессе производства они проходят процесс лазерной подгонки резисторов, что позволяет в дальнейшем заменять вышедший из строя



прибор без дополнительной калибровки. В некоторых моделях предусмотрены схемы подавления шумов источника питания, защиты от случайной смены полярности питания и его резких скачков.

Датчики условно можно классифицировать на четыре группы и по диапазону измеряемого давления: малых значений дифференциального и избыточного давления ( $\pm 100$  Па... $\pm 10$  кПа, пластмассовый корпус), средних значений абсолютного, избыточного и дифференциального давлений (10...100 кПа, пластмассовый или металлический корпус), высокого абсолютного давления и высокого избыточного давления (100 кПа–100 Мпа, металлический корпус). В завершении необходимо отметить, что Honeywell выпускает семейства датчиков, объединенных, как правило, по конструктивному признаку и степени интеграции, и различающихся диапазоном и типом измеряемого давления.

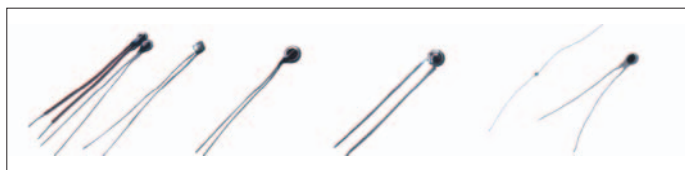
**Датчики температуры** компании Honeywell представлены четырьмя группами приборов: платиновые термосопротивления, термисторы, биметаллические термостаты и термопредохранители. Платиновые термосопротивления (рис.2) предназначены для точного ( $\pm 0,1\%$ ) измерения температуры жидких, газообразных и твердых тел в диапазоне – 200...600°C. Чувствительные элементы, выполненные на основе двуокиси платины, упаковываются в цилиндрические корпуса различной длины из термостойкой керамики. Конструкция снабжена двумя выводами длиной 25 см со стекловолоконной либо тефлоновой изоляцией. Датчики выпускаются с нормированным при температуре 0°C сопротивлением 100 или 1000 Ом и двумя градациями точности:  $\pm 0,5$  и  $\pm 0,3$ °C. Эти приборы широко применяются как в криогенной технике, так и в высокотемпературных процессах.



**Рис.2. Внешний вид платиновых термосопротивлений**

В отдельную группу следует выделить так называемые платиновые чип-элементы – сенсоры микронных размеров с малым временем отклика (до 0,1 с), позволяющие проектировать датчики температуры с конструкцией, соответствующей конкретному приложению. Honeywell выпускает датчики и в классическом исполнении для монтажа на печатной плате через отверстия. Независимо от исполнения основное достоинство платиновых термодатчиков – высокая линейность, точность и повторяемость характеристик. В технических условиях на любой из этих приборов приводится схема включения, преобразующая сопротивление датчика в напряжение и выполняющая функцию дополнительной линеаризации характеристики преобразования.

Термисторы РТС и NTC типа (рис.3) предназначены для измерения температуры в небольших пределах (-50...150°C). Принцип их действия основан на эффекте температурной зависимости объемного сопротивления полупроводниковой структуры. На сегодняшний день термисторы, благодаря своей дешевизне, надежности и высокой точности преобразования, получили наибольшее распространение в качестве термочувствительных элементов. Они применяются для мониторинга температуры силовых узлов РЭА, микропроцессоров и микроконтроллеров, деталей двигателей внутренне-



**Рис.3. Терморезисторы компании Honeywell**

го сгорания и их эксплуатационных жидкостей, бытовых и промышленных тепловых установок, узлов систем охлаждения и кондиционирования, а также в качестве базовых элементов бытовых и промышленных термометров. Honeywell выпускает термисторы в двухвыводных керамических и стеклянных корпусах. Поставляются и модели в бескорпусном исполнении. Единственный недостаток термисторов – относительно высокая нелинейность характеристики преобразования. Однако она легко компенсируется простой обвязкой термистора одним-двумя постоянными резисторами соответствующего номинала.

Биметаллические термостаты Honeywell (рис.4) – это электромеханические изделия, предназначенные

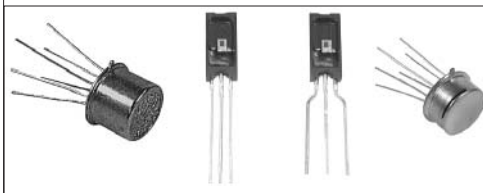


**Рис.4. Биметаллические термостаты**

для замыкания или размыкания силовых и малосигнальных электрических цепей при заданной температуре. Они управляют нагревательным элементом или кондиционером для поддержания строго определенной температуры в заданном объеме или защищают дорогостоящее силовое оборудование от перегрева. Биметаллические термостаты, изобретенные в конце 19-го века, не имеют альтернативы и по сей день благодаря простоте, высокой надежности, малому времени срабатывания и низкой стоимости. Сегодня термостаты применяются практически в любом агрегате, так или иначе связанном с преобразованием электрической энергии в тепло. Основа термостата – биметаллический диск, прочно объединенный с группой электрических контактов и деформирующийся при изменении температуры. Honeywell выпускает две группы термостатов: стандартные и прецизионные для жестких условий эксплуатации.

Основные параметры термостата – температура срабатывания (коммутации) в пределах 50...260°C и дифференциал, характеризующий гистерезис характеристики. Honeywell, как правило, производит заказные термостаты. Разработчик указывает требуемую комбинацию приводимых в технических условиях на изделие электрических и конструктивных особенностей, в том числе способ возврата после срабатывания (автоматический или ручной), температуру срабатывания, точность, дифференциал, исходное состояние контактов (Н.З или Н.Р), ток коммутации (до 15 А), тип корпуса, чашки, крепежного фланца, ширину и угол формовки выводов.

**Абсорбционные датчики относительной влажности** компании Honeywell (рис.5) занимают сегодня лидирующее положение на рынке. Датчик влажности – это однокристалльный полупроводниковый прибор,



**Рис.5. Внешний вид абсорбционных датчиков относительной влажности**

содержащий емкостной чувствительный элемент, защищенный полимерным фильтром, преобразователь, схемы калибровки, термокомпенсации и усиления сигнала. Датчики измеряют относительную влажность воздуха в диапазоне 0...100% с точностью не хуже  $\pm 2\%$ , при этом размах выходного напряжения во всем диапазоне составляет 1,0...4,0 В. Это позволяет напрямую подключать прибор к микроконтроллеру со встроенным АЦП. Honeywell выпускает датчики влажности в трех корпусах. Датчики серии ННН-3602-А(С) поставляются в упрочненном металлическом корпусе ТО-5 с дополнительным гидрофобным зернистым фильтром из нержавеющей стали. Они идеальны для жестких условий эксплуатации. Вместе с тем, для корректного измерения влажности приборы снабжены встроен-

ным платиновым термосенсором с сопротивлением 1 или 100 кОм, в зависимости от модели. Серия НН-3602-L, выполненная в корпусе ТО-39 со шелевым отверстием для контакта с окружающей средой, характеризуется оптимальным соотношением цена/надежность. Датчики серии широко используются в метеорологическом оборудовании и автомобильной технике. Самая популярная и недорогая серия НН-3610, выполненная в пластмассовом корпусе с открытым кристаллом, ориентирована на массовое производство и идеальна для изготовителей комплексного оборудования. Любой из перечисленных датчиков может быть поставлен с калибровочным паспортом, в котором с точностью до четырех знаков после запятой указываются несколько значений  $U_{\text{Вых}}$  при соответствующих значениях влажности и температуры, созданных в специальной эталонной камере.

**Датчики расхода газа** (рис.6) компании Honeywell уникальны – в них отсутствуют подвижные части. Эти приборы измеряют расход газа в диапазонах 0...30 см<sup>3</sup>/мин или 0...200 л/мин и широко применяются в медицинской и химической промышленности. Значение их выходного аналогового сигнала по напряжению прямо пропорционально потоку газа, проходящему через измерительную камеру. Основа датчика – чувствительный элемент, состоящий из нагревательного элемента и двух терморезистивных тонкопленочных измерительных мостов. Принцип его действия основан на передаче измерительному мосту теплоты нагревателя с помощью потока газа. Требуемое 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 калиброваны для кислорода, водорода или азота. По степени интеграции приборы подразделяются на две группы. Недорогие представители первой группы нуждаются во внешних схемах питания микромоста, управления нагревателем, усиления выходного сигнала и имеют соответствующие выводы. Однако стоит отметить, что в ТУ на каждый прибор приводятся простые варианты реализации этих схем. Приборы второй группы с тремя выводами ( $U_{\text{пит}}$ ,  $U_{\text{Вых}}$  и общий провод) не требуют внешней обвязки и готовы к работе сразу после подачи питания. Для обеспечения бесперебойной работы датчиков в запыленных средах Honeywell рекомендует использовать 5-мкм фильтр.

**Датчики Холла**, как следует из их названия, основаны на эффекте Холла, который является одной из самых распространенных



Рис.6. Датчики расхода газа

технологий бесконтактной регистрации положения, перемещения, скорости вращения и наличия ферромагнитных объектов. В его основе – свойство полупроводниковой структуры создавать разность потенциалов при воздействии внешнего магнитного поля. Компания Honeywell выпускает более 200 типоминералов датчиков поло-



Рис.7. Датчики положения на эффекте Холла

жения на эффекте Холла (рис.7). Они классифицируются по области применения на автомобильные, промышленные и датчики общего назначения. Различаются они по конструктивным и электрическим характеристикам, а также рабочему диапазону температур. Но независимо от назначения все приборы имеют схожую функционально ядро – элемент Холла и схему обработки сигнала. Условно все приборы этого типа можно разделить на две группы: датчики с линейным и логическим выходом. Датчики первого типа обычно применяются для определения небольших перемещений, построения более сложных датчиков и для работы в составе датчиков тока с гальванической развязкой. Рассмотрим различные модели датчиков этих групп.

*Линейные датчики магнитного поля* состоят из элемента Холла, стабилизатора питания, дифференциального усилителя и выходного каскада. В зависимости от модели выходной каскад представляет собой усилитель на биполярном *p-n-p*-транзисторе, включенном по схеме с открытым коллектором или на комплементарной паре (*p-n-p+n-p-n*). Выходное напряжение датчиков линейно зависит от вектора магнитной индукции. Размах выходного сигнала во всем диапазоне полей  $\pm(400...840 \text{ Гс})$  составляет 0,1 ( $U_{\text{пит}} - 0,2 \text{ В}$ ) и, как видно, зависит от напряжения питания. Датчики характеризуются высокой нагрузочной способностью (до 20 мА), широким диапазоном рабочих температур (-40...150°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.

*Датчики с логическим выходом* обычно применяются для определения наличия какого-либо ферромагнитного объекта в чувствительной области датчика. В отличие от линейных датчиков магнитного поля выход этих приборов, в зависимости от значения внешнего магнитного поля, имеет два уровня: высокий или низкий. Выходной сигнал преобразуется с помощью триггера Шмидта. Благодаря его гистерезисной характеристике повышается помехоустойчивость датчика и устраняются его ложные срабатывания. В выходной характеристике датчика принципиально важны лишь две точки: включения (определяемая индукцией магнитного поля, при которой датчик включается) и выключения (наоборот). Для повышения нагрузочной способности в схему датчика добавляется усилительный каскад на биполярном *n-p-n*-транзисторе с открытым коллектором, включенном по схеме с общим эмиттером. Приборы семейства с логическим выходом выпускаются в одинаковых корпусах и различаются значениями индукции срабатывания (20...140 Гс) и полярностью (биполярные или униполярные модели). Рабочая температура большинства из них находится в диапазоне -40...150°C.

Для построения на базе датчиков Холла – как линейных, так и с логическим выходом – сенсорных систем определения положения, расстояния, угла поворота, вибрации, перемещения необходим источник внешнего магнитного поля. Как правило,



Рис.8. Вид постоянных магнитов, выпускаемых компанией Honeywell для датчиков на эффекте Холла



для этого используются постоянные магниты, закрепляемые на контролируемом объекте. Для логического завершения линейки рассмотренных сенсоров компания Honeywell выпускает несколько видов постоянных магнитов (рис.8) с различными параметрами. Габариты, диапазон рабочих температур, зависимость значения магнитного поля от расстояния и рекомендации по применению подробно отражены в технической документации на изделия.

В отдельную группу следует отнести специализированные датчики положения, предназначенные для определения скорости вращения зубчатых колес (рис.9). Эти устройства объединяют в одном

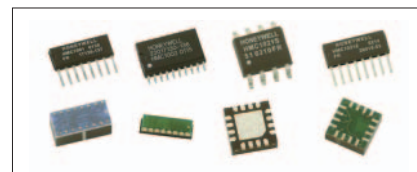


**Рис.9. Датчики положения для определения скорости вращения зубчатых колес**

корпусе элемент Холла, усилитель, триггер Шмидта, стабилизатор напряжения питания и постоянный магнит. Их 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. Не зависящая от скорости вращения шестерни амплитуда выходного сигнала датчика позволяет фиксировать

бесконечно малые перемещения и скорости. Логический выход схемы на биполярном *n-p-n*-транзисторе с открытым коллектором обеспечивает высокую нагрузочную способность приборов и гибкость на этапе согласования с логическими микросхемами и микроконтроллерами.

**Магниторезистивные датчики** компании Honeywell (рис.10) предназначены для решения различных задач магнитометрии, определения курса объекта по магнитному полю Земли, бесконтактного измерения угла поворота и линейного переме-



**Рис.10. Вид магниторезистивных датчиков**

ещения, измерения скорости и направления вращения зубчатых колес, распознавания образов ферромагнитных объектов и работы в составе датчиков тока с гальванической развязкой. Принцип действия датчиков этого типа основан на анизотропном магниторезистивном (АМЭ) эффекте, т.е. способности магниторезистивного материала, например пермаллоевой (NiFe) пленки, изменять сопротивление в зависимости от взаимной ориентации протекающего тока и ее вектора намагниченности. Внешнее магнитное поле поворачивает вектор намагниченности пленки  $M$  на угол  $\varphi$ , значение которого зависит от направления и значения этого поля. При этом сопротивление пленки  $R = R_0 + \Delta R^* \cos 2\theta$ .

Чувствительный элемент состоит из магниторезистивных пленок пермаллоя, осажденных на кремниевую пластину в форме ромба и соединенных по мостовой схеме. На практике для увеличения

чувствительности датчика каждое плечо моста формируют из нескольких магниторезистивных пленок, параллельно ориентированных на подложке и последовательно соединенных при помощи алюминированных перемычек. Пленки пермаллоя защищаются осаждаемым поверх них слоем нитрида тантала. В окружении магниторезистивного моста расположены две плоские катушки SET/RESET и OFFSET. Подача короткого установочного импульса тока в 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 и всегда указывается в документации на прибор. Процедура выполняется перед каждым замером поля, переводя датчик в режим максимальной чувствительности. Пропуская постоянный ток определенного значения (20...50 мА) через катушку OFFSET, можно компенсировать любое внешнее паразитное магнитное поле. Внешнее поле и поле, формируемое катушкой OFFSET, суммируются с учетом знака и воспринимаются мостом сенсора как единое. Магниторезистивные датчики компании Honeywell характеризуются высокой чувствительностью – ±(2–6), широким диапазоном рабочих температур (-55...150°C) и большим разнообразием конструктивных исполнений. В линейке сенсоров присутствуют как одноосевые, так и двух- и трех- (два или три перпендикулярно ориентированные моста в одном корпусе) осевые модели.

**Инфракрасные датчики** позволяют эффективно и просто решать задачи определения положения, малых перемещений, скорости и направления вращения ферромагнитных объектов (пластмассовых осей, шестерен, несущих линеек или меток, пластиковых карточек, денежных купюр, монет, жетонов и т.п.). Принцип действия основан на прерывании или отражении ИК-луча непрозрачным объектом, находящимся в поле обзора прибора. Основа датчика – система, состоящая из полупроводниковых ИК-излучателя и ИК-приемника. Honeywell производит более 400 типов ИК-датчиков с различными оптическими, конструктивными и электрическими параметрами. Все эти приборы подразделяются по принципу действия на три датчика просветного и отражательного типов, а также ИК-энкодеры.

В ИК-датчиках просветного типа (рис. 11) излучатель и фотоприемник встречно-ориентированы вдоль одной оптической оси и же-

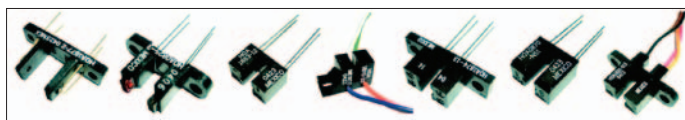


Рис. 11. ИК-датчики просветного типа

стко закреплены конструкцией корпуса. Промежуток между ними образует чувствительную область сенсора. При попадании какого-либо объекта в эту область ИК-луч прерывается, и ток через фотоприемник (фотодиод, фототранзистор, составной фототранзистор) резко уменьшается или, если фотоприемник датчика интегрированный, выходной сигнал инвертируется. Основные характеристики этих датчиков – разрешающая способность (0,15...1,5 мм), ширина просвета между излучателем и приемником (0,78...12,00 мм) и тип выходного сигнала (аналоговый или цифровой).

В ИК-датчиках отражательного типа (рис. 12) излучатель и фотоприемник (простой или составной фототранзистор) жестко закреплены в корпусе, их оптические оси пересекаются под определенным углом вне корпуса. Когда детектируемый объект находится в поле обзора датчика (в области пересечения оптических осей излучателя и приемника), отраженный от него сигнал излучателя в точке приема максимален. Это приводит к резкому увеличению выход-

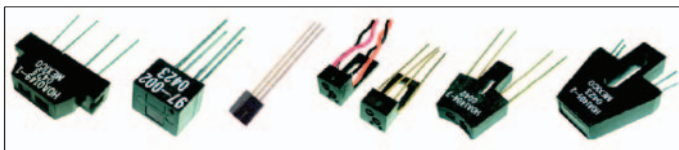


Рис. 12. ИК-датчики отражательного типа

ного тока фототранзистора. Основные параметры датчиков этого типа – 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** компании Honeywell (рис. 13) предназначены для точного определения скорости вращения и угла поворота или линейного перемещения объектов. Сенсоры состоят из двухканального интегрального фотодетектора и излучателя, заключенных в корпус из непрозрачного для ИК-излучения термопластика.

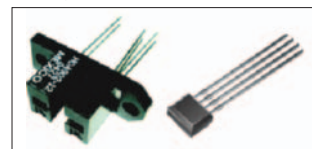


Рис. 13. Оптические энкодеры компании Honeywell

Эти датчики обычно используются совместно с кодирующим диском (или линейкой), механически связанным с детектируемым объектом. При вращении размеченного диска вдоль просветного окна сенсора схема обработки формирует на выходе датчика два сигнала, одинаковых по форме и сдвинутых по фазе на +90° или -90° в зависимости от направления вращения. Угол поворота и направление вращения оси определяются путем подсчета импульсов и анализа фазы сигналов.

**Датчики уровня жидкости** (рис. 14) – бесконтактные оптические твердотельные ИК-приборы, предназначенные для определения порогового уровня жидкости в различных емкостях. В зависимости от назначения они выпускаются в пластмассовом или металлическом корпусе. Излучатель и приемник датчика расположены в прозрачном колпаке. В отсутствие жидкости ИК-луч отражается от поверхности колпака и принимается фотоприемником. При погружении колпака в жидкость его коэффициент преломления изменяется и, соответственно, изменяется угол отражения и снижается интенсивность излучения в апертуре приемника. Уменьшение тока фототранзистора приводит к переключению триггера. Оптические датчики компании Honeywell существенно превосходят датчики поплавкового типа по сроку службы, характеризуются быстрым временем отклика, просты в установке и легко стыкуются с микроконтроллерами. Датчики имеют дополнительные схемы защиты от короткого замыкания по выходу, превышения номинального уровня питающего напряжения и случайной смены его полярности.



Рис. 14. Вид датчиков уровня жидкости

**Датчики усилия** компании Honeywell (рис. 15) предназначены для прецизионного измерения величины приложенного усилия в диапазоне 0...1,5 кг. Основа приборов – измерительный мост, состоящий из четырех пьезорезисторов, имплантированных в кремниевую мембрану. Внешнее усилие передается сенсору через металлический плунжер из нержавеющей стали, вызывает деформацию диафрагмы и появление на выходе моста сигнала рассогласования (0...360 мВ в диапазоне 0...1,5 кг). Датчик легко размещает-

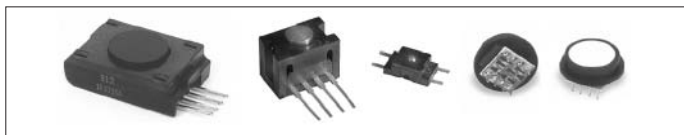


Рис. 15. Вид датчиков усилия

ся как на печатной плате, так и на отдельном кронштейне-держателе (дополнительный аксессуар). Отличный дизайн конструкции с элементами передовой эластомерной технологии обеспечивает стойкость к перегрузкам до 4,5 кг

**Датчики тока** компании Honeywell (рис.16) позволяют решать множество задач в области силовой электроники: создание систем обратной связи в электроприводном оборудовании для управления и защиты, а также измерение и контроль значений постоянного, переменного и импульсного тока в широких пределах с высокой точностью. Датчики тока подразделяются на линейные и компенсационные.



Рис. 16. Датчики тока компании Honeywell

**Линейные датчики**, регистрирующие ток  $\pm(57...950)$  А, построены на базе специализированных линейных датчиков Холла моделей 91SS12-2 и SS94A1, отличающихся повышенной температурной стабильностью и линейностью характеристик. Датчики имеют аналоговый выход, напряжение которого прямо пропорционально значению тока контролируемого проводника. При нулевом токе на выходе действует напряжение смещения, равное половине напряжения источника питания. Размах выходного напряжения и, соответственно, чувствительность линейно зависят от напряжения источ-

ника питания (пропорциональный выход,  $0,25U_{пит} < U_{вых} < 0,75U_{пит}$ ). Дополнительная регулировка чувствительности производится путем увеличения числа витков проводника вокруг кольца магнитопровода датчика. Датчики на базе сенсора SS94A1 имеют двухтактный выходной каскад на *p-n-p*- и *n-p-n*-транзисторах, а датчики на базе 91SS12-2 – каскад на *p-n-p*-транзисторе с открытым коллектором.

**Компенсационные датчики тока**  $\pm(5...1200)$  А построены на основе цепи с отрицательной обратной связью. Ток контролируемого проводника создает магнитное поле, которое концентрируется внутри кольцевого магнитопровода и воздействует на линейный датчик Холла. Выходной сигнал этого датчика усиливается усилителем постоянного тока, нагрузкой которого является катушка ООС, формирующая в магнитопроводе противоположенное по направлению магнитное поле, полностью компенсирующее исходное. Выходом датчика служит второй вывод катушки ООС. Таким образом, выходной сигнал – это ток катушки ООС, пропорциональный значению тока в контролируемом проводнике и числу витков катушки ООС ( $I_{вых} \approx I \cdot N$ ). Такое схемотехническое решение значительно снижает нелинейность характеристики преобразования и повышает температурную стабильность прибора.

Более подробную информацию о датчиках компании Honeywell можно найти по адресу <http://content.honeywell.com/sensing/products> или запросить у официального дистрибьютора – компании КОМПЭЛ ([www.compel.ru](http://www.compel.ru)).

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

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

### Новые миниатюрные керамические конденсаторы

Компания Taiyo Yuden (США) – лидер в области прикладного материаловедения – объявила о выпуске многослойного керамического конденсатора емкостью 2,2 мкФ в корпусе стандартного размера 0402 (1,0x0,5x0,5 мм). Новый конденсатор, превосходящий по емкости более чем вдвое имеющиеся на рынке компоненты (1 мкФ) в корпусах такого размера, позволит отказаться от применения конденсатора той же емкости, но в корпусе 0603 (1,6x0,8x0,8 мм). А это приведет к 50%-ному уменьшению площади платы, занимаемой конденсатором, и эффективному снижению шума в схемах развязки шин питания. Новые приборы отличаются высокой стойкостью к выбросам напряжения, механическим и термическим нагрузкам. Предложенные конденсаторы входят в семейство многослойных керамических конденсаторов с малыми искажениями – CFCAP.

Ключ к успеху – накопленный компанией Taiyo Yuden опыт в области материаловедения и методов прецизионного изготовления многослойных структур. Диэлектрический слой формируется на основе материала с кубической молекулярной структурой  $\text{CaZrO}_3$ , который обеспечивает большее значение емкости, чем обычно применяемый при изготовлении конденсаторов повышенной емкости  $\text{BaTiO}_3$  с тетрагональной структурой. Совершенствование технологии обработки материала в сочетании с оптимальной кристаллической структурой используемого порошкового материала позволили существенно улучшить процесс кристаллизации и получить высокую однородность по размерам для микро-частиц диэлектрика диаметром всего 0,2 мкм. В результате

толщина диэлектрика была уменьшена до менее 1 мкм без ухудшения стабильности процесса производства нового поколения сверхминиатюрных компактных конденсаторов достаточно большой емкости. А благодаря выполнению электродов из никеля компании удалось, как видно из таблицы, повысить надежность конденсаторов и снизить их стои-

Основные параметры конденсаторов нового поколения в корпусе 0402

Марка изделия	Емкость, мкФ	Допуск на значение емкости, %	ТКС емкости, %	Диапазон рабочих температур, °С	Номинальное напряжение, В	Цена, долл.
AMK105BJ225MV	2,2	+0	+15	-55 ... 85	4	0,10
AMK107BJ106MA	10	+20	+15	-55C...85	4	0,20

мость. Создание новых керамических конденсаторов – еще один шаг навстречу непрерывно растущим потребностям рынка в миниатюрных компонентах для сотовых телефонов, цифровых фото- и видеокамер, карманных компьютеров и других портативных электронных устройств.

Компания освоила массовое производство (5 млн. шт. в месяц) пользующихся большим спросом многослойных керамических конденсаторов емкостью 2,2 и 10 мкФ в корпусах 0402 и 0603, соответственно, еще в июле 2004 года. К марту 2005-го планировалось довести объем ежемесячного выпуска до 20 млн. шт.

Материалы компании Taiyo Yuden  
[www.t-yuden.com](http://www.t-yuden.com)