

Регулирующие органы

План лекции

1. Виды РО
2. Основные параметры РО

В автоматических системах регулирования применяются различные типы регулирующих органов. Наиболее распространенными являются *дроссельные регулирующие органы*, представляющие собой переменное гидравлическое сопротивление, которое управляет расходом среды путем изменения проходного сечения. **К дроссельным регулирующим органам относятся регулирующие клапаны, поворотные заслонки, шиберы и краны.**

Кроме дроссельных регулирующих органов широкое применение получили также устройства, регулирующие расход путем измерения располагаемого напора. К ним относятся приводы с регулируемым числом оборотов, устройства для изменения числа оборотов (гидромуфты) и направляющие аппараты центробежных машин. Для регулирования расхода сыпучих материалов применяются различные питатели: дисковые, шнековые, ленточные, лопастные, скребковые и др. Так как регулирующие органы являются одним из звеньев АСР, то правильный выбор регулирующих органов и их характеристик так же важен для работы системы, как и выбор схем регулирования, регуляторов и его настроек.

При непрерывном регулировании необходимо, чтобы пропускная характеристика регулирующего органа была строго определенной. Для непрерывного регулирования могут применяться поворотные заслонки, регулирующие клапаны различных конструкций (односедельные, двухседельные, диафрагмовые, шланговые и др.), шиберы и краны.

При двухпозиционном регулировании затвор регулирующего органа быстро перемещается из одного крайнего положения в другое. При двухпозиционном регулировании кроме регулирующих органов, применяемых для непрерывного регулирования, могут применяться различные типы запорной арматуры, имеющие необходимый исполнительный механизм.

Основные параметры РО:

Пропускной способностью K_v называют расход жидкости с плотностью 1000 кг/м^3 , пропускаемой регулирующим органом при перепаде давления на нем $0,1 \text{ МПа}$. Пропускная способность выражается в кубических метрах в час.

Условной пропускной способностью K_{vu} называют номинальное значение пропускной способности регулирующего органа при максимальном (условном) ходе затвора, выраженное в кубических метрах в час. Условная пропускная способность зависит от типа регулирующего органа и размера его условного прохода D_u .

Прочность регулирующих органов определяет условное и рабочее давления.

Условным давлением ру называют наибольшее допустимое давление среды на регулирующий орган при нормальной температуре. На условное давление рассчитываются регулирующие органы; оно выбирается из нормального ряда значений, принятых ГОСТ 356—80. Прочность металлов с повышением температуры понижается. Поэтому для арматуры и соединительных частей предусматривается также максимальное рабочее давление.

Максимальное рабочее давление — это наибольшее установленное давление среды на регулирующий орган при фактической температуре. Рабочее давление при одном и том же условном давлении зависит от свойств металла деталей и температуры среды. ГОСТ 356—80 разрешает превышение фактического рабочего давления до 5% сверх установленного для заданной температуры, без перехода к высшей ступени условного давления,

Перепад давления на регулирующем органе определяет усилия, на которые рассчитывается исполнительный механизм, а также износ дроссельных поверхностей. Для многих видов исполнительных устройств, в которых затвор не разгружен от статического и динамического воздействий среды, предельно допустимый перепад давления устанавливается в зависимости от мощности исполнительного механизма.

Условным проходом в регулирующих органах называют номинальный диаметр прохода в присоединительных патрубках. Диаметры условных проходов Ду регулирующих органов определены ГОСТ 355—80. Стандартные размеры условных проходов не распространяются на размеры прохода внутри корпуса.

Кроме приведенных параметров регулирующих органов, определяющих в основном их конструкцию и размеры, имеются и другие параметры, которые учитывают при выборе регулирующих органов в зависимости от конкретных условий их применения.

Пропускная характеристика (внутренняя или идеальная) устанавливает зависимость пропускной способности от перемещения затвора при постоянном перепаде давления.

Конструктивная характеристика устанавливает зависимость изменения относительного проходного сечения регулирующего органа от степени его открытия. При соответствующем профилировании дроссельные устройства регулирующих клапанов могут иметь любые конструктивные характеристики, приспособленные к конкретным условиям работы автоматической системы регулирования. Дроссельные устройства серийно выпускаемых регулирующих клапанов профилируются обычно с линейной или равнопроцентной пропускной характеристиками.

Минимальной пропускной способностью K_{vmin} называют наименьшее значение пропускной способности, при котором сохраняется пропускная характеристика в пределах установленного допуска; она определяется как минимальный расход жидкости плотностью 1000 кг/м^3 , пропускаемой регулирующим органом при перепаде давления на нем $0,1 \text{ МПа}$.

Негерметичность затвора, т. е. пропуск среды при полностью закрытом проходе, также является характеристикой регулирующего органа. Для надежного и качественного регулирования негерметичность затвора должна быть минимальной.

Шиберы. Поворотные заслонки.

Регулирующий орган (РО) – элемент в цепи воздействий, оказывающий непосредственное влияние на управляемый объект. Это воздействие может осуществляться изменением количества энергии (вещества), проходящего через объект, либо путем изменения характеристик (режима) объекта.

Регулирующие органы по принципу регулирующего воздействия на объект могут быть разделены на дросселирующие и дозирующие.

Для изменения расхода жидкостей, газов и паров применяют дроссельные регулирующие органы. Их действие основано на изменении проходного сечения трубопровода в месте установки регулирующего органа. Проходное сечение дроссельного регулирующего органа изменяют, открывая или закрывая его. Расход вещества через такой регулирующий орган зависит от степени его открытия и перепада давлений на нем. Поэтому следует иметь в виду, что даже при одной и той же степени открытия дроссельного регулирующего органа расход через него может изменяться при изменении перепада давлений.

Посредством дозирующих РО осуществляется заданное дозирование поступающего вещества или энергии (изменение расхода вещества) за счет изменения производительности агрегатов. (это насосы, вентиляторы переменной производительности)

Широкое распространение в системах автоматического регулирования получили дросселирующие регулирующие органы, несмотря на то, что применение дозирующих регулирующих органов экономически более целесообразно.

К дроссельным регулирующим органам относятся односедельные, двухседельные и диафрагмовые клапаны, а также заслонки.

Для непрерывного регулирования находят применение дросселирующие регулирующие органы следующих типов:

Шиберы. В шиберах затвор, выполненный в виде полотна 1, перемещается перпендикулярно направлению потока (рис. 4.16). Шиберы широко применяют для регулирования расходов воздуха и газов при

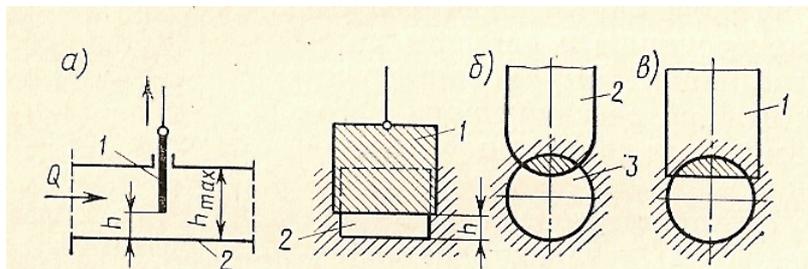


Рис. 4.16. Конструкция прямоугольного (а) и круглого (б, в) шиберов

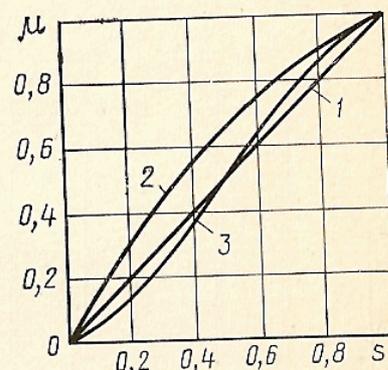


Рис. 4.17. Конструктивные характеристики прямоугольного и круглых шиберов

небольших статических давлений (до 0,01 МПа), а также для дозирования сыпучих материалов. Шиберы устанавливают на трубопроводах, коробах и каналах любой формы сечения, но обычно они применяются на трубопроводах и каналах прямоугольного 2 и круглого 3 сечений.

Шиберы в прямоугольных каналах (рис. 4.16, а) имеют обычно линейную конструктивную характеристику 1 (рис. 4.17). Однако путем изменения профиля сечения канала или профиля дроссельного органа можно получить конструктивную характеристику шибера любой формы. Шиберы, устанавливаемые на трубопроводах круглого сечения (см. рис. 4.16, б, в), имеют нелинейные конструктивные характеристики 2 и 3 (рис. 4.17). Конструктивные характеристики круглых шиберов, как и прямоугольных, с помощью вставок в канале и вырезов полотна можно получить любой формы. Наибольшее применение имеют шиберы прямоугольного и круглого сечений без вставок с простейшей формой рабочего полотна.

Шиберы изготавливают из разных материалов в зависимости от условий работы. Для работы на инертных газах с температурой до 300°C шиберы изготавливают из листовой стали; при температуре выше 300°C — из чугуна. Для регулирования агрессивных газов применяют шиберы из легированных сталей или со специальным покрытием.

Достоинства: простота изготовления, простота пропускной и конструктивной характеристик.

Недостатки: большое усилие перемещения из-за трения, невозможно получить полное уплотнение.

Для агрессивных веществ шиберы не применяют.

Поворотные заслонки. Поворотные заслонки могут применяться на трубопроводах как круглого, так и прямоугольного сечений для регулирования потоков воздуха и газов при небольших статических давлениях. В некоторых случаях заслонки применяют для регулирования расхода жидкости, пара и газов при средних и высоких давлениях, а также

сыпучих материалов. Изменение проходного сечения заслонки осуществляется путем ее **вращения вокруг оси**, расположенной перпендикулярно направлению потока.

Поворотные заслонки как регулирующие органы имеют много преимуществ перед шиберами и другими типами регулирующих органов. Так, в поворотных заслонках затвор в значительной мере разгружен, так как силы, создаваемые давлением среды на обе его половины, частично уравниваются. Поэтому для поворота затвора нужен исполнительный механизм относительно небольшой мощности. Кроме того, поворотные заслонки выгодно отличаются от регулирующих органов других типов простотой конструкции, небольшими габаритными размерами и массой. При одинаковых размерах условного прохода поворотные заслонки обладают большей пропускной способностью, чем двухседельные регулирующие клапаны, примерно на 50%.

Пропускная характеристика поворотных заслонок показана на рис. 4.15 (кривая 3).

По конструкции поворотные заслонки могут быть с одним затвором (однолопастные) или несколькими затворами (многолопастные), безупорными и упорными. В безупорных заслонках (рис. 4.18, а) затвор имеет форму окружности и при закрытом проходе находится в вертикальном положении, причем диаметр окружности затвора несколько меньше диаметра прохода в корпусе, поэтому проход полностью не закрывается. Безупорные заслонки являются только регулируемыми. Однако с помощью дополнительных устройств (затвор с различными уплотнительными кольцами, седло с резиновым покрытием) в безупорных заслонках достигается герметичность, при которой они могут быть использованы как запорно-регулирующие.

В упорных заслонках затвор имеет эллиптическую форму и закрывает проход с меньшими зазорами. В закрытом положении в упорной заслонке (рис. 4.18, б) затвор находится под углом $\varphi = 10-15^\circ$ к вертикали. Упорные заслонки могут быть использованы как запорно-регулирующие, но их нельзя применять для работы на загрязненных газах и жидких растворах, из которых могут выделяться твердые частицы.

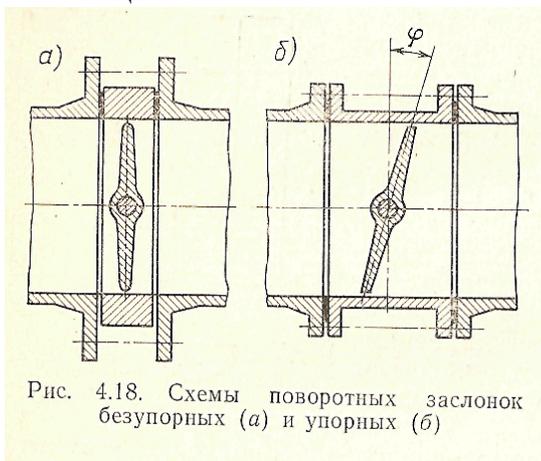


Рис. 4.18. Схемы поворотных заслонок безупорных (а) и упорных (б)

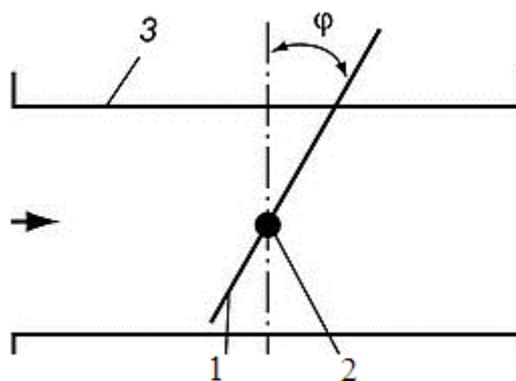


Рисунок 1 – Поворотная заслонка

Заслонки.

Достоинства: дешевизна и простота изготовления, малый перестановочный момент.

Для лучшего уравнивания ось вращения делают смещенной относительно центра пластины.

Недостатки: сложность расчета пропускной характеристики, нет полного уплотнения.

В закрытом состоянии пластина может принимать вертикальное положение или наклонное.

Регулирующие клапаны



Регулирующие клапаны являются наиболее распространенным видом дроссельных регулирующих органов. Они применяются для регулирования расходов жидкостей, пара и газов при любых параметрах среды. Регулирующие клапаны различают по виду и числу опорных поверхностей, по конструкции плунжеров и корпусов.

В односедельных и двухседельных регулирующих клапанах (рис. 5.25) изменение проходного сечения производится перемещением одного или двух плунжеров относительно седла. Преимущество односедельного клапана перед двухседельным в том, что он обеспечивает при закрытии герметичное перекрытие трубопровода, в то время как у двухседельного невозможно обеспечить герметичную посадку в седла одновременно обоих плунжеров. С другой стороны, перепад давлений на клапане создает на плунжере односедельного клапана выталкивающее усилие, достигающее максимальной величины при полностью закрытом клапане. У двухседельного же клапана такие силы приложены к обоим плунжерам, но направлены в разные стороны. Поэтому результирующее усилие на штоке такого клапана даже при полном закрытии гораздо меньше, чем у односедельного, и для перемещения двухседельного клапана требуется исполнительный механизм меньшей мощности, чем для односедельного.

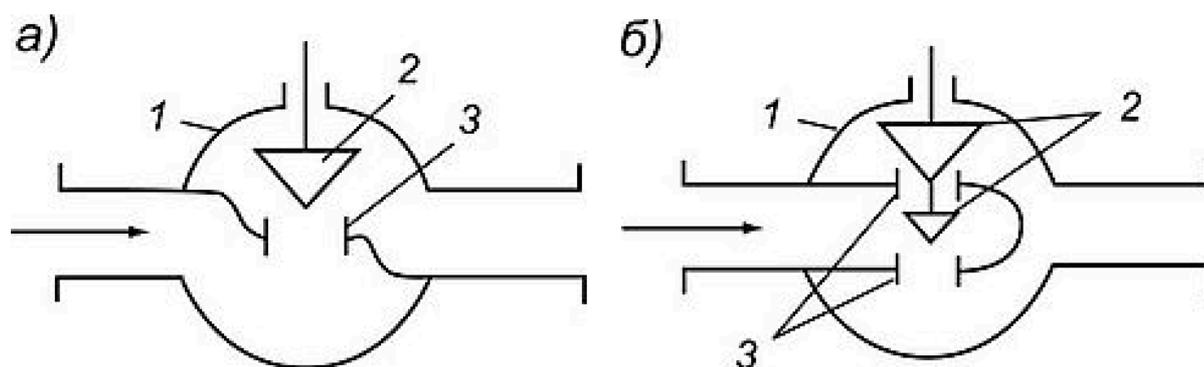
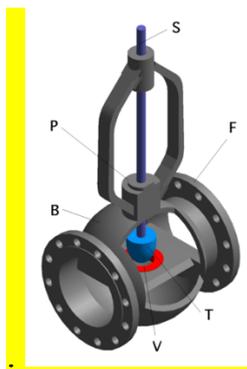


Рис. 5.25. Регулирующие клапаны:

а — односедельный; б — двухседельный; 1 — корпус; 2 — плунжер; 3 — седло

Двухседельные регулирующие клапаны изготовляют нормального исполнения и повернутого исполнения.

Для регулирования агрессивных сред разработаны конструкции бессальниковых регулирующих клапанов, в которых в качестве уплотнения и подвижного дросселирующего элемента используется гибкая мембрана (диафрагма), а внутренняя поверхность клапана футерована специальными материалами. Для футеровки корпусов применяют кислотостойкую эмаль, резину, винипласт, полиэтилен, фторопласт и другие материалы, а для изготовления мембран — резину, полиэтилен, фторопласт, поливинилхлоридный пластикат.



Где:

B — корпус арматуры;

F — фланец для присоединения арматуры к трубопроводу.

P — узел уплотнения, обеспечивающий герметичность арматуры по отношению к внешней среде;

S — шток арматуры, передающий поступательное усилие от механизированного или ручного привода затвору, состоящему из плунжера и седла;

T — плунжер, своим профилем определяет характеристику регулирования арматуры;

V — седло арматуры, элемент, обеспечивающий посадку плунжера в крайнем закрытом положении.

Усилие от привода с помощью штока передается на затвор, состоящий из плунжера и седла. Плунжер перекрывает часть проходного сечения, что приводит к уменьшению расхода через клапан. При этом увеличивается скорость потока среды, а статическое давление в трубе падает. При полном закрытии плунжер садится в седло, поток перекрывается, и, если затвор будет полностью герметичен, давление после клапана будет равно нулю.

Регулирующие клапаны с поршневым затвором могут иметь любые конструктивные и пропускные характеристики; кроме того, эти характеристики могут быть легко изменены путем изменения профиля шлицев. Клапаны с поршневым затвором работают лучше, чем клапаны с пробковым затвором, в условиях кавитации. В клапанах, предназначенных для работы в условиях кавитации, поршневые затворы имеют большое число резьбовых отверстий на боковой поверхности. Число и размеры резьбовых отверстий подбирают таким образом, чтобы по мере подъема затвора увеличивалась и суммарная площадь.

Следует отметить, что двухседельные РО системы исполнительных устройств ГСП имеют ряд важных преимуществ по сравнению с другими конструкциями. Основные из них следующие:

1) система исполнительных устройств предусматривает возможность замены в РО затворов и седел без дополнительной, механической обработки, с небольшой взаимной притиркой на месте;

2) на затворе ширина запорной поверхности принята достаточно большой в зависимости от размера условного прохода, что позволяет уменьшить износ запорных поверхностей;

3) двухседельный затвор разгружен от динамического воздействия среды;

4) допустимый перепад давления в двух-седельных клапанах системы исполнительных устройств выше, чем в клапанах по ГОСТ 18893-83.

Сырьем для производства регулировочных клапанов служат чугун, нержавеющая и легированная сталь, латунь и другие сплавы. Корпус изготавливают с помощью сварки,ковки, литья, штамповки и комбинированных методов. Выбор материалов определяет тип среды, с которой будет взаимодействовать арматура. Бытовые и промышленные клапаны устанавливают на трубопроводах, предназначенных для транспортировки:

- горячей и холодной воды;
- нефтепродуктов;
- воздуха;
- пара;
- химических составов в жидком и газообразном состоянии.

По способу управления клапаны бывают ручные и автоматические. Арматура первого типа предназначена для трубопроводов малого сечения и чаще всего используется для контроля технических параметров транспортируемых веществ в быту. На промышленных объектах востребованы автоматические клапаны, укомплектованные специальными датчиками. Средства измерения оценивают величину уровня давления и способствуют изменению потребляемого объема среды. Механизм переключения автоматического клапана приводится в движение с помощью привода, который бывает пневматическим, электрическим или гидравлическим.

Монтаж клапана на трубопроводе выполняется несколькими вариантами соединения. По способу фиксации арматуру разделяют на фланцевую, приварную, муфтовую и штуцерную. Разнообразие оборудования для регулировки давления и способов крепежа позволяет использовать клапаны при монтаже инженерных коммуникаций. Также они востребованы в газовой промышленности и применяются для контроля давления в трубопроводах на нефтеперерабатывающих предприятиях и на производстве химических веществ и продуктов питания.



Нюансы регулирующего устройства, которое применяется для контроля рабочей среды, определяются типом рабочего механизма и способом фиксации арматуры к бытовому или промышленному трубопроводу. Среднестатистический регулировочный клапан состоит из следующих элементов:

При выборе арматуры, которая регулирует перемещение рабочей среды по трубам, нужно обращать внимание на следующие параметры оборудования:

- условный диаметр прохода;
- рабочее и пробное давление;
- пропускную способность.

По типу затворного механизма арматура для контроля давления в трубопроводе разделяется на следующие устройства:

механизма клапана. Однако такая арматура не в состоянии обеспечить полную герметичность, поэтому ее не следует устанавливать на магистралях высокого давления.

Мембранные. Перекрытие сечения трубопровода в арматуре такого типа происходит с помощью мембраны, изготовленной из эластичной резины или фторопласта. Чтобы избежать погрешностей при регулировании мембранные клапаны комплектуются специальными элементами, которые обеспечивают контроль положения штока. Среди преимуществ арматуры выделяют устойчивость к коррозии и агрессивным средам, что позволяет ее использовать в нефтехимической промышленности. Мембранные клапаны выпускаются с гидравлическим или пневматическим приводом, который бывает встроенным или выносным.

Востребованы при монтаже трубопроводов разного назначения и запорно-регулирующие клапаны, которые помимо изменения расхода транспортируемых веществ позволяют полностью перекрывать их циркуляцию. Функции запорного устройства в арматуре выполняет плунжер. При контакте с седлом в полном объеме он обеспечивает герметичное отсечение, а при частичном — уменьшение проходного отверстия.