



УНИФИЦИРОВАННАЯ ПЛАТФОРМА ДВУХПРОВОДНЫХ ДАТЧИКОВ С ПИТАНИЕМ ПО СИГНАЛЬНОЙ ЦЕПИ

И.А. Налимова, А.В. Кочетков (ООО «Эндресс+Хаузер»)

Обоснована производственная необходимость создания платформы двухпроводных датчиков с питанием по сигнальной цепи. Показана история создания унифицированной платформы приборов данного класса компанией Endress+Hauser. Сформулированы преимущества от использования двухпроводных датчиков с питанием по сигнальной цепи и области их применения.

Ключевые слова: двухпроводные датчики, унификация, сигнальная цепь, расходомер, измерение уровня и расхода.

Сокращение затрат

Модернизация производства с целью увеличения производительности и снижения затрат обычно требует оптимизации в области управления процессами, однако возможности существующего контрольно-измерительного оборудования предприятия, как правило, недостаточны для модернизации в силу длительного срока эксплуатации или ненадежности приборов.

Увеличение затрат на техобслуживание и непредвиденные простои в связи с применением устаревшего оборудования отрицательно сказываются на эффективности предприятия. При этом переход на новые, более точные и надежные технологии измерения сопровождается чрезмерно высокими затратами. В условиях сегодняшней неустойчивой ситуации на рынке расчет окупаемости инвестиций в модернизацию производств или реализацию новых проектов по строительству часто выполняется посредством нескольких итераций, чтобы пустить идею в ход или отказаться от нее.

Рассмотрим основные преимущества применения двухпроводных приборов, в первую очередь расходомеров, снижающих затраты при капиталовложении и эксплуатации.

Двухпроводные датчики с питанием по сигнальной цепи: случайность или закономерность?

По данным независимого исследования крупнейших химических и нефтехимических предприятий, было установлено, что более 87% респондентов предпочитают двухпроводные контрольно-измерительные приборы четырехпроводным в системах управления технологическим процессом и более 89% — в общезаводских хозяйствах.

Такая ситуация, вероятно, вызвана тем, что существующие производства в качестве среды передачи данных используют витую пару, которая соединяет все производственные элементы и контрольно-измерительные приборы в общую систему управления процессом. Конструкция имеющихся кабелей предусматривает поддержку только приборов с низким энергопотреблением, невосприимчивых к помехам от других источников электропитания, для которых используется тот же кабельный канал.

На многих химических производствах также имеется большая база установленных механических расходомеров: например, вытеснительного типа (овально-шестеренных счетчиков), турбинных, переменного сечения или винтовых.

Время требует перемен

До начала XXI века только двухпроводные приборы с питанием по сигнальной цепи были способны поддерживать такие относительно простые в конструкции контрольно-измерительные приборы, которые преобразовывают измерительные данные в сигнал 4...20 мА для управления ТП.

Работа таких механических датчиков зависит от качества окружающей среды, они часто не в состоянии обеспечить качественные измерения при наличии механических примесей, а их рабочие харак-



Рис. 1. Ультразвуковой расходомер Prosonic Flow 92F – первый в мире двухпроводный фланцевый ультразвуковой расходомер для измерения расхода жидкости



Рис. 2. Расходомер Promass 200 – первый в мире полноценный двухпроводный фланцевый кориолисовый расходомер

теристики, такие как точность, повторяемость, не соответствуют требованиям современных химических производств.

Более прогрессивные методы измерения расхода, например, основанные на возбуждении сил Кориолиса, а также ультразвуковые или электромагнитные технологии еще 10 лет назад требовали кроме цепи выходного сигнала специальной системы электропитания [1–4]. Поэтому в качестве минимального условия для их работы была необходима четырехпроводная система подключения и передачи сигнала.

Таким образом, замена уже установленных двухпроводных механических расходомеров более современными четырехпроводными требует значительных расходов на прокладку новых кабелей и установку блоков электропитания.

В 2006 г. компанией Endress+Hauser был совершен настоящий прорыв — представлен первый в мире двухпроводный фланцевый ультразвуковой расходомер Prosonic Flow 92F для жидкости с питанием по сигнальной цепи (рис. 1). Prosonic Flow 92F имеет выходной сигнал 4...20 мА и подходит для применения во взрывоопасной зоне класса 0.

Первый в мире полноценный двухпроводный расходомер Promass 200 с питанием по сигнальной цепи, работа которого основана на возбуждении силы Кориолиса, был разработан Endress+Hauser в 2011 г. (рис. 2), и в нем была воплощена новая, унифицированная платформа двухпроводных датчиков измерения уровня и расхода.

Электромагнитные и вихревые расходомеры уже несколько лет доступны в двухпроводном исполнении с питанием по сигнальной цепи, однако в результате усовершенствований в 2013 г. они были выведены на рынок в рамках унифицированной платформы двухпроводных уровнемеров и расходомеров.

В настоящее время все современные технологии измерения расхода доступны в полноценном двухпроводном исполнении с питанием по сигнальной цепи. Исключение составляют термально-массовые

расходомеры (работающие по принципу термической дисперсии). К сожалению, требования по мощности электропитания для такой технологии превосходят возможности, доступные при использовании двухпроводных устройств с питанием по сигнальной цепи.

Двухпроводный массомер Promass 200

Рассмотрим производственную линию с ДУ 50 мм, содержащую жидкий технологический продукт стоимостью 150 руб./кг при массовом расходе 75 кг/мин. Размер затрат для такой линии составляет 11 250 руб./мин, 675 тыс. руб./ч или 5,4 млн. руб. в восьмичасовую рабочую смену. Эти суммы можно преобразовать далее в 27 млн. руб. в рабочую неделю (пять рабочих дней), а если в году 40 рабочих недель, то получается сумма более 1 млрд. руб.

Предположим, что ранее измерительная задача решалась расходомером турбинного типа, который заменили двухпроводным массомером Promass 200 с питанием по сигнальной цепи. Для модернизации и увеличения точности измерения кориолисовый расходомер Promass 200 можно интегрировать в имеющуюся сигнальную цепь, которую ранее использовал турбинный расходомер.

Преимущества такого метода изменения весьма существенны. Предположим с некоторым запасом, что погрешность измерения турбинного расходомера составляет $\pm 0,2\%$, тогда при использовании кориолисового расходомера Promass 200 она улучшается в два раза, составляя $\pm 0,1\%$. Сумма экономии при увеличении точности измерения составляет более 1 млн. руб./г. Двухпроводный кориолисовый расходомер Promass 200 окупится уже за 6...8 мес.

Результаты измерения, выполненные кориолисовым расходомером Promass 200, не зависят от каких-либо свойств жидкости, например, от изменения вязкости среды, которое значительно влияет на работу турбинного расходомера.

При использовании кориолисовых расходомеров Promass 200 устраняется вероятность механического износа, которому со временем подвержены турбинные расходомеры и из-за которого их точность серьезно снижается.

Кориолисовый расходомер Promass 200 имеет функцию дозирования и позволяет дополнительно контролировать параметр плотности, если используемый в технологическом процессе продукт смешивается с другим. В этих приборах реализована возможность применения дополнительного токового выхода 4...20 мА для передачи дополнительного измеренного значения, например, плотности или температуры продукта. Для некоторых двухпроводных датчиков также доступна передача данных по сети Profibus или Foundation Fieldbus.

Двухпроводная платформа: больше, чем Вы ожидаете

Индукционные или электромагнитные расходомеры в двухпроводном исполнении можно ис-



Рис. 3. Вид диагностических сообщений в соответствии с рекомендацией NAMUR NE 107, реализованных в новой унифицированной платформе двухпроводных приборов

пользовать для водных сред, концентрированных растворов кислот и щелочей или других сред при условии, что электропроводность жидкости составляет ≥ 20 мкСм/см.

Сенсор расходомера имеет свободное полнопроходное сечение без выступающих частей и, таким образом, обеспечивает отсутствие дополнительных возмущений потока и потери давления. Погрешность измерения $\pm 0,5\%$ давно является стандартом для двухпроводного индукционного расходомера. А для эффективного монтажа прибора необходимо всего семь диаметров (7хДУ) прямого участка во избежание появления дополнительной погрешности, связанной с возмущением потока.

Если электропроводность жидкости недостаточна для применения индукционного расходомера, то измерительную задачу можно решить, например, с помощью фланцевого ультразвукового расходомера при условии отсутствия пузырьков газа в жидкости.

Наиболее эффективным решением задачи измерения расхода газа или пара является применение вихревых расходомеров. С помощью встроенного датчика температуры двухпроводный вихревой расходомер Prowirl 200 с питанием по сигнальной цепи может вычислить массовый расход насыщенного пара, используя встроенные пересчетные таблицы.

Точное вычисление массового расхода пара при помощи двухпроводного вихревого расходомера Prowirl 200 реализуется при помощи функции компенсации по давлению, даже

если насыщенный пар становится перегретым, что может произойти на участке линии после регулирующего клапана.

Неоспоримым преимуществом применения вихревых расходомеров в двухпроводном исполнении является возможность обнаружения влажного пара, расчет степени сухости и соответственно качества пара.

Конденсат в паре снижает точность измерения расхода и представляет серьезную опасность для технологического оборудования, которое может быть выведено из строя гидроударом из-за образовавшейся водяной пробки. Функция контроля качества пара в Prowirl 200 автоматически обнаруживает в паре конденсат, объемная доля которого составляет 0,1 ...1%. Это достигается с помощью функции интеллектуальной обработки сигнала, который при наличии воды в паре оказывается модулированным по амплитуде.

Больше, чем просто измеренное значение

Тенденции в области эксплуатации и обслуживания современных контрольно-измерительных приборов смещаются в сторону оптимизации затрат на профилактическое обслуживание. Например, в рекомендациях NAMUR NE 107 (Комитета по стандартизации контрольно-измерительного оборудования для химической и нефтехимической промышленности) излагаются базовые аспекты самодиагностики и диагностики полевых приборов. Унифицированные диагностические сообщения в понятной форме сообщают о состоянии приборов. Полученное сообщение позволяет оператору, системе управления или специалистам по обслуживанию принять соответствующие меры.

Эти данные приняты в расчет при разработке новой платформы двухпроводных датчиков. Точная диагностика приборов и процессов, а также классификация событий в соответствии с NE 107 (объединенная с доступом к полнотекстовой справке по событию на русском языке) обеспечивают быстрое и целенаправленное устранение неисправностей (рис. 3). Встроенный регистратор событий фиксирует состояния отказа, а прибор определяет время события с помощью счетчика рабочего времени.



Единая концепция выходных сигналов

Рис. 4

Первая в мире унифицированная платформа двухпроводных приборов измерения уровня и расхода от Endress+Hauser

Используя большой опыт разработки и внедрения двухпроводных измерительных технологий, компания Endress+Hauser разработала полностью унифицированную платформу современных приборов измерения уровня и расхода с более чем 27 типами полевых датчиков и пятью измерительными технологиями (рис. 4). Это кориолисовы расходомеры Promass 200, вихревые расходомеры Prowirl 200, электромагнитные расходомеры Promag 200, бесконтактные радарные уровнемеры Micropilot FMR5x, микроимпульсные уровнемеры Levelflex FMP5x.

В новой платформе полностью унифицированы: элементы управления; программное обеспечение; компоненты корпуса и электронные модули; комплектация изделий и документация.

*Налимова Ирина Александровна — менеджер группы по направлению "Приборы измерения расхода",
Кочетков Антон Валерьевич — руководитель группы по направлению "Химия" ООО «Эндресс+Хаузер».*
Контактный телефон (495) 783-28-50.

Единый подход применяется при разработке документации, элементов управления, диагностики, концепции взрывозащиты и управлении запасными частями, а также ко многим другим аспектам. В результате применения единой концепции снижаются затраты на планирование, закупки и эксплуатацию.

Список литературы

1. Крошкин А.Н. Функциональные возможности современных расходомеров // Автоматизация в промышленности. 2005. №1.
2. Крошкин А.Н. Endress + Hauser на переднем крае промышленной автоматизации: новости продуктовой линейки // Автоматизация в промышленности. 2005. №6.
3. Malcovati P., Baschiroto A., d'Amico A., Natale Di C. Sensors and Microsystems. Springer. 2010.
4. Jackson R.G. et al. Novel Sensors and Sensing. Taylor & Francis Group. 2004.

Promag 200: новое поколение двухпроводных индукционных расходомеров

Promag 200 можно использовать для измерения расхода самых агрессивных жидкостей на химических предприятиях. Благодаря питанию по сигнальной цепи упрощается проектирование и монтаж кабельных трасс, а также снижается их стоимость. При замене существующих двухпроводных датчиков расхода на Promag 200 схему подключения можно оставлять без изменений.

Будучи прибором нового поколения, Promag 200 имеет вторичный преобразователь, унифицированный со всеми двухпроводными датчиками расхода и уровня нового поколения. Это, в частности, позволяет оптимизировать затраты на обучение персонала и сократить затраты на ЗИП.

В Promag 200 реализована инновационная технология Heartbeat Technology™, позволяющая контролировать исправность и дрейф метрологически значимых

характеристик сенсора и электронного преобразователя прибора без дополнительного оборудования, демонтажа расходомера и остановки ТП. На базе этой технологии реализована имитационная поверка, которая может быть выполнена удаленно даже во взрывоопасной зоне без демонтажа расходомера и остановки ТП. Вся процедура занимает менее 10 мин, существенно экономя время и затраты на поверку.

Расходомеры Promag 200 соответствуют требованиям технического регламента Таможенного союза, имеют искробезопасную электронику и взрывозащищенное исполнение, а также сертификат по ГОСТ Р МЭК 61508 до уровня SIL3. Они реализованы на базе сенсоров Promag P и Promag H, доказавших свою надежность в сотнях тысяч точек измерения по всему миру в течение 40 лет.

HistoROM™ – эффективное управление настройками КИП

Инновационная технология HistoROM™, реализованная компанией Endress+Hauser в датчиках расхода и уровня нового поколения, обеспечивает возможность сравнения текущих параметров настройки прибора с первоначальными. Далее выдается информация о том, как и когда были изменены настройки, начиная с момента ввода прибора в эксплуатацию.

При замене электроники прибора (например, во время ремонта) происходит автоматическое восстановление его текущих настроек из энергонезависимого модуля памяти HistoROM™, встроенного в корпус каждого прибора. Ремонт теперь может быть выполнен быстрее и даже неспециалистом в области КИП, так как никаких настроек датчика после ремонта не требуется. При изменении пользователем текущих настроек автоматически проис-

ходит их синхронное обновление в модуле HistoROM™, встроенном в корпус прибора.

Второй модуль памяти HistoROM™ встроен непосредственно в съемный дисплей прибора. В него можно самостоятельно записать текущие настройки датчика и затем, используя дисплей в качестве "флэшки", перенести их в другие приборы. Таким образом, при пуско-наладке нескольких датчиков, установленных в однотипных точках ТП, достаточно настроить только один датчик. Тем самым не только сокращается время пуско-наладки, но и исключаются систематические ошибки при переносе настроек с одного правильно сконфигурированного прибора.

Базовая версия HistoROM™ является неотъемлемой частью любого расходомера и уровнемера Endress+Hauser нового поколения и поставляется по умолчанию.

<http://www.ru.endress.com>