**Лекция 6.**

**Запорно-регулирующая арматура. Типовые конструкции арматуры.**

*Запорно-регулирующей (трубопроводной) арматурой* (ЗРА) на­зывают устройства, монтируемые на трубопроводах, емкостях, кот­лах и других агрегатах, предназначенные для отключения, распре­деления, регулирования, смешения или сброса потоков сред.

Путем изменения расхода транспортируемой среды при помо­щи ЗРА осуществляется регулирование различных параметров технологических процессов: давления, температуры, концентрации раз личных компонентов или количества подаваемого вещества.

*По области применения* ЗРА можно разделить:

* промышленная арматура общего назначения;
* промышленная арматура для особых условий работы;
* специальная;
* сан­техническая.

**Промышленная арматура общего назна­чения** используется в различных областях техники. Изготов­ляется она серийно в больших количествах и предназначается для сред с часто изменяемыми значениями давлений и температуры. Этой арматурой оснащаются водопроводы, паропроводы, городские газопроводы, системы отопления и т. п.

**Промышленная арматура для особых условий работы** предназначается для эксплуатации при относительно высоких давлениях и температурах; при низких тем­пературах; на коррозионных, токсичных, вязких, абразивных или сыпучих средах.

*К этой арматуре относятся:*

* энергетическая арматура высоких энергетических параметров,
* криогенная,
* коррозионно-стойкая и т. п.

**Специальная арматура** разрабатывается и изготовляется по отдельным заказам на основании особых техни­ческих требований. Такая арматура часто изготовляется, например, для экспериментальных установок, уникальных систем, атом­ных электростанций и т. п.

**Сантехнической арматурой** оснащаются различные бытовые устройства. В связи с огромным количеством потребителей этой арматуры налажено ее массовое производство. Как правило, она имеет небольшие диаметры прохода и в основном управляется вручную, за исключением регуляторов давления и предохранительных клапанов для газа.

В зависимости от вида *рабочей среды* и ее параметров армату­ру делят:

на паропроводную (для воды и пара),

* энергетическую,
* нефтяную,
* газовую,
* канализационную,
* вентиляционную,
* криогенную,
* вакуумную,
* резервуарную.

По *методу управления* арматура может быть управляемой и автоматически действующей (автономной или прямого действия).

*Управляемой* называется арматура, рабочий цикл которой выпол­няется по соответствующим командам извне в моменты времени, определяемые рабочими условиями и обстановкой.

*Автоматичес­ки действующей* называется арматура, рабочий цикл которой со­вершается под действием рабочей среды, без посторонних источни­ков энергии. К управляемой арматуре относятся все типы запор­ной арматуры, регулирующие клапаны. К автоматически действу­ющей арматуре относятся регуляторы давления, регуляторы уров­ня, конденсатоотводчики, обратные клапаны, предохранительные клапаны.

*Применяются следующие виды управления арматурой:*

* ручное управление с ручным приводом;
* ручное с механическим приводом;
* автоматическое управление с механическим приводом.

Во время технологических процессов с применением арматуры различают следующие *виды регулирования*:

* автоматическое и ручное;
* дис­танционное и местное;
* непрерывное и периодическое;
* бесступенчатое и позиционное.

По *функциональному назначению* арматура делится на классы, основными из которых являются следующие.

*Запорная арматура* предназначена для полного перекрытия потока среды в трубопроводе; по количеству применя­емых единиц составляет около 80 % всей арматуры. Характер­ным для этой арматуры является малое значение условного диа­метра прохода *(Dу ).*

*Регулирующая арматура* предназначена для регулирования расхода рабочей среды с целью поддержания в не­обходимом диапазоне соответствующих параметров технологичес­кого процесса (температуры, давления, состава рабочих сред, уча­ствующих в процессе).

*Предохранительная арматура* служит для предохранения обслуживаемого объекта от чрезмерного повыше­ния давления путем выпуска избыточного количества рабочей среды. К предохранительной арматуре относятся предохранительные кла­паны, мембранные разрывные устройства, перепускные клапаны.

*Защитная арматура* предназначена для защиты оборудования от недопустимых воздействий рабочей среды. В отличие от предохранительной защитная арматура при возникнове­нии аварийных ситуаций закрывается и отключает обслуживае­мый участок, что предохраняет его от недопустимых воздействий. К защитной арматуре относятся защитные (отсечные) клапаны, обратные клапаны, отключающие клапаны.

*Фазоразделительная и маслоразделительная* арматура предназначена для автоматического разделения рабочих сред в зависимости от фаз и состояния этих сред. К ней относятся конденсатоотводчики, воздухоотводчики и маслоотделители.

В зависимости от конструкции присоединительных патрубков арматура может быть:

* *фланцевой,*
* *муфтовой,*
* *цапковой,*
* *штуцерной,*
* *с патрубками под приварку.*

В зависимости от способа герметизации подвижного сопряже­ния шпинделя (штока) с крышкой арматура классифицируется:

* сальниковая,
* сильфонная,
* мембранная,
* шланговая.

*По способу перекрытия потока среды* арматура делится на сле­дующие типы:

1) задвижка (затвор в виде диска, пластины или клина), кото­рая перемещается возвратно-поступательно вдоль своей плоскости, перпендикулярно к оси потока среды;

2) клапан (затвор в виде тарелки или конуса), который переме­щается возвратно-поступательно параллельно оси потока среды в седле корпуса арматуры; клапан, в котором затвор перемещается с помощью винтовой пары и управляется вручную, называется *вен­тилем;*

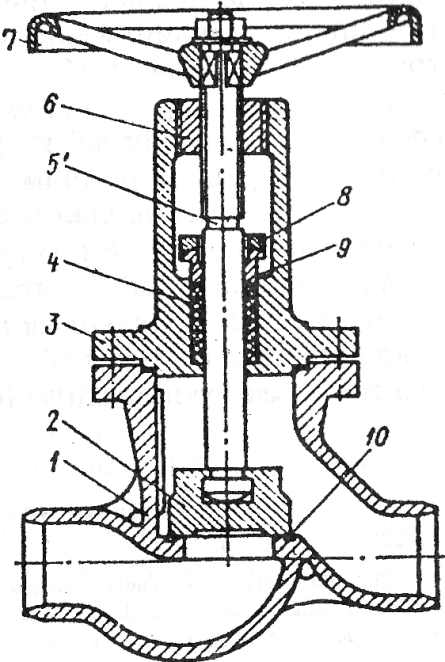
3) кран (затвор, имеющий форму тела вращения или части его), который поворачивается вокруг своей оси, расположенной перпен­дикулярно к оси потока среды;

4) заслонка (затвор, имеющий форму диска), которая поворачи­вается вокруг оси, расположенной в плоскости затвора или парал­лельно ей;

5) мембранный клапан (затвор в виде упругой мембраны), кото­рый перемещается вдоль оси потока в седле клапана.

Арматура каждого класса имеет следующие параметры и усло­вия применения:

* условный проход Dу - номи­нальный внутренний диаметр трубопровода и ЗРА,
* давление рабочее рраб - наибольшее избыточное давление, при котором обеспечивается работа арматуры при рабо­чей температуре проводимой среды,
* давление условное ру - наибольшее избыточное рабочее давление при температуре 20 °С, при котором обеспечива­ется длительная работа арматуры,
* давление пробное рпр  - избыточное давление, при котором арматура должна подвергаться гидравлическому ис­пытанию на прочность и плотность материала водой при темпера­туре не выше 100 °С.,
* температуру рабочую *tра*б ,
* температуру максимальную *t*max,
* вид (конструкция) соединения с трубопроводом,
* массу *М.*



**Рис. 1.** Основные детали и час­ти вентиля:

*1* — корпус; *2* — затвор (золотник); *3* — крышка; *4* — сальниковая набивка; 5 — шпиндель; *6* — ходовая гайка; 7 — махо­вик; *8* — фланец сальника; *9* — нажим­ная втулка; *10* — седло корпуса

**Условные обозначения типа арматуры**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип арматуры | Условное обозначение | Тип арматуры | Условное обозначение |
| Кран для трубопро­вода | 11 | Обратный клапан | 19 |
| Вентиль | 13,14,15 | Запорный и обрат­ный клапан | 22 |
| Обратный клапан подъемный | 16 | Регулирующий кла­пан | 25 |
| Предохранительный клапан | 17 | Задвижка | 30,31 |

**Условное обозначение материала корпуса**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Материал корпуса | Условное обозначение | Материал корпуса | Условное обозначение |
| Сталь углеродистая | с | Латунь или бронза | б |
| Сталь легированная | лс | Алюминий | а |
| Сталь коррозионно- | нж | Винипласт | вп |
| стойкая |  | Пластмасса | п |
| Чугун серый | ч | Титан | ти |

**Условное обозначение привода арматуры**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Привод | Условное обозначение | Привод | Условное обозначение |
| Механический: |  | Пневматический | 6 |
| с червячной парой  с цилиндрической зуб­чатой парой  с конической зубчатой | 3  4  5 | Гидравлический Электромагнитный Электрический | 7  8  9 |
| парой |  |  |  |

**Условное обозначение материала уплотняющих колец**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Материал  уплотнительных колец | Условное обозначение | Материал уплотнительных колец | Условное обозначение |
| Латунь и бронза | бр | Резина | Р |
| Коррозионно-стойкая | нж | Винипласт | вп |
| сталь |  | Пластмасса | п |
| Баббит | бт | Без вставных или на- | 6К |
| Стеллит | ст | плавленных колец |  |
| Сормайт | ср | Фторопласт | фт |
| Эбонит | э |  |  |

Перечисленные параметры указываются в паспортах (формуля­рах) на изготовленную и принятую в эксплуатацию арматуру.

*Промышленная ЗРА* имеет специальную маркировку, разрабо­танную Центральным конструкторским бюро арматуростроения (ЦКБА). Согласно системе ЦКБА, индекс изделия включает пять элементов, расположенных последовательно: тип арматуры; материал корпуса; вид привода; конструкция по каталогу ЦКБА; материал уплотнительных колец.

Ниже даны обозначения элементов индекса наиболее широко применяемых типов арматуры. Например, образец ЗРА имеет индекс 30ч 925 бр. Это означает: задвижка (30), чугунная (ч), с электроприводом (9), конструкция по каталогу (25), с уплотнительными кольцами из латуни (бр).

**ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ АРМАТУРЫ**

**Запорная арматура.** Запорная арматура предназначена для пол­ного перекрытия потока и включает краны, вентили, задвижки и заслонки.

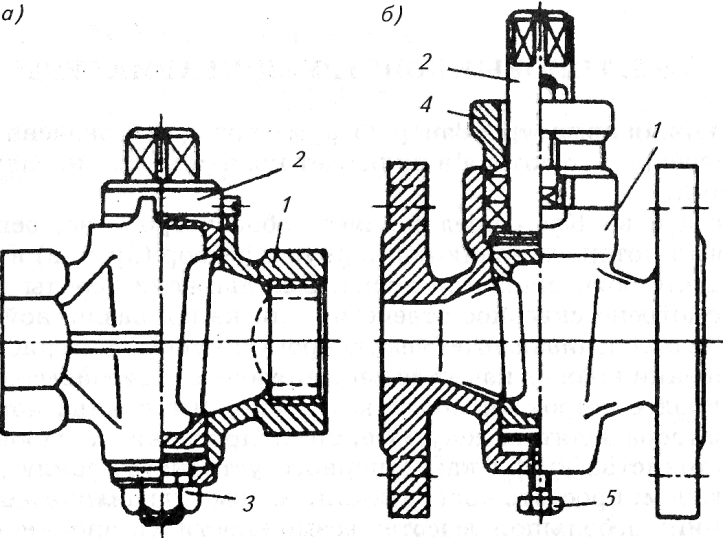
**Краны.** Кран представляет собой устройство, основными деталями которого являются корпус и затвор (пробка) в виде ко­нуса, цилиндра, шара или диска. Для движения среды в затворе предусмотрено сквозное отверстие или канал различной формы, которые обеспечивают требуемую пропускную характеристику при применении крана в качестве регулирующего устройства.

Наиболее широко используются запорные краны, которые по типу затвора делят на конусные, цилиндрические и шаровые.

Достоинства крана как запорного устройства заключаются в следующем: простоте конструкции; малом гидравлическом сопро­тивлении; небольшой высоте; возможности установки в любом рабочем положении на трубопроводе; простоте управления (пово­рот пробки на 90°); возможности использования в качестве запорного и регулирующего органа. Вместе с тем краны имеют некото­рые недостатки: значительные крутящие моменты для управле­ния кранами с большим условным диаметром; необходимость тща­тельного обслуживания и смазывания уплотнительных поверхно­стей конической пробки и корпуса во избежание «прикипания» пробки к корпусу; усложненность пригонки (притирки) коничес­кой пробки к корпусу; неравномерность изнашивания корпусных пробок, что в процессе их эксплуатации приводит к снижению гер­метичности запорного органа. Вследствие этих недостатков для ответственных объектов все большее применение получают шаро­вые краны.

Краны изготовляются из латуни, бронзы, серого чугуна, стали, тита­на, пластмассы и других материалов. Краны из латуни (Dу ≤80 мм) применяются для сред с *ру*≤2,5 МПа при *t*≤225 °С. Чугунные краны (Dу≤150 мм) используются для воды, нефти, смазочных масел, топливного газа, нейтральных газов при *ру* ≤1,6 МПа и *tр* ≤150 °С. Стальные краны *(Dу* ≤1400 мм) применяются для топливных газов, сжиженных газов, нефтепродуктов при *ру*≤16 МПа и *t*≤500 °С. Латунные краны изготовляются в качестве пробноспускных и запорных. Пробно-спускные краны (*Dу* ≤20 мм) пред­назначены для установки на котлы и резервуары при *ру* = 1 МПа и *tр*=225 °С.

Латунные запорные конусные краны делят на натяж­ные (рис. 2, а) и сальниковые (рис. *2, б).*



**Рис. 2.** Краны

В натяжных кранах уплотнение осуществляется подтягивани­ем гайки *3,* навернутой на нижний конец пробки *2,* проходящей через дно корпуса *1.* В сальниковых кранах уплотнение пробки достигается подтяжкой грундбуксы 4.

Для облегчения извлечения пробки в нижней части корпуса сальникового крана устанавлива­ется отжимной болт 5.

Конусность пробки в кранах обычно составляет от 1 : 6 до 1 : 7 в зависимости от материала деталей. При меньшей конусности снижается осевое усилие, требуемое для герметизации запорного органа, но при этом повышается вероятность заклинивания проб­ки в корпусе. В связи с этим конусность 1 : 7 принимается в кранах из чугуна, бронзы и латуни общепромышленного назначе­ния *с ру ≤*1 МПа, т. е. для материалов, не склонных к задиранию и обладающих антифрикционными свойствами. Конусность 1 : 6 принимается для материалов, более склонных к схватыванию и образованию задиров.

Основные параметры кранов регламентированы ГОСТ 9702—77.

**Запорные клапаны и вентили.** В арматуростроении *клапаном* называют устройство, служащее для пере­крытия потока среды в трубопроводе с помощью затвора, который имеет вид диска (тарелки клапана, золотника), при поступатель­ном движении шпинделя (штока) вдоль оси потока, перпендику­лярно плоскости седла.

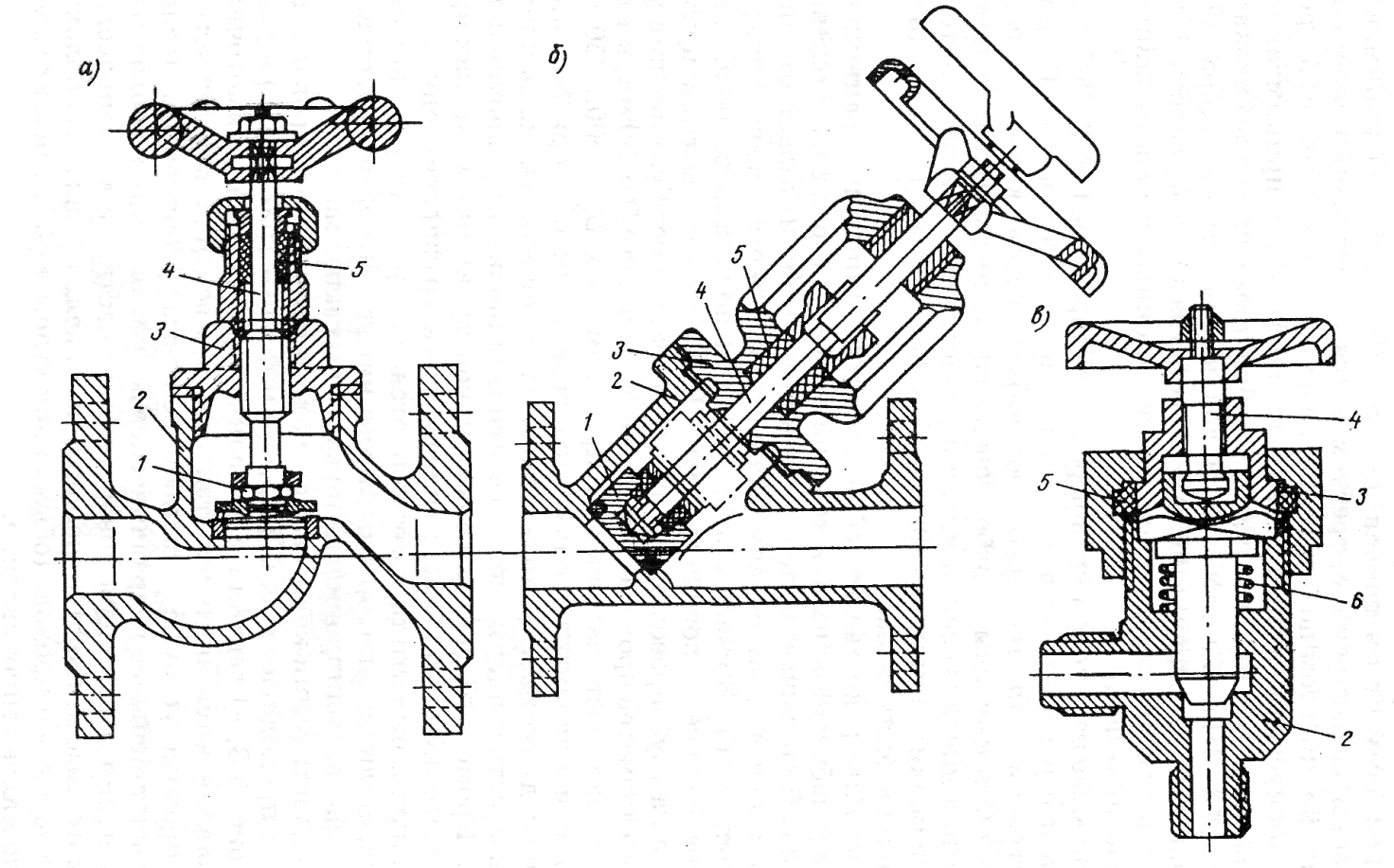
*Вентиль* представляет собой клапан со шпинделем, ввинчивае­мым в резьбу неподвижной ходовой гайки, которая расположена в крышке. Он отличается простотой конструкции и создает хорошие условия для надежной герметичности запорного органа в закры­том состоянии. В связи с этим вентили получили широкое рас­пространение как запорная арматура. Наиболее часто вентили приме­няются на трубопроводах малого диаметра. По мере увеличения ус­ловного диаметра прохода трубопровода, начиная c Dy=50 мм, венти­ли уступают место задвижкам. При диаметрах *D =* 200...250 мм вентили и клапаны используются редко, так как при больших условных диаметрах прохода и высоких давлениях усилие на шпин­деле возрастает настолько, что вентиль становится трудноуправля­емым. Кроме того, вентили обычной конструкции имеют, как правило, высокий коэффициент гидравлического сопротивления.

Клапаны и вентили изготовляются из серого чугуна, ковкого чугуна, стали, латуни, бронзы, алюминия, титана, фарфора, стекла, пентапласта, полипропилена и различных пластмасс.

По конструкции корпуса и расположению на трубопроводе раз­личают проходные (рис. 3, а), прямоточные (рис. 3, б) и угловые (рис. 3, *в)* вентили и клапаны. Проходные и прямоточные устанавливаются на горизонтальном или вертикальном участках трубопровода, угловые - на месте поворота трубопровода. Послед­ние имеют меньшее гидравлическое сопротивление, но область их применения ограничена поворотными участками трубопроводов. Прямоточные вентили и клапаны, шпиндель которых расположен под углом к оси прохода (обычно под углом в 45°), имеют относи­тельно малое сопротивление.

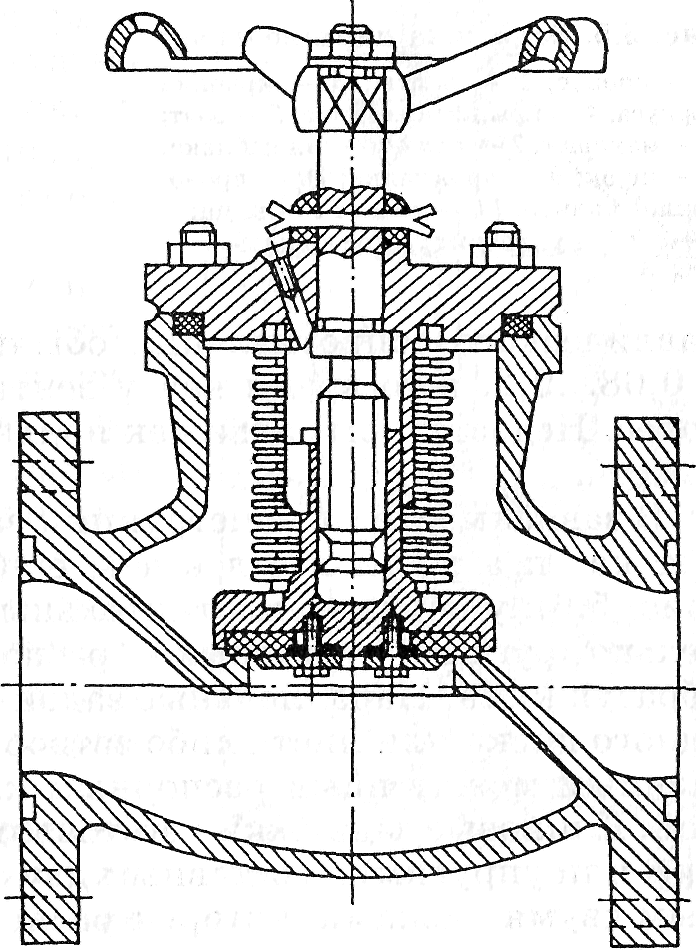
Вентили и клапаны конструируются, как правило, и устанавли­ваются так, чтобы движение среды происходило «под клапан», т. е. навстречу движению затвора при закрывании запорного орга­на. Обратное движение среды, т. е. «на клапан», осуществляется редко и применяется главным образом при больших диаметрах прохода, с целью разгрузить шпиндель от больших усилий сжа­тия. Серьезным недостатком конструкции вентиля с подачей сре­ды «на клапан» является то обстоятельство, что при этом саль­ник все время находится под действием давления среды, даже при закрытом положении запорного органа.

По конструкции уплотнения шпинделя (штока) вентили делят на сальниковые и бессальниковые. В бессальниковых вентилях в качестве герметизирующего элемента используются сильфоны и мембраны. Наиболее широкое распространение получили сильфонные вентили (рис. 4).



**Рис. 3.** Запорные вентили:

1-тарелка; 2-корпус; 3-крышка; 4-шпиндель(шток); 5-сальниковая набивка; 6-пружина



**Рис. 4.** Сильфонный вентиль

Уплотнение с помощью сильфона обеспе­чивает большую плотность, чем сальниковая набивка, и применя­ется на трубопроводах, находящихся под разрежением (вакуумом), чтобы не допустить срыва вакуума из-за подсоса в трубопровод наружного воздуха, или на трубопроводах с агрессивной средой, утечка которой недопустима.

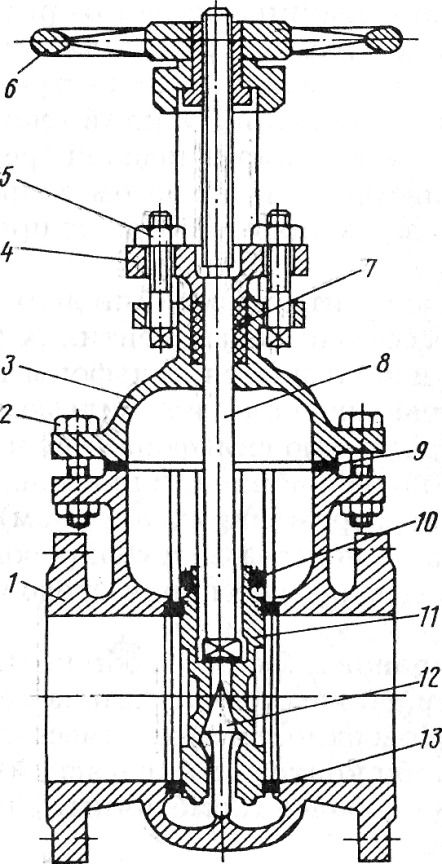
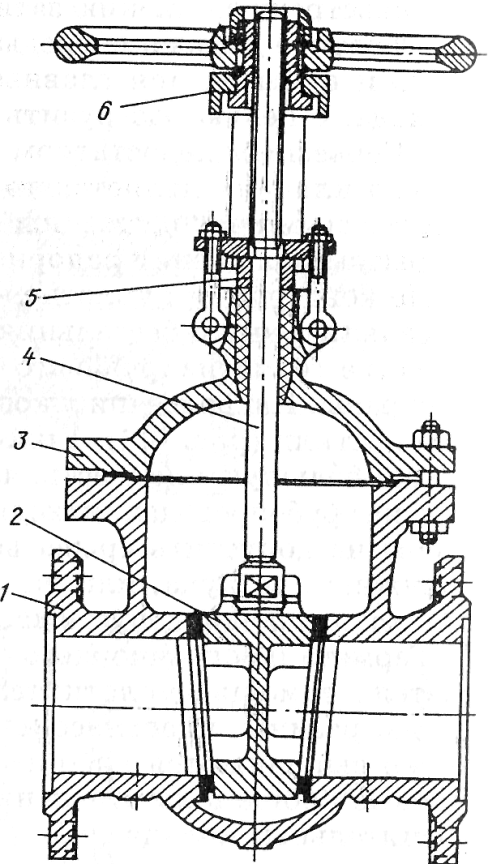
Герметичность запорного органа клапанов и вентилей обеспечи­вается с помощью уплотнительного кольца, изготовляемого из ме­талла, резины, пластмасс или кожи. Поверхности механических колец выполняются либо плоскими, либо конусными (с фаской). Первые проще в изготовлении, вторые - более герметичны. Уплотнительные кольца с ко­нусным уплотнением эф­фективнее обеспечивают удаление из зоны между уплотнительными поверх­ностями колец твердых включений, находящихся в среде, что несколько увели­чивает надежность запорно­го органа.

Основные параметры за­порных вентилей регламен­тированы ГОСТ 9697-87.

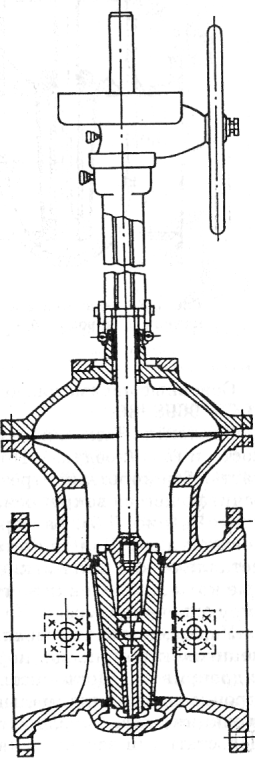
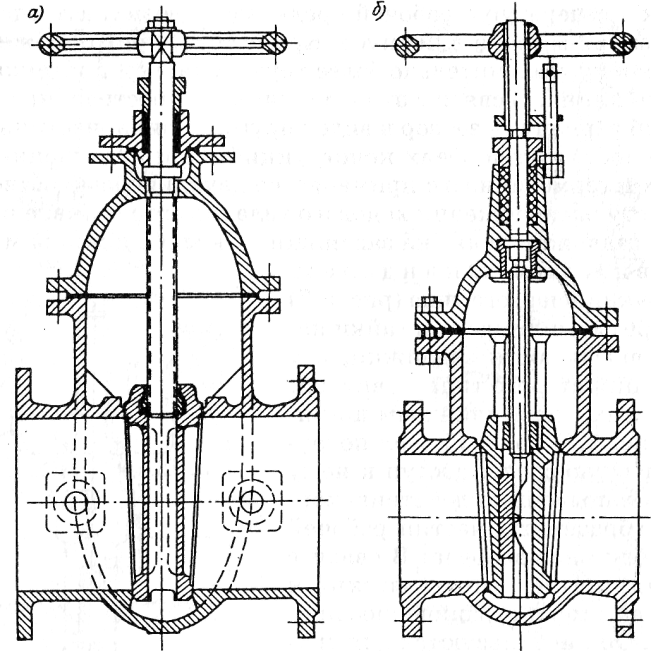
**Задвижки.** Зад­вижки имеют большое рас­пространение и применяют­ся для трубопроводов с ус­ловным диаметром прохо­да Dу = 50...3000 мм. По­ложительными качествами задвижки являются срав­нительная простота конст­рукции и малое гидравли­ческое сопротивление. У задвижек коэффициент гидравлического сопротивления обычно находится в пределах *ζ*= 0,08...0,2, в то время как у вентилей он составляет ζ= 2...5 и более. Недостатком задвижек является их большая строительная высота.

В зависимости от конструкции запорного органа задвижки де­лят на параллельные (рис. 5) и клиновые (рис. 6): у первых уплотнительные кольца расположены парал­лельно друг другу, у вторых — расположены под небольшим углом, образуя клин. Параллельные задвижки могут иметь затвор в виде одного диска или листа либо затвор в виде двух дисков с располо­женным между ними распорным клином или распорной пружи­ной. Клиновые задвижки изготовляются с цельным клином (жест­ким или упругим) и составным двухдисковым клином, образован­ным двумя дисками, которые расположены под углом друг к дру­гу. Применение жесткого клина в задвижках малых диаметров обеспечивает высокую герметичность запорного органа, но при колебаниях температуры рабочей среды здесь возникает опасность заклинивания затвора в корпусе. Кроме того, пригонка жесткого клина к корпусу значительно более трудоемка, чем пригонка двух­дискового клина. В связи с этим получил распространение проме­жуточный вариант - затвор в виде упругого клина, частично соче­тающего достоинства обеих конструкций. При повышенных требованиях к герметичности применяется двухдисковый затвор.

По месту расположения ходового узла (внутри или вне полости корпуса) задвижки делят на задвижки с выдвижным или невыдвижным шпинделем. У конструкции первого типа (рис. 7) ходовая резьба шпинделя и гайки на­ходится вне полости задвижки, а у конструкций второго типа - внутри. В задвижках с невыдвижным шпин­делем (рис. 8) ходовой узел погру­жен в рабочую среду, доступ к нему накрыт, он подвержен действию кор­розии и абразивных частиц рабочей среды, если она засорена. В связи с этим задвижки с невыдвижным шпинделем имеют ограниченное при­менение. Они используются для тру­бопроводов, транспортирующих нефть, воду (которые не засорены тверды­ми примесями и не имеют коррозион­ных свойств). Задвижки с невыдвиж­ным шпинделем имеют меньшую строительную высоту, что делает целе­сообразным их применение для подзем­ных коммуникаций, колодцев и т. п.

|  |  |
| --- | --- |
| **Рис. 5.** Задвижка параллельная:  *1* -корпус; *2-* болты; *3* -крышка корпуса; *4-*крышка сальника; 5 - болт; *6* - маховик; 7-сальниковая набивка; *8-* шток; *9* -прокладка; *10* - прово­лочное кольцо; *11*- диск; *12* - клин; *13* - уплотнительное кольцо | **Рис. 6.** Задвижка клиновая флан­цевая:  *1* - корпус; *2* -клин (диск); *3* - крышка; *4*- шпиндель; 5-узел уплотнения шпинде­ля; *6-* ходовой узел шпинделя |

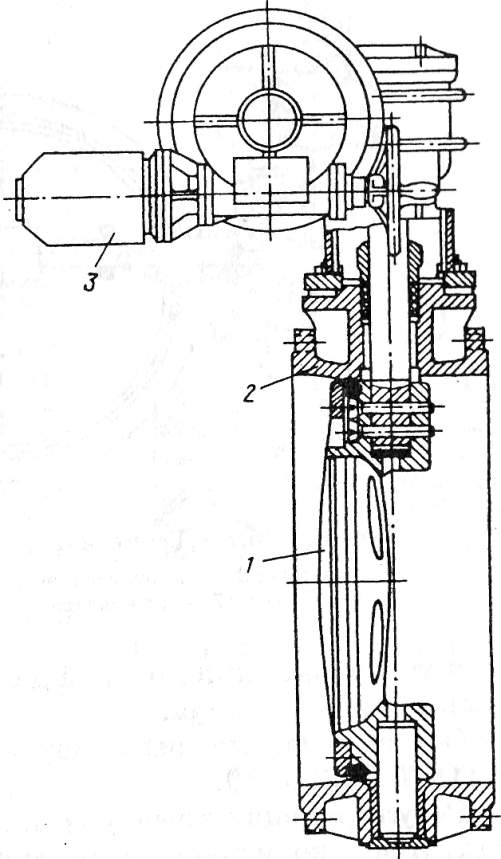
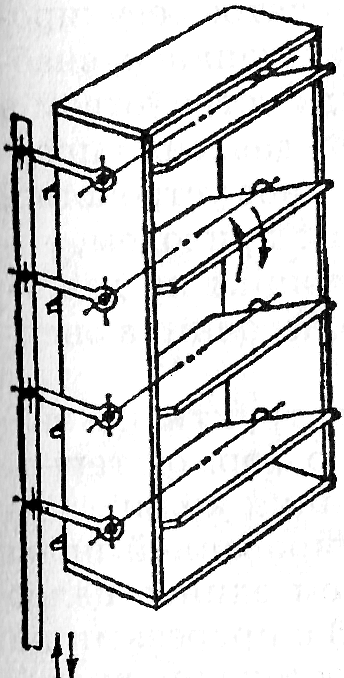
|  |  |
| --- | --- |
| **Рис. 7.** Задвижка с выдвиж­ным шпинделем | **Рис. 8.** Задвижка с невыдвижным шпинделем:  *а* - с жестким клином для воды; *б* - клиновая двухдисковая для топливных газов |

Задвижки изготовляются из чугу­на, стали, цветных сплавов и пласт­масс. Корпус и крышки стальных за­движек могут быть литыми, сварны­ми или штампованными. Штампосварной способ обеспечивает возможность получать детали из прочного и тща­тельно проконтролированного матери­ала, поэтому применяется для ответ­ственных объектов (в атомной энерге­тике).

В задвижках используется ручной либо электрический привод, в них находят ограниченное применение поршневые приводы, гидравлический или пневматический.

Основные параметры конструкций задвижек регламентированы ГОСТ 9698-86.

**Заслонки.** Заслонки применяются для перекрытия потока жид­кости и газа (воздуха). По своей конструкции заслонка представ­ляет собой короткий отрезок трубы с затвором в виде диска, пово­рачивающегося вокруг оси, расположенной перпендикулярно к оси прохода (рис.9). Затвор (диск) может быть плоским или двоя­ковыпуклым. Для герметизации запорного органа применяются металлические или мягкие (из резины, фторопласта) уплотнительные кольца. Заслонки могут использоваться как запорная и регу­лирующая арматура.

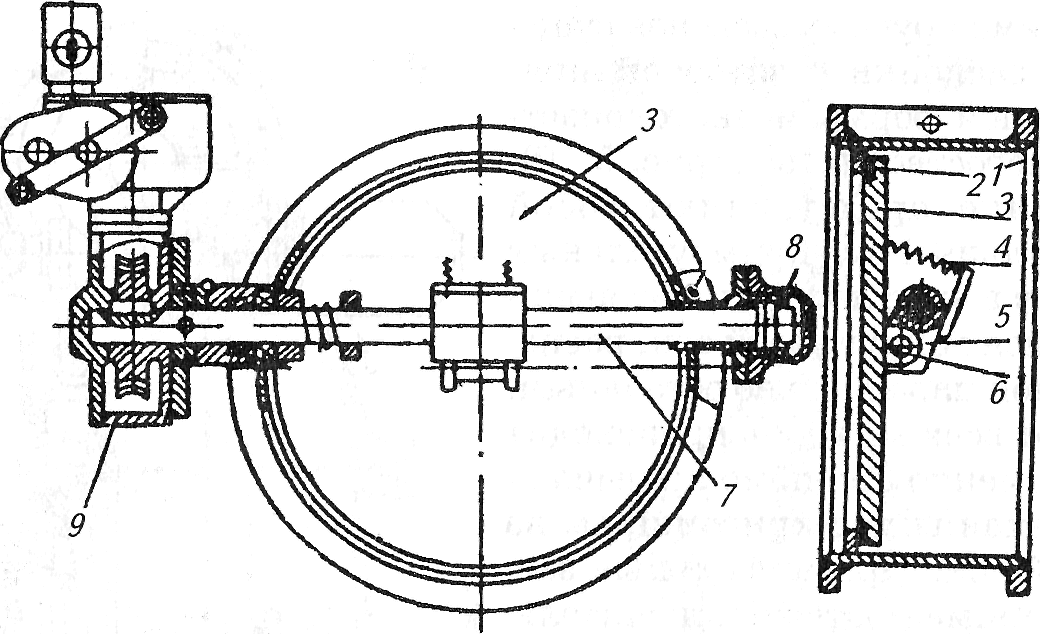
|  |  |
| --- | --- |
| **Рис. 9.** Заслонка с электроприво­дом для воды: *1* -затвор; *2* -корпус; 3 - электропривод | **Рис. 10.** Заслонка многолопастная для вентиляционных ус­тановок |

Управление заслонками может осуществляться вручную, при по­мощи электропривода, поршневого или мембранного пневмо- или гидропривода. Достоинствами заслонок являются: минимальная строительная длина, малые масса и металлоемкость, простота кон­струкции, малое число деталей и относительно низкая стоимость. Недостатками заслонок являются пониженная герметичность за­порного органа и большие крутящие моменты на валу, необходи­мые для управления заслонками с большими условными диамет­рами прохода. Помимо круглых заслонок суще­ствуют заслонки с затвором пря­моугольной формы и многолопаст­ные (многостворчатые) (рис. 10). Последние представляют собой вертикальный ряд прямоугольных затворов в виде лопасти, поворачи­вающейся вокруг своей оси, распо­ложенной параллельно остальным. Поворот всех затворов происходит одновременно при помощи рычаж­ного механизма с кривошипом на каждой оси. Прямоугольные зас­лонки применяются исключитель­но в вентиляционных системах.

Одним из видов заслонок, так­же применяемых в вентиляцион­ных системах, являются так на­зываемые герметичные клапаны (гермоклапаны).

Герметичные вентиляционные клапаны предназначены для уста­новки в воздуховодах вентиляци­онных систем.

Одним из основных узлов кла­пана (рис. 11) является корпус *1,* который ответными фланцами присоединен к воздуховодам. Проход клапана закрывается тарелью 3, на которой крепится уплотнительное кольцо *2* из резины. При помощи оси *6* тарель соединена с рычагом 5. Рычаг связыва­ет тарель с валом клапана 7.



**Рис. 11.** Герметичный клапан с электроприводом:

*1* -корпус; *2* -уплотнительное кольцо; *3-*тарель; *4* -пружина; 5-рычаг; *6-* ось; 7 -вал клапана; *8-* ограничитель; *9-* червячный редуктор

Затвор открывается в два этапа. При пово­роте вала клапана на 20-30° тарель отходит от уплотнения корпуса, не поворачиваясь, что достигается пружинами *4.* Затем поворотом вала на следующие 90° тарель поворачивается также на 90° и устанавливается параллельно оси трубопровода. Для ограничения поворота при открывании служит заштифтованный на валу клапана ограничитель *8,* который своим выступом упирается в выступ, сделанный на корпусе.

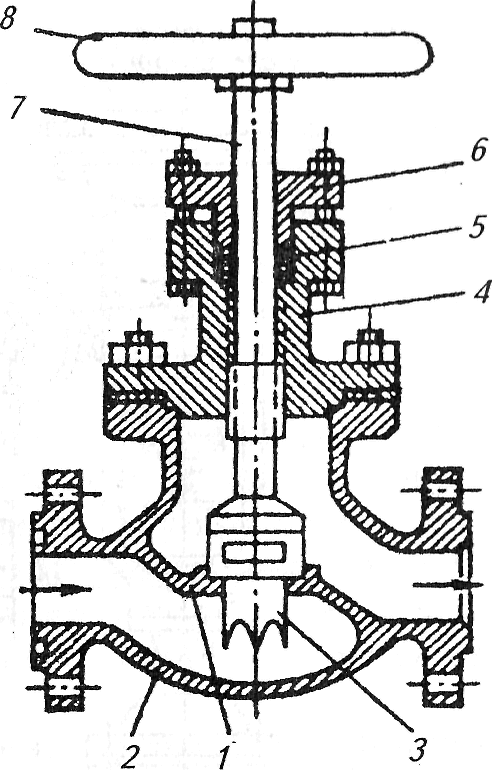
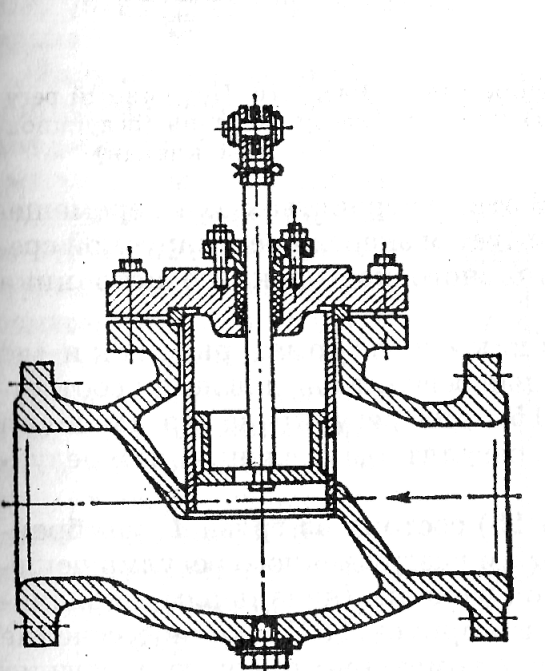
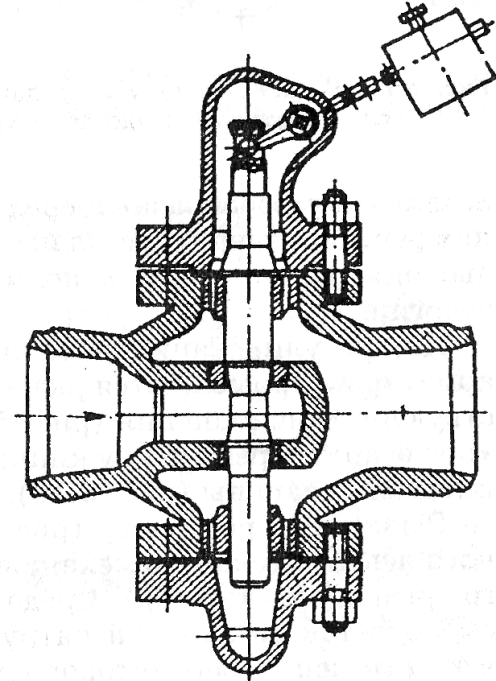
Герметические вентиляционные клапаны могут устанавливаться в вертикальных и гори­зонтальных воздуховодах. Предпочтение отдается установке, при которой давление среды будет прижимать та­рель к седлу клапана.

Основные параметры заслонок регламентированы ГОСТ 12521-89 и ГОСТ 25923-89.

**Регулирующая арматура.** Изменение количества протекающей по трубопроводу рабочей среды осуществляется регулирующей ар­матурой, к которой относятся регулирующие вентили, регулирую­щие клапаны, регуляторы давления и уровня.

При помощи вентиля производится только периодическое сту­пенчатое регулирование. Непрерывное и бесступенчатое регулиро­вание осуществляется при помощи регулирующих клапанов, снаб­женных приводом. Они являются исполнительным устройством в системе автоматического регулирования. Регулятор давления пред­ставляет собой автоматически действующее автономное устройство, состоящее из регулирующего клапана, снабженного приводом, уп­равляемым чувствительным элементом, реагирующим на давле­ние рабочей среды, без применения постороннего источника энер­гии.

Регулирующие вентили. Конструктивно они аналогичны запорным и отличаются от них только формой тарел­ки, которая для обеспечения плавного регулирования количества протекающей среды выполняется в виде профилированной иглы обтекаемой формы и составляющей со шпинделем единое целое (рис. 12). Удлиненная форма клапана (тарелки) с прорезями на хвосте и мелкая резьба на шпинделе позволяют постепенно увели­чивать проходное сечение в клапане, в результате чего подача ра­бочей среды регулируется плавно.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Рис. 12.** Регулирующий  вен­тиль:  *1-*седло клапана; *2-*корпус; *3-*клапан; *4-*крышка; 5-сальник; *6-*нажимной фланец; 7-шпин­дель; *8-*маховик | **Рис. 13.** Клапан регулирующий односедельный | **Рис. 14.** Клапан регулирующий двухседельный рычажный |

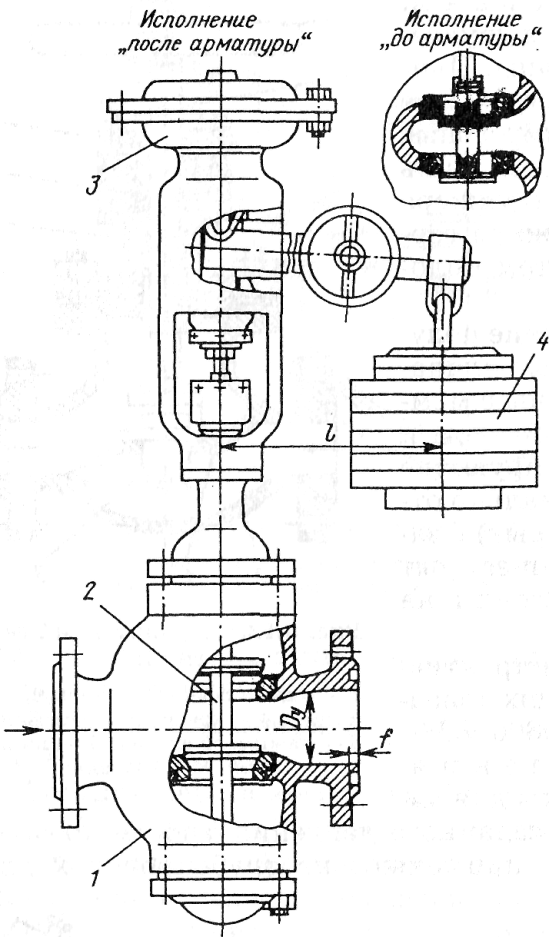
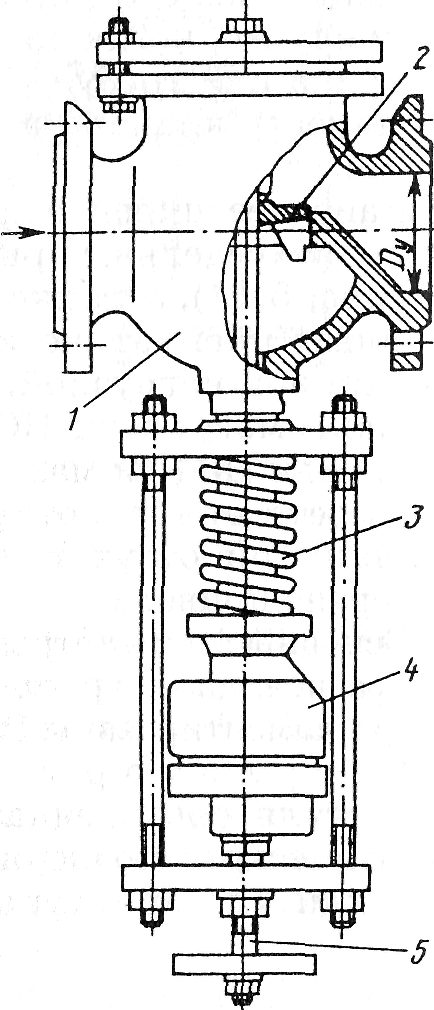
Регулирующие вентили имеют довольно ограниченное примене­ние. **Регулирующие клапаны.** Применяются односедельные и двухседельные регулирующие клапаны. Наиболее часто применяются двухседельные регулирующие клапаны. Односедельные клапаны (рис. 13) применяются лишь и том случае, когда площадь плунжера невелика или требуется надежная гер­метичность клапана в закрытом поло­жении.

Наиболее широкое применение получили двухседельные рычажные клапа­ны (рис. 14), а также клапаны с мем­бранным пневматическим приводом и пружинной нагрузкой. Регулирующие клапаны могут быть НО (нормально открыт) или НЗ (нормально закрыт) в за­висимости от того, открыт или закрыт клапан при отсутствии давления на мембране привода.

Основные параметры и конструктив­ные разновидности регулирующих клапа­нов регламентированы ГОСТ 25866-83.

**Регуляторы давления.** Эти регуляторы предназначены для ав­томатического поддержания заданного давления «после арматуры» или «до арматуры». Их применяют на трубопроводах для жидких и газоообразных сред. В этих устройствах для перемеще­ния регулирующего органа используется энергия регулируемой сре­ды: они работают без дополнительного постороннего источника энергии.

Для регулирования давления как «после арматуры», так и «до арматуры» применяются рычажные регуляторы давления соответ­ствующего исполнения (рис. 15), для регулирования давления «после арматуры» — пружинные регуляторы давления, или редук­ционные клапаны (рис. 16).

|  |  |
| --- | --- |
| **Рис. 15.** Рычажный регулятор давления еле арматуры» и «до арматуры» | **Рис. 16.** Пружинный регу­лятор давления (редукцион­ный клапан) |

Рычажный регулятор (рис. 15) состоит из груза *4,* мембран­ного исполнительного механизма *3* и разгруженного регулирующе­го органа (золотника) *2.* Среда под рабочим (начальным) давлени­ем подается во входной патрубок корпуса *1.* Проходное сечение в этот момент у регуляторов «после арматуры» открыто, у регуля­торов «до арматуры» закрыто за счет действия рычага с грузом на подвижную систему. С помощью трубки давление передается на мембрану в направлении, обратном действию груза. Когда давле­ние среды на мембрану станет больше или меньше усилия, создава­емого грузом, подвижная система начнет перемещаться, что приве­дет к изменению проходного сечения в регуляторе и давления до регулятора или после него. На требуемое давление регулятор на­страивают подбором грузов и их расположением на рычаге.

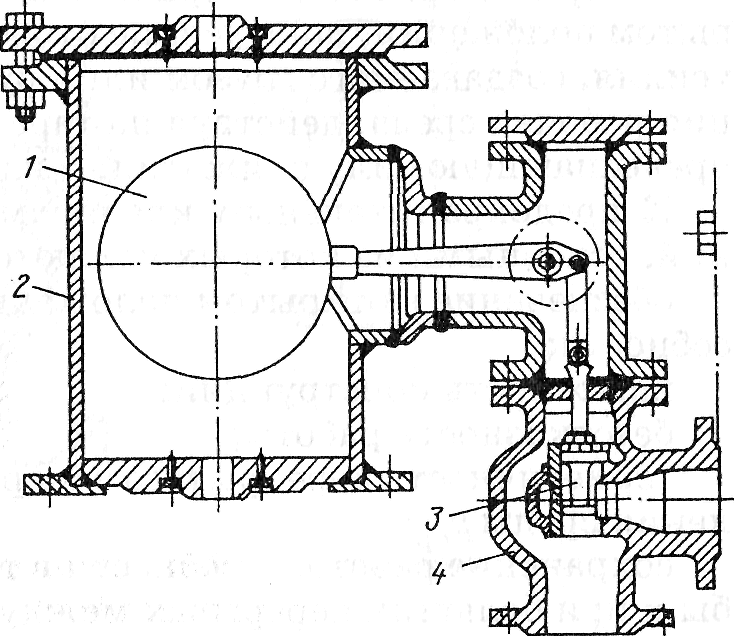
Рычажный регулятор устанавливают на горизонтальном тру­бопроводе мембранной головкой вверх.

Пружинные регуляторы «после арматуры» (рис. 16) имеют односедельный корпус *1,* регулирующий орган (золотник) *2,* урав­новешенный от одностороннего действия среды с помощью порш­ня в цилиндре *4,* куда также поступает среда. Пружина 3 регуля­тора воспринимает усилие редуцированного давления среды, посту­пающей под золотник. На требуемое давление регулятор настраи­вают регулировочным винтом *5,* вращением которого изменяют усилие сжатия пружины.

Основные параметры регуляторов давления промышленной ар­матуры регламентированы ГОСТ 12678-80.

**Регуляторы уровня прямого действия.** Регулятор уровня предназначен для поддержания уровня жидко­сти в сосуде в установленных пределах заданной высоты. Основ­ными элементами регулятора уровня являются чувствительный элемент (датчик положения уровня) и исполнительное устройство, состоящее из запорного или регулирующего клапана или крана. В регуляторах прямого действия датчиком положения уровня обыч­но служит поплавок в виде полого шара или цилиндра, соединен­ный рычажной передачей (или без нее) с затвором клапана или крана.

Регулятор (рис. 17) состоит из поплавковой камеры *2,* в кото­рой размещаются поплавок *1,* и клапана *4.* Поплавковая камера соединена с паровым (воздушным) и водяным пространствами бака, по­этому уровень в ней та­кой же, как и в баке. При снижении уровня воды в бакепоплавок вместе с одним концом рычага перемещается вниз, а дру­гой конец рычага подни­мается вверх, увлекая за собой золотник 3, благо­даря чему увеличивается проходное сечение.



**Рис. 17.** Регулятор уровня (перелива)

**Предохранительная арматура.** Предохрани­тельная арматура служит для выпуска из защищаемой системы, установки или сосуда избыточного объема рабочей среды, создающего повышенное давление, которое не предусматривается нормальным ходом технологического процесса. К предохранительной арматуре относятся предохранительные клапаны, мем­бранные устройства, гидрозатворы и дыхательные клапаны.

*Предохранительные клапаны.* Предохранительные клапаны по методу выпуска избыточной рабочей среды делятся на *клапаны открытого типа,* у которых рабочая среда (пар, воздух) выпускается непосредственно в окружающую атмосферу, и *клапаны закрытого типа,* у которых рабочая среда может отводиться в назначенное место. Предохранительные клапаны имеют либо угловой корпус, либо проходной. Независимо от типа корпуса клапаны устанавливаются вертикально так, чтобы при закрывании седла шток опускался вниз.

По *методу нагружения* клапаны делятся на рычажно-грузовые и пружинные.

По *высоте подъема тарелки* среди предохранительных клапанов выделяют малоподъемные, у которых высота подъема несколько больше или равна 0,05 диаметра седла, и полно подъемные, высота подъема тарелки которых не менее 0,25 диаметра седла. Предохранительные клапаны с высотой подъема тарелки менее 0,25, но более 0,05 диаметра седла называются среднеподъемными.

В малоподъемных и среднеподъемных клапанах подъем золот­ника над седлом зависит от давления среды, поэтому их условно можно назвать клапанами пропорционального действия, хотя подъем золотника (тарелки) не пропорционален давлению рабочей среды. В полноподъемных клапанах при работе на газовой среде; открытие клапана происходит сразу на полный ход тарелки, по­этому такие клапаны называют предохранительными клапанами двухпозиционного действия.

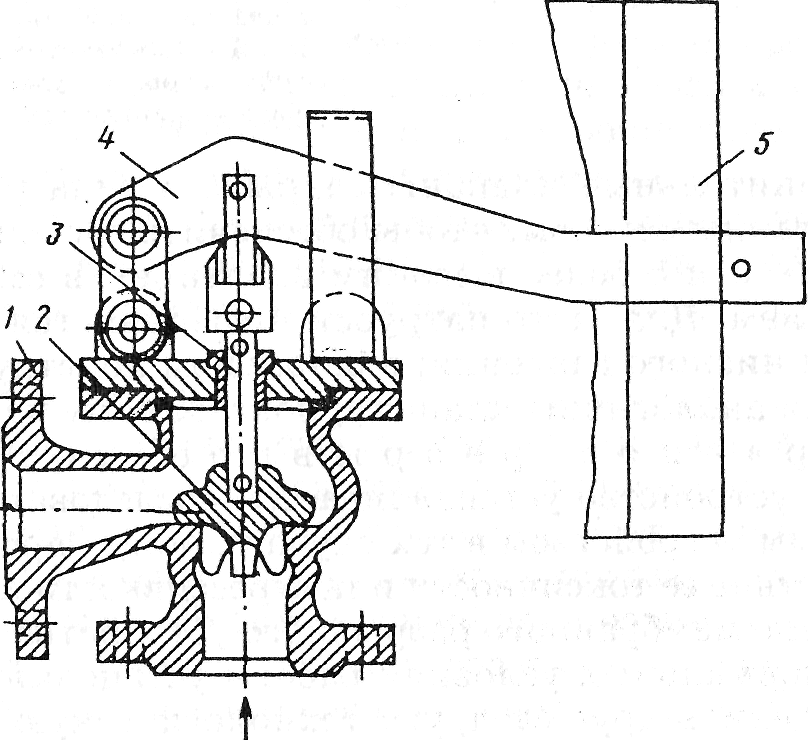
Запорный орган предохранительного клапана находится в зак­рытом положении, пока усилие от давления рабочей среды меньше усилия, создаваемого грузом или пружиной. С повышением давле­ния рабочая среда, действуя на тарелку, создает подъемную силу, превышающую силу прижатия, и клапан начинает открываться.

К предохранительным клапанам предъявляется ряд требова­ний, основными из которых являются:

* обеспечение в открытом положении требуемой пропускной спо­собности;
* надежность конструкции;
* безотказность работы;
* герметичность перекрытого запорного органа при действии дав­ления среды рср;
* сохранение работоспособности в течение заданного срока служ­бы и при больших перерывах между циклами срабатывания.

В системах с переменным расходом рабочей среды в аварийном режиме рекомендуется устанавливать предохранительные мало- и среднеподъемные клапаны, так как полноподъемные неустойчиво работают в системах с переменным аварийным режимом.

*Предохранительный однорычажный клапан* (рис. 18) обеспе­чивает сброс рабочей среды через золотник *2* при превышении пре­дельно допустимого давления. Регулирование клапана на требуе­мое давление обеспечивается изменением массы груза 5 или дли­ны плеча *4.*

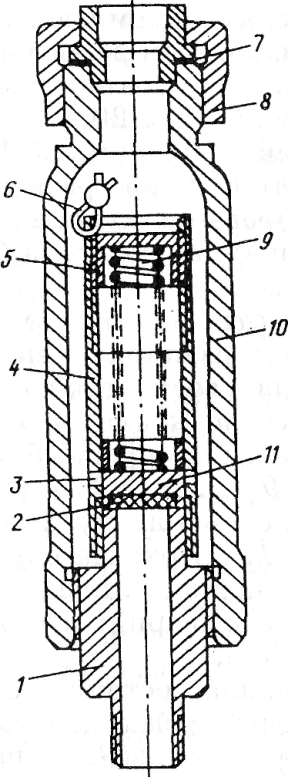
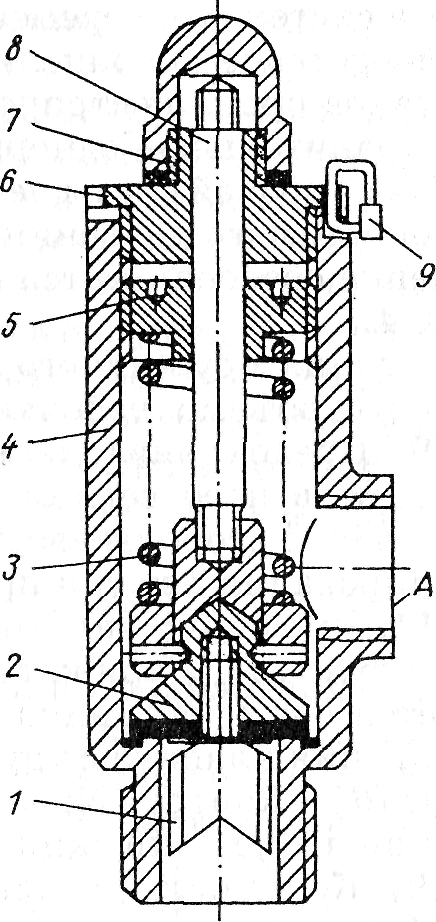


**Рис. 18.** Предохранительный однорычажный клапан:

*1* — корпус; *2* — золотник; 3 — шток; *4* — рычаг; 5 — груз

Конструкция пружинного клапана открытого типа для сброса избыточного объема рабочей среды в атмосферу показана на рис.19. Предохранительный клапан состоит из корпуса *10* с ввернутым в него седлом *1.* На седло навинчен стакан *4,* в котором с одной стороны ввернута нажимная пробка 5, служащая для регулирования сжатия пружины *9,* а с другой — вставляется клапан *11,* имеющий уплотнительную прокладку *2.* Клапан *11* усилием пружины *9* прижат к седлу *1.* Сверху на корпус *10* навинчивается накидная гайка *8* с прокладкой 7, предназначенная для соединения клапана с трубопроводом аварийного сброса рабо­чей среды (*6* -контровочная проволока).

Принцип работы пружинного клапана состоит в следующем (рис. 19). Когда сила давления рабочей среды, действующая на клапан *11* снизу, меньше силы сжатия пружины *9,* клапан закрыт. При повышения давления в сосуде до значения, на которое регули­руется затяжка пружины *9,* клапан *11,* сжимая пружину, отходит от седла *1* и через отверстия 3 перепускает рабочую среду из сосуда в трубопровод аварийного сброса.

|  |  |
| --- | --- |
| **Рис. 19.** Предохранительный пружинный клапан открытого типа | **Рис. 20.** Предохранительный пружинный клапан закрытого типа:  *1*- направляющее ребро; *2*-клапан; *3*- пружина; *4-* кор­пус; 5-нажимная гайка; *6-*направляющая втулка; 7 -гай­ка; *8* -шпиндель; *9* -пломба |

Предохранительные клапаны закрытого типа (рис. 20) вы­полняются таким образом, чтобы обеспечить сброс паров рабочей среды из емкости с более высоким давлением в емкость с мень­шим давлением. Для этого патрубок *А* соединяется с трубопрово­дом емкости низкого давления; в остальном конструкция и прин­цип действия аналогичны клапану, показанному на рис. 19.

**Мембранное разрывное устройство.** Мембранное устройство устанавливается последовательно с предо­хранительным устройством в тех случаях, когда протечка рабочей среды вследствие ее токсичности или агрессивности недопустима.

Назначение мембранного разрывного устройства состоит в том, чтобы при нормальных условиях работы установки герметично и надежно отделить друг от друга технологическую и выпускную линии, а при возникновении аварийного давления быстро путем разрушения мембраны открыть проход избыточной среде.

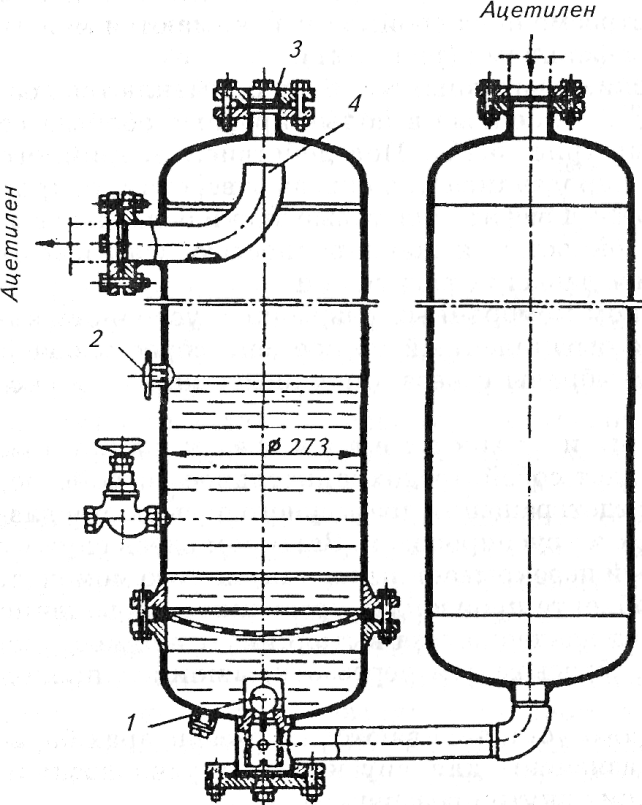
По характеру разрушения существуют мембраны разрывные, срез­ные, ломающиеся, выщелкивающие, отрывные и мембраны специального назначения. Для удобства и ускорения замены мембраны устанавливаются в быстросменных обоймах и зажимаются между двумя магистральными фланцами.

Помимо металлических разрывных мембран применяются гра-фитопластовые диски, помещенные в полые круглые обоймы со сквозными отверстиям. Под действием аварийного давления графитопласт продавливается сквозь отверстия, откры­вая переход рабочей среде. Графитопластовые диски обладают вы­сокой коррозионной стойкостью и жаропрочностью. Они имеют сравнительно стабильное давление разрушения.

Основным недостатком мембранных разрывных устройств яв­ляется практически не ограниченный по времени сброс рабочей среды после разрыва мембраны и незащищенность при этом сис­темы.

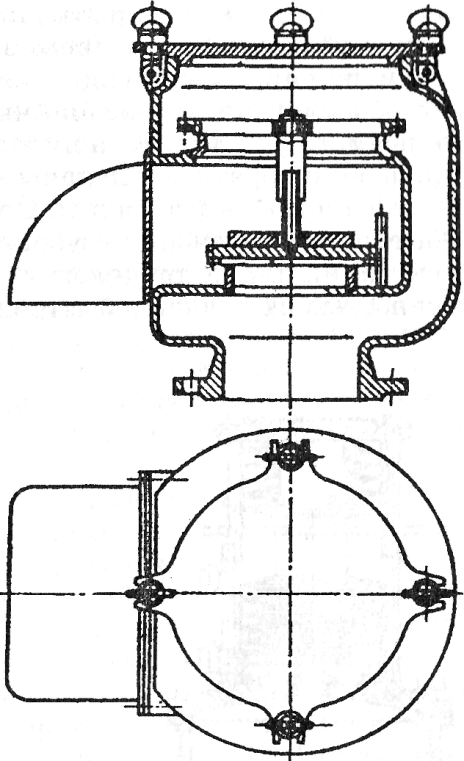
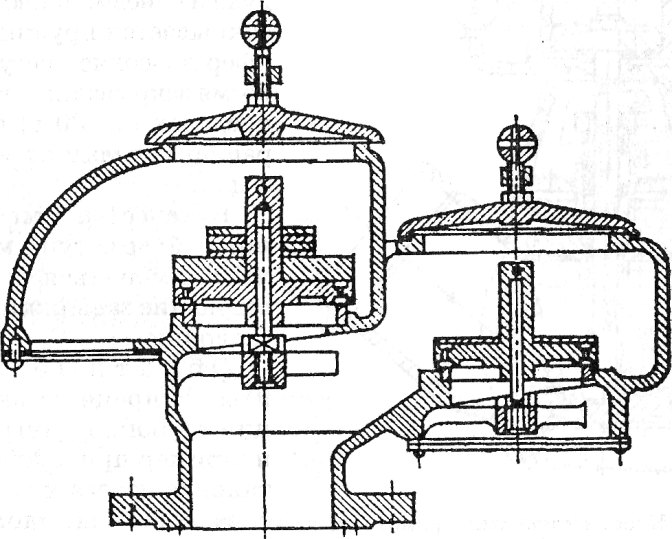
**Гидрозатворы и дыхательные клапаны**. *Гидрозатвор* представляет собой предохранительное устройство, предназначенное для предотвращения чрезмерного повышения дав­ления газа в установках и трубопроводах. Затвором здесь служит столб жидкости, который перекрывает выход газу до того момента, когда в защищаемом объекте произойдет чрезмерное повышение давления. В этот момент давление газа выталкивает жидкость из напорной трубы и газ сбрасывается через открывшийся проход (рис. 21).

*Дыхательные клапаны* устанавливаются на резервуарах боль­шой емкости и предназначены для впуска и выпуска воздуха в зависимости от давления внутри резервуара. Под действием непрерывного изменения температуры окружа­ющего воздуха изменяется объем жидкости и воздуха внутри ем­кости (резервуар, цистерна, бак). Кроме того, при изменении темпе­ратуры из жидкости может выделяться растворенный в ней воздух или, наоборот, растворяться в ней. Для того чтобы избежать обра­зования избыточного по сравнению с окружающим воздухом давления или вакуума, необходи­мо в зависимости от создав­шихся условий выпускать из­быточное количество воздуха или впускать его из окружа­ющей среды. Таким образом, происходит «малое дыхание» резервуара. «Большое дыха­ние» имеет место при больших изменениях объема жидкости, называемых поступлением или расходом жидкости.

**

**Рис. 21.** Схема гидро­затвора с предохрани­тельной мембраной:

*1* - обратный клапан; *2* -контрольный кран; *3* - раз­рывная мембрана; *4* -газоотводящая труба

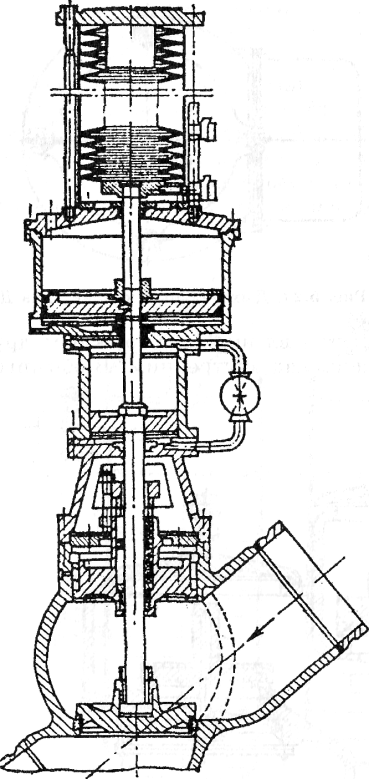
 

|  |  |
| --- | --- |
| **Рис. 22.** Дыхательный клапан типа ДК | **Рис. 23.** Дыхательный клапан типа КД |

В дыхательном клапане (рис. 22, 23) конструктив­но объединены два предохра­нительных клапана, действие которых направлено в противоположные стороны. Оба кла­пана имеют вид действия НЗ (нормально закрыт), при этом один из них соединен с воз­душным пространством резервуара подклапанной полостью, другой - надклапанной поло­стью (рис. 23). Соответственно один клапан откры­вается при превышении внутреннего давления над наружным, дру­гой — при превышении наружного над внутренним.В обычных условиях оба клапана закрыты, и один из них открывается только лишь при разности внутреннего и внешнего давлений.

**Защитная арматура.** Защитная арматура предназначена для за­щиты оборудования от аварийных режимов путем отключения защищаемого участка. К защитной арматуре относятся отсечные (защитные) и обратные клапаны.

**Отсечные клапаны.** Отсечные клапаны предназначены для быстрого отключения трубопровода или его части при аварий­ной ситуации или по технологическим требованиям. Характерной особенностью их является быстродействие, обеспечиваемое обычно срабатыванием пружины (винтовой или пакетом та­рельчатых) в момент закры­тия клапана.



**Рис. 24.** Клапан отсечный прямоточный

с поршневым приводом и тарельчатой пружиной

На рис. 24 показана конструкция прямоточного клапана с поршневым пнев­моприводом. Шток, управля­ющий тарелкой клапана, со­единен с набором тарельча­тых пружин, поршневым пневмоприводом и масляным демпфером (тормозом). Сре­да подается под тарелку. Кла­пан открывается пневмопри­водом под действием сжато­го воздуха, при этом взводит­ся пружина. При выпуске воз­духа из пневмопривода клапан закрывается пружиной. Дем­пфер позволяет регулировать время закрывания в требуемых пределах (5...30 с) и предох­раняет тарелку от ударов по седлу.

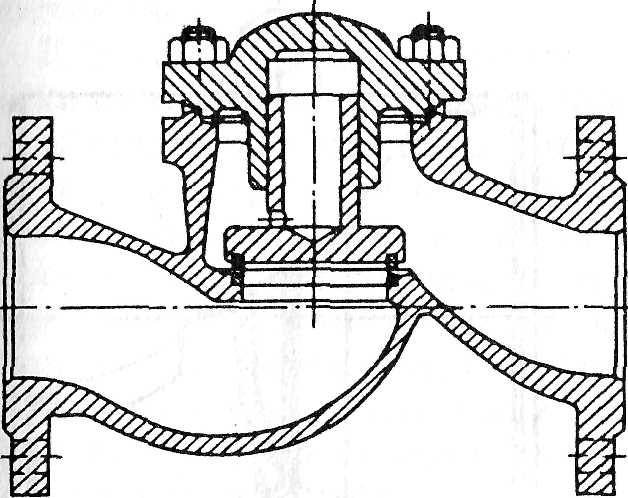
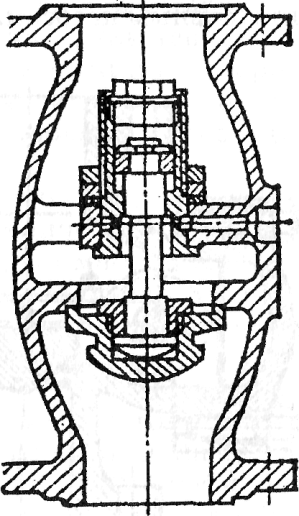
В качестве отсечной (за­щитной) арматуры могут так­же применяться быстродей­ствующие задвижки, краны и заслонки.

**Обратные клапа­ны.** В процессе эксплуата­ции трубопроводных систем, например при аварийной ос­тановке насоса или компрессора,при технологическомснижении давления на каком-либо участке, при разрыве трубопровода и т. д., могут возникнуть условия, когда поток среды изменит направление на обратное. Для того чтобы исклю­чить эту возможность, применяются обратные клапаны, которые пропускают рабочую среду только в одном, нужном, направлении. При изменении направления потока на обратное они закрываются, прекращая обратное движение рабочей среды.

Обратные клапаны бывают *подъемные* и *поворотные.* Поворот­ные делятся на простые и безударные; подъемные могут быть го­ризонтальными (для горизонтальных трубопроводов) и вертикаль­ными (для вертикальных трубопроводов), односедельными и мно­госедельными. Обратные клапаны с сеткой, предназначенные для водо- и нефтезаборных устройств, называются *приемными.* Все об­ратные клапаны устанавливаются на линии только в одном на­правлении с учетом движения рабочей среды «под клапан» при открытом положении.

Подъемные обратные клапаны по своей конструкции проще, чем поворотные, эта конструкция обеспечивает надежную герметичность, однако при работе на загрязненных средах возможно заедание за­твора в направляющей части крышки. Поворотные клапаны менее чувствительны к загрязненности среды, они позволяют контроли­ровать положение захлопки и использовать демпфирующие уст­ройства для предотвращения гидравлического удара при резком закрытии клапана. Подъемные обратные клапаны обычно исполь­зуются для малых условных диаметров прохода и чистых сред, в остальных случаях применяются поворотные обратные клапаны. В последнее время наблюдается тенденция более широкого приме­нения поворотных обратных клапанов и замена ими подъемных.

В подъемных обратных клапанах (рис. 25) при подъеме та­релки не должно происходить торможение (демпфирование) в на­правляющем отверстии хвостовика тарелки. Для этого в полом хвостовике делается отверстие, соединяющее низ направляющего отверстия с полостью клапана. При сплошном хвостовике отвер­стие в стенке полой направляющей крышки сверлится сверху. Вер­тикальные подъемные клапаны (рис. 26), снабженные перепуск­ным устройством и демпфером, применяются в энергетических ус­тановках. Они устанавливаются на вертикальном трубопроводе за питательным насосом. Когда тарелка садится на седло, предотвращая обратный поток воды, автоматически начинает действовать перепускное устройство. При подъеме тарелки перепуск прекраща­ется. Перепуск воды в данных условиях необходим для того, чтобы предотвратить «запаривание» насоса при закрытом обратном кла­пане.

* *

|  |  |
| --- | --- |
| **Рис. 25.** Клапан обратный подъем­ный фланцевый | **Рис. 26.** Клапан обрат­ный подъемный верти­кальный |

Основные параметры обратных клапанов регламентированы ГОСТ 22445-88.

**Фазоразделительная арматура.** Конденсатоотводчики предназ­начены для автоматического отделения конденсата от пароводя­ной эмульсии и выпуска его из системы. Конденсат образуется в результате потери паром теплоты в теплообменниках и при пере­греве трубопроводов и установок, когда часть пара превращается в воду.

Конденсатоотводчик должен выпускать воду и задерживать пар, что осуществляется с помощью гидравлического и механического затвора. Соответственно конденсатоотводчики делятся на *бескла­панные* и *клапанные.* Установки или агрегаты, в которых исполь­зуются конденсатоотводчики, можно разделить на две группы: энер­гетические и обогревательные. В энергетических установках обра­зование конденсата происходит нерегулярно, например, в периоды пуска установки, включения байпасных линий и в других случаях, когда происходит перегрев тех или иных участков системы. При установившемся режиме работы образование избыточного конден­сата, не участвующего в технологическом процессе установок, как правило, не должно происходить. В нагревательных установках, где пар используется не как источник энергии, а как теплоноси­тель для передачи тепла с целью обогрева помещений и материа­лов, конденсат выделяется непрерывно и в значительных количе­ствах, так как охлаждение пара в этих установках происходит постоянно.

Клапанные конденсатоотводчики по принципу действия делят­ся на поплавковые, термостатные и термодинамические.

*Поплавковые* конденсатоотводчики составляют многочисленную группу конструкций и делятся на конденсатоотводчики с откры­тым, «опрокинутым» и закрытым поплавком. Конденсатоотвод­чики с открытым поплавком используются в энергетике для уста­новок с высокими параметрами пара. Конденсатоот­водчики с «опрокинутым» поплавком (колокольного типа) имеют цилиндрический поплавок, открытый снизу, в который конденсат поступает через входное отверстие корпуса. Чтобы при­вести в действие конденсатоотводчик, необходимо конденсат, обра­зованный при прогреве установки, и скопившийся воздух предва­рительно выпустить через спускные отверстия в корпусе, закрыва­емые пробками, или через наружный обвод. Под действием смеси пара и конденсата поплавок поднимается в верхнее положение и закрывает выпускное отверстие в седле клапана, а пар постепенно выходит через небольшое отверстие в верхнем донышке поплавка. После выпуска пара из полости поплавка он теряет плавучесть, опускается вниз и открывает отверстие в седле. Конденсат под давлением выпускается из конденсатоотводчика. Одновременно вы­пускаются воздух и газы, накопившиеся в корпусе. С поступлени­ем новой порции смеси пара и конденсата циклы повторяются.

Конденсатоотводчики с зак­рытым поплавком имеют по­плавок в виде пустотелого шара, соединенного с клапанным или шиберным (золотниковым) зат­вором при помощи рычажного устройства. При от­сутствии конденсата поплавок занимает нижнее положение и выпускное отверстие седла зак­рыто. При заполнении корпуса конденсатом на две трети объе­ма поплавок начинает всплы­вать и открывает выпускное от­верстие седла.

*Термостатные конденсатоотводчики* имеют чувствитель­ный элемент в виде сильфона, заполняемого легко испаряющейся жидкостью, или снабжаются термопластинами, обладающими высоким коэффициентом линейного расширения. Наиболее распространенными являются термостат­ные Конденсатоотводчики с сильфонами. Выпуск кон­денсата происходит при достаточном его охлаждении, когда тем­пература конденсата и давление паров в сильфоне снизятся на­столько, что сильфон, укорачиваясь, открывает отверстие седла. При поступлении в Конденсатоотводчик пара жидкость в сильфоне под действием высокой температуры испаряется, и создающееся внут­ри сильфона давление удлиняет сильфон, при этом затвор пере­крывает выходное отверстие седла (проход в конденсатопровод).

Наибольшее применение в настоящее время получили *термоди­намические конденсатоотводчики* тарельчатого типа, которые имеют простую конструкцию, малые габаритные размеры и массу, надежны в работе и дешевы в изготовлении, создают ма­лые потери пара и имеют высокую пропускную способность.

Конденсатоотводчик этой конструкции имеет одну подвижную деталь -тарелку, свободно лежащую на седле. Проходящий кон­денсат приподнимает тарелку и выходит через отводной канал. При поступлении пара, имеющего плотность меньшую плотности кон­денсата, тарелка прижимается к сед­лу в связи с тем, что высокие скоро­сти истечения пара создают под та­релкой зону пониженного давления. В результате статическое давление пара над тарелкой прижимает ее к седлу. Тарелка откроется вновь, ког­да под нее поступит конденсат, ко­торый имеет более низкую темпе­ратуру, чем пар, и еще более охла­дится в связи с нахождением под тарелкой. Пар, находящийся над закрытой тарелкой, охлаждается в результате потери теплоты как через крышку конденсатоотводчика, так и через тарелку, перекры­вающую проход конденсата. В результате охлаждения пара давле­ние над тарелкой падает, и давлением конденсата она приподни­мается, пропуская его в выпускной канал.