

Электронные датчики потока, протока и реле для производственных линий, магистралей и бытовых услуг. Обзор

Андрей Ласорла

В устройствах современной электроники, обеспечивающих функционирование предприятий и бытовой сферы услуг, распространены датчики потока и протока жидкости с разным принципом работы: от магнитного датчика Холла и лопастных расходомеров до реле давления потока и расхода жидкости. На основе современных датчиков не только разработаны производственные автоматизированные линии розлива и контроля, например, на пивоваренных заводах, но существуют перспективные идеи для сферы бытовых услуг, когда рассматриваемые датчики уместно применять в кофейных и газировальных вендинговых аппаратах, бытовых кофемашинах, домашних пивных заводах, а также для автоматизации процесса розлива в розничной сети. В статье рассматривается принцип действия датчиков, встраиваемых в магистраль потока агрессивных и неагрессивных жидкостей и перспективы их применения.

Вода как ценность

Вода, в том числе прошедшая очистные сооружения для последующего потребления в качестве питьевой в частных и многоквартирных домах, на производстве является важным экономическим фактором. Причём «обычная» питьевая вода может быть исследована сегодня в большом спектре физико-биолого-химических характеристик, лишь самые простые из которых – прозрачность, жёсткость (мягкость) и даже электропроводимость. Химический анализ качества воды – довольно дорогостоящая процедура, десятки тысяч рублей в зависимости от выбранных характеристик, которую могут себе позволить не все. Не секрет, что в некоторых регионах любезного нашего Отечества качественно очищенная вода – редкость. И не во всех регионах природные запасы воды достаточны для жизнедеятельности; к примеру, в степных районах чистая питьевая вода ценится дороже, чем в регионах с разветвлённой сетью рек и озёр, иных районах, граничащих с большими акваториями.

Так, в Ленинградской области (Калитино), в Смоленской (отдельные дома в г. Смоленске), Псковской (Опухлики) – несколько примеров из автор-

ского опыта – и сегодня питьевая вода, поступающая по магистральным путепроводам под давлением к бытовым потребителям, условно перенасыщена известняком и кальцием, что нетрудно заметить по белому осадку в посуде и после её кипячения. Жёсткость водопроводной воды также влияет на долговременность работы ТЭНов сервизного электрооборудования, самые простые примеры в быту – автоматические стиральные машины, бойлеры, чайники и электрические нагреватели в частных домах с водяным контуром отопления. Для смягчения воды специально применяют такой химический состав, как «калгон», рекомендованный для предотвращения образования накипи на ТЭНах в устройствах не питьевого применения (стиральные машины, контуры отопления и др.). В Псковской области (и некоторых других районах) вода традиционно имеет серно-водородный привкус, что связано с геологическими особенностями почв. Весь этот простой анализ показывает нам два важных аспекта.

Проблемы корректности контроля

Во-первых, вода является материальным ресурсом, а потому имеет вполне

реальную ценность. Пока при контроле ЖКУ при «водоотведении» (слив) учитывают расход воды «автоматически» (работающие по лопастному принципу счётчики потребления стоят в системе подвода магистрали чистой воды – горячего и холодного контуров, и предполагается, что сколько «залито», столько и «вылито», израсходовано). Но надо признать этот контроль некорректным, невалидным и, прямо скажем, нецивилизованным. Дело не в том, что могут быть потери воды в жилище (это зона ответственности владельца имущества), но, главное, в том, что есть «дельта» разницы между водой потребляемой и сливаемой в утиль из-за её естественной убыли при подготовке гастрономических блюд, испарении, а также ввиду естественного усвоения организмом человека; организм условно среднего человека в большой степени состоит из воды, и не вся выпитая жидкость, усвоенная организмом в процессе метаболизма, выходит из человека. Поэтому некорректно (хотя просто и выгодно для компаний – поставщиков ЖКУ) учитывать объём водоотведения «автоматически» по объёму в магистральных подвода воды, где и устанавливают традиционно счётчики воды. Однако в перспективе ближайшего времени повсеместно эта сфера массово будет расширена до контроля магистралей слива отработанной жидкости, в том числе воды. В перспективе счётчики будут фиксировать и сливаемую в утиль жидкость тоже, и контроль станет более корректным. Для этого потребуются специальные счётчики учёта «грязной» воды.

Во-вторых, во многом с учётом сказанного, состав воды в разных местах и условиях неоднороден, магистрали подвода при эксплуатации загрязняются, на внутренней поверхности трубопроводов образуются наросты, сужая полезный диаметр магистрали, следовательно, для потребителя изменяется давление и поток воды. Но главное –

для такого корректного и долговременного контроля требуются специальные надёжные датчики. Поэтому вопрос о качестве датчиков контроля воды и иной жидкости, о надёжности РЭА в этой части довольно актуален.

Что касается крупного производства, предприятий, тут вопрос с надёжностью оборудования поставлен ещё более критично: любой простой влечёт за собой миллионные издержки. А если речь идёт о сфере безопасности жизнедеятельности, «критической инфраструктуре» обеспечения жизнедеятельности людей в медицинских и иных учреждениях, тут аварии в контурах снабжения водой имеют ещё более важные последствия. На таких условно простых бытовых и производственных примерах мы показали необходимость технологического совершенствования производства датчиков потока и прогона жидкости и новых разработок в данной теме.

Датчики и счётчики воды

Лопастные расходомеры жидкости (воды) по принципу работы лопастных приборов – на вращении внутри корпуса счётчика крыльчатки с частотой, прямо пропорциональной интенсивности потока, – применяются в системе ЖКХ для контроля потребления воды. Все эти приборы не подлежат обязательной сертификации.

Датчик фирмы OOTDTY модели H1AA800375 на основе магнитного эффекта Холла для водопроводно-канализационной системы представлен на рис. 1.

Он имеет условия подводки с размером «1/2» – стандартный распространённый размер, принятый в сантехнических коммуникациях бытового уровня. Для труб и комплектующих сантехники принят за основу «недружественный» отсчёт от дюйма – 25,4 мм. Отсюда 1 см = 0,3937 дюйма, 1 дюйм = 2,54 см. Но сантехнический размер «1/2» – это диаметр трубы 15 мм, а «3/4» – 20 мм, 1 дюйм примерно равен 25 мм, 1 и 1/4 – диаметр патрубка 32 мм. Наиболее распространены 1/2 и 3/4 дюйма.

Примерно аналогичные характеристики у датчика YF-B1, имеющего размеры 4,4×1,9 см. Устойчиво работает в диапазоне напряжения питания 5...15 В постоянного тока. Сопротивление изоляции корпуса 100 МОм. Датчик размещён в корпусе из лёгкого металла и пластика и



Рис. 1. Датчик H1AA800375 на основе электромагнитного эффекта Холла для водопроводно-канализационной системы



Рис. 2. Внешний вид датчика потока воды модели YF-S201

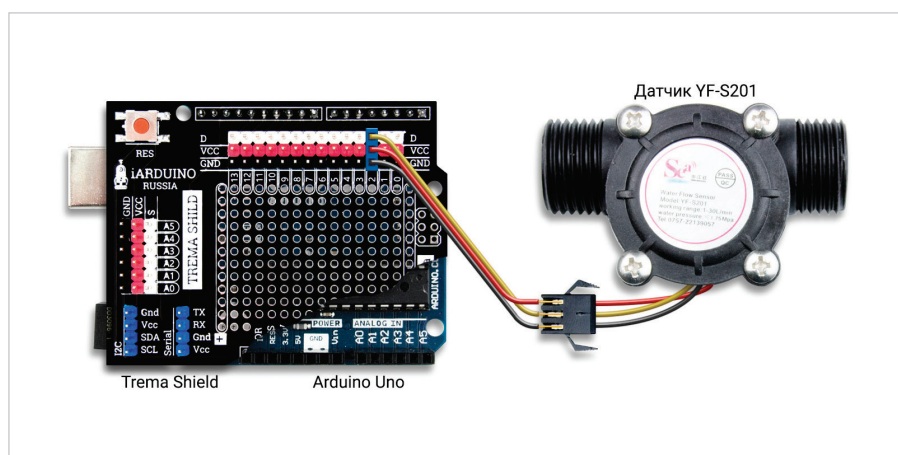


Рис. 3. YF-S201, адаптированный для конструкторского макета

позволяет контролировать расход воды в пределах 1...25 л/мин при максимальном давлении в контуре 1,75 МПа.

На рис. 2 представлен внешний вид датчика потока воды, основанного на эффекте Холла.

Датчик, совместимый с устройствами Arduino, имеет высокую стабильность и надёжность ввиду функции магнитного абсорбирования. Индукционная и магнитная контрольная камера, а также электронные компоненты расположены отдельно, это позволяет избежать сбоев в работе переключателя, вызванных примесями воды в трубопроводе, «нежелательными» частицами, загрязняющими канал.

На рис. 3 представлен тот же датчик, адаптированный для разработчиков конструкторского макета Arduino.

Такое устройство одновременно имеет функцию защиты водоподводящего канала и многоразового фильтра частиц – примесей воды – отстойником и возможностью его чистки.

Термостойкие материалы корпуса и элементов датчика позволяют использовать устройство для горячей воды при температуре до 80°C.

Устройство работоспособно при относительно низком давлении воды > 0,03 кг/см²: при этом элемент, называемый «пружина сброса», сделан из высококачественной нержавеющей стали.

Внутри датчика установлена магнитная крыльчатка, совмещённая с датчиком Холла. Аналогичные YF-S201 по форм-фактору модели типового ряда CX-60/120/300/800/801/802/2010 сертифицированы (СЕ) и предназначены для работы в контуре водоснабжения (отведения) при интенсивности потока 6...7 л/мин и минимальном давлении 0,6 МПа. Этот совместимый с устройствами Arduino прецизионный датчик расхода воды предназначен и адаптирован для схем управления и питания с напряжением осветительной сети 230...240 В переменного тока.



Рис. 4. Внешний вид датчика-переключателя потока водяного насоса фирмы ELESAVEE моделей HFS15/HFS20/HFS25

На рис. 4 представлен внешний вид датчика-переключателя потока водяного насоса фирмы ELESAVEE моделей HFS15/HFS20/HFS25.

Датчик функционирует как реле потока с контролем уровня жидкости и адаптирован под размер патрубка 1/2 или 1/4 дюйма.

Типовые характеристики датчика.

- Напряжение: 220 В переменного тока
- Максимальный ток потребления: 15 А
- Стабильная работа в диапазоне температур: +5...+40°C
- Допустимая температура жидкости: 0...+100°C

Может быть установлен в патрубках и трубопроводах – в горизонтальной и вертикальной конфигурации.

Электронные датчики для вендинговых аппаратов и не только

Один из значимых элементов автоматического торгового аппарата (далее – ВА) – дозирующее устройство для отмеривания необходимого объёма. Активация дозатора происходит пользователем при выборе товара, после чего от датчика поступают данные на анализатор, контролирующий количество реализуемой продукции. Это возможно осуществить при помощи разных датчиков.

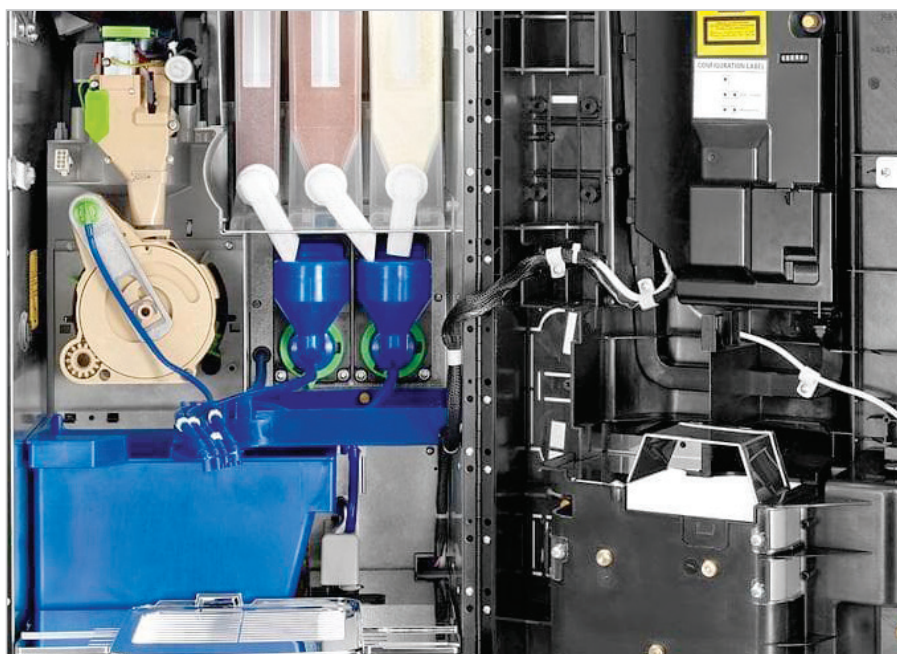


Рис. 5. Вид на элементы типового автоматического торгового вендингового аппарата



Рис. 6. Внешний вид датчика-переключателя потока модели 652F

На рис. 5 представлен автоматический торговый (вендинговый) аппарат с открытой частью корпуса.

Для торговых автоматов в сегменте дозируемых и порционных товаров способы измерения продукции основываются на трёх параметрах: объём, масса, время. Измерение объёма применяется для ВА, работающих непосредственно с жидкостями. Анализатор дозирующего устройства работает так: с помощью тензодатчиков измеряется количество жидкости в накопительном резервуаре посредством сравнения изначального показания с изменяющимся. Когда разница между двумя показаниями достигает необходимого значения, дозирующее устройство перекрывает подачу жидкости. Измерение по массе происходит непосредственно на месте выдачи товара при помощи тензометрического датчика, который отмеряет вес товара, уже поданного в тару. Соответственно, когда вес достигает необходимого значения, подача продукции прекращается.

Измерение по времени с помощью электронного таймера (между началом

и окончанием подачи жидкости потребителю) – условно сложный процесс, более экономичный, но менее надёжный, и тут мы его касаться не будем. А применение датчиков протока для контроля отпуска жидкости в трубопроводе ВА на пути к потребителю (в стакан) – перспективный метод, уже нашедший своих последователей и критиков среди разработчиков РЭА. Кулеры для воды (в том числе автоматы-диспенсеры, подключённые к системе питьевого водоснабжения, а не сменяемых банок объёмом 18,9 л), ВА, бытовые кофемашины, автоматизированные линии розлива (воды, пива и др.) на производстве и многие другие примеры – таковы сферы, где применяется трубчатый датчик потока жидкости с подключением 1/4 дюйма модели 652F. Внешний вид его представлен на рис. 6.

Далее приведены некоторые технические характеристики датчика 652F с литерами «А» и «В»:

- точность (контроля потока): 0,2–8 л/мин с погрешностью в пределах 0,5%;

- максимальный рабочий ток: 15 мА (при напряжении питания 5 В);
- диапазон окружающей влажности: 35–90% RH;
- управляющий импульс напряжения: > 4,7 В;
- минимальное рабочее напряжение: 3,5 В;
- диапазон рабочего напряжения: DC 3,5...20 В;
- диапазон рабочих температур: ≤ 80°C;
- допустимое давление жидкости не более 1,75 МПа.

Датчики могут иметь разную конфигурацию и форм-фактор, подключение обжимное, резьбовое, фиксируемое, а также разные модели рассчитаны на разное напряжение, в частности, есть варианты моделей, адаптированные к напряжению 110, 220 В переменного тока, и даже 4 В постоянного тока. Корпус может быть из лёгкого металла (латунь).

Датчик расхода питьевой воды модели 652F суть многофункциональный расходомер с переключателем, рассчитанный для контроля магистрали с объёмом (скоростью потока) жидкости до 0,8 л/мин. Такой датчик может иметь универсальное применение.

Функционал устройства: измерение, контроль потока (скорости и объёма), сигнал тревоги при отсутствии жидкости в канале. Датчик расхода жидкости применяется универсально: домашняя «пивная машина», посудомоечная машина, очиститель воды, торговый автомат, в том числе для дозированной подачи вина, иного алкоголя (с автоматическим и электронным управлением), винный шкаф и другие, то есть для почти любого, в соответствии с характеристиками датчика, оборудования, где требуется управление небольшими потоками воды. Понятно, что для производственных мощностей, или даже в условиях фермерского хозяйства – для полива фруктов и овощей, или работы стиральной машины такой скорости потока недостаточно, нужна большая; однако в своём классе и по своей стоимости – это перспективный датчик для новых разработок РЭА небольших мощностей потоков и отпуска жидкостей.

Перспективы применения

Автоматическое электронное управление (о чём сказано выше) и полуавтоматическое – это разные варианты



Рис. 7. Контроллер потока для кофемашины и кулера

включения дозирующего устройства, где самый простой – нажатие на кнопку с контактами на замыкание и без фиксации в электрической цепи, к которой адаптирован сей датчик. Пока кнопка нажата – жидкость поступает из резервуара в условную посуду; контролировать такой мануальный способ розлива приходится визуально. От этого простейшего варианта следуют варианты управления более интеллектуально изысканные, и они ограничены только фантазией разработчика. Лишь скромные примеры: сенсорное управление, включение подачи жидкости по команде от датчика движения с таймером, интеллектуальная система IoT в формате «умного дома», когда по команде со смартфона с адаптированным приложением удалённо включается подача жидкости. То же можно организовать дистанционно – через интернет-коммуникацию, и, наконец, авторское ноу-хау – управление подачей жидкости с помощью касания рукой человека цветка пальмы, в цветочный горшок которой вмонтирован проводник, ведущий к электронному сенсорному устройству с триггерным исполнительным узлом, а в основе сенсорного устройства – реакция на наведённое в теле человека напряжение (от повсеместных в домах силовых электрических сетей и коммуникаций); для управления сенсором достаточно наведённого напряжения в значении 0,05...0,1 В. И так, вариантов очень много, с присущими им «плюсами» и «минусами». Главное в том, что такой датчик, функционирующий на основе эффекта Холла, может быть применён в конкретных электронных устройствах, следовательно, востребован потребителями. Разновидность описываемого контроллера потока представлена на рис. 7.

Малый размер, относительно высокая точность, малый ток управления,



Рис. 8. Магнитный потоковый выключатель фирмы SAIER модели SEN-CL21W-003

гигиенично-безопасный для питьевой воды и иных жидкостей (понятно, что он не вечен, ибо и напольные диспенсеры-кулеры рекомендуется «чистить» хотя бы 1 раз в полгода), лёгкая установка, надёжность и низкое напряжение питания дают такому датчику фору перед другими. Для больших объёмов и контроля водопроводной магистрали рекомендуется применение аналогичных датчиков с литерами «С» и «D», следующими в названии модели. Так, у датчика 652FC контроль расхода жидкости уже в диапазоне до 10 литров в минуту.

Кстати, регулирование температуры в автоматах, отпускающих горячие напитки, осуществляется с помощью терморегуляторов по принципу двухпозиционного контроля типа TP-200, обеспечивающего регулирование жидкой и воздушной среды в диапазоне 25...200°C. При достижении заданной температуры устройство отключает электронагреватели, а при понижении – включает их. Настройка терморегулятора производится вращением винта при одновременном контроле температуры среды с помощью термометра, ибо своей установочной шкалы прибор не имеет.

У того же производителя OOTDTY представлен электрический «Water Flow Sensor» модели SEN-CL21W-003, предназначенный для электронного управления дозатором, диспенсером и очистителем питьевой воды, с подключения патрубков ¼ дюйма, с максимальным током 100 мА, адаптированный к системам питания до 100 В.

На рис. 8 представлен потоковый выключатель фирмы SAIER в латунном корпусе, действующий по магнитному принципу, предназначенный для подключения патрубков форм-фактора

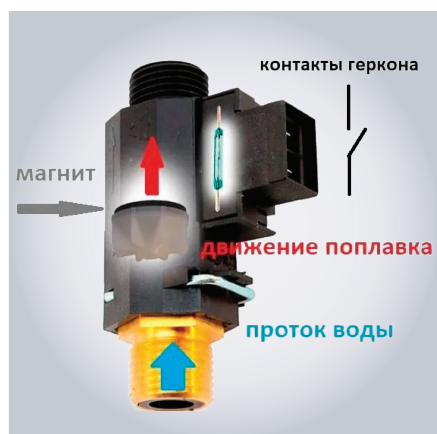


Рис. 9. Датчик потока для водонагревателей Ariston Fast EVO модели SCG-1-S96

1/2 дюйма в магистралях с давлением до 1,2 МПа.

Этот прибор адаптирован к переменному напряжению осветительной сети 230...240 В (220 В) и создан по принципу язычкового переключателя. Язычок находится в системе магистрали с жидкостью, и когда в ней есть давление, жидкость воздействует на язычок, что приводит к замыканию контактов датчика.

Магнитный переключатель потока контролирует наличие или отсутствие потока жидкости в магистрали. Такие приборы делятся на типы в зависимости от назначения контактной группы (замыкание или размыкание). Переключатель потока воды также называют «реле потока», а в разработках используют с типичными компонентами системы управления неагрессивными жидкостями, у такого прибора нет требований для питающего напряжения, он прост в использовании примерно так же, как банальная кнопка для квартирного звонка.

Некоторые технические характеристики:

- рабочая температура: 0...+60°C;
- расход: 1,2...12 л/мин;
- материал: латунь;
- подключение: 1/2";
- рабочее давление: 0,05...1,2 МПа;
- максимальное напряжение: DC220/AC250;
- максимальный ток потребления: 1 А.

На рис. 9 представлен датчик потока для водонагревателей Ariston Fast EVO модели SCG-1-S96.

Регулятор потока воды необходим во всех нагревательных котлах – тепловых генераторах промышленного исполнения и назначения. Как правило, к такой технике предъявля-

ются повышенные требования по электробезопасности и надёжности. В соответствии с конструкцией тепловой генератор предназначен для обогрева жилища (в том числе в объёмном контуре, проходящем через несколько радиаторов) и, в первую очередь, для нагрева воды. Но не только воды, поскольку в контурах отопления и обогревательных котлах бытового и промышленного назначения применяются незамерзающие жидкости для обеспечения работы контура и при отрицательных температурах.

Датчик давления воды такого газового котла (рис. 9) монтируют на трубопровод. После герметичного монтажа в системе, подачи питания и заполнения водяного контура датчик потока реагирует на поток сразу же, как открывают кран горячей воды. От датчика подаётся управляющий сигнал на управляющее устройство, запускается циркуляционный насос и происходит нагрев жидкости в котле в режиме приготовления ГВС. Таким образом, датчик потока сигнализирует о начале движения воды при открытии крана горячей воды. Датчик потока SCG-1-S96 подходит к нагревательным котлам: «Гепард» моделей 12 MOV H-RU, 23 MOV H-RU, 12 MTV H-RU, 23 MTV H-RU; Lynx (HK 11, HK 24, HK 28); Jaguar моделей 11JTV и 24JTV; Kentatsu Nobby Smart (24-1CS, 24-2CS, 28-2CS).

Контроль потока жидкости и газа: термоанемометрическое и лопастное реле

Что касается импортозамещения, распространёнными являются датчики в магистральных и локальных системах перекачки нефтепродуктов, газа, масла и других жидких сред. Для этой сферы также созданы датчики потока и лопастные расходомеры. Есть и пользуются популярностью для больших производств промышленные приборы «ЭМИС» «ПОТОК 285» и «ПОТОК 236», предназначенные для контроля потока рабочей среды в трубопроводах, в том числе в системах автоматизации подачи и откачки жидкости, в качестве датчика потока для насоса, с функцией защиты оборудования от перегрева и «сухого хода». Реле потока жидкости предназначено для контроля наличия/отсутствия потока жидкости в промышленных системах, охлаждающих и водо-

очистных установках. Используется для защиты насосов, двигателей и другого оборудования от перегрева, вызванного слабым потоком или его отсутствием, и применяется в системах автоматического контроля, управления технологическими процессами в энергетике, химической, нефтехимической, пищевой, бумажной и других отраслях промышленности. Реле потока предназначено для установки в трубопровод.

Среди постоянных заказчиков реле отечественной торговой марки крупнейшие холдинги и предприятия, работающие во всех регионах страны, в том числе нефтеперерабатывающие заводы и газонаполняющие станции. В трубопроводах промышленных систем контроль движения жидкостей и газов осуществляется с помощью реле потока с различными принципами действия. Их основной задачей является защита оборудования от перегрева в случае слабого потока либо его отсутствия.

Реле потока в России – для производственного назначения изготавливаются в двух вариантах – лопастное и термоанемометрическое. В конструкции термоанемометрического реле основным является нагревательный элемент, совмещённый с датчиком температуры, и термодатчик, измеряющий температуру рабочей среды. Нагревательный элемент поддерживает температуру на определённом значении, превышающем температуру контролируемого вещества [4].

Принцип работы термоанемометрического реле в зависимости отдачи тепла нагревательного элемента от скорости, с которой движется рабочая среда, охлаждая его. Термодатчик и датчик температуры, совмещённый с нагревательным элементом, фиксируют разность температур, которая обратно пропорциональна скорости потока.

Рисунок 10 иллюстрирует принцип работы термоанемометрического реле «Поток-285».

В этом устройстве реализовано исполнение с футерованным тефлоном электродом для эксплуатации в агрессивных средах, таких как щёлочь и кислота. Предел давления контролируемой среды увеличен до 10 МПа (более старые модели – до 5 МПа).

В одноэлектродном исполнении термоанемометрического реле упростилась задача монтажа, ибо отпала необходимость позиционировать

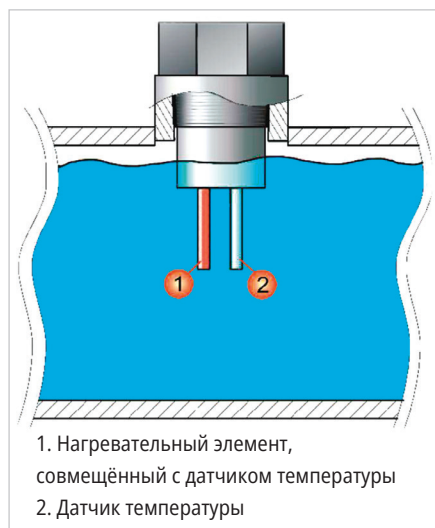


Рис. 10. Принцип работы термоанемометрического реле «Поток-285»

электроды относительно направления потока.

Технические характеристики термоанемометрического реле «Поток-285» представлены в табл. 1.

Преимущества устройства:

- возможность эксплуатации на вязких средах (до 400 МПа/с);
- предел избыточного давления контролируемой среды до 10 МПа;
- возможность работы при низких температурах окружающей среды – до -50°C ;
- работа как при прямом, так и при обратном направлении потока;
- отсутствие движущихся частей, настройка на рабочем процессе;
- простой монтаж;
- возможность установки приборов как на горизонтальные трубопроводы, так и в наклонные.

Конструктивно лопастное реле потока состоит из клеммной колодки, герконового контактора и лопасти с эксцентриком. Если поток отсутствует, лопасть расположена перпендикулярно трубопроводу, при этом контакты герконового реле находятся в нормально разомкнутом положении. При начале движения контролируемой среды под её воздействием лопасть отклоняется, эксцентрик выталкивает магнит по центральному стержню вверх до высоты, на которой под влиянием магнитного поля контакты герконового реле замыкаются.

Технические характеристики лопастного реле «Поток-236» представлены в табл. 2.

На производстве на лопасти наносятся насечки, обозначающие различную

Таблица 1. Технические характеристики термоанемометрического реле «Поток-285»

Характеристика	Значение
Диаметр условного прохода трубопровода	25...700 мм
Давление рабочей среды	10 МПа
Диапазон скоростей потока	Вода: 0,01...1,5 м/с Сырая нефть: 0,03...3 м/с Газ: 0,2...20 м/с
Температура измеряемой среды	От -50 до $+75^{\circ}\text{C}$
Взрывозащита	1Ex d IIB T6 Gb X
Температура окружающей среды	От -50 до $+70^{\circ}\text{C}$
Защита от пыли и влаги	IP65
Срок службы	Не менее 12 лет
Присоединение	K1/2 ГОСТ 6111-52
Напряжение питания	24 В постоянного тока
Выходной сигнал	Релейный контакт NPN контакт PNP контакт
Максимальная коммутационная способность контактов	2,5 А / 220 В переменного тока (релейный выход) 1 А / 24 В постоянного тока (релейный выход) 400 мА / 24 В постоянного тока (PNP и NPN)
Точность срабатывания	$\pm 5\%$

Таблица 2. Технические характеристики лопастного реле «Поток-236»

Характеристика	Значение
Измеряемая среда	Жидкость
Типоразмеры, мм	32...250
Давление измеряемой среды, МПа	До 5
Температура измеряемой среды, $^{\circ}\text{C}$	-30 до $+150$ для исполнений без взрывозащиты -50 до $+130$ для взрывозащищённого исполнения
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	-50 ... $+60$
Максимальная вязкость среды, МПа·с	400
Взрывозащита	1Ex d IIC T6...T4 Gb X
Пылевлагозащита	IP65
Срок службы	Не менее 12 лет
Средняя наработка на отказ	Не менее 50 000 часов
Выходные сигналы	SPDT контакт
Коммутационная способность контактов	1 А, 220 В AC / 24 В DC, SPDT
Присоединение	R1 ГОСТ 6211
Отклонение величины расхода включения	$\pm 25\%$
Отклонение величины расхода отключения	$\pm 20\%$

длину. Перед непосредственной установкой в линию лопасть обрезается на необходимую длину в соответствии с уставками включения и отключения. Уставка включения – это значение расхода среды, при котором происходит срабатывание реле, а именно: замыкание нормально разомкнутых контактов герконового реле. Уставка отключения – это значение расхода, при котором контакты герконового реле возвращаются в исходное положение.

Датчики-реле потока серии ДР-П, ДР-ПП предназначены для контроля потока неагрессивных жидкостей, таких как вода, этиленгликоль и другие, через трубопровод. Приборы применяются для определения наличия или отсутствия потока жидкости и управления различными устройствами в системах автоматизации, к примеру, для защиты насосов от «сухого» хода, в цепях аварийно-предупредительной сигнализации. При наличии потока

воды в трубопроводе датчик-реле подаёт сигнал в электрической цепи, который анализируется устройством сигнализации и управления.

Реле потока по принципу действия

По аналогии с устройствами бытового назначения, по принципу действия датчики-реле потока подразделяют на лепестковые и поршневые. Принцип работы лепестковых датчиков-реле основан на движении лепестка, который замыкает контакты геркона (или микропереключателя) при наличии потока и размыкает контакты при отсутствии потока.

По способу монтажа лепестковые датчики-реле разделяются на два вида: датчики-реле, устанавливаемые в тройник трубопровода — ДР-П-02, ДР-П-03, ДР-П-32, ДР-П-34, ДР-П-50; и врезные датчики-реле, для которых, соответственно, тоже существуют два вида монтажного положения: горизонтальное — ДР-ПП-02, ДР-ПП-04 и вертикальное — ДР-ПП-52, ДР-ПП-53, ДР-ПП-54, ДР-ПП-55.

Принцип работы поршневых датчиков-реле основан на перемещении магнитного поршня внутри прибора. Поршень смещается под воздействием потока жидкости в трубе и замыкает контакты геркона. В случае отсутствия потока в трубе поршень возвращается в исходное положение под действием силы тяжести, что приводит к размыканию контактов.

Датчики этого вида известны в двух вариантах монтажного положения:

- горизонтальное — ДР-ПП-01, ДР-ПП-05;
- вертикальное — ДР-ПП-06, ДР-ПП-08.

Разновидностью поршневых датчиков-реле являются подпружиненные датчики-реле, в которых поршень при отсутствии потока возвращается в исходное положение под действием пружины. Для них характерно универсальное монтажное положение — ДР-ПП-03, ДР-ПП-31, ДР-ПП-32, ДР-ПП-51. Датчики расхода с импульсным выходом серии ДРУ-ПП предназначены для измерения суммарного или текущего расхода воды. Принцип работы датчиков тот же, что у лопастных приборов, основан на вращении внутри корпуса счётчика, совмещённого с крыльчаткой, с частотой, прямо пропорциональной интенсивности потока. Датчики-реле генерируют в электри-

ческой цепи импульсный сигнал, частота которого пропорциональна частоте вращения крыльчатки.

Устройства рекомендуется применять в комплекте с тахометрами или счётчиками импульсов. Датчики этого типа имеют универсальное монтажное положение — ДРУ-ПП-91, ДРУ-ПП-92, ДРУ-ПП-93, ДРУ-ПП-94. Датчики потока воздуха предназначены для сигнализации наличия или отсутствия воздушного потока. Применяются в системах вентиляции в качестве сигнального контакта или для индикации неисправности вентилятора или закупорки вытяжки.

Реле потока может иметь типовое и специальное исполнение — для работы во взрывоопасных средах. Конструкция реле потока позволяет использовать устройство на средах с вязкостью до 400 МПа/с, таких как сырая нефть и дизельное топливо.

Электронные счётчики-расходомеры

Электромагнитный расходомер-счётчик применяется в химическом производстве, энергетическом комплексе, пищевой индустрии и других областях промышленности. Он предназначен для учёта расхода:

- коррозионно-активных кислот, щелочей и смесей;
- сточных и канализационных вод;
- неньютоновских жидкостей;
- загрязнённых жидкостей на металлургических предприятиях.

Такие устройства повсеместно используются для нужд коммунального хозяйства. В частности, его устанавливают в канализационных трубопроводах. Расходомер сточных вод электромагнитного типа работает как в напорных, так и безнапорных трубопроводах. Принцип работы основан на законе Фарадея, который свидетельствует, что напряжение, наводимое на любой проводник при его перемещении под прямым углом через магнитное поле, пропорционально скорости проводника. То есть чем быстрее будет происходить перемещение проводника относительно магнитного поля, тем условно более высокое значение будет иметь напряжение.

Счётчик-расходомер изготавливается из разных материалов, выбор которых зависит от того, какими свойствами обладает измеряемая и окружающая среда. Если она нейтральная, то для электродов выбира-

ют нержавеющую сталь, если агрессивная — электроды делают из титана, тантала, платино-иридиевого и других устойчивых сплавов. Проточную часть прибора покрывают материалом, препятствующим разряду ионов во время их контакта с металлической трубой. Для неагрессивной жидкости и невысоких температур подходит обычная техническая резина. Если эксплуатация оборудования планируется в агрессивной среде, футеровку исполняют из различных фторопластов или керамики (для абразивных сред).

Среди преимуществ электронных расходомеров:

- стабильная работа, поскольку нет движущихся деталей;
- возможность применения на трубопроводах большого диаметра;
- низкий коэффициент сопротивления потоку, что снижает потери давления на измерительном участке;
- возможность эксплуатации в широком динамическом диапазоне (1:100) и выше;
- работа при минимальных длинах требуемых измерительных участков.

Типовая конструкция прибора учёта состоит из первичного преобразователя, электронного преобразователя и встроенного индикатора. Первичный преобразователь, представляющий собой стальной корпус с фланцами, проточная часть которого футеруется различными материалами в зависимости от условий эксплуатации прибора, устанавливается на трубопровод. Главное, чтобы измеряемая жидкость проводила ток, поэтому такого типа датчики не могут вести учёт углеводородов, дистиллированной воды и многих неводных растворов.

Электронный блок крепится на корпусе первичного преобразователя с помощью стойки (в интегральном исполнении). Индикатор с жидкокристаллическим дисплеем отображает основные показатели измерений. Дополнительно ещё об одной интересной особенности контроля расхода жидкостей и газов для измерения расхода различных жидкостей, способных работать с агрессивными и неоднородными средами, можно прочитать в [4].

Проточную часть и электронный блок устанавливают отдельно друг от друга. Такой вариант выбирается при необходимости работы с жидкостями при высокой температуре (от +80



Рис. 11. Принцип работы кориолисового расходомера

до +130°C). Допустимая длина удаления датчика от устройства-анализатора 50 м.

Конструктивно счётчик рассчитан на фланцевый тип монтажа. Однако есть варианты исполнения с «молочной гайкой» – такое соединение востребовано в пищевой промышленности.

Наличие гигиенического сертификата позволяет использовать устройства в производстве продуктов питания: молока, сахара, пива и т.д.

Особый тип промышленных расходомеров – кориолисовые (coriolis flowmeters), это универсальные приборы для измерения массового расхода и плотности прямым методом и объёмного расхода методом пересчёта. Принцип работы устройства (представлен на рис. 11) основан на базовом физическом явлении появления ускорения при движении среды в вибрирующей трубке.

В результате возникают силы, закручивающие трубку, так как во входной половине трубки сила, действующая со стороны среды, препятствует её смещению, а в выходной способствует. Это приводит к появлению разности фаз колебаний подводящей и отводящей труб сенсора. Данный эффект называется эффектом Кориолиса [4].

Мы рассмотрели примеры разного оборудования, в которых применяются принципы эффекта Холла, лопастные

и поршневые контакторы: от маленьких датчиков протока для небольших магистралей до промышленных контроллеров огромных объёмов. Знание примеров, элементной базы и принципа работы датчиков контроля жидких сред даёт большие перспективы применения рассмотренных устройств для новых разработок как в области бытового, медицинского, так и промышленного назначения.

Литература

1. Кашкаров А.П. Нужны ли в Выборге рюмочные? URL: <https://gazetavyborg.ru/news/mestnoe-vremya/nuzhny-li-v-vyborge-ryumochnye/>.
2. ЭМИС: производство расходомеров. URL: <https://emis-kip.ru/ru/company/sob/articles/printsip-deystviya-elektromagnitnogoraskhodomera/>.
3. Каталог оборудования. URL: <https://www.kipspb.ru/catalog/6550/>.
4. Сайт фирмы ЭМИС. Промышленное оборудование. URL: <https://emis-kip.ru/ru/company/sob/articles/printsip-raboty-datchikov-davleniya/>.



НОВОСТИ МИРА

«Росэлектроника» разрабатывает мощные СВЧ-устройства для организации космической связи по всей России

Холдинг «Росэлектроника» Госкорпорации Ростех начинает разработку мощных ламп бегущей волны для наземных систем космической связи, которые обеспечат цифровое телевидение, высокоскоростной доступ в Интернет, услуги проводной и мобильной связи по всей стране.

Создание опытных образцов новых устройств и проведение испытаний запланировано на 2024 год.

Лампы бегущей волны являются одними из ключевых элементов наземных станций спутниковой связи. Они выполняют роль усилителей мощности сверхвысокочастотной радиоволны, которые позволяют увеличить расстояние доставки радиосигнала. Эти приборы способны усилить мощность сигнала в сотни тысяч раз и имеют длительный срок эксплуатации.

В рамках проекта планируется создать два типа ламп бегущей волны – С- и К-диапазонов с выходной мощностью в режиме насыщения до 700 Вт и воздушным охлаждением прибора. На базе этих устройств в дальнейшем можно будет создавать приборы с ещё более высоки-



ми уровнями мощности, а также в смежных диапазонах.

Разработку ведёт предприятие холдинга «Росэлектроника» – НПП «Алмаз». Проект реализуется при поддержке Минпромторга России.

В рамках проекта «Цифровая Россия» планируется создание высокотехнологичной инфраструктуры для цифровизации страны. Для обеспечения качественной связи потребуется запуск большого количества коммуникационных спутников и создания наземных станций космической связи. Лампы бегущей волны с увеличенной мощностью позволят решить стоящие сегодня задачи, а также сформируют

технологический задел для дальнейшего развития СВЧ-приборов данного типа. Серийное производство устройств мы планируем запустить в 2025 году после прохождения всего цикла испытаний, сказал генеральный директор НПП «Алмаз» Михаил Апин.

НПП «Алмаз» в составе «Росэлектроники» разрабатывает и серийно выпускает сверхвысокочастотные приборы и другие изделия для телекоммуникационного оборудования, которое входит в состав авиационных и космических аппаратов, а также систем наземного и морского базирования.

electronics.ru