

ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ КОМПАНИИ CAMOZZI

Создание современных высококачественных технологических систем на базе пневматических устройств связано с необходимостью решения задач, которые требуют применения не только дискретной пневматической аппаратуры, но и новых, в некоторых случаях более эффективных, пропорциональных электропневматических элементов. Отвечая на потребности динамично развивающегося рынка промышленной пневматики, компания **Camozzi** предлагает ряд электропневматических устройств с компьютерным управлением. К их числу принадлежат прецизионные пропорциональные электропневматические регуляторы давления серий **ER100** и **ER200** (рис. 1). Эти устройства предназначены для дистанционного оперативного управления избыточным давлением сжатого воздуха в рабочей полости, которое с высокой точностью изменится пропорционально входному электрическому сигналу.

гулирования выходного давления, при повторяемости не хуже 0,3%, и нелинейности, не превышающей $\pm 0,3\%$, от полного диапазона. Класс защиты корпуса — IP40.

Силовая пневмомеханическая часть регулятора имеет три отверстия, одно из которых служит для подачи сжатого воздуха из магистрали питания, второе является каналом выхода воздуха в полость с регулируемым давлением, а третье представляет собой канал сброса избытка воздуха из регулируемой полости в атмосферу. Внутри регулятора установлены два последовательно включённых миниатюрных электропневматических распределителя, предназначенных для управления давлением в промежуточной (пилотной) камере регулятора. Под действием команд управления, формируемых контроллером и поступающих на распределители регулятора, давление в промежуточной камере может увеличиваться, уменьшаться или поддерживаться неизменным.

При отсутствии избыточного давления в промежуточной камере запорный клапан перемещается в верхнее положение под действием пружины, диафрагма находится в состоянии покоя, а нижняя часть седла клапана блокирует течение воздуха в силовом канале. Наличие избыточного давления в пилотной камере приводит к прогибу диафрагмы и перемещению подвижного элемента тарельчатого или запорного клапана. Канал течения воздуха открывается, на выходе регулятора появляется избыточное давление газа, которое, в свою очередь, создаёт усилие подпора клапана либо диафрагмы. Это усилие является проявлением действия отрицательной обратной связи по давлению. Как только усилие подпора оказывается больше силы давления, действующего со стороны промежуточной камеры, клапан возвращается в исходное состояние, запирая полость и сводя к нулю равнодействующую сил давления воздуха и сжатия пружины, действующих на подвижный элемент. Такое решение принято неслучайно. Благодаря ему, при аварийном отключении давления в магистрали питания, настройка регулятора остаётся неизменной, что способствует повышению надёжности пневматической системы в целом.

В зависимости от используемого типа управляющего устройства электропневматической системы всегда есть возможность подобрать вариант регулятора давления с подходящим интерфейсом. Входные воздействия на пропорциональные регуляторы, несущие информацию о желаемом давлении, могут быть аналоговыми или цифровыми. Аналоговое входное воздействие представляет собой напряжение постоянного тока, изменяющееся в диапазоне 0...10 В или 0...5 В, либо ток от 4 до 20 мА, соответствующий стандарту токовой петли. Цифровой входной сигнал задаётся в виде десятиразрядного параллельного кода. Такие сигналы управления легко могут быть сформированы с помощью программируемого логического контроллера, а в случае использования аналогового сигнала — с помощью более простых средств, например, потенциометра.

Полезным свойством рассматриваемых регуляторов давления с аналоговым входным сигналом является возможность запрограммировать 8 желаемых значений выходного давления и в дальнейшем по желанию выбирать их с помощью дискретных входных сигналов, соответствующих трёхразрядному цифровому коду. Для повышения безопасности в канале передачи этих сигналов установлены устройства гальванической развязки.

Регуляторы давления Camozzi имеют развитые встроенные средства диагностики и защиты. Цифровое табло индикации служит для отображения текущего давления, кода ошибки при неправильной работе регулятора, а также для контроля ввода параметров при его настройке. Для получения информации о текущем значении выходного давления используется находящийся в составе регулятора датчик давления. Значение выходного давления отображается на цифровом дисплее с дискретностью 0,01 бар. Кроме того, его можно контролировать с помощью аналогового или релейного выходных сигналов регулятора. Для этого достаточно подключить аналоговый выход регулятора к вольтметру, модулю аналоговых входов программируемого логического контроллера или к входу управляющего компьютера, имеющего АЦП. Сопроотивление нагрузки в этой цепи должно быть не менее 500 кОм.

Дискретный выходной сигнал формируется с помощью транзисторного ключа с открытым коллектором. Ключ замыкается, если выходное давление выходит из заранее установленного допустимого диапазона, и таким образом, в систему управления передаётся соответствующее донесение. Ключ может быть двух вариантов (NPN или PNP), а ток нагрузки может достигать 50 мА.

Регуляторы обладают высоким «интеллектом», способны обнаруживать опасные ситуации и немедленно сообщать о них. Информация об ошибке выводится на дисплей регулятора в виде цифрового кода в тех случаях, если напряжение питания не соответствует значению, указанному в технических характеристиках; значение входного

воздействия выходит за допустимые пределы; возникли ошибки чтения/записи памяти регулятора; давление питания не достаточно для создания желаемого выходного давления; в системе есть утечки, нарушена герметичность выходной полости или большой расход воздуха не позволяет достичь желаемого давления за 5 секунд и более; ток нагрузки в цепи дискретного выхода превышает допустимое значение. Одновременно с этим замыкается транзисторный ключ, что даёт возможность передать донесение об ошибке в устройство управления более высокого ранга. Свойства этого ключа — те же, что и описанного выше ключа дискретного сигнала о давлении.

Для связи с внешними устройствами регулятор имеет универсальный электрический разъём типа D-sub. Он служит для питания контроллера и катушек соленоидов встроенных распределителей от источника постоянного тока с напряжением 24 В, для подачи управляющих входных сигналов, для вывода сигнала с датчика давления и для вывода сигнала ошибки. Электрическая часть регулятора имеет защиту от напряжения питания обратной полярности и от короткого замыкания в цепях дискретных выходов.

Важной особенностью регуляторов серий ER100 и ER200 является запоминание последнего значения входного сигнала при обрыве цепей питания или передачи данных. Это повышает «живучесть» системы в аварийном режиме. Благодаря рациональной внутренней организации управляющей части регулятора проявляется описанный выше «триггерный эффект». Запомненные воздействия сохраняются как угодно долго, и при форс-мажорных обстоятельствах это помогает избежать серьезной поломки технологической машины.

Режимы работы и настройка пропорциональных электропневматических регуляторов давления

Настройка пропорционального регулятора давления осуществляется с помощью сенсорной панели. Для регуляторов с аналоговым входным сигналом есть возможность выбрать режим работы регулятора с использованием предустановленных значений выходного давления. Восемь цифровых значений давления вводятся в память регулятора с клавиатуры и активируются либо с помощью сенсорных кнопок, либо 3-битным двоичным кодом, подаваемым из ПЛК или релейного устройства управления. При необходимости оперативного вмешательства в процесс управления всегда есть возможность приоритетного ручного ввода желаемого давления непосредственно с сенсорной панели.

В ряде случаев целесообразно воспользоваться возможностью запрограммировать регулятор на работу в ограниченном диапазоне выходных давлений. С помощью клавиш настройки можно выставить ноль и верхний предел выходного давления. Данная функция регулятора удобна, когда из соображений безопасности требуется обеспечить работу пневматического устройства в ограниченном



Рис. 1. Пропорциональный электропневматический регулятор давления серии ER200

Принцип действия и основные характеристики пропорциональных электропневматических регуляторов давления компании Camozzi

Регуляторы давления серий ER100 и ER200 имеют некоторые конструктивные различия, но их принцип действия одинаков. Прежде всего, необходимо отметить, что рассматриваемые регуляторы давления являются электропневматическими мехатронными устройствами. Их функционирование обеспечивается в результате тесного взаимодействия пневмомеханической части, внутреннего контроллера и датчика давления, образующих единую цифровую следящую систему, замкнутую отрицательной обратной связью по давлению. Благодаря этому обеспечивается регулирование выходного减压 сжатого воздуха с высокой точностью и пропорционально входному воздействию.

В зависимости от поставленной задачи есть возможность выбрать регулятор, позволяющий изменять выходное избыточное давление в диапазоне от 0 до 5 бар или от 0,5 до 9 бар. Пропорциональные регуляторы Camozzi обладают достаточно высокой пропускной способностью. Регуляторы серии ER100 и ER200 дают возможность получить расход до 400 Нл/мин или до 1500 Нл/мин. Регулировочные характеристики рассматриваемых устройств практически линейны в пределах от 10 до 90% от полного диапазона ре-

Эта камера играет важную роль в организации управления. Давление в ней создаёт регулируемое усилие, действующее на исполнительный орган регулятора, а его положение влияет на расход проходящего через регулятор воздуха и интенсивность изменения давления, создаваемого на выходе. В зависимости от серии регулятора роль исполнительного органа играет либо запорный клапан, либо диафрагма, жестко соединённая с тарельчатым клапаном (рис. 2).

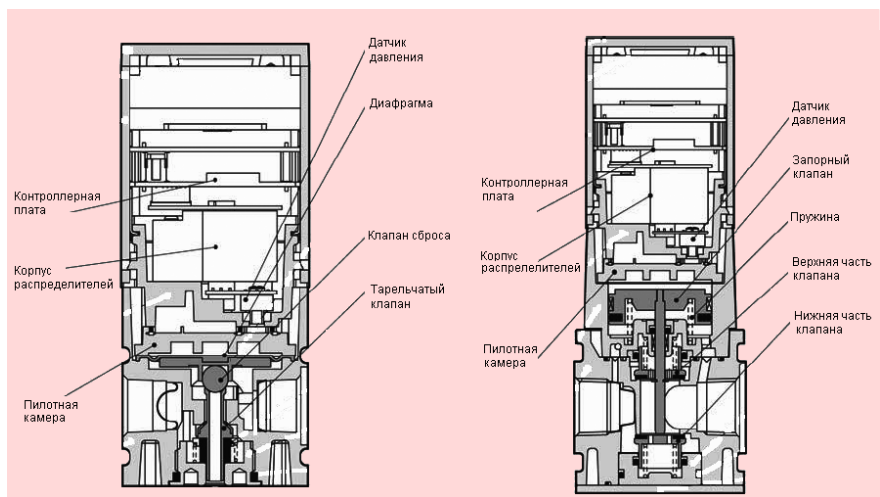


Рис. 2. Конструктивные схемы регуляторов давления диафрагменного и клапанного типов

Электропневматические пропорциональные регуляторы давления компании Samozzi (окончание)

допустимом диапазоне давлений, например, от 2 до 4 бар. В этом случае входное напряжение 0 В, ток 4 мА или нулевое значение десятиразрядного параллельного кода соответствуют выходному давлению, равному 2 бар, а входной сигнал 10 В; 5 В; 20 мА или значение 1023, отвечающее входному коду, соответствует давлению на выходе регулятора, равному 4 бар.

Для регуляторов с дискретным выходным сигналом с помощью сенсорной панели производится выбор и настройка двух режимов работы. В первом режиме настройкой максимального и минимального отклонения от значения входного сигнала определяется диапазон, внутри которого на дискретном выходе преобразователя существует логическая единица. Во втором режиме задается верхняя и нижняя граница давления, выраженная в процентах от полного диапазона регулирования. Если редуцируемое давление больше верхней указанной границы или меньше нижней границы, то состояние дискретного выходного сигнала соответствует логической единице.

Особый, энергосберегающий режим работы реализуется при «простом» регулятора, когда он фактически временно выводится из основного рабочего состояния. В этом режиме для экономии энергии реализуется автоматическое отключение питания. При этом потребление электрического тока уменьшается в 4 раза: с 0,6 до 0,15 А.

Динамические свойства пропорциональных регуляторов давления

Благодаря рациональной внутренней структуре и удачно выбранным алгоритмам управления пропорциональные регуляторы серий ER100 и ER200 обладают хорошими динамическими свойствами. При этом важно отметить, что длительность и характер переходных процессов регулирования давления на выходе регулятора при ступенчатом изменении входного воздействия зависят от объема присоединенной к его выходу полости. Об этом свидетельствуют графики переходных процессов, изображенные на рис. 3 и соответствующие регулятору серии ER200. Они получены экспериментально при ступенчатом изменении выходного давления от 0,5 до 6,5 бар. Давление питания равно 9 бар, пропускная способность регулятора 1500 Нл/мин. При малом объеме полости (порядка 0,01 л) процесс протекает быстро и практически без колебаний. Длительность переходного процесса не

превышает 0,2 с. С ростом объема полости длительность процесса регулирования нарастает и — при объеме, равном 5 л, — достигает примерно 1,2 с. Одновременно с этим незначительно увеличивается колебательность, оставаясь в допустимых пределах.

Регуляторы давления способны воспроизводить и изменяющиеся во времени входные воздействия — например, гармонические воздействия. В качестве примера, на рис. 4 приведена экспериментально полученная осциллограмма отработки регулятором синусоидального входного воздействия с амплитудой 0,5 бар и периодом примерно 3 с. Среднее значение выходного давления равно 3,5 бар, объем полости 2 л, давление питания 9,2 бар.

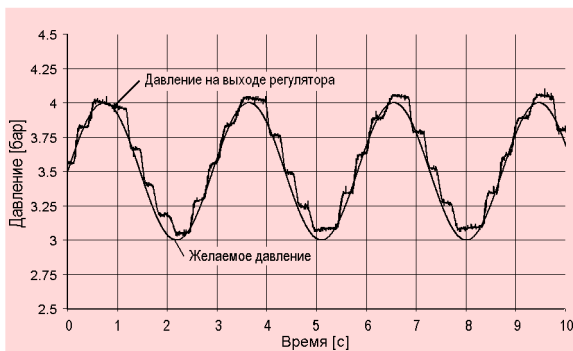


Рис. 4. Процесс изменения выходного давления при синусоидальном входном воздействии

Видно, что, несмотря на наличие незначительных колебаний, сопровождающих основную составляющую процесса изменения давления, регулятор успешно справляется с поставленной задачей. В результате анализа первой гармоники колебаний выходного давления, полученной путём разложения в ряд Фурье экспериментально полученных реакций регулятора, установлено следующее. Фазовый сдвиг, равный -30 град, достигается при значениях круговой частоты входного воздействия 13, 11 и 8 рад/с для объёмов полости 0,01; 2 и 4 л, соответственно. При увеличении частоты воздействия фазовые сдвиги регуляторов нарастают и при частотах 30, 22 и 15 рад/с (для объёмов 0,01; 2 и 4 л, соответственно) достигают значения -90 град. Приведённые особенности частотных характеристик будут полезны при анализе динамической точности работы регуляторов и при проектировании более сложных производственных систем, в которых про-

порциональный регулятор давления, являясь внутренним элементом системы, входит в замкнутый контур управления.

Примеры применения пропорциональных электропневматических регуляторов давления

Прецизионные регуляторы диафрагменного типа серии ER100 позволяют решать широкий круг задач, не требующих высоких расходных характеристик, но, в то же время, предъявляющих повышенные требования к точности управления давлением и скорости реакции. В качестве примеров использования регуляторов давления малой мощности можно привести сборку микросхем с регулируемым усилием посадки микрочипов на платы (рис. 5а) и управление

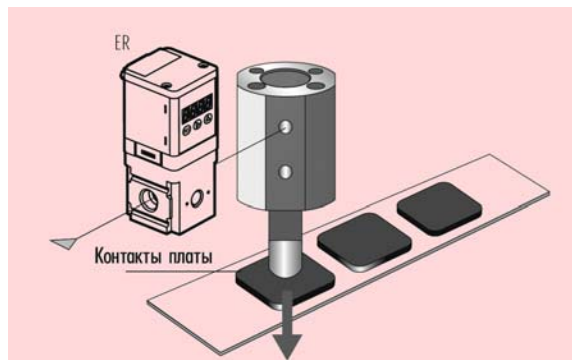


Рис. 5а. Пример использования регулятора давления при сборке микросхем

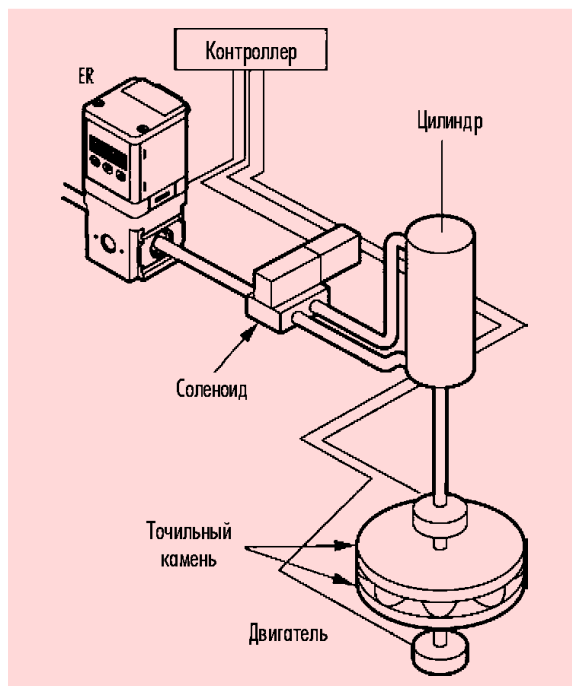


Рис. 5б. Пример использования регулятора давления для управления усилием прижима точильного камня при шлифовании

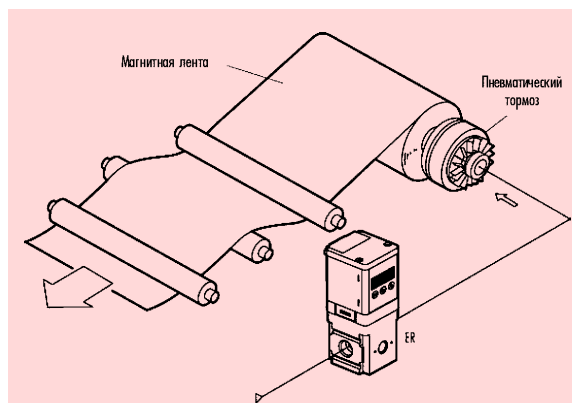


Рис. 5в. Пример использования регулятора давления при регулировании натяжения перематываемой ленты

при шлифовании (рис. 5б). В этих случаях предпочтительными оказываются регуляторы серии ER100 с расходом 400 Нл/мин.

Регуляторы с запорным клапаном серии ER200 используются в задачах, где требуемый расход сжатого воздуха превышает 1000 Нл/мин. Например, пропорциональный регулятор давления может оказаться полезным при решении задачи автоматического управления натяжением перематываемой ленты. Давление сжатого газа, подаваемого на лопасти пневматического тормоза, создаёт момент сил, противодействующий моменту приводного двигателя. Тем самым обеспечивается желаемое регулирование натяжения перематываемой ленты.

Кроме того, появляется возможность просто решить задачу регулирования подачи жидких и вязких компонентов. В частности, давление сжатого воздуха, поступающего в резервуар, заполненный жидкостью, вытесняет жидкость и определяет её расход. Таким образом, дозирование расхода жидкости обеспечивается путём желаемого изменения давления сжатого воздуха в резервуаре.

Таким образом, пропорциональные электропневматические регуляторы давления, предлагаемые компанией Samozzi, — это перспективные мехатронные компоненты для создания высокоэффективных технологических систем на основе современных решений в области промышленной пневматики. Они позволяют добиться высокой точности дистанционного управления давлением в рабочих полостях разнообразных пневмосистем, обладают хорошей динамикой, развитыми средствами настройки, диагностики и полу-

чения информации об управляемом процессе.

Несомненным преимуществом регуляторов давления Samozzi является их способность органично включаться в состав современных компьютеризированных систем управления технологическими процессами, оставаясь при этом достаточно простыми и легко управляемыми устройствами, доступными широким кругам специа-

листов-практиков в области создания эффективных электропневматических систем.

Ю.В. Илюхин, д.т.н.
А.Н. Харченко, инженер

Камозци Пневматика
Россия
www.camozzi.ru
E-mail: info@camozzi.ru
Тел. (495) 786-65-85

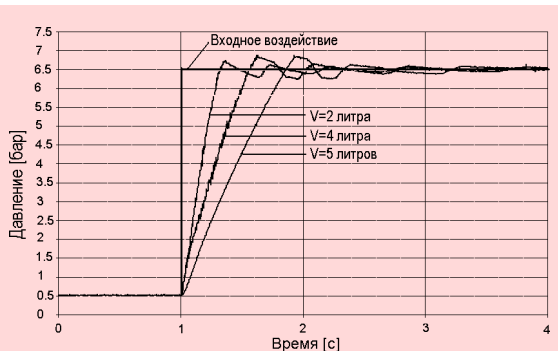


Рис. 3. Процессы регулирования давления в присоединенной полости с помощью регулятора серии ER200