

Измерение влажности воздуха датчиками Honeywell

Владимир Вычужанин (г. Одесса, Украина)

В статье описываются ёмкостные датчики влажности воздуха компании Honeywell.

В настоящее время на рынке контрольно-измерительных устройств представлены разнообразные датчики влажности зарубежных и отечественных производителей. Это и быстродействующие детекторы, обеспечивающие высокую линейность преобразования относительной влажности в унифицированный выходной электрический сигнал, и недорогие преобразователи с большой погрешностью.

На практике для измерения относительной влажности применяются несколько технологий, использующих свойства различных структур изменять свои физические параметры (ёмкость, сопротивление, проводимость и температуру) в зависимости от степени насыщения водяным паром. Каждой из технологий свойственны определённые достоинства и недостатки. Однако, несмотря на существующее многообразие средств измерения влажности, выбор наиболее подходящего из них для конкретных условий эксплуатации должен быть обоснованным.

Наиболее известны полимерные и плёночные датчики относительной влажности конденсаторного (ёмкостного) или резистивного типа. Ёмкостные датчики устойчиво работают в широком диапазоне температур, имеют малое время отклика, высокую линейность характеристики преобразования влажность – ёмкость и ста-

бильность передаточной характеристики во времени. Кроме того, ёмкостные датчики отличаются высокой надёжностью и низкой стоимостью при использовании микроэлектронной технологии для изготовления тонкоплёночных конденсаторов планарного типа, которая обеспечивает миниатюрность чувствительного элемента и позволяет реализовать специализированную схему обработки сигнала на том же кристалле.

Датчики конденсаторного типа, работая в широком диапазоне рабочих температур, часто не нуждаются в температурной компенсации. Благодаря высокой точности и температурной стабильности они получили наибольшее распространение как для измерения влажности окружающего воздуха, так и для применения в производственных процессах.

Резистивные датчики являются самыми дешёвыми, но менее точными, чем ёмкостные. Производители также предлагают датчики на основе оксида олова и оксида алюминия. Первые характеризуются плохой стабильностью и взаимозаменяемостью, вторые – узким диапазоном измерения.

Среди производителей датчиков относительной влажности хорошо зарекомендовала себя компания Honeywell, которая усилила свои позиции, расширив линейку выпускаемых ёмкостных датчиков серии ННН.

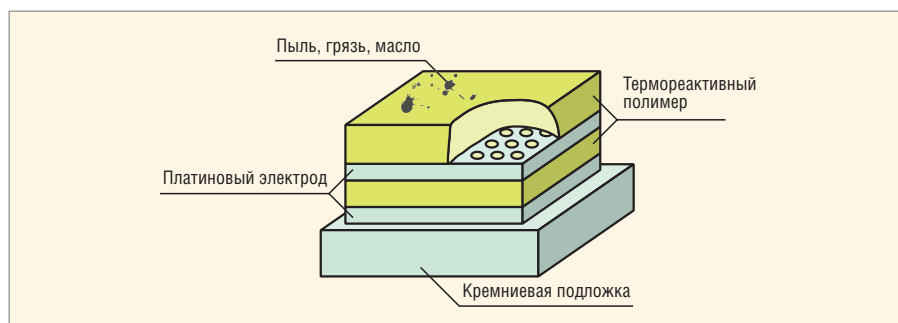


Рис. 1 Конструкция датчиков влажности компании Honeywell

Теперь разработчикам конечного оборудования доступны датчики относительной влажности в корпусированных версиях с дополнительным гидрофобным фильтром, а также датчики для монтажа на поверхность. Производимые компанией датчики применяются в метеорологическом оборудовании, сушильных камерах, холодильниках, системах управления климатом в производстве и быту. Предлагаемые компанией ёмкостные датчики влажности предназначены для измерения относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 до 100%.

Компания Honeywell производит семейство ёмкостных датчиков влажности, в конструкции которых используется многослойная структура, образованная двумя плоскими платиновыми обкладками и диэлектрическим терморезистивным полимером, заполняющим пространство между ними (см. рис. 1). На кремниевую подложку многослойной структуры чувствительного элемента напыляется платиновая плён-

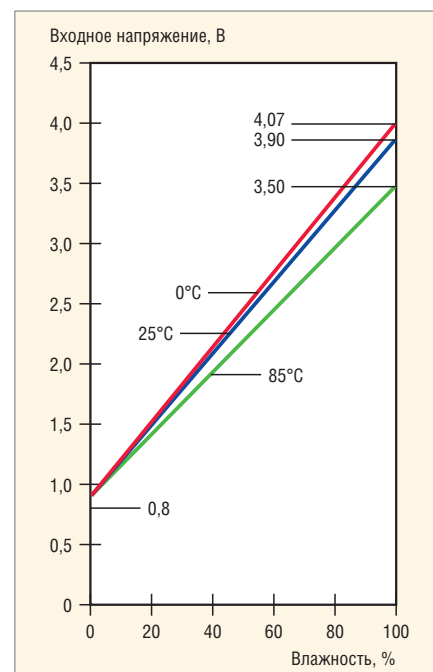


Рис. 2. Характеристики преобразования датчика влажности компании Honeywell при различных температурах

ка, образующая первый электрод конденсатора. Диэлектриком служит терморезистивный полимер, поверхность которого выполнена вторичная обкладка конденсатора – платиновая плёнка с перфорацией, позволяющая влаге проникать к абсорбирующему слою и изменять его относительную диэлектрическую проницаемость и, соответственно, ёмкость конденсатора. Верхним слоем является плёнка терморезистивного полимера, служащая для защиты от пыли и грязи.

В процессе работы датчика водяной пар, проникая через пористую обкладку конденсатора (см. рис. 1), уравнивается с окружающим газом. Одновременно верхняя обкладка защищает электрические процессы, протекающие в полимерном слое, от внешних физических воздействий (света и электромагнитного излучения). Слой полимера, покрывающий пористый платиновый электрод сверху, служит защитой от пыли, грязи и масел. Такая фильтрационная система обеспечивает датчику длительную бесперебойную работу в условиях сильной загрязнённости окружающей среды и уменьшает время отклика. Конструкция чувствительного элемента делает возможной промывку датчиков. Следует отметить, что терморезистивный полимер, по сравнению с терморезистивной пластмассой, обеспечивает датчику более широкий диапазон рабочих температур и высокую химическую стойкость к таким агрессивным жидкостям и их парам, как изопропил, бензин, толуол и аммиак.

В целом датчики влажности компании Honeywell – это интегрированные приборы. Помимо чувствительного элемента, на подложке располагается электрическая схема, обеспечивающая преобразование, усиление и линеаризацию сигнала. Выходной сигнал датчика Honeywell является функцией напряжения питания, окружающей температуры и влажности. Чем выше напряжение питания, тем больше размах выходного сигнала и, соответственно, чувствительность датчика. Характеристики преобразования реального датчика Honeywell при различных температурах приведены на рисунке 2. Выходной сигнал датчиков имеет диапазон от 1,0 до 4,0 В, что удобно для непосредственного подключения к аналого-цифровому

преобразователю микроконтроллера.

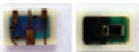
Некоторые модели приборов имеют встроенные температурные датчики, необходимые для получения высокой точности измерения в широком диапазоне температур, поскольку выходной сигнал любого (ёмкостного или резистивного) абсорбционного датчика влажности представляет собой функцию температуры и влажности. Поэтому некоторые модели датчиков Honeywell имеют встроенный платиновый терморезистор сопротивлением 1000 Ом, который расположен с обратной стороны подложки.

Недавно компания Honeywell предложила ёмкостные датчики относительной влажности новой серии НН4000, выпущенной на замену серии НН3610. Новые модели датчиков влажности серий НН4000 (технические характеристики датчиков приведены в таблице 1) отличаются, главным образом, конструктивным исполнением корпуса. Датчики влажности НН-4000 выпускаются в плоских корпусах SIP двух типоразмеров. Кристалл датчика обработан лазером; на нём расположен чувствительный ёмкостной элемент из терморезистивного полимера с микросхемой усиления сигнала. Многослойная структура чувствительного элемента обеспечивает отличные характеристики приборов в тяжёлых условиях эксплуатации.

Остановимся кратко на отличиях датчиков серий НН4000 и НН3610. В датчиках серии НН3610 при возникновении конденсата на выходе формируется сигнал высокого уровня, соответствующий максимальному уровню влажности. В датчиках новой серии НН4000 при образовании влаги на поверхности чувствительного элемента устанавливается выходной сигнал низкого уровня, индицирующий отсутствие влажности. С помощью этого нововведения появилась возможность формировать сигнал ошибки, т.к. показания датчиков влажности в условиях конденсации влаги не являются точными.

Датчики влажности серии НН4000 разработаны специально для промышленных применений. Они могут быть непосредственно подключены к микроконтроллеру или другому устройству для обработки линейного сигнала по напряжению. С типичным

Таблица 1. Датчики серии НН4000

Наименование	Время отклика, с	Внешний вид
НН-4602-А, НН-4602-С	50	
НН-4602-Л	30	
НН-4000-001/003	15	
НН-4000-002/004	15	
НН-4010-001/002/003/004	15	
НН-4020-002/003/004	15	
НН-4021-001/002/003/004	15	
НН-4030-001/003	15	
НН-4031-001/003	15	
НН-4100-001	15	
НН-4101-001	15	

Диапазон RH 0...100%, $T_{\text{раб}} = -40...85^{\circ}\text{C}$

током потребления 200 мкА датчики влажности рекомендуются для применения в устройствах с автономным питанием. Полная взаимозаменяемость датчиков позволяет сократить затраты на их калибровку.

Датчики серии НН4021 отличаются от приборов серии НН4020 дополнительным гидрофобным фильтром, который служит для защиты чувствительного элемента от брызг

Таблица 2. Датчики серии HIN4602

Характеристики	Технология производства Honeywell	Технологии производства других производителей					
		Термореактивный пластик	Термореактивный пластик	Однородный термопластик	Однородная триокись алюминия	Хлорид литиевая пленка	Испарительный психрометр
Активный материал	Термореактивный полимер	Термореактивный пластик	Термореактивный пластик	Однородный термопластик	Однородная триокись алюминия	Хлорид литиевая пленка	Испарительный психрометр
Подложка	Керамическая или кремниевая	Керамическая, кремниевая или стеклянная	Полистирол или майлар	Нет	Нет	Керамическая	Нет
Изменяющийся параметр	Ёмкость	Ёмкость	Ёмкость	Сопротивление	Сопротивление	Проводимость	Температура
Измеряемый параметр	% RH	% RH	% RH	% RH	% RH	% RH	Температура влажной и сухой колбы
Диапазон измерения	0...100% RH	0...100% RH	0...100% RH	20...100% RH	2...90% RH	15...<100% RH	20...100% RH
Точность	±(1,0...5,0)%	±(3,0...5,0)%	±(3,0...5,0)%	±(3,0...10,0)%	±(1,0...5,0)%	±5,0%	3,0...4,0%
Взаимозаменяемость	±(2,0...10,0)% RH	±(3,0...20,0)% RH	±(2,0...20,0)% RH	±(5,0...25,0)% RH	Плохая	±(30...10,0)% RH	Отличная
Гистерезис	<1,0...3,0%	2,0...5,0%	2,0...5,0%	3,0...6,0%	<2%	Очень высокий	Высокий
Линейность	±1,0%	±1,0%	±2,0%	Плохая	Плохая	Очень плохая	Плохая
Время отклика, с	15...60	15...90	15...90	120...300	180...300	180...300	120...300
Диапазон рабочих температур	-40...185°C	-30...190°C	-25...100°C	10...40°C	-10...75°C	—	0...100°C
Температурный эффект	-0,0022%/RH/°C	0,3%/RH/°C	<0,3%/RH/°C	>1,0%/RH/°C	>1,0%/RH/°C	>1,0%/RH/°C	<0,5%/RH/°C
Долговременная стабильность	±1,0%/RH/5 лет	±1,0%/RH/год	±1,0%/RH/год	±3,0%/RH/год	>1,0%/RH/°C	>1,0%/RH/год	±0,1%/RH/год
Стойкость к загрязнению	Отличная	Хорошая	Очень хорошая	Очень хорошая	Очень хорошая	±1,0%/RH/°C	Очень хорошая
Стойкость к конденсату	Отличная	Очень хорошая	Хорошая	Очень хорошая	Очень хорошая	Очень хорошая	Очень хорошая

и крупных частиц, оставаясь при этом проницаемым для молекул воды, содержащихся в контролируемой газовой среде. Датчики серии HIN4030/31 в пластмассовом корпусе предназначены для монтажа на поверхность; датчики серии HIN4031 снабжены гидрофобным фильтром. Датчик HIN4101-001 выполнен в виде модуля, представляющего собой печатную плату с расположенными на ней сенсором и разъёмом. Для повышения точности производитель рекомендует эк-

ранировать датчики с открытым кристаллом от прямого солнечного света, оказывающего влияние на чувствительные элементы.

Компанией Honeywell также выпускаются датчики серии HIN-4602 (см. таблицу 2) в металлизированных корпусах, представляющие собой интегрированные устройства для измерения температуры и влажности. Полимерный ёмкостной измерительный элемент с лазерной обработкой снабжён схемой усиления сигнала. Датчик температуры соединён с датчиком

влажности таким образом, что данные устройства могут быть использованы для измерения точки росы и других абсолютных параметров влажности. В таблице 2 приведены результаты сравнения новых датчиков компании Honeywell и датчиков других фирм.

Таким образом, в настоящее время наиболее технологичным прибором контроля влажности воздуха являются датчики ёмкостного типа. Выбор конкретного промышленного датчика облегчается большой номенклатурой подобных изделий.

