



## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

### ENDRESS + HAUSER НА ПЕРЕДНЕМ КРАЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ: НОВОСТИ ПРОДУКТОВОЙ ЛИНЕЙКИ

А.Н. Крошкин (ООО "Эндресс+Хаузер")

Компания Endress+Hauser является одним из ведущих производителей датчиков для промышленной автоматизации. На протяжении всего времени существования компании ее визитной карточкой был и остается инновационный подход к решению как стандартных, так и нетрадиционных измерительных задач. Ко многим технологиям, разработанным и внедренным специалистами Endress+Hauser, можно применить слова "первый" и "впервые". В данной статье сделан краткий обзор новинок, появившихся в продуктовой линейке компании за последние два года, которые представляют несомненный интерес для специалистов в области промышленной автоматизации.

#### Величие точности: самый большой в мире массовый расходомер

Хорошо известны два основных преимущества кориолисовых расходомеров. Первое – это наивысшая достигнутая на сегодняшний день точность измерений. Второе – прямое измерение массового расхода, который во многих практических применениях является более информативным, чем объемный расход. Именно эти важнейшие свойства кориолисовых расходомеров обуславливают их широкое распространение как в технологических измерениях, так и в коммерческих учетных операциях. Товарная нефть, нефтепродукты, газовый конденсат, природный газ, спирт, кислоты, щелочи, различные реагенты, пищевые концентраты, молоко – вот далеко не полный перечень продуктов, где кориолисовые расходомеры используются для учетных операций. С другой стороны, кориолисовый расходомер – это самый дорогой и самый технологически сложный измеритель расхода, при изготовлении которого применяются уникальные, зачастую запатентованные технологии. Изготовить такой расходомер на большой диаметр условного прохода является нетривиальной технической задачей. В то же время расходомеры больших диаметров востребованы для коммерческих операций с нефтью и нефтепродуктами на магистральных трубопроводах, морских терминалах, наливных эстакадах, при шельфовой добыче нефти и газа.

Следуя в фарватере современных требований, компания Endress+Hauser в 2004 г. анонсировала, а начиная с 2005 г. реализует кориолисовый массовый расходомер диаметром условного прохода 10" (250 мм). Этот расходомер разработан на базе надежного и испытанного сенсора Promass F. Это двухтрубный со слегка изогнутыми стальными трубками сенсор, имеющий прочную сварную конструкцию. Производительность 10" прибора оценивается величиной 2200 т/ч, погрешность по массе – как у стандартного сенсора F: 0,1%+стабильность точки нуля. Рабочий диапазон температур окружающей среды – -40...60°C, рабочей среды – -50...200°C. Опционально по желанию

заказчика данный расходомер может выпускаться с фланцами Ду = 150 и 300 мм.

Наиболее близким по производительности прототипом и предшественником 10" расходомера Promass F можно считать модель RHM160 фирмы Rheonik. Однако, несмотря на стандартный присоединительный размер Ду = 300 мм, производительность сенсора RHM160 составляет всего 1500 т/ч. Кроме того, относительно громоздкая – образная конструкция сенсора несоизмерима по массогабаритным характеристикам с сенсором Promass F. Погрешность в 0,1% для расходомера Rheonik заявляется только для "Gold Line"-серии и только в ограниченном динамическом диапазоне 1:5.

Несмотря на то, что 10" расходомер Promass F является относительно дорогим изделием, выгода для заказчика от его использования очевидна. Если взять, например, его "младшего" собрата – сенсор Promass F Ду=150 мм (6"), то по цене выполняется приближенное равенство:

$$Ц_{6"} + Ц_{6"} \approx Ц_{10"},$$

где  $Ц_{6"}$  и  $Ц_{10"}$  – цена 6" и 10" расходомеров соответственно.

В терминах же производительности ситуация выглядит иначе:

$$P_{6"} + P_{6"} = 800 \text{ т/ч} + 800 \text{ т/ч} = 1600 \text{ т/ч} < 2200 \text{ т/ч}.$$

Следовательно, на больших расходах применять один большой сенсор выгоднее, чем использовать в параллель несколько сенсоров меньшего диаметра. Если еще учесть тот факт, что при параллельной работе нескольких приборов их погрешность в общем случае следует сложить "под корнем", становится очевидным преимущество использования одного большого сенсора. С точки зрения метрологических характеристик на сегодняшний день имеются данные независимых "полевых" испытаний 10" сенсора, проведенных третьей стороной с участием NMI, которые подтверждают его заявленную погрешность и возможность использования для учетных операций согласно требованиям API и OIML. В заключение отметим, что на данный прибор имеются все российские сертификаты, включая сертификат об утверждении типа СИ и разрешение Госгортехнадзора.

**Всемогущий кориолисовый расходомер:  
"ин-лайнное" измерение вязкости**

Кориолисовые расходомеры практически любого производителя являются многофункциональными устройствами или, другими словами, мультиметрами. Стандартный набор измеряемых параметров такого прибора включает массовый расход (накопленную массу), плотность рабочей среды и ее температуру, а на базе этих физических измерений самим расходомером дополнительно могут рассчитываться: объемный расход (накопленный объем), приведенный объем, приведенная плотность, концентрация растворов, покомпонентный состав двухкомпонентных сред и другие величины. Все эти измерения стали привычными в практике промышленной автоматизации. Новинкой же компании Endress+Hauser Flowtec AG стало анонсированная в 2004 г. функция мгновенного "ин-лайнного" измерения вязкости. Эта функция опционально может быть заказана для расходомера Promass I. Это уникальный однотрубный и прямотрубный

сенсор, при возбуждении которого возникает скручивающий элемент движения измерительной трубки. Энергия, затраченная на скручивание, зависит от взаимного трения между слоями жидкости, то есть от ее вязкости. Более подробно о данном принципе измерения вязкости было рассказано ранее<sup>1</sup>.

Такое "ин-лайнное" измерение, конечно, не является арбитражным, используемым для контроля качества или для определения сортности сырья и продукции. Точность его оценивается величиной (5%+0,5сР). Основное достоинство состоит в том, что это мгновенное измерение в масштабе РВ. В тех случаях, когда вязкость продукта является показателем какого-либо его потребительского свойства, на уровне АСУТП появляется возможность мгновенной реакции на те или иные параметры ТП. За 2004 г. было сделано более 200 предложений заказчикам и установлено более 100 расходомеров Promass 83I с функцией измерения вязкости. Замечен интересный эффект, состоящий в том, что ряд стандартных применений многократно тиражируются заказчиками после положительных "полевых" испытаний или опытной эксплуатации. Это позволяет надеяться на значительный рост числа подобных инсталляций после преодоления "периода недоверия" со стороны заказчиков. Будущему успеху измерения вязкости будет способство-

вать и тот факт, что в 2005 г. планируется расширение диапазона диаметров для сенсора Promass I. В продуктовой линейке появится сенсор монтажного размера Ду=80 мм с трубкой диаметром 50 мм или полностью полнопроходный сенсор Ду=50мм.

**Когда становится горячо:  
высокотемпературные версии  
известных датчиков**

Не секрет, что в ряде ТП рабочие условия, в первую очередь температура и давление, накладывают жесткие ограничения на возможность установки датчиков. Иногда это просто невозможно, и тогда на помощь нам приходят непроницающие гамма-измерения. В других случаях могут быть использованы специальные высокотемпературные версии стандартных датчиков, естественно при наличии таковых. Компания Endress+Hauser постоянно совершенствует высокотемпературный сегмент своей продуктовой линейки. Не так давно к нему прибавились два новых представителя. Это кориолисовый расходомер Promass F, предназначенный для работы на средах с температурой до 350°C (стандартный сенсор — до 200°C), а также направляемый радар Levelflex M в версии ХТ до 280°C и НТ до 400°C (стандартное исполнение — до 150°C).

Высокотемпературный расходомер Promass F выпускается в сегменте средних диаметров Ду=25, 50 и 80 мм (рис. 1). Его смачиваемые части выполнены из сплава С-22 и нержавеющей стали. Видимым изменением конструкции по сравнению с обычным сенсором является шейка высотой чуть более 20 см, на которой в компактном исполнении устанавливается трансмиттер, а в раздельном — коммутационный модуль. Наличие данного элемента легко объяснить — он служит для защиты электроники от высокой температуры процесса.

Высокотемпературный направляемый радар, которому присвоен тип FMP45, также отличается от своего стандартного "собрата" FMP40 наличием проставки между присоединением (фланцем или резьбовой муфтой) и модулем электроники. В исполнении НТ шейка прибора имеет дополнительный ребристый радиатор для отвода тепла от электронного модуля (рис. 2). У модели FMP45 расширен не только температурный диапазон, но и диапазон рабочих давлений до 400 бар (по сравнению с 40 барами у FMP40).



Рис. 1. Высокотемпературная версия расходомера Promass F



Рис. 2. Уровнемер Levelflex M FMP45, модель НТ

<sup>1</sup> Крошкин А.Н. Функциональные возможности современных расходомеров // Автоматизация в промышленности. 2005. №1.

Для обеспечения подобных характеристик в приборе применен целый ряд уникальных конструктивных решений, в том числе первичное керамическое уплотнение радиочастотного ввода, прокладки из сверхчистого (99,7%) графита, вторичное стеклянное уплотнение и ряд других новшеств. Модель FMP45 открывает широкие возможности для замены дорогих и ненадежных сервосистем и поплавковых уровнемеров.

**Не страшна даже концентрированная кислота: коррозионно-стойкие модели радарных уровнемеров**

Заслуживает упоминания еще одна новая модификация вышеупомянутого направляемого радара Levelflex M FMP40, которой присвоен тип FMP41C. Тросовый или штыревой направляемый радар имеет целый ряд достоинств по сравнению с бесконтактными уровнемерами. За счет концентрации электромагнитной энергии вдоль металлической пробы достигается больший диапазон измерений и меньшая чувствительность к паразитным сигналам от препятствий. Кроме того, такой уровнемер способен работать на средах с повышенным пенообразованием. Единственным и существенным недостатком направляемого радара является то, что это контактное измерение, которое влечет за собой два типа ограничений: влияние среды на материал пробы и влияние пробы на среду. В первом случае речь идет о таких агрессивных средах, как кислоты, щелочи и т.п., во втором – о повышенных гигиенических требованиях, имеющих место, например в фармацевтической индустрии. Новая версия изделия Levelflex M FMP41C позволяет преодолеть оба эти ограничения за счет того, что проба и монтажное присоединение полностью покрыты специальными материалами: присоединение – PTFE, проба – PFA (рис. 3). Уровнемер FMP41C выпускается с двумя типами проб: штыревой и тросовой. При заказе такого изделия следует особо внимательно определять длину пробы, так как она не может быть адаптирована (обрезана) по месту монтажа без нарушения защитного покрытия.

Вопрос коррозионного воздействия на датчик остается актуальным и в том случае, когда используется бесконтактное измерение. Традиционный радар с рупором из нержавеющей стали на агрессивных средах использовать практически невозможно из-за воздей-

ствия паров продукта. До недавнего времени единственным решением было применение радаров со штыревой антенной (FMR231), так как штырь в отличие от рупора очень легко защитить тефлоном или другим изолирующим материалом. Однако штыревая антенна имеет относительно широкую диаграмму направленности со всеми вытекающими последствиями. Кроме того, радар FMR231 работает в низкочастотном (6 ГГц) диапазоне, что ограничивает точность измерений. Поэтому чуть больше года назад в продуктовой линейке ToF-уровнемеров Endress+Hauser<sup>2</sup> появились две новые высокочастотные (26 ГГц) модели, предназначенные специально для работы в высоко агрессивных средах. В первой из них (FMR244) излучающий конус защищен тефлоновым (PTFE) колпачком, однако монтажным элементом является пластиковая (PVDF) резьбовая муфта. Вторая модель (FMR245) представляет собой полностью изолированную фланцевую конструкцию, при этом сам фланец покрыт "блином" из PTFE толщиной 4 мм, за которым и размещается излучающий конус. В случае особо агрессивных сред, со временем разрушающих даже тефлон, предусмотрена возможность замены изолирующего "блина".



Рис. 3. Уровнемер Levelflex M FMP41C



Рис. 4. Радарный уровнемер FMR250 с параболической антенной

**Теперь и пыль не проблема: радарный уровнемер для сыпучих материалов**

До недавнего времени в продуктовой линейке Endress+Hauser присутствовали бесконтактные радарные уровнемеры только для жидких сред. Проблему измерения уровня сыпучих материалов приходилось решать либо ультразвуковыми приборами, либо вышеупомянутым тросовым радаром Levelflex M, хотя в последнем случае измерение нельзя назвать бесконтактным. Проблемы ультразвуковых измерений хорошо известны. Это и температурная зависимость, и чувствительность к газовому слою и пыли, и ограниченный диапазон рабочих температур и давлений. Кроме того, на мелкой фракции ультразвуковые уровнемеры имеют большие проблемы с зеркальным отражением от насыпного конуса. Измерение уровня тросовым радаром также не является универсальным решением, так как несет в себе все недостатки контактного измерения. Это, прежде всего, необходимость учета разрывных нагрузок на трос и на крышу силоса, налипание продукта на пробу, разрушение пробы в результате абразивного или коррозионного воздействия среды и т.п. Все вышепере-

<sup>2</sup> Крошкин А.Н. Измерение уровня: микроволны или ультразвук? // Автоматизация в промышленности. 2005. №2.

численные факторы создали необходимые предпосылки для разработки нового представителя семейства Micropilot M – радарного уровнемера FMR250, предназначенного для измерения уровня сыпучих сред (рис. 4). Прототипов данного прибора на рынке не так уж и много. Так или иначе для работы на сыпучих материалах пригодны только Sitrans LR400 фирмы Siemens и Vegapuls 68 фирмы Vega.

Начало продаж радара FMR250 в 2004 г. превзошло все ожидания. Только за первые три месяца было реализовано более 250 приборов. Результаты тестовых испытаний и опытной эксплуатации оправдали все надежды разработчиков. Радар уверенно работает на дистанциях до 70 м в силосах, шахтах, горных выработках, в условиях сильно запыленной атмосферы (цемент и др.), во время циклов засыпки и опорожнения. Основные потребители данных приборов – металлургические заводы, добывающая промышленность, обогатительные фабрики, цементные заводы, пищевые производства, имеющие хранилища зерна, муки, и т.п.

Конструкция прибора подразумевает два типа антенн: рупорную и параболическую – с удлинителем до 450 мм (опция). Для достижения оптимального угла зондирования предусмотрен дополнительный шаровой позиционер. При работе в сильно запыленных емкостях возможен подвод магистральной сжатого воздуха для очистки антенны. Прибор является полноправным представителем M-класса радарных уровнемеров, имеет унифицированные узлы (корпус, дисплей, некоторые электронные модули), программируется с помощью программного пакета ToFTool.

**Чувствительнее чем раньше:  
новый датчик давления S-класса**

В середине 2004 г. начались поставки нового модельного ряда датчиков давления S-класса. В состав данного ряда входит четыре модели датчиков абсолютного/относительного давления Cerabar S и пять моделей датчиков дифференциального давления Deltabar S. Одна из моделей датчика Deltabar S, предназначенная для гидростатического измерения уровня, приведена на рис. 5. Как и прежде, компания продолжает развивать направление металлических (пьезорезистивных) и керамических сенсоров. Керамическая ячейка нового S-класса, получившая наименование Ceraphire, создана на базе сверхчистой (99,9%) керамики и обладает практически абсолютной коррозионной стойкостью. По сравне-

нию с металлической такая ячейка обладает большей долговременной стабильностью, и единственным ее недостатком является ограниченный диапазон измерений. Датчики Cerabar S выпускаются в диапазоне до 40 бар с керамической и до 700 бар – с металлической ячейкой, а Deltabar S – до 3 бар с керамической и до 40 бар – с металлической ячейкой.

Новые датчики Cerabar/Deltabar S имеют дружелюбный интерфейс пользователя, информативный 4-строчный дисплей, меню быстрой настройки Quick Setup. Кнопки управления выполнены в абсолютно герметичном отсеке и используют индуктивную связь для переключений, что полностью исключает попадание влаги и пыли внутрь корпуса. Сам корпус прибора для удобства доступа поворачивается на 380°. Новинкой для подобных датчиков является применение специального модуля памяти HistoROM, который выполняет одновременно функции памяти данных настройки, архива измерений и даже аппаратного журнала. Дистанционное управление датчиками Cerabar/Deltabar S также поддерживается программным пакетом ToFTool.



Рис. 5. Датчик давления Deltabar S FMD76



Рис. 6. Реле давления Ceraphant T PTP31

В новом поколении датчиков давления S-класса реализован ряд новых технологических и конструктивных решений. В частности, разработана высокотемпературная версия PMP72 без разделительной мембраны, допускающая работу на температурах процесса до 280°C. Улучшены и метрологические характеристики датчиков. Теперь нелинейность характеристики оценивается величиной 0,075%, а на заказ путем селекции измерительных ячеек изготавливаются датчики с погрешностью 0,05%. Долговременная стабильность нормирована на уровне 0,125% за 5 лет. Диапазон перенастройки шкалы в стандартном исполнении 1:100.

**Нужен просто выключатель:  
реле температуры и давления**

В практике промышленных измерений встречается много задач, связанных не с измерением значения, а с детектированием достижения некоторого порогового значения по температуре или давлению. Использовать в данном случае стандартный датчик зачастую неудобно из-за отсутствия дискретного выхода, а также по экономическим соображениям. Поэтому сегодня мы рады проинформировать наших заказчиков, что в продуктовой корзине Endress+Hauser появились реле давления Ceraphant T и реле температуры Termophant T. Оба датчика выполнены в одинаковых компактных корпусах из не-

ржавеющей стали с кнопочным управлением и небольшим дисплеем с подсветкой (рис.6). Предлагаются различные присоединения к процессу, в том числе и гигиенические. Корпус приборов для удобства доступа поворачивается на 340°. Керамическая ячейка реле давления Cegaphant так же, как и в случае с датчиками Cegabaг обеспечивает практически абсолютную коррозионную стойкость.

**Когда нет контакта, и окисляться нечему: новая технология MemoSens**

Специалистам, знакомым с рН-измерениями, известна вечная проблема разъема, при помощи которого рН-электрод присоединяется к кабелю электронного блока. Из-за высокого внутреннего сопротивления самого электрода в измерительной цепи протекают очень маленькие токи, поэтому любое окисление, грязь, влага, механические деформации в электрическом разъеме непосредственно сказываются на достоверности измерений. Метрологическое обеспечение измерителей рН всегда оставляет много вопросов. С одной стороны, достоверную поверку (калибровку) прибора можно провести только на



Рис. 7. рН-электрод с разъемом MemoSens

комплектном приборе по буферному раствору. С другой стороны, время жизни электрода на некоторых процессах исчисляется днями и даже часами, то есть электрод становится расходным материалом. Поэтому зачастую на практике пользуются методиками поэлементной поверки (калибровки), когда электронный блок проверяется по калибратору напряжения. В этом случае достоверность измерений формально поверенного прибора находится под большим вопросом, так как состояние цепи электрода и особенно разъема никак не контролируется.

Поэтому новую бесконтактную технологию Endress+Hauser, получившую название MemoSens, можно смело назвать революционным прорывом или даже новой философией в области рН-измерений. Не вдаваясь в технологические детали, отметим лишь, что в электродах MemoSens разъем не имеет механических контактов. В электроде находится микрочип, в котором

аналоговый сигнал оцифровывается, а затем индуктивным способом передается в ответную часть разъема и по кабелю — в электронный модуль. Такой разъем может совершенно спокойно выполнять свои функции даже будучи полностью погруженным в воду (рис. 7). Калибровка электрода выполняется непосредственно на заводе при выпуске из производства, а все его калибровочные данные хранятся в микрочипе. С точки зрения пользователя смена электрода не требует никаких дополнительных усилий и напоминает известную компьютерную технологию "Plug-and-play".

Изначально, появившись в рН-измерениях, технология MemoSens в перспективе будет распространена компанией Endress+Hauser и на другие виды аналитических измерений: измерения растворенного хлора, растворенного кислорода, мутности, проводимости и т.п. Для этих измерений в той же степени свойственны проблемы передачи слабого сигнала первичного измерительного преобразователя в электронный блок через механический разъем.

**Обо всем не расскажешь: когда не хватает места в статье**

Естественно, что вышеперечисленные новинки — далеко не весь инновационный результат Endress+Hauser Group, обо всех новых продуктах, появившихся на заводах компании, невозможно рассказать в рамках небольшой журнальной статьи. Как минимум достойны упоминания и новый компактный гамма-уровнемер GammaPilot M FMG60, и новый ультразвуковой уровнемер S-класса Prosonic S FMU90, и новый коммуникационный контроллер Fieldgate FXA320/520/720, и ряд новинок в области температурных измерений и регистрации данных. Специалисты и менеджмент компании уверены, что только путем внедрения в практику измерений новейших достижений науки, техники и технологии можно добиться соответствия продукции современным и все возрастающим требованиям со стороны объектов автоматизации. Быть на переднем крае промышленной автоматизации — это кредо компании, которому она следовала в течение многих лет и продолжает следовать сегодня.

*Крошкин Алексей Николаевич — канд. техн. наук, ведущий специалист ООО "Эндресс+Хаузер"*

*Контактный телефон (095) 783-28-50.*

**Master SCADA и контроллеры Master – основа тиражируемых решений по автоматизации ЖБИ**

В марте 2005 года введена в эксплуатацию АСУ ТП бетоносмесительного цеха (БСЦ) на ЗАО ТЖБИ-4 (г.Тверь).

Проект разработан и внедрен специалистами фирмы НПФ "ИнСАТ-СПб" на базе типового решения, включающего SCADA систему Master SCADA и шкафы автоматики с контроллерами Master-110.4t производства ИнСАТ-СПб.

Система позволила произвести улучшение качества производимого бетона за счет более точного дозирования компонентов. При этом высокая точность дозирования (0,5%) обеспечивается при поддержании высокой скорости работы бетоносмесителей (средняя скорость дозирования 100 кг/сек.), при параллельном дозировании сразу на три бетоносмесителя, тем самым увеличена производительность БСЦ.

[Http://www.insat.ru](http://www.insat.ru)