

Существенное расширение эксплуатационных возможностей запорно-регулирующих клапанов «КЗР-Аргонавт»

за счет применения новой встроенной микроконтроллерной электроники

— **О. К. Курбатов, д.т.н., Лауреат Госпремии СССР, Генеральный директор НПФ «АРГОНАВТ-ТЕМП»**
Л. А. Костин, Главный специалист НПФ «АРГОНАВТ-ТЕМП»
И. Ю. Суцинский, Ведущий специалист НПФ «АРГОНАВТ-ТЕМП»

Энергосберегающие гидравлические запорно-регулирующие клапаны типа «КЗР-АРГОНАВТ» [1, 2] обеспечивают необходимое для проведения технологического процесса плавное регулирование потоков рабочей среды от максимального значения до полного перекрытия. Клапаны этого типа содержат электропривод, перемещающий плунжер клапана в положение, соответствующее требуемой пропускной способности (Kv_i).

С точки зрения оснащенности автоматикой эти клапаны могут быть разделены на три группы:

- а) клапаны, не содержащие электроники;
- б) клапаны, дополненные преобразователем положения плунжера в аналоговый выходной сигнал;
- в) клапаны, оснащенные контроллером, обеспечивающим управление двигателем клапана по входному управляющему сигналу.

Первая группа предназначена для применения, как правило, в режиме ручного управления.

Клапаны второй группы могут применяться в системах автоматического регулирования при условии дистанционного управления двигателем клапана.

Наиболее перспективными являются клапаны третьей группы. Для управления таким клапаном необходим аналоговый управляющий сигнал, который может задавать положение плунжера или необходимую пропускную способность. Контроллер клапана обеспечивает управление приводом клапана с учетом характеристик привода и плунжера, освобождая внешнюю систему автоматического регулирования от необходимости учета характеристик каждого клапана. Это важное обстоятельство упрощает задачу регулирования и повышения динамической устойчивости системы, т. к. каждый клапан, управляемый собственным контроллером, представляет собой стандартный модуль, обеспечивающий однозначную зависимость выходного параметра от управляющего сигнала. Качество работы клапана может быть оценено путем сравнения входного управляющего сигнала с выходным.

Рассмотрим более подробно технические решения, применяемые в клапанах второй и третьей групп, поставляемых НПФ «АРГОНАВТ-ТЕМП» со встроенной микроконтроллерной электроникой (рис. 1).

При комплектовании клапанов словацкими приводами фирмы Regada за базовые конструкции выбраны самые дешевые и компактные приводы без дополнительной электроники с резистивным датчиком положения плунжера клапана — типа STO, STO.1 и ST2 [3].

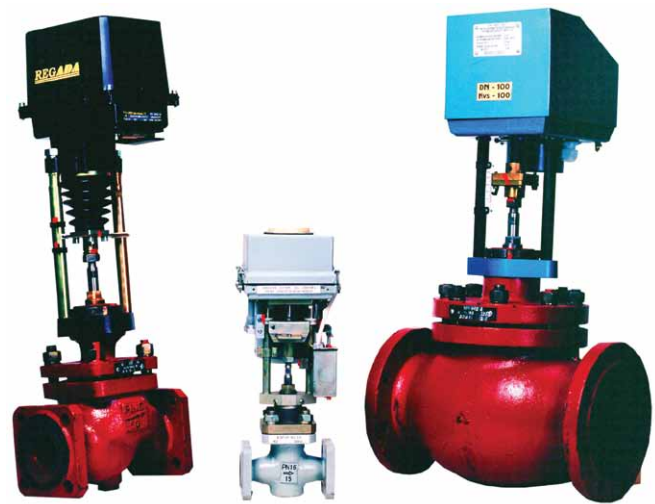


Рис. 1. Запорно-регулирующие клапаны типа «КЗР-АРГОНАВТ» DN=50, 15 и 125 мм с отечественными и словацким (фирмы Regada) электромеханическими приводами и встроенной электроникой

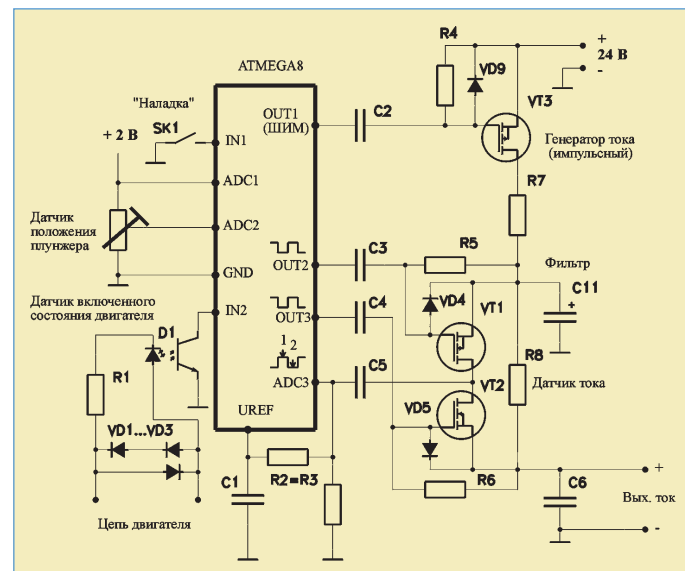


Рис. 2. Схема преобразователя положения плунжера клапана в стандартный токовый сигнал

На рис. 2 представлена упрощенная схема преобразователя положения плунжера клапана в стандартный токовый сигнал в диапазоне 4 — 20 мА. Схема построена на базе микроконтроллера ATMEGA8 фирмы Atmel.

Применение цифрового микроконтроллера, содержащего несколько каналов аналого-цифрового преобразования, широтно-импульсный преобразователь, оперативную и энергонезависимую память, позволяет получить ряд следующих преимуществ:

1. Схема работает с датчиком положения плунжера клапана, представляющим собой переменный резистор, включенный по схеме потенциометра, движок которого механически связан с плунжером клапана. Резистор может иметь любое номинальное сопротивление в диапазоне от 100 Ом до 1 кОм. При этом не требуется стабилизации напряжения (около 2 В), подводимого к датчику. Оба эти преимущества реализуются следующим способом. Практически одновременно производятся замеры напряжений на входах ADC1 (напряжение питания датчика) и ADC2 (выходное напряжение датчика). После этого программным путем результат второго замера делится на результат первого. Полученное отношение соответствует в чистом виде положению движка датчика, т. к. при делении сокращаются напряжения и сопротивления.

2. Замер положения движка может быть произведен с высокой точностью, которая определяется в основном дискретностью аналого-цифрового преобразования. При напряжении на датчике около 2 В значение цифрового отсчета составляет около 800 единиц, т. е. может быть достигнута минимальная приведенная погрешность около 0,125 %.

3. Генератор выходного тока работает в ключевом режиме, позволяющем применение маломощного транзистора VT3, управляемого через разделительный конденсатор C2 от выхода OUT1 широтно-импульсного модулятора (ШИМ).

4. Регулировка выходного тока производится плавно за счет того, что ШИМ микроконтроллера имеет 10 двоичных разрядов, т. е. выходной ток в процессе регулирования может принимать более тысячи различных дискретных значений.

5. Стабилизация выходного тока производится с высокой точностью за счет высокой точности его измерения. При сопротивлении датчика тока равном 100 Ом падение напряжения на нем, соответствующее току 20 мА, равно 2 В. Это дает отсчет аналого-цифрового преобразования 800 единиц, т. е. одна единица отсчета соответствует току 0,025 мА или приведенной погрешности 0,125 %.

Измерение производится следующим образом. Полевые комплементарные транзисторы VT1 и VT2 открываются поочередно прямоугольными импульсами от выходов OUT2 и OUT3 через разделительные конденсаторы C3 и C4. На объединенных стоках транзисторов напряжение равно напряжению на верхнем по схеме выводе датчика тока, когда открыт транзистор VT1 или напряжению на нижнем выводе, когда открыт транзистор VT2. От стоков переменное напряжение через разделительный конденсатор C5 поступает на вход измерения тока ADC3. Среднее напряжение на этом входе задается высокоомным делителем R2/R3 и равно половине опорного напряжения аналого-цифрового преобразователя микроконтроллера. В каждом цикле измерения производится два замера: первый — при открытом транзисторе VT1; второй — при открытом транзисторе VT2. Затем второй замер вычитается из первого. Это и есть отсчет измеренного тока. Преимущество такого способа измерения заключается в том, что замер тока производится с максимальной разрешающей способностью вне зависимости от напряжения на выходе. Стабилизация тока производится программным путем в функции пропорционально-интегрального регулирования (ПИ-регулятора). Коэффициенты регулятора подобраны таким образом,

что преобладает интегральная составляющая, которая приводит отклонение на выходе практически к нулю.

Для примера на рис. 3 представлена запись выходного тока во времени для клапана КЗР-80Р (разгруженного). Большое деление шкалы соответствует отклонению тока на 0,1 мА, что в диапазоне 4–20 мА соответствует приведенной погрешности 0,5 %. Время записи — около 1 часа.

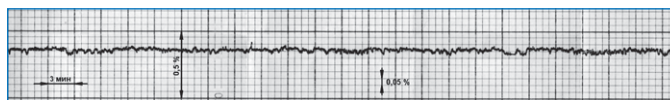


Рис. 3. Запись выходного тока, преобразователя во времени, соответствующего промежуточному положению плунжера клапана КЗР-80Р.

6. В выходном сигнале преобразователя присутствует динамическая составляющая. Она представляет собой поправку на инерционный выбег механизма привода клапана. Это значит, что при движении клапана выходной сигнал соответствует не положению плунжера клапана в момент замера, а тому положению, которое плунжер займет, если двигатель будет отключен в данный момент. Поправка позволяет упростить управление клапаном и повысить точность остановки клапана в заданной точке. Сигнал о включенном состоянии клапана поступает от цепи питания двигателя через оптрон на вход IN2 микроконтроллера.

7. Настройка преобразователя, установленного в приводе клапана, производится в полуавтоматическом режиме нажатием единственной кнопки, подключенной к входу IN1. При настройке энергонезависимую память преобразователя записываются настройки, которые сохраняются в течение всего срока эксплуатации клапана:

а) положения движка датчика положения плунжера, соответствующие крайним положениям механизма привода;

б) настройки, обеспечивающие соответствие выходного сигнала крайним положениям клапана: 20 мА при полностью открытом и 4 мА при закрытом;

в) поправки на инерционный выбег механизма привода клапана отдельно для закрытия и открытия. Эти поправки действуют при включении преобразователя после перерыва в работе. При работе привода поправки обновляются в оперативной памяти преобразователя, что позволяет обеспечить компенсацию выбега механизма при его изменении в процессе эксплуатации.

8. Преобразователь ведет учет суммарного рабочего времени (ресурса) включенного состояния клапана и суммарного времени включенного состояния двигателя (моточасы). Считывание записей в специальном коде производится по миганию двухцветного светодиода при нажатии кнопки настройки.

9. Конструктивно преобразователь выполнен в виде компактной печатной платы, которая может быть размещена практически в любом имеющемся на рынке приводе. Габаритные размеры преобразователя: 45x45x20 мм.

Контроллер, разработанный и выпускаемый фирмой «АРГОНАВТ-ТЕМП» в составе запорно-регулирующих клапанов третьей группы, также содержит микроконтроллер ATMEGA8. Конструктивно он так же, как и преобразователь, выполнен в виде печатной платы того же габарита 45x45x20 мм и содержит все те же элементы, кроме датчика включенного состояния двигателя, но дополнительно имеет аналоговый управляющий вход и два твердотельных реле для управления реверсивным двигателем привода клапана. На рис. 4 показан клапан КЗР-80Р с установленным в его приводе контроллером.

Поскольку контроллер клапана включает в себя как составную часть преобразователь положения плунжера, он обладает всеми свойствами преобразователя, описанными выше. Дополнительные преимущества возникают за счет того, что контроллер учитывает индивидуальные свойства клапана при управлении его приводом, что, конечно же, невозможно при управлении приводом клапана непосредственно от центральной системы управления.

1. Клапан, оснащенный контроллером, представляет собой следящую систему, которая непрерывно поддерживает точное соответствие между входным управляющим сигналом и выходным параметром, которым, на выбор, может быть перемещение плунжера или пропускная способность (Kv_i) клапана. Соответствие может быть линейным или равнопроцентным, при котором изменение входного сигнала на 10 % приводит к изменению Kv_i в полтора раза. В таком режиме работы расширяется диапазон плавного регулирования расхода рабочей среды.

Выбор нужного режима работы производится установкой переключки на плате контроллера.

На Рис. 5 показан в качестве примера график зависимости текущей пропускной способности от входного сигнала для клапана КЗР-80Р, оснащенного контроллером, работающим в режиме управления перемещением (ходом). На графике видна нелинейность, обусловленная конструкцией клапана.

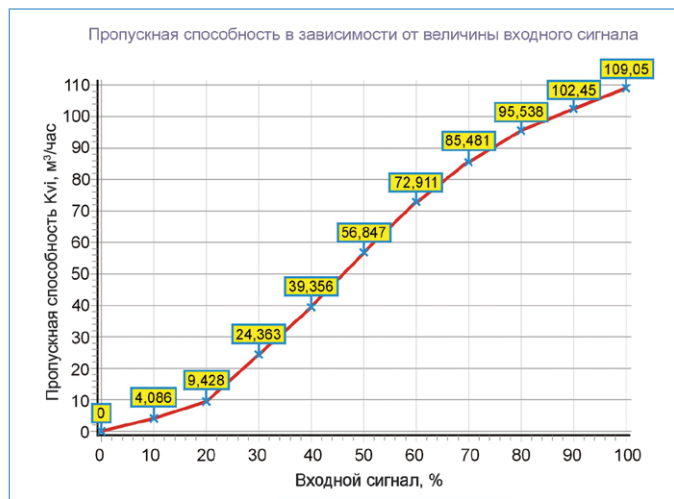


Рис. 5. Зависимость пропускной способности от относительного управляющего сигнала (пропорционального перемещению плунжера)

На рис. 6 — характеристика того же клапана, но его контроллер переключен в режим управления пропускной способностью. Теперь клапан имеет стандартную линейную характеристику.

На рис. 7 — равнопроцентная зависимость Kv_i от относительного входного сигнала, полученная на том же клапане переключением режима работы контроллера.

Все три графика получены при испытании клапана на автоматизированном испытательном стенде [4,5].



Рис. 4 Клапан КЗР-80Р с установленным в его приводе контроллером (вид сверху)

2. Программа, записываемая в контроллер при его установке в клапан, содержит типовые параметры для каждого типа клапана, определяемые при разработке клапана, его отладке и прогоне на автоматизированном испытательном стенде. Полученные данные заносятся в виде таблиц. Таблицы хранятся в энергонезависимой памяти контроллера в течение всего срока службы клапана, как и заводские настройки.

3. Для устойчивой работы привода используются поправки на инерционный выбег, которые закладываются в память контроллера при заводской настройке и обновляются при каждом включении привода. Кроме того, в программе имеется специальная функция активного подавления «рыскания» привода.

4. Контроллер непрерывно измеряет продолжительность включения (ПВ) двигателя привода. Если возникает опасность перегрева, работа клапана блокируется на время, необходимое для охлаждения двигателя. В это время контроллер выдает аварийный сигнал замыканием изолированного контакта.

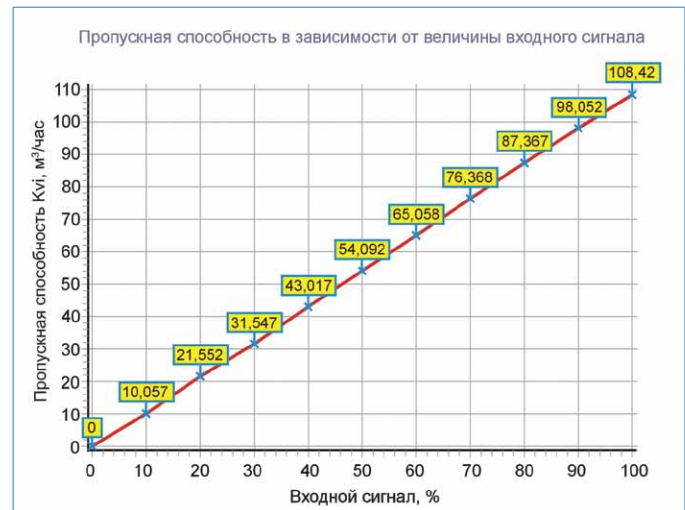


Рис. 6. Зависимость пропускной способности от управляющего сигнала — линейная характеристика

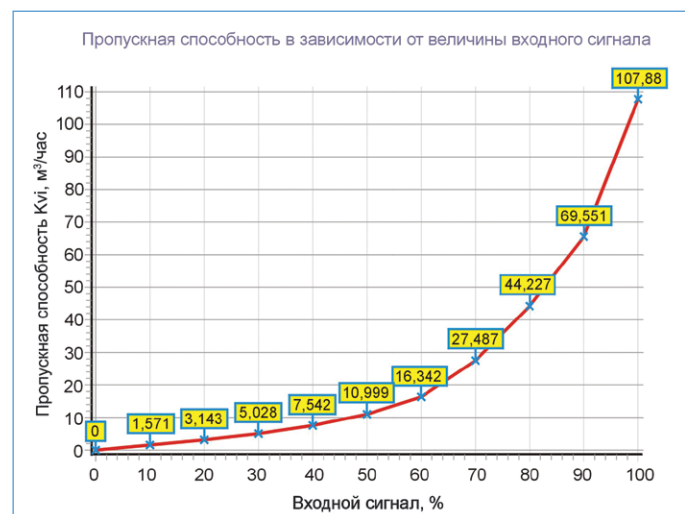


Рис. 7. Зависимость пропускной способности от управляющего сигнала — равнопроцентная характеристика

5. Если возникает ситуация, когда двигатель включен, а перемещения плунжера не происходит, контроллер блокирует работу клапана до его отключения для ремонта и выдает аварийный сигнал, как и при перегреве двигателя.

6. Контроллер клапана, как и описанный выше преобразователь, ведет учет времени своего включенного состояния и времени работы двигателя привода. Записи также могут быть считаны в виде специального светового кода при нажатии кнопки на плате контроллера.

7. Настройка клапана, оснащенного контроллером, производится один раз при установке преобразователя в привод клапана. Процесс настройки происходит автоматически после его включения нажатием кнопки на плате контроллера.

Практика изготовления и эксплуатации запорно-регулирующих клапанов, оснащенных преобразователями или контроллерами, разработанными НПФ «АРГОНАВТ-ТЕМП» показывает, что кроме малых габаритов и стоимости встроенная электроника фирмы составляет существенную конкуренцию имеющимся лучшим импортным образцам за счет высокого уровня заложенных в нее инженерных решений и учета реальных требований к оборудованию на объектах теплоэнергетики.

Заключение.

С целью расширения эксплуатационных возможностей запорно-регулирующих клапанов «КЗР-АРГОНАВТ» разработаны и серийно выпускаются встраиваемые в электроприводы клапанов малогабаритные электронные преобразователи сигнала перемещения плунжеров и многофункциональные контроллеры.

Электронный преобразователь обеспечивает работу клапана с выходным токовым сигналом в диапазоне от 4 до 20 мА в зависимости от степени открытия клапана. При этом клапаны «КЗР-АРГОНАВТ» могут применяться в составе автоматизированных систем с компьютерным управлением, типичных для отечественных теплоэнергетических объектов.

Возможно внешнее управление клапаном стандартным токовым сигналом в диапазоне 4–20 мА или сигналом напряжения 4–10 В.

Встраиваемый в клапан контроллер, обладающий всеми свойствами преобразователя, обеспечивает также «гибкое» изменение фактической пропускной характеристики клапана, превращая ее либо в линейную, либо в равнопроцентную зависимость Kv_i от входного сигнала. Эта новизна клапанов «КЗР-АРГОНАВТ» может существенно упрощать и повышать надежность центральной системы управления.

Литература:

1. Виноградов М. И., Галиев М. С., Курбатов О. К., Леонтьев А. Ф., Толмачёв П. Л. Трубопроводная арматура для автоматизированных теплоэнергетических объектов городского хозяйства и промышленности. ТПА, № 4 (37), 2008. С 99-101.

2. Курбатов О. К., Леонтьев А. Ф., Толмачёв П. Л. Запорно-регулирующий односедельный клапан. Патент РФ № 2116538. М.: РОСПАТЕНТ, 1998.

3. Каталог фирмы REGADA (Словакия) электроприводы STANDARD, 2012

4. Виноградов М. И., Галиев М. С., Курбатов О. К. Автоматизированный измерительный гидравлический стенд для определения основных характеристик гидравлической и газовой энергосберегающей арматуры. ТПА, № 4 (31), 2007. С 59-60.

5. Курбатов О. К., Рожков Н. Н., Кошелев Н. И. Неявные ошибки потребителей при выборе энергосберегающих запорно-регулирующих гидравлических клапанов. ТПА, № 2 (53), 2011. С 35-37.



Для служебного пользования

Будьте в курсе последних событий в отрасли арматуростроения

Новый информационно-аналитический журнал «ТПА Экспресс» для руководителей предприятий и главных специалистов

- Ежемесячный мониторинг арматурного рынка России
- Новости арматурных заводов
- Маркетинг, аналитика, прогноз
- Новые технологии и конструкции
- Новинки зарубежного арматуростроения
- Полные тексты новых арматурных стандартов и НТД

Издатель: Маркетинговый центр по трубопроводной арматуре и компания «Валверус-ТПА». Главный редактор Дмитрий Грак.

WWW.VALVERUS.INFO

Дополнительная информация по тел. +7 812 932-0897