



## ВВЕДЕНИЕ

Значимость диагностики регулирующих клапанов как одного из элементов системы автоматического регулирования трудно переоценить.

Длительное время на всех предприятиях России использовались аналоговые позиционеры, обеспечивающие заданную координацию положения рабочего органа клапана. Эти позиционеры не обладают специальными возможностями диагностики состояния клапанов.

Перспективным подходом к диагностике регулирующих клапанов является комплектация последних интеллектуальным или смарт-позиционером. Цель подобных позиционеров – проводить постоянный и эффективный мониторинг состояния как самого прибора, так и клапана. Это значит, что прежде, чем произойдет отказ клапана или исполнительного механизма, то есть прежде, чем возникнет негативное воздействие на ТП, позиционер сформирует сообщение с запросом на обслуживание.

Продолжая говорить о дальнейших направлениях развития регулирующего клапана, цепочку развития можно продолжить следующим образом:

- сочетание смарт-позиционера с контроллером, на который поступают сигналы от датчиков;
- сочетание смарт-позиционера с контроллером и датчиками (например, температуры и давления), которые крепятся на регулирующем клапане;
- беспроводные системы.

Обзор конструкций ведущих зарубежных фирм показывает современную реализацию этих направлений. В номере журнала представлены материалы от компаний ABB, Emerson, Flowserve, Invensys, Masoneilan, Samson, Siemens, Yokogawa.

Вопросы диагностики электроприводной трубопроводной арматуры представлены в этом выпуске журнала статьей авт. *В.А. Мозжечкова* и *А.С. Савина*.

*Редакция выражает благодарность за помощь в подготовке номера Зилонову Михаилу Олеговичу – канд. техн. наук, директору компании "ЛГ Автоматика" и Казинеру Юрию Яковлевичу – независимому эксперту.*

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РЕГУЛИРУЮЩИЕ КЛАПАНЫ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПОЗИЦИОНЕРЫ (СМАРТ-ПОЗИЦИОНЕРЫ)

Ю.Я. Казинер

*Введены понятия интеллектуального регулирующего клапана и интеллектуального позиционера или смарт-позиционера. Показано, что интеллектуальный клапан способен реализовать следующие шесть функций: мониторинг, автоматическая настройка, диагностика, конфигурирование, моделирование, архивирование. Перечислены основные неисправности или погрешности регулирующего клапана, которые могут быть обнаружены с помощью смарт-позиционера. Сделан вывод о том, что полный переход на интеллектуальные приборы – это всего лишь вопрос времени.*

*Ключевые слова: мониторинг, автоматическая настройка, диагностика, конфигурирование, моделирование, архивирование, интеллектуальный позиционер, смарт-позиционер, регулирующий клапан.*

Общемировой и российский опыт показывает устойчивый рост числа применяемых интеллектуальных регулирующих клапанов, то есть клапанов, снабженных исполнительными механизмами с интеллектуальными позиционерами (смарт-позиционерами). Соотношение между аналоговыми позиционерами и смарт-позиционерами неуклонно растет в пользу второго класса этих приборов. Ряд зарубежных фирм – ведущих производителей регулирующих клапанов и электропневматических позиционеров – вообще прекратил выпуск аналоговых позиционеров, сохранив в производственной программе только интеллектуальные. Как мы видим, ситуация аналогична той, что имеет место с преобразователями (датчиками): полный переход на интеллектуальные приборы – это всего лишь вопрос времени.

Таким образом, интеллектуальный регулирующий клапан – это клапан, комплектуемый интеллектуальным позиционером. (В дальнейшем будем называть интеллектуальный позиционер смарт-позиционером). Смарт-позиционер – это позиционер, обладающий вычислительными и коммуникационными возможностями.

Совершенно очевидно, что традиционный регулирующий клапан, снабженный аналоговым позиционером, строго говоря, не соответствует современным АСУ.

Клапан получает командную информацию в виде сигнала стандартной природы и диапазона, но ответного сигнала об исполнении команды АСУ он не формирует и не передает. О том, как клапан реализовал командную информацию (изменил положение затвора и, соответственно, расход), можно судить только по изменению регулируемого параметра. В отличие от традиционного регулирующего клапана интеллектуальный клапан с помощью смарт-позиционера обменивается информацией с контроллером. В результате обмена информацией удастся реализовать следующие шесть функций: мониторинг, автоматическая настройка, диагностика, конфигурирование, моделирование, архивирование.

Рассмотрим содержание этих функций применительно к интеллектуальному регулирующему клапану (регулирующему клапану с пневматическим исполнительным механизмом и электропневматическим смарт-позиционером).

- В режиме "Мониторинг" происходит просмотр параметров клапана и позиционера, среди которых могут быть такие, как: текущее значение входного сигнала и хода затвора, заданная пропускная характеристика, реальная характеристика "сигнал – ход затвора", вид действия (прямой или обратный), условный ход

*Успеха в ближайшем десятилетии добьются только те компании, которые сумеют реорганизовать свою работу с помощью цифрового инструментария.*

Билл Гейтс

штока, зона нечувствительности, время полного хода (для каждого направления), уставки сигнализации.

- В режиме "Автоматическая настройка" происходит настройка позиционера под конкретные параметры регулирующего клапана, причем позиционер, оптимизируя форму переходного процесса, устанавливает значения некоторых параметров, например зоны нечувствительности.

- В режиме "Диагностика" выполняется измерение или вычисление рабочих характеристик клапана, определяющих его состояние и, в частности, необходимость ревизии или ремонта. К таким параметрам относятся: число циклов срабатывания; суммарное перемещение штока; гистерезис характеристики сигнал-ход (этот параметр определяет силу трения в сальнике и направляющей втулке); усилие уплотнительного контакта в дроссельной паре; начальное и конечное значение хода штока (или вала) регулирующего клапана. Именно здесь происходит формирование сигнала тревоги, требующего какого-либо вмешательства в работу клапана.

- В режиме "Конфигурирование" происходит изменение параметров позиционера в связи с изменением параметров регулирующего клапана или объекта регулирования.

- В режиме "Моделирование" происходит принудительное задание значений командного сигнала или положения штока в целях, например, проверки датчика обратной связи или уставок сигнализации. Возможно также формирование стандартного возмущающего воздействия по ходу клапана на предмет проверки преобразователей и системы в целом. Эти операции могут проводиться при помощи ПО (напри-

мер, с рабочего места оператора), клавиатуры позиционера или ручного коммуникатора.

- В режиме "Архивирование" происходит сохранение в памяти данных по характеристикам позиционера.

Применение интеллектуальных регулирующих клапанов особенно важно из-за особенностей клапана как элемента системы автоматического управления. Укажем лишь некоторые из этих особенностей.

- Регулирующий клапан — неотъемлемая часть системы автоматического управления. Повышение сложности, объема и технического уровня системы в целом приводит к необходимости повышения технических требований к регулирующему клапану.

- Регулирующий клапан является самым уязвимым звеном в контуре автоматического управления с точки зрения воздействия регулируемой среды. Вибрация, коррозионный и эрозионный износ, кавитационная эрозия, отложения в проточной части клапана — все это нарушает нормальную работу регулирующего клапана.

- Именно это важное и наиболее уязвимое звено системы автоматического регулирования не дублируется.

- Исходные данные и требования для выбора регулирующего клапана часто неполны и недостаточны. Это значит, что характеристики регулирующего клапана, установленного в системе автоматического регулирования, часто нуждаются в корректировке.

- Снятие регулирующего клапана с трубопровода для ревизии или ремонта часто представляет собой проблему (из-за невозможности останова ТП).

- Регулирующий клапан комплектуется позиционером у поставщика (изготовителя) регулирующих клапанов. Получается трехстадийный процесс: изготовитель (поставщик) позиционера, изготовитель (поставщик) регулирующего клапана, пользователь (заказчик).

Стандартный аналоговый электропневматический позиционер представляет собой регулятор положения подвижной системы (штока или вала) регулирующего клапана. Кстати, по-немецки позиционер переводится как *Stellungsregler*, что буквально означает "регулятор положения". Параметры аналогового позиционера представлены в таблице.

Как мы видим, функция аналогового позиционера заключается лишь в изменении положения подвижной системы регулирующего клапана в соответствии с командным сигналом. При этом в функцию аналогового позиционера вовсе не входит мониторинг, диагностика и сигнализация неисправностей.

Перечислим некоторые неисправности или погрешности регулирующего клапана:

- загрязнение штока или направляющей втулки;
- повышение силы трения в сальнике или направляющей втулке, что приводит к увеличению зоны нечувствительности регулирующего клапана и снижению его точности;

Таблица

Параметры контроллера	Параметры позиционера
Задание	Командный сигнал на регулирующий клапан (от контроллера)
Параметр	Действительное положение подвижной системы регулирующего клапана (штока исполнительного механизма, штока регулирующего клапана и затвора)
Сигнал действующего рассогласования	Разность между командным сигналом на регулирующий клапан (от контроллера) и действительным положением подвижной системы регулирующего клапана
Преобразователь параметра	Потенциометр или пружина, преобразующие положение подвижной системы соответственно в токовый сигнал или усилие
Усилитель сигнала действующего рассогласования	Микроконтроллер
Исполнительное устройство (регулирующий клапан)	Вентильный блок

**Примечание:** традиционной конструкцией преобразователя положения подвижной системы является пружина.

- "закусывание" штока из-за увеличения силы трения покоя (может быть вызвано загрязнением штока);
- разрыв мембраны исполнительного механизма;
- повреждение седла или затвора в плане удаления части материала с их поверхности;
- нарост материала на поверхности затвора, седла или проточной части регулирующего клапана;
- неисправность самого позиционера.

Выявление настоящих и (что более важно!) будущих неисправностей регулирующего клапана с помощью смарт-позиционера реализуется на основании совместных данных по командному сигналу и положению затвора. Знание распределения этих параметров во времени и соотношения между ними позволяет предвидеть многие будущие неисправности. Приведем лишь несколько примеров.

- Резкое смещение точки закрытия прохода в клапане (затвор упирается в седло) вниз означает повреждение седла или затвора в плане удаления части материала с их поверхности.
- Постепенное смещение точки закрытия прохода в клапане (затвор упирается в седло) вниз означает постепенное удаление части материала с поверхности седла или затвора.
- Резкое смещение точки закрытия прохода в клапане (затвор упирается в седло) вверх означает перекрытие прохода в седле.
- Постепенное смещение точки закрытия прохода в клапане (затвор упирается в седло) вверх означа-

ет постепенный нарост материала на поверхности затвора или седла.

- Если уменьшается отношение изменения положения подвижной системы к изменению входного командного сигнала, то это может означать повреждение мембраны.

Важным элементом режима "Моделирование" является испытание неполным ходом. Это принудительное изменение давления с целью совершения неполного хода. Цель этого испытания — проверить возможность совершения перемещения и очистить шток от загрязнения или отложения. Периодичность этого испытания устанавливается пользователем. Запустить это испытание можно: непосредственно с позиционера (по месту, с помощью кнопок), от компьютера (с рабочего места оператора), с помощью программы. Кроме того, можно задать период испытания.

Таким образом, интеллектуальный клапан становится интегрированной частью системы автоматического управления, которая формирует и передает в общее информационное поле данные о самом клапане, позиционере, а также о преобразователях и системе в целом. Применение интеллектуальных исполнительных устройств позволяет получить такие данные или реализовать такие функции, какие в случае использования клапанов с традиционными позиционерами потребовали бы дорогостоящего оборудования, ревизии клапана и позиционера по месту, а в ряде случаев — снятия клапана с трубопровода.

*Казинер Юрий Яковлевич — канд. техн. наук, независимый эксперт.  
E-mail: ykaziner@mail.ru*

## ЦИФРОВЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ FIELDVUE

### С ФУНКЦИЕЙ РАСШИРЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ РЕГУЛИРУЮЩИХ КЛАПАНОВ

Emerson Process Management

*Отмечены важность и значимость наличия у современных цифровых позиционеров функции расширенной диагностики (Performance Diagnostic). Представлены технические характеристики и конструктивные особенности цифрового позиционера FIELDVUE, функции расширенной диагностики которого реализуются с помощью ПО AMS ValveLink.*

*Ключевые слова: расширенная диагностика, регулирующий клапан, диагностика, мониторинг.*

Требования к повышению производительности производства являются постоянными. Они достигаются путем реализации следующих факторов: регулярный рост производительности; снижение производственных затрат; увеличение объемов производства и прибыльности.

Для удовлетворения этих требований используются различные аспекты организации производства. Обычно все инициативы фокусируются на уровнях управления бизнес-процессами (ERP) и производства (MES). Однако фундамент для оптимального управления на этих уровнях закладывается при автоматизации каждого контура управления ТП.

Известны различные исследования, посвященные изучению влияния работы различных контуров управления на процессы производства в целом. Результаты этих исследований показали, что разброс регу-

лируемого параметра часто увеличивается в результате посредственной работы регулируемых клапанов. Это было связано с тем, что:

- 1) неправильный выбор типа клапана затруднял регулирование в требуемых пределах;
- 2) неправильный выбор размера клапана приводил к возникновению высокого трения;
- 3) выбор клапана упрощенной конструкции не позволял осуществлять регулирование должным образом;
- 4) регламентные работы на клапанах не проводились должным образом.

Проведенные исследования позволили сделать следующее заключение: "Нежелательное поведение регулируемых клапанов вносит наибольший вклад в низкую производительность контура управления и отклонения в качестве продукции".