

## FISHER CONTROL-DISK — ДИСКОВЫЙ ЗАТВОР С СОБСТВЕННОЙ РАВНОПРОЦЕНТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

Ю.Н. Автономов (Компания Эмерсон)

*Рассмотрены особенности регулирования технологического потока с помощью поворотных дисковых затворов типа «бабочка», а также влияние собственной характеристики установленного клапана на качество регулирования в замкнутом контуре.*

*Ключевые слова: регулирование технологического потока, поворотные дисковые затворы, регулирующий клапан, качество регулирования.*

Дисковые затворы являются очень распространенной регулирующей арматурой. Секрет их популярности очевиден — простота конструкции, малые размеры и, пожалуй, самый важный фактор — дешевизна. Однако часто уже при эксплуатации обнаруживается, что правильно подобранный по всем параметрам регулирующий дисковый затвор не может обеспечить точное и стабильное регулирование процесса. Проверки расчета пропускной способности, скорости срабатывания и т. д. показывают, что все сделано верно, но проблема кроется в реальном диапазоне регулирования в замкнутом контуре, который очень тесно связан с собственной характеристикой регулирующего клапана или затвора.

Собственная характеристика — это зависимость пропускной способности клапана от хода клапана при поддержании постоянного перепада давления на клапане. При заданных условиях постоянного перепада давления пропускная способность является функцией только хода клапана, а также определяется конструкцией внутренних установочных элементов так называемого трима. Основными характеристиками клапана являются характеристики линейные, равнопроцентные и быстрого открывания. Отношение увеличения расхода через клапан к соответствующему увеличению хода клапана, которое вызвало изменение расхода, определяется как коэффициент передачи клапана. Собственная характеристика клапана полностью определяется геометрией прохода потока через клапан и не изменяется, пока перепад давления на клапане поддерживается постоянным.

Клапаны многих конструкций, особенно поворотные сегментные клапаны и дисковые затворы, имеют собственные характеристики, которые нельзя изменить простым способом. Знать собственные характеристики клапанов полезно, но более важной характеристикой для оптимизации ТП является характеристика установленного клапана, определяющая процесс в целом (клапан и прочее оборудование регулирующего контура). Характеристика установленного клапана определяется как зависимость расхода через клапан от входного сигнала, поступающего на клапан, если клапан установлен в конкретной системе, и перепад давления на клапане может меняться естественным путем, а не поддерживается постоянным.

Обычно коэффициент передачи регулируемого устройства изменяется с изменением расхода. Напри-

мер, коэффициент передачи центробежного насоса уменьшается с увеличением производительности. В таких случаях инженеру, регулирующему процесс, следует использовать клапан с равнопроцентной характеристикой, у которой коэффициент передачи увеличивается с увеличением расхода. В идеале эти две взаимно обратные тенденции должны уравновесить друг друга и обеспечить в целом более или менее линейную характеристику установленного клапана.

Теоретически контур должен настраиваться на оптимальную работу для некоторой заданной уставке расхода. Поскольку расход изменяется вверх и вниз от этой уставки, для поддержания оптимального функционирования контура регулирования желательно иметь как можно меньше меняющийся коэффициент передачи. Если коэффициент передачи контура изменяется из-за того, что собственная характеристика клапана не компенсирует изменение коэффициента передачи регулируемого объекта, то возникнут изменения в коэффициенте передачи контура из-за изменений коэффициента передачи установленного клапана. В результате процесс оптимизации становится более сложным. Существует также опасность, что коэффициент передачи контура изменится настолько, что возникнет нестабильность, предельные циклы или другие динамические эффекты.

Коэффициент передачи контура в пределах рабочего диапазона не должен изменяться больше, чем в 4 раза, в противном случае динамические характеристики контура становятся неприемлемыми. Ничего магического в соотношении 4:1 нет, просто это соотношение приняли многие производители как наиболее приемлемое для коэффициентов передачи для большинства регулирующих контуров при изменении переменной ТП в границах диапазона.

Это правило лежит в основе следующей рекомендации корпорации EnTech на пределы изменения коэффициента передачи [1]:

Коэффициент передачи контура = (% от шкалы датчика)/(% от выхода контроллера)

Номинальный диапазон: 0,5...2,0 (отношение 1:4)

Заметим, что в это определение замкнутого контура процесса входят все устройства, образующие контур регулирования, кроме контроллера. Другими словами, произведение коэффициентов передачи та-

ких устройств, как узел регулирующего клапана, теплообменник, насос или другие регулируемые системы составляют коэффициент передачи процесса. Поскольку клапан является частью контура процесса, важно так выбрать его тип и размер, чтобы характеристика установленного клапана была близкой к линейной, и коэффициент передачи оставался внутри заданных границ во всем рабочем диапазоне системы. Если коэффициент передачи самого клапана изменяется во много раз, остается меньше возможностей для настройки контроллера. Рекомендуется проектировать систему автоматизации таким образом, чтобы возможность контроллера по изменению коэффициента передачи контура регулирования была максимально большой.

Хотя относительное изменение коэффициента передачи 1:4 принято большинством пользователей, не все согласны с пределами изменения коэффициента передачи в диапазоне 0,5...2,0. Некоторые специалисты устанавливают пределы изменения коэффициента передачи контура в диапазоне 0,2...0,8, что тоже соответствует отношению 1:4. При использовании пониженных коэффициентов передачи существует потенциальная опасность, что нижняя граница коэффициента передачи приведет к большому размаху клапана в обычном режиме работы. Однако при значительном увеличении коэффициента передачи возникает опасность другого рода. В контуре могут возникнуть колебания, и он даже может потерять устойчивость, если коэффициент передачи в какой-то точке станет слишком большим. Для получения хороших динамических характеристик и стабильности контура в широком диапазоне рабочих условий многие специалисты рекомендуют проектировать устройства в контуре так, чтобы коэффициент передачи процесса оставался в традиционном диапазоне (0,5...2,0).

Оптимизация процесса требует так выбирать тип и размеры клапанов, чтобы коэффициент передачи процесса оставался в заданных пределах в максимально широком диапазоне рабочих условий. Поскольку снижение изменчивости процесса сильно зависит от поддержания постоянным коэффициента передачи установленного клапана, диапазон, в котором клапан может функционировать с коэффициентом передачи, находящимся в заданных спецификацией пределах, называется диапазоном регулирования клапана.

Если выбрать собственную характеристику клапана так, чтобы точно



Рис. 1. Диск затвора Fisher Control-Disk

компенсировать изменение коэффициента передачи системы при изменении расхода, то можно было бы ожидать, что коэффициент передачи установленного клапана будет прямой линией со значением 1,0. К сожалению, редко удается получить такое точное соответствие коэффициента передачи из-за ограниченной возможности выбора собственных характеристик. Кроме того, обычные дисковые затворы и сегментные

клапаны не имеют вариантов установочных комплектов, которые бы позволили менять собственную характеристику клапана.

Это препятствие можно обойти, если изменить собственную характеристику узла клапана при помощи кулачка, установленного в цепь обратной связи позиционера. Однако такой способ значительно изменяет коэффициент передачи контура позиционера, что сильно ограничивает динамический отклик последнего и гораздо менее эффективен, чем использование клапана с нужной собственной характеристикой.

Современные интеллектуальные позиционеры позволяют задать пользовательскую характеристику преобразования входного сигнала в давление (ранее того же эффекта достигали при помощи специального кулачка обратной связи). В этом методе производится перекалибровка входного сигнала путем использования линейного сигнала контроллера в диапазоне 4...20 мА с помощью предварительно запрограммированной таблицы. В результате преобразования входного сигнала можно получить требуемую характеристику клапана. Поскольку изменение характеристики проводится вне контура обратной связи позиционера, такой метод имеет преимущества перед использова-

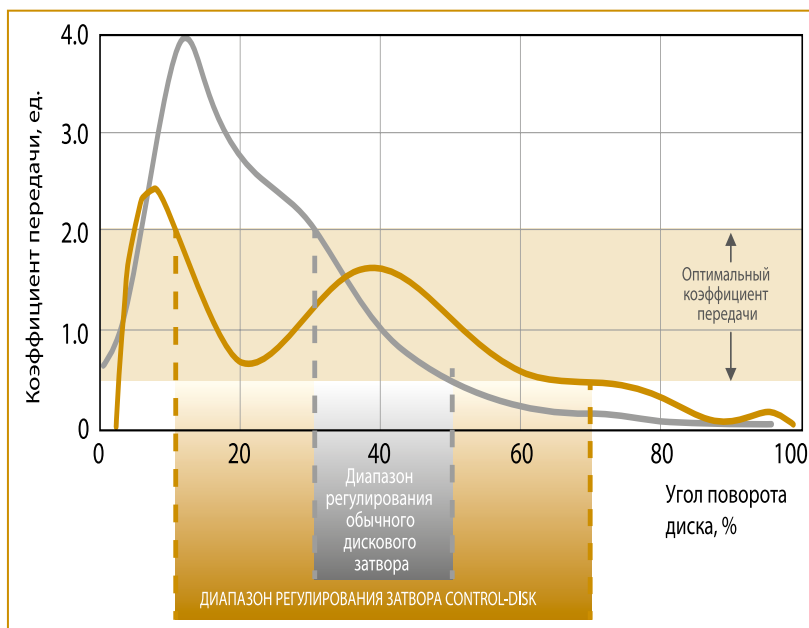


Рис. 2. Зависимость диапазона регулирования от коэффициента передачи

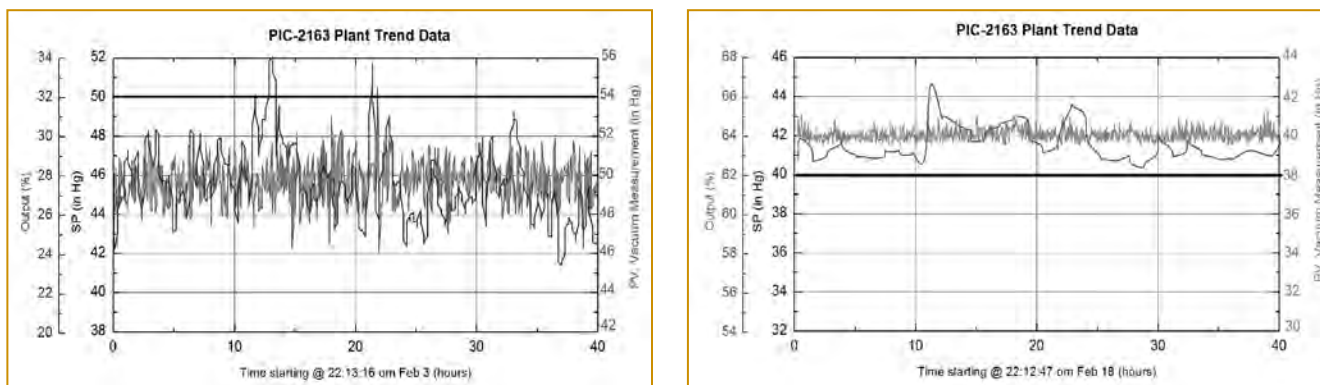


Рис. 3. Изменчивость процесса с обычным дисковым затвором (слева) и после установки затвора Control-Disk (справа)

нием кулачков, так как нет проблем с изменением коэффициента передачи контура позиционера. Однако и он имеет свои динамические ограничения. Например, могут быть области, где за счет такого изменения значения характеристики изменение сигнала процесса на 1,0% приводит к изменению сигнала на клапане только на 0,1% (на плоских участках характеристической кривой). Многие регулирующие клапаны не дают отклик при таком малом изменении входного сигнала [2].

Наилучшее регулирование процесса достигается в тех случаях, когда требуемая характеристика расхода достигается за счет применения клапана с заданной собственной характеристикой, а не за счет применения кулачков или других методов. Выбор клапана правильной конструкции, способной обеспечить близкую к линейной характеристику установленного клапана в рабочем диапазоне системы, является важным шагом для обеспечения оптимального регулирования процесса.

Несколько лет назад инженерами-конструкторами компании Эмерсон Process Management был разработан и запущен в производство новый дисковый затвор, получивший название Control-Disk. Главной особенностью затвора новой конструкции является сам диск. В процессе разработки нового затвора было зарегистрировано и получено свыше 20 патентов. Специальная форма этого диска, изображенного на рис. 1, позволяет получить *собственную равнопроцентную характеристику* расхода. Как видно на рис. 2, диапазон регулирования затвора такой конструкции гораздо шире по сравнению с затворами обычной классической формы и составляет 15...70%. Применение затвора в реальных условиях подтверждает теорию.

В качестве иллюстрации на рис. 3 приведены два графика регулирования вакуумметрического давления на одном из целлюлозно-бумажных комбинатов.

Невозможность поддержания давления в соответствии с заданием часто приводила к переключению затвора, установленного на технологической линии, в ручной режим регулирования, что отрицательно влияло на качество выпускаемой продукции. На левом графике значения давления (красная линия) при регулировании обычным дисковым затвором, на правом графике тот же ТП после замены затвора на Fisher Control-Disk. Как видно из сравнения, разброс регулируемого параметра уменьшился, что позволило удерживать процесс значительно ближе к заданию.

Благодаря тому, что размеры Control-Disk совпадают с классическими дисковыми затворами, Control-Disk наилучшим образом подходит для модернизации производства. Малая строительная длина самого Control-Disk с компактным мембранно-пружинным приводом Fisher 2052 и интеллектуальным позиционером Fisher DVC6200 с возможностью удаленного монтажа на приводе, позволяют установить весь узел регулирования в сборе в очень ограниченном пространстве.

Подводя итоги, отметим следующее:

- 1) собственная характеристика клапана имеет очень важное значение для обеспечения точного устойчивого регулирования всего контура;
- 2) обычные дисковые затворы имеют очень узкий (25...50%) диапазон регулирования при заданном интервале коэффициентов передачи контура в диапазоне 0,5...2;
- 3) применение затвора Control-Disk вместо обычного дискового затвора снижает изменчивость процесса.

#### Список литературы

1. Control Valve Dynamic Specification, Version 2.1, March 1994, EnTech Control Inc., Toronto, Ontario, Canada.
2. Control Valve Handbook, Third Edition, 2001, Fisher Controls International Inc., Marshalltown, Iowa, USA.

*Автономов Юрий Николаевич – менеджер по продукции Fisher компании Эмерсон.  
Контактный телефон +7(843)210-04-72.  
E-mail: Yuri.Avtonomov@Emerson.com*