

# ТРУБОПРОПРОВОДНАЯ АРМАТУРА

(курс лекций)

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Основные термины и определения
2. Классификация трубопроводной арматуры
3. Типы арматуры
4. Эксплуатационные параметры арматуры.
5. Монтажные параметры арматуры
6. Материалы, применяемые для деталей арматуры.
  - 6.1. Корпусные материалы
  - 6.2. Уплотнительные материалы
  - 6.3. Прокладочные материалы
  - 6.4. герметизирующие материалы
  - 6.5. Смазки
7. Обозначения арматуры.
8. Условно-графические обозначения арматуры.

## ВВЕДЕНИЕ

Трубопроводная арматура представляет собой устройства, предназначенные для управления потоками жидкостей или газов, транспортируемых в трубопроводных системах.

Арматура - неотъемлемая часть любой трубопроводной системы. Расходы на нее составляют, как правило, 10-12% капитальных вложения и эксплуатационных затрат. При работе в различных системах арматура подвергается самым различным воздействиям: высоким и низким температурам, значительным давлениям, вибрациям, воздействию агрессивных жидкостей. Вследствие этого требования, предъявляемые к арматуре, чрезвычайно разнообразны. Основные из них - прочность, увеличение срока службы, надежность и долговечность, низкая стоимость и технологичность изготовления, взрывобезопасность, коррозионная стойкость - являются противоречивыми и не могут быть обеспечены одновременно. Поэтому на сегодняшний день существует огромное количество различных конструкций, каждая из которых представляет определенный компромисс между этими противоречивыми требованиями.

Раньше задачи изучения различных видов арматуры студентами специальности ТГВ возлагались на технологические практики: ознакомительную, рабочую и технологические. Однако в связи с уменьшением количества часов, отводимых на практику, а также с резким сокращением производственной базы для нормального прохождения практики в связи с закрытием или сокращением многих предприятий, возникла необходимость разработки специального курса, предназначенного восполнить образовавшийся пробел в программе подготовки.

Целью курса «Трубопроводная арматура» является знакомство студентов с многообразием существующих типов арматуры, принципиальными различиями отдельных конструкций, преимуществами и недостатками существующих типов арматуры. Студенты должны уяснить основные требования к арматуре и принципы ее выбора для конкретной системы, ознакомиться с принятой системой обозначений арматуры и ГОСТами на условно-графические изображения различных видов арматуры в схемах.

## 1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Трубопроводной арматурой называют устройства, монтируемые на трубопроводах, котлах, аппаратах, агрегатах, емкостях и других установках, предназначенные для управления потоками сред путем отключения трубопроводов или их участков, распределение потоков по требуемым направлениям, регулирования различных параметров среды (давления  $P$ , расхода  $G$ , температуры  $T$  и т.д.), выпуска среды по требуемому направлению и т.д. путем изменения проходного сечения в рабочем органе арматуры.**

Далее в описании термин «трубопроводная арматура» заменен сокращенным обозначением ТА.

В практике под термином ТА часто понимают и соединительные части трубопроводов, однако в данном курсе эти детали систем не рассматриваются. В целом, на наш взгляд, по отношению к ним термин ТА является не совсем подходящим. Более соответствует термин «соединительные детали». Аналогичный подход принят в зарубежной практике, где подобные детали называют словом **фиттинг**.

Следует особо подчеркнуть, что принципиально ничего другого, как перекрытия проходного сечения, в ТА не происходит. Какие бы функции не выполняла ТА, принцип ее действия основан только на изменении проходного сечения потока. Так, в смесители кухонной мойки или ванной комнаты мы регулируем температуру воды, изменяя соотношение потоков холодной и горячей воды, однако достигается это тем, что изменяется проходное сечение для каждого из потоков. Регулятор давления, устанавливаемый на газовом баллоне, поддерживает постоянное давление перед газовыми горелками, автоматически изменяя проходное сечение для потока газа так, что при требуемом расходе избыточное давление гасится в проходном сечении.

Конструкция арматуры в общем случае содержит следующие основные элементы: корпус с присоединительными патрубками, крышку корпуса, рабочий орган, привод.

**Рабочий орган** арматуры состоит из двух элементов - седла и затвора. **Седло** является неподвижной частью рабочего органа, расположено на корпусе и представляет из себя канал или отверстие для прохода потока, окруженное уплотнительной поверхностью, к которой должен плотно примыкать затвор. **Затвор** является подвижной частью рабочего органа и представляет из себя деталь или конструктивно объединенную группу деталей, предназначенных для перекрытия проходного отверстия седла и перемещающуюся или поворачи-

вающуюся относительно седла. Затвор имеет уплотнительное кольцо для посадки на седло и герметизации рабочего органа.

Управление арматурой осуществляется при помощи деталей, образующих подвижное соединение (шток или шпindel) в крышке корпуса или корпусе. Это подвижное соединение герметизировано по отношению к внешней среде.

Для перемещения затвора используются различные механизмы, чаще всего винтовая пара. При использовании винтовой пары стержень, на котором закреплен клапан затвора, имеет винтовую резьбу и называется **шпинделем**. По резьбе шпинделя перемещается ходовая гайка, являющаяся вторым элементом винтовой пары. Если же затвор перемещается возвратно-поступательно без вращения, то стержень называется **штоком**. При ручном управлении или электрическом приводе чаще используют шпиндельную ТА, а при наличии мембранного или поршневого привода для перемещения затвора используется шток.

При работе ТА ее конструктивные элементы соприкасаются с различными потоками сред. Различают следующие виды сред:

- **рабочая**
- **окружающая**
- **командная**
- **управляющая**

**Рабочая среда** - это среда, для управления потоком которой и предназначена арматура, то есть тот поток, который протекает через рабочий орган арматуры.

**Окружающая среда** - это среда, которая окружает корпус арматуры. Чаще всего окружающей средой является воздух, однако могут быть и другие варианты. Так, для судовой арматуры окружающей средой может быть морская вода, для нефтяной арматуры - сырая нефть и т.д.

**Командная среда** - это среда, посредством которой передается управляющий импульс для работы арматуры. При использовании пневмоавтоматики это может быть сжатый воздух, при использовании гидроавтоматики - масло. Для многих регуляторов роль командной среды выполняет сама рабочая среда, передавая по трубке импульс давления. При использовании электроавтоматики и электропривода командная среда отсутствует, так как управляющий импульс является электрическим.

**Управляющая среда** - это среда, которая осуществляет силовое воздействие для перемещения рабочего органа арматуры в требуемое положение. Она имеет место лишь в ТА, снабженной пневмо или гидроприводом. Роль управляющей среды во многих регуляторах выполняет рабочая среда, так как перемещение рабочего органа происходит под давлением рабочей среды.

## 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

Классификация ТА осуществляется по различным признакам.

**По целевому назначению** ТА подразделяется на следующие группы:

- промышленная
- сантехническая
- лабораторная

**Промышленная** ТА предназначена для установки на трубопроводах и технологических установках различного профиля. Она подразделяется на арматуру **общего назначения**, предназначенную для установки в системах, эксплуатируемых в обычных условиях, и **специальную**, к которой предъявляются особые требования в связи со специфическим характером систем, в которых она установлена.

**Сантехническая** ТА предназначена для установки во внутренних санитарно-технических системах зданий. К ней относятся водоразборные краны, смесители.

**Лабораторная** ТА является, как правило, арматурой небольших размеров. Она имеет специфическую конструкцию в связи с тем, что к ней предъявляются совершенно особые требования. Она, как правило, не рассчитана на работу при больших давлениях и температурах.

**По области применения** ТА подразделяется на следующие группы:

- пароводяная
- газовая
- нефтяная
- энергетическая
- химическая
- судовая
- резервуарная

**Проводяная** ТА является наиболее характерной для использования в системах отопления, вентиляции и теплоснабжения. Само название говорит о том, что она предназначена для работы на воде и паре. Эта арматура выпускается на широкий диапазон рабочих давлений и температур.

**Энергетическая** ТА является, как правило, пароводяной арматурой, предназначенной для работы при высоких давлениях и температурах, характерных для крупных энергетических котлов, турбин и других установок. Энергетиче-

ские паровые котлы эксплуатируются при давлениях 300 и более атмосфер, а температура пара превышает 500 °С. Столь высокие рабочие параметры предъявляют жесткие требования к материалу и качеству раматуры.

**Газовая** ТА предназначена для установки в системах газоснабжения. К ней предъявляются повышенные требования герметичности в связи с пожаро и взрывоопасностью рабочей среды.

**Нефтяная** ТА является арматурой, предназначенной для установки в системах и трубопроводах, по которым транспортируется сырая нефть и нефтепродукты. Эта арматура должна обладать повышенной коррозионной стойкостью в связи с тем, что нефть является весьма агрессивной средой.

**Химическая** ТА предназначена для работы на очень агрессивной среде, включая концентрированные кислоты и щелочи. Эта арматура в основном применяется в химической промышленности и не характерна для систем ТГВ. Основным средством повышения коррозионной стойкости этой арматуры является использование специальных материалов для корпуса и деталей.

**Судовая** ТА разрабатывается для использования на флоте и морских сооружениях. Основным требованием к ней является высокая стойкость к воздействию морской воды, надежность, небольшие габариты и возможность работы в различных положениях в условиях качки.

**Резервуарная** ТА предназначена для установки на резервуарах и емкостях. Основной отличительной ее чертой является наличие одного присоединительного конца, а не двух, как у остальных типов арматуры.

**По принципу управления и действия** ТА подразделяется на следующие группы:

- **управляемая**
  - а) с ручным приводом
  - б) с механическим приводом
  - в) под дистанционно расположенный привод
- **автоматически действующая (автономная)**

**Управляемая** ТА отличается тем, что перемещение рабочего органа осуществляется за счет внешнего силового воздействия от некоего внешнего источника энергии - ручного усилия, электрическим мотором, пневмоприводом или гидроцилиндром. Управляемая ТА под дистанционно расположенный привод отличается наличием специальной механической передачи, позволяющей отнести источник силового воздействия от самой арматуры. Так, например, оператор котельной управляет задвижкой на паропроводе, находящейся над котлом, сам в это время находясь у фронта котла.

Управляемая ТА может быть снабжена дополнительно силовой возвратной пружиной, возвращающей рабочий орган в определенное положение при отключении управляющего воздействия. При подаче управляющего силового воздействия оно преодолевает действие возвратной пружины и переводит рабочий орган в другое положение. В зависимости от того, в каком положении находится рабочий орган такой арматуры при отсутствии (снятии) управляющего воздействия, бывает ТА «**нормально открытая**» и «**нормально закрытая**». Как правило, такая арматура применяется для повышения безопасности работы установок и систем и предотвращения аварийной ситуации, то есть выполняет функции защиты. Так, например, при отключении электроснабжения котельной клапан на топливном трубопроводе должен самопроизвольно вернуться в закрытое положение, что предотвратит взрыво- и пожароопасную ситуацию. Следовательно, здесь следует использовать ТА в исполнении «нормально закрытая». ТА калориферной установки вентиляции должна быть выполнена в исполнении «нормально открытая», чтобы при отключении управляющего сигнала гарантировать проток теплоносителя через калорифер и предотвратить его замерзание.

**Автоматически действующая** ТА отличается тем, что управление и рабочий цикл осуществляется только действием самой рабочей среды без каких-либо посторонних источников энергии. К этому типу относятся обратные клапаны, срабатывающий под действием изменения направления потока, регуляторы давления и расхода, конденсатоотводчики, терморегуляторы и другие виды арматуры.

**По функциональному назначению** ТА подразделяется на следующие основные классы:

- **запорная**
- **регулирующая**
- **распределительная**
- **предохранительная**
- **защитная (отсечная)**
- **фазоразделительная**

**Запорная** ТА служит для перекрытия потоков сред. Она должна обеспечивать надежное и полное перекрытие проходного сечения. Принципиально она должна обеспечивать всего два состояния - открыта или закрыта - и может быть не предназначена для эксплуатации в промежуточном положении рабочего органа. Она нашла наиболее широкое применение. К этому же классу относится

**пробно-спускная** и **контрольно-спускная** ТА, предназначенные для кратковременного открытия с целью проверки наличия или параметров рабочей среды.

**Регулирующая** ТА предназначена для регулирования параметров рабочей среды посредством изменения ее расхода. Эта арматура не обязательно должна обеспечивать полное перекрытие проходного сечения. К ней могут предъявляться дополнительные требования по виду регулировочной характеристики, надежности и точности рекулирования параметров. Сюда входит и **дроссельная** ТА, предназначенная для снижения давления потока.

**Распределительная** ТА предназначена для распределения потока по двум или более направлениям. Наиболее ярким примером является 3-х ходовой кран, применяемый и в отоплении для регулирования теплоотдачи отопительного прибора путем пропуска части общего расхода теплоносителя на стояке мимо прибора через замыкающий участок. Этот тип арматуры широко используется в системах гидро- и пневмоавтоматики для управления различными устройствами.

**Предохранительная** ТА предназначена для предотвращения аварийного повышения какого-либо параметра в обслуживаемой системе путем автоматического выброса избыточного количества среды. Наиболее ярким примером является предохранительный клапан, устанавливаемый на паровом котле. При повышении давления в барабане котла выше предельного значения срабатывает предохранительный клапан, и часть пара стравливается через него в атмосферу, поддерживая давление в котле на уровне максимально допустимого значения. К этой же группе ТА относятся и мембранно-разрывные устройства, например взрывозащитный клапан. Он представляет из себя мембрану, разрываемую в момент взрыва его давлением и тем самым препятствующую чрезмерному повышению давления в системе.

**Защитная** ТА предназначена для защиты оборудования от аварийного изменения параметра среды ( давления, температуры, направления потока ) путем отключения обслуживаемого участка. В отличие от предохранительной ТА поток не стравливается в атмосферу, а просто отключается требуемый элемент системы. Примером могут служить обратные клапаны, предотвращающие самопроизвольное изменение направления потока в трубопроводной системе. В топочных устройствах защитная ТА отключает подачу топлива к горелочному устройству в случае погасания факела или при отключении электроснабжения и остановке дымососа и дутьевого вентилятора

**Фазоразделительная** ТА предназначена для автоматического разделения различных фаз рабочей жидкости, например воды и пара ( конденсатоотводчики ), воды и воздуха ( воздухоотводчики, вантузы), воды и масла (маслоотделители).

Помимо основных видов ТА можно выделить промежуточные: запорно-регулирующая, смесительная, пробно-спускная и другие.

**По материалу корпуса** ТА подразделяется на следующие основные группы:

- **стальная (из углеродистой стали)**
- **из коррозионностойкой стали**
- **из титана**
- **чугунная (из серого чугуна)**
- **из ковкого чугуна**
- **из цветных металлов**
- **из пластмасс**
- **из керамики (фарфор)**
- **чугунная с защитным покрытием (резина, пластмасса, эмаль )**.

Более подробно характеристики отдельных материалов, их преимущества и недостатки рассмотрены в разделе 6. (Материалы, применяемые для деталей арматуры).

**По конструкции корпуса** ТА подразделяется на следующие основные группы:

- **проходная**
- **угловая**

У **проходной** ТА оба соединительных патрубка расположены на одной оси или со смещением на параллельных осях. Это наиболее распространенный тип корпуса арматуры. У **угловой** ТА соединительные патрубки расположены под углом друг к другу, причем наиболее часто под прямым углом. Это позволяет в некоторых случаях упростить конструкцию арматуры и избежать необходимости установки на трубопроводе дополнительного отвода для поворота потока.

**По конструкции соединительных патрубков** ТА подразделяется на следующие основные группы:

- **муфтовая**
- **фланцевая**

- цапковая
- штуцерная
- под приварку

**Муфтовая** ТА изготавливается на малые и средние диаметры. Присоединительные концы муфтовой ТА имеют внутреннюю резьбу, как правило трубную, предназначенную для вворачивания трубы с концевой короткой резьбой.

**Фланцевая** ТА имеет на присоединительных концах фланцы, представляющие из себя диск или квадрат с отверстиями под болты. Ответный фланец трубопровода должен иметь аналогичные присоединительные размеры.

**Цапковая** ТА имеет на конце быстроразъемное соединение с уплотнительной прокладкой, представляющее из себя два или более винтовых захвата. Ярким примером использования этого достаточно редкого соединения является пожарный гидрант, к которому при помощи цапки подсоединяют пожарный рукав.

**Штуцерная** арматура изготавливается на малые и сверхмалые диаметры. Штуцерное соединение представляет из себя пару, когда на арматуре на присоединительном конце нарезана наружная резьба, а трубопровод притягивается к ней при помощи накидной гайки. Для уплотнения соединения может быть использована прокладка или, если штуцер имеет на конце конус, то мягкая медная трубка может быть достаточно надежно герметизирована за счет плотного обжатия на конусе.

**Под приварку** подготавливают присоединительные концы арматуры больших диаметров, когда надежность всех других видов соединений становится недостаточной.

Более подробно преимущества различных способов соединения рассмотрены в разделе «Монтажные параметры арматуры».

**По способу герметизации** узла прохода шпинделя или штока через крышку или корпус ТА подразделяется на следующие основные группы:

- сальниковая
- сильфонная
- мембранная
- шланговая

В **сальниковой** ТА для уплотнения места прохода шпинделя или штока используется упругая сальниковая набивка - пропитанная антисептическими и гидрофобными составами специальная формованная лента из материалов растительного происхождения. Набивка сжимается в направлении оси штока или шпинделя и, благодаря своим упругим свойствам, расширяется в радиальном направлении, плотно заполняя пространство зазора между стенкой и штоком.

Сальниковое уплотнение получило наибольшее распространение благодаря своей простоте, низкой стоимости и возможности ремонта.

В **сильфонной, мембранной и шланговой** ТА отсутствуют подвижные соединения с зазорами, через которые рабочая среда может вытечь наружу, благодаря тому, что устройство управления движением затвора находится по одну сторону упругого элемента, а рабочая среда - по другую сторону. Иначе говоря, стенка сильфона, шланга или мембрана выступают в роли герметизирующего элемента подвижного соединения.

**По способу расположения** ТА подразделяется на следующие основные группы:

- **только на горизонтальных трубопроводах с вертикальным положением шпинделем или крышкой вверх**
- **на горизонтальных и вертикальных трубопроводах в любом положении**
- **только на вертикальных трубопроводах.**

Так например, пробковый кран может работать в любом положении, обратный шаровой клапан должен устанавливаться только на вертикальных трубопроводах, а тарельчатый обратный клапан должен устанавливаться только на горизонтальных трубопроводах крышкой вверх.

### 3. ТИПЫ АРМАТУРЫ

Выполнение одних и тех же функций может осуществляться различными типами арматуры, имеющими одну или другую принципиальную **конструкцию затвора**. По этому признаку выделяют следующие основные типы ТА:

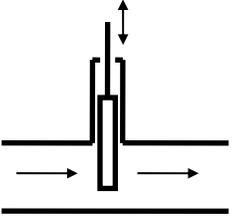
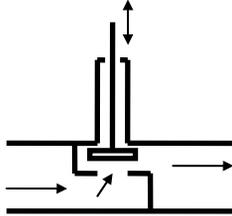
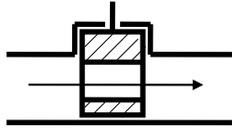
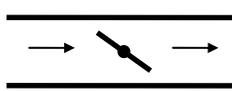
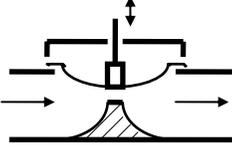
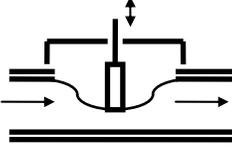
- **задвижки**
- **клапаны**
- **заслонки**
- **краны**
- **мембранный (диафрагмовый) клапан**
- **шланговый клапан**

**(регуляторы давления, расхода и уровня)  
(конденсатоотводчики)**

Сравнительная характеристика различных конструкций арматуры приведена в таблице 2.1. К характеристикам различных типов арматуры, приведенным в таблице, следует подходить осторожно: в отдельных конструкциях того или другого типа указанные недостатки базового варианта или ликвидированы совсем, или существенно снижены. Так, задвижки с суженным проходом имеют значительно меньшую строительную высоту, чем полнопроходные (однако они имеют большую строительную длину и большее гидравлическое сопротивление). Шаровые краны по сравнению с кранами с конусной пробкой имеют меньший износ поверхностей и усилие на привод, более герметичны (однако сложнее в изготовлении и дороже). Прямоточный вентиль с косым шпинделем в отличие от обычного имеет малое гидравлическое сопротивление. Такая ситуация понятна: именно с целью ликвидации имеющихся недостатков и разрабатываются новые конструкции арматуры.

Регуляторы и конденсатоотводчики не входят в вышеприведенный список, как отдельный тип арматуры и не приведены в таблице. В принципе, они представляют из себя конструкцию, в составе которой в качестве регулирующей арматуры используется один их вышеперечисленных типов (чаще всего клапан). Поэтому их не следует считать самостоятельными типами арматуры по конструкции затвора. Однако они составляют самостоятельную группы по назначению, которые широко используются в системах ТГВ. Принцип их работы рассмотрен ниже.

## Сравнительные характеристики различных типов арматуры

Наименование арматуры	Принципиальная схема	Краткая характеристика
<b>Задвижка</b>		<p>Затвор движется возвратно-поступательно вдоль уплотнительной поверхности. Большая строительная высота, малая строительная длина. Медленное срабатывание. Большое усилие на привод затвора. Сильный износ поверхности седла на загрязненных жидкостях. Малое гидравлическое сопротивление. Отсутствие противодействия рабочей среды.</p>
<b>Клапан</b>		<p>Затвор движется по нормали к уплотнительной поверхности. Малая строительная высота, большая строительная длина. Быстрое срабатывание. Большое усилие на привод затвора. Большое гидравлическое сопротивление. Наличие противодействия рабочей среды. Высокая герметичность.</p>
<b>Кран</b>		<p>Затвор движется вращательно на 90° вдоль уплотнительной поверхности. Малая строительная высота, малая строительная длина. Быстрое срабатывание. Большое усилие на привод затвора. Сильный износ поверхности седла и пробки на загрязненных и агрессивных жидкостях. Малое гидравлическое сопротивление. Отсутствие противодействия рабочей среды.</p>
<b>Заслонка</b>		<p>Затвор движется вращательно на 90°. Малая строительная высота, малая строительная длина. Быстрое срабатывание. Малое усилие на привод затвора. Малая герметичность. Малое гидравлическое сопротивление. Отсутствие противодействия рабочей среды. Применяется на газах.</p>
<b>Диафрагмовый (мембранный) клапан</b>		<p>Затвор движется возвратно-поступательно по нормали к уплотнительной поверхности. Малая строительная высота, большая строительная длина. Быстрое срабатывание. Малое усилие на привод затвора. Применяется на агрессивных жидкостях. Большое гидравлическое сопротивление. Наличие противодействия рабочей среды.</p>
<b>Шланговый клапан</b>		<p>Затвор движется возвратно-поступательно по нормали к уплотнительной поверхности. Малая строительная высота, большая строительная длина. Быстрое срабатывание. Малое усилие на привод затвора. Применяется на агрессивных жидкостях. Малое гидравлическое сопротивление. Наличие противодействия рабочей среды.</p>

**Задвижки** имеют затвор в виде листа, диска или клина, перемещающийся вдоль уплотнительных поверхностей седла корпуса перпендикулярно оси потока среды.

Задвижки бывают **полнопроходные**, имеющие седло в размер диаметра трубопровода, и **суженные**, у которых диаметр седла меньше диаметра трубопровода, что позволяет уменьшить необходимый ход шпинделя и, как следствие, строительный размер задвижки.

Задвижки так же бывают **клиновые** и **параллельные**. Седло клиновой задвижки представляет из себя две кольцевые поверхности, расположенные под небольшим углом по отношению к оси движения потока, образуя клиновую поверхность. Затвор представляет из себя одну или две тарелки (диска), закрепленные на шпинделе. Он бывает однодисковый или двухдисковый, упругий или сплошной. При перемещении затвора в конце хода при приближении к положению «закрыто» тарелки задвижки примыкают к седлу и за счет наличия клиновой поверхности плотно прижимаются к нему, будучи расклинены за счет усилия, создаваемого при движении шпинделя. У параллельной задвижки поверхности седел параллельны и перпендикулярны оси движения потока. Расклинивание и плотное примыкание тарелок затвора к седлам обеспечивается за счет вспомогательного клина, расположенного между тарелками.

Задвижки выпускаются с **выдвижным шпинделем или штоком**, и с **невыводным шпинделем**. Отличаются они конструкцией винтовой пары, за счет которой происходит перемещение затвора. Кроме того, задвижки с невыдвижным шпинделем имеют меньший строительный размер.

Преимуществом задвижек является то, что при перемещении рабочего органа он не преодолевает давления среды, что позволяет уменьшить усилие, необходимое для перемещения затвора. Преимуществом является так же то, что поток движется прямоточно, без поворотов, вследствие чего этот тип ТА имеет малое значение коэффициента местного сопротивления в открытом положении.

Благодаря симметричности конструкции задвижки могут эксплуатироваться при любом направлении движения потока.

Недостатком задвижек является сильное трение уплотнительных поверхностей в момент перемещения рабочего органа, большой габарит в направлении выдвигания штока (как минимум два диаметра трубопровода). Существенным недостатком задвижек является то, что в промежуточном положении затвора, когда тарелки частично перекрывают сечение седла, часть уплотнительных кольцевых поверхностей находится в зоне активного обтекания потоком и подвергается сильному абразивному износу твердыми включениями, содержащимися в рабочей среде. После работы в таком режиме уплотнительные поверхности изнашиваются настолько, что не обеспечивают достаточной герметичности при закрытии задвижки - задвижка «не держит».

Это ограничивает использование задвижки как регулирующего элемента (впрочем, этот недостаток свойственен многим видам арматуры). Кроме того, регу-

лирующие характеристики задвижек неудовлетворительны, это в принципе за-  
порная ТА.

Задвижки используются на крупных трубопроводах диаметром более 50 мм, где требуется медленное перекрытие сечения для предотвращения возникновения гидравлического удара.

В системах вентиляции и кондиционирования воздуха аналогом задвижки является вентиляционный **шибер**, представляющий из себя прямоугольный металлический лист, перемещающийся в направляющих перпендикулярно оси воздуховода.

**Клапаны** имеют затвор в виде плоской или конусной тарелки, перемещающейся возвратно-поступательно вдоль центральной оси уплотнительной поверхности седла корпуса. В некоторых конструкциях клапанов затвор движется по дуге.

Клапаны являются самым распространенным видом ТА, как основной элемент они входят в конструкцию большинства регуляторов. Клапаны имеют большое число разновидностей (предохранительные, запорные, регулирующие и т.д.). Клапаны с затвором в виде тарелки называются **тарельчатыми**, а если имеют затвор в виде конусной иглы - **игольчатыми**. Клапаны бывают односедельные и двухседельные. В двухседельных клапанах имеется два седла, перекрываемых соответственно двумя тарелками.

Клапанами также называется ТА с упругими деформируемыми затворами - мембранные и шланговые. В **мембранном** клапане затвор представляет из себя упругую гибкую мембрану, которая под действием приложенного усилия прогибается в направлении, перпендикулярном оси движения потока. Седло представляет из себя край перегородки, стоящую поперек канала для протока рабочей среды. При прогибе мембрана плотно примыкает к краю перегородки и перекрывает свободное сечение для прохода потока. В **шланговом** клапане сам канал для протока рабочей жидкости представляет из себя упругий деформируемый шланг, который при закрытии клапана просто пережимается специальным элементом затвора. Такие конструкции позволяют избежать наличия подвижных сальниковых уплотнений, по которым рабочая среда может перетекать наружу.

**Клапан с ручным управлением, в котором затвор перемещается при помощи резьбовой пары, называется вентилем.**

Вентили изготавливают как в муфтовом (резьбовом) исполнении, так и фланцевые.

Основное преимущество вентиляей - отсутствие трения уплотнительных поверхностей в момент закрытия, так как затвор движется перпендикулярно, что уменьшает опасность повреждения (задирав). Высота вентиляей меньше, чем у задвижек, ввиду того что ход шпинделя невелик и обычно составляет не более

четверти диаметра трубопровода. Однако строительная длина вентиля больше, чем у задвижек, так как требуется развернуть поток внутри корпуса.

Недостатком клапанов является большое гидравлическое сопротивление ввиду двукратного изменения направления потока внутри корпуса, а так же меньшего проходного сечения седла, чем у задвижек.

Кроме этого вентиль должен эксплуатироваться только при определенном направлении движения потока через него - когда поток подтекает под тарелку и в закрытом состоянии давит на тарелку со стороны седла. Тогда при открывании вентиля давление рабочей среды помогает оторвать тарелку от седла. Если же вентиль будет установлен неправильно, то в закрытом положении давление рабочей среды будет прижимать тарелку к седлу и при попытке открыть вентиль потребуется значительно большее усилие для перемещения шпинделя или штока, так как придется преодолеть давление рабочей среды, иногда весьма значительное. Это может привести к тому, что большим усилием тарелка затвора будет сорвана со штока и вентиль выйдет из строя, что потребует разборки вентиля для ремонта.

**Заслонки** имеют затвор в виде плоского листа круглой или прямоугольной формы, установленного внутри канала и вращающегося на оси, установленной перпендикулярно оси движения потока. Таким образом, затвор заслонки движется по дуге.

Заслонки наиболее часто используют в вентиляции и кондиционировании воздуха на воздуховодах, а так же на различных газоходах, то есть там, где имеют место большие диаметры трубопроводов, небольшие давления и невысокие требования к герметичности. Заслонки часто называют **дроссельными заслонками** или **дроссель-клапанами**. В зависимости от количества установленных пластин бывают одинарные заслонки и многостворчатые. На капельных жидкостях заслонки применяют редко, так как их конструкция не обеспечивает надежной герметичности перекрытия проходного сечения. На воздухе и газах, учитывая простоту и надежность конструкции, дроссельные заслонки применяют очень часто для регулирования и отключения расхода.

**Краны** имеют затвор в форме тела вращения, поворачивающийся вокруг своей оси, перпендикулярной оси потока среды. Затвор крана часто называют пробкой. Пробка крана имеет отверстие, перпендикулярное оси тела вращения, служащее для прохода потока. Если пробка крана повернута так, что ось отверстия совпадает с осью трубопровода, то кран находится в открытом положении, так как поток может протекать через отверстие. Если же пробку повернуть на  $90^{\circ}$ , то ось отверстия станет перпендикулярна оси трубопровода и кран будет закрыт. Таким образом, в отличие от вентиля и задвижки, для того, чтобы открыть или закрыть кран, требуется совершить не несколько оборотов шпинделя, а всего один поворот пробки на  $90^{\circ}$ . Поэтому краны, как правило, снабжают не

маховиком, а рукояткой. Положение рукоятки вдоль оси трубопровода соответствует открытому состоянию, а перпендикулярно оси трубопровода - закрытому.

В зависимости от числа рабочих положений пробки краны бывают **двухходовыми** или **трехходовыми**. Принципиально могут быть краны и на большее число положений, однако они нашли применение только в лабораторной аппаратуре. В зависимости от формы отверстий на пробке краны могут выполнять различные функции

В зависимости от формы тела вращения, образующего затвор, краны бывают:

- **конусные**
- **цилиндрические**
- **шаровые**

**Конусные** краны имеют пробку в виде усеченного конуса, в котором имеется прямоугольное или круглое отверстие. Корпус крана также имеет конусную поверхность, к которой должна плотно примыкать пробка. Для обеспечения герметичности пробка должна быть смазана, чтобы смазка заполнила микроразоры между поверхностью пробки и корпуса. Кроме того, смазка уменьшает усилие, требуемое на поворот пробки. Кроме того, пробка должна быть постоянно прижата к поверхности корпуса. В зависимости от способа прижатия пробки различают **сальниковые** и **натяжные** краны. В сальниковых кранах между крышкой крана и верхним торцом пробки расположена сальниковая набивка, являющаяся упругим элементом, создающим постоянное усилие, прижимающее пробку к корпусу. В натяжных кранах снизу пробки имеется стержень с резьбой, проходящий через отверстие в корпусе. Прижатие пробки осуществляется за счет пружины, одеваемой на винт и стянутой гайкой. Натяжные краны более надежны, так как в них работа крана не зависит от свойств сальниковой набивки, которая со временем теряет свои упругие свойства. Поэтому натяжные краны используют в газоснабжении.

Преимуществом конусных кранов является невысокая стоимость, малое гидравлическое сопротивление, простота конструкции и ревизии.

Недостатком таких кранов является большое усилие, требуемое на поворот пробки. По истечении некоторого срока работы (в зависимости от качества воды в системе) микроразоры между поверхностью корпуса и пробки зарастают отложениями - пробка «прикипает». В этих условиях на поворот пробки требуется настолько большое усилие, что возможно поломка крана.

Краны изготавливают из цветных металлов (бронзы и латуни), так как требуется высокое качество обработки поверхности корпуса и пробки. Кроме того, цветные металлы меньше подвержены коррозии, что снижает возможность «прикипания» пробки.

**Цилиндрические** краны в основном применяют для регулирования, так как цилиндрическая пробка не обеспечивает достаточной герметичности крана, ибо не может быть плотно прижата к корпусу. Зато она имеет возможность перемещения в вертикальном направлении, что дает возможность регулировать свободную высоту прямоугольного отверстия в пробке. Так устроены краны двойной регулировки, применяемые в системах отопления. За счет перемещения пробки по высоте осуществляется монтажная регулировка системы, а после потребитель имеет возможность уменьшать расход теплоносителя через прибор за счет поворота пробки на  $90^{\circ}$ .

**Шаровые** краны являются наиболее совершенными по своим эксплуатационным характеристикам. В них пробка выполнена в виде полированного шара, имеющего круглое отверстие для прохода потока. Диаметр отверстия в точности равен внутреннему диаметру подсоединяемого трубопровода, поэтому данный кран практически не создает местных сопротивлений потоку. Пробка крана не касается поверхности корпуса, что исключает возможность «прикипания». Уплотнение затвора осуществляется за счет двух фторпластовых кольцевых прокладок, устанавливаемых на заводе в момент сборки крана с усилием, превышающим предел текучести фторпласта, вследствие чего он надежно заполняет зазор между пробкой и корпусом и обеспечивает высокую герметичность всего крана. Стоимость этих кранов, однако выше, чем рассмотренных ранее, так как для их изготовления требуется более высокий уровень технологии.

**Мембранный клапан**, называемый так же диафрагмовым клапаном или вентилем, отличается тем, что седло затвора выполнено на торце перегородки, установленной поперек оси движения потока, а роль золотника выполняет гибкая мембрана, которая под действием штока или шпинделя прогибается и перекрывает проходное сечение трубопровода. Гибкая мембрана одновременно герметизирует рабочую полость арматуры, так что не требуется наличие сальника. Мембранные клапаны применяются на агрессивных средах, солевых растворах. Используются они на тепловых станциях при перекачке растворов в системах химводоподготовки. В обычных системах ТГВ они не применяются, так как обладают меньшей герметичностью, надежностью и ремонтнопригодностью, выдерживают меньшие давления.

**Шланговый клапан** отличается тем, что проходной канал арматуры выполнен в виде гибкого шланга, который под действием штока или шпинделя пережимается и перекрывает проходное сечение. Гибкая шланг одновременно герметизирует рабочую полость арматуры, так что не требуется наличие сальника. Шланговые клапаны обладают малой герметичностью и применяются в основном для целей регулирования на агрессивных средах, солевых растворах. Используются они там же, где и мембранные клапаны.

В системах ТГВ широко применяется автоматическая арматура, к которой относятся **регуляторы** (давления, расхода и уровня) и **конденсатоотводчики**.

**Регуляторы** давления, расхода и уровня предназначены для автоматического поддержания параметра без использования вторичных источников энергии.

Регулятор по конструкции представляет из себя клапан с пневмо или гидроприводом мембранного, сильфонного или плунжерного типа, а так же специальную установочную пружину, предназначенную для подстройки регулятора на требуемое значение параметра. Конструкции регуляторов чрезвычайно разнообразны.

**Регуляторы уровня** подразделяются на **регуляторы питания**, в которых уровень поддерживается за счет периодического добавлением жидкости в сосуд, и **регуляторы перелива**, в которых происходит слив избытка жидкости. Примером регулятора уровня первого типа является шаровой кран смывного бачка унитаза.

**Регулятор давления** рассмотрим на примере редуктора газового баллона. Отверстие входного патрубка для подачи газа является седлом клапана, к которому прижимается тарелка клапана, закрепленная на одном конце углового рычага. Второй конец рычага соединен с подвижной мембраной, на которую с внешней стороны действует сила атмосферного давления и сила сжатия установочной пружины, а с другой стороны - сила давления газа в полости регулятора. Ось вращения рычага закреплена на днище корпуса регулятора. Если давление одна из горелок газовой плиты будет закрыта, то уменьшится расход газа, в результате чего давление газа в полости редуктора начнет повышаться. Это приведет к перемещению мембраны, которая потянет за собой конец рычага, соединенный с ней. Второй конец рычага с закрепленным на нем клапаном так же переместится и прикроет отверстие для прохода газа. В результате давление газа в полости редуктора будет практически на постоянном уровне, так как ход клапана крайне мал и усилие установочной пружины при перемещении мембраны изменится незначительно. Таким образом, регулятор будет обеспечивать пропуск требуемого расхода газа при постоянном значении давления перед горелками.

**Регулятор расхода** работает аналогично регулятору уровня, поддерживая постоянный перепад давления на некотором дросселирующем устройстве, например, диафрагме или регулируемом сопле. Учитывая, что коэффициент местного сопротивления дросселирующего устройства не изменяется, постоянный перепад давления означает, что скорость потока через дроссель постоянна и, следовательно, постоянен расход. Некоторые регуляторы имеют дроссель, конструкция которого позволяет регулировать его сопротивление, подстраивая регулятор на требуемое значение расхода. Чаще, однако, сопротивление дроссе-

лирующего устройства оставляют постоянным, а изменяют сжатие установочной пружины, что позволяет регулировать перепад давления на дросселе и, следовательно, расход через регулятор.

В регуляторах важным моментом является разгрузка клапана от одностороннего давления рабочей среды, что позволяет значительно уменьшить усилия, требуемые на перемещение рабочего органа. Наиболее совершенным вариантом разгрузки является двухседельная конструкция клапана, когда усилия, действующие на две тарелки, противоположны по направлению и взаимно компенсируются. Однако в такой конструкции корпус сложнее в изготовлении и труднее обеспечить полную герметичность закрытия двух клапанов одновременно. Тем не менее, такая конструкция очень широко применяется в современных регуляторах.

**Конденсатоотводчики** предназначены для вывода из паровой системы конденсата, не участвующего в рабочем или технологическом процессе. Конденсат сливается постоянно или периодически по мере его накопления в системе.

Таким образом, конденсатоотводчики должны выпускать воду и задерживать пар, что осуществляется за счет наличия гидравлического или механического затвора. Они должны надежно выпускать конденсат в пределах широкого интервала давлений пара, температур конденсата и скорости его поступления в конденсатоотводчик.

Конденсатоотводчики бывают **клапанные** и **бесклапанные**. Клапанные конденсатоотводчики выпускают конденсат периодически, по мере достижения определенных условий, а бесклапанные - непрерывно. В принципе конденсатоотводчики клапанного типа являются двухпозиционными регуляторами, в которых роль чувствительного элемента и привода одновременно выполняет поплавку, термостат, биметаллическая пластина или диск.

Конденсатоотводчики в зависимости от принципа действия бывают:

- **поплавковые**
  - а) закрытого типа
  - б) открытого типа
- **термостатические**
- **термодинамические**
- **лабиринтные**
- **сопловые**

**Поплавковые** конденсатоотводчики в зависимости от конструкции поплавка бывают с **закрытым поплавком**, с **открытым поплавком**, с **опрокинутым поплавком колокольного типа**.

В поплавковых конденсатоотводчиках проходное сечение клапана для выпуска конденсата открывается при всплытии поплавка, с которым связан затвор клапана. Всплытие поплавка происходит в тот момент, когда уровень конденсата в корпусе конденсатоотводчика достигнет предельного значения. После открывания выпускного клапана часть конденсата выдавливается в конденсатную линию и поплавок снова опускается, перекрывая отверстие седла клапана.

Таким образом, поплавковый конденсатоотводчик в принципе работает, как регулятор уровня (регулятор перелива).

В **термостатических** или **термостатных** конденсатоотводчиках для управления затвором клапана используется термосильфон, расширяющийся при повышении температуры, биметаллическая пластина или диск. Работа таких конденсатоотводчиков основана на разнице температур паровой и жидкой фазы.

В термостатных конденсатоотводчиках **сильфонного** типа сильфон, представляющий из себя тонкостенную гофрированную трубку, заполнен легко испаряющейся жидкостью, испаряющейся при температуре свежего пара, но находящейся в жидкой фазе при температуре конденсата. Так, например, при удалении конденсата с температурой 85 - 90 °С используется смесь из 25% этилового спирта и 75 % пропилового спирта. Как только сильфон начнет омываться паром, жидкость испаряется, сильфон расширяется и перемещает клапан, закрывая отверстие для выпуска конденсата. В других конструкциях для этой цели применяют биметаллические пластины.

**Термодинамические** конденсатоотводчики являются конденсатоотводчиками непрерывного действия. Они получили в настоящее время наиболее широкое применение благодаря простоте конструкции, малым габаритам, надежности в работе, низкой стоимости, высокой пропускной способности и малым потерям пара.

Тарельчатый конденсатоотводчик такого типа имеет всего одну подвижную деталь - тарелку, свободно лежащую на седле. Проходящий конденсат приподнимает тарелку и выходит через отводной канал. При поступлении пара тарелка прижимается к седлу в связи с тем, что высокие скорости истечения пара создают под ней зону пониженного давления.

**Лабиринтные** конденсатоотводчики являются конденсатоотводчиками непрерывного действия. Они содержат устройство в виде лабиринта, которое для пара создает большое гидравлическое сопротивление, а для воды (конденсата) - значительно меньшее. Благодаря этому конденсат проходит через конденсатоотводчик, а пар задерживается.

**Сопловые** конденсатоотводчики являются конденсатоотводчиками непрерывного действия. Они содержат устройство в виде ступенчатого сопла с расширением, которое для конденсата не создает большого гидравлического сопротивления. Для прохода пара сопротивление сопла значительно больше, так как при этом создается внезапное расширение пара, и скорость его соответствует критическому перепаду давления ( в то время как на конденсат действует весь

перепад давления). Благодаря этому конденсат проходит через конденсатоотводчик, а пар задерживается.

В целом конденсатоотводчики являются малонадежными и капризными устройствами и требуют частой ревизии. Более подробно о работе конденсатоотводчиков можно прочитать в учебниках по курсу «Отопление» в разделах, посвященных паровому отоплению. Следует отметить, что паровые системы отопления даже на промышленных предприятиях, имеющих собственную паровую котельную, повсеместно заменяются водяными системами, как более надежными, легче регулируемые и более долговечными. Поэтому актуальность применения конденсатоотводчиков в настоящее время снизилась.

## 4. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ АРМАТУРЫ

Среди эксплуатационных параметров арматуры выделяют следующие: энергетические (давление и температура); пропускная способность; коррозионная стойкость; тип привода; необходимый крутящий момент для управления арматурой; время срабатывания и другие.

Самый важный параметр - давление среды. Разделяют **условное, рабочее и пробное** давление.

**Условное давление - это наибольшее избыточное рабочее давление при температуре 20 °С, при котором обеспечивается длительная и безопасная работа арматуры и соединительных частей трубопроводов.**

Существует стандартный ряд значений условных давлений, на которые проектируется ТА. Этот ряд давлений в МПа приведен ниже:

**0,1 0,25 0,4 0,6 1 1,6 2,5 4 6,4 (8,0) 10,0 (12,5) 16 20 25 32 40 50 64 80 100**

Значения давлений, указанные в скобках не рекомендуется применять, их следует использовать только для замены вышедшей из строя арматуры.

По условному давлению ТА можно разделить на 6 групп:

- для сверхвысокого и высокого вакуума (Р<sub>абс</sub> менее 0,1 Па)
- для низкого и среднего вакуума (Р<sub>абс</sub> от 0,1 Па до 0,1 МПа)
- для малых давлений (Р<sub>абс</sub> от 0,25 Мпа до 1,6 МПа)
- для средних давлений (Р<sub>абс</sub> от 2,5 до 10 Мпа)
- для высоких давлений (Р<sub>абс</sub> от 16 до 80 Мпа)
- для сверхвысоких (Р<sub>абс</sub> от 100 Мпа и выше)

**Рабочее давление - это наибольшее избыточное давление, при котором обеспечивается длительная работа арматуры и соединительных частей трубопроводов при рабочей температуре проводимой среды.**

Учитывая, что прочность большинства конструкционных материалов уменьшается с увеличением температуры, условное давление арматуры должно быть больше рабочего. Иначе говоря, если бы арматура эксплуатировалась при 20 °С, она могла бы выдержать большее давление, по сравнению с работой при повышенной температуре.

**Пробное давление - это избыточное давление, при котором арматура и соединительные части трубопроводов должны подвергаться гидравлическому испытанию водой на прочность при температуре не выше 100 °С.**

В эксплуатационных условиях допускается превышение фактического рабочего давления над указанным в стандарте не более чем на 5%.

При повышении температуры допустимое давление снижается в различной степени в зависимости от материала деталей корпуса, который в основном и определяет прочностные свойства арматуры.

Снижение рабочего давления по сравнению с условным определяется рядом температурных ступени и соответствующими им поправочными коэффициентами:

**1 0,9 0,8 0,71 0,64 0,56 0,5 0,45 0,4 0,36 0,32 0,26 0,25 0,22**

Для каждого материала имеются таблицы, где указываются температурные интервалы для каждой ступени.

**По температурному режиму ТА можно разделить на 5 категорий:**

- **обычная**
- **для высоких температур**
- **жаропрочная**
- **для холодильной техники**
- **криогенная**

Арматура **обычная** выпускается на различные диапазоны температур в зависимости от материала корпуса:

- из углеродистой стали - до 425 °С
- из ковкого чугуна марки КЧ - до 300 °С
- из серого чугуна марки СЧ - до 225 °С
- из латуни и бронзы - до 200 °С

Арматура **для высоких температур** предназначена для работы на потоках с температурой 450 - 600 °С. Она изготавливается из специальных сталей.

Арматура **жаропрочная** предназначена для работы на потоках с температурой более 600 °С. Она изготавливается из специальных жаростойких легированных сталей.

Арматура **для холодильной техники** должна работать надежно в зоне отрицательных температур до -153 °С.

**Криогенная** ТА предназначена для работы в условиях глубокого холода при температурах ниже -153 °С.

## 5. МОНТАЖНЫЕ ПАРАМЕТРЫ АРМАТУРЫ

К монтажным параметрам ТА относятся:

- **условный диаметр прохода.**
- **строительная длина**
- **строительная высота**
- **конструкция присоединительных патрубков**
- **размеры присоединительных патрубков**

**Номинальный диаметр отверстия в трубе или арматуре, служащего для пропуска рабочей среды, называется условным диаметром прохода и обозначается  $D_y$ .**

Этот параметр установлен ГОСТом.

По **условному диаметру прохода** арматура делится на следующие группы:

- **сверхмалых размеров**
- **малых размеров**
- **средних размеров**
- **больших диаметров**
- **сверхбольших диаметров**

К группе **сверхмалых размеров** относится ТА с  $D_y$  до 5,0 мм включительно. Это как правило специальная или лабораторная арматура. В практике строительства к этому типу арматуры можно отнести редукторы для баллонов сжатых газов. К этой же группе относится арматура различных приборов, связанных с перемещением газовых или жидкостных потоков: газоанализаторы, термостаты, испарители, химическое оборудование и т.д. Присоединительные концы часто под штуцер или имеют готовый штуцер под шланг.

К группе **малых размеров** относится ТА с  $D_y$  от 6 до 40 мм включительно. Эта арматура применяется очень широко в системах отопления, теплоснабжения, холодного и горячего водоснабжения. Как правило, это муфтовая ТА, то есть присоединительные концы имеют внутреннюю резьбу. Материал корпуса чугун или цветные металлы, сталь для этой арматуры применяется редко, только если она рассчитана на работу при высоких давлениях.

К группе **средних размеров** относится ТА с  $D_y$  от 50 до 300 мм включительно. Эта ТА широко применяется в системах отопления и теплоснабжения, холодного и горячего водоснабжения. Учитывая значительные диаметры, она устанавливается на вводах в здание или на магистральных трубопроводах. Широко применяется арматура такого размера в котельных, ТЭЦ, технологических установках различного профиля. Изготавливается из чугуна, стали углеродистой или легированной в зависимости от назначения.

К группе **больших диаметров** относится ТА с  $D_y$  от 350 до 1200 мм включительно. Это арматура устанавливается на магистральных трубопроводах или крупных трубопроводах тепловых станций, станций водоснабжения и канализации.

К группе **сверхбольших диаметров** относится ТА с  $D_y$  от 1400 и выше. Такая арматура применяется в основном в металлургии и гидротехническом строительстве. В санитарно-технических системах она не применяется.

**Строительная длина** характеризует длину участка трубы, который арматура замещает в трубопроводе. Строительные длины унифицированы для клапанов и задвижек общепромышленной арматуры, для другой арматуры они не унифицированы.

**Строительная высота** - это расстояние от оси прохода арматуры до конца шпинделя в верхнем положении.

Знание строительных размеров арматуры очень важно на этапе проектирования, чтобы правильно определить габариты, занимаемые арматурой. Игнорирование этих параметров может привести к тому, что арматура не поместится в отведенном для нее месте.

По конструкции присоединительных патрубков, как указывалось в разделе 1, арматура наиболее часто бывает муфтовая, фланцевая и под сварку.

**Муфтовая** ТА изготавливается на малые диаметры. Как правило, на арматуре наносят внутреннюю трубную резьбу соответствующего диаметра, а снаружи присоединительные концы оформляются в виде шестигранника «под ключ». Размеры присоединительных концов ГОСТированы. Трубная резьба представляет из себя дюймовую резьбу с мелким шагом. Дюймовая резьба, в отличие от метрической, имеет при вершине профиля угол не  $60^\circ$ , а  $55^\circ$ . Мелкий шаг означает, что шаг резьбы и высота зубьев не зависят от диаметра трубопровода. Мелкий шаг применяется потому, что при выполнении на трубе резьбы с обычным шагом высота зубьев получилась бы такой большой, что превысила бы толщину стенки трубы.

Муфтовое соединение обладает рядом преимуществ. Оно технологично, резьба может формироваться различным способом - штамповкой, накаткой, нарезкой, причем нарезка может быть произведена простыми приспособлениями в условиях мелкой мастерской и даже дома. Муфтовое соединение легко и достаточно надежно герметизируется льняной прядью или лентой ФУМ. Для муфтового соединения трубопровода и арматуры не требуются дополнительные крепежные детали.

Вместе с тем этому виду соединения присущи и недостатки. Самый главный заключается в том, что вследствие нарезки резьбы уменьшается толщина стенки трубы, что приводит к снижению прочности и долговечности соединения. Это не позволяет нарезать резьбу на тонкостенных трубах. Кроме того, для

выполнения соединения требуется большое усилие для наворачивания муфты на резьбу с уплотнительной подмоткой, причем это требуемое усилие резко возрастает при увеличении диаметра трубопровода. Поэтому для диаметров более 50 мм резьбовое соединение не применяют.

**Фланцевая** арматура выпускается на диаметры от 50 до 500 мм.

Фланцевое соединение как таковое очень широко применяется в технике. Фланцы соединяются между собой болтами, между ними вставляется прокладка из различных материалов.

Преимуществом фланцевого соединения является надежность, простота соединения, возможность многократной разборки и соединения.

Вместе с тем расход металла на фланцы весьма значительный, а трудоемкость их изготовления достаточно высока. При увеличении диаметра трубопровода толщина и масса фланцев существенно возрастают, что увеличивает расход металла. Сильно увеличивается и количество болтов, которое требуется для стыковки фланцев, что приводит к возрастанию трудоемкости их сборки. Кроме того, если фланцы небольших диаметров могут быть изготовлены из распространенного листового металла толщиной 8 - 15 мм, то фланцы больших размеров должны изготавливаться из дефицитного толстолистового металла или круглого профиля большого диаметра, что удорожает их изготовление. Для изготовления фланцев больших размеров требуются крупногабаритные токарные станки, что редко бывает в условиях рядового предприятия. При токарных работах много металла идет в отходы. С увеличением диаметра трубопровода возрастает усилие на фланцы и повышается вероятность разрыва и выдавливания прокладки.

**Типы применяемых фланцев** зависят от условного диаметра и рабочего давления среды. Существует много типов фланцев, отметим здесь лишь основные:

- **без выступа стальные плоские приварные**
- **плоские приварные с соединительным выступом**
- **с выступом или впадиной из серого чугуна**
- **с шипом или пазом**

**Плоские** фланцы бывают самодельного и заводского изготовления.

**Стальной плоский приварной фланец без выступа** наиболее прост по конструкции, может быть изготовлен из обычной листовой стали и применяется на трубопроводах малых диаметров. Прокладка, заложенная между двумя плоскими фланцами, сжимается по всей поверхности фланцев, что не позволяет развить больших давлений на материал и достичь предела текучести. Тот факт, что отсутствуют выступы на фланце и прокладка зажимается по всей поверхности фланца, затрудняет ее центровку в соединении. При наличии плоских фланцев следует использовать упругие прокладки с малой жесткостью. Наличие ца-

рапин на фланце в радиальном направлении может привести к тому, что не удастся достичь герметичности соединения. Учитывая существенных отсутствие неровностей (выступов) на поверхности фланцев, прокладка может легко скользить по поверхности, что повышает вероятность ее разрыва и выдавливания давлением в трубопроводе. Поэтому плоские фланцы ненадежны на трубопроводах больших диаметров.

**Плоские фланцы с соединительным выступом** обычно бывают заводского изготовления, но могут быть изготовлены и в условиях механических цехов завода. Они широко применяются на трубопроводах малых и средних диаметров благодаря большей надежности. Они имеют выступ на своей поверхности, что облегчает центрирование прокладки. На уплотнительной поверхности фланца может наноситься ряд concentрических неглубоких треугольных канавок, что резко увеличивает его герметичность. При давлении на прокладку в момент стягивания фланцевого соединения материал прокладки деформируется, достигнув предела текучести, и заполняет собой углубления канавок, препятствуя образованию непрерывных радиальных щелей в месте царапин поверхности.

**Фланцы с выступом или впадиной из серого чугуна** бывают только заводского изготовления. Они соединяются так, что выступ одного фланца входит во впадину второго, за счет чего обеспечивается большая герметичность соединения.

**Фланцы с шипом и пазом** так же бывают только заводского изготовления. Они соединяются так, что шип одного фланца входит в паз второго, за счет чего обеспечивается большая герметичность соединения.

Для арматуры больших и сверхбольших диаметров присоединительные концы подготавливают **под приварку**, то есть они представляют из себя просто отрезки трубы, концы которых подготовлены под сварку - выровнена и зашлифована поверхность, снята требуемая фаска. При монтаже такие присоединительные патрубки просто привариваются к трубопроводу.

Как указывалось выше, **размеры присоединительных концов** для муфтовой арматуры ГОСТированы и зависят только от условного диаметру ТА.

Размеры присоединительных фланцев могут быть различными даже при одинаковом диаметре трубопроводов, в зависимости от назначения арматуры и рабочего давления. Поэтому, при присоединении трубопровода к арматуре важно на трубопроводе установить именно такой фланец, который имеется на арматуре. Диаметры самих фланцев, размеры прокладок, размеры и количество отверстий под болты на фланцах приводятся в специальной литературе: справочниках проектировщика, справочниках по трубопроводной арматуре, каталогах арматуры. В некоторых случаях, когда не удастся найти описание фланца для арматуры, единственным способом является натурный обмер фланца арматуры и изготовление ответного фланца по эскизным чертежам.

## 6. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ АРМАТУРЫ

Материалы, применяемые в ТА, можно по назначению разделить на следующие группы:

- **корпусные**
- **уплотнительные**
- **прокладочные**
- **герметизирующие (набивные)**
- **смазки**

**Корпусные материалы** предназначены для изготовления корпуса арматуры. Они должны обладать достаточной прочностью, коррозионной стойкостью, технологичностью обработки, хорошими литейными свойствами, так как корпуса арматуры чаще всего изготавливают методом литья.

**Уплотнительные материалы** используются в ТА для создания и уплотнительных поверхностей седла и затвора. Требования к ним в различной арматуре очень противоречивы и разнообразны. Они должны обладать упругостью, хорошо шлифоваться, иметь неплохие антифрикционные свойства.

**Прокладочные материалы** применяются для изготовления уплотнительных прокладок. Они должны иметь низкую стоимость, легко обрабатываться, изготавливаться в виде листов, выдерживать температурные воздействия, противостоять воздействию агрессивных жидкостей, обладать упругостью и текучестью.

**Герметизирующие материалы** применяются для герметизации узлов прохода шпинделя или штока через крышку корпуса. Они должны обладать упругостью, гидрофобностью, термостойкостью, долговечностью, низкой стоимостью.

**Смазки** применяются для уменьшения трения в подвижных деталях арматуры. В некоторых случаях смазки применяются для уменьшения трения прокладочных материалов в момент монтажа арматуры. Они должны обладать термостойкостью, низким коэффициентом трения, технологичностью нанесения.

### 6.1. Корпусные материалы

**Чугун** представляет из себя железо с повышенным содержанием углерода. Чугун - тяжелый металл серого цвета. Как конструкционный материал используется очень широко, обладает высокой твердостью, достаточно низкой стоимостью и хорошими литейными свойствами. В отличие от низкоуглеродистой стали обладает высокой коррозионной стойкостью, что резко повышает долговечность изделий, работающих в контакте с водой. Основным недостатком чугуна как корпусного материала является его хрупкость - он колется при приложении

ударной или растягивающей нагрузки. С арматурой из чугуна следует обращаться достаточно аккуратно: не подвергать ее ударам, при наворачивании резьбы не прилагать чрезмерных усилий, не допускать замерзания воды в корпусе арматуры в зимнее время.

Существует несколько видов чугуна, используемых для изготовления корпусов арматуры: серый чугун, ковкий чугун, высокопрочный чугун. Серый чугун наиболее хрупкий. Ковкий чугун хотя и не может коваться, однако его вязкость и прочность выше, а хрупкость меньше. Высокопрочный чугун занимает промежуточное место между сталью и серым чугуном, из всех чугунов он наименее хрупкий.

Чугунная арматура для повышения коррозионной стойкости может изготавливаться с внутренним защитным покрытием из различных материалов - эмали, пластмассы, резина.

Существует несколько видов чугуна, используемых для изготовления корпусов арматуры: серый чугун, ковкий чугун, высокопрочный чугун.

**Сталь** представляет из себя железо с низким содержанием углерода. Это очень распространенный конструкционный материал, благодаря хорошим литейным качествам, пластичности, легкости обработки. Твердость стали меньше, чем у чугуна. Сталь не обладает хрупкостью, то есть не колется. Сталь хорошо подвергается механической обработке - точению, сверлению, фрезерованию, шлифованию. Стоимость стальной арматуры достаточно низкая.

**Легированная сталь** - это сталь с небольшими добавками других металлов для получения определённых свойств. За счет легирующих добавок повышается прочность стали и верхний температурный предел рабочего диапазона, повышаются коррозионная стойкость и твердость. Как правило, легирование осуществляется добавками хрома, марганца, ванадия, кобальта и других металлов. К легированным сталям относится **нержавеющая сталь**, обладающая повышенной коррозионной стойкостью, а так же **жаростойкая сталь**, используемая для арматуры, эксплуатируемой при высоких температурах. В отличие от обычной конструкционной стали легированные стали часто не обладают ферромагнитными свойствами.

**Латунь** представляет из себя сплав меди и цинка с небольшими добавками других металлов, используется для арматуры, работающей при температуре менее 250 °С. Латунь - очень пластичный металл, обладает хорошими литейными свойствами, хорошо подвергается механической обработке, отлично шлифуется и полируется, что при необходимости позволяет получить очень высокое качество поверхности. Из латуни в технике изготавливают корпуса различных изделий, включая точные приборы и механизмы. Высокое качество шлифовки позволяет изготавливать уплотнительные поверхности седла прямо на корпусе арматуры без нанесения слоя другого металла. Латунь по сравнению со сталью значительно лучше противостоит коррозии в присутствии воды и водяных паров.

Стоимость латуни, как и любого другого цветного металла, выше стоимости стали, что ограничивает ее использование арматурой малых размеров.

**Бронза** представляет из себя сплав меди и олова с небольшими добавками других металлов. Бронза хорошо противостоит коррозии, хорошо обрабатывается. В отличие от латуни бронза при точении образует не витую стружку, а мелко крошится, однако качество поверхности после обработки высокое. Литейные свойства бронзы человек узнал очень давно. Стоимость бронзы, как и латуни, достаточно высока, она тоже применяется для арматуры малых размеров. Из бронзы на стальной арматуре изготавливают уплотнительные кольца.

**Алюминиевые сплавы** применяются для специальной арматуры малых размеров, работающей при температурах до 100 °С. Алюминий обладает малой плотностью, что делает арматуру из него очень легкой. Это пластичный металл, хорошо отливается, легко подвергается пластической обработке. Недостатком является малая прочность по сравнению с ранее рассмотренными корпусными материалами. Температура плавления алюминия 650 °С, однако он теряет прочность при значительно меньших температурах. При температурах около 600 °С алюминий и его сплавы становятся хрупкими, и их можно истолочь в порошок. Коррозионная стойкость алюминия достаточно высока благодаря наличию защитной окисной пленки на его поверхности. Алюминий плохо противостоит действию щелочей.

**Никелевые сплавы** представляют из себя никель с добавками различных металлов. Никель и его сплавы обладают рядом ценных свойств: хорошо противостоят действию морской воды, сохраняют прочность и пластичность при низких температурах. В интервале температур от -271 °С до +600 °С свойства никеля практически не изменяются, что позволяет использовать его и в криогенной арматуре, и в арматуре, работающей при повышенных температурах. Из никелевых сплавов отметим **монель**, сплав 68 % Ni , 28% Cu , 2.5 Fe , 1.5 Mn. Этот сплав широко применяется для арматуры, эксплуатируемой в морской воде.

**Титан** - серебристо белый легкий металл, имеет высокую температуру плавления, применяется в авиации, а так же в технике как металл, хорошо противостоящий коррозии. Однако он имеет плохие антифрикционные свойства, уплотнительные поверхности из титана склонны к задиранию. В основном из этого металла изготавливают химическую арматуру. Стоимость его высока, поэтому арматура общепромышленного назначения из него не изготавливается.

**Фарфор** - керамический материал. Как большинство керамик, фарфор обладает высокой химической стойкостью, отсутствием коррозии, поэтому применяется для изготовления химической арматуры. Недостатком фарфора является хрупкость и малая прочность на изгиб и растяжение, на сжатие фарфор работает хорошо. Как правило, арматура из фарфора не рассчитана на высокие давления. Температурный предел у фарфора высокий.

**Пластмассы** являются органическими материалами, они горючи и имеют низкую прочность. Из пластмасс для изготовления арматуры наиболее широкое применение нашли **винипласт** (поливинилхлорид, полихлорвинил) и **полиэтилен**. Пластмассы обладают очень высокой химической стойкостью, что позволяет изготавливать из них химическую арматуру. Стоимость пластмасс невысока, поэтому в последнее время появилась арматура малых диаметров общего назначения, выполненная из пластмассы. Рабочее давление этой арматуры ниже, чем металлической, однако она может успешно использоваться в системах, где давления невелики. Недостатком винипласта является его низкая морозостойкость, что не позволяет использовать арматуру из него в уличных условиях.

## 6.2. Уплотнительные материалы

Уплотнительные материалы применяются в том случае, когда материал корпуса арматуры не позволяет получить удовлетворительное качество уплотнительной поверхности седла. В этом случае производится наплавка колец из другого материала в пламени электрической дуги или ацетиленовой горелки с последующей механической обработкой поверхности кольца. Сплавы для наплавки уплотнительных колец должны обладать хорошими антифрикционными свойствами, малой склонностью к образованию задиров, хорошо шлифоваться, обладать коррозионной стойкостью. Для этих целей применяют бронзу, латунь, монель-металл, нержавеющую сталь. Уплотнительные поверхности тарелок вентиля, клапанов и другой арматуры малого диаметра, где усилия на поверхности не слишком велики, часто выполняют из неметаллических материалов - пластмассы, резины, кожи. Для арматуры крупных размеров неметаллические материалы не применяют.

## 6.3. Прокладочные материалы.

Прокладочные материалы применяют для уплотнения как мест соединения крышки и корпуса арматуры, так и мест соединения арматуры с трубопроводом, то есть присоединительных патрубков. Выбор уплотнительных материалов весьма широк, сюда входят как металлические, так и неметаллические. **Резина** представляет из себя продукт термической обработки (вулканизации) смеси каучука и серы. Это очень упругий материал, обладает малой прочностью. Резиновые уплотнительные прокладки могут вырезаться или штамповаться из листовой резины, или формоваться в процессе вулканизации. Обычная резина выдерживает температуры до  $50^{\circ}\text{C}$ , а специальная теплостойкая до  $140^{\circ}\text{C}$ . Резина горюча и не должна применяться при повышенных температурах. Резиновые прокладки в зависимости от сорта резины обладают средней или высокой степенью релаксации, то есть способностью восстанавливать свою форму

после снятия нагрузки. Это позволяет в некоторых случаях использовать прокладку повторно после разборки соединения.

**Картон целлюлозный** применяется для воды и пара низкого давления и может работать при температурах не более 120 °С и давлении не более 0.6 Мпа. Преимуществом этого материала является низкая стоимость и простота обработки. Он хорошо уплотняется, обладает малой релаксацией, то есть не восстанавливает свою форму после сжатия.

**Асбест** - это неорганический природный материал белого цвета, который применяется при повышенных и высоких температурах. Выпускается в виде листового материала, картона или шнуров. Сам по себе асбест непрочный, рыхлый материал, обладает плохими антифрикционными свойствами. Для улучшения фрикционных свойств прокладочный материал из асбеста часто графитируют, то есть посыпают или натирают порошковым графитом, который является хорошим смазочным материалом.

**Листовой паранит** представляет из себя продукт вулканизации смеси асбестовых волокон (60-70%), растворителя, каучука (12-15%), минеральных наполнителей (15-18%) и серы (1.2-8.0%) и последующего вальцевания под большим давлением.

Паранит является универсальным прокладочным материалом. При давлении выше 320 МПа он начинает течь, то есть достигается предел текучести, в результате чего все неплотности в соединении заполняются материалом и обеспечивается герметичность соединения. Толщина прокладки должна быть минимальной, однако достаточной для заполнения канавок и неровностей. При увеличении толщины прокладки повышается вероятность ее выдавливания, поэтому не рекомендуется ставить толстые прокладки. Паранит выпускается в виде листов толщиной до 6 мм, он легко режется, рубится, из него можно вырезать фигурные прокладки. Это самый распространенный прокладочный материал для средних диаметров арматуры.

**Металлические прокладки** применяются как штатный прокладочный материал. Как правило, используются прокладки из цветных металлов. Недостатком является невозможность самостоятельного изготовления такой прокладки, а так же большая релаксация напряжений.

**Льняная прядь** используется для уплотнения резьбовых соединений. Перед применением льняная прядь должна смазываться суриком, разведенным на натуральной олифе, что придает ей гидрофобные свойства. Натуральная олифа, в отличие от синтетической, не высыхает при отсутствии кислорода, поэтому резьбовое соединение, собранное с таким уплотнителем, может быть легко разобрано через много лет.

Льняная прядь обладает хорошей упругостью, что позволяет при монтаже даже сделать часть оборота в направлении развинчивания соединения без потери герметичности. Это очень важно для правильного разворота трубопровода при монтаже.

**Лента ФУМ** так же применяется для герметизации резьбовых соединений. Сокращение ФУМ означает **фторпластовый уплотнительный материал**. Фторпласт обладает низким пределом текучести, то есть легко уплотняется. Он технологичен в применении, выпускается на катушках в виде лент различной толщины. Однако он практически не обладает релаксацией, что не позволяет при сборке соединения производить даже частичный поворот в тубы в обратном направлении, то есть развинчивания.

#### **6.4. Герметизирующие материалы**

Герметизирующие материалы обеспечивают герметичность арматуры по отношению к рабочей среде, препятствуя перетеканию рабочей среды в окружающую через зазоры а местах прохода органа управления арматурой через корпус или крышку корпуса.

**Сальниковая набивка** применяется очень широко благодаря простоте замены, низкой стоимости, широкому выбору материалов. Для набивки применяют различные материалы:

- **хлопчатобумажные материалы**
- **пенька**
- **асбестовый шнур**
- **графит**
- **тальк**
- **стекловолокно**
- **фторпласт**

Наиболее предпочтительно создание набивки из ранее отформованных колец. Кольца набивки должны укладываться так, чтобы разрез предыдущего кольца перекрывался следующим кольцом. Сальниковая набивка из хлопчатобумажных материалов, пеньки и асбеста выпускается в виде шнура прямоугольного сечения.

Фторпласт применяется при наличии агрессивной среды или при повышенных температурах. Графит используется как смазочный материал или как самостоятельная набивка при высоких температурах.

#### **6.5. Смазки**

По назначению смазки, используемые в арматуре, подразделяются на следующие группы:

- **антифрикционные**
- **защитные**
- **уплотняющие**

Смазки делятся на группы в зависимости от рабочей температуры. В основном применяют смазки на основе нефтепродуктов, при высоких температурах в состав смазки входит коллоидный или чешуйчатый графит, однако в присутствии воды и кислорода графит работает как абразивный материал. Перспективно применение кремний-органических жидкостей.

## 7. ОБОЗНАЧЕНИЕ АРМАТУРЫ

В нашей стране принята маркировка и обозначение арматуры по системе ЦКБА (Центральное конструкторское бюро арматуростроения). В соответствии с этой системой обозначение арматуры строится из цифрового и буквенного кода основных данных - всего 6 элементов.

### **Тип арматуры** - цифровое обозначение

- 10 - кран пробно-спускной
- 11 - кран для трубопровода
- 12 - запорное устройство
- 13,14,15 - вентиль
- 16 - клапан обратный подъемный и приемный с сеткой
- 17 - клапан предохранительный
- 19 - обратный поворотный
- 21 - регулятор давления «после себя»
- 22 - клапан запорный
- 25 - клапан регулирующий
- 27 - клапан смесительный
- 30,31 - задвижка
- 32 - затвор
- 45 - конденсатоотводчик

### **Материал корпуса** - буквенное обозначение

- с - сталь углеродистая
- лс - легированная сталь
- нж - нержавеющая, коррозионно-стойкая
- ч - чугун серый
- кч - ковкий чугун
- вч - высокопрочный чугун
- б - латунь или бронза
- а - алюминий
- мл - монель-металл
- п - пластмасса
- вп - винипласт
- тн - титан
- к - керамика, фарфор
- ск - стекло

### **Тип привода** - цифровое обозначение (одна цифра)

- 3 - механический с червячной передачей

- 4 - механический с цилиндрической передачей
- 5 - механический с конической передачей
- 6 - пневматический
- 7 - гидравлический
- 8 - электромагнитный
- 9 - электрический

**Номер разработки** конструкции по каталогу ЦКБА - двузначное цифровое обозначение

**Материал уплотнительных колец** - буквенное обозначение

- бр - бронза и латунь
- бт - баббит
- ст - стеллит
- ср - сормайт
- мн - монель-металл
- к - кожа
- нж - нержавеющая сталь (коррозионно-стойкая)
- нт - нитрованная (азотированная) сталь
- р - резина
- п - пластмасса (кроме винипласта)
- вп - винипласт
- фт - фторпласт
- э - эбонит
- бк - без кольца (седло выполнено прямо на корпусе)

**Способ нанесения внутреннего покрытия корпуса** - буквенное обозначение

- гм - гуммирование
- эм - эмалирование
- п - футерование пластмассой

## 8. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ АРМАТУРЫ

Графические обозначения различных типов арматуры на чертежах регламентируются ГОСТами. Ниже приводится список обозначений для наиболее распространенных видов арматуры.

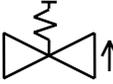
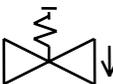
Таблица 8.1

Условные графические обозначения трубопроводной арматуры  
на гидравлических и пневматических схемах

Арматура	Обозначение	Арматура	Обозначение
<b>Клапан (вен-тиль) запорный:</b> проходной		<b>Клапан предохранительный:</b> проходной	
	угловой		
<b>Задвижка</b>		<b>Регулятор давления:</b>  «до себя»	
<b>Заслонка</b>			«после себя»
<b>Кран:</b> проходной		<b>Клапан обратный:</b> подъемный проходной	
	угловой		
<b>Клапан (вен-тиль) регулирующий:</b> проходной		поворотный (захлопка) приемный с сеткой	
	угловой		
<b>Кран трехходовой</b>		<b>Клапан дроссельный</b>	
<b>Клапан (вен-тиль) трехходовой</b>		<b>Клапан редукционный</b>	
		<b>Конденсатоотводчик</b>	

Продолжение табл. 8.1



Арматура	Обозначение
Арматура	Обозначение
<b>Клапан быстродействующий:</b> на открытие (НО)  на закрытие (НЗ)	  

Арматура	Обозначение
Арматура	Обозначение
<b>Воздухоотводчик (вангуз)</b>	